

**PERANCANGAN TUNGKU BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *VEREIN DEUTSCHE  
INGINIEUER (VDI) 2222***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Industri

Disusun Oleh:

**JAWAHIRUS SHOLIKHIN**  
**11950211644**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU**  
**PEKANBARU**  
**2023**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PERANCANGAN TUNGKU BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *VEREIN DEUTSCHE  
INGINIEUER (VDI) 2222***

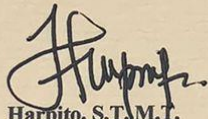
**TUGAS AKHIR**

Oleh :

**JAWAHIRUS SHOLIKHIN**  
11950211644

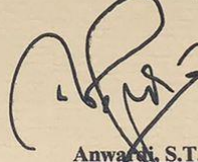
Telah diperiksa, disetujui, dan disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir  
di Pekanbaru, pada tanggal 11 Juli 2023

**Pembimbing I**



**Harpito, S.T.M.T.**  
NIP : 198205302015031001

**Pembimbing II**



**Anwarul, S.T., M.T**  
NIP : 198210272015031001

**Ketua Jurusan**



**Misra Hartati, S.T., M.T.**  
NIP : 198205272015032002

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN JURUSAN

PERANCANGAN TUNGKU BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *VEREIN DEUTSCHE*  
*INGINIEUER (VDI) 2222*

TUGAS AKHIR

Oleh :

JAWAHIRUS SHOLIKHIN  
11950211644

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
di Pekanbaru, pada tanggal 11 Juli 2023

Pekanbaru, 11 Juli 2023

Mengesahkan

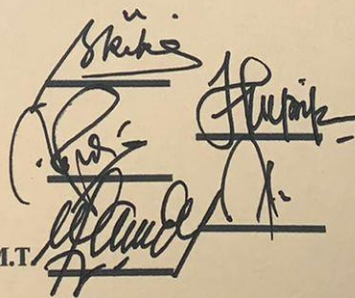
Ketua Program Studi

  
Misra Hartati, S.T., M.T  
NIP. 19820527 201603 2 002



DEWAN PENGUJI :

Ketua : Dr. Rika, S.Si., M.Sc.  
Sekretaris I : Harpito, S.T., M.T.  
Sekretaris II : Anwardi, S.T., M.T.  
Anggota I : Nofirza, S.T., M.Sc.  
Anggota II : Muhammad Ihsan Hamdy, S.T., M.T.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran Surat :  
Nomor : Nomor 25/2023  
Tanggal : 12 Juli 2023

**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jawahirus Sholikhin  
NIM : 11950211644  
Tempat/Tanggal Lahir : Mugomulyo, 07 Agustus 1999  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Prodi : Teknik Industri  
Judul Skripsi : Perancangan Tungku Berbahan Bakar Oli Bekas  
Menggunakan Metode *Verein Deutsche Ingenieuer* (VDI)  
2222

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian dan pemikiran saya sendiri.
2. Semua kutipan sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu skripsi saya ini, saya nyatakan bebas plagiat.
4. Apabila dikemudian hari ditemukan plagiat pada skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.
5. Dengan demikian surat ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 12 Juli 2023  
Yang membuat pernyataan,



**JAWAHIRUS SHOLIKHIN**  
NIM. 11950211644

## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi perpustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*"Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kafur"*

*(Q.S Yusuf ayat: 18)*

*Dengan rahmat Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang*

*Dengan ini ku persembahkan sebuah karya untuk Mama dan Papa tercinta*

*Yang telah meendo'akan dan memberikan semangat kepada ku untuk menuntut ilmu*

*Dengan ridho dan do'a mu lah aku bisa menyelesaikan perkuliahan ini*

*Terimakasih Mama dan Papa yang selalu memberi semangat dan motivasi hingga aku bisa mencapai titik ini*

*Aku akan selalu berusaha untuk membuat Papa dan Mama bangga*

*Pekanbaru, 11 Juli 2023*

UIN SUSKA RIAU

*Jawahirus Sholikhin*

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## PERANCANGAN TUNGKU BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS DENGAN MENGUNAKAN METODE *VEREIN DEUTSCHE INGINIEUER (VDI)* 2222

Harpito, S.T., M.T.<sup>1</sup>, Anwardi, S.T., M.T.<sup>2</sup>, Jawahirus Sholikhin<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl.HR. Soebrantas No.155 Pekanbaru

### ABSTRAK

Proses pembakaran alat pirolisis yang telah dilakukan di laboratorium teknik industri uin suska riau masih menggunakan bahan bakar gas LPG. Durasi yang lama pada proses pirolisis membuat tungku dengan bahan bakar gas seperti LPG kurang efisien untuk digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah tungku yang dapat menghasilkan *temperature* suhu yang tinggi dari bahan bakar oli bekas menggunakan metode *verein deutscher ingenieure (VDI)* 2222. Metode ini merupakan metode perancangan sistematis terhadap *design* untuk merumuskan dan mengarahkan penjabaran ide yang dimiliki untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Pengumpulan data pada metode ini yaitu wawancara terkait suhu ketika pembakaran dengan gas LPG, serta data dimensi tabung reaktor alat pirolisis. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan rancangan tungku pembakaran dengan memanfaatkan oli bekas sebagai bahan bakarnya yang memiliki tingkat efisiensi sebesar 66.6%.

**Kata Kunci:** Tungku Pembakaran, Metode VDI 2222, Oli Bekas

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**DESIGN OF USED OIL-FIRED FURNACES USING THE VEREIN  
DEUTSCHE INGENIEUER METHOD  
(VDI) 2222**

**Harpito, S.T., M.T.<sup>1</sup>, Anwardi, S.T., M.T.<sup>2</sup>, Jawahirus Sholikhin<sup>3</sup>**

*Department of Industrial Engineering  
Faculty of Science and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl.HR. Soebrantas No.155 Pekanbaru*

**ABSTRACT**

*The combustion process of the pyrolysis tool that has been carried out in the Industrial Engineering Laboratory of UIN Suska Riau still uses LPG gas fuel. The long duration of the pyrolysis process makes furnaces with gaseous fuels such as LPG less efficient to use. This research aims to produce a furnace that can produce high temperature temperatures from spent fuel oil using the verein deutscher ingenieure (VDI) 2222 method. This method is a systematic design method for design to formulate and direct the elaboration of ideas that are owned to solve a problem. Data collection in this method is an interview related to the temperature when burning with LPG gas, as well as dimensional data on the reactor tube of the pyrolysis device. Based on the tests that have been carried out, the combustion furnace design is obtained by utilizing used oil as fuel which has an efficiency rate of 66.6%.*

**Keywords:** *combustion furnace, VDI 2222 method, used oil.*

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum wr.wb*

Puji syukur kita ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia serta hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir sesuai dengan waktu yang ditetapkan. Shalawat dan salam semoga terlimpah kepada Nabi Muhammad S.A.W.

Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Selanjutnya dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Hairunas, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Hartono, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Misra Hartati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Anwardi, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Nazaruddin, S.ST., M.T., selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
6. Bapak Harpito S,T., M,T., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berguna untuk penulis menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
7. Bapak Anwardi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berguna untuk penulis menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Ibu Misra Hartati, S.T., M.T., selaku Penasehat Akedemis yang telah banyak membimbing, menasehati dan memberikan ilmu pengetahuan bagi penulis selama masa perkuliahan, serta menjadi sosok orang tua pengganti ketika penulis menjadi mahasiswa di Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang memberikan ilmu dalam menyelesaikan berbagai permasalahan dalam dunia Industri.

Teristimewa kepada kedua orang tua penulis, Bapak Tauban dan Ibu Sri Wulan yang telah mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis dalam menempuh pendidikan ini. Serta kepada Abang Afif Murtasyidin dan Adik Aziz Aditya, Anindita Keisya Zahra yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi serta doa untuk kelancaran pendidikan penulis.

11. Rekan-rekan Teknik Industri Angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis menerima segala saran serta kritik yang bersifat membangun, agar lebih baik dimasa yang akan datang.

*Wassalamu'alaikum wr.wb*

Pekanbaru, 11 Juli 2022  
Penulis,

**Jawahirus Sholikhin**  
11950211644

UIN SUSKA RIAU

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>COVER</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN JURUSAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL</b> .....	v
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Posisi Penelitian .....	5
1.7 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Oli bekas.....	9
2.2 Tungku Pembakaran.....	9
2.3 Perancangan .....	9

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.4	Fase-fase perancangan dan pengembangan produk .....	10
2.5	Metode perancangan .....	12
2.6	Identifikasi masalah .....	13
2.7	Spesifikasi desain produk.....	13
2.8	Perancangan desain konseptual.....	14
2.9	Mengidentifikasi masalah penting dari daftar persyaratan ....	15
2.10	Menentukan struktur fungsi .....	16
2.11	Menentukan prinsip solusi .....	19
2.12	Penggabungan prinsip solusi.....	21
2.13	Evaluasi Kelayakan Teknis Dan Ekonomis .....	22
2.14	Perwujudan desain .....	23
2.15	Pembuatan rancangan.....	24
2.16	Tahap penyelesaian .....	24
2.17	Biaya manufaktur .....	24
2.18	Efektifitas dan Efisiensi Kerja .....	25

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Studi pendahuluan.....	28
3.2	Studi Literatur .....	28
3.3	Identifikasi Masalah .....	28
3.4	Perumusan Masalah .....	29
3.5	Tujuan Penelitian .....	29
3.6	Pengumpulan Data .....	29
3.7	Pengolahan Data.....	29
3.7.1	Perencanaan konsep desain .....	29
3.7.2	Perancangan desain.....	31
3.7.3	Penyelesaian .....	32
3.8	Pengujian alat .....	32
3.9	Analisa.....	32
3.10	Kesimpulan dan Saran.....	33

#### **Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1	Pengumpulan Data .....	34
4.1	Pengolahan Data .....	34
4.2.1	Perencanaan Konsep Desain .....	35
4.2.1.1	Mengidentifikasi Pekerjaan .....	35
4.2.1.2	Membuat Daftar Persyaratan .....	35
4.2.1.3	Menentukan Struktur Fungsi Keseluruhan ..	36
4.2.1.4	Menentukan Prinsip Solusi .....	38
4.2.1.5	Penggabungan Prinsip Solusi .....	43
4.2.1.6	Evaluasi Kelayakan Teknis Dan ekonomis ..	45
4.2.2	Perancangan Desain .....	46
4.2.2.1	Draft Rancangan .....	47
4.2.2.2	Spesifikasi <i>Part</i> Rancangan .....	48
4.2.3	Penyelesaian .....	51
4.2.3.1	Gambar Detail <i>Part</i> .....	51
4.2.3.2	Estimasi Biaya Manufaktur .....	54
4.3	Pengujian Alat .....	55

## BAB V ANALISA

5.1	Analisa Sebelum Menggunakan Tungku Oli Bekas .....	57
5.2	Analisa Konsep Desain .....	57
5.3	Analisa Penentuan Konsep Terpilih .....	57
5.4	Analisa Perancangan Alat .....	58
5.5	Analisa Pengujian Alat .....	59

## BAB VI PENUTUP

6.1	Kesimpulan .....	60
6.2	Saran .....	60

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1.1 Limbah Oli Bekas.....	3
Gambar 2.1 Hubungan Penyusunan Konsep.....	14
Gambar 2.2 <i>Black Box</i> .....	18
Gambar 2.3 Perbaikan Memperlihatkan Sub-Fungsi .....	18
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	26
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian (Lanjutan).....	27
Gambar 4.1 Sketsa <i>Black Box</i> .....	37
Gambar 4.2 Fungsional Sub Fungsi Tungku Pembakaran Oli Bekas .....	37
Gambar 4.3 Dimensi Tungku Oli Bekas .....	49
Gambar 4.4 Tungku Oli Bekas.....	50

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>		<b>Halaman</b>
Tabel 1.1	Jumlah Kendaraan Bermotor Di Provinsi Riau 2016-2021 ...	2
Tabel 1.2	Posisi Penelitian .....	5
Tabel 1.2	Posisi Penelitian (Lanjutan) .....	6
Tabel 1.2	Posisi Penelitian (Lanjutan) .....	7
Tabel 2.1	Daftar Tuntutan Produk .....	15
Tabel 2.1	Daftar Tuntutan Produk (Lanjutan) .....	16
Tabel 2.2	Alternatif Konsep.....	20
Tabel 2.2	Alternatif Konsep (Lanjutan).....	21
Tabel 2.3	Variasi Konsep.....	22
Tabel 2.4	Seleksi Alternatif Fungsi Kontruksi.....	23
Tabel 4.1	Daftar Persyaratan.....	35
Tabel 4.1	Daftar Persyaratan (Lanjutan).....	36
Tabel 4.2	Tabel Morfologi.....	38
Tabel 4.3	Alternatif Fungsi Rangka Tungku .....	38
Tabel 4.3	Alternatif Fungsi Rangka Tungku (Lanjutan) .....	39
Tabel 4.4	Alternatif Fungsi Sumber Angin ( <i>blower</i> ) .....	39
Tabel 4.5	Alternatif Fungsi Rangka Dudukan Blower dan Oli .....	40
Tabel 4.6	Alternatif Fungsi Model Tungku Pembakaran .....	40
Tabel 4.6	Alternatif Fungsi Model Tungku Pembakaran (Lanjutan) ...	41
Tabel 4.7	Alternatif Fungsi Pipa <i>Blower</i> .....	41
Tabel 4.8	Alternatif Fungsi Penampung Oli .....	42
Tabel 4.9	Alternatif Fungsi Pipa oli.....	42
Tabel 4.9	Alternatif Fungsi Pipa oli (Lanjutan).....	43
Tabel 4.10	Alternatif Fungsi Keseluruhan Tungku Oli Bekas .....	43
Tabel 4.11	Kriteria Penilaian .....	45
Tabel 4.12	Aspek Teknis .....	46
Tabel 4.13	Aspek Ekonomis .....	46
Tabel 4.14	<i>Draft</i> Rancangan .....	47

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.14	<i>Draft Rancangan (Lanjutan)</i> .....	48
Tabel 4.15	Gambar Detail <i>Part</i> .....	51
Tabel 4.15	Gambar Detail <i>Part</i> (Lanjutan).....	52
Tabel 4.15	Gambar Detail <i>Part</i> (Lanjutan).....	53
Tabel 4.16	Data Rekapitulasi Estimasi Biaya Material .....	54
Tabel 4.17	Data Rekapitulasi Estimasi Biaya Non Material .....	54
Tabel 4.18	Data Rekapitulasi Estimasi Biaya.....	55
Tabel 4.19	Perbandingan Hasil Rancangan .....	55

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
Rumus 2.1	Efektifitas dan Efisiensi Kerja ..... 56



UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A-1	Dokumentasi Tungku Pembakaran Pirolisis
Lampiran A-2	Dokumentasi Tungku Pembakaran Pirolisis
Lampiran B-1	Biografi Penulis



UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Produksi kelapa di Provinsi Riau pada tahun 2021 mencapai 420.052 ton, menjadikannya sebagai salah satu komoditas perkebunan utama di sana. Kabupaten Indragiri Hilir memimpin dalam produksi kelapa di Riau pada tahun yang sama, dengan jumlah produksi sebesar 341.793 ton (BPS, 2022). Kenaikan produksi kelapa ini berhubungan positif dengan peningkatan limbah tempurung kelapa yang dihasilkan. Meskipun limbah ini termasuk dalam kategori limbah organik, penguraian limbah tempurung kelapa oleh mikroorganisme cukup sulit dilakukan.

Salah satu cara untuk memanfaatkan limbah tempurung kelapa adalah dengan menggunakannya sebagai bahan baku untuk pembuatan asap cair. Asap cair adalah cairan yang dihasilkan melalui proses pirolisis tempurung kelapa yang terbakar dalam tungku yang tertutup. Cairan ini mengandung senyawa-senyawa utama seperti asam, fenol, dan karbonil. Sebagai hasilnya, asap cair sering digunakan sebagai pengawet alami dalam makanan dan memberikan karakteristik sensorik seperti aroma, warna, dan rasa yang khas pada produk pangan (Athussalam, dkk., 2019).

Pirolisis adalah suatu proses di mana bahan organik atau bahan sintesis diuraikan secara termokimia pada suhu tinggi dan tanpa adanya oksigen, dengan tujuan menghasilkan bahan bakar. (Cahyono, dkk., 2018). Komponen krusial dalam mendukung proses pirolisis adalah tungku. Tungku berfungsi sebagai sarana untuk melaksanakan proses pembakaran. Proses pembakaran sendiri melibatkan reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen, dan dalam proses ini penting untuk memperhatikan proporsi yang tepat antara jumlah bahan bakar dan oksigen agar proses pembakaran dapat mencapai tingkat yang optimal (Muhammad, dkk., 2021).

Tungku pembakaran disini berfungsi sebagai sumber nyala api untuk pembakaran proses pirolisis tempurung kelapa. Proses pirolisis yang

membutuhkan waktu yang lama membuat penggunaan tungku dengan bahan bakar gas seperti LPG kurang efisien. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa penggunaan LPG sebagai bahan bakar dalam jangka waktu yang cukup lama dapat meningkatkan biaya operasional dalam proses pirolisis. Oleh karena itu, diperlukan alternatif tungku pembakaran yang menggunakan bahan bakar dari sumber lain.

Alternatif sumber bahan bakar lainnya yang dapat digunakan untuk tungku pembakaran pirolisis yaitu limbah oli bekas. Limbah oli bekas adalah hasil dari sisa penggunaan kendaraan bermotor dan mesin industri. Tidak optimalnya penggunaan limbah oli bekas menyebabkan peningkatan yang signifikan dalam ketersediaannya, terutama dipengaruhi oleh pertumbuhan pesat jumlah kendaraan bermotor.

Data mengenai jumlah kendaraan bermotor di Provinsi Riau dapat ditemukan dalam tabel berikut, berdasarkan informasi yang disediakan oleh Badan Pusat Statistik (BPS).

Table 1.1 jumlah kendaraan bermotor di provinsi Riau 2016-2021

Tahun	Mobil	Bus	Truk	Sepeda Motor	Jumlah
2016	266,525	4,427	159,064	2,667,398	3,097,414
2017	286,307	4,683	168,886	2,835,771	3,295,647
2018	309,317	4,881	180,241	3,024,639	3,519,078
2019	327,669	5,096	188,744	3,185,951	3,707,460
2020	334,144	5,136	191,490	3,253,261	3,784,031
2021	367,515	6,060	207,390	3,485,246	4,066,211

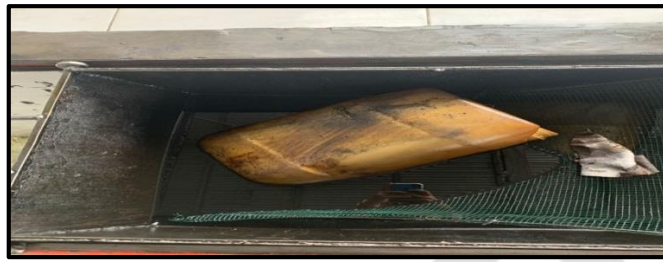
Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi riau

Banyaknya peningkatan kendaraan bermotor tentu diiringi dengan meningkatnya perbaikan dan perawatan yang menyebabkan banyaknya limbah yang terbuang, di antaranya adalah oli bekas. pencemaran oli bekas kendaraan bermotor merupakan ancaman serius bagi kesehatan manusia yang tinggal

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

disekitar bengkel dan pada lingkungan yang lainnya jika tidak dikelola dengan baik.



Gambar 1.1 Limbah Oli Bekas  
 (Sumber : Pengolahan Data, 2022)

Sebagaimana penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hendrik Sukma, ST, MT. dan Farid Syharussyiam 2018, Salah satu inovasi yang telah dilakukan adalah merancang dan membuat tungku peleburan logam yang menggunakan limbah cair oli bekas sebagai bahan bakar. Tujuannya adalah untuk mendukung pengembangan industri lokal berbasis home industri yang fokus pada daur ulang logam bekas, sambil mencapai suhu yang diinginkan sebesar 800°C dengan waktu yang efisien. Metode yang digunakan adalah mengalirkan oli bekas dari bak oli ke ruang bakar tungku melalui selang dan pipa dengan bantuan *blower*. Untuk memulai proses, oli bekas diawali dengan menggunakan tisu untuk memancingnya. Hasil yang dicapai adalah pembakaran oli yang sempurna dengan bantuan blower dan mencapai suhu 610°C dalam waktu 5 jam untuk setiap proses peleburan yang dilakukan. (Sukma dan Syharussyiam, 2018).

Dalam penelitian ini, digunakan metode Verein Deutsche Ingenieur 2222 (VDI 2222) sebagai pendekatan yang sistematis dalam merancang desain. Metode VDI 2222 digunakan untuk merumuskan dan mengarahkan proses pengembangan ini guna menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. (Media dan Ibrahim, 2018). Dalam penjabaran metode VDI 2222, terdapat empat tahapan perancangan yang diikuti dalam proses pembuatan tungku pembakaran pirolisis dengan bahan bakar oli bekas. Tahapan-tahapan tersebut adalah analisis, pembuatan konsep, perancangan, dan penyelesaian. Metode VDI 2222 memungkinkan analisis yang rasional dan identifikasi masalah-masalah yang dihadapi untuk mencapai solusi optimal. Selanjutnya, metode ini melakukan pencarian prinsip pemecahan masalah yang sesuai dan mengkombinasikan prinsip-prinsip tersebut. Hasil dari

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

langkah ini kemudian menjadi dasar pengambilan keputusan dalam merancang tungku pembakaran pirolisis dengan bahan bakar oli bekas, dengan memperhatikan syarat-syarat teknis yang dihasilkan dari daftar keinginan pengguna yang dapat diukur.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah sebelumnya, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: “ Bagaimana Mendesain Tungku Berbahan Bakar Oli Bekas Menggunakan Metode *Verein Deutsche Ingenieuer* (VDI) 2222? ”.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Menurut permasalahan yang telah diuraikan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang tungku pembakaran oli bekas sebagai pengganti bahan bakar gas LPG
2. Mengevaluasi efisiensi tungku pembakaran menggunakan bahan bakar oli bekas

### 1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini, manfaatnya akan dapat dirasakan oleh beberapa pihak, antara lain::

Bagi Penulis

- a. Penelitian ini dapat menjadi pengembangan dalam cara berpikir dan kreativitas, serta meningkatkan wawasan dalam berbagai bidang ilmu.
- b. Penelitian ini juga dapat meningkatkan pengetahuan dalam menciptakan, berinovasi, dan menerapkan ilmu pengetahuan, terutama dalam desain dan perancangan produk.

Bagi Pembaca

Dapat dijadikan referensi dan pertimbangan dalam menyelaikan masalah serupa dengan penulis ini, terutama dalam hal aspek yang secara pokok mempengaruhi perancangan dan pengembangan produk sehingga masih dapat dieksplorasi dalam penelitian selanjutnya.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Bagi Pengguna

Penelitian ini memberikan sebuah solusi atau alat yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah dalam proses pembakaran pirolisis dengan memanfaatkan limbah oli bekas

**Batasan Masalah**

Agar penelitian ini tetap terarah, peneliti membatasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Penelitian ini fokus membahas perancangan tungku pembakaran dengan memanfaatkan limbah oli bekas sebagai bahan bakarnya
2. Sedangkan untuk pembanding bahan bakar tungku menggunakan gas LPG.
3. Metode perancangan yang dipakai menggunakan konsep perancangan VDI 2222.

**1.6 Posisi Penelitian**

Riset sebelumnya telah dilaksanakan oleh beberapa peneliti dalam bidang perancangan. Untuk menghindari penyimpangan, perlu menentukan posisi penelitian ini dalam konteks yang ada.

Adapun tampilan posisi penelitian seperti dibawah ini:

Tabel 1.2 Posisi Penelitian.

No	Nama	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode
1	Sukma, dan Syharussyiam, 2018	Bangun Tungku Peleburan Logam Menggunakan Bahan Bakar Oli Bekas	Untuk mendapatkan alat yang mampu meleburkan material logam hingga 800°C berbahan bakar oli bekas dan waktu yang efisien.	Verein Deutcher Ingenieure (VDI) 2221

(Sumber : Pengumpulan Data, 2022)

Tabel 1.2 Posisi Penelitian (Lanjutan)

No	Nama	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode
2	<b>Pratama, dkk 2020</b>	Rancang Bangun Kompor ( <i>Burner</i> ) Berbahan Bakar Oli Bekas	Merancang sebuah tungku yang memiliki kemudahan dalam perawatan ( <i>maintenance</i> ).	Deskriptif <i>French</i>
3	<b>Hakim dkk, 2020</b>	Desain Cetakan Plastik Multi <i>Cavity</i> Dengan Sistem <i>Intercangeable Mold Insert</i>	Meningkatkan Kapasitas Produksi Dengan Membuat Ulang Desain Cetakan Plastik Dari Desain Yang Sebelumnya	<i>Verein Deutcher Ingenieure (VDI) 2222</i>
4	<b>Kurniawan dkk, 2020</b>	Rancang Bangun Alat Bantu Las Meja Putar Penepat	1. Mendesain alat bantu las <i>rotary positioner table</i> . 2. Menghitung bagian elemen mesin 3. Merancang sistem gerak pada alat bantu las <i>rotary</i>	<i>Verein Deutcher Ingenieure (VDI) 2222</i>

Sumber : Pengumpulan Data, 2022)

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  - Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 1.3 Posisi Penelitian (Lanjutan)

No	Nama	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode
5	<b>Prakasa dkk, 2022</b>	Perancangan <i>Wire Bending Tool Metal Jig</i> Menggunakan Metode <i>Verein Deutscher Ingenieure 2222</i>	Merancang Desain Usulan Alat Bantu Pembengkok Kawat Yang Dapat Dimanfaatkan Secara Optimal	<i>Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2222</i>

(Sumber : Pengumpulan Data, 2022)

### 1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan ini mengikuti susunan yang terdiri dari elemen-elemen sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, definisi masalah, sikap penelitian, dan sistem penulisan laporan.

#### **BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bab ini berisi konsep, deskripsi, sintesis, dan analisis yang terkait dengan penelitian ini. Teori-teori yang digunakan berasal dari sumber-sumber ilmiah seperti jurnal, buku, dan media lainnya yang mendukung aspek teoritis dari penelitian.

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

Bab ini menjelaskan metodologi yang digunakan dalam penelitian, meliputi metode pengumpulan data, analisis masalah, dan langkah-langkah pemecahan masalah desain tungku pembakaran berbahan bakar limbah minyak. bahan bakar oli bekas.

#### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisikan tentang pengumpulan dan pengolahan data dari perancangan tungku pembakaran dengan menggunakan bahan bakar oli bekas.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**BAB V**

**ANALISA**

Bab ini berisi analisis dari data pengolahan yang sudah dilakukan terkait perancangan tungku pembakaran yang menggunakan bahan bakar oli bekas.

**BAB VI**

**PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan yang mencakup jawaban terhadap tujuan penelitian yang telah ditetapkan, dan memberikan saran untuk perbaikan di masa mendatang.



UIN SUSKA RIAU

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Oli Bekas

Limbah oli bekas merupakan hasil dari kendaraan bermotor dan dapat digunakan sebagai bahan bakar. Oli bekas termasuk dalam katagori limbah berbahaya (B3) karena mengandung bahan bahan berbahaya. Sifat limbah B3 ini memiliki dampak yang merusak secara luas terhadap lingkungan, karena mengandung berbagai jenis zat berbahaya dan beracun yang secara signifikan mengurangi kualitas lingkungan. Oli bekas adalah limbah berbahaya yang dihasilkan oleh berbagai industri, peralatan transportasi, dan sektor lainnya. Limbah ini memiliki nilai ekonomi yang rendah, sehingga memerlukan perlakuan khusus sesuai dengan ketentuan yang diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), serta Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). (Nuruddin, dkk., 2020).

### 2.2 Tungku Pembakaran

Tungku pembakaran, yang juga disebut kiln, adalah suatu struktur yang terbuat dari bahan bakar tahan api yang dapat dipanaskan menggunakan bahan bakar atau listrik. Tungku ini berfungsi untuk melakukan proses pembakaran pada berbagai objek yang ditempatkan di dalamnya. Bahan bakar khusus seperti kayu, batu bara, minyak, gas, serbuk, tempurung kelapa, tandan kosong sawit, batang umbi-umbian, dan sejenisnya digunakan untuk membakar objek dalam tungku tersebut (Muhazir, 2019).

### 2.3 Perancangan

Perancangan didefinisikan sebagai Proses pengembangan konsep produk, baik dalam bentuk produk baru maupun pengembangan produk, melibatkan penyusunan gambar teknik untuk memenuhi keinginan pelanggan atau untuk

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

memanfaatkan inovasi. Perencanaan produk merupakan tahap perencanaan yang melibatkan pertimbangan tentang tujuan, jumlah, dan cara produksi produk yang akan diproduksi (Pamungkas, dkk., 2018). Perencanaan dan pengembangan produk adalah faktor yang sangat penting dalam manajemen, dan membutuhkan pendekatan lintas disiplin ilmu yang luas. Dalam proses pengembangan, terdapat karakteristik khusus yang dapat menyebabkan keberhasilan produk yang dihasilkan, diantaranya yaitu (Ulrich & Eppinger, 2001):

**Kualitas Produk** Dalam kualitas produk perlu diperhatikan seberapa baik produk yang akan dipasarkan. Kualitas produk sangat berpengaruh dalam hal pemasaran. Kualitas produk sangat menentukan harga dalam suatu produk.

**Biaya produk** Biaya produk sangat menentukan berapa besar keuntungan yang akan diperoleh dari suatu produk.

3. **Waktu pengembangan produk** Untuk menghasilkan produk yang baik, tentunya waktu dalam pengembangan produk tersebut sangat berpengaruh. Waktu pengembangan produk akan menentukan kecepatan suatu perusahaan dalam hal persaingan bisnis. Jika waktu yang diperlukan dalam pengembangan suatu produk tersebut lama, maka akan membuat perusahaan lain akan lebih dahulu dalam hal pengembangan produk-produk yang ada.

4. **Biaya pengembangan** Biaya pengembangan merupakan bagian krusial dari penempatan modal yang diperlukan guna menghasilkan suatu keuntungan.

Kemampuan pengembangan memiliki nilai yang dapat dimanfaatkan oleh perusahaan untuk mengoptimalkan efisiensi dan mengurangi biaya dalam pengembangan produk di masa depan..

#### 2.4 Fase - Fase Perancangan dan Pengembangan Produk

Secara umum, pengembangan produk melibatkan serangkaian tahapan atau fase. Menurut Karl T. Ulrich dan Steven D. Eppinger dalam bukunya yang berjudul "Perancangan dan Pengembangan Produk", terdapat 6 tahap dalam proses pengembangan produk secara keseluruhan.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tahap 0. Perencanaan

Pada tahap ini, dilakukan upaya rancangan yang sering disebut sebagai "zerofase". Tahap ini merupakan tahap awalan mencakup kesepakatan misi dan peluncuran proses pengembangan produk yang sebenarnya.

Tahap 1. Pengembangan Konsep

Dalam tahap ini, dilakukan identifikasi pasar, pembangkitan pilihan konsep produk, evaluasi konsep-konsep tersebut, dan beberapa konsep untuk pengembangan dan praktik pada tahap-tahap selanjutnya.

Tahap 2. Perancangan Tingkatan Sistem

Dalam tahap ini, meliputi penentuan arsitektur produk dan penjabaran produk menjadi subsistem dan elemen-elemen. Diskripsi keseluruhan perakitan sistem produksi juga ditentukan dalam fase ini. Hasil dari fase kedua ini mencakup tata letak bentuk produk, spesifikasi fungsional dari setiap subsistem produk, dan diagram aliran proses awal untuk perakitan akhir produk.

4. Tahap 3. Perancangan Rinci Dalam

Pada tahap ini, dilakukan penyusunan parameter komprehensif mengenai bentuk, material, dan toleransi dari semua komponen khusus pada produk, dan juga mengidentifikasi semua komponen standar yang akan dibeli dari pemasok. Selain itu, rencana proses juga ditetapkan, dan alat produksi dikembangkan dengan tujuan untuk setiap bagian yang akan diproduksi dalam sistem produksi. Hasil dari tahap ini mencakup dokumentasi pengendalian untuk produk, spesifikasi komponen yang akan dibeli, dan juga rencana proses untuk fabrikasi dan perakitan produk..

5. Tahap 4. Pengujian dan Perbaikan

Pada tahap berikut, dilakukan pembuatan dan evaluasi berbagai versi awal dari produk yang akan diproduksi. Prototipe awal (alpha) dibuat dengan menggunakan komponen yang memiliki bentuk dan jenis material yang sama dengan produk akhir yang akan diproduksi, tetapi tidak melalui proses pabrikasi yang sama seperti pada produksi sebenarnya. Prototipe alpha kemudian diuji untuk menentukan apakah produk berfungsi sesuai dengan rencana dan memenuhi kebutuhan serta kepuasan konsumen utama

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

(spesifikasi/kualitas). Selanjutnya, dibuat prototipe berikutnya (beta) dengan komponen yang sesuai dengan produksi, tetapi tidak dirakit menggunakan proses perakitan akhir seperti pada produksi sebenarnya. Prototipe beta dinilai secara internal dan diujikan kepada konsumen untuk evaluasi dengan penggunaan langsung. Tujuan dari prototipe beta adalah untuk menjawab pertanyaan tentang kinerja dan keandalan guna mengidentifikasi perubahan teknis yang diperlukan untuk produk akhir.

#### Tahap 5. Peluncuran Produk

Tahap ini juga dikenal sebagai tahap produksi percontohan. Pada tahap ini, produk diproduksi menggunakan sistem produksi yang sesungguhnya. Tujuan dari produksi percontohan ini adalah untuk melatih tenaga kerja dalam menghadapi masalah yang mungkin timbul selama produksi yang sebenarnya. Produk yang dihasilkan selama tahap ini akan disesuaikan dengan preferensi pelanggan dan dievaluasi dengan cermat untuk mengidentifikasi kekurangan yang mungkin muncul. Transisi dari produksi percontohan ke produksi sebenarnya dilakukan secara bertahap. Pada titik tertentu dalam proses transisi ini, produk akan diluncurkan dan tersedia untuk didistribusikan.

### 2.5 Metode Perancangan

Metode perancangan merujuk pada alur yang dilaksanakan oleh para profesional seperti arsitek, insinyur, desainer industri, dan disiplin ilmu lainnya untuk mendapatkan konsep yang diinginkan oleh klien atau konsumen serta untuk tujuan manufaktur. Penerapan metode perancangan mengikuti tahapan perancangan yang dijelaskan dalam VDI 2222 (*Verein Deutsche Ingenieuer 2222*), yang merupakan pendekatan perancangan sistematis untuk merumuskan dan mengarahkan berbagai metode perancangan yang terus berkembang sejalan dengan aktivitas penelitian. (Novirani, dkk., 2017).

Langkah-langkah perancangan dalam metode *Verein Deutsche Ingenieuer* (VDI) 2222 adalah sebagai berikut :

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Analisa

Analisa adalah fase utama yang dipakai dalam perancangan untuk mengidentifikasi sebuah masalah. Kegiatan dalam analisis ini mencakup analisis pekerjaan (studi kelayakan, analisis pasar, hasil penelitian, konsultasi pemesanan, pengembangan awal, kelayakan lingkungan), serta penentuan kelayakan.

Membuat konsep

*Output* dari tahap analisis menjadi masukan untuk tahap berikutnya, yaitu perancangan konsep produk. Spesifikasi perancangan mencakup persyaratan teknis yang disusun berdasarkan daftar keinginan pengguna yang dapat diukur..

3. Perancangan

Perancangan merupakan fase dimana produk dikembangkan berdasarkan evaluasi konsep rancangan. Setelah melalui evaluasi teknis dan ekonomis, konstruksi rancangan ini dipilih sebagai opsi terbaik.

4. Penyelesaian

Tahap penyelesaian ialah fase terakhir dalam proses perancangan. Hasil dari tahap perancangan sebelumnya menjadi masukan untuk melakukan penyelesaian.

## 2.6 Identifikasi Masalah

Mengenali masalah adalah elemen penting dalam pengembangan produk, dan tahap ini saling terkait dengan pembentukan konsep, pemilihan rancangan, persamaan dengan kompetitor, dan penentuan spesifikasi produk. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengumpulkan data mentah dari pelanggan sebagai sumber informasi untuk menetapkan spesifikasi produk. Hasil dari analisis dan proses ini menjadi dasar untuk menetapkan spesifikasi produk akhir (Ulrich dan Eppinger, 2001).

## 2.7 Spesifikasi Desain Produk

Spesifikasi produk mencerminkan beragam bidang yang perlu diperhatikan dalam merancang produk, termasuk variabel desain utama. Spesifikasi produk tidak hanya mempertimbangkan pemenuhan kebutuhan pelanggan, tetapi juga

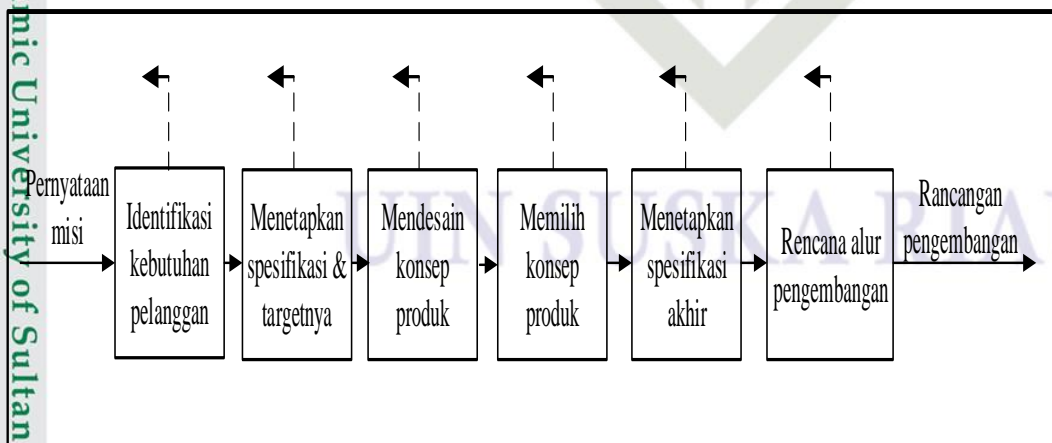
mengasihikan panduan tentang tindakan yang harus dilakukan oleh tim untuk memenuhi kebutuhan tersebut (Ulrich dan Eppinger, 2021).

## 2.8 Perancangan Desain Konseptual

Konseptualisasi merupakan unsur integral dari proses rancangan yang melibatkan identifikasi masalah krusial melalui abstraksi, pembangunan struktur fungsional, penemuan prinsip kerja yang relevan, dan integrasi mereka ke dalam pekerjaan desain. Tujuan dari keputusan konseptual ini adalah memberikan solusi untuk pertanyaan-pertanyaan berdasarkan daftar persyaratan yang telah disepakati selama tahap penjabaran tugas. (Pahl , dkk., 2007):

1. Tugas telah didefinisikan dengan jelas untuk memfasilitasi pengembangan solusi dalam bentuk gambaran?
2. Apakah desain konseptual diperlukan secara substansial, atau apakah solusi yang sudah diketahui memungkinkan untuk langsung melanjutkan ke tahap implementasi dan desain yang lebih detail?
3. Jika tahap konseptual dianggap penting, bagaimana dan sejauh mana tahap ini harus dikembangkan secara sistematis?

Proses pengembangan konsep dimulai dengan pertimbangan persyaratan dan spesifikasi. Pelanggan diminta mengidentifikasi kebutuhan dan terakhir terciptalah beberapa konsep produk yang terpilih untuk opsi terakhir. Hubungan antara pengembangan konsep dengan kegiatan pengembangan konsep lainnya dapat dilihat pada gambar. 2.1(Ulrich dan Eppinger, 2001).



Gambar 2.1 Hubungan Penyusunan Konsep  
(Sumber : (Ulrich dan Eppinger, 2001)

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## Mengidentifikasi Masalah Penting Dari Daftar Persyaratan

Dengan melakukan klarifikasi tugas dan menggunakan daftar persyaratan, fokus dapat ditujukan pada permasalahan yang terlibat, dan hal ini akan secara signifikan menaikkan tingkat informasi yang relevan. Misi selanjutnya adalah merunut daftar persyaratan yang terkait dengan fungsi yang dibutuhkan dan batasan penting, guna mengkonfirmasi dan memperbarui inti dari masalah tersebut. (Pahl, dkk., 2007).

Hubungan fungsional yang ada dalam daftar kebutuhan harus dinyatakan dengan jelas dan diorganisir berdasarkan tingkat kebutuhan yang relevan.. Untuk melakukan analisis ini, langkah-langkah abstraksi secara berurutan dilibatkan. Pada tahap ini, akan dipaparkan hal-hal umum dan isu-isu krusial yang terkait dengan tugas tersebut. (Pahl, dkk., 2007).

Tahap pertama adalah mengesampingkan preferensi individu secara personal. Tahap kedua melibatkan penghapusan persyaratan yang tidak terkait secara langsung dengan fungsi dan kendala penting. Langkah ketiga adalah mengubah data kuantitatif menjadi kualitatif dan mereduksi menjadi pernyataan yang penting. Langkah keempat adalah menggeneralisasi hasil dari langkah sebelumnya sejauh menyangkut tujuan yang diinginkan. Terakhir, langkah kelima adalah merumuskan masalah dalam istilah solusi netral.

Perlu diperhatikan perbedaan kebutuhan utama (*demand*) dan kebutuhan sekunder yang dapat disesuaikan dengan keinginan (*wishes*) (Ulrich dan Eppinger, 2001). Berikut adalah contoh daftar permintaan produk (Prima, dkk., 2021).

Tabel 2.1 Daftar Tuntunan Produk

Parameter	Spesifikasi	D/W
Geometri	Panjang Alat	D
	Lebar Alat	D
	Tinggi Alat	D
	Dimensi Rancangan	D

(Sumber : prima dkk, 2021)

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.1 Daftar Tuntunan Produk (lanjutan)

Parameter	Spesifikasi	D/W
Material	Besi <i>Hollow</i>	D
	Plat Besi	D
	Besi	D
Mekanisasi	Mudah dalam pengupasan dan tidak membutuhkan banyak tenaga	D
Pembuatan	Rancangan sederhana dan mudah dibuat	D
Perawatan	Mudah diperbaiki jika terjadi kerusakan	D
	Mudah untuk dibersihkan	W
Ergonomi	Operator nyaman dan mudah menggunakan alat	D

(sumber : prima dkk, 2021)

## 2.10 Menentukan Struktur Fungsi

Dalam mengidentifikasi tujuan desain dan mengembangkan struktur, terdapat beberapa tahap yang dilakukan, antara lain::

### 1. Fungsi Keseluruhan

Persyaratan mengacu pada fungsi yang menjelaskan keterkaitan keseluruhan antara input dan output dari suatu pabrik, mesin, atau perakitan. Setelah rumusan masalah dihasilkan melalui proses abstraksi, mungkin terdapat variasi dalam bentuknya. Oleh karena itu, langkah berikutnya adalah menggambarkan fungsi keseluruhan dengan menggunakan aliran energi, material, dan sinyal yang terlibat. Untuk mengungkapkan hubungan netral antara input dan output, dapat digunakan diagram blok. ( Pahl dkk, 2007).

Fungsi keseluruhan menjadi turunan fungsi

Subfungsi dapat dikelompokkan menjadi subsistem dan elemen, sehingga memungkinkan pemecahan fungsi yang kompleks atau keseluruhan menjadi subfungsi dengan tingkat kompleksitas yang lebih rendah. Melalui penggabungan subfungsi-individu ini, terbentuklah struktur fungsi yang mencerminkan fungsi secara keseluruhan. Dengan demikian, struktur fungsi

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dapat menggambarkan hierarki dan interaksi antara subsistem dan elemen yang membentuk sistem secara keseluruhan.(Pahl, dkk., 2007).

Berikut adalah maksud dari subfungsi yang dapat dijabarkan sebagai berikut. (2007):

- a. Mengidentifikasi subfungsi yang akan memfasilitasi penemuan solusi selanjutnya.
- b. Mengintegrasikan subfungsi tersebut menjadi struktur fungsi yang sederhana dan jelas.
- c. Dalam proses penyelesaian subfungsi, menggunakan metode analisis fungsional dengan pendekatan "black box" yang menggambarkan hubungan antara material, energi, dan aliran sinyal.

Berikut adalah penjelasan tentang dekomposisi fungsional, terdapat dua tahap dalam prosesnya., yaitu (Ulrich dan Eppinger, 2001).

1. Tahap Pertama Dekomposisi Fungsional

Gambar 2.2 menggambarkan cara kerja produk dalam bentuk black box, di mana informasi tentang material, energi, aliran, dan elemen lainnya dijelaskan. Pada gambar tersebut, garis tipis yang kontinu menunjukkan transfer dan konversi energi, garis tebal yang kontinu menunjukkan pergerakan material dalam sistem, dan garis putus-putus menunjukkan aliran sinyal kontrol dan umpan balik dalam sistem. *Black box* tersebut merangkum fungsi keseluruhan dari produk.

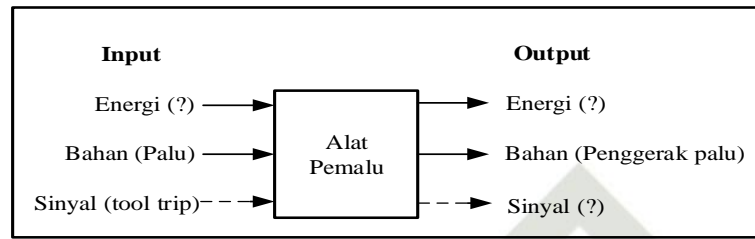
Dalam *black box* tersebut, komponen-komponen internal produk tidak dijelaskan secara rinci, tetapi fokusnya lebih pada pemahaman tentang masukan dan keluaran yang terlibat dalam proses kerja produk. Garis tipis kontinu menggambarkan bagaimana energi dialirkan dan dikonversi di dalam produk, sedangkan garis tebal kontinu menggambarkan pergerakan material dalam sistem. Sementara itu, garis putus-putus menunjukkan aliran sinyal kontrol dan umpan balik yang mempengaruhi operasi produk.

Dengan menggunakan black box ini, kita dapat memahami secara keseluruhan bagaimana produk berfungsi tanpa harus mengetahui rincian internalnya. Hal ini membantu dalam analisis dan perancangan sistem yang

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

lebih efektif, dengan fokus pada interaksi dan hubungan antara material, energi, aliran, dan elemen lainnya yang terlibat dalam operasi produk.

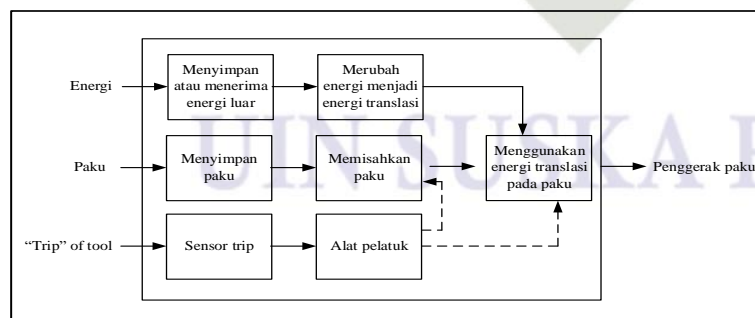


Gambar 2.2 *Black Box*  
(Sumber : (Ulrich dan Eppinger, 2001)

**Tahap Subfungsi**

Tahapan ini secara rinci mengidentifikasi bagian- bagian yang bekerja dalam produk. Tahap ini menguraikan *black box* tunggal menjadi subfungsi untuk memberikan gambaran yang lebih spesifik tentang peran setiap elemen dalam menjalankan fungsi keseluruhan produk. Setiap subfungsi dapat diperinci lagi menjadi subfungsi yang lebih sederhana. Hasil akhir dari langkah ini, seperti yang terlihat pada Gambar 2.3 adalah diagram fungsi yang menggambarkan subfungsi yang saling terhubung melalui aliran energi, material, dan sinyal.

Diagram fungsi ini memberikan gambaran yang lebih jelas tentang hubungan antara subfungsi dalam produk. Setiap subfungsi memiliki peran spesifik dalam menjalankan fungsi keseluruhan produk, dan interaksi antara mereka ditunjukkan melalui aliran energi, material, dan sinyal yang terjadi di antara mereka. Melalui diagram ini, kita dapat memahami bagaimana elemen-elemen yang berbeda bekerja bersama-sama untuk mencapai fungsi produk yang diinginkan.



Gambar 2.3 Perbaikan Memperlihatkan Subfungsi-Subfungsi  
(Sumber : (Ulrich dan Eppinger, 2001)

## 2.11 Menentukan Prinsip Solusi

Prinsip pemecahan masalah dimulai dengan menetapkan prinsip kerja sebagai langkah awal. Prinsip kerja harus dikembangkan untuk setiap subfungsi yang ada, dan prinsip-prinsip ini harus diintegrasikan ke dalam struktur kerja. Pengkristalan struktur kerja akan mengarah pada solusi prinsip yang efektif. Prinsip kerja harus mencerminkan efek fisik yang diperlukan untuk mencapai fungsi tertentu, termasuk karakteristik geometris dan material yang relevan. Namun, dalam banyak kasus, tidak diperlukan pencarian efek fisik baru, karena tantangan utama terletak pada desain bentuk (geometri dan material). Selain itu, dalam mencari solusi, seringkali sulit untuk membedakan dengan jelas antara efek fisik dan fitur bentuk desain. Oleh karena itu, para desainer biasanya mencari prinsip-prinsip yang mencakup proses fisik bersama dengan karakteristik geometris dan material yang diperlukan, dan menggabungkannya ke dalam struktur kerja. Ide-ide teoritis tentang sifat dan bentuk operator fungsi biasanya diilustrasikan melalui diagram atau sketsa tangan untuk memperjelas konsep (Pahl, dkk., 2017).

Tahapan-tahapan yang telah dijelaskan sebelumnya bertujuan untuk menghasilkan berbagai varian solusi yang membentuk ruang solusi. Ruang solusi ini dapat dibentuk dengan melakukan variasi pada efek fisik dan fitur bentuk desain. Penting untuk dicatat bahwa untuk memenuhi subfungsi tertentu, mungkin diperlukan beberapa efek fisik yang terlibat dalam satu atau lebih operator fungsi. Dengan demikian, pengembangan ruang solusi ini memungkinkan eksplorasi berbagai kemungkinan untuk mencapai tujuan desain yang diinginkan (Pahl, dkk., 2007).

Salah satu alat penting yang digunakan adalah katalog desain, terutama dalam hal efek fisik dan prinsip kerja. Ketika mencari solusi untuk beberapa subfungsi, katalog desain membantu dalam memilih fungsi sebagai kriteria klasifikasi. Dalam hal ini, subfungsi dijadikan judul baris dalam katalog, sedangkan prinsip kerja dapat diatur dalam kolom yang sesuai. Hal ini memungkinkan pengorganisasian yang sistematis dan memudahkan pemilihan prinsip kerja yang tepat untuk setiap subfungsi yang ada. (Pahl, dkk., 2007).

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tahap penentuan prinsip solusi melibatkan pembuatan konsep alternatif yang menggambarkan fungsi komponen dalam berbagai cara. Tujuannya adalah untuk menemukan solusi yang paling optimal berdasarkan penilaian teknis dan penilaian ekonomi. Konsep alternatif tersebut dirancang dengan tujuan memenuhi kebutuhan yang ditetapkan dan mencapai kinerja yang diinginkan. Setiap konsep alternatif dievaluasi secara teliti untuk menentukan keunggulan dan kelemahan masing-masing, sehingga memungkinkan pemilihan solusi terbaik yang memenuhi persyaratan teknis dan juga memiliki keuntungan ekonomi yang baik.

Tabel 2.2 Alternatif Konsep

Sistem Penempatan Sepeda Motor		
Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Sistem tetap	Sistem fleksibel engsel depan	Sistem fleksibel engsel tengah
Kelebihan : - Kontruksi sederhana	Kelebihan : - Menaikan dan menurunkan sepeda motor mudah - Operator 1 orang	Kelebihan - Menaikan sepeda motor mudah - Operator 1 orang
Kekurangan : - Memerlukan dua operator untuk - menaikan dan menurunkan sepeda motor	Kekurangan : - Pengangkatan bagian belakang <i>trailer rack</i> - berat	Kekurangan : - Sudut kemiringan saat menaikan dan - menurunkan sepeda motor cukup besar
Sistem Panahan Roda Depan		
Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Sistem panahan <i>rack</i>	Sistem panahan jepit	Sistem panahan jepit fleksibel
Kelebihan : Konstruksi sederhana	Kelebihan : - Konstruksi sederhana - Faktor keamanan cukup tinggi	Kelebihan - Faktor keamanan tinggi - Sudut panahan roda dapat diatur
Kekurangan : Faktor keamanan kurang	Kekurangan : - Sudut panahan roda tidak dapat diatur	Kekurangan : - Konstruksi cukup rumit
Sistem Pengait <i>Tie Down</i>		
Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Sistem las 2 titik	Sistem las 1 titik	Sistem lubang

(Sumber : Purwanto Dan Rusianto, 2018)

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.2 Alternatif Konsep

Sistem Penempatan Sepeda Motor		
Kelebihan : kuat	Kelebihan : - Pemasangan mudah	Kelebihan - Konstruksi rapi
Kekurangan : Konstruksi tidak rapi	Kekurangan : - Kurang kuat - Konstruksi tidak rapi	Kekurangan : - Kurang kuat
Sistem Panahan Roda Belakang		
Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Sistem tanpa penahan	Sistem penahan jepit	Sistem penahan jepit fleksibel
Kelebihan : Kontruksi sederhana	Kelebihan : - Konstruksi sederhana - Faktor keamanan cukup tinggi	Kelebihan - Faktor keamanan tinggi - Sudut penahan roda dapat diatur
Kekurangan : Faktor keamanan kurang	Kekurangan : - Sudut panahan roda tidak dapat diatur	Kekurangan : - Konstruksi cukup rumit
Sistem <i>Mounting Trailer Rack</i>		
Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Konstruksi las	Konstruksi baut	Konstruksi jepit
Kelebihan : - Kontruksi sederhana	Kelebihan : - Dapat dibongkar pasang	Kelebihan - Dapat dibongkar pasang
Kekurangan : - Tidak dapat dibongkar pasang	Kekurangan : - Konstruksi rumit	Kekurangan : - Konstruksi rumit

(Sumber : Purwanto Dan Rusianto, 2018)

## 2.12 Penggabungan Prinsip Solusi

Dalam upaya untuk memenuhi fungsi secara keseluruhan, penting untuk menciptakan solusi yang terintegrasi dengan menggabungkan prinsip-prinsip kerja yang ada dalam struktur kerja yang disebut sintesis sistem. Pada dasarnya, hal ini melibatkan pembentukan struktur fungsi yang kokoh, yang secara logis dan fisik mencerminkan hubungan yang bermanfaat antara subfungsi yang ada. (Pahl, dkk., 2007).

Tantangan utama pada Salah satu teknik yang digunakan adalah menjamin kesesuaian fisik dan geometris dari prinsip-prinsip kerja yang akan digabungkan, sehingga aliran energi, material, dan sinyal dapat berjalan dengan lancar. Selain itu, tantangan lainnya adalah memilih kombinasi yang memberikan manfaat baik

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

secara teknis maupun ekonomis dari berbagai kemungkinan kombinasi yang ada secara teoritis. (Pahl, dkk., 2007).

Proses seleksi konsep melibatkan evaluasi berbagai konsep berdasarkan kebutuhan pelanggan dan kriteria lainnya, baik dari segi teknis maupun ekonomis. Selain itu, kekuatan dan kelemahan relatif dari setiap konsep juga dibandingkan, dan salah satu atau lebih konsep dipilih untuk penelitian, pengujian, dan pengembangan lebih lanjut. (Media dkk., 2019).

Tabel 2.3 Variasi Konsep

Fungsi Bagian	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Sistem penempatan sepeda motor	Sistem tetap	Sistem fleksibel engsel depan	Sistem fleksibel engsel tengah
Sistem penahan	Sistem penahan rack	Sistem penahan jepit	Sistem penahan jepit fleksibel
Sistem pengait tie down	Sistem las 2 titik	Sistem las 1 titik	Sistem lubang
Sistem penahan roda belakang	Sistem tanpa penahan	Sistem penahan jepit	Sistem penahan jepit fleksibel
Sistem mounting trailer rack	Konstruksi las	Konstruksi baut	Konstruksi jepit
Alternatif fungsi konstruksi	AFK 1	AFK 3	AFK 2

(Sumber : Purwanto dan Rusianto,2018)

### 2.13 Evaluasi Kelayakan Teknis dan Ekonomis

Dalam tahap awal pengembangan ide, seringkali sulit untuk mengestimasi angka yang akurat untuk biaya. Hal ini disebabkan karena umumnya penilaian ekonomi didasarkan pada biaya produksi. Namun aspek teknis dan ekonomi dapat dikenali dan dibedakan secara kualitatif. baik dalam skala yang lebih luas maupun lebih spesifik. Dalam konteks yang sama, pengelompokan berdasarkan kriteria konsumen dan produsen seringkali terbukti bermanfaat. Kriteria konsumen seringkali melibatkan evaluasi teknis, sementara kriteria produsen melibatkan evaluasi ekonomi. (Pahl, dkk., 2007).

Jika penilaian variasi konsep menunjukkan bahwa suatu konsep memiliki nilai sekitar 60% di bawah target, maka konsep tersebut dianggap tidak memenuhi



syarat untuk dilanjutkan pengembangannya. Namun, jika suatu konsep mencapai skor lebih dari 80% dan memiliki profil yang seimbang tanpa memiliki kelemahan yang signifikan, konsep tersebut umumnya dapat melanjutkan ke tahap perancangan implementasi dengan tidak memerlukan revisi tambahan. (Pahl, dkk., 2007)

Tabel 2.4 Seleksi Alternatif Fungsi Konstruksi

No	Aspek yang dinilai	Bobot	AFK 1		AFK 2		AFK 3		Nilai Ideal	
1	<i>Design</i>	17,7	6	106,2	7	123,9	8	141,6	9	159,3
2	Pengaman	13,4	4	53,6	6	80,4	8	107,2	9	120,6
3	Sistem <i>mouting</i>	12,7	4	50,8	7	88,9	8	101,6	9	114,3
4	Pengoperasian	13,2	5	66	7	92,4	8	105,6	9	118,8
5	Kekuatan	8,9	8	71,2	8	71,2	8	71,2	9	80,1
Nilai Total				347,8		456,8		527,2		593,1
Persentase (%)				58,6		77,0		88,8		100
Kembangkan				Tidak		Tidak		Ya		

(Sumber : Purwanto dan Rusianto, 2018)

#### 2.14 Perwujudan *Design*

Impelementasi merupakan sebagian dari tahapan proses desain yang melibatkan pengembangan desain berlandaskan solusi prinsip atau konsep produk teknis. Pada tahap ini, desain diperinci sesuai dengan kriteria teknis dan ekonomi, serta dengan mempertimbangkan informasi tambahan yang tersedia. Tujuan akhirnya adalah mencapai desain detail yang siap langsung untuk masuk ke tahap produksi. (Pahl, dkk., 2007).

Pada tahap ini, pembuat desain akan menyusun dari konsep rancangan, termasuk struktur kerja dan prinsip solusi, serta menentukan struktur konstruksi sistem teknis secara keseluruhan sesuai dengan kriteria teknis dan ekonomi. Hasil dari perancangan ini adalah spesifikasi tata letak (*layout*). Selama proses perencanaan, beberapa *layout* awal perlu dibuat untuk memperoleh informasi lebih lanjut tentang kelebihan dan kekurangan dari berbagai variasi. (Pahl, dkk., 2007).

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 2.15 Pembuatan Rancangan

Draft desain dipakai sebagai panduan awal untuk memenuhi kebutuhan dan menetapkan spesifikasi unit, sehingga memungkinkan pemesanan unit standar atau material dengan dimensi yang diinginkan. Draft desain mencakup informasi seperti nomor urut unit, nama unit, jumlah unit, dimensi, dan bahan yang dibutuhkan. (Media, dkk., 2019)

### 2.16 Tahap Penyelesaian

Fase finalisasi adalah langkah akhir dalam proses perancangan yang memakai metode VDI 2222. Maksud fase ini adalah menghasilkan gambar detail yang mencakup gambar kerja komponen produk dan gambar struktur produk. Gambar kerja dibuat dengan tingkat kedetailan yang sama dengan proses pembuatan produk, sehingga memudahkan proses produksi. Proses tambahan dilaksanakan dengan menyertakan gambar kerja yang menunjukkan perakitan atau montase produk. Jika terdapat revisi yang dilakukan pada gambar kerja komponen, gambar susunan, atau gambar rakitan, informasi yang relevan akan disertakan agar gambar kerja yang direvisi dapat menggantikan gambar sebelumnya. (Media, dkk., 2019)

### 2.17 Biaya Manufaktur

Perhitungan biaya produksi adalah faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam proses seleksi. Meskipun kebanyakan kriteria seleksi didasarkan pada kebutuhan pelanggan, faktor-faktor seperti kemudahan pembuatan dan biaya produksi tidak selalu menjadi keputusan langsung dari pelanggan. Keterlibatan biaya produksi yang relevan dalam evaluasi konsep dapat membantu menetapkan batas harga jual yang dapat diterima oleh pelanggan. Oleh karena itu, Beberapa faktor biaya atau kemudahan dalam proses pembuatan dapat dimasukkan dalam proses penilaian konsep. (Ulrich dan Eppinger, 2001).

Biaya pembuatan merupakan total biaya yang terlibat dalam memperoleh input dari sistem dan memproses pembuangan output yang dihasilkan oleh sistem.

Biaya produksi meliputi beberapa jenis biaya berikut ini.(Ulrich dan Eppinger, 2001):

Biaya komponen

Bagian-bagian produk mencakup komponen standar yang dibeli dari pemasok, seperti motor, chip elektronik, dan sekrup. Selain itu, ada juga komponen khusus yang dibuat sesuai dengan desain pabrik menggunakan bahan baku seperti lembaran baja, bijih plastik, atau batangan aluminium.

Biaya perakitan

Produk terpisah umumnya disusun dari komponen-komponen. Proses perakitan umumnya melibatkan biaya pekerja serta biaya peralatan dan perlengkapan yang digunakan.

3. Biaya *overhead*

Biaya *overhead* adalah kategori biaya yang mencakup semua biaya lainnya. Biaya *overhead* terdiri dari 2 bagian, yaitu biaya pendukung dan biaya alokasi tidak langsung. Biaya pendukung meliputi biaya yang terkait dengan pengelolaan material, jaminan kualitas, pembelian, dan pengiriman.

### 2.18 Efektifitas dan Efisiensi Alat

Efektivitas adalah tingkat keberhasilan dalam melakukan suatu tugas untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Ketika tugas dilakukan dengan baik, maka dapat dikatakan bahwa tugas tersebut efektif, tanpa memperhatikan faktor-faktor seperti waktu, tenaga, dan lain-lain.(Prasetya, 2018).

Efisiensi adalah evaluasi terhadap sejauh mana suatu tugas atau pekerjaan diselesaikan dengan membandingkan waktu yang dihabiskan dengan waktu yang tersedia. Efisiensi waktu dapat dihitung dengan menggunakan cara dibawah ini (Istiqomah dan Gusman, 2020).

$$\text{Efisiensi kerja} = \frac{wke}{wkt} \times 100 \%$$

Keterangan :

wke : waktu kerja efektif

wkt : waktu kerja yang tersedia

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini memberikan penjelasan rinci tentang semua tindakan yang dijalankan selama proses penelitian secara menyeluruh. Langkah-langkah penelitian diilustrasikan melalui diagram alur atau *flowchart* untuk memvisualisasikan urutan kegiatan penelitian yang dilakukan. Selanjutnya, setiap tahapan dijelaskan secara terperinci dengan tujuan dan proses yang terlibat dalam setiap tahapannya.



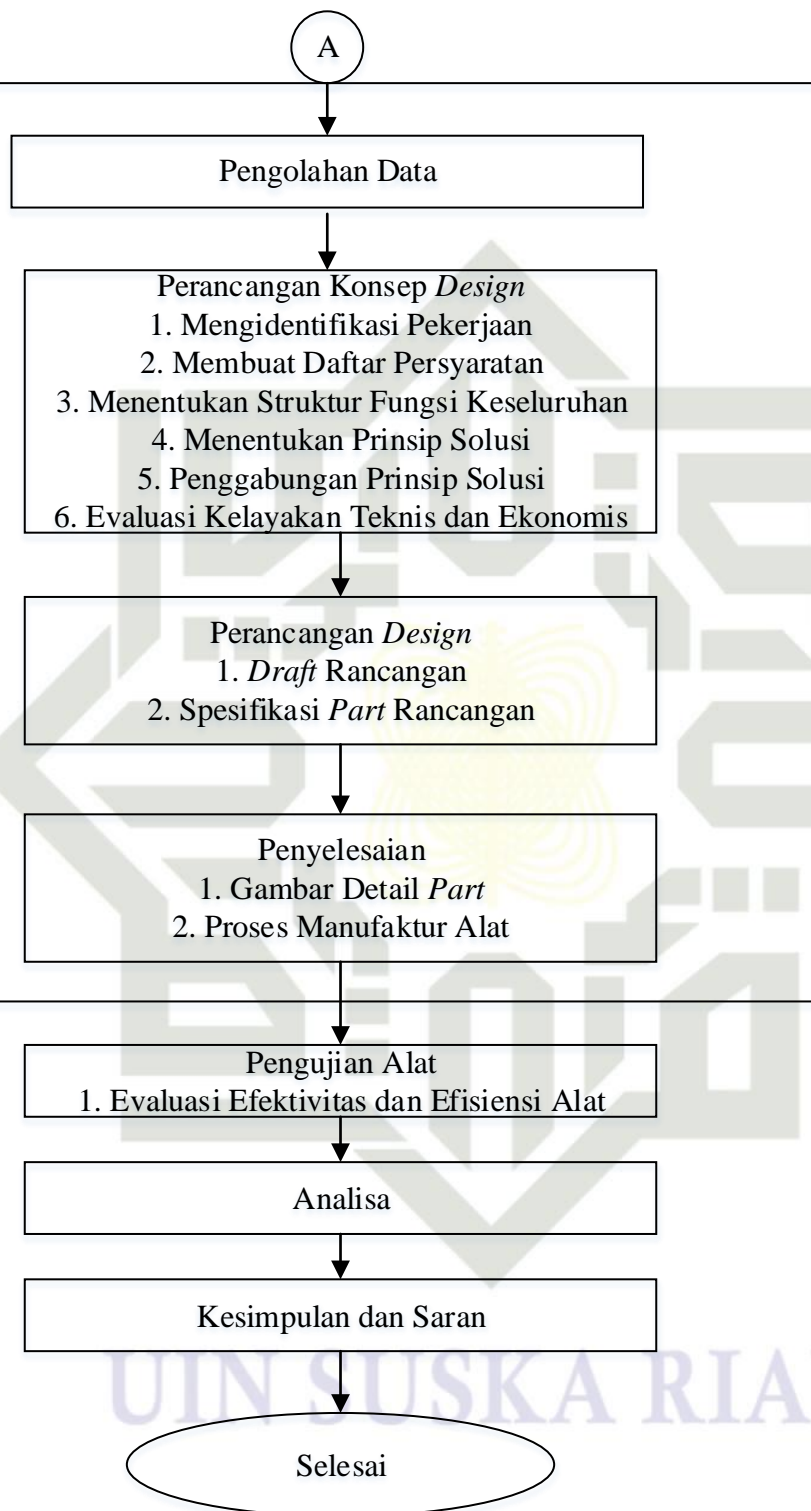
Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3.1 Studi pendahuluan

Tahap ini merupakan tahap pertama dalam penelitian, dimana dilakukan riset awal untuk mengidentifikasi dan mencari subjek isu yang akan diinvestigasi, berdasarkan situasi aktual di lapangan. Selaman fase ini, dilakukan riset terhadap proses pembakaran pirolisis yang menggunakan gas LPG., dengan tujuan untuk memperoleh informasi mengenai suhu yang tercapai selama pembakaran dan biaya yang terkait dengan proses tersebut.

### 3.2 Studi Literatur

Studi pustaka yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan guna mendapatkan dan memahami bermacam teori atau konsep yang mendukung fokus penelitian. Studi pustaka ini mencakup pemahaman tentang perencanaan konsep, desain, dan perancangan implementasi yang didasarkan pada metode tahapan yang terdokumentasikan dalam *Verein Deutsche Ingenieur 2222 (VDI 2222)*. Sumber literatur yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jurnal, buku, dan karya ilmiah yang relevan. Dengan melakukan studi literatur, penelitian ini memperoleh pemahaman yang lebih baik dan dapat mengembangkan teori yang relevan untuk penelitian yang dilakukan.

### 3.3 Identifikasi Masalah

Dari hasil riset yang telah dilakukan, teridentifikasi beberapa masalah dalam penelitian ini terkait dengan proses pembakaran pada alat pirolisis menggunakan gas LPG. Permasalahan tersebut meliputi tingginya biaya operasional serta lambatnya peningkatan suhu dalam proses pembakaran. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengembangkan solusi dengan merancang sebuah tungku pembakaran yang menggunakan bahan bakar oli bekas. Pendekatan ini dipilih karena ketersediaan oli bekas yang melimpah di bengkel dan harga oli yang masih terjangkau. Tujuan dari rancangan tungku pembakaran ini adalah untuk mencapai suhu yang tinggi serta mengurangi biaya dalam proses pembakaran.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3.4 Perumusan masalah

Maksud dari merumuskan permasalahan ini yaitu untuk memberikan pemahaman yang jelas mengenai isu yang akan diteliti dan dibahas dalam penelitian. Hal ini akan membantu peneliti dalam mengarahkan upaya mereka pada desain tungku pembakaran yang menggunakan oli bekas sebagai bahan bakar, dengan menerapkan *Metode Verein Deutscher Ingenieure* (VDI) 2222.

### 3.5 Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah alat tungku pembakaran yang memanfaatkan oli bekas sebagai bahan bakar. Tujuan tersebut bertujuan untuk memanfaatkan limbah oli dan mencapai suhu pembakaran yang tinggi.

### 3.6 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah proses metode yang digunakan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data primer. Data primer merujuk pada data yang diperoleh langsung dari sumbernya. Dalam konteks penelitian ini, data primer yang dikumpulkan meliputi informasi mengenai dimensi tabung reaktor alat pirolisis, biaya operasional proses, dan *temperature* suhu tabung selama proses pembakaran.

### 3.7 Pengolahan Data

Setelah selesai mengumpulkan data, langkah berikutnya adalah melanjutkan pengolahan data dengan menerapkan metode VDI 2222. Pengolahan data ini bertujuan untuk mencapai tujuan utama penelitian ini. Berikut adalah tahapan proses pengolahan data yang dilakukan dengan metode VDI 2222:

#### 3.7.1 Perancangan Konsep Desain

Berikut adalah fase-fase proses pembuatan konsep rancangan alat ini:  
Mengidentifikasi kebutuhan

Dalam proses perancangan konsep, penting untuk mengidentifikasi kebutuhan atau persyaratan yang diperlukan untuk produk yang akan dirancang. Berdasarkan observasi terhadap proses pembakaran alat pirolisis yang menggunakan kompor gas LPG, ditemukan bahwa suhu yang dihasilkan cenderung lambat dan konsumsi bahan bakarnya tinggi. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam merancang sebuah tungku pembakaran yang mampu menghasilkan suhu tinggi dan efisien dalam penggunaan bahan bakar. Salah satu solusinya adalah dengan merancang sebuah tungku menggunakan oli bekas sebagai bahan bakarnya.

#### Membuat Daftar Persyaratan

Dalam merancang tungku pembakaran dengan oli bekas, langkah pertama yang dilakukan adalah membuat daftar persyaratan. Daftar persyaratan ini disusun berdasarkan kebutuhan dan tuntutan yang mengacu pada metode VDI 2222, yang mencakup aspek keinginan (*Wishes*) yang berasal dari penyesuaian pengguna dan keharusan (*demand*) yang harus dipenuhi dalam pembuatan alat tersebut.

#### 3. Menentukan Struktur Fungsi Keseluruhan

Struktur keseluruhan adalah sebuah konsep yang secara umum menggambarkan proses dari input hingga output yang terjadi dalam alat yang dirancang. Konsep ini dapat digambarkan melalui black box diagram yang mengilustrasikan aliran energi, material, dan sinyal yang bekerja secara keseluruhan hingga menghasilkan produk akhir. Diagram aliran fungsi menunjukkan fungsi dari setiap komponen yang bekerja dalam alat yang dirancang. Selanjutnya, subfungsi dari setiap komponen tersebut dapat dibagi menjadi bagian-bagian sederhana menggunakan diagram fungsi bagian.

#### 4. Menentukan solusi prinsip

Solusi dalam merancang alat didapat melalui penggabungan subfungsi yang sudah ditetapkan sebelumnya, yang menghasilkan berbagai variasi prinsip kerja. Variasi ini harus memenuhi karakteristik fungsi yang dibutuhkan oleh alat dalam menjalankan fungsinya. Dalam menentukan prinsip kerja yang tepat, perlu dilakukan perhitungan dan pertimbangan yang melibatkan faktor

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



biaya, material, dan performa. Tujuannya adalah untuk mendapatkan variasi prinsip kerja yang paling optimal dan sesuai sehingga dapat menjadi solusi yang efektif.

#### Penggabungan Prinsip Solusi

Dalam proses perancangan, penggabungan prinsip kerja menjadi sebuah struktur kerja merupakan tahap penting untuk menciptakan solusi yang komprehensif. Pada tahap ini, variasi konsep yang berbeda dalam bentuk fungsi bagian dikombinasikan secara terorganisir, menghasilkan berbagai variasi konsep secara keseluruhan berdasarkan spesifikasi elemen bagian yang ada. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengidentifikasi keunggulan masing-masing variasi konsep dan menyusun struktur kerja yang optimal berdasarkan kombinasi tersebut.

#### 6. Evaluasi Kelayakan Teknis Dan Ekonomis

Pemilihan variasi konsep dilakukan dengan mempertimbangkan faktor teknis dan ekonomi, dengan tujuan memilih alternatif terbaik yang akan diteruskan ke tahap perancangan produk. Keputusan pemilihan konsep rancangan didasarkan pada evaluasi aspek yang menentukan keunggulan atau kelemahan suatu konsep rancangan yang layak atau tidak layak untuk diterapkan. Dalam proses pengambilan keputusan, dilakukan penilaian dan perbandingan terhadap kekuatan dan kelemahan relatif dari konsep-konsep yang ada, dengan mempertimbangkan aspek teknis seperti fungsi utama, pengoperasian, kehandalan, konstruksi, dan kemudahan penggunaan.

### 3.7.2 Perancangan desain

Dibawah ini merupakan tahap yang akan di laksanakan dalam proses perancangan desain :

#### *Draft* Rancangan

Dalam proses pengembangan awal rancangan *draft.*, tujuannya adalah untuk menetapkan desain keseluruhan, gambaran rancangan awal (termasuk komponen bentuk dan bahan), serta memberikan solusi untuk setiap fungsi tambahan yang diperlukan. Pada tahap ini, banyak informasi yang diperlukan

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dari faktor-faktor yang mendukung, yang berkaitan dengan implementasi prinsip kerja, dan harus disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dan standar yang berlaku untuk produk yang akan dihasilkan.

Spesifikasi *Part* Alat

Tahap ini digunakan untuk memilih dan mengembangkan perwujudan yang tepat. Hal ini melibatkan penentuan umum mengenai bentuk komponen dan bahan yang akan digunakan. Hasil dari tahap ini harus memenuhi persyaratan keseluruhan, sehingga semua fungsi utama dapat terpenuhi dengan baik.

### 3.7.3 Penyelesaian

Tahap penyelesaian melibatkan pembuatan gambar detail secara menyeluruh setelah melalui serangkaian perbaikan. Dalam tahap ini, desain diimplementasikan menggunakan aplikasi *AutoCAD* dengan menggunakan gambar kerja 3D yang mencakup spesifikasi lengkap mengenai bentuk, ukuran dimensi, dan komponen-komponen yang ada pada produk. Proses ini memberikan kemudahan dalam mengendalikan proses produksi melalui perencanaan proses manufaktur dan perakitan.

### 3.8 Pengujian Alat

Tahap uji coba alat dijalankan untuk mencapai target yang telah ditetapkan. Pada tahap ini, dilakukan pengujian terkait suhu yang dihasilkan dan jumlah oli yang dibutuhkan selama proses pembakaran alat pirolisis. Hal ini bertujuan untuk membandingkan efisiensi antara penggunaan gas LPG dan penggunaan oli bekas sebagai bahan bakar dalam pembakaran.

### 3.9 Analisa

Analisis merupakan penilaian terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Setelah mengolah data sesuai dengan metode *Verein Deutscher Ingenieur* (VDI 2222) dan menguji alat pada rancangan tungku pembakaran menggunakan bahan bakar limbah oli bekas, langkah berikutnya adalah melakukan analisis mendalam terhadap hasil pengolahan data tersebut.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

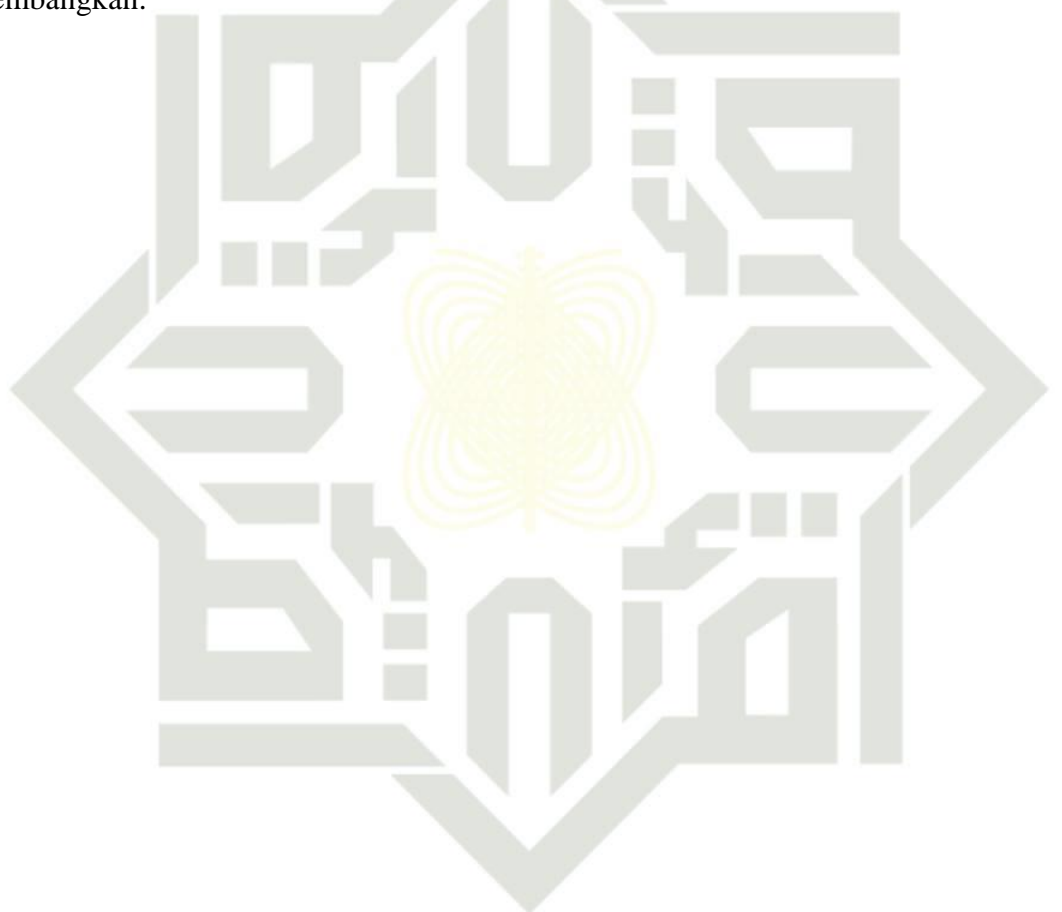
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3.10 Kesimpulan dan Saran

Fase terakhir didalam penelitian ini yakni mengambil kesimpulan dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan menerapkan metode *Verein Deutscher Ingenieure* (VDI) 2222. Kesimpulan ini didasarkan pada tujuan penelitian dan temuan yang dihasilkan dari analisis data tersebut. Selanjutnya, diberikan saran untuk meningkatkan kinerja, efisiensi, dan hasil pekerjaan berdasarkan rancangan yang telah dikembangkan.



UIN SUSKA RIAU

## BAB VI PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian perancangan tungku pembakaran pirolisis berbahan bakar oli bekas yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

Berdasarkan hasil Pengolahan menggunakan metode *Verein Deutcher Ingenieure* (VDI) 2222 yang telah dilakukan, maka tungku pembakaran alat pirolisis berbahan bakar oli bekas yang terpilih adalah konsep 3. Dengan spesifikasi alat yaitu memakai blower 2 inci sebagai sumber angin untuk proses pengkabutan oli yang dialirkan dari penampungan oli, kemudian menggunakan tungku dari pipa kerucut dengan ketebalan 5 ml agar tahan akan tekanan panas. Dengan tungku rancangan ini bisa untuk menggantikan pembakaran pada alat pirolisis yang sebelumnya menggunakan gas LPG, dari penggunaan tungku ini juga lebih dapat menghemat biaya proses operasi yang mana jika menggunakan gas LPG 3 kg seharga Rp. 25.000 sedangkan harga oli bekas yang digunakan di tungku ini seharga Rp.2000 per liter. Tungku pembakaran ini mampu menghasilkan suhu api 50°C dengan waktu 60 menit. Dengan kapasitas penampungan oli sebanyak 12 liter dapat bertahan selama  $\pm 7$  jam.

Berdasarkan hasil rancangan alat, efisiensi terhadap perhitungan waktu pencapaian suhu panas naik sebelum dan sesudah rancangan, proses pembakaran dengan menggunakan tungku berbahan bakar oli bekas memiliki tingkat efisiensi senilai 66,6%.

### Saran

Dengan berdasarkan kesimpulan yang telah diperoleh, penulis ingin memberikan saran yang jika diimplementasikan akan memperbaiki hasil yang telah dicapai saat ini.

Diinginkan agar penelitian berikutnya dapat membuat tungku berbahan bakar oli bekas ini secara tidak terpisah setiap elemennya dan dibuat seringkas mungkin supaya pada saat pemindahan tungku ini lebih mudah dilakukan.

Diharapkan peneliti selanjutnya dapat membuat tungku ini lebih mudah penyalannya tanpa menggunakan bahan pemantik terlebih dahulu.

Menambahkan katup aliran oli agar api yang menyala lebih fleksibel.



UIN SUSKA RIAU

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR PUSTAKA

- Istiqomah, D.A., dan Gusman, M. (2019). Kajian Teknis Optimasi Produksi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Biaya di pit barat PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto. *Jurnal Bina Tambang*, 5 (1), 61-73.
- Media, I, M., dan Ibrahim, B. (2019). Studi Perancangan Mesin Pencacah Cokelat Kapasitas Produksi 600Kg/Jam dengan Metode VDI 2222. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur*, 1(2), 41-54.
- Meidi, M. H. (2020). Redesign Mesin Ampia Untuk Meningkatkan Efektifitas Dan Efisiensi Kerja Menggunakan Metode *Verein Deutscher Ingenieure* (VdI) 2222 (Studi Kasus: IKM Nafeesa Snack) (*Doctoral dissertation*, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Novirani, D., & Adiarto, H. (2017). Alternatif Rancangan Alat Panggang Kue Balok Ramah Lingkungan Menggunakan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG). *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 1(3).
- Nuruddin, Suwardana, Kalista, Wicaksono. Pengolahan Dan Pemanfaatan Limbah B3 (Oli Bekas). Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Vol. 5, No. 1 (2020), Hal. 108-112, e-ISSN : 2580-3921 – p-ISSN : 2580-3913
- Pahl, G., W. Beitz., et al. *Engineering Design A Systematic Approach Third Edition*. ISBN-10: 1846283183. *British Library Cataloguing in Publication Data*. 2007.
- Pamungkas, Sulakso, Munandar, Suwandi, Fajar. Perancangan Mesin *Tube Notcher* Menggunakan Metode G. Pahl dan W. Beitz. *Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ* Vol. 9 No. 2.
- Pratama, Basyirun, Atmojo, Ramadhan, dan Hidayat. Rancang Bangun Kompor (*Burner*) Berbahan Bakar Oli Bekas. *Mekanika: Majalah Ilmiah Mekanika/Halaman 95*, Volume 19 Nomor 2, Maret 2020.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Prayitno, Riyono, dan Pujiastuti. Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*. e-ISSN 2721-0634, Vol.3 No. 2, halaman 188-194, September 2021.

Prasetya, A.(2018). Efektifitas implementasi progam 5S (Seiri, Seiton, Seiso,Seiketsu, Shitsuke) Di Pt Pjb Up Gresik. *Manajerial*. 1 (1), 72.

Prima, F., Japri, B. A., Kurniawan, E., Lubis, G. S., Ivanto, M., Ivontianti, W. D., & Oktaviani, E. P. Perancangan Alat Pengupas Sabut Kelapa Menggunakan Metode VDI 2221. *Journal of Industrial & Quality Engineering p-ISSN*, 2303, 2715.

Purwanto, A., & Rusianto, T. (2018). Perancangan dan Analisis *Trailer Rack* Sepeda Motor pada Mobil *Daihatsu Taft* dengan bantuan *Software Autodesk Inventor*. *PROSIDING SNAST*, 367-384.

Ulrich, Karl.T., Steven, D.E. *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknik. 2001.

## DOKUMENTASI TUNGKU PEMBAKARAN ALAT PIROLISIS



© Hak ci

ia

S

ltan Syarif Kasim Riau

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





© Ha

rif Kasim Riau

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BIOGRAFI PENULIS



Jawahirus Sholikhin, Penulis dilahirkan di benteng pada tanggal 07 Agustus 1999. Penulis merupakan Putra kedua dari pasangan ayahanda bernama Tauban Nasuha dan ibunda bernama Sri Wulan.. Berikut adalah perjalanan penulis dalam jenjang menuntut Ilmu Pengetahuan. Penulis telah mengikuti pendidikan formal sebagai berikut:

Tahun 2004	Memasuki TK di AL-Huda Mugomulyo Kecamatan sungai batang, Inhil, Provinsi Riau, dan menyelesaikan pendidikan MA pada tahun 2006.
Tahun 2006	Memasuki Madrasah Ibtidaiyah, AL-Huda Mugomulyo Kecamatan sungai batang, Inhil, Provinsi Riau, dan menyelesaikan pendidikan MA pada tahun 2013.
Tahun 2013	Memasuki Sekolah Madrasah Tsanawiyah AL-Huda Mugomulyo Kecamatan sungai batang, Inhil, Provinsi Riau, dan menyelesaikan pendidikan MA pada tahun 2015.
Tahun 2016	Memasuki Sekolah Madrasah Aliyah AL-Huda Mugomulyo Kecamatan sungai batang, Inhil, Provinsi Riau, dan menyelesaikan pendidikan MA pada tahun 2018.
Tahun 2019	Terdaftar sebagai Mahasiswa Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Program Studi Teknik Industri.

Nomor Handphone 082236073751

Email [heru03530@gmail.com](mailto:heru03530@gmail.com)

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.