

PERANCANGAN ALAT PIROLISIS PRODUKSI ASAP CAIR BERBAHAN BAKU TEMPURUNG KELAPA MENGGUNAKAN METODE VEREIN DEUTCHER INGENIEURE (VDI) 2222

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Industri*

Oleh :

AZIS ALWI WARDANA
11950210023



State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta milik 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.

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



LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN ALAT PIROLISIS PRODUKSI ASAP CAIR BERBAHAN BAKU TEMPURUNG KELAPA MENGGUNAKAN METODE *VEREIN DEUTCHER INGENIEURE (VDI) 2222*

TUGAS AKHIR

AZIS ALWI WARDANA

11950210023

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan tugas akhir
di Pekanbaru, pada tanggal 12 Juli 2023

Pembimbing I

Harpito. S.T., M.T.

NIP: 198205302015031001

Pembimbing II

Nofirza. S.T., M.Sc.

NIP: 198210270150311001

Ketua Program Studi

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.



© Hak Cipta milik 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.

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN ALAT PIROLISIS PRODUKSI ASAP CAIR
BERBAHAN BAKU TEMPURUNG KELAPA MENGGUNAKAN
METODE VEREIN DEUTCHER INGENIEURE (VDI) 2222**

TUGAS AKHIR

AZIS ALWI WARDANA
11950210023

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 12 Juli 2023

Pekanbaru, 12 Juli 2023
Mengesahkan

Dekan

Dr. Hartono, M.Pd.
NIP. 196403011992031003

Ketua Program Studi

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

DEWAN PENGUJI

Ketua : Melfa Yola, S.T., M.Eng
Sekretaris I : Harpito, S.T., M.T.
Sekretaris II : Nofirza, S.T., M.Sc.
Anggota I : Anwardi, S.T., M.T.
Anggota II : Muhammad Nur, S.T., M.Si.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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 : Azis Alwi Wardana
 NIM : 11950210023
 Tempat/Tanggal Lahir : Pekanbaru, 30 Oktober 2000
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Prodi : Teknik Industri
 Judul Skripsi : Perancangan Alat Pirolisis Produksi Asap Cair Berbahan Baku Tempurung Kelapa Menggunakan Metode 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.

UIN SUSKA RIAU

Pekanbaru, 12 Juli 2023
 Yang membuat pernyataan,



Azis Alwi Wardana
 NIM. 11950210023

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 kepustakaan 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 PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 12 Juli 2023

Yang membuat pernyataan

AZIS ALWI WARDANA
11950210023

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.

PERSEMBAHAN



Dengan mengucapkan Bismillahirrahmannirrahim, segala puji dan syukur kupersembahkan kepadaMu sang penggenggam langit dan bumi, dengan rahmaan dan rahiim yang manghampar melebihi luasanya angkasa, Dzat yang menganugrahkan kedamaian bagi jiwa yang senantiasa merindu akan kebesaranNya. Atas takdirmu hamba dapat menjadi pribadi yang berpikir, berilmu, beriman dan bersabar. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal untuk masa depan, dalam meraih cita-cita yang diinginkan.

Lantunan sholawat beriring salam penggugah hati dan jiwa, menjadi persembahan penuh kerinduan pada sang revolusioner Islam, pembangun peradaban manusia yang beradab Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam.

Tetes peluh yang membasahi asa, ketakutan yang memberatkan langkah, tangis keputusan yang sulit dibendung, dan kekecewaan yang pernah menghiasi hari-hari kini menjadi tangisan penuh kesyukuran dan kebahagiaan yang tumpah dalam sujud panjang. Alhamdulillah maha besar Allah, sembah sujud sedalam qalbu hamba haturkan atas karunia dan rizki yang melimpah, kebutuhan yang tercukupi, dan kehidupan yang layak.

"Katakanlah: Hai hamba-hamba-Ku yang melampaui batas terhadap diri mereka sendiri, janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya Allah mengampuni dosa-dosa semuanya. Sesungguhnya Dialah Yang Maha Pengampun lagi Maha Penyayang."(QS. Az Zumar {39} : 53-54).

Hidup yang tidak dipertaruhkan tidak akan pernah dimenangkan, dan untuk memulai hal yang baru, mencoba sesuatu yang lain, memang terkadang kita harus berani mempertaruhkan apa yang kita punya.

Ku persembahkan.....

Ayahanda (Sudarma Yamin) Tercinta dan Ibunda (Nasriah) tersayang Sebagai tanda bukti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga ku persembahkan karya kecil ini. Apa yang saya dapatkan hari ini, belum mampu membayar semua kebaikan, keringat, dan juga air mata. Terima kasih telah sudi untuk mendengar keluh kesahku, yang selalu ada untuk berbagi, mendidik hingga membesarkanku, memberikan motivasi, dan limpahan doa yang tak berkesudahan untuk anakmu ini dalam meraih impian dan cita-cita serta mendapatkan ridhoNya..

Pekanbaru, 12 Juli 2023

Penulis

AZIS ALWI WARDANA

- 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 ALAT PIROLISIS PRODUKSI ASAP CAIR BERBAHAN BAKU TEMPURUNG KELAPA MENGGUNAKAN METODE *VEREIN DEUTCHER INGENIEURE (VDI) 2222*

AZIS ALWI WARDANA

11950210023

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

ABSTRAK

Badan pusat statistik menyatakan bahwa provinsi Riau merupakan salah satu provinsi penghasil kelapa terbesar di Indonesia dengan hasil produksi pada tahun 2020-2021 mencapai 377,8 ton dan 376,6 ton. Terdapat limbah berupa tempurung kelapa yang tidak dimanfaatkan secara maksimal khususnya di provinsi Riau dimana persentase jumlah tempurung kelapa mencapai 45,337 ton dan 45,194 ton pada tahun 2020-2021. Terdapat potensi yang menjanjikan untuk memanfaatkan olahan tempurung kelapa sebagai bahan baku produksi asap cair/minyak *grade*. Tingginya permintaan terhadap asap cair khususnya pada produsen pengawetan ikan yang membutuhkan pengawet alami menyebabkan perlunya ditindak lanjuti untuk membuat rancangan alat produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan dan mengembangkan sebuah alat pirolisis yang dapat memproduksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa dengan menerapkan Metode *Verain Deutscher Ingenieure (VDI) 2222*. Pengumpulan data pada metode ini dilakukan observasi dan wawancara terkait spesifikasi alat pirolisis. Pengolahan data dilakukan dengan menerapkan Metode (VDI) 2222 dengan melalui tahapan proses analisa awal, perancangan konsep *design*, perancangan *design*, dan penyelesaian. Berdasarkan hasil rancangan alat pirolisis, diperoleh hasil produksi minyak *grade* yang memiliki kapasitas tabung reaktor 17 kg tempurung kelapa, asap cair yang dihasilkan memiliki volume 700 ml dalam waktu siklus produksi selama 5 jam dan menghasilkan 2000 ml dengan waktu siklus produksi selama 10 jam, serta kualitas minyak *grade* berada pada kategori layak guna yaitu pada *grade C* dan termasuk pada mutu 2 dalam Standar Nasional Indonesia (SNI). Diharapkan potensi dimasa mendatang hasil rancangan ini mampu mengatasi permasalahan yang ada dan alat pirolisis dapat dikembangkan menjadi lebih baik lagi.

Kata kunci: Asap Cair, Pirolisis Tempurung Kelapa, Metode *Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2222*, dan *Grade C*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik UIN Suska Riau

Strategi Sains dan Teknologi of Sultan Syarif Kasim Riau

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

DESIGN OF PYROLYSIS MACHINE FOR PRODUCING LIQUID SMOKE FROM COCONUT SHELL RAW MATERIALS USING THE VEREINDEUTSCHER INGENIEURE METHOD (VDI) 2222

AZIS ALWI WARDANA

11950210023

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

ABSTRACT

The Central Statistics Agency stated that Riau Province is one of the largest coconut-producing provinces in Indonesia, with production yields reaching 377.8 tons and 376.6 tons in 2020-2021. There is unused coconut shell waste, particularly in Riau Province, where the percentage of coconut shells reaches 45,337 tons and 45,194 tons in 2020-2021. There is a promising potential to utilize coconut shell waste as a raw material for producing liquid smoke/oil grade. The high demand for liquid smoke, especially from fish preservation producers requiring natural preservatives, necessitates further action to develop a design for a coconut shell-based oil grade production device. The objective of this research is to generate and develop a pyrolysis device that can produce coconut shell-based oil grade using the Verain Deutscher Inggenieure (VDI) 2222 Method. Data collection for this method is conducted through observation and interviews regarding pyrolysis device specifications. Data processing is carried out by applying the VDI 2222 Method, which includes initial analysis, concept design, design implementation, and completion stages. Based on the pyrolysis device design results, the production output of oil grade with a reactor tube capacity of 17 kg of coconut shells is obtained. The resulting liquid smoke has a volume of 700 ml in a production cycle time of 5 hours and produces 2000 ml in a production cycle time of 10 hours. Furthermore, the quality of the oil grade is considered usable, falling under category C and meeting quality level 2 according to the Indonesian National Standard (SNI). It is expected that in the future, the potential of this design will be able to address existing issues, and the pyrolysis device can be further improved.

Keywords: Liquid Smoke, Coconut Shell Pyrolysis, Verein Deutscher Inggenieure (VDI) 2222 Method, Grade C.

UIN SUSKA RIAU

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.

KATA PENGANTAR



Assalamu,,alaikum Wr. Wb. Al-hamdulillahirobbil,,alamin

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, dan hidayah- Nya, sholawat serta salam selalu tercurah kepada Baginda Rasullullah Muhammad SAW, sehingga Penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul "Perancangan Alat Pirolisis Produksi Minyak *Grade* Dengan Bahan Baku Tempurung Kelapa Menggunakan Metode *Verein Deutcher Ingenieure* (VDI) 2222" sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pada kesempatan ini, Penulis ingin menyampaikan rasaterimakasih dan penghargaan yang tulus kepada semua pihak yang telah banyak memberi petunjuk, bimbingan, dorongan dan bantuan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, terutama pada:

1. Bapak Prof. Dr. Khairunnas Rajab, 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 Jurusan Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Anwardi, S.T.,M.T Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Nazaruddin, S.ST., MT. Selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau serta selaku penasehat akedemis yang menasehati dan memberikan Ilmu Pengetahuan bagi Penulis selama masa perkuliahan.
6. Bapak Harpito, S.T., M.T dan Ibu Nofirza, S.T., M.Sc Selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berharga bagi Penulis dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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.

7. Bapak Anwardi, S.T.,M.T dan Bapak Muhammad Nur, S.T., M.Sc. yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini.

8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah banyak memberikan Ilmu Pengetahuan bagi Penulis selama masa perkuliahan.

9. Terima kasih yang sebesar-besarnya untuk kedua orang tua tercinta, Ayahanda Sudarma Yamin dan Ibunda Nasriah, serta seluruh keluarga besar penulis lainnya yang selama ini telah banyak berjasa memberikan dukungan moril dan materil serta do'a restu sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

10. Ucapan terima kasih kepada sahabat-sahabat senasib seperjuangan, Jawhirus Sholikhin, Shadam Annafi, Dzakwan Afif dan seluruh teman-teman Teknik Industri yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, yang telah mendukung selama pengerjaan Tugas Akhir. Terima kasih atas segala dukungan dan bantuan kepada penulis.

Dalam penulisan laporan ini, penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharap kritik serta saran yang bersifat membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan laporan ini dan agar lebih baik di masa yang akan datang.

Pekanbaru, 12 Juli 2023
Penulis

UIN SUSKA RIAU

AZIS ALWI WARDANA
11950210023

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xxiv
DAFTAR RUMUS	xxxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxxiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
1.6 Posisi Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan	8
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Kelapa	10
2.1.1 Tempurung Kelapa.....	10
2.1.2 Jenis Olahan Tempurung Kelapa	11
2.2 Pirolisis.....	12
2.2.1 Asap Cair	13

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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.



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.

2.3	Perancangan dan Pengembangan	14
2.3.1	Fase-Fase Perancangan dan Pengembangan Produk	16
2.3.2	Tipe Proyek Pengembangan Produk	19
2.4	Metode Verein Deutsche Ingenieur (VDI) 2222	20
2.4.1	Perancangan Produk.....	21
2.4.2	Identifikasi Masalah.....	22
2.4.3	Spesifikasi Produk.....	23
2.5	Penyusunan Konsep <i>Design</i>	23
2.6	Pembuatan Konsep Konsep.....	25
2.6.1	Daftar Tuntutan	26
2.6.2	Pendekatan Struktur Fungsi	27
2.6.3	Menentukan Prinsip Solusi	28
2.6.4	Penggabungan Prinsip Solusi.....	30
2.6.5	Seleksi Variasi Konsep	30
2.7	Perwujudan <i>Design</i>	31
2.7.1	Pembuatan Rancangan	32
2.8	Tahap Penyelesaian	33
2.8.1	Gambar Detail.....	33
2.9	Biaya Manufaktur	33

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Studi Pendahuluan.....	37
3.2	Studi Literatur	37
3.3	Identifikasi Masalah	37
3.4	Perumusan Masalah	38
3.5	Tujuan Penelitian	38
3.6	Pengumpulan Data	38
3.7	Pengolahan Data.....	38
3.7.1	Proses Analisa Awal	39
3.7.2	Perancangan Konsep <i>Design</i>	39
3.7.3	Perancangan <i>Design</i>	40
3.7.4	Penyelesaian.....	41



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.

3.8	Pengujian Alat.....	41
3.9	Analisa.....	41
3.10	Kesimpulan Dan Saran.....	42

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1	Pengumpulan Data	43
4.2	Pengolahan Data.....	43
4.2.1	Proses Analisa Awal	44
4.2.2	Perancangan Konsep <i>Design</i>	44
4.2.2.1	Mengidentifikasi Kebutuhan.....	44
4.2.2.2	Membuat Daftar Persyaratan	44
4.2.2.3	Menentukan Fungsi Struktur Keseluruhan.....	45
4.2.2.4	Menentukan Prinsip Solusi	47
4.2.2.5	Penggabungan Prinsip Solusi.....	49
4.2.2.6	Evaluasi Kelayakan Teknis dan Ekonomis	52
4.2.3	Perancangan <i>Design</i>	53
4.2.4	Penyelesaian.....	57
4.2.4	Pengujian Alat.....	66
4.2.5.1	Pengujian Karakteristik Minyak <i>Grade</i>	68
4.2.5.1.1	Pengujian Berdasarkan Isi Kandungan Minyak <i>Grade</i>	68
4.2.5.1.2	Pengujian Berdasarkan Fisik Minyak <i>Grade</i>	71

BAB V ANALISA

5.1	Analisa Pengumpulan Data	72
5.2	Analisa Pengolahan Data	72
5.2.1	Proses Analisa Awal	72
5.2.2	Perancangan Konsep <i>Design</i>	72
5.2.2.1	Mengidentifikasi Kebutuhan	72
5.2.2.2	Membuat Daftar Persyaratan	73

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.

5.2.2.3	Menentukan Struktur Fungsi Keseluruhan	73
5.2.2.4	Menentukan Prinsip Solusi	74
5.2.2.5	Penggabungan Prinsip Solusi	74
5.2.2.5	Evaluasi Kelayakan Teknis dan Ekonomis	75
5.2.3	Perancangan <i>Design</i>	76
5.2.4	Penyelesaian.....	76
5.2.5	Pengujian Alat.....	76
5.2.5.1	Pengujian Karakteristik Minyak <i>Grade</i> ...	77

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan	79
6.2	Saran.....	79

DAFTAR PUSTAKA	81
-----------------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Data Provinsi Penghasil Kelapa Terbesar di Indonesia	1
2.1 Tempurung Kelapa.....	10
2.2 Lampu Hias Tempurung Kelapa	11
2.3 Arang Tempurung	11
2.4 Briket.....	12
2.5 Asap Cair.....	12
2.6 Fase Proses Perancangan dan Pengembangan Produk.....	16
2.7 Tahapan Perancangan VDI 2222	21
2.8 Hubungan Antar Konsep.....	24
2.9 Tahapan Penyusunan Konsep	24
2.10 <i>Black Box</i> Keseluruhan	27
2.11 Perbaikan Subfungsi	28
2.12 Alternatif Fungsi Keseluruhan	30
3.1 <i>Flow Chart</i> Metodologi Penelitian	35
4.1 Sketsa <i>Black Box</i>	46
4.2 Dekomposisi Sub Fungsi Tabung Reaktor.....	46
4.3 Dekomposisi Sub Fungsi Tabung Destilator	46
4.4 Grafik Evaluasi Teknis dan Ekonomis.....	53
4.5 Rancang Bangun Alat Pirolisis Tampak 3 Dimensi.....	55
4.6 Rancang Bangun Alat Pirolisis Tampak 2 Dimensi.....	56
4.7 Proses Manufaktur Alat	62
4.8 Hasil Minyak <i>Grade</i> Percobaan 1	66
4.9 Hasil Minyak <i>Grade</i> Percobaan 2	66
4.10 Rijek Tempurung Kelapa Percobaan 1	67
4.11 Rijek Tempurung Kelapa Percobaan 2.....	67
4.12 Pengukuran pH Percobaan 1	68
4.13 Pengukuran pH Percobaan 2	69
4.14 Uji Total Asam Tertitrasi Percobaan 1.....	69
4.15 Uji Total Asam Tertitrasi Percobaan 2.....	70



4.16 Perbandingan Persentase TAT 70

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 satu 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.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Data Produksi Perkebunan Rakyat Pohon Kelapa Provinsi Riau (dalam ton)	2
1.2 Persentase Tempurung Kelapa Provinsi Riau	2
1.3 Posisi Penelitian	6
2.1 Daftar Spesifikasi Tuntutan.....	26
2.2 Kotak Morfologi Alternatif Konsep.....	28
2.3 Kotak Morfologi	30
2.4 Penilaian Aspek Teknis.....	31
2.5 Penilaian Aspek Ekonomis	31
2.6 <i>Draft</i> Rancangan Ampia	32
4.1 Spesifikasi Alat Pirolisis yang Ada.....	43
4.2 Daftar Persyaratan.....	45
4.3 Tabel Morfologi	47
4.4 Alternatif Fungsi Ketinggian Tabung Reaktor.....	48
4.5 Alternatif Fungsi Bentuk Penutup Atas Tabung Reaktor	48
4.6 Alternatif Fungsi Bentuk Pendingin Tabung Destilator.....	48
4.7 Alternatif Fungsi Tabung Reaktor	49
4.8 Alternatif Variasi Konsep	50
4.9 Kriteria Penilaian	52
4.10 Aspek Teknis.....	52
4.11 Aspek Ekonomis.....	53
4.12 <i>Draft</i> Rancangan	54
4.13 Gambar Detail Alat Pirolisis Produksi Minyak <i>Grade</i>	57
4.14 Data Rekapitulasi Estimasi Biaya Material.....	63
4.15 Data Rekapitulasi Estimasi Biaya Non Material.....	64
4.16 Data Rekapitulasi Estimasi Biaya	65
4.17 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Alat Pirolisis Produksi Minyak <i>Grade</i>	68
4.18 Rekapitulasi Uji Nilai Kadar Kimia pada Minyak <i>Grade</i> yang	

dihasilkan	70
4.19 Uji Fisik Minyak <i>Grade</i> yang dihasilkan.....	71



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	Halaman
A. Dokumentasi	A-1
B. Daftar Riwayat Hidup	B-1



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.

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 satu 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

Seiring berkembangnya teknologi dan bertambahnya jumlah penduduk Indonesia, tidak menutup kemungkinan warga negara mengkonsumsi bahan pangan yang banyak sehingga dalam jumlah konsumsi yang banyak dibutuhkan pengawet hingga penyedap rasa dari sebuah makanan, serta dibutuhkan peralatan kosmetik sebagai produk pendukung perawatan atau kecantikan dan diperlukannya disinfektan dan penyubur tanaman dalam kegiatan pertanian dan perkebunan. Terdapat banyak bahan pengawet hingga penyedap rasa herbal/alami yang ada di Indonesia diantaranya adalah tanaman atau tumbuhan asam jawa, asam kandis, sawit hingga kelapa khususnya di provinsi Riau.

Provinsi Riau merupakan penghasil buah kelapa terbesar di Indonesia, Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat, pada tahun 2020 produksi kelapa di provinsi Riau mencapai 387,9 ribu ton. Kementerian Pertanian menjelaskan, perkiraan luas area perkebunan kelapa di provinsi Riau tahun 2020 mencapai 418.270 ha dan 420.520 ha pada tahun 2021. Adapun data provinsi penghasil kelapa terbesar di Indonesia antara lain (Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, 2022):



Gambar 1.1 Data Provinsi Penghasil Kelapa Terbesar di Indonesia
(Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, 2022)

Adapun data produksi perkebunan rakyat pohon kelapa menurut kabupaten/kota dan jenis tanaman (dalam ton), tahun 2020 dan 2021 adalah:

Tabel 1.1 Data Produksi Perkebunan Rakyat Pohon Kelapa Provinsi Riau (dalam ton)

No	Kabupaten/Kota	Kelapa (<i>Coconut</i>) (Ton)	
		2020	2021
1	Kuantan singingi	978	980
2	Indragiri hulu	442	430
3	Indragiri hilir	313.360	313.396
4	Pelalawan	22.322	21.002
5	Siak	1.517	1.551
6	Kampar	450	449
7	Rokan Hulu	473	473
8	Bengkalis	4.062	4.062
9	Rokan Hilir	4.130	4.130
10	Kepulauan Meranti	29.183	29.258
11	Pekanbaru	14	13
12	Dumai	887	887
Riau		377.807	376.620

(Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, 2022)

Dilansir dari Riau.go.id tingkat ekspor komoditas pertanian buah kelapa daerah provinsi Riau mencapai 2 ton jenis kelapa bulat dengan nilai ekspor Rp. 12.158.157.000,-. Dilihat dari persentase bagiannya, komponen buah kelapa terdapat 35% sabut kelapa, 12% tempurung, 28% daging kelapa, 25% air kelapa (Ariatma, dkk, 2019). Maka jika dikalkulasikan dengan jumlah total produksi kelapa pada provinsi Riau didapatkan pada tabel berikut:

Tabel 1.2 Persentase Tempurung Kelapa Provinsi Riau

No	Tahun	Produksi Kelapa (Ton)	Persentase Tempurung Kelapa (Ton)
1	2020	377,807	45,337
2	2021	376,620	45,194

(Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, 2022)

Terdapat beberapa jenis olahan tempurung kelapa diantaranya tempurung kelapa dimanfaatkan sebagai bahan baku kerajinan serta bahan bakar seperti arang dan briket arang. Berdasarkan hasil olahan tersebut, terdapat perbandingan harga dimana tempurung kelapa diolah menjadi kerajinan dijual dengan harga Rp.15.000,- persatuannya, sedangkan jika diolah menjadi arang dibutuhkan



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.

Tempurung kelapa 3,3 kg untuk menghasilkan 1 kg arang tempurung dengan nilai jual berkisar Rp.20.000,-. Apabila tempurung kelapa diolah menjadi briket dibutuhkan 3,3 kg tempurung kelapa dengan nilai jual briket Rp.150,-per 15 gram atau perbuah, maka per 1 kg terdiri dari 67 buah briket dengan nilai jual berkisar Rp.100.500,-. Asap yang ditimbulkan pada proses pembuatan produk arang hanya terbuang sia-sia bahkan mencemari lingkungan udara sekitar. Akibat kurangnya pemanfaatan tempurung kelapa dan kurangnya riset serta inovasi, menyebabkan tempurung kelapa diolah dengan cara sederhana dan hanya menghasilkan keuntungan yang kurang optimal bagi produsen. Jika tempurung kelapa diolah menjadi asap cair terdapat 2 (dua) buah hasil olahan yang dapat menguntungkan yakni asap cair dan arang tempurung. Diperlukannya tempurung kelapa 20 kg untuk menghasilkan asap ciar dengan jumlah 100 ml dengan nilai jual asap cair berkisar Rp.20.000,- per 100 ml, sedangkan harga jual perliter asap cair berkisar Rp.200.000,-. Berdasarkan kalkulasi yang telah dilakukan maka lebih menguntungkan jika tempurung kelapa diolah menjadi asap cair dan menghasilkan arang tempurung, apabila arang tempurung diolah menjadi briket maka akan lebih menguntungkan bagi produsen.

Terdapat potensi pasar yang cukup menjanjikan dari olahan tempurung kelapa yaitu dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku produksi minyak *grade*. Permintaan tinggi terhadap asap cair berasal dari beberapa pihak terutama produsen makanan yang memerlukan pengawet alami dan produsen pengawetan ikan. Terdapat permintaan yang signifikan terhadap asap ciar dipasar internasional, khususnya di negara Jepang yang dianggap sebagai pasar strategis, karena asap cair digunakan sebagai antiseptik dan detoksifikasi. *Liquid smoke* memiliki berbagai fungsi yang menyebabkan sangat diminati diberbagai sektor. Asap ciar digunakan sebagai pengawet makanan alami yang memberikan aroma, bahan dasar kosmetik, disinfektan dalam keperluan sanitasi, serta penyubur tanah dan pupuk pada sektor pertanian. (Bakhri dan Tafsir, 2022). Permintaan produk asap cair mengalami peningkatan seiring dengan timbulnya larangan pemerintah tentang penggunaan formalin sebagai pengawet makanan. Pada industri lateks diperlukannya asap cair dalam pengolahan lateks menjadi karet, untuk penggumpalan *natural rubber* 1 kg

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.

dibutuhkannya sekitar 30 ml asap cair, sedangkan untuk membuat karet beerupa lembaran yang disebut dengan RSS (*Ribbed Smoked Sheet*), diperlukan 75 ml asap cair (Yulia, dkk., 2019).

Perancangan alat pirolisis dapat digunakan sebagai proses pembuatan asap cair atau minyak *grade* dimana dalam proses pembakaran tempurung kelapa, terdapat beberapa produk yang dihasilkan diantaranya adalah asap cair, tar serta arang. Minyak *grade* yang dihasilkan terdiri dari 3 jenis yakni *grade A*, *grade B* dan *grade C* dengan manfaat yang tidak sama, diantaranya minyak *grade A* (*Therapeutic Grade Essential Oil*) adalah minyak yang dapat dimanfaatkan untuk kesehatan, minyak *grade B* (*Food Grade*) adalah minyak yang dapat digunakan sebagai keperluan makanan, dan minyak *grade C* (*Perfume Grade*) adalah minyak yang digunakan untuk kebutuhan kosmetik.

Pada penelitian (Ridhuan dkk., 2020) reaktor pirolisis yang digunakan memiliki kapasitas yang 20 kg, tetapi dalam proses penelitian bahan baku yang digunakan hanya sebanyak 4,8 kg, dengan proses pembakaran selama 4,5 jam atau 270 menit dengan suhu pembakaran 307°C sehingga jumlah energi yang dikeluarkan sebesar 4126,44 kJ. Hasil asap cair yang diperoleh sebanyak 0,242 kg atau setara dengan 242 ml dengan jumlah arang 2,3 kg. Berdasarkan alat pirolisis yang telah dibuat dengan kapasitas yang cukup besar menyebabkan biaya yang dikeluarkan dalam perancangan alat menjadi besar sedangkan pada saat implementasi alat hanya digunakan 24% dari kapasitas reaktor alat sehingga perlu disesuaikan dengan kebutuhan. Bahkan perancangan destilator yang terlalu besar sehingga harus melakukan pembuatan kedudukan sebagai penumpu destilator serta menyebabkan biaya yang cukup mahal dalam proses perancangan. Pada alat tersebut juga memiliki kekurangan dimana alat pirolisis tidak ditambahkan pipa sebagai keluaran asap setelah proses destilasi. Terdapat alat pirolisis yang dijual dipasaran atau *marketplace* berkapasitas besar dengan harga yang cukup mahal yakni berkisar 35 juta rupiah. Maka perlu dilakukan perancangan alat baru dengan meminimalisir biaya serta menyesuaikan kebutuhan pengguna.

Untuk melakukan rancangan alat pirolisis produksi minyak *Grade* berbahan baku tempurung kelapa perlu dilakukan perancangan sebuah alat. Metode dalam

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 dapat menggunakan metode *Verein Deutscher Ingenieure* (VDI) 2222 yang merupakan rancangan sistematis dan tersistematis untuk mengembangkan desain dan ide guna untuk menyelesaikan suatu masalah (Media dan Ibrahim, 2019), metode VDI 2222 memiliki 4 tahapan diantaranya: analisa, pembuatan konsep, perancangan, dan penyelesaian (Meidi, 2020). Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Komara dan Buchari, 2019) menggunakan metode VDI 2222 dalam perancangan alat pengangkut sampah kontinyu dengan fungsi sebagai alat pengangkut sampah di aliran sungai yang dapat mengangkut sampah dalam waktu yang efektif dan efisien serta dengan kapasitas angkut yang banyak dengan daya mesin 0,75 Kw dan kapasitas 35kg/min.

Penerapan tahapan metode *Verein Deutscher Ingenieure* (VDI) 2222, pada Rancangan mesin pirolisis produksi minyak *grade* berbahan baku tempurung kelapa ini diharapkan mampu memperoleh hasil minyak *grade* dengan kualitas yang baik, dan menjadi alat tepat guna dalam produksi minyak berbahan baku tempurung kelapa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran pada latar belakang, maka diperoleh rumusan masalah pada penelitian ini yaitu “Bagaimana *design* dan merancang alat pirolisis produksi minyak *grade* dengan bahan dasar tempurung kelapa dengan menggunakan metode *Verein Deutsche Ingenieure* 2222 (VDI 2222)?”.

1.3 Tujuan Penelitian

Terdapat tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah:

1. Menentukan kapasitas bahan baku tempurung kelapa pada alat produksi minyak *grade*.
2. Merancang dan menghasilkan alat produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa.
3. Menentukan karakteristik *grade* pada *output* minyak yang dihasilkan alat pirolisis yang telah dirancang.



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

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat penelitian yang berkaitan dengan beberapa pihak:

1. Bagi penulis
 - a. Sebagai akuisisi penulis dalam penelitian pengembangan pola fikir dan kreativitas serta menambah wawasan dalam berbagai keilmuan.
 - b. Meningkatkan pengetahuan kreatif, inovatif, informatif, dan implementasi keilmuan terutama dalam konteks *design* dan perancangan alat.
2. Bagi Pembaca

Dapat digunakan sebagai referensi serta pertimbangan dalam memecahkan permasalahan sejenis, khususnya terkait dengan faktor-faktor yang dominan dalam perancangan dan pengembangan produk sehingga dapat menjadi landasan penelitian-penelitian selanjutnya yang dapat dikembangkan.
3. Bagi Pengguna (alat pirolisis produksi minyak *grade*)

Memberikan kemudahan dan kenyamanan pengguna untuk pelaksanaan pengerjaan hingga produksi minyak *grade* dengan alat bantu yang telah dibuat.

1.5 Batasan Penelitian

Terdapat batasan masalah dari penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Proses pembakaran menggunakan bahan bakar gas LPG.
2. Bahan baku utama yang digunakan adalah semua jenis tempurung kelapa. Tempurung kelapa tidak diklasifikasikan berdasarkan jenisnya (asumsi sama).

1.6 Posisi Penelitian

Adapun posisi penelitian pada penelitian tugas ahir ini sebagai berikut:

Tabel 1.3 Posisi Penelitian

No	Judul penelitian	Tujuan penelitian	Metode
1	Aplikasi Metode Vdi 2222 Pada Proses Perancangan Alat Bantu Perakitan <i>Four Way Entry Pallet</i> (Melati Kurniawati, dkk 2018)	Perancangan alat bantu perakitan palet dengan bahan dasar alluminium <i>alloy</i> untuk meenghemat waktu perakitan dalam proses proses produksi	<i>Verein Deutcher Ingenieure (VDI) 2222</i>

(Sumber: Pengumpulan Data, 2022)

Tabel 1.3 Posisi Penelitian (Lanjutan)

No	Judul penelitian	Tujuan penelitian	Metode
2	Perancangan Alat Pengangkut Sampah pada Saluran Air secara Kontinyu (Komara dan Buchari, 2019)	Tujuan dari perancangan alat bantu angkut sampah adalah menciptakan sebuah konstruksi dengan biaya manufaktur yang lebih murah dibandingkan mesin yang sudah ada di pasaran saat ini.	<i>Verein Deutcher Ingenieure (VDI) 2222</i>
3	Studi Perancangan Mesin Pencacah Cokelat Kapasitas Produksi 600Kg/Jam dengan Metode VDI 2222 (Ibrahim, 2019)	Diperlukannya alat untuk proses pemecahan biji cokelat dengan tingkat kehalusan yang seragam, dengan memperhatikan kandungan kulit cokelatnya didalam butiran biji. Dalam proses pemecahan biji cokelat, diperlukan sebuah alat yang dapat menghasilkan tingkat kehalusan yang seragam pada biji tersebut, sambil tetap memperhatikan kandungan kulit cokelat yang ada di dalam butiran biji.	<i>Verein Deutcher Ingenieure (VDI) 2222</i>
4	Perancangan Unit Pencekam Ban pada Mesin Vulkanisasi Dingin Ban Truk dan Bus dengan metode VDI 2222 (Widyatmoko, dkk, 2020)	Tujuan perancangan alat bantu ini adalah untuk memfasilitasi proses vulkanisasi dingin pada bagian pencekam ban truk dan bus.	<i>Verein Deutcher Ingenieure (VDI) 2222</i>
5	Rancang Bangun Alat Konversi Limbah Plastik Dan Batok Kelapa Menjadi Bahan Bakar Alternatif Dengan Metode Pirolisis (Nurulita, dkk, 2021)	Untuk merancang dan membuat alat pirolisis	Metode Pirolisis
6	Perancangan <i>Wire Bending Tool Metal Jig</i> Menggunakan Metode <i>Verein Deutscher Ingenieure 2222</i> (Prakasa, dkk, 2022)	Untuk merancang usulan alat bantu pembengkok kawat agar alat tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal dan menghasilkan bentuk dan ukuran yang seragam.	<i>Verein Deutcher Ingenieure (VDI) 2222</i>

(Sumber: Pengumpulan Data, 2022)

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.

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.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini disusun untuk memudahkan pembahasan dari tugas akhir ini. Penjelasan penelitian dituangkan dalam sistematika penulisan dengan susunan penulisan seperti berikut:

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini memuat latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, posisi penelitian serta sistematika penulisan penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini menjabarkan mengenai deskripsi, eksplantasi, sintesis, dan analisis (pembahasan) serta data-data yang berkenaan dengan perancangan produk mengenai alat pirolisis bahan baku tempurung kelapa, dapat dicurahkan dalam beberapa sub bab, sesuai dengan kebutuhan. Penjabaran berdasarkan teori-teori yang relevan dapat diperoleh dari jurnal, prosiding, buku dan media lainnya yang dapat menunjang teoritis dari penelitian.

BAB III

METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan terkait metode yang digunakan dalam penelitian, yang terdiri dari tiga komponen utama yakni metode pengumpulan data, langkah-langkah pemecahan masalah dan metode analisa data.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini memuat data yang telah dikumpulkan dalam penelitian serta menjelaskan tahapan yang digunakan serta teknik pengolahan data untuk memecahkan permasalahan perancangan alat pirolisis produksi minyak *grade* dengan bahan baku tempurung kelapa.

BAB V

ANALISA

Bab ini memuat analisis dan interpretasi berdasarkan hasil rancangan pembahasan mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

BAB VI

Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan 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.

PENUTUP

Bab ini berisi penyampaian kesimpulan yang didapat berdasarkan seluruh proses pembahasan penelitian serta memberikan saran yang bermanfaat agar hasil perancangan sesuai dengan yang diharapkan.



BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera L.*) merupakan pohon yang tumbuh subur di negara-negara tropis dan subtropis. Tanaman kelapa dapat dikategorikan ke dalam tiga varietas, yaitu kelapa dalam (*Tall Coconut*), kelapa genjah (*Dwarf Coconut*), dan kelapa hibrida (*Hybrid Coconut*). Buah kelapa terdiri dari beberapa komponen yang meliputi kulit luar (*epicarp*), sabut (*mesocarp*), tempurung (*endocarp*), dan bagian dalam (*endosperm*) yang terbagi menjadi dua bagian, yaitu daging buah (*white kernel*) dan air kelapa yang merupakan cairan jernih (Prasetyo, dkk, 2021).

2.1.1 Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa berfungsi sebagai lapisan pelindung dari buah kelapa, berupa kulit atau cangkang yang melindungi isi buah. Tempurung kelapa memiliki struktur yang keras dan berserabut, berbeda dengan komponen buah kelapa lainnya (Hermita, 2019). Setelah buah kelapa dikosongkan, tempurung kelapa umumnya dianggap sebagai limbah. Masyarakat sering menggunakan tempurung kelapa sebagai bahan bakar atau untuk membuat kerajinan. Tempurung kelapa memiliki berat sekitar 12% dari total komposisi buah kelapa (Sharum, dkk, 2021). Tempurung kelapa memiliki kegunaan sebagai sumber arang yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif (Sudirman dan Santoso, 2021).



Gambar 2.1 Tempurung Kelapa
(Sumber: Saloko, dkk, 2022)

2.1.2 Jenis Olahan Tempurung Kelapa

Adapun jenis olahan tempurung kelapa adalah sebagai berikut:

Kerajinan

Tempurung kelapa yang tidak terpakai dapat diolah menjadi berbagai produk berukuran kecil, bukan hanya sebagai hiasan semata seperti yang umumnya dilakukan. Kerajinan yang terbuat dari tempurung kelapa ini meliputi gelang, lampu hias, jam dinding, gantungan kunci, kalung, dan sebagainya (Ramadan, dkk,2022).



Gambar 2.2 Lampu Hias Tempurung
(Sumber: Manalu dan Mesra, 2019)

Arang Tempurung

Arang tempurung kelapa merupakan hasil yang diperoleh melalui proses pembakaran yang tidak sempurna pada tempurung kelapa (Arif, dkk, 2022).



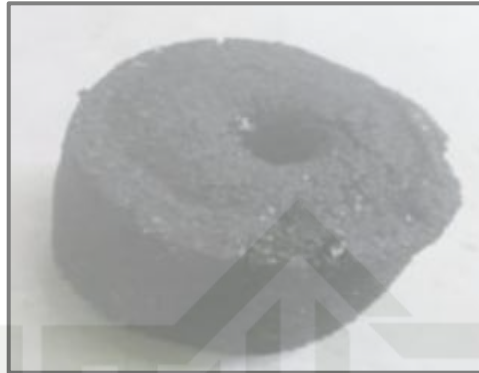
Gambar 2.3 Arang Tempurung
(Sumber: Arif, dkk, 2022)

Briket

Briket adalah suatu bentuk blok bahan yang digunakan sebagai bahan bakar untuk menghidupkan dan mempertahankan api. Jenis briket yang sering digunakan meliputi briket batu bara, briket arang, briket gambut, dan briket

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.

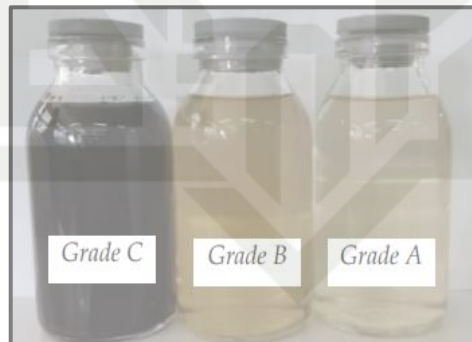
biomassa. Briket yang terbuat dari tempurung kelapa termasuk dalam kategori briket biomassa (Sudirman dan Santoso, 2021).



Gambar 2.4 Briket
(Sumber: Sudirman dan Santoso, 2021)

4. Asap Cair

Asap cair adalah cairan hasil penyulingan tempurung kelapa melalui proses pirolisis yang mengandung senyawa utama seperti asam, fenol, dan karbonil. Oleh karena itu, asap cair sering digunakan sebagai pengawet alami pada makanan dan memberikan karakteristik sensori khas seperti aroma, warna, dan rasa pada produk pangan (Fathussalam, dkk, 2019).



Gambar 2.5 Asap Cair
(Sumber: Fathussalam, dkk, 2019)

2.2 Pirolisis

Pirolisis merupakan proses dekomposisi termokimia material organik pada suhu tinggi di lingkungan yang memiliki sedikit atau tanpa oksigen (*anaerob*). Metode ini digunakan untuk memecah polimer kompleks utama dalam biomassa seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin menjadi fragmen molekuler yang lebih sederhana. Senyawa dengan berat molekul rendah berbentuk gas pada suhu

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.

di kamar, dan saat dikondensasikan, akan berubah menjadi cairan yang disebut asap cair (Machmud dan Ali, dkk, 2022).

Pirolisis melibatkan pemanasan zat dengan oksigen terbatas sehingga komponen penyusun kayu keras dapat terurai, sementara distilasi adalah metode pemisahan larutan menggunakan panas sebagai pemisah. Kualitas asap cair juga dipengaruhi oleh suhu dan waktu proses pirolisis hingga destilasi (Balikan, dkk., 2021).

2.3.1 Asap Cair

Asap cair atau *smoke liquid* adalah hasil kondensasi atau pengendapan dari uap yang dihasilkan melalui proses pembakaran. Asap cair ini dapat diperoleh melalui proses pirolisis dari bahan yang mengandung komponen selulosa, senyawa asam, hemiselulosa, dan lignin. Asap cair berupa cairan berwarna gelap yang berasal dari sumber biomassa seperti kayu, kulit kayu, dan bahan biomassa lainnya, seperti limbah kehutanan dan industri hasil hutan, melalui proses pirolisis. Asap cair mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen. Meskipun asap cair mengandung air, air tersebut tidak dianggap sebagai kontaminan seperti pada minyak bumi, karena air bercampur dengan asap cair (Handayani dan Sa'diyah, 2022).

Alat yang digunakan dalam produksi asap cair adalah alat yang telah dimodifikasi dengan kondensor dan wadah penampung khusus. Uap yang terbentuk selama proses pembakaran mengalir melalui pipa ke alat pendingin, sehingga asap tersebut mengalami pendinginan dan berubah menjadi bentuk cair. Cairan asap ini kemudian dialirkan melalui pipa dan ditampung dalam wadah penampung yang telah disediakan. Setelah itu, asap cair tersebut didiamkan selama 24 jam agar tar yang terkandung di dalamnya dapat mengendap (Isa, dkk., 2019).

Dalam penggunaannya, asap cair memiliki tiga tingkatan kualitas yang diklasifikasikan. Tingkatan C (*Grade 3*) digunakan sebagai pengawet dan koagulan kayu, digunakan untuk menghilangkan jamur dan mengurangi bakteri patogen. Namun, tingkatan ini tidak dapat digunakan sebagai pengawet makanan

② karena masih mengandung banyak tar yang bersifat karsinogenik. Tingkatan B (*Grade 2*) digunakan sebagai antimikroba, sedangkan tingkatan A (*Grade 1*) digunakan sebagai pengawet makanan (Kailaku, dkk., 2017).

2.3 Perancangan dan Pengembangan

Perencanaan atau desain merupakan suatu bentuk rencana yang dapat berupa proposal, gambar, model, atau deskripsi yang bertujuan untuk menciptakan objek, sistem, komponen, atau struktur. Secara umum, desain sering diartikan sebagai kegiatan yang terkait dengan merancang, merencanakan, membangun, atau merekayasa. Kegiatan merancang desain dapat ditemukan di berbagai bidang kehidupan manusia. Individu atau kelompok berusaha merancang desain yang optimal untuk mencapai hasil yang sesuai dengan tujuan organisasi. Hasil akhir atau produk dari desain dapat beragam, tidak hanya berupa peralatan atau mesin, tetapi juga bisa berupa entitas tak berwujud, seperti perangkat lunak, sistem kerja, model animasi 3 Dimensi, dan lain sebagainya. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan yang baik antara lain sebagai berikut (Rahmayanti, dkk., 2018):

1. Berlandaskan pada tujuan yang ditetapkan.
2. Konsisten dan sesuai dengan kenyataan.
3. Dilakukan pengawasan secara berkelanjutan.
4. Meliputi aspek fisik dan keuangan.
5. Memahami berbagai keterkaitan antara variabel ekonomi.
6. Mempunyai koordinasi yang efektif.

Pengembangan produk melibatkan kolaborasi lintas disiplin yang melibatkan kontribusi dari hampir semua bagian perusahaan, namun ada tiga fungsi yang umumnya menjadi inti dari proyek pengembangan produk (Mustofa, dkk., 2022):

1. Pemasaran

Fungsi pemasaran berperan sebagai perantara antara perusahaan dan pelanggan. Pemasaran seringkali memfasilitasi pengidentifikasian peluang produk, pengkategorian segmen pasar, dan pemahaman akan kebutuhan

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.

pelanggan. Pemasaran juga bertanggung jawab atas komunikasi antara perusahaan dan pelanggan, menentukan harga yang dituju, serta mengawasi peluncuran dan promosi produk.

Desain

Fungsi desain memiliki peran kunci dalam menentukan tampilan fisik produk agar dapat memenuhi kebutuhan pelanggan secara optimal. Fungsi desain meliputi desain rekayasa, seperti desain mekanik, elektrik, perangkat lunak, dan sebagainya, serta desain industri yang melibatkan aspek estetika, ergonomi, dan antarmuka pengguna.

Manufaktur

Fungsi manufaktur memiliki tanggung jawab utama dalam merancang, mengoperasikan, dan/atau mengkoordinasikan sistem produksi guna menghasilkan produk. Secara luas, fungsi manufaktur juga mencakup aktivitas pembelian, distribusi, dan pemasangan. Keseluruhan rangkaian kegiatan ini sering disebut sebagai rantai pasokan.

Proses pengembangan produk adalah serangkaian tahapan atau kegiatan yang dilakukan oleh perusahaan atau instansi untuk merancang, mengembangkan, dan memasarkan produk yang dibuat. Sebagian besar langkah atau kegiatan dalam proses ini bersifat intelektual dan organisasional, meskipun juga melibatkan aspek fisik. Setiap organisasi memiliki pendekatan yang berbeda dalam menjelaskan dan mengikuti proses pengembangan produk, dengan tujuan untuk melakukan proses tersebut dengan cepat, akurat, dan terperinci. Menetapkan proses pengembangan yang terdefinisi dengan baik memiliki manfaat yang signifikan, karena alasan-alasan berikut ini (Ulrich dan Eppinger, 2001):

1. Jaminan Kualitas (*quality assurance*)

Proses pengembangan produk mengatur langkah-langkah proyek pengembangan yang harus dijalani serta poin-poin pemeriksaan yang harus dilakukan. Dengan memilih fase-fase dan titik pemeriksaan dengan bijaksana, mengikuti proses pengembangan menjadi metode yang memastikan kualitas produk yang dihasilkan.

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.

Koordinasi

Proses pengembangan adalah rencana umum yang menjadi acuan utama dalam menentukan peraturan bagi setiap anggota tim pengembangan. Rencana ini memberikan petunjuk kepada anggota tim tentang kapan kontribusi mereka diperlukan dan dengan siapa mereka harus berinteraksi untuk pertukaran informasi dan bahan yang diperlukan.

Perencanaan

Setiap proses pengembangan memiliki standar atau kriteria yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan setiap tahap. Penentuan waktu untuk standar tersebut mengikuti jadwal keseluruhan proyek pengembangan.

Manajemen

Proses pengembangan merupakan metode untuk memperkirakan kinerja dari upaya pengembangan yang sedang berlangsung. Dengan membandingkan kejadian aktual dengan proses yang telah ditetapkan, seorang manajer dapat mengidentifikasi potensi masalah atau tantangan yang mungkin muncul.

5. Perbaikan

Notulensi yang cermat terhadap proses pengembangan suatu organisasi sering membantu untuk mengidentifikasi peluang perbaikan.

2.3.1 Fase-Fase Perancangan dan Pengembangan Produk

Proses pengembangan produk secara umum terdiri dari tahapan-tahapan atau sering juga disebut sebagai fase. proses pengembangan produk terdiri dari 6 fase, yaitu (Ulrich dan Eppinger, 2001):



Gambar 2.6 Fase Proses Perancangan Dan Pengembangan Produk
(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.

Fase 0, Perencanaan

Kegiatan perencanaan ini dinamakan "*zerophase*" karena terjadi sebelum persetujuan proyek dan tahap peluncuran pengembangan produk yang sebenarnya..

Fase 1, Pengembangan Konsep

Pada fase pengembangan konsep, tujuan utamanya adalah mengidentifikasi kebutuhan dari pasar sasaran. Proses ini melibatkan generasi dan evaluasi berbagai konsep produk yang berbeda. Salah satu cara untuk melakukan hal ini adalah dengan menghasilkan gambaran mengenai bentuk, fungsi, dan tampilan produk. Umumnya, dalam fase ini digunakan sekelompok spesifikasi, analisis produk pesaing, dan pertimbangan biaya proyek. Dalam hal ini, menggunakan konsep mengacu pada mengembangkan gambaran awal produk yang mencakup aspek-aspek seperti bentuk, fungsi, dan tampilan. Proses ini sering melibatkan analisis spesifikasi yang terdiri dari faktor-faktor yang diinginkan dalam produk, mempelajari produk-produk pesaing yang ada, serta mempertimbangkan aspek biaya dalam proyek pengembangan.

3. Fase 2, Perancangan Tingkat Sistem

Tahap perancangan tingkat sistem melibatkan penyusunan spesifikasi atau deskripsi arsitektur produk, pemecahan produk menjadi subsistem dan komponen-komponen. Hasil yang dihasilkan dalam fase ini biasanya mencakup tata letak produk, spesifikasi fungsional untuk setiap subsistem produk, dan diagram alur proses awal untuk proses perakitan akhir.

4. Fase 3, Perancangan Detail/Terperinci

Tahap perancangan melibatkan penyusunan spesifikasi lengkap berdasarkan bentuk, bahan, dan toleransi dari setiap komponen dalam produk. Selain itu, tahap ini juga mencakup identifikasi semua komponen yang akan dibeli dari pemasok eksternal. Rencana proses juga dinyatakan dengan menggunakan alat yang dirancang khusus untuk memproduksi setiap komponen dalam sistem produksi. *Output* yang dihasilkan dalam tahap ini mencakup *control record* untuk produk, gambar untuk setiap komponen produk dan peralatan

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

produksi, spesifikasi untuk komponen yang akan dibeli, serta rencana proses manufaktur dan perakitan produk.

Fase 4, Pengujian dan Perbaikan

Tahap pengujian dan perbaikan melibatkan pembuatan dan evaluasi berbagai versi awal produk yang diproduksi. Dalam tahap ini, prototipe awal (*Alpha*) biasanya dibuat menggunakan komponen dengan bentuk dan jenis bahan yang sama seperti yang akan digunakan dalam produksi sebenarnya. Namun, proses manufaktur sebenarnya tidak diterapkan pada tahap ini. Prototipe *Alpha* bertujuan untuk menguji dan mengevaluasi performa dan fungsi produk, serta untuk mengidentifikasi masalah atau kekurangan yang mungkin ada. Prototipe *Beta* dibuat menggunakan komponen-komponen yang sebenarnya akan digunakan dalam produksi, tetapi tidak dihasilkan melalui proses perakitan akhir yang sama dengan produksi aktual. Prototipe *Beta* ini ditujukan untuk menjawab pertanyaan tentang kinerja dan keandalan produk, serta untuk mengidentifikasi kebutuhan perubahan teknis yang mungkin diperlukan pada produk akhir.

6. Fase 5, Produksi Awal

Pada tahap produksi awal, produk benar-benar dibuat menggunakan sistem produksi yang sebenarnya. Tujuan dari tahap produksi awal adalah melatih tenaga kerja dan mengidentifikasi serta memecahkan masalah yang mungkin muncul dalam proses produksi yang sebenarnya. Selama tahap ini, produk-produk yang diproduksi dapat disesuaikan dengan preferensi atau kebutuhan konsumen, dievaluasi, dan diidentifikasi kekurangan-kekurangan yang mungkin ada pada produk. Selama masa transisi dalam tahap produksi awal, produk kemudian diluncurkan dan tersedia untuk didistribusikan. Pada titik ini, produk dianggap siap untuk dipasarkan dan dijual kepada konsumen. Namun, perusahaan tetap memantau dan mengevaluasi respons konsumen serta mengidentifikasi setiap kekurangan yang mungkin timbul setelah peluncuran produk.

Output fase perencanaan adalah pernyataan misi proyek, Pernyataan misi proyek ini merupakan suatu pengarahan yang diperlukan untuk memulai tahap

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.

pengembangan konsep dan menjadi panduan bagi tim pengembang dalam mengarahkan upaya mereka. Setelah melalui berbagai tahapan pengembangan produk, penyelesaian akhir. Peluncuran produk terjadi ketika produk telah selesai dikembangkan dan siap dipasarkan kepada konsumen. Pada titik ini, produk menjadi tersedia di pasar sehingga dapat dibeli oleh konsumen.

2.3.2 Tipe Proyek Pengembangan Produk

Terdapat empat tipe dalam proyek pengembangan produk (Ulrich dan Eppinger, 2001):

1. Platform Produk Baru

Proses pengembangan produk baru melibatkan tahapan-tahapan seperti pengidentifikasian kebutuhan pasar, generasi dan evaluasi konsep produk, perancangan tingkat sistem, pengujian dan perbaikan, serta produksi awal. Platform baru ini dapat berupa teknologi, arsitektur, atau kerangka kerja yang menjadi dasar untuk merancang keluarga produk baru.

2. Turunan dari Platform Produk yang telah ada

Memperpanjang platform produk supaya lebih baik dalam memasuki pasar yang sudah dikenal dengan satu atau lebih produk baru dapat dilakukan dengan langkah-langkah seperti menganalisa pasar, penelitian dan pengembangan, uji coba dan evaluasi, perbaikan dan literasi, serta pemasaran dan promosi.

3. Peningkatan Perbaikan untuk produk yang telah ada

Proyek ini akan fokus penambahan atau modifikasi beberapa detail produk dari produk yang telah ada dalam rangka menjaga lini produk agar tetap kompetitif dengan produk pesaing, dengan memperhatikan kebutuhan pelanggan dan tren pasar untuk memastikan produk tetap menarik dan memenuhi harapan pelanggan.

4. Produk Baru

Proyek yang melibatkan produk yang sangat berbeda atau menggunakan teknologi produksi yang baru untuk memasuki pasar yang belum dikenal memang dapat membawa risiko yang lebih tinggi. Keberhasilan jangka

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.

panjang perusahaan dapat bergantung pada evaluasi yang hati-hati terhadap proyek tersebut.

2.4 Metode *Verein Deutsche Ingenieuer (VDI) 2222*

Verein Deutsche Ingenieuer (VDI) 2222 adalah standar rujukan dari metode perancangan khususnya untuk perancangan konsep sistem. Proses perancangan menurut VDI 2222 terdiri dari beberapa tahap, yaitu tahap perencanaan, tahap perancangan, tahap pengecekan, tahap revisi, dan tahap eksekusi konsep.

Tahap perencanaan diawali ketika timbulnya atau ditemukan suatu masalah yang perlu dipecahkan, dan diakhiri dengan tahap eksekusi konsep yang merupakan solusi dari masalah yang dihadapi. Tahap perencanaan berfokus pada identifikasi kebutuhan konsumen beserta tingkat kepentingannya, Analisis karakteristik teknis juga dilakukan untuk menyesuaikan dengan kebutuhan konsumen yang telah diidentifikasi sebelumnya. Selain itu, dalam tahap perencanaan, matriks hubungan dibuat untuk memetakan hubungan antara kebutuhan konsumen, karakteristik teknis, dan elemen lain yang relevan (Widyatmoko, dkk, 2020).

Hasil dari akhir penyelesaian masalah dengan menggunakan metode *Verein Deutsche Ingenieuer (VDI) 2222* adalah luaran utama yang berupa detail gambar kerja. Gambar kerja ini merinci semua detail yang diperlukan untuk implementasi konsep yang telah dikembangkan. Terdapat empat tahapan yang dilakukan pada metode VDI 2222 yakni (Ibrahim, 2019):

1. Analisis

Digunakan untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang permasalahan yang ada, kebutuhan pengguna, preferensi, batasan teknis, dan faktor-faktor lain yang relevan dengan perancangan konsep pada pengumpulan data.

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. Pembuatan konsep

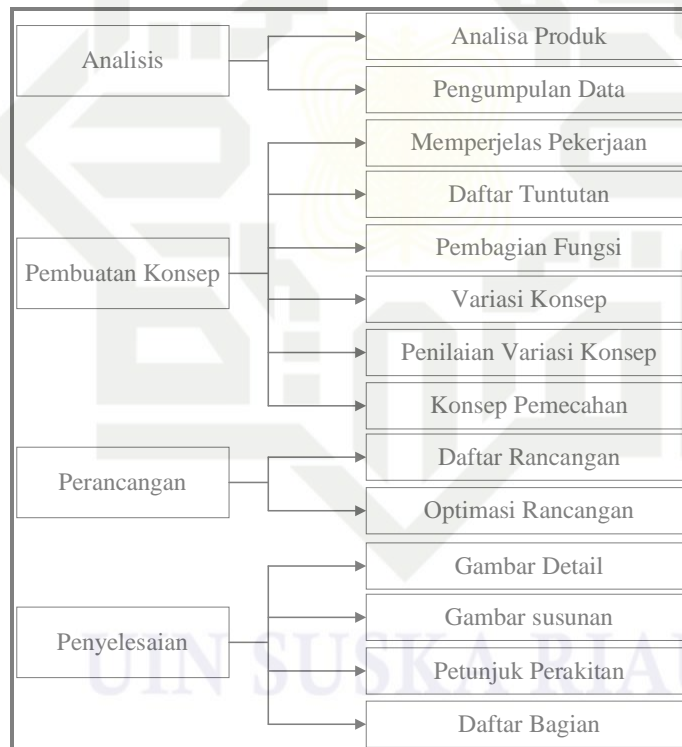
Untuk memperjelas pekerjaan terdapat beberapa langkah yang dapat dilakukan, seperti membuat daftar tuntutan, pengajuan alternatif fungsi dan pengajuan konsep.

3. Perancangan

Terdapat langkah-langkah pada tahap perancangan yakni penilaian variasi konsep, *draft* rancangan dan optimasi rancangan serta perawatan produk.

4. Penyelesaian Akhir

Tahap penyelesaian dalam proses perancangan umumnya mencakup pembuatan gambar kerja detail komponen dan susunan produk secara keseluruhan.



Gambar 2.7 Tahapan Perancangan VDI 2222
(Sumber : Ibrahim, 2019)

2.4.1 Perencanaan Produk

Perencanaan suatu produk merupakan proses dalam periodik yang melibatkan pertimbangan terhadap portofolio dari proyek pengembangan suatu

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.

produk yang akan dijalankan. Perencanaan produk melibatkan lima langkah sebagai berikut (Ulrich dan Eppinger, 2001) :

1. Identifikasi Peluang

Rencana proses diawali dengan mengidentifikasi peluang dalam pengembangan produk sebagai terowongan peluang yang bersama-sama membawa input dari suatu perusahaan.

2. Evaluasi dan penentuan prioritas proyek.

Produk berpotensi dalam proyek pengembangan produk dinilai atas dasar strategi persaingan organisasi, lintasan teknologi dan rencana *platform* produk.

3. Lokasi sumber daya dan perencanaan waktu.

Aspek kunci dalam pengelolaan proyek yang menjanjikan adalah penentuan waktu dan lokasi sumber daya pada proyek.

4. Penyelesaian perencanaan proyek pendahuluan

Perencanaan proyek pendahuluan bertujuan untuk menyusun kerangka kerja proyek secara menyeluruh sebelum penggunaan sumber daya dimulai.

5. Refleksikan hasil dan proses

2.4.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan bagian penting dalam proses pengembangan produk, dan merupakan tahap awal yang terkait dengan proses konseptualisasi, pemilihan konsep, perbandingan dengan pesaing (*competitive benchmarking*), dan penentuan spesifikasi produk. Tahap ini membantu dalam mengumpulkan data mentah dari pelanggan dan menjadi dasar untuk menentukan spesifikasi produk serta melakukan analisis hasil dan proses. Terdapat lima tahapan dalam proses identifikasi masalah (Ulrich dan Eppinger, 2001):

1. Mengumpulkan data.

2. Menginterpretasikan data mentah menjadi kebutuhan.

3. Mengelompokkan kebutuhan menjadi beberapa hierarki, yaitu primer, sekunder dan tersier (jika diperlukan).

4. Menetapkan tingkat kepentingan relatif dari setiap kebutuhan.

5. Menganalisis dan evaluasi hasil.

2.4.3 Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk merupakan deskripsi dan penggambaran yang mencakup aspek yang perlu dipertimbangkan dalam merancang sebuah produk termasuk variabel desain utama produk. Spesifikasi produk tidak hanya memperhatikan kebutuhan pelanggan, tetapi juga memberikan petunjuk kepada tim mengenai apa yang perlu dilakukan guna memenuhi kebutuhan tersebut. Spesifikasi produk ini juga menunjukkan keunggulan yang dimiliki produk tersebut dibandingkan dengan pesaing, baik dari segi teknis maupun ekonomis. Dengan harapan bahwa spesifikasi produk yang baik dapat membantu mencapai keberhasilan dalam aspek komersial. Berikut adalah tahapan yang akan dilakukan dalam menentukan suatu spesifikasi target (Ulrich dan Eppinger, 2001):

1. Membuat daftar matrik berdasarkan matrik kebutuhan.
2. Mengumpulkan informasi produk kompetitor.
3. Menentukan nilai target yang dianggap ideal dan dapat diterima.
4. Mengkaji kembali hasil dan proses untuk evaluasi.

2.5 Penyusunan Konsep *Design*

Konsep produk menggambarkan atau memperkirakan teknologi, prinsip kerja, mekanisme, dan bentuk yang digunakan dalam suatu produk. Kualitas dan kemampuan produk dapat dinilai berdasarkan kualitas tinggi dan konsep teknologi yang digunakan. Dalam sebuah konsep pada umumnya diekspresikan menjadi sketsa atau gambar 3 dimensi dan biasanya ditambahkan sebuah uraian gambar.

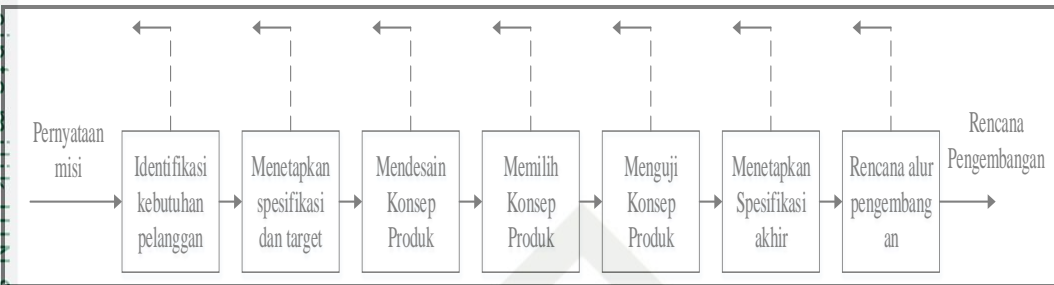
Penyusunan konsep merupakan langkah awal di mana kebutuhan pelanggan dan spesifikasi target produk dikumpulkan dan digunakan sebagai landasan untuk menciptakan beberapa konsep yang mungkin. Langkah selanjutnya dalam pengembangan konsep melibatkan pengujian, evaluasi, dan penyempurnaan konsep yang dihasilkan.

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

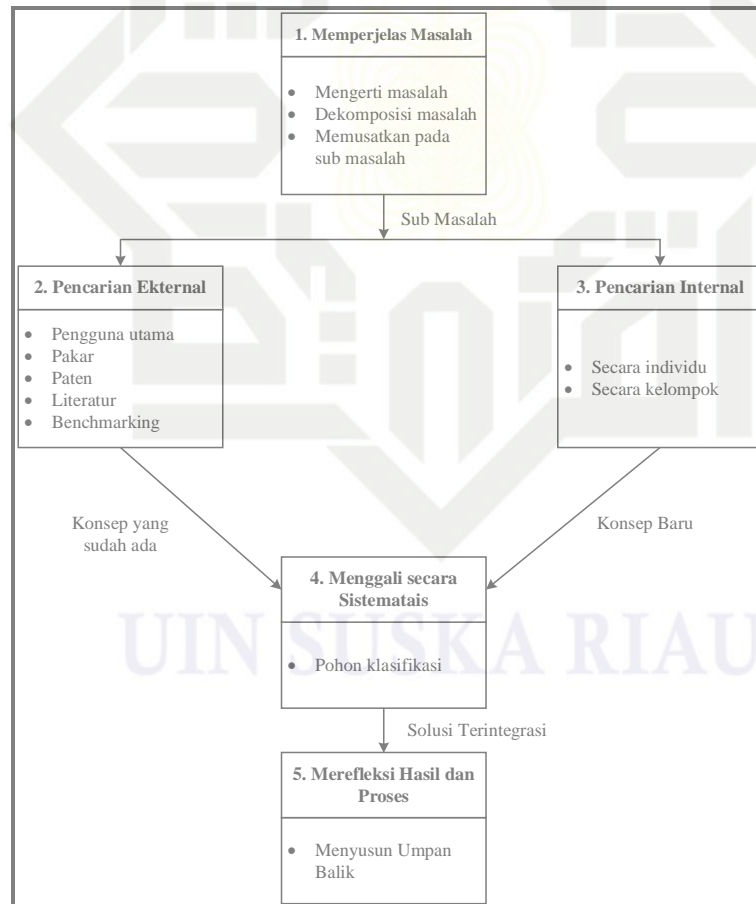
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Hubungan antara penyusunan konsep dan kegiatan pengembangan konsep lainnya sebagai berikut (Ulrich dan Eppinger, 2001):



Gambar 2.8 Hubungan Antar Konsep
(Sumber: Ulrich dan Eppinger, 2001)

Terdapat lima tahapan pendekatan ini sebagai bentuk penyusunan sebuah konsep yakni (Ulrich dan Eppinger, 2001):



Gambar 2.9 Tahapan 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.

Gambar tahapan penyusunan konsep diatas menggambarkan proses pengembangan produk dari awal hingga terciptanya beberapa konsep yang dapat dipilih. Tahapan tersebut adalah (Ulrich dan Eppinger, 2001):

1. Memperjelas masalah yang ada dan mereduksinya menjadi submasalah lebih sederhana
2. Mencari informasi dari sumber eksternal yang penting, termasuk para ahli dan produk terkait
3. Melakukan pencarian internal dengan memanfaatkan pengetahuan dan keahlian tim yang berpengalaman.
4. Melakukan penggalian secara sistematis dengan menggunakan metode klasifikasi pohon dan tabel kombinasi untuk mengorganisir pemikiran tim hingga mencapai solusi.
5. Merefleksikan terhadap solusi dan proses serta mengidentifikasi peluang perbaikan pada proyek dimasa mendatang.

2.6 Pembuatan Konsep

Penentuan konsep rancangan didasarkan pada fungsi individu dari setiap komponen mesin yang akan dibuat. Fungsi-fungsi ini kemudian diintegrasikan dalam sebuah sistem. Tahapan dalam pembuatan konsep rancangan, digunakan diagram *black-box* sebagai metode untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi dari setiap bagian komponen mesin. Terdapat tahapan-tahapan dalam pembuatan konsep yakni (Ibrahim, 2019):

1. Aktivitas memperjelas pekerjaan untuk mengklasifikasikan tugas yang perlu diselesaikan,
2. Membuat daftar tuntutan atau daftar persyaratan atau kebutuhan yang harus dipenuhi,
3. Membuat konsep rancangan,
4. Menguraikan fungsi dari usulan konsep rancangan,
5. Pembuatan alternatif konsep berdasarkan fungsi yang telah ditentukan,
6. Evaluasi berdasarkan aspek pembuatan, perakitan, serta perawatannya. Pada tahapan evaluasi, bobot nilai pada 3 (tiga) faktor yaitu:

- 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.

- a. Kemudahan dalam pembuatan,
- b. Urutan perakitan yang jelas, dan
- c. Pertimbangan perawatan yang akan dilakukan. Bobot nilai diberikan dalam tiga kategori diantaranya adalah baik, cukup, dan kurang.

2.6.1 Daftar Tuntutan

Daftar tuntutan merupakan kumpulan persyaratan yang harus dipenuhi dan diinginkan dalam melakukan perancangan produk. Dilakukan pendataan mengenai persyaratan yang harus dipenuhi dalam perancangan. Hal terpenting adalah kemampuan untuk membedakan persyaratan tersebut dan mengkategorikannya sebagai tuntutan primer keharusan (*demand*) atau termasuk pada tuntutan sekunder atau persyaratan yang diinginkan (*wishes*) tetapi tidak menjadi suatu keharusan dalam perancangan produk (Ulrich dan Eppinger, 2001). Adapun contoh daftar tuntutan dari perancangan produk (Meidi, dkk, 2020):

Tabel 2.1 Daftar Spesifikasi Tuntutan

No	Daftar Spesifikasi Tuntutan	Skala (<i>Demand or Wishes</i>)
1	Dimensi	
	a. Dapat mengolah adonan dengan ketebalan 1 mm menjadi 2 mm b. Memiliki dimensi sesuai kebutuhan pengguna	D D
2	Material	
	a. Menggunakan material rangka dan beberapa part besi padu, sehingga memungkinkan alat tidak mudah bergerak b. Komponen yang berhubungan dengan adonan menggunakan besi stainless agar tidak mudah berkarat	W D
3	Energi	D
4	Digerakkan oleh motor listrik	
	a. Dapat memipihkan adonan dengan kapasitas ketebalan 2 mm dan lebar 30 cm b. Dapat memotong adonan dengan bentuk zig-zag	D D
5	Ergonomi Area tombol, spindel, dan masukan adonan mudah dijangkau	D
6	Keselamatan	
	a. Menggunakan pelindung part sehingga berbahaya b. Tidak menyebabkan pekerja terlalu lelah	D W
7	Perawatan Menggunakan bahan yang mudah dijumpai (vendor tersedia)	W
8	Biaya Menggunakan part yang sesuai kebutuhan sehingga harga alat terjangkau bagi IKM	W

(Sumber: Meidi, dkk, 2020)

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.

2.6.2 Pendekatan Struktur Fungsi

Pendekatan terstruktur penyusunan konsep akan mengurangi kesalahan yang mungkin terjadi dalam perancangan dan pengembangan konsep dengan mencari serta mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, memberikan pengarahan kepada tim untuk penentuan alternatif dan menyediakan prosedur mekanisme untuk menentukan solusi parsial yang berhubungan.

Dekomposisi masalah adalah metode untuk memecahkan sebuah masalah yang kompleks menjadi submasalah yang lebih sederhana. Tujuan dari tahapan ini untuk mengidentifikasi dan menggambarkan elemen-elemen fungsional yang ada dalam produk tanpa mempertimbangkan prinsip kerja teknis yang spesifik atau detail implementasi konsep produk. Terdapat tahapan yang dilakukan dalam dekomposisi yaitu (Ulrich dan Eppinger, 2001):

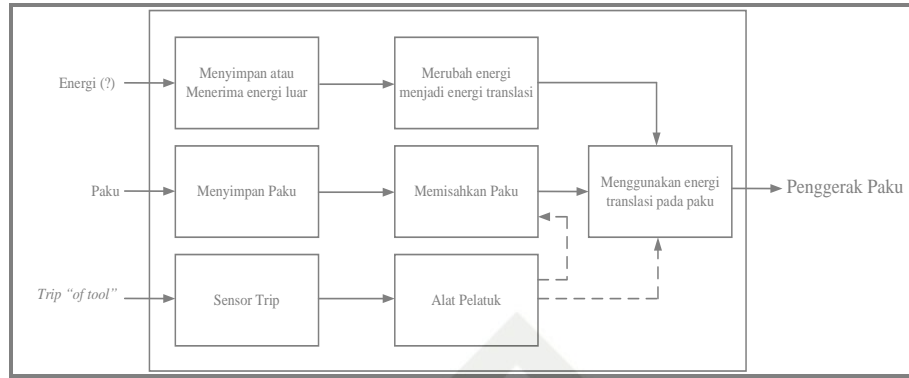
1. Langkah pertama dalam dekomposisi masalah adalah mengvisuaisasikan sebuah kotak hitam (*black box*) yang berhubungan dengan material, energi, dan aliran koneksi. Garis tipis kontinu digunakan untuk menunjukkan transfer dan konversi energi, garis tebal kontinu pada sisi lain menunjukkan perpindahan material dalam sistem, dan garis putus-putus menunjukkan aliran sinyal kontrol dan umpan balik dalam sistem.



Gambar 2.10 *Black Box* Keseluruhan
(Sumber: Ulrich dan Eppinger, 2001)

Langkah selanjutnya dalam dekomposisi fungsi adalah membagi *black box* utama menjadi subfungsi untuk membuat suatu gambaran yang lebih spesifik berdasarkan kegiatan kerja dari elemen produk untuk menerapkan seluruh fungsi produk. Suatu cara dapat berguna dalam membuat sebuah diagram adalah segera membuat beberapa *draft* konsep dan memperbaiki menjadi sebuah diagram tunggal.

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.



Gambar 2.11 Perbaikan Subfungsi
(Sumber: Ulrich dan Eppinger, 2001)

2.6.3 Menentukan Prinsip Solusi

Tahap menentukan prinsip solusi adalah alternatif konsep yang menjelaskan fungsi komponen dengan memberikan pilihan alternatif konsep dalam rangka mencari solusi yang paling optimal dengan mempertimbangkan penilaian secara teknis ataupun penilaian ekonomis. Untuk mencapai keberhasilan desain yang ideal, perlu dilakukan perancangan atau penetapan alternatif komponen dieksplorasi dan dievaluasi untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat memenuhi tujuan secara efektif (Komara dan Buchari, 2019).

Tabel 2.2 Kotak Morfologi 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 sepedamotor mudah - Operator 1 orang	Kelebihan - Menaikan sepeda motormudah - Operator 1 orang
Kekurangan : - Memerlukan dua operator untuk menaikan dan menurunkan sepedamotor	Kekurangan : - Pengangkatan bagian belakang <i>trailer rack</i> berat	Kekurangan : - Sudut kemiringan saat menaikan dan menurunkan sepedamotor cukup besar

(Sumber: Purwanto dan Rusianto, 2018)

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.

© Tabel 2.2 Kotak Morfologi Alternatif Konsep (Lanjutan)
















Sistem Penahan Roda Depan		
Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Sistem penahan <i>rack</i>	Sistem penahan jepit	Sistem penahan 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
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 panahan 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)

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.

2.6.4 Penggabungan Prinsip Solusi

Pemilihan konsep adalah proses kritis dalam perancangan produk yang melibatkan penilaian dan evaluasi satu atau lebih konsep berdasarkan berbagai kriteria termasuk kebutuhan pelanggan, baik teknis dan ekonomis, serta membandingkan kekuatan dan kelemahan relatif dari konsep, dan memilih satu atau lebih konsep untuk penyelidikan, pengujian, dan pengembangan konsep selanjutnya (Ibrahim, 2019). Adapun gambar alternatif fungsi keseluruhan adalah sebagai berikut (Meidi, 2020):

No	Fungsi Bagian	Alternatif Fungsi Bagian		
		ALT 1	ALT 2	ALT 3
1	Sumber Gerak	A1 	A2 	A3 
2	Transmisi Putar	B1 	B2 	B3 
3	Poros Pemipihan	C1 	C2 	C3 
4	Pisau	D1 	D2 	D3 
5	Penyetelan	E1 	E2 	E3 
AFK		ALT 1	ALT 2	ALT 3

Gambar 2.12 Alternatif Fungsi Keseluruhan
(Sumber: Meidi, 2020)

2.6.5 Seleksi Variasi Konsep

Seleksi konsep adalah proses penilaian dan pemilihan konsep yang dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai faktor termasuk kebutuhan pelanggan, aspek teknis, biaya dan aspek lainnya yang mendukung keberhasilan suatu konsep produk, membandingkan kelebihan dan kekurangan relatif setiap konsep (Ulrich dan Eppinger, 2001).

Pemilihan fungsi kombinasi yang paling ideal dilakukan dengan langkah mempertimbangkan dari seluruh alternatif dimana alternatif dinilai dengan melihat nilai tertinggi dari hasil penilaian aspek teknis dan aspek ekonomis. Terdapat aspek penting yang perlu dipertimbangkan dalam pembobotan atau seleksi yaitu aspek teknis dan aspek ekonomis (Meidi, 2020).

Tabel 2.3 Kotak Morfologi

Kurang	Sedang	Baik	Sangat Baik
1	2	3	4

(Sumber: Meidi, 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

©Tabel 2.4 Penilaian Aspek Teknis

Kriteria Penilaian	Bobot	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
		Nilai	Bobot nilai	Nilai	Bobot nilai	Nilai	Bobot nilai
Fungsi	25%	3	0,75	4	0,75	3	0,75
Waktu operasi	25%	3	0,75	3	0,75	2	0,5
Safety	15%	3	0,45	3	0,45	3	0,45
Kemudahan peralatan	10%	3	0,3	4	0,4	3	0,3
Kemudahan perakitan	15%	3	0,45	3	0,45	4	0,6
Maintenance	10%	3	0,3	4	0,4	3	0,3
Total	100%		3		3,2		2,9
Peringkat		2		1		3	
Keputusan		Tidak		Lanjut		Tidak	

(Sumber: Meidi, 2020)

Tabel 2.5 Penilaian Aspek Ekonomis

Kriteria Penilaian	Bobot	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
		Nilai	Bobot nilai	Nilai	Bobot nilai	Nilai	Bobot nilai
Biaya pabrikasi	35%	2	0,7	4	1,4	4	1,4
Biaya perawatan	25%	3	0,75	3	0,75	3	0,75
Biaya penggunaan	25%	3	0,45	3	0,75	2	0,5
Jumlah komponen	15%	3	0,45	4	0,6	4	0,6
Total	100%		2,65		3,5		3,25
Peringkat		3		1		2	
Keputusan		Tidak		Lanjut		Tidak	

(Sumber: Meidi, 2020)

2.7 Perwujudan *Design*

Perwujudan adalah solusi prinsip atau konsep produk teknis dikembangkan menjadi desain yang lebih rinci dan terarah sesuai dengan kriteria teknis dan ekonomi yang telah ditetapkan. Pada tahap ini, informasi lebih lanjut diperoleh dan desain diperinci sehingga dapat langsung diarahkan ke tahap produksi.

Kajian konstruksi sebagai proses memastikan keberhasilan fungsi dan performa komponen atau sistem rancangan, dapat dilakukan melalui validasi

- 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.

rancangan dengan merujuk pada geometri komponen yang digunakan untuk memastikan dapat mencapai tuntutan yang telah ditetapkan (Komara dan Buchari, 2019).

2.7.1 Pembuatan Rancangan

Draft rancangan lakukan sebagai hasil berdasarkan pertimbangan variasi rancangan dan telah ditentukan nilai ukurnya. *Draft* rancangan digunakan sebagai rujukan awal dalam pemenuhan kebutuhan serta mengartikan spesifikasi komponen yang dibutuhkan. Dengan *draft* rancangan dapat dilakukan pemesanan komponen terlebih dahulu, baik komponen standar maupun dimensi material khusus yang dibutuhkan. Informasi yang diperlukan pada *draft* rancangan tersebut terdiri dari, nomor urut komponen, nama komponen, banyaknya komponen dalam suatu gambar rakitan, dimensi komponen, serta jenis material yang digunakan (Ibrahim, 2019).

Tabel 2.5 *Draft* Perancangan Ampia

No	Keterangan	Deskripsi
1	Fungsi	Beroperasi dalam pemipihan dengan ketebalan yang dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan spesifikasi lebar adonan 31.5 cm dan maksimal ketebalan 2 mm dan dapat melakukan pemotongan berbentuk gerigi yang sudah disesuaikan dengan lebar potongan berjarak 6 cm.
2	Prinsip kerja	Proses pemipihan dan pemotongan dilakukan melalui transmisi penggerak motor listrik.
3	Perwujudan	Struktur rangka menggunakan besi siku untuk memberikan kekuatan dan ruang terhadap dudukan <i>part</i> .
4	Keamanan	Menggunakan <i>cover</i> pelindung <i>part</i> pada area transmisi, <i>pulley</i> , dan penyetelan.
5	Ergonomi	Tinggi alat disesuaikan berdasarkan kebutuhan tinggi pengguna. berlaku pada area masuk adonan dan handel penyetelan.
6	Produksi	Dapat digunakan untuk proses produksi pemipihan adonan.
7	Operasi	Sistem kerja hanya berlaku pada saat melakukan penyetelan poros pemipih.
8	Pemeliharaan	Perawatan pada <i>part</i> hanya terjadi pada area transmisi, dan dudukan <i>bearing</i> penyetelan. Dimana perlunya <i>preventive maintenance</i> dalam pelumasan dan penguncian baut.
9	Biaya	Menggunakan <i>part</i> yang mudah dijumpai dipasaran dan harga <i>part</i> yang terjangkau.

(Sumber: Meidi, 2020)

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

2.8 Tahap Penyelesaian

Tahapan Penyelesaian merupakan aktivitas akhir yang dilaksanakan pada perancangan menggunakan metode *Verein Deutsche Ingenieuer* (VDI) 2222. Tahapan penyelesaian bertujuan untuk menghasilkan gambar detail kerja komponen produk dan gambar susunan produk detail. Gambar kerja komponen disesuaikan secara terperinci sesuai dengan proses manufaktur yang akan dilakukan. Proses tambahan dilakukan dengan menambahkan gambar kerja perakitan untuk menunjukkan *assembly* dari produk. Jika terdapat perbaikan atau revisi yang perlu dilakukan pada gambar kerja komponen, gambar susunan, atau gambar kerja perakitan, informasi yang diperlukan untuk perbaikan akan dicantumkan. Hal ini memastikan bahwa perbaikan yang diperlukan dapat diimplementasikan dengan benar, dan gambar kerja yang telah direvisi dapat menggantikan versi sebelumnya (Ibrahim, 2019).

2.8.1 Gambar Detail

Fase gambar detail adalah seluruh aspek terkait proses desain akhir produk ditetapkan termasuk susunan, bentuk, dimensi dan sifat setiap komponen. Bahan yang digunakan dapat ditentukan, dan evaluasi terhadap kemungkinan produksi yang akan dilakukan. Estimasi biaya dilakukan untuk menghitung perkiraan biaya produksi dan semua gambar dan dokumen produksi lainnya dihasilkan. Detail hasil fase desain dalam spesifikasi informasi dalam bentuk dokumentasi produksi. Melakukan koreksi dan perbaikan, untuk mengurangi solusi pilihan secara keseluruhan dari konsep yang ada, sehingga akan meningkatkan rakitan *part* serta mengurangi biaya (Pahl, dkk, 2007).

2.9 Biaya Manufaktur

Biaya manufaktur atau yang sering disebut dengan biaya produksi adalah jumlah seluruh biaya yang digunakan sebagai *input* dari sistem sehingga menghasilkan *output* dari sebuah sistem. Adapun pembagian biaya produksi antaralain (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.

Biaya Komponen

Komponen standar suatu produk termasuk komponen yang dibeli dari *supplier*. Contohnya adalah motor, chip elektronik, dan sekrup. Lembaran baja, bijih plastik, atau batangan aluminium merupakan komponen lainnya yaitu suku cadang khusus yang dibuat sesuai dengan desain pabrikan.

Biaya Perakitan

Komponen-komponen perlu dilakukannya perakitan agar menjadi barang diskrit. Proses perakitan melibatkan biaya tenaga kerja dan biaya peralatan dan biaya perlengkapan.

Biaya *Overhade*

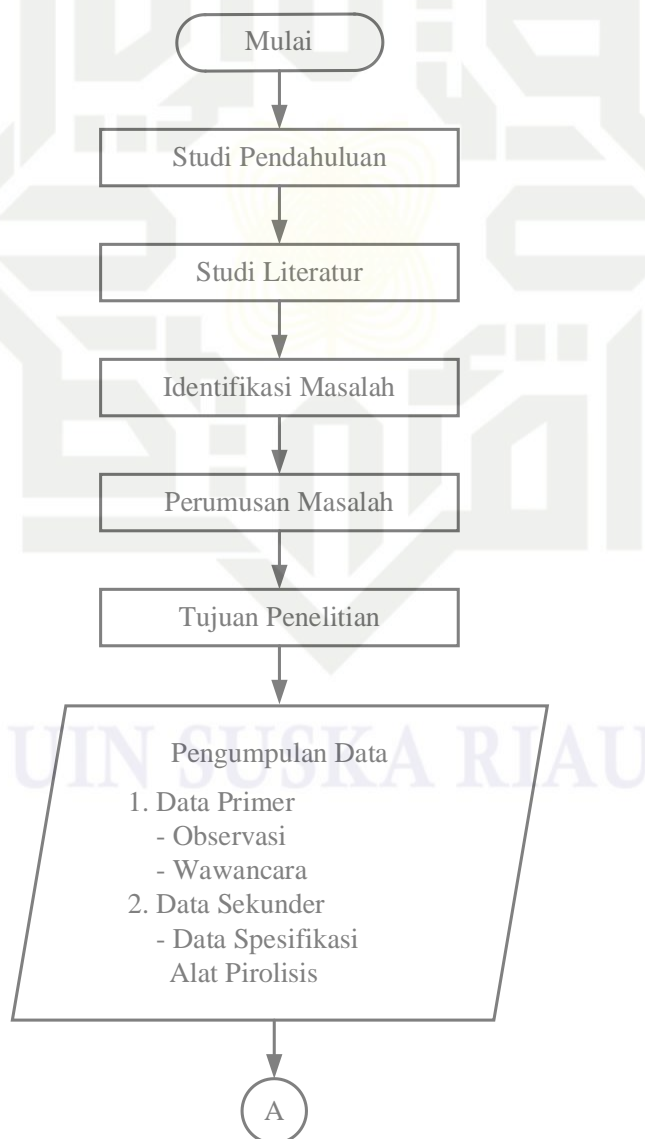
Biaya *overhade* merupakan kategori biaya yang digunakan untuk menutupi semua biaya lainnya yang tidak secara langsung diatribusikan ke produk tertentu terdapat biaya pendukung dan biaya alokasi tidak langsung. Biaya pendukung (*supporting costs*) adalah biaya yang terkait dengan penanganan material, jaminan kualitas, pembelian, dan pengiriman, penerimaan fasilitas, serta pemeliharaan peralatan dan perlengkapan. Biaya alokasi tidak langsung (*indirect allocation costs*) mencakup biaya yang tidak dapat langsung diatribusikan ke produk atau departemen tertentu.

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

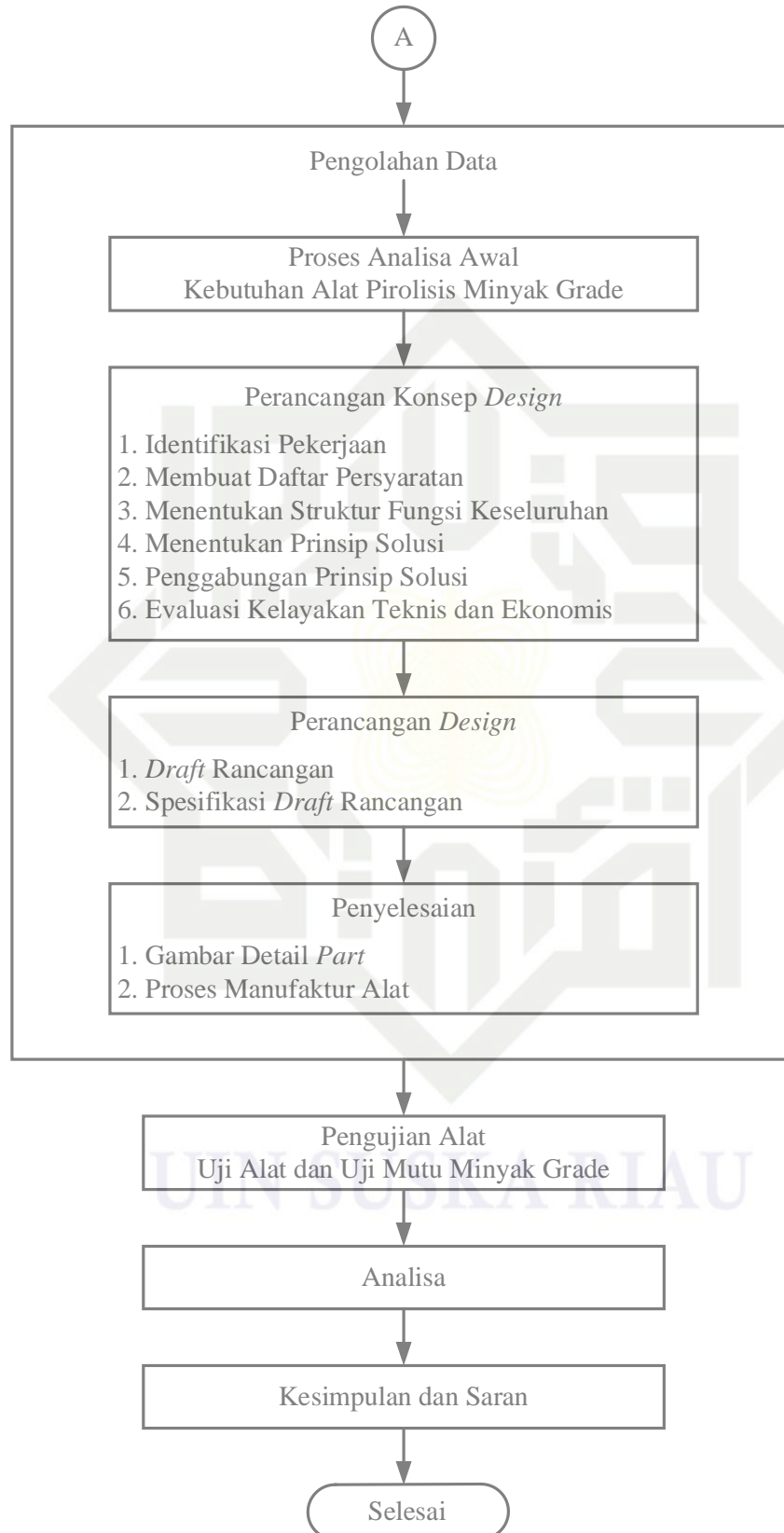
Metodologi penelitian ini memberikan informasi terkait rangkaian langkah yang dilakukan secara berurutan selama pelaksanaan penelitian guna untuk memecahkan suatu permasalahan. Metodologi penelitian ini direpresentasikan melalui diagram alur atau *flowchart* yang menggambarkan tahapan-tahapan yang dilakukan, setiap langkah dijabarkan secara detail untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap.



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



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)

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

Studi pendahuluan dilakukan sebagai langkah awal dalam melakukan penelitian yang merupakan cara mencari dan menemukan topik permasalahan yang akan diteliti dengan keadaan yang sesuai atau asli dilapangan. Pada tahapan ini dilakukan pengamatan terhadap:

1. Pemanfaatan olahan bahan baku tempurung kelapa.
2. Potensi olahan bahan baku tempurung kelapa jika diproduksi menjadi minyak *grade* diprovinsi Riau.
3. Proses pembakaran bahan baku tempurung kelapa pada alat destilasi atau alat pirolisis, mulai dari tahap memasukkan tempurung kedalam alat pirolisis hingga produk yang dihasilkan dari alat tersebut.
4. Mengetahui waktu proses pembakaran tempurung kelapa pada alat pirolisis.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur penelitian ini dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang mendalam tenrkait teori-teori atau konsep-konsep yang mendukung fokus penelitian. Fokus studi literatur meliputi perencanaan konsep, desain dan perancangan bentuk yang disusun dalam tahapan metode pada *Verein Deutsche Ingenieuer* (VDI) 2222. Sumber-sumber literatur yang digunakan termasuk jurnal-jurnal, buku dan karya ilmiah lainnya, sehingga dapat memperoleh pemahaman yang komprehensif dan mendalam mengenai teori yang terkait, serta memfasilitasi pengembangan teori yang diperlukan dalam penelitian yang akan dilakukan.

3.3 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan berdasarkan pengamatan yang dilakukan, terdapat topik permasalahan yang terjadi pada penelitian ini adalah kurangnya pemanfaatan tempurung kelapa di provinsi Riau, perlunya pengembangan terhadap pemanfaatan tempurung kelapa dikarenakan terdapat potensi pada tempurung kelapa untuk dijadikan barang yang lebih bernilai ekonomis yakni minyak *grade* yang bahkan mampu bersaing dipasaran internasional. Maka diperlukan sebuah rancangan mesin produksi minyak *grade* agar pemanfaatan tempurung kelapa lebih maksimal dan tidak menjadi suatu limbah.

3.4 Perumusan Masalah

Tujuan utama dalam perumusan masalah yakni untuk memperjelas pembahasan yang akan dilakukan terhadap persoalan yang terjadi dalam penelitian ini. Maka penelitian ini difokuskan tentang bagaimana merancang mesin atau alat pirolisis produksi minyak *grade* dengan bahan dasar tempurung kelapa dengan menggunakan pendekatan *Verein Deutsche Ingenieure 2222* (VDI 2222).

3.5 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dalam penelitian ini adalah memberikan rancangan serta menghasilkan alat produksi minyak *grade* dengan bahan dasar tempurung kelapa, mengetahui kapasitas minyak *grade* yang dihasilkan serta mengetahui karakteristik minyak yang dihasilkan.

3.6 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sebagai tahap memperoleh berbagai informasi atau data yang dibutuhkan untuk mendukung penelitian ini. Terdapat langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam proses pengumpulan data pada penelitian ini yaitu:

1. Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui pengamatan secara langsung dilapangan serta wawancara mengenai pemanfaatan tempurung kelapa pada provinsi Riau dengan mengumpulkan sampel data pada salah satu UMK.
2. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini berupa foto yang terkait dengan pemanfaatan tempurung kelapa, serta data produksi kelapa provinsi Riau berdasarkan data pada Badan Pusat Statistik (BPS) mencapai 377.807 dan 376.620 pada tahun 2020-2021.

3.7 Pengolahan Data

Pengolahan data penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tahapan *Verein Deutsche Ingenisuer* (VDI 2222). Penelitian ini diharapkan dapat mencapai tujuan sesuai dengan yang ditetapkan. Tahapan-tahapan pada pengolahan data penelitian ini dengan menggunakan metode ini adalah:

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.

3.7.1 Proses Analisa Awal

Langkah awal pada metode VDI 2222 adalah proses analisa awal, dimana langkah ini dilakukan terhadap analisa kebutuhan tentang minyak *grade* yang dihasilkan dari bahan baku tempurung kelapa. Dikarenakan proses kerja harus dilalui dengan menggunakan sebuah alat atau mesin maka dari itu dilakukan perancangan terhadap alat pirolisis produksi minyak *grade*.

3.7.2 Perancangan Konsep Design

Terdapat beberapa tahapan dalam pelaksanaan pembuatan konsep perancangan alat antara lain:

1. Mengidentifikasi Pekerjaan

Berdasarkan observasi yang dilakukan dilapangan terdapat pemanfaatan tempurung kelapa yang tidak maksimal, dimana tempurung kelapa dibakar dan dijadikan arang. Namun jika dimanfaatkan lebih maksimal pada proses pembakaran bahan baku tempurung kelapa dapat dijadikan sebagai minyak *grade* yang bernilai. Untuk menyelesaikan permasalahan yang ditemui pada kegiatan tersebut akan diselesaikan dengan perancangan alat produksi minyak *grade* dengan bahan dasar tempurung kelapa.

2. Membuat Daftar Persyaratan

Pembuatan daftar persyaratan dituangkan dalam rancangan alat pirolisis produksi minyak *grade* dengan bahan baku tempurung kelapa untuk penyesuaian terhadap kebutuhan dan tuntutan berdasarkan persyaratan metode VDI 2222 yaitu melalui aspek keinginan (*Wishes*) ataupun keharusan (*demand*) dari pengguna atau pemangku kepentingan yang harus dipenuhi dalam pembuatan alat.

3. Menentukan Struktur Fungsi Keseluruhan

Tahapan ini dilakukan untuk memastikan fungsi pada alat produksi minyak *grade* dengan bahan baku tempurung kelapa sebagai sarana pencarian alternatif dan pemecahan masalah, fungsi tersebut bekerja dengan menggunakan konsep *black box*. *Black box* mengacu pada pendekatan di mana fokus utama adalah pada input dan output dari suatu sistem atau proses.

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.

4. Menentukan Prinsip Solusi

Prinsip kerja dilakukan penentuan prinsip kerja yang tepat untuk sebagai sub fungsi yang ada. Maka didapatkan beberapa variasi konsep untuk rancangan alat. Prinsip kerja harus memenuhi karakteristik fungsi yang dibutuhkan oleh alat untuk beroperasi secara efektif. Untuk menentukan prinsip kerja yang tepat dibutuhkan pertimbangan faktor biaya, material dan *performance* agar diperoleh variasi konsep prinsip kerja yang paling optimal dan tepat.

5. Penggabungan Prinsip Solusi

Untuk mencapai fungsi keseluruhan yang diinginkan, diperlukan sintesis sistem dengan menggabungkan prinsip kerja menjadi struktur kerja. Tahapan ini melibatkan susunan variasi kombinasi alternatif fungsi bagian yang saling terkait, dengan mempertimbangkan spesifikasi elemen *part* dan keunggulan dari variasi konsep keseluruhan tersebut.

6. Evaluasi Kelayakan Teknis dan Ekonomis

Dalam pemilihan variasi konsep, penilaian aspek teknis dan ekonomis berperan dalam pengambilan keputusan alternatif terpilih yang akan dikembangkan pada tahap lanjut dalam fase perancangan produk. Pemilihan suatu konsep rancangan yang optimal didasarkan pada aspek-aspek yang menentukan kelayakan suatu konsep rancangan yang akan diimplementasikan. Pengambilan keputusan dinilai berdasarkan kekuatan dan kelemahan relatif dari konsep yang ada melalui aspek teknis meliputi pencapaian fungsi, waktu operasi, *safety*, ketahanan, kemudahan Perakitan, dan *maintenance* serta aspek ekonomis yang meliputi biaya pabrikasi, biaya perawatan, biaya penggunaan.

3.7.3 Perancangan *Design*

Terdapat tahapan-tahapan dalam proses perancangan *design* diantaranya adalah sebagai berikut:

1. *Draft* Rancangan

Fase perwujudan pengembangan *draft* rancangan awal merupakan tahapan penting dalam penentuan keseluruhan desain alat, proses produksi yang akan digunakan, dan memberikan uraian untuk setiap fungsi. Desain perwujudan

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.

melibatkan serangkaian langkah korektif yang terus-menerus dilakukan di mana analisis dan sintesis berperan dalam menentukan alternatif yang saling melengkapi. Dalam tahap ini, informasi yang diperoleh dari berbagai faktor yang mendukung seperti perwujudan dan prinsip kerja sangat penting untuk memandu proses perancangan. Perbaikan terus dilakukan sesuai dengan kebutuhan pengguna dan standar produk yang harus dipenuhi.

Spesifikasi *Part*

Pemilihan tahapan perwujudan dalam perancangan memiliki tujuan untuk menentukan konsep perwujudan yang akan dikembangkan lebih lanjut, yaitu dengan menentukan bentuk komponen dan bahan atau material. Hasil yang didapat harus memenuhi permasalahan secara keseluruhan yang kemudian akan diselesaikan sehingga semua fungsi utama terpenuhi dengan relevan.

Tahap perancangan *design* divisualisasikan melalui aplikasi *software autoCAD 2021* untuk perancangan berdasarkan gambar kerja 3 dimensi dan 2 dimensi yang mencakup komponen alat dan dimensi mesin.

3.7.4 Penyelesaian

Gambar keseluruhan alat secara detail diperoleh dari tahap penyelesaian setelah melalui tahap penyempurnaan. Spesifikasi lengkap dari bentuk, dimensi ukuran dan seluruh *part* pada produk. Tahap penyelesaian dapat memudahkan pengendalian proses produksi dalam rencana proses pabrikan dan perakitan. Sehingga mempermudah proses produksi secara masal jika dilakukan.

3.8 Pengujian Alat

Pengujian alat dilaksanakan sebagai bentuk untuk memenuhi capaian hasil yang akan dicapai, pada tahapan pengujian dilakukan uji kelayakan pada alat yang telah dibuat dan pengujian kelayakan terhadap karakteristik mutu minyak *grade* yang dihasilkan.

3.9 Analisa

Analisa dilakukan sebagai tahapan evaluasi dari hasil pengolahan data. Berdasarkan hasil pengolahan data, proses analisa akan lebih spesifik berdasarkan



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

hasil dari pengolahan data yang didapat. Analisa data dilakukan berdasarkan pendekatan *Verein Deutsche Ingenieur* (VDI) 2222 serta hasil pengujian alat dilakukan merujuk pada perancangan alat pirolisi produksi minyak *grade* dengan bahan dasar tempurung kelapa.

3.10 Kesimpulan dan Saran

Tahapan akhir dari penelitian yaitu penarikan kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan data dan penerapan metode *Verein Deutsche Ingenieur* (VDI) 2222. Teknik yang digunakan untuk penarikan kesimpulan adalah dengan merujuk kepada tujuan penelitian dan menganalisis hasil yang diperoleh dari pengolahan data yang telah dilakukan. Selain itu, tahapan ini memberikan saran yang berguna terhadap rancangan yang telah dibuat guna meningkatkan potensi dan produktivitas produksi minyak *grade* berdasarkan hasil penelitian. Saran dapat mencakup perbaikan design alat atau proses produksi, peninhkatan efisiensi, penggunaan teknologi atau faktor lain yang dapat memberikan kontribusi positif terhadap produksi minyak *grade* yang lebih baik.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini membahas terkait pengumpulan dan pengolahan data, mulai dari penggambaran alur aktivitas proses kerja, perancangan konsep *design* produk hingga penciptaan produk. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan langsung kepada pihak yang terlibat. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah tahapan serta proses pembuatan minyak *grade*, waktu yang diperlukan dalam proses produksi minyak *grade*, kapasitas produksi minyak *grade* yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan atau permintaan.

4.1. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan pada penelitian ini adalah belum adanya alat produksi minyak *grade* di Laboratorium Proses Manufaktur Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan data pendukung lainnya. Pengumpulan data yang dilakukan yakni observasi ke bagian departemen Laboratorium Proses Manufaktur Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau terkait produk alat pirolisis penghasil minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa yang akan dibuat. Terdapat spesifikasi alat pirolisis yang dapat digunakan sebagai referensi dalam rancangan alat pirolisis yang akan dibuat sebagai berikut:

Tabel 4.1 Spesifikasi Alat Pirolisis yang ada

No	Komponen Utama	Spesifikasi Komponen
1	Tabung reaktor	Tabung dengan kapasitas 20 kg
2	Tabung destilator	Tabung vertikal
3	Pipa penghubung	Pipa ½ inch
4	Penampungan hasil minyak	Bahan plastik
5	Pipa uap destilator	Berbentuk spiral
6	Pengukur suhu	Termokopel
7	Penyangga tabung destilator	Meja khusus

(Sumber: Pengolahan data, 2023)

4.2. Pengolahan Data

Langkah-langkah perancangan alat pirolisis yang akan dilakukan pada proses pengolahan data berdasarkan metode VDI 2222 sebelum pelaksanaan pembuatan produk adalah sebagai berikut:

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.

4.2.1 Proses Analisa Awal

Berdasarkan hasil perolehan data dan observasi kebutuhan serta permintaan minyak *grade* tempurung kelapa yang tinggi, menyebabkan timbulnya prospek kegiatan ekonomi yang tinggi pula. Alat produksi minyak *grade* atau alat pirolisis yang belum ada khususnya di Laboratorium Proses Manufaktur Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, akan sangat dibutuhkan dalam menunjang proses produksi minyak *grade*. Maka pada penelitian ini akan menciptakan alat pirolisis produksi minyak *grade* dengan harapan mampu menghasilkan minyak *grade* dengan waktu produksi yang efisien.

4.2.2 Perancangan Konsep *Design*

Tahapan konsep *design* dilakukan sebagai cara untuk menentukan solusi prinsip. Tahapan perancangan alat pirolisis produksi minyak *grade* ini dilakukan beberapa tahap penyelesaian konsep melalui identifikasi pekerjaan dengan memberikan informasi dalam bentuk tahapan uraian pekerjaan kemudian dilakukan penyelesaian tahapan pengumpulan informasi melalui daftar persyaratan yang berfokus pada kebutuhan dan keinginan alat yang akan dibuat. Berikut tahapan-tahapan yang dilakukan yaitu:

4.2.2.1 Mengidentifikasi Kebutuhan

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan dilapangan dalam hal ini alat yang akan diidentifikasi belum ada maka dapat diasumsikan bahwa alat pirolisis produksi minyak *grade* dengan bahan dasar tempurung kelapa dapat diciptakan dan diharapkan dapat menghasilkan minyak *grade* dengan kualitas yang baik dengan waktu produksi yang efisien.

4.2.2.2 Membuat Daftar Persyaratan

Daftar persyaratan atau tuntutan adalah kumpulan tolak ukur kebutuhan dan harapan yang harus dipenuhi oleh rancangan yang akan dibuat. Tuntutan utama (*Demand*) adalah tuntutan utama yang harus dipenuhi dalam membuat alat, sedangkan tuntutan keinginan (*Wishes*) adalah tuntutan keinginan yang bersumber dari pengguna. Daftar persyaratan ini bertujuan untuk menjelaskan kriteria 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

diinginkan pada alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa.

Tabel 4.2 Daftar Persyaratan

No	Daftar Spesifikasi Tuntutan	Skala (<i>Demand or Wishes</i>)
1	Dimensi a. Memiliki dimensi lebar dan ketinggian alat sesuai kebutuhan pengguna/pemakai	D
2	Material a. Menggunakan material dari pipa besi pada tabung reaktor dan destilator b. Menggunakan material besi pada komponen lainnya	D D
3	Energi a. menggunakan api dalam proses pembakaran b. menggunakan sirkulasi air pada tabung destilator	D D
4	Perakitan a. Rangka utama dapat dibongkar pasang b. Sistem perakitan komponen/part mudah dipahami	W D
5	Pengoperasian a. Mudah dioperasikan oleh pengguna	D
6	Keselamatan a. Tidak berbahaya saat alat digunakan	D
7	Perawatan a. Perawatan mudah b. Kerusakan mudah diperbaiki	D D
8	Ergonomis a. Tabung reaktor dan tabung destilator dapat dibongkar pasang pada komponen penghubungnya b. Memiliki pintu masuk dan keluar bahan baku	D D
9	Fungsi Dapat menghasilkan minyak <i>grade</i> berbahan dasar tempurung kelapa dari hasil pembakaran alat pirolisis	D
10	Biaya Menggunakan <i>part</i> yang sesuai kebutuhan sehingga harga alat terjangkau	W

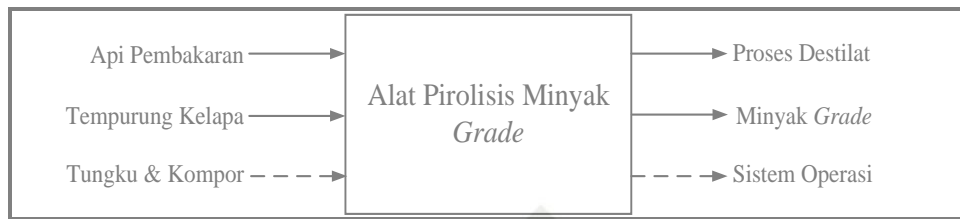
(Sumber: Pengolahan data, 2023)

4.2.2.3 Menentukan Struktur Fungsi Keseluruhan

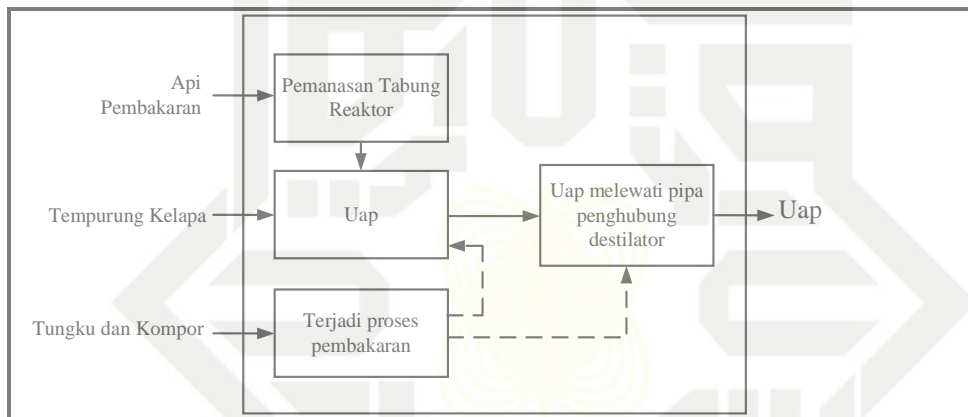
Tahapan ini dilakukan untuk mengalokasikan fungsi pada alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa sebagai media pencarian alternatif dan penyelesaian masalah fungsi tersebut. Fungsi keseluruhan alat

- 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.

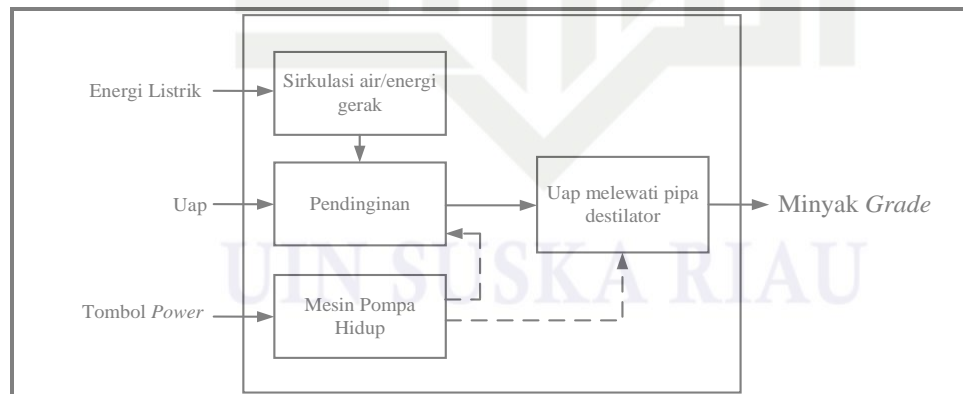
Proses pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa dapat digambarkan pada sketsa *Black Box* sebagai berikut:



Gambar 4.1 Sketsa *Black Box*
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)



Gambar 4.2 Dekomposisi Fungsional Sub Fungsi Tabung Reaktor
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)



Gambar 4.3 Dekomposisi Fungsional Sub Fungsi Tabung Destilator
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)


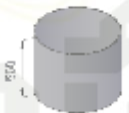









Prinsip kerja alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa yaitu ketika api pembakaran pada tungku dan kompor dinyalakan, maka sumber energi panas akan menyala dan menyebabkan proses pembakaran terjadi pada tabung reaktor yang berisi bahan baku berupa tempurung

kelapa, pada waktu proses pembakaran bahan baku berubah menjadi uap yang dialirkan menuju tabung destilator. Prinsip kerja pada tabung destilator yaitu ketika tombol *power* dinyalakan motor listrik pompa air akan hidup dengan mengalirkan air kedalam tabung destilator untuk melakukan proses sirkulasi pendinginan pada tabung destilator. Pada proses ini uap yang dialirkan dari tabung reaktor menuju tabung destilator diubah menjadi minyak karena adanya proses pendinginan, kemudian hasil minyak ditampung pada wadah dan sisa uap dikeluarkan melalui cerobong yang disediakan.

4.2.2.4 Menentukan Prinsip Solusi

Pada tahapan ini ada pemilihan alternatif konsep untuk perancangan alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa. Berikut adalah tabel morfologi dari 3 alternatif sebagai berikut:

Tabel 4.3 Tabel Morfologi

No	Kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Ketinggian tabung reaktor d = 405 mm	600 mm 	650 mm 	700 mm 
2	Bentuk Penutup atas tabung reaktor	Polos atau datar 	Kerucut 	
3	Bentuk pendingin tabung destilator	Pipa Polos 	Spiral 	Model A2W30 
4	Material	Pipa <i>Stainless steel</i> 	Pipa Besi Karbon 	Pipa Galvanis 

(Sumber: Pengolahan data, 2023)

Menentukan prinsip kerja dilakukan dalam berbagai sub fungsi, sehingga menggambarkan efek fisik yang dibutuhkan untuk pemenuhan fungsi tersebut dengan mempertimbangkan karakteristik geometris dan material.



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. Alternatif Fungsi Ketinggian Tabung Reaktor

Tabel 4.4 Alternatif Fungsi Ketinggian Tabung Reaktor

A 1	Alternatif 1	A2	Alternatif 2	A3	Alternatif 3
Ketinggian reaktor 60 cm		Ketinggian reaktor 65 cm		Ketinggian reaktor 70 cm	
Kelebihan : 1. Ringan 2. Harga murah 3. Panas lebih cepat naik ke bagian atas		Kelebihan : 1. Berat 2. Kapasitas sedang 3. Panas cepat naik ke bagian atas		Kelebihan : 1. Berat 2. Kapasitas banyak	
Kekurangan : 1. Kapasitas lebih sedikit		Kekurangan : 1. Harga mahal		Kekurangan : 1. Panas akan lambat naik ke bagian atas 2. Harga mahal	

(Sumber: Pengolahan data, 2023)

2. Alternatif Fungsi Bentuk Penutup Atas Tabung Reaktor

Tabel 4.5 Alternatif Fungsi Bentuk Penutup Atas Tabung Reaktor

B1	Alternatif 1	B2	Alternatif 2
Penutup Datar		Penutup Kerucut	
Kelebihan : 1. Proses pembuatan mudah 2. Biaya murah		Kelebihan : 1. Uap yang dihasilkan berkumpul dan menuju ke ujung kerucut	
Kekurangan : 1. Uap menyebar dan tidak langsung menuju ke lubang distribusi ke tabung destilator		Kekurangan : 1. Biaya pembuatan mahal 2. Proses pembuatan rumit	

(Sumber: Pengolahan data, 2023)

3. Alternatif Fungsi Bentuk Pendingin Tabung Destilator

Tabel 4.6 Alternatif Fungsi Bentuk Pendingin Tabung Destilator

C1	Alternatif 1	C2	Alternatif 2	C3	Alternatif 3
Besi Pipa Lurus		Besi Pipa Spiral		Besi Pipa Model A2W30	
Kelebihan : 1. Bentuk yang simple 2. Biaya murah		Kelebihan : 1. Uap lebih lama di dalam tabung destilator 2. Minyak yang dihasilkan lebih bagus		Kelebihan : 1. Uap lebih lama di dalam tabung destilator 2. Pendinginan uap maksimal	

(Sumber: Pengolahan data, 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.

© Tabel 4.6 Alternatif Fungsi Bentuk Pendingin Tabung Destilator (Lanjutan)

C1	Alternatif 1	C2	Alternatif 2	C3	Alternatif 3
Kekurangan : 1. Uap langsung menuju pembuangan 2. Minyak yang dihasilkan tidak maksimal		Kekurangan : 1. Biaya pembuatan mahal 2. Pembuatan rumit		Kekurangan : 1. Biaya pembuatan mahal	

(Sumber: Pengolahan data, 2023)

4. Alternatif Fungsi Material Tabung Reaktor

Tabel 4.7 Alternatif Fungsi Tabung Reaktor

D1	Alternatif 1	D2	Alternatif 2	D3	Alternatif 3
Besi Pipa <i>Stainless Steel</i>		Besi Pipa Karbon		Besi Pipa Galvanis	
Kelebihan : 1. Ringan 2. Tidak mudah rusak 3. Tidak mudah berkarat 4. Mudah dibersihkan		Kelebihan : 1. Bahan kuat 2. Harga murah 3. Proses pengelasan mudah 4. Bahan yang mudah dijumpai (vendor tersedia)		Kelebihan : 1. Harga murah 2. Ringan	
Kekurangan : 1. Harga lebih mahal 2. Bersifat penghantar panas 3. Tidak ekonomis 4. Berubah menghitam 5. Proses penyatuan bahan sulit		Kekurangan : 1. Mudah berkarat		Kekurangan : 1. Lebih cepat panas 2. Harga mahal 3. Proses pengelasan sulit	

(Sumber: Pengolahan data, 2023)

4.2.2.5 Penggabungan Prinsip Solusi

Berdasarkan tabel morfologi pemilihan alternatif sebelumnya telah dijelaskan beberapa pemilihan komponen pada alat yang akan dibuat. Pada tahap ini akan dilakukan penggabungan varian konsep alternatif fungsi bagian menjadi satu alternatif fungsi keseluruhan. Adapun tabel gabungan berdasarkan varian konsep alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa sebagai berikut:

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.

Tabel 4.8 Alternatif Variasi Konsep

No	Fungsi Bagian	Alternatif Fungsi Bagian		
		ALT 1	ALT 2	ALT 3
1	Ketinggian Tabung Reaktor	A1	A2	A3
2	Bentuk Penutup Bagian Atas	B1		B2
3	Bentuk Pendingin Tabung Destilator	C1	C2	C3
4	Material	D1	D2	D3
Alternatif Variasi Konsep		AVK 1	AVK 2	AVK 3

(Sumber: Pengolahan data, 2023)

Berdasarkan tabel alternatif variasi didapatkan tiga alternatif variasi konsep (AVK) yaitu:

1. Alternatif Variasi Konsep 1 (AVK 1)

Alternatif variasi konsep 1 diperoleh dengan kriteria tabung reaktor yang digunakan memiliki diameter 405 mm dengan ketinggian 600 mm dengan kapasitas yang cukup sedikit serta penggunaan penutup tabung yang berbentuk datar, untuk bagian fungsi pendingin tabung destilator berbentuk Spiral untuk memaksimalkan proses destilasi pada tabung, dengan material yang digunakan yakni *stainless steel* untuk mengurangi biaya perawatan dan tidak mudah berkarat.

Keuntungan:

- a. Tidak mudah berkarat
- b. Ringan
- c. Tahan dalam jangka waktu yang lama
- d. Mudah dibersihkan

Kerugian:

- a. Biaya pembuatan mahal
- b. Proses pembuatan harus menggunakan mesin las jenis Mig atau las Argon

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

Alternatif Variasi Konsep 2 (AVK 2)

Alternatif variasi konsep (AVK) 2 diperoleh dengan kriteria tabung reaktor yang digunakan memiliki diameter 405 mm dengan ketinggian 650 mm dengan kapasitas yang cukup banyak serta penggunaan penutup tabung yang berbentuk kerucut, untuk bagian fungsi pendingin tabung destilator berbentuk lengkungan besi pipa ukuran 1 inch yang disusun pada keempat sisi pipa utama untuk memaksimalkan proses destilasi pada tabung dan meminimalisir cepatnya uap keluar kecerobong asap, dengan material yang digunakan yakni besi karbon untuk mengurangi biaya pembuatan dan memudahkan proses pengerjaan alat.

Keuntungan:

- a. Bahan mudah dijumpai (vendor tersedia)
- b. Proses pembuatan mudah
- c. Tahan lama
- d. Memiliki penutup berbentuk kerucut yang membuat uap berkumpul pada titik tertinggi kerucut sehingga uap cepat masuk kedalam tabung destilator

Kerugian:

- a. Biaya pembuatan cukup mahal
- b. Alat yang di buat cukup berat karena berbahan besi karbon
- c. Besi karbon akan berkarat

Alternatif Variasi Konsep 3 (AVK 3)

Alternatif variasi konsep 3 diperoleh dengan kriteria tabung reaktor yang digunakan memiliki diameter 405 mm dengan ketinggian 700 mm dengan kapasitas yang banyak serta penggunaan penutup tabung yang berbentuk datar, untuk bagian fungsi pendingin tabung destilator berbentuk pipa polos dengan material yang digunakan yakni galvanis untuk mengurangi biaya perawatan dan tidak mudah berkarat.

Keuntungan:

- a. Tidak mudah berkarat
- b. Bahan yang ringan



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.

Kerugian:

- a. Proses pembuatan yang sulit harus menggunakan mesin las jenis khusus
- b. Bahan galvanis tidak tahan panas
- c. Biaya mahal

4.2.2.6 Evaluasi Kelayakan Teknis Dan Ekonomis

Setelah didapatkan varian konsep alternatif fungsi keseluruhan alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa dilakukan evaluasi penilaian kelayakan teknis dan ekonomis dengan tahapan memberikan bobot penilaian pada masing-masing variasi konsep. Berikut adalah tabel penilaian kelayakan teknis dan ekonomis:

Tabel 4.9 Kriteria Penilaian

Sangat Kurang	Kurang	Cukup Baik	Baik	Sangat Baik
1	2	3	4	5

(Sumber: Pengolahan data, 2023)

Tabel 4.10 Aspek Teknis

No	Kriteria Penilaian	Bobot	AVK 1 (REF)		AVK 2		AVK 3	
			Nilai	Bobot Nilai	Nilai	Bobot Nilai	Nilai	Bobot Nilai
1	Pencapaian fungsi	25%	4	1	5	1,25	3	0,75
2	Waktu operasi (efisiensi)	25%	4	1	4	1	3	0,75
3	<i>Safety</i>	15%	4	0,6	4	0,6	4	0,6
4	Ketahanan	15%	4	0,6	3	0,45	3	0,45
5	Kemudahan perakitan	10%	4	0,4	4	0,4	3	0,3
6	<i>Maintenance</i>	10%	4	0,4	4	0,4	3	0,3
Total		100%	4		4,1		3,15	
Peringkat			2		1		3	
Keputusan			Tidak		Ya		Tidak	

(Sumber: Pengolahan data, 2023)

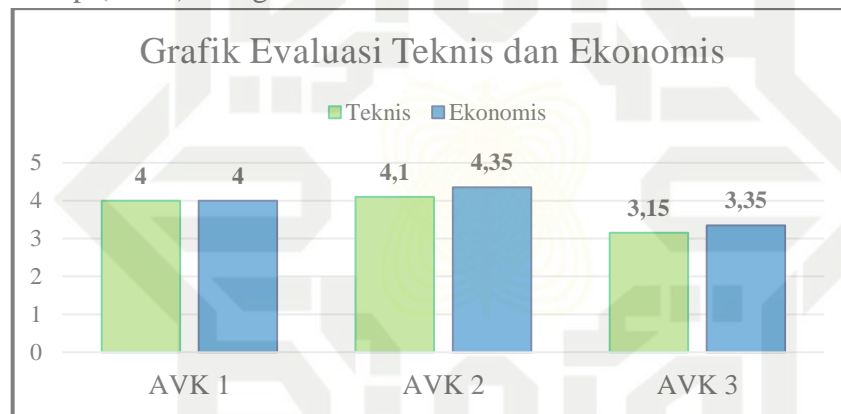
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan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

©Tabel 4.11 Aspek Ekonomis

No	Kriteria Penilaian	Bobot	AVK 1 (REF)		AVK 2		AVK 3	
			Nilai	Bobot Nilai	Nilai	Bobot Nilai	Nilai	Bobot Nilai
1	Biaya pabrikasi	35%	4	1,4	5	1,75	4	1,4
2	Biaya perawatan	35%	4	1,4	4	1,4	3	1,05
3	Biaya penggunaan	30%	4	1,2	4	1,2	3	0,9
Total		100%		4		4,35		3,35
Peringkat			2		1		3	
Keputusan			Tidak		Ya		Tidak	

(Sumber: Pengolahan data, 2023)

Adapun grafik evaluasi teknis dan ekonomis pada pemilihan alternatif variasi konsep (AVK) sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik Evaluasi Teknis dan Ekonomis
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan diagram diatas maka alternatif variasi konsep yang paling optimal dari 3 alternatif diatas adalah alternatif konsep 2 berdasarkan penilaian aspek teknis dan aspek ekonomis karena mempunyai nilai skor tertinggi dengan total 4,1 perhitungan aspek teknis dan nilai 4,35 perhitungan aspek ekonomis.

4.2.3 Perancangan Design

Hasil dari alternatif konsep *design* yang terpilih, dibuat *draft* rancangan, spesifikasi *part* rancangan, dan desain menggunakan *software AutoCAD*. Berikut tahapan-tahapan yang dilakukan dalam perancangan *design* yaitu:

1. Draft Rancangan

Draf perancangan alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa dapat dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 4.12 Draft Rancangan

No	Keterangan	Deskripsi
1	Fungsi	Mesin ini berfungsi untuk menghasilkan produk minyak <i>grade</i> berbahan dasar tempurung kelapa
2	Prinsip kerja	Prinsip kerja alat pirolisis adalah ketika api dinyalakan pada tungku dibawah tabung reaktor, terjadi proses pembakaran yang dapat menghasilkan uap panas, kemudian uap menuju ujung kerucut pada penutup lalu diteruskan menuju tabung destilator. tombol <i>power</i> dihidupkan, motor penggerak akan hidup dan memberikan tekanan untuk memompa air sehingga terjadi sirkulasi pada tabung destilator guna untuk proses destilasi atau perubahan uap menjadi minyak. Uap yang diteruskan melalui pipa pada tabung destilator akan keluar menjadi minyak pada lubang minyak dan sisa uap dikeluarkan melalui cerobong asap.
3	Perwujudan	Struktur alat pirolisis menggunakan besi dari bahan baja karbon agar lebih kuat dan tahan lama
4	Produksi	Menghasilkan minyak <i>grade</i> dari bahan baku tempurung kelapa
5	Operasi	Sistem kerja dilakukan dengan membuka pintu masuk pada untuk memasukkan bahan baku tempurung kelapa pada tabung reaktor. Sistem kerja tabung destilator dengan menghidupkan pemompa air dengan menekan tombol <i>power</i> untuk melakukan sirkulasi air pada tabung.
6	Pemeliharaan	Pemeliharaan pada alat ini yaitu pada bagian tabung reaktor yang harus dibersihkan setelah proses produksi selesai
7	Biaya	Komponen atau bahan baku yang mudah ditemui di pasaran (vendor tersedia)

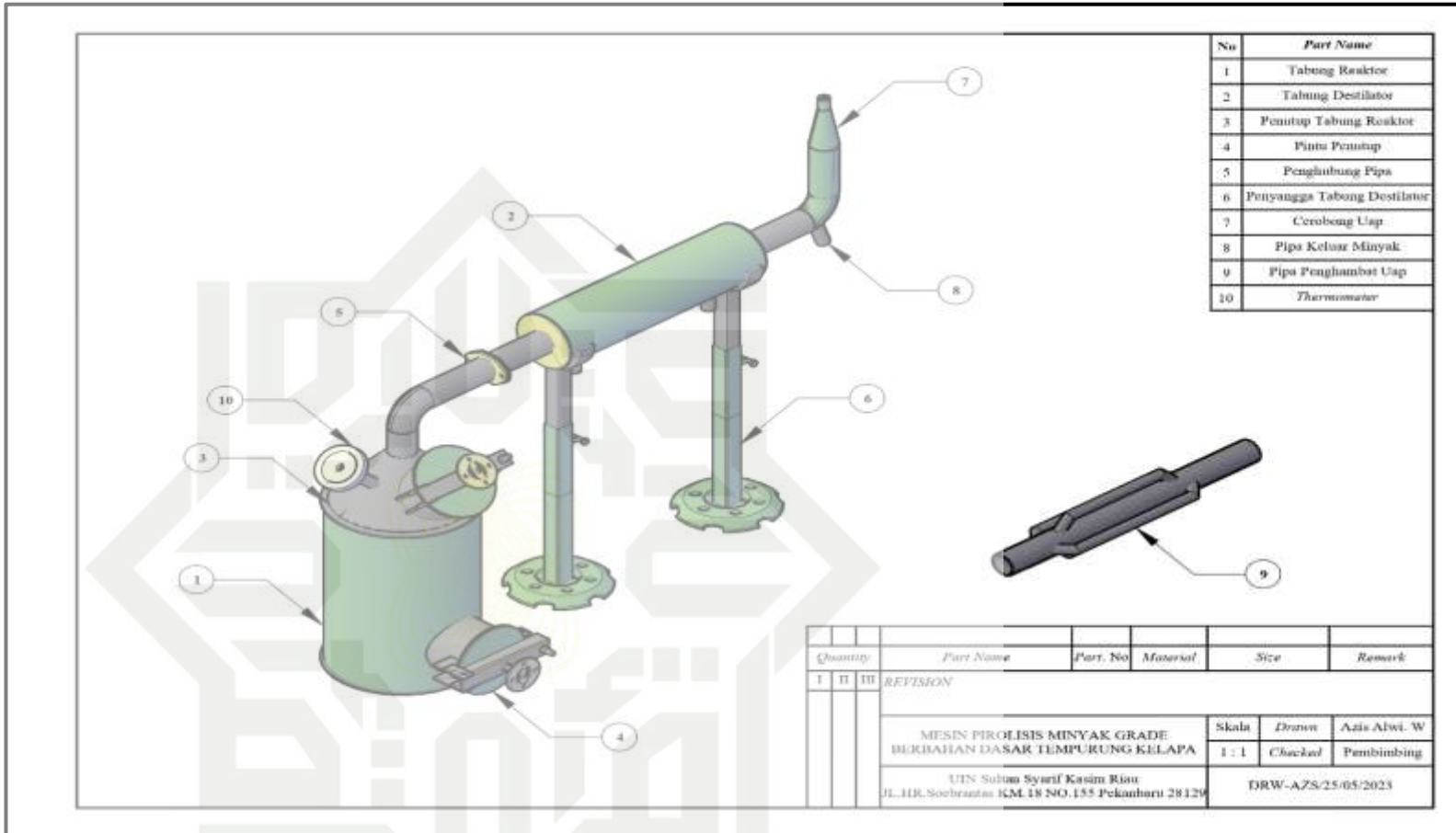
(Sumber: Pengolahan data, 2023)

4. Rancangan Alat

Pada tahapan ini terdapat gambar rancangan alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa 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 kritikan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Visualisasi 2D Rancangan Alat Pirolisis



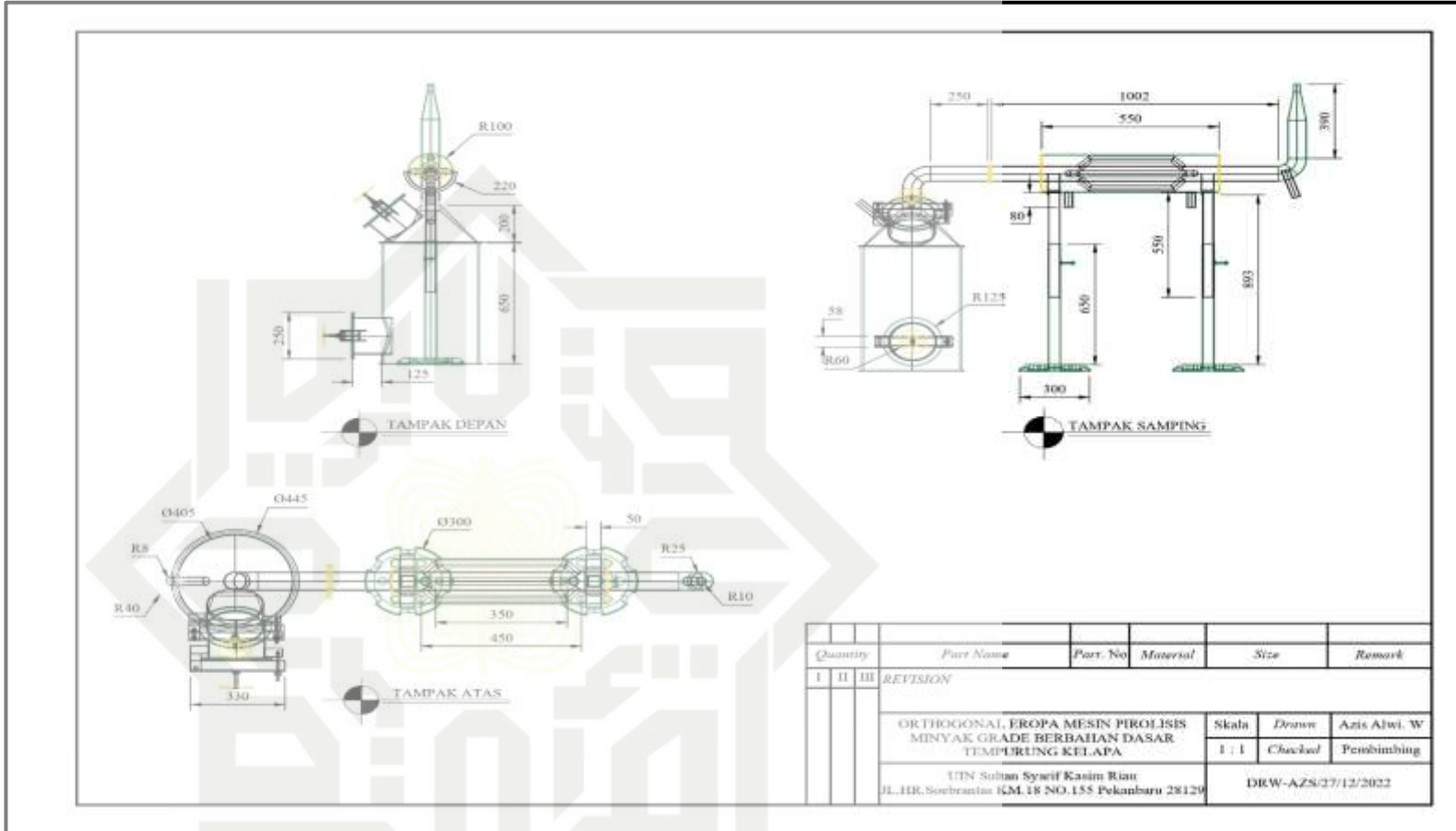
Gambar 4.5 Rancang Bangun Alat Pirolisis Tampak 3 Dimensi

(Sumber: Pengolahan Data, 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 kritikan.
 - 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.

b. Visualisasi 3D Rancangan Alat Pirolisis



Gambar 4.6 Rancang Bangun Alat Pirolisis Tampak 2 Dimensi
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

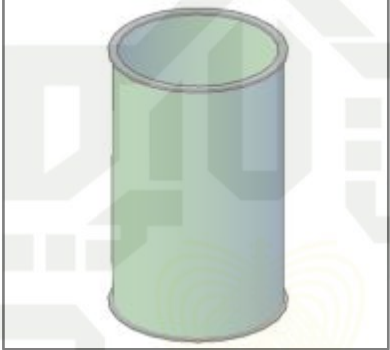

4.2.4 Penyelesaian

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam tahap penyelesaian sebagai berikut:

1. Gambar Detail Part

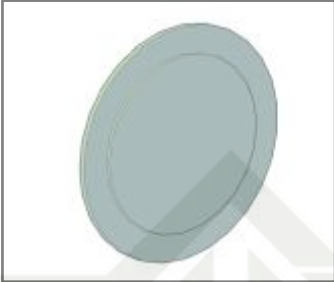
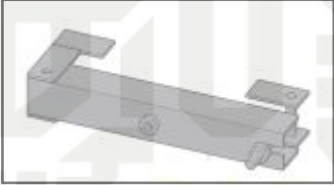

Berikut adalah tabel gambar detail alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa yaitu:

Tabel 4.13 Gambar Detail alat pirolisis produksi minyak *grade*

No	Part	Gambar	Deskripsi	Jumlah	Spesifikasi Dimensi
1	Tabung Reaktor		Berfungsi sebagai wadah bahan baku (tempurung kelapa)	1	Diameter = 405 mm Panjang = 650 mm ketebalan = 10 mm
2	Penutup Kerucut		Berfungsi sebagai penutup atas tabung reaktor	1	Diameter alas = 405 mm Diameter atas = 50 mm Ketebalan = 3 mm

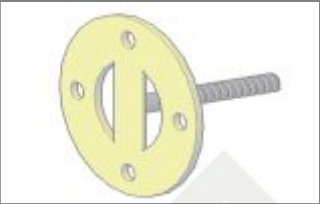
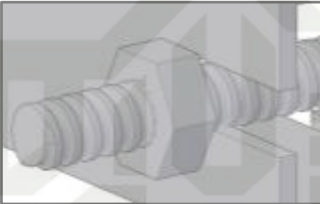
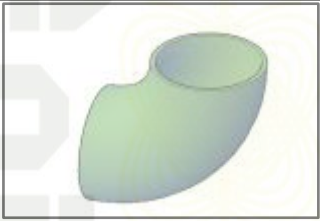

(Sumber: Pengolahan data, 2023)

Tabel 4.12 Gambar Detail alat pirolisis produksi minyak *grade* (Lanjutan)

No	Part	Gambar	Deskripsi	Jumlah	Spesifikasi Dimensi
3	Pintu penutup/plat penutup		Berfungsi sebagai penguncian atau menutup tabung reaktor	2	Diameter = 340 mm Ketebalan = 6 mm
4	Engsel penutup		Berfungsi sebagai pengunci pintu penutup pada tabung reaktor	2	Panjang = 380 mm
5	Kedudukan pintu penutup		Berfungsi untuk kedudukan atau alas untuk plat penutup	2	Diameter = 200 mm Panjang = 15 cm

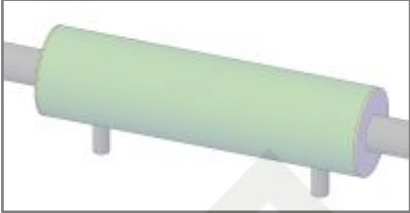

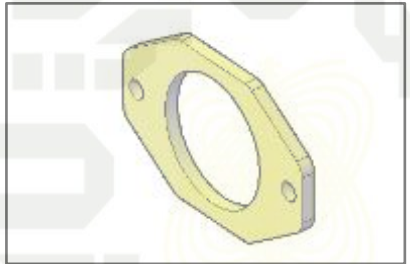
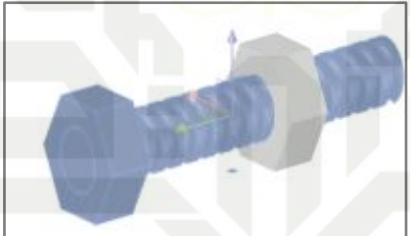
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

Tabel 4.13 Gambar Detail alat pirolisis produksi minyak *grade* (Lanjutan)

No	Part	Gambar	Deskripsi	Jumlah	Spesifikasi Dimensi
6	Baut		Berfungsi sebagai pengunci pintu penutup	4	Panjang = 13 cm Ukuran = 24
7	Mur		Berfungsi sebagai pengunci pintu penutup	4	Ukuran = 24
8	Pipa <i>Elbow</i>		Berfungsi sebagai penghubung antar pipa dengan sudut 90°	2	Ukuran 1 ½ inch
9	Pipa		Berfungsi sebagai penghubung antara tabung reaktor dan tabung destilator	3	Diameter = 50 mm Panjang = 250 mm (2 buah) Panjang = 950 mm (1 buah)

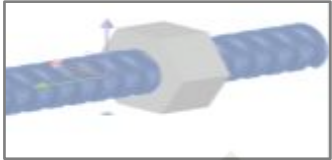
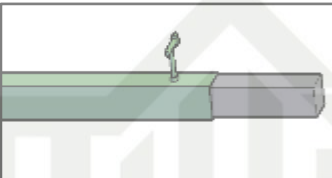


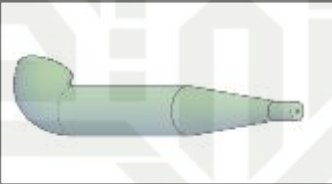
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

Tabel 4.13 Gambar Detail alat pirolisis produksi minyak *grade* (Lanjutan)

No	Part	Gambar	Deskripsi	Jumlah	Spesifikasi Dimensi
10	Tabung destilator		Berfungsi sebagai tempat perubahannya uap tempurung kelapa menjadi minyak	1	Diameter = 200 mm Panjang = 550 mm
11	Pipa dalam tabung destilator/ Model A2W30		Berfungsi untuk memperlambat perubahan uap tempurung kelapa menjadi minyak	4	Diameter = 20 mm Panjang = 450 mm (2 buah) Panjang = 350 mm (2 buah)
12	Plat penghubung		Berfungsi sebagai kedudukan penghubung antara pipa tabung reaktor dan pipa tabung destilator	2	Panjang = 120 mm Lebar = 80 mm Ketebalan = 6 mm
13	Baut		Berfungsi sebagai pengunci pipa penghubung	2	Panjang = 5 cm Ukuran = 14

(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

Tabel 4.13 Gambar Detail alat pirolisis produksi minyak *grade* (Lanjutan)

No	Part	Gambar	Deskripsi	Jumlah	Spesifikasi Dimensi
14	Mur		Berfungsi sebagai pengunci pipa penghubung	2	Ukuran = 14
15	Tiang penyangga		Berfungsi sebagai penyangga tabung destilator	2	Besi <i>hollow</i> ukuran 50 x 50 mm Panjang = 650 mm (2 buah) Besi <i>hollow</i> ukuran 45 x 45 mm Panjang = 550 mm (2 buah)
16	Plat penyangga		Berfungsi sebagai penyangga tabung destilator	2	Besi ½ pipa ukuran 40 mm
17	Alas penyangga		Berfungsi sebagai bagian bawah	2	Diameter 350 mm
18	Pipa cerobong		Berfungsi untuk keluarnya sisa uap dari proses destilasi	1	Panjang = 80 mm

(Sumber: Pengolahan Data, 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Proses Manufaktur Alat

Proses pembuatan alat pirolisis dilakukan untuk mengetahui bentuk nyata dari alat yang telah dirancang. Berikut merupakan keterangan spesifikasi dari alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa adalah :

- a. Tabung reaktor menggunakan pipa besi karbon dengan panjang diameter 405 mm dengan ketebalan 10 mm dan ketinggian 650 mm
- b. Penutup berbentuk kerucut menggunakan bahan plat besi karbon ketebalan 3 mm dengan diameter alas 405 mm dan ketinggian 200 mm
- c. Pintu masuk dan keluarnya bahan baku menggunakan pipa ketebalan 5 mm, ukuran diameter 200 mm dengan panjang 100 mm, dengan penutup berdiameter 340 mm dengan ketebalan 8 mm
- d. Menggunakan pipa penghubung dengan ukuran 1 ½ inch dengan ketebalan 1,5 mm
- e. Tabung destilator menggunakan pipa besi karbon dengan diameter 200 mm dengan panjang 550 mm dan ketebalan 5 mm.
- f. Pendingin tabung destilator berbentuk lengkungan besi pipa ukuran 1 inch yang disusun pada keempat sisi pipa utama dengan Panjang 450 mm dan 350 mm dengan masing masing berjumlah 2 buah
- g. Terdapat *elbow* penghubung dengan ukuran 1 ½ inch dengan jumlah 2 buah

Adapun hasil proses manufaktur perancangan alat pirolisis adalah sebagai berikut:



Gambar 4.7 Proses Manufaktur Alat
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)



Estimasi biaya

Estimasi biaya dilakukan untuk memperkirakan biaya rancangan alat. Adapun rekapitulasi keseluruhan biaya sebagai berikut:

Tabel 4.14 Data Rekapitulasi Estimasi Biaya Material

No	Part	Penggunaan Pada Alat	Ukuran/Tipe	Kebutuhan	Keterangan	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Besi pipa Karbon	Tabung Reaktor	Besi pipa karbon 16"	65 cm	Harga per kg	Rp 13,000.00,-	Rp 689,000.00,-
2	Besi pipa Karbon	Pipa penghubung	Besi pipa karbon 1 ½ "	200 cm	Harga per kg	Rp 13,000.00,-	Rp 325,000.00,-
3	Besi pipa Karbon	Tabung Destilator	Besi pipa karbon 11"	75 cm	Harga per kg	Rp 13,000.00,-	Rp 104,000.00,-
4	Plat Lingkar	Alas tabung reaktor	Plat 3 mm	42 cm	Harga per kg	Rp 12,000.00,-	Rp 78,000.00,-
5	Plat persegi	Pintu penutup dan penutup tabung destilator	Plat 6 mm	70 cm	Harga per kg	Rp 12,000.00,-	Rp 264,000.00,-
6	Plat persegi	Penutup kerucut	Plat 3 mm	65 cm	Harga per kg	Rp 12,000.00,-	Rp 128,000.00,-
7	Besi UMP	Engsel Penutup	UMP 50 x 50 mm	100 cm	Harga per kg	Rp 12,000.00,-	Rp 36,000.00,-
8	Elbow	Penghubung berbentuk 90°	Elbow 1 ½ "	2 unit	Harga per unit	Rp 14,000.00,-	Rp 28,000.00,-
9	Besi Pipa	Untuk membuat bentuk bagian dalam tabung destilator	Pipa ½ "	200 cm	Harga per kg	Rp 12,000.00,-	Rp 42,000.00,-
10	Cat Epoxy	Pengecatan bentuk dalam tabung destilator anti bocor	Diton 9120 primer grey	1 unit	Harga per unit	Rp 41,000.00,-	Rp 41,000.00,-
11	Lem Packing	Merekatkan packing agar tidak bocor	Unibond grey	1 unit	Harga per unit	Rp 7,000.00,-	Rp 7,000.00,-

(Sumber: Pengolahan Data, 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 kritikan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of S

Tabel 4.14 Data Rekapitulasi Estimasi Biaya Material (Lanjutan)

No	Part	Penggunaan Pada Alat	Ukuran/Tipe	Kebutuhan	Keterangan	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
12	Klem slang	Pengunci selang	Klem 1/2	1 unit	Harga per unit	Rp 2,000.00,-	Rp 2,000.00,-
13	Baut dan mur baja	Sebagai Pengait pipa penghubung	Ring-14 p. 15	2 unit	Harga per unit	Rp 5.000.00,-	Rp 10,000.00,-
14	Baut dan mur baja	Sebagai pengunci engsel penutup	Ring-16 p. 35	2 unit	Harga per unit	Rp 3,000.00,-	Rp 6,000.00,-
15	Mur Tembaga	Penyambung letaknya <i>thermometer</i>	Mur Tembaga uk 27	1 unit	Harga per unit	Rp 6,000.00,-	Rp 6,000.00,-
16	Tiang Penyangga	Sebagai penyangga tabung destilator	<i>Hollow</i> uk 50 x 50 mm	130 cm	Harga per unit	Rp. -	Rp. -
17	Alas penyangga	Sebagai alas penyangga tabung destilator	Talam Pelak Dina uk 36	2 unit	Harga per unit	Rp. -	Rp. -
Jumlah							Rp.1.775.000.00,-

(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

Tabel 4.15 Data Rekapitulasi Estimasi Biaya Non Material

No	Jenis Biaya	Biaya Total
1	Biaya manufaktur (tenaga kerja)	Rp 300.000.00,-
2	Biaya non material	Rp 250.000.00,-

(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

Rekapitulasi total biaya material, tenaga kerja dan non material pembuatan alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa dengan total biaya keseluruhan sebesar Rp. 550.000.00-

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
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.16 Data Rekapitulasi Estimasi Biaya

No	Jenis Biaya	Harga
1	Biaya material	Rp. 1.775.000.00,-
2	Biaya manufaktur	Rp 300.000.00.-
3	Biaya non material	Rp 250.000.00.-
Jumlah		Rp 2.375.000.00,-

(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

Estimasi biaya total untuk melakukan pembuatan alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa adalah sebesar **Rp 2.375.000.00.-**

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.

4.2.5 Pengujian Alat

Pada tahapan ini dilakukan pengujian efisiensi alat hasil rancangan yaitu dengan melakukan pengujian fungsional berdasarkan alat yang dirancang dan menentukan hasil minyak *grade* berdasarkan pengujian yang dilakukan. Terdapat hasil uji coba dari proses produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa setelah menggunakan alat pirolisis hasil rancangan yakni:

1. Hasil pengujian 1 pada alat pirolisis produksi minyak *grade* dengan bahan baku tempurung kelapa dengan volume bahan baku sebanyak 17 kg.



Gambar 4.8 Hasil Minyak *Grade* Pengujian 1
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

2. Pengujian kedua pada alat pirolisis produksi minyak *grade* bahan baku tempurung kelapa dengan volume bahan baku sebanyak 17 kg.



Gambar 4.9 Hasil Minyak *Grade* Pengujian 2
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

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.

Berdasarkan hasil dari pengujian alat pirolisis yang telah dilakukan, terdapat hasil rijek pembakaran tempurung kelapa berupa arang tempurung yaitu sebagai berikut:

1. Rijek tempurung kelapa hasil proses pirolisis pada tabung reaktor pada pengujian 1 mengalami penyusutan, sehingga jumlah berat arang tempurung sebesar 14 kg.



Gambar 4.10 Rijek Tempurung Kelapa Pengujian 1
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

2. Rijek tempurung kelapa hasil proses pirolisis pada tabung reaktor pada pengujian 2 mengalami penyusutan sebanyak 4,5 kg sehingga menghasilkan arang tempurung dengan jumlah 12,5 kg.



Gambar 4.11 Rijek Tempurung Kelapa Pengujian 2
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

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.

Berikut data rekapitulasi dari hasil pengujian proses pirolisis yang dilakukan menggunakan alat yang dirancang yaitu:

Tabel 4.17 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Alat Pirolisis Produksi Minyak *Grade*

No	Jumlah Bahan Baku	Waktu Uji Alat	Jenis Alat Pembakaran	Jumlah tabung gas (digunakan)	Temperatur Pembakaran	Hasil Minyak
1	17 kg	5 jam 8 menit	Kompor gas	2 buah	55°C	700 ml
2	17 kg	10 jam	Kompor gas	4 buah	85°C	2000 ml

(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

4.2.5.1 Pengujian Karakteristik Minyak *Grade*

Penentuan karakteristik pada minyak *grade* yang dihasilkan, dilakukan dengan pengujian berdasarkan kadar minyak dan sifat fisik minyak *grade* yaitu sebagai berikut:

4.2.5.1.1 Pengujian Berdasarkan Isi Kandungan Minyak *Grade*

Pengujian dilakukan dengan menentukan kadar zat yang terkandung dalam minyak *grade* yang dihasilkan yaitu sebagai berikut:

1. Pengukuran pH meter pada asap cair yang dihasilkan alat pirolisis yang dirancang.



Gambar 4.12 Pengukuran pH Pengujian 1
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

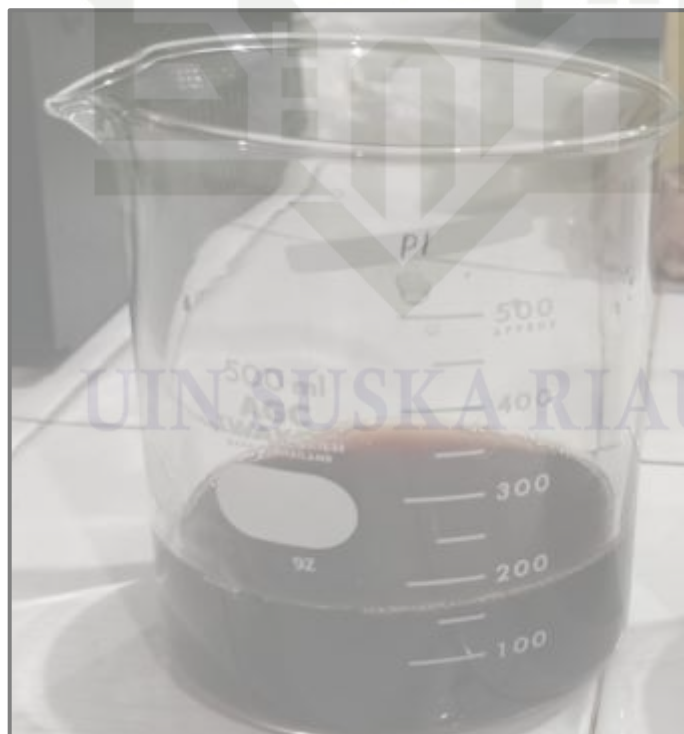
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Berikut hasil pengukuran pH meter asap cair pada pengujian ke dua:



Gambar 4.13 Pengukuran pH Pengujian 2
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

2. Pengukuran persentase total asam tertitrasi pada asap cair yang dihasilkan rancangan alat pirolisis

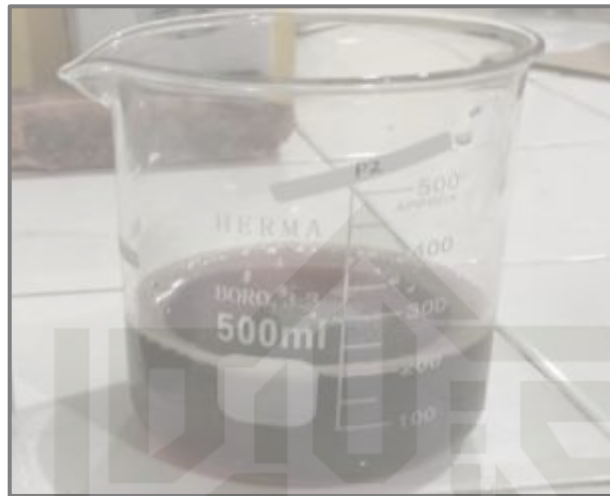


Gambar 4.14 Uji Total Asam Tertitrasi Pengujian 1
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

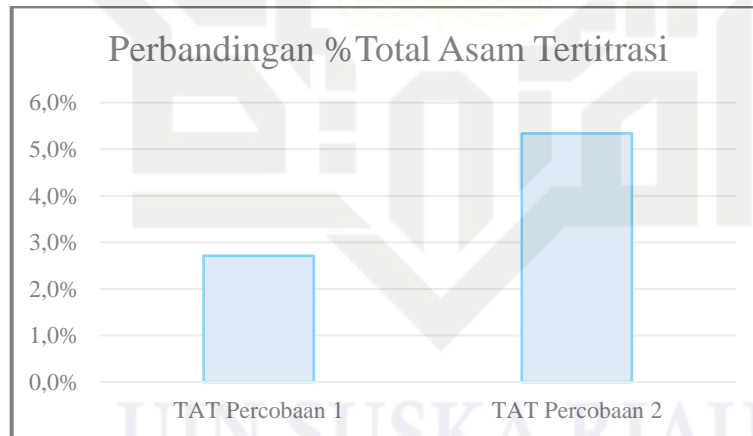
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Berikut hasil pengukuran persentase total asam tertitrasi asap cair pada pengujian ke dua:



Gambar 4.15 Uji Total Asam Tertitrasi Pengujian 2
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

Berikut adalah perbandingan persentase total asam tertitrasi antara pengujian 1 dan pengujian 2 yakni:



Gambar 4.16 Perbandingan Persentase TAT
(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

Tabel 4.18 Rekapitulasi Uji Nilai Kadar Kimia pada Minyak *Grade* yang Dihasilkan

No	Kadar	SNI Asap Cair	Asap Cair Pengujian 1	Asap Cair Pengujian 2
1	Rendemen (%)		4,12%	11,76%
2	pH	1,5-3,0	4,38	3,53
3	Total Asam Tertitrasi (%)	4,5-15,0	2,71%	5,34%

(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

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.

Berdasarkan Rekapitulasi Uji Nilai Kadar Kimia pada Minyak *Grade* yang dihasilkan menyatakan bahwa:

1. Pada pengujian pertama terdapat kadar Rendemen (%) sebesar 4,12%, kadar pH sebesar 4,38 dan Total Asam Tertitrasi (%) sebanyak 2,71%. Maka berdasarkan standarisasi yang ada di Indonesia (SNI) asap cair yang dihasilkan tergolong pada kategori mutu 2 dan layak digunakan.

2. Pada pengujian kedua terdapat kadar Rendemen (%) sebesar 11,76%, kadar pH sebesar 3,53 dan Total Asam Tertitrasi (%) sebanyak 5,34%. Maka berdasarkan standarisasi yang ada di Indonesia (SNI) asap cair yang dihasilkan tergolong pada kategori mutu 2 dan layak digunakan.

Berdasarkan pernyataan diatas dapat diketahui bahwa asap cair pada pengujian pertama dan kedua berpotensi digunakan sebagai koagulan dan anti mikroba.

4.2.5.1.2 Pengujian Berdasarkan Fisik Minyak *Grade*

Uji fisik asap cair terdiri dari warna dan aroma yang dihasilkan dari asap cair tempurung kelapa adalah:

Tabel 4.19 Uji Fisik Minyak *Grade* yang dihasilkan

No	Parameter	Asap Cair Pengujian 1	Asap Cair Pengujian 2
1	Warna	Kuning kecoklatan tua	Kuning kecoklatan
2	Aroma	Asap menyengat	Asap menyengat

(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan uji fisik yang dilakukan dapat dinyatakan bahwa asap cair pada hasil pengujian 1 dan pengujian 2 pada penelitian ini dapat dikategorikan pada *grade* C, karena asap cair berwarna kuning kecoklatan dan beraroma yang menyengat.

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 VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian perancangan alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa, dapat dipetik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan peneliti, didapatkan kapasitas bahan baku tempurung kelapa pada tabung reaktor sebanyak 17 kg. Dengan kategori 17 kg tempurung kelapa pecahan dan 10 kg tempurung kelapa dibelah dua.
2. Perancangan alat pirolisis minyak *grade* dilakukan dengan menggunakan konsep *Verein Deutsche Ingenieure 2222* (VDI 2222) dengan hasil yang terpilih pada konsep alternatif variasi (AVK 2) dua dengan bentuk *design* rancangan pada gambar 4.5 rancang bangun alat pirolisis tampak 3D dan gambar 4.6 rancang bangun alat pirolisis tampak 2D. Rancangan alat pirolisis ini memiliki kelebihan diantaranya memiliki ketahanan yang kuat karena terbuat dari bahan baku besi karbon, memiliki sistem pintu masuk dan keluarnya bahan baku untuk memudahkan proses produksi serta memiliki penyangga tabung destilator yang dapat diatur ketinggiannya. sehingga pendekatan tersebut dapat menjadi alternatif untuk memenuhi tuntutan persyaratan dari rancangan alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa terhadap pengguna.
3. Berdasarkan hasil uji laboratorium yang dilakukan peneliti didapatkan bahwa minyak *grade* yang dihasilkan termasuk dalam kategori *grade* C atau termasuk pada kategori layak guna dengan mutu 2 pada standar nasional Indonesia.

6.2 Saran

Dalam penulisan ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan. Pada perancangan alat pirolisis produksi minyak *grade* berbahan dasar tempurung kelapa masih diperlukannya modifikasi sehingga dapat dilanjutkan bagi



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 milik UIN Suska Riau State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

peneliti selanjutnya seperti penambahan pegangan pada bagian pintu masuk dan keluarnya bahan baku agar proses produksi dapat dilakukan lebih mudah.

Mengingat tugas akhir ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan data-data, waktu dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Maka dari itu sangat diperlukan saran, masukan serta kritikan yang membangun terkait dengan penerapan keilmuan dan pengembangan produk dalam bidang ilmu Teknik Industri.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, penulis memberikan saran yang diharapkan dapat diambil tindakan guna dapat memberikakan hasil yang lebih baik pada penelitian berikutnya.

1. Disarankan peneliti selanjutnya dapat lebih memahami konsep pada tabung destilator atau konsep destilasi guna dapat menghasilkan minyak yang lebih baik dan dapat mengurangi waktu siklus produksi.
2. Disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk menghitung jumlah volume produksi berdasarkan alat pirolisis yang telah dibuat dengan melakukan proses pembakaran sempurna terhadap tempurung kelapa (tempurung kelapa terbakar hingga habis).
3. Disarankan peneliti selanjutnya melakukan proses pirolisis menggunakan bahan bakar yang lebih efektif sehingga dapat mengurangi biaya produksi.

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR PUSTAKA

- Ariatma, A. A., Kadir, A., & Fahrudin, F. (2019). Pemanfaatan Limbah Serabut Kelapa Di Desa Korleko Kecamatan Labuhan Haji Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Warta Desa (JWD)*, 1(3).
- Arif, S., Rahmad, H., Susanto, R. E. W., Hamidah, F. N., & Widyastuti, R. (2022). Aplikasi Mesin Pengayak Arang Tempurung Kelapa Guna Meningkatkan Produktivitas Di UD. Arang Tempurung Blitar. *Jurnal ABDINUS: Jurnal Pengabdian Nusantara*, 6(1), 152-162.
- Bakhri, S., & Tafsir, F. U. (2022). Analisis Fungsional Struktural Peluang dan Tantangan Jawa Tengah Menjadi Sentra Industri Kecil dan Menengah Pengolahan Kelapa, *Jurnal Entitas Sosiologi Published by Laboratorium Sosiologi FISIP Universitas Jember*, 11 (2), 121-134.
- Balikan, C. M., Tooy, D., & Wenur, F. (2021). Kajian Pembuatan Asap Cair Tempurung Kelapa Dengan Proses Pirolisis Dan Destilasi Di Sulawesi Utara. *Jurnal Teknologi Pertanian (Agricultural Technology Journal)*, 12(2), 97-104.
- Fathussalam, M., Putranto, A. W., Argo, B. D., Harianti, A., Oktaviani, A., Puspaningarum, F. P., & Putri, S. L. O. (2019). Rancang bangun mesin produksi asap cair dari tempurung kelapa berbasis teknologi cyclone-redistillation. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 7(2), 148-156.
- Handayani, I., & Sa'diyah, K. (2022). Pengaruh Waktu Pirolisis Serbuk Gergaji Kayu Terhadap Hasil Asap Cair. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(1), 28-35.
- Hermita, R. (2019). Memanfaatkan Limbah Batok Kelapa Menjadi Berbagai Macam Bentuk Kerajinan. *PROPORSI: Jurnal Desain, Multimedia Dan Industri Kreatif*, 4(2), 93-104.
- Ilsa, I., Musa, W. J., & Rahman, S. W. (2019). Pemanfaatan asap cair tempurung kelapa sebagai pestisida organik terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). *Jambura Journal of Chemistry*, 1(1), 15-20.
- Kailaku, S.I., Syakir, M., Mulyawanti I., & Syah A. (2017). Antimicrobial Activity of Coconut Shell Liquid Eng. 206. DOI:10.1088/1757-889X/206/I/012050
- Latipah, N., & Syarifuddin, S. (2019). Keterampilan Mahasiswa dalam Membuat Produk Olahan Berbahan Dasar Buah Kelapa. *IJIS Edu: Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 1(2), 115-124.

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.

- © Machmud, M. N., & Ali, M. (2022). Limbah Tempurung Kelapa diuji Guna Menjadi Bahan Bakar Alternatif. *Journal of Engineering and Science*, 1(1), 9-19.
- Manalu, A., & Mesra, M. (2019). Analisis Analisis Produk Kerajinan Lampu Hias Dari Batok Kelapa Pada Perajin Wak Jek Art (Wja) Di Medan Ditinjau Dari Bentuk. *Gorga: Jurnal Seni Rupa*, 8(1), 267-271.
- Media & Ibrahim, B. (2019). Studi Perancangan Mesin Pencacah Cokelat Kapasitas Produksi 600Kg/Jam dengan Metode VDI 2222. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur*, 1(2), 99-112.
- 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).
- Mustofa, R., Ismail, R., & Setiyana, B. (2022). Perancangan Dan Pengembangan Produk Alat Terapi Jari Untuk Membantu Proses Rehabilitasi Pasien Pasca Stroke. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(2), 145-150.
- Pahl, G., W. Beitz., et al. *Engineering Design A Systematic Approach Third Edition*. ISBN-10: 1846283183. British Library Cataloguing in Publication Data. 2007.
- Prasetyo, G., Lubis, N., & Junaedi, E. C. (2021). Kandungan Kalium dan Natrium dalam Air Kelapa dari Tiga Varietas Sebagai Minuman Isotonik Alami: Review: Potassium and Sodium Content in Coconut Water from Three Varieties As Natural Isotonic Drinks. *Jurnal Sains dan Kesehatan (J. Sains Kes.)*, 3(4), 593-600.
- 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.
- Rahmayani, D., Meilani, D., Zadry, H. R., & Saputra, D. A., (2018). Perancangan Produk & aplikasinya. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas. Padang.
- Ramadan, T. R., Setiawan, I., & Kurniawati, T. (2022). Analisis Pendapatan Dan Kelayakan Usaha Kerajinan Tempurung Kelapa. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 9(2), 767-775.
- Ridhuan, K., Irawan, D., & Setiawan, R. (2020). Comparison of types and size of biomass on pyrolysis combustion toward the results of bio-charcoal and liquid smoke. *Journal of Engineering and Scientific Research*, 2(1), 10-15.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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.

Sahrudin, R. P., Syaiful, A. Z., & Gazali, A. (2021). Uji Kualitas Asap Cair Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu Metode Pirolisis. *Jurnal Saintis*, 2(2), 72-78.

Saloko, S., Basuki, E., Handito, D., & Dwikasari, L. G. (2022). Penanganan Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Produk Bernilai Ekonomi Tinggi. *Jurnal PEPADU*, 3(1), 139-144.

Sudirman, S., & Santoso, H. (2021). Pengujian Kuat Tekan Briket Biomassa Berbahan Dasar Arang Dari Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 8(2), 101-108.

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

Widyatmoko, R. H., Rahardjo, J. O., & Pradana, S. B. (2020). Perancangan Unit Pencekam Ban pada Mesin Vulkanisasi Dingin Ban Truk dan Bus dengan metode VDI 2222. *Jurnal ATMI*.

Yulia, A., Sari, F. P., & Arisandi, M. (2019). Analisis Kelayakan Pendirian Usaha Pengolahan Tempurung Kelapa di Kecamatan Pengabuan, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 8(2), 145-

LAMPIRAN

1. DOKUMENTASI ALAT PIROLISIS

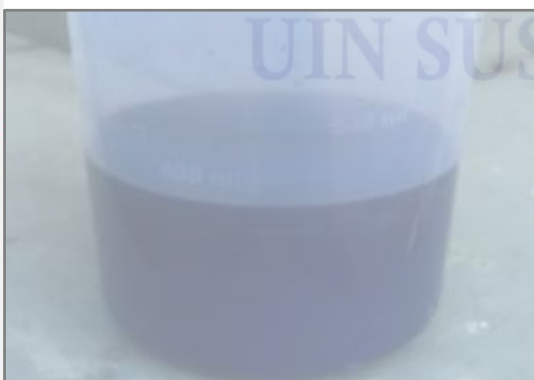


© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan 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.



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan 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.

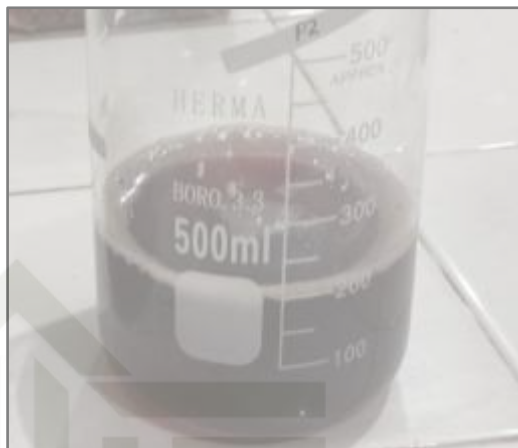
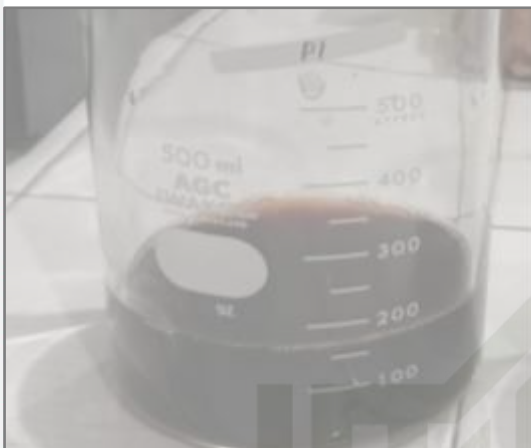
2. DOKUMENTASI PENGUJIAN LAB

2. Hak cipta milik 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.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



LAMPIRAN B

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Azis Alwi Wardana lahir di Sungai Putih, kecamatan Kampa, kabupaten Kampar, pada tanggal 30 Oktober 2000. Penulis merupakan anak dari pasangan suami istri dari Sudarma Yamin dan Nasriah. Penulis adalah anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis memiliki 2 orang adik, adik yang pertama bernama Teguh Zaini Ikhrom dan adik yang kedua bernama Syakila Dewi Maharani. Adapun perjalanan pendidikan penulis

adalah sebagai berikut :

Tahun 2007	Memasuki Sekolah Dasar Negeri 012 Sungai Putih dan lulus pada tahun 2013.
Tahun 2013	Memasuki SMP Negeri 02 Kampar Timur dan lulus pada tahun 2016
Tahun 2016	Memasuki Sekolah Menengah Akhir Negeri 1 Rumbio Jaya jurusan IPA dan lulus pada tahun 2019.
Tahun 2019	Terdaftar sebagai Mahasiswa Universitas Islam Negeri (UIN) Sultan Syarif Kasim Riau, Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Teknik Industri.

Nomor Handpone 0822-1403-5506

E-mail aziswardana05@gmail.com

Penelitian tugas akhir ini berjudul “PERANCANGAN ALAT PIROLISIS PRODUKSI MINYAK *GRADE* DENGAN BAHAN BAKU TEMPURUNG KELAPA MENGGUNAKAN METODE *VEREIN DEUTCHER INGENIEURE* (VDI) 2222”

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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.