

**TUGAS AKHIR**  
**PRARANCANGAN PABRIK KARBON AKTIF**  
**DARI CANGKANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis Jacq*)**  
**KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**



Oleh :

- |                        |           |
|------------------------|-----------|
| 1. Hidayat             | I 0516021 |
| 2. Rahadyan Akbar H.K. | I 0516035 |

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**SURAKARTA**  
**2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**PRARANCANGAN PABRIK KARBON AKTIF**  
**DARI CANGKANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq)**  
**KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

Oleh :

Hidayat I 0516021

Rahadyan Akbar H.K. I 0516035

Pembimbing I



Anatta Wahyu Budjiman, S.T., Ph.D.

NIP. 1988110420161001

Pembimbing II





Dr. Joko Waluyo, S.T., M.T.

NIP. 198602162014041001

Dipertahankan di depan tim penguji :

1. Ir. Paryanto, M.S.  
NIP. 19580425 198601 1 001
2. Dr. Endang Kwartiningsih, S.T., M.T.  
NIP. 19730306 199802 2 001

1/7/2020

1.  .....
2.  .....

Disahkan,  
Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia



Dr. Adrian Nur, S.T., M.T.

NIP. 19730108 200012 1 001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*) Kapasitas 10.000 ton/tahun”. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan baik dukungan material maupun moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

3. 1. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan doa, materi dan semangat yang senantiasa diberikan tanpa kenal lelah.
4. 2. Bapak Anatta Wahyu Budiman, S.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Joko Waluyo, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingannya dan bantuannya dalam penulisan tugas akhir
5. 3. Bapak Dr. Adrian Nur, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
6. 4. Teman- teman mahasiswa teknik kimia Universitas Sebelas Maret angkatan 2016

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surakarta, Juni 2020

**Penulis**

**DAFTAR ISI**

LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
INTISARI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.2 Penentuan Kapasitas Rancang Pabrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.3 Pemilihan Lokasi Pabrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.4 Tinjauan Pustaka .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.4.1 Karbon aktif .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.4.2 Kelapa Sawit .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.4.3 Kegunaan Produk.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.4.4 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.4.5 Tinjauan Proses .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II DESKRIPSI PROSES .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.1.1 Spesifikasi Bahan Baku .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.1.2 Spesifikasi Produk .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2 Konsep Proses.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.1 Dasar Reaksi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.2. Mekanisme Reaksi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.3. Tinjauan Kinetika .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2.4 Tinjauan Termodinamika .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.3. Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.3.1. Mekanisme Reaksi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

II.4. Tinjauan Proses.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.5. Lay Out Pabrik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III SPESIFIKASI ALAT PROSES .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.1. Alat Utama .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.2. Alat Pendukung .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM .....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
IV.1. Unit Pendukung Proses .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.1. Unit Pengadaan Air.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.2. Unit Pengadaan Udara Tekan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.3. Unit Pengadaan Listrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.2. Unit Pengolahan Limbah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.2.1. Pengolahan Limbah Padat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.2.2. Pengolahan Limbah Cair .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.2.3. Pengolahan Limbah Gas .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.3. Laboratorium.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.3.1. Analisis Bahan Baku.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.3.2. Analisa Produk.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.3.3. Analisa Air Utilitas .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.4. Unit Keselamatan dan Kesehatan Kerja...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.1. Bentuk Perusahaan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.2. Struktur Organisasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.3. Tugas dan Wewenang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.3.1. Pemegang Saham .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.3.2. Dewan Komisaris .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.3.3. Direktur Utama .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.3.4. Kepala Bagian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.3.5. Kepala Seksi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

V.4.1. Karyawan Non Shift.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.4.2. Karyawan Shift .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.5. Status Karyawan dan Sistem Upah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	
V.7. Jaminan Sosial Tenaga Kerja .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB VI ANALISA EKONOMI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.1. Penaksiran Harga Peralatan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.2. Dasar Perhitungan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3 Hasil Perhitungan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3.1 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3.2 <i>Working Capital Investment</i> (WCI).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3.3 <i>Total Capital Investment</i> (TCI) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3.4 <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3.5 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC) ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3.6 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3.7 <i>Total Manufacturing Cost</i> (TMC) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3.8 <i>General Expense</i> (GE) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3.9 <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3.10 Analisa Kelayakan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3.11 Penjualan (Sa).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3.12 Keuntungan (profit) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.3.13 Analisa Ekonomi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LAMPIRAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Hubungan Tahun Dengan Impor Karbon Aktif Indonesia .....	3
Gambar I.2 Rencana Lokasi Didirikanya Pabrik Baru.....	7
Gambar II.1 Diagram Alir Kualitatif.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar II.2 Diagram Alir Kuantitatif.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar II.3 Diagram Alir Proses .....	25
Gambar II.4 Layout Pabrik Karbon Aktif .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar IV.1 Skema Pengolahan Air Sungai.....	55
Gambar V.1 Struktur Organisasi Pabrik Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit .....	76
Gambar VI.1 Grafik Linearisasi Indeks Harga .....	89



## DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Impor Karbon Aktif di Indonesia (Data.un.org ,2018) .....	3
Tabel I.2 Daftar Pabrik Produsen Karbon Aktif di Indonesia (Berbagai Sumber).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel I.3 Daftar Pabrik Produsen Karbon Aktif di Dunia (Berbagai Sumber) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel I.4 Penggunaan Karbon Aktif .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel I.5 Kondisi Operasi dan Variasi Proses Pyrolysis.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel II.1 Spesifikasi Cangkang Kelapa Sawit (Waluyo, 2018).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel II.2 Spesifikasi Karbon aktif (berbagai sumber) ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel II.3. Neraca Massa Total .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel II.3. Neraca Massa Total (lanjutan).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel II.4. Neraca Panas Total .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.1 Spesifikasi <i>Rotary Pyrolizer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.1 Spesifikasi <i>Rotary Pyrolizer</i> (lanjutan).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.2 Spesifikasi <i>Mixer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.3 Spesifikasi <i>Rotary Kiln</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.4 Spesifikasi <i>Horizontal Belt Filter</i> .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.5 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.6 Spesifikasi <i>Ball Mill</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.7 Spesifikasi <i>Screener</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.8 Spesifikasi Pompa .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.8 Spesifikasi Pompa (lanjutan).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.9 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.10 Spesifikasi <i>Blower</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.10 Spesifikasi <i>Blower</i> (lanjutan) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



Tabel III.11 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.11 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (lanjutan) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.11 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (lanjutan) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.11 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (lanjutan) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.11 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (lanjutan) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.12 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.13 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.14 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (lanjutan) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.14 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (lanjutan) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.15 Spesifikasi <i>Hopper</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.16 Spesifikasi Bin .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel III.16 Spesifikasi Bin (lanjutan) .....	48
Tabel III.16 Spesifikasi Bin (lanjutan) .....	49
Tabel III.16 Spesifikasi Bin (lanjutan) .....	49
Tabel III.17 Spesifikasi Silo Karbon .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV.1 Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV.2 Kebutuhan Air Sungai .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV.3 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV.3 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses (lanjutan) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV.4 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV.4 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas (lanjutan) .....	<b>Error!</b>

**Bookmark not defined.**

Tabel IV.5 Jumlah *Lumen* berdasarkan luas bangunan..**Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV.6 Total kebutuhan daya listrik pabrik disuplai generator..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV.7 Total kebutuhan bahan bakar pabrik.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel V.1 Jadwal Pembagian Kelompok *Shift* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel V.2 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan Tetap dan Gaji .... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel V.2 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan Tetap dan Gaji (lanjutan)  
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel V.2 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan Tetap dan Gaji (lanjutan)  
.....84

Tabel V.3 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan Harian Tetap dan Gaji  
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel V.4 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan Borongan Tetap dan Gaji  
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel VI.1 Indeks Harga Alat (Peters & Timmerhaus,ed.5, 2003)..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel VI.2 *Fixed Capital Investment* .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel VI.3 *Working Capital Investment* .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel VI.4 *Direct Manufacturing Cost* .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel VI.5 *Indirect Manufacturing Cost*.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel VI.6 *Fixed Manufacturing Cost* .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel VI.7 *General Expense* .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel VI.8 Analisa Kelayakan .....**Error! Bookmark not defined.**

## INTISARI

**Hidayat, Rahadyan Akbar H.K. , 2020, Prarancangan Pabrik Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) Kapasitas 10.000 Ton/Tahun, Program Studi S1 Teknik Kimia, Universitas Sebelas Maret, Surakarta**

Karbon aktif digunakan sebagai pemurnian dalam sektor, farmasi, *oil and gas*, air mineral, MSG, *citric acid* dan industri kimia lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan karbon aktif nasional direncanakan pendirian pabrik karbon aktif melalui proses pirolisis cangkang sawit yang beroperasi pada suhu 400 °C, tekanan 1 atm dengan waktu tinggal 1 jam di dalam *pyrolyzer*. Karbon kemudian diaktivasi dengan KOH untuk memperbesar luas permukaan yang beroperasi pada suhu 926 °C, tekanan 1 atm dengan waktu tinggal 4 jam di dalam *kiln*.

Pabrik karbon aktif dirancang dengan kapasitas 10.000 ton/tahun. Bahan bakunya adalah cangkang sawit sebanyak 5,09 kg/kg produk dan KOH 1,96 kg/kg produk. Lokasi pabrik direncanakan di daerah Sabak Auh, Siak, Provinsi Riau dengan luas tanah 30.000 m<sup>2</sup>. Pabrik beroperasi selama 24 jam per hari dan 330 hari per tahun dengan tenaga kerja sebanyak 130 orang. Kebutuhan utilitas meliputi air yang diambil dari air (sungai) sebanyak 1,94 kg/kg produk, bahan bakar sebanyak 0,32 kg/kg produk dan listrik sebesar 0,09 kWh/kg produk. Pabrik menghasilkan limbah padat berupa abu, limbah cair berupa air hasil pencucian karbon dan limbah gas berupa *flue gas* serta gas yang dikondensasi menjadi asap cair.

Bentuk perusahaan dipilih perseroan terbatas dengan struktur organisasi *line and staff*, sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non shift*. Pabrik direncanakan mulai awal 2021 dan ditargetkan beroperasi pada awal 2024 mendatang dengan umur pabrik 10 tahun. Analisis kelayakan menunjukkan bahwa *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 79,46% dan setelah pajak 63,57%. *Pay Out Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak adalah 1,12 dan 1,36 tahun, *Break Event Point* (BEP) 41,21%, *Shut Down Point* (SDP) 31,80%, dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 42,18%. Hasil evaluasi ekonomi menunjukkan bahwa pabrik karbon aktif dari cangkang sawit kapasitas 10.000 ton/tahun layak untuk didirikan