

**LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK**

**PABRIK FENOL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN  
PROSES PIROLISIS BERKATALIS**



**NIKEN FEBRILA AWARDANI**

**20031010149**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK & SAINS  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR**

**2024**

**PRA RANCANGAN PABRIK**  
**“PABRIK FENOL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN**  
**PROSES PIROLISIS BERKATALIS”**



**NIKEN FEBRILA AWARDANI**  
**20031010149**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK & SAINS**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”**  
**JAWA TIMUR**

**2024**



**PRA RANCANGAN PABRIK**  
*"Pabrik Fenol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses  
Pirolisis Berkatalis"*

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PRA RANCANGAN PABRIK**  
**"PABRIK FENOL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN  
PROSES PIROLISIS BERKATALIS"**

**NIKEN FEBRILA AWARDANI**  
20031010149


**Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Dosen Penguji**

**Pada Tanggal : 01 November 2024**

**Tim Penguji :**

**Pembimbing :**

1.

  
**Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT**  
NIP. 19570314 198603 2 001

  
**Erwan Adi Saputro, ST, MT, Ph.D**  
NIP. 19800410 200501 1 001

2.

  
**Ir. Retno Dewati, MT**  
NIP. 19600112 198703 2 001

3.

  
**Ir. Titi Susilowati, MT**  
NIP. 19600801 198703 2 008

**Mengetahui**

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains**

**Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

  
**Prof. Dr. Dra. Jarivah, MP**  
NIP. 19650403 199103 2 001



**PRA RANCANGAN PABRIK**  
*"Pabrik Fenol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses  
Pirolisis Berkatalis"*

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PRA RANCANGAN PABRIK**  
**"PABRIK FENOL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN  
PROSES PIROLISIS BERKATALIS"**

**NIKEN FEBRILA AWARDANI**

**20031010149**

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing Pra Rancangan Pabrik  
sebagai syarat mengikuti Ujian Lisan

**Surabaya, 22 Oktober 2024**

**Menyetujui**  
**Dosen Pembimbing**

**Erwan Adi Saputro, ST, MT, Ph.D**

**NIP. 19800410 200501 1 001**



### KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Niken Febrila Awardani  
NPM : 20031010149  
Program Studi : Teknik Kimia / ~~Teknik Industri~~ / ~~Teknologi Pangan~~ /  
~~Teknik Lingkungan~~ / ~~Teknik Sipil~~

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ \*) ~~PRA RENCANA (DESAIN)~~ / ~~SKRIPSI~~ /  
TUGAS AKHIR Ujian Lisan Periode November, TA. 2024/2025.

Dengan Judul : **PABRIK FENOL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT  
DENGAN PROSES PIROLISIS BERKATALIS**

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT

2. Ir. Retno Dewati, MT

3. Ir. Titi Susilowati, MT

Surabaya, 7 November 2024

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

**Erwan Adi Saputro, ST, MT, Ph.D**  
NIP. 19800410 200501 1 001

## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Niken Febrila Awardani  
NPM : 20031010149  
Fakultas / Program Studi : Fakultas Teknik dan Sains / Teknik Kimia  
~~Judul Skripsi/Tugas Akhir/~~  
Tesis Disertasi : Pra Rancangan Pabrik Fenol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Pirolisis Berkatalis

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun , sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 11 November 2024

Yang Menyatakan



Niken Febrila Awardani



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat dan Rahmat-Nya serta kemudahan dan kelancaran sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Fenol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Pirolisis Berkatalis” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik program studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Ucapan terimakasih juga disampaikan atas tersusunnya Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Erwan Adi Saputro, ST, MT, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa memberikan bimbingan, saran, dan masukan dalam pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Ir. Ketut Sumada, MS selaku Dosen Penguji pada Seminar Proposal Tugas Akhir.
5. Ir. Titi Susilowati, MT selaku Dosen Penguji pada Seminar Proposal dan Ujian Lisan Tugas Akhir.
6. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT dan Ir. Retno Dewati, MT selaku Dosen Penguji Ujian Lisan.
7. Semua Karyawan dan Staf Tata Usaha Fakultas Teknik dan Sains yang telah membantu dalam bidang keadministrasian.
8. Orang tua dan keluarga tercinta yang selalu menjadi support system, memberikan dukungan dan doa selama proses perkuliahan.
9. Teman-teman yang telah menemani dalam proses perkuliahan serta semua pihak yang telah membantu, memberikan bantuan, saran maupun dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.



## PRA RANCANGAN PABRIK

### *“Pabrik Fenol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Pirolisis Berkatalis”*

---

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada penyusunan Laporan Tugas Akhir ini maka dari itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat dibutuhkan sebagai bahan evaluasi untuk menyempurnakan Laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Laporan Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 8 November 2024

Penyusun





**DAFTAR ISI**

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
INTISARI.....	xi
I. BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
II. BAB II URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES .....	II-1
III. BAB III NERACA MASSA .....	III-1
IV. BAB IV NERACA PANAS .....	IV-1
V. BAB V SPESIFIKASI ALAT .....	V-1
VI. BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VI-1
VII. BAB VII UTILITAS .....	VII-1
VIII. BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	VIII-1
IX. BAB IX STRUKTUR ORGANISASI.....	IX-1
X. BAB X ANALISA EKONOMI .....	X-1
XI. BAB XI DISKUSI DAN KESIMPULAN.....	XI-1
XII. DAFTAR PUSTAKA .....	XII-1



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar I.1 Grafik Pertumbuhan Konsumsi Fenol di Indonesia.....	I-6
Gambar I.2 Grafik Pertumbuhan Impor Fenol di Indonesia .....	I-9
Gambar I.3 Peta Lokasi Pabrik .....	I-18
Gambar II.1 Pembuatan Bio-oil dari Biomassa dengan Metode <i>Fast Pyrolysis</i> . ..	II-3
Gambar II.2 Diagram Alir Proses Pirolisis TKKS Menjadi Bio-oil .....	II-7
Gambar II.3 Diagram Alir Proses Ekstraksi Fenol dari Bio-oil.....	II-8
Gambar VIII.1 Peta Lokasi Pabrik.....	VIII-1
Gambar VIII.2 Grafik Pertumbuhan Upah Minimum Regional (UMR) Kampar .....	VIII-5
Gambar VIII.3 Tata Letak Pabrik Fenol.....	VIII-10
Gambar IX.1 Struktur Organisasi Perusahaan .....	IX-17
Gambar X.1 Grafik <i>Break Event Point</i> .....	X-19



---

---

**DAFTAR TABEL**

Tabel I.1 Data kebutuhan fenol di Indonesia .....	I-6
Tabel I.2 Badan Usaha Pemasok Fenol di Indonesia .....	I-7
Tabel I.3 Data Produksi Tandan Kosong Kelapa Sawit Di Indonesia.....	I-8
Tabel I.4 Data Impor Fenol Di Indonesia.....	I-9
Tabel I.5 Syarat Mutu Fenol (SNI 06-4582-1998).....	I-12
Tabel I.6 Tingkat Pendidikan Terakhir Masyarakat Riau 2023 .....	I-16
Tabel I.7 Akses Transportasi di Kampar, Riau.....	I-17
Tabel I.8 Rencana Kegiatan .....	I-19
Tabel II.1 Perbedaan Jenis Pirolisi .....	II-2
Tabel II.2 Kelebihan dan Kekurangan <i>Hydrothermal Liquefaction</i> dan Pirolisis.....	II-4
Tabel II.3 Perbandingan <i>Hydrothermal Liquefaction</i> dengan Pirolisis.....	II-5
Tabel VI.1 Instrumentasi pada Pabrik Fenol.....	VI-3
Tabel VI.2 Jenis dan Jumlah Fire-Extinguisher .....	VI-5
Tabel VI.3 Analisis K3 Akibat Bahaya Karena Kebakaran dan Ledakan .....	VI-5
Tabel VI.4 Analisa K3 pada Vessel.....	VI-6
Tabel VI.5 Analisa K3 pada <i>Heat Exchanger</i> .....	VI-7
Tabel VI.6 Analisa K3 Perpipaan.....	VI-8
Tabel VI.7 Fasilitas yang Dapat Menunjang Keselamatan Kerja Karyawan... ..	VI-10
Tabel VII.1 Kebutuhan Steam pada Proses Produksi Fenol.....	VII-1
Tabel VII.2 Hasil Indeks Kualitas Air (IKA) Sungai Santo Tahun 2018-2022.....	VII-5
Tabel VII.3 Standar Baku Mutu Air Sanitasi .....	VII-5
Tabel VII.4 Syarat Air Pendingin dan Air Umpan Boiler .....	VII-7
Tabel VII.5 Kebuuhan Air Pendingin pada Pabrik Fenol.....	VII-7
Tabel VII.6 Kebutuhan Air Proses pada Pabrik Fenol .....	VII-11
Tabel VII.7 Luas Lahan Unit Pengolahan Air.....	VII-116
Tabel VII.8 Kebutuhan Listrik untu Peralatan pada Unit Proses .....	VII-116
Tabel VII.9 Kebutuhan Listrik untuk Peralatan pada Unit Utilitas.....	VII-117
Tabel VII.10 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan .....	VII-118
Tabel VII.11 Jumlah Lampu Merkury.....	VII-119



## PRA RANCANGAN PABRIK

### *“Pabrik Fenol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Pirolisis Berkatalis”*

---

Tabel VIII.1 Tingkat Pendidikan Terakhir Masyarakat Riau 2023 .....	VIII-4
Tabel VIII.2 Upah Minimum Regional Kampar 2020-2024.....	VIII-5
Tabel VIII.3 Akses Transportasi di Kampar, Riau .....	VIII-6
Tabel IX.1 Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i> .....	IX-12
Tabel IX.2 Rincian Jumlah Tenaga Kerja Beserta Gaji .....	IX-15
Tabel X.1 Biaya Total Produksi .....	X-10
Tabel X.2 <i>Cash Flow</i> .....	X-11
Tabel X.3 <i>Pay Back Period</i> (PBP) .....	X-17
Tabel X.4 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR) .....	X-18



## INTISARI

Pabrik fenol dengan kapasitas 60.000 ton/tahun akan didirikan di Merangin, Kec. Bangkinang Barat, Kab. Kampar, Provinsi Riau. Pabrik ini beroperasi selama 24 jam dalam sehari dan selama 330 hari dalam setahun. Pabrik fenol ini menggunakan bahan baku Tandan Kosong Kelapa Sawit yang diperoleh dari PTPN V, Nitrogen dari PT. Samator, Gas Alam dari PT. Samator, dan bahan pembantu berupa Katalis ZSM-5 diperoleh dari PT. Zeolite Natura Tangguh. Fenol dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan phenolic resin dan bisphenol-A yang berfungsi sebagai bahan baku utama pembuatan polycarbonate, caprolactam, alkylphenols, dan anilin. Selain itu, fenol juga digunakan untuk pembuatan pestisida, bahan peledak, disinfektan, serta digunakan pada industri pewarna dan tekstil.

Pabrik Fenol dari tandan kosong kelapa sawit menggunakan proses pirolisis dengan bantuan gas nitrogen dan katalis ZSM-5. Proses pembuatan fenol diawali dengan proses pre-treatment TKKS menjadi ukuran yang lebih kecil. Proses pertama dilakukan pirolisis pada reaktor Fluidized Bed dengan bantuan gas nitrogen pada suhu 500 °C serta katalis ZSM-5. Gas yang terbentuk dari hasil pirolisis kemudian dipisahkan dengan padatan yang masih terikut menggunakan Cyclone dan Bag Filter. Gas yang tidak bercampur padatan selanjutnya dikondensasi menggunakan Kondensor. Proses selanjutnya yaitu memisahkan komponen fenol dan Bio-oil yang sudah terbentuk dengan bantuan solvent berupa air, proses pencampuran terjadi di dalam Mixer. Campuran antara fenol dan Bio-oil kemudian dipisahkan menggunakan Dekanter. Setelah itu, produk fenol dipekatkan hingga konsentrasi 54% menggunakan evaporator.

Ketentuan pendirian pabrik fenol yang telah direncanakan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

- |                       |   |  |                 |
|-----------------------|---|--|-----------------|
| a. Kapasitas Produksi | = | 60.000   | ton/tahun       |
| b. Bentuk Perusahaan  | = | Perseroan Terbatas (PT)  |                 |
| c. Sistem Organisasi  | = | Garis dan Staff  |                 |
| d. Lokasi Pabrik      | = | Merangin, Kec. Bangkinang Barat, Kab. Kampar, Provinsi Riau, 28461 |                 |
| e. Jumlah Karyawan    | = | 220  | orang           |
| f. Sistem Operasi     | = | Kontinyu   |                 |
| g. Waktu Operasi      | = | 330  | hari/tahun      |
|                       | = | 24   | jam/hari        |
| h. Luas Tanah         | = | 24.925   | m <sup>2</sup>  |
| Analisa Ekonomi:      |   |  |                 |
| a. Massa Konstruksi   | = | 2  | tahun           |
| b. Umur Pabrik        | = | 10   | tahun           |
| c. Modal Tetap (FCI)  | = | Rp   | 856.676.496.383 |



## PRA RANCANGAN PABRIK

### *“Pabrik Fenol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Pirolisis Berkatalis”*

---

d. Modal Kerja (WCI)	=	Rp	589.799.894.697
e. Modal Total (TCI)	=	Rp	1.446.476.391.080
f. Biaya bahan baku (1 tahun)	=	Rp	2.172.223.592.234
g. Biaya Utilitas (1 tahun)	=	Rp	439.692.242.413
h. Biaya Produksi Total (TPC)	=	Rp	3.538.799.368.180
i. Hasil Penjualan	=	Rp	4.205.048.238.537
j. Bunga Bank	=	8%	/tahun
k. <i>Rate on Investment before tax</i>	=	39%	
l. <i>Rate on Investment after tax</i>	=	30%	
m. <i>Pay Back Periode (PBP)</i>	=	2 tahun	2 bulan
n. <i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	=	26,41%	
o. <i>Break Even Point (BEP)</i>	=	33,85%	