

**PRA-RANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI SEKAM PADI DENGAN
PROSES *SUPRA YIELDS* KAPASITAS 2.200 TON/TAHUN**



TUGAS AKHIR

**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir dan
Seminar Tugas Akhir Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah
Vokasi, Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh:

REZA KAUTSAR INSANI

40040121650044

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2025



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

Jalan Gubernur Mochtar
Kampus Universitas Diponegoro
Tembalang Semarang Kode Pos 50275
Telepon/Faksimile (024) 7471379
Laman: yokasi@liveundip.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Skripsi : Pra Rancangan Pabrik Furfural dari Sekam Padi Dengan Proses Supra
Yields Kapasitas 2.200 Ton/Tahun.

Identitas Penulis

Nama : Reza Kautsar Insani
NIM : 40040121650044
Fakultas : Sekolah Vokasi/S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Skripsi ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 27 November 2025

Semarang, 27 November 2025

Mengetahui,
Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,


Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D
NIP. H.7.198803152018072001


Abdullah Malik Islam Filardli S.T., M.T.
NIP. 199608152024061003

HALAMAN PENGESAHAN
PRA-RANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI SEKAM PADI DENGAN PROSES
SUPRA YIELDS KAPASITAS 2.200 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik

Disusun oleh:

REZA KAUTSAR INSANI NIM. 40040121650044

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan tugas Akhir

Semarang, 25 Juli 2025

Dosen Pembimbing,



Dr. M. Endy Yulianto, S.T., M.T.

NIP. 197107311999031001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Reza Kautsar Insani
NIM : 40040121650044
Judul Skripsi : Pra-Rancangan Pabrik Furfural dari Sekam Padi Dengan Proses
Supra Yields Kapasitas 2.200 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya Reza Kautsar Insani dan partner saya, Ahmad Khoirul Akip didampingi dosen pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapapun.

Semarang, 15 September 2025



Reza Kautsar Insani

NIM. 40040121650044

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan penyertaan-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir skripsi ini dengan judul **“Pra Rancangan Pabrik Furfural dari Sekam Padi Dengan Proses Supra Yields Kapasitas 2.200 Ton/Tahun”**.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan akhir skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. M. Endy Julianto, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro sekaligus dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dengan baik hingga laporan tugas akhir (skripsi) ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng., M.M., IPM., ASEAN Eng. selaku Dosen Wali Kelas Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang senantiasa memberikan arahan.
3. Seluruh bapak dan ibu dosen program studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama menjalani perkuliahan.
4. Ibu dan kakak saya yang selalu memberikan kasih sayang, semangat dan motivasi. Terima kasih atas segala dukungannya, baik secara material maupun spiritual hingga saya bisa menyelesaikan laporan ini.
5. Rekan skripsi saya Ahmad Khoirul Akip yang telah memberikan semangat, waktu, dan tenaga dalam penyusunan skripsi ini.
6. Teman-teman angkatan 21 serta semua pihak yang telah memberikan informasi, semangat, dan dukungan dalam menyelesaikan laporan ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan, diberi balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Penulis sangat menyadari bahwa penulisan laporan akhir skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan guna menyempurnakan laporan ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca

Semarang, 20 Maret 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	x
INTISARI	xi
BAB I.....	1
BAB II.....	19
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	19
2.2 Konsep Proses.....	22
2.3 Langkah Proses	30
2.4 Diagram Alir Proses.....	33
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas.....	35
2.6 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan	41
BAB III	50
3.1 Unit Penyimpanan.....	50
3.2 Unit Pemindah	52
3.3 Unit Reaktor Kimia.....	54
3.4 Unit Penukar	56
3.5 Unit Pemisah.....	58
BAB IV	60
4.5 Unit Penyediaan Udara Proses dan Instrumentasi	86
4.6 Unit Pengolahan Limbah	86
4.7 Laboratorium.....	90
BAB V	93
5.1 Bentuk Perusahaan.....	94
5.2 Struktur Organisasi	96
5.3 Tugas dan Wewenang.....	100
5.4 Status Karyawan dan Sistem Upah	104
5.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	106

5.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	113
5.7 CSR (Corporate Social Responsibility)	115
5.8 Manajemen Produksi	116
BAB VI.....	118
6.1 Unit Penyimpanan.....	119
6.2 Unit Pemindah	121
6.3 Unit Perekasi.....	123
6.4 Unit Penukar Panas	127
6.5 Unit Pemisah.....	129
BAB VII.....	131
7.1 Perkiraan Harga Peralatan.....	132
7.2 Dasar Perhitungan.....	134
7.3 Perhitungan Biaya.....	134
7.4 Analisis Kelayakan.....	141
7.5 Hasil Perhitungan.....	143
DAFTAR PUSTAKA.....	149
LAMPIRAN A	155
LAMPIRAN B	173
LAMPIRAN C	217
LAMPIRAN D.....	267

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor dan Ekspor furfural tahun 2020 – 2024	3
Tabel 1.2 Produksi Padi Menurut Wilayah Pulau Tahun 2024	6
Tabel 1.3 Data Kapasitas Pabrik Furfural di Dunia	7
Tabel 1.4 Konsumen Furfural di Indonesia.....	8
Tabel 1.5 Produksi Padi Menurut Wilayah Pulau Tahun 2024	10
Tabel 1.6 Luas Lahan Menurut Wilayah Pulau Tahun 2024	10
Tabel 1.7 Perbandingan Perhitungan Bahan Baku dan Luas Wilayah	11
Tabel 1.8 Perbandingan Macam-macam Proses Produksi Furfural	17
Tabel 2.1 Spesifikasi sekam padi	19
Tabel 2.2 Kandungan Kimia dalam Sekam Padi.....	19
Tabel 2.3 Harga ΔH°_f Masing-masing Komponen	25
Tabel 2.4 Harga Masing – masing Komponen	26
Tabel 2.5 Harga Masing – masing Komponen.....	26
Tabel 2.6 Harga Masing – masing Komponen.....	28
Tabel 2.7 Neraca Massa Mixer (M-150).....	35
Tabel 2.8 Neraca Massa Reaktor (R-210).....	35
Tabel 2.9 Neraca Massa Filter Press (FP-220).....	36
Tabel 2.10 Neraca Massa Evaporator (EV-310 A).....	36
Tabel 2.11 Neraca Massa Evaporator (EV-310 B).....	36
Tabel 2.12 Neraca Massa Distilasi (D-350)	37
Tabel 2.13 Neraca Massa Overall	37
Tabel 2.14 Neraca Panas Mixer (M-150).....	38
Tabel 2.15 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-160)	38
Tabel 2.16 Neraca Panas Reaktor (R-210).....	38
Tabel 2.17 Neraca Panas Reaktor (R-210).....	38
Tabel 2.18 Neraca Panas Evaporator (EV-310 A)	39
Tabel 2.19 Neraca Panas Evaporator (EV-310 B)	39
Tabel 2.20 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-340)	39

Tabel 2.21 Neraca Panas Kondensor (CN-320)	40
Tabel 2.22 Neraca Panas Distilasi (D-350)	40
Tabel 2.23 Neraca Panas Overall	40
Tabel 2.24 Daftar Bangunan dan Luas Bangunan.....	44
Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Furfural (TP-410).....	51
Tabel 3.2 Spesifikasi Pompa (P-141)	53
Tabel 3.3 Spesifikasi Reaktor (R-210)	55
Tabel 3.4 Spesifikasi Heat Exchanger (HE-160)	57
Tabel 3.5 Spesifikasi Distilasi (D-350)	59
Tabel 4.1 Syarat Mutu Air Pendingin.....	62
Tabel 4.2 Persyaratan Air Umpan Boiler	64
Tabel 4.3 Syarat Mutu Air Sanitasi	65
Tabel 4.4 Kebutuhan Air total	73
Tabel 4.5 data GHV Komponen Natural Gas.....	77
Tabel 4.6 Kebutuhan Listik Proses.....	79
Tabel 4.7 Kebutuhan Listrik Utilitas	80
Tabel 4.8 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan	82
Tabel 4.9 Kebutuhan AC Ruangan.....	83
Tabel 4.10 Kebutuhan Listrik Total.....	84
Tabel 5.1 Jadwal Shift Karyawan.....	106
Tabel 5.2 Penggolongan Jabatan	107
Tabel 5.3 Jumlah Karyawan Proses	107
Tabel 5.4 Perincian Jumlah Karyawan Utilitas	108
Tabel 5.5 Perincian Jumlah Karyawan.....	109
Tabel 5.6 Perincian Gaji Karyawan	111
Tabel 6.1 Troubleshooting pada Unit Penyimpanan	119
Tabel 6.2 Troubleshooting pada Unit Pemindah	121
Tabel 6.3 Troubleshooting pada Unit Pereaksi	123
Tabel 6.4 Troubleshooting Unit Penukar Panas	127
Tabel 6.5 Troubleshooting pada Unit Pemisah	129

Tabel 7.1 Indeks CEP Tahun 2013 sampai dengan 2024	132
Tabel 7.2 Total Biaya Physical Plant Cost (PPC).....	143
Tabel 7.3 Total Biaya Direct Plant Cost (DPC)	144
Tabel 7.4 Total Fixed Capital Investment (FCI)	144
Tabel 7.5 Total Working Capital Investment.....	144
Tabel 7.6 Total Direct Manufacturing Cost (DMC).....	145
Tabel 7.7 Total Biaya Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	145
Tabel 7.8 Total Biaya Fixed Manufacturing Cost (FMC)	145
Tabel 7.9 Total Biaya Manufacturing Cost (MC)	146
Tabel 7.10 Total Biaya General Expense (GE)	146
Tabel 7.11 Total Biaya Produksi (Production Cost).....	146
Tabel 7.12 Analisis Kelayakan.....	147

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Furfural di Indonesia Tahun 2015 – 2024	4
Gambar 2.1 Mekanisme Reaksi	23
Gambar 2.2 Denah Tata Letak Pabrik Furfural	47
Gambar 2.3 Denah Tata Latak Peralatan Proses	47
Gambar 3.1 Tangki Penyimpanan Furfural	50
Gambar 3.2 Pompa H_2SO_4 (P-141).....	52
Gambar 3.3 Reaktor (R-210).....	54
Gambar 3.4 Heat Exchanger (HE-160).....	56
Gambar 3.5 Distilasi (D-350).....	58
Gambar 5.1 Struktur Organisasi Perusahaan	99
Gambar 7.1 Indeks CEPCI.....	133
Gambar 7.2 Grafik Analisis BEP dan SDP	148

INTISARI

Furfural ($C_5H_4O_2$) adalah bahan kimia organik yang digunakan sebagai bahan pembantu maupun bahan baku industri, seperti industri cat, industri bidang farmasi, polimer, dan lainlain. Pabrik furfural dengan bahan baku sekam padi akan didirikan di Kawasan Industri Ngoro pada Tahun 2029 dengan kapasitas 2.200 ton/tahun. Pembuatan furfural melalui 4 tahap, yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap proses hidrolisa dan dehidrasi, tahap pemurnian produk, dan tahap penyimpanan produk. Pada tahap persiapan bahan baku, sekam padi diumpan ke roll crusher untuk dihancurkan menjadi partikel kecil. Pada tahap reaksi hidrolisa dan dehidrasi terjadi di dalam reaktor dengan temperature $90^{\circ}C$. Pada tahap pemurnian produk, hasil produk atas reaktor disalurkan ke evaporator untuk menguapkan kandungan 99% air pada suhu $100^{\circ}C$. Pada tahap penyimpanan produk, produk dialirkan ke gudang untuk disimpan pada suhu $30^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm. Unit pendukung proses meliputi unit penyediaan air, unit penyedia steam, unit penyedia listrik, unit penyedia bahan baku, unit penyedia udara pabrik dan udara instrumen. Pabrik juga didukung dengan laboratorium yang berfungsi untuk mengontrol kualitas bahan baku dan produk. Analisa ekonomi pabrik meliputi Return on Investment, Pay Out Time, Internal Rate of Return, Break Even Point, dan Shut Down Point.