

**PRARANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI BIOMASSA TKKS DENGAN
INTEGRASI PROSES SUPRAYIELD DAN EKSTRAKTIF *DIVIDING WALL COLUMN*
KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN**



TUGAS AKHIR

**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir dan Seminar
Tugas Akhir pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri,
Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh:

Haliza Ramadiani (40040122650010)

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2026

HALAMAN PENGESAHAN



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: vokasi@liveundip.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA-RANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI BIOMASSA TKKS DENGAN
INTEGRASI PROSES *SUPRAYIELD* DAN EKSTRAKTIF *DIVIDING WALL COLUMN*
KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan Seminar Skripsi
pada Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi,
Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh :

Haliza Ramadiani

NIM. 40040122650010

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 6 Mei 2026

Dosen Pembimbing


Anggun Ruspitarini Siswanto, S.T., Ph.D.

NIP. H.7.198803152018072001

LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Haliza Ramadiani

NIM : 40040122650010

Judul Tugas Akhir : Pra-Rancangan Pabrik Furfural dari Biomassa TKKS dengan Integrasi
Proses *Suprayield* dan Ekstraktif *Dividing Wall Column* Kapasitas
5.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya saya Haliza Ramadiani dan Partner Saya Khansa Praningdita Sulistyو didampingi pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi 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, 12 Juni 2026



Haliza Ramadiani

NIM. 40040122650010

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat serta anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik Furfural Dari Biomassa Tkks Dengan Integrasi Proses Suprayield dan Ekstraktif *Dividing Wall Column* Kapasitas 5.000 Ton/Tahun” dengan baik. Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, kelancaran, serta kemudahan selama pelaksanaan magang dan penyusunan laporan ini.
2. Dr. Mohamad Endy Yulianto, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Departemen Teknologi Industri, Universitas Diponegoro.
3. Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., PhD., I.P.P. selaku dosen pembimbing magang yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama proses penyusunan laporan magang ini.
4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro, atas ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
5. Orang tua dan saudara yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, serta motivasi kepada penulis.
6. Khansa Praningdita selaku rekan satu kelompok dalam pengerjaan Tugas Akhir ini atas kerja sama, kebersamaan, serta dukungan selama kegiatan magang berlangsung.
7. Seluruh rekan Mahasiswa Teknologi Rekayasa Kimia Industri Angkatan 2022 atas dukungan dan kebersamaan selama masa perkuliahan.
8. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dari awal perkuliahan hingga terselesaikannya laporan magang ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan laporan ini di masa mendatang. Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Semarang, 15 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
INTISARI.....	1
BAB I.....	2
PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Kapasitas Produksi.....	4
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	17
1.4 Tinjauan Proses	25
BAB II.....	33
DESKRIPSI PROSES.....	33
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	33
2.2 Konsep Proses	40
2.3 Langkah Proses.....	48
2.4 Diagram Alir Proses	54
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas	55
2.6 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan	64
BAB III.....	78
SPESIFIKASI ALAT.....	78
3.1 Unit Penyimpanan	78
3.2 Unit Reaktor Kimia.....	80
3.3 Unit Pemisah	81
3.4 Unit Pemindah	85
3.5 Unit Penukar Panas.....	87
BAB IV.....	89
UNIT PENDUKUNG PROSES.....	89

4.1	Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	90
4.2	Unit Penyediaan <i>Steam</i>	104
4.3	Unit Penyediaan Listrik.....	105
4.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	111
4.5	Unit Penyediaan Udara Proses dan Instrumentasi.....	112
4.6	Unit Pengolahan Limbah.....	112
4.7	Laboratorium.....	115
4.8	Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	119
BAB V.....		123
SISTEM MANAJEMEN PERUSAHAAN.....		123
5.1	Bentuk Perusahaan.....	123
5.2	Struktur Organisasi Perusahaan.....	125
5.3	Tugas dan Wewenang.....	128
5.4	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan.....	135
5.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	137
5.6	Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan.....	138
5.7	Perincian Jumlah Karyawan.....	145
5.8	Kesejahteraan Karyawan.....	147
5.9	Sistem Manajemen Rantai Pasok (<i>Supply Chain</i>).....	151
5.10	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	152
BAB VI.....		155
TROUBLESHOOTING.....		155
6.1	<i>Troubleshooting Pada Unit Penyimpanan</i>	155
6.2	<i>Troubleshooting Pada Unit Pemindah</i>	157
6.3	<i>Troubleshooting Pada Unit Pereaksi</i>	160
6.4	<i>Troubleshooting Pada Unit Pemisah</i>	166
6.5	<i>Troubleshooting Pada Unit Penukar Panas</i>	168
BAB VII.....		173
ANALISA EKONOMI.....		173
7.1	Penaksiran Harga Peralatan.....	173
7.2	Dasar Perhitungan.....	175

7.3	Perhitungan Biaya	175
7.4	Analisa Kelayakan.....	180
7.5	Hasil Perhitungan.....	182
7.6	Pembahasan	187
LAMPIRAN.....		200
LAMPIRAN NERACA MASSA.....		200
LAMPIRAN NERACA PANAS		211
LAMPIRAN SPESIFIKASI ALAT.....		230
LAMPIRAN ANALISA EKONOMI.....		279

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Ekspor dan Impor Furfural di Indonesia (BPS, 2026)	6
Tabel 1.2. Perhitungan kapasitas Furfural menggunakan metode discounted	7
Tabel 1.3. Luas tanaman perkebunan tahun 2020-2024 (BPS, 2025)	9
Tabel 1.4. Komponen utama TKKS (Amraini et al., 2023)	10
Tabel 1.5. Perusahaan Kelapa Sawit Besar di Indonesia dan Estimasi Kapasitas Produksi (BPS., 2023).....	11
Tabel 1.6. Data Impor Historis dan Proyeksi Kebutuhan Furfural Negara dalam Satuan Ton (UN Data, 2025)	13
Tabel 1.7. Daftar perusahaan produsen Furfural di dunia (Elvers et al., 2014).	14
Tabel 1.8. Daftar konsumen untuk pabrik furfural di Indonesia (Kementerian Perindustrian RI., 2023).....	16
Tabel 1.9. Luas Lahan Menurut Wilayah Pulau Tahun 2024 (BPS, 2024)	18
Tabel 1. 10. Produksi Kelapa Sawit Menurut Wilayah Pulau Tahun 2024 (BPS, 2024)	19
Tabel 1.11. Perbandingan Perhitungan Bahan Baku dan Luas Wilayah (BPS, 2024)	19
Tabel 1.12. Perbandingan proses produksi furfural (Arnold & Buzzard, 2003)	29
Tabel 2.1. Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit (Ganing et al., 2024).....	33
Tabel 2.2. Spesifikasi Air untuk produksi Furfural (Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010; ASTM D1193-06, 2006)	37
Tabel 2.3. Sifat Fisika Furfural (MSDS., 2024)	38
Tabel 2.4. Harga $\Delta H^{\circ}f$ Masing-masing Komponen (Yaws, 1999).....	43
Tabel 2.5. Harga $\Delta H^{\circ}f$ Masing-masing Komponen (Yaws, 1999).....	44
Tabel 2.6. Harga $\Delta G^{\circ}f$ Masing-masing Komponen (Yaws, 1999).....	44
Tabel 2.7. Harga $\Delta G^{\circ}f$ Masing-masing Komponen (Yaws, 1999).....	46
Tabel 2.8. Neraca Massa di Mixer (M-01)	55
Tabel 2.9. Tabel Output Mixer M-01	55
Tabel 2.11. Neraca Massa V-230	56
Tabel 2.12. Neraca Massa E-271	57
Tabel 2.13. Neraca Massa R-02.....	57
Tabel 2.14. Neraca Massa E-271	58
Tabel 2.15. Neraca Massa D-310	58
Tabel 2.16. Neraca Panas di sekitar Mixer (M-01)	58
Tabel 2.17. Neraca Panas di sekitar Mixer (M-01)	59
Tabel 2.18. Neraca Panas di sekitar Reaktor (R-220)	59
Tabel 2.19. Neraca Panas di sekitar V-230	60
Tabel 2.20. Neraca Panas di sekitar HE-02	61
Tabel 2.21. Neraca Panas di sekitar R-02.....	61
Tabel 2.22. Neraca Panas di sekitar Kondensor (E-271).....	62
Tabel 2.23. Neraca Panas di sekitar Destilasi (D-310).....	63
Tabel 2.24. Daftar bangunan beserta luas lahan (Penulis, 2026)	67

Tabel 3.1. Spesifikasi Tangki Penyimpanan	79
Tabel 3.2. Spesifikasi Reaktor	80
Tabel 3.3. Spesifikasi Distilasi (D-310)	82
Tabel 3.4. Spesifikasi Pompa Sentrifugal.....	86
Tabel 3.5. Spesifikasi <i>heat exchanger</i> (HE-01).....	87
Tabel 4.1. Syarat Mutu Air Pendingin (ASME Water Quality Standard., 2016).....	96
Tabel 4.2. Kebutuhan Cooling Water Berdasarkan Neraca Panas	97
Tabel 4.3. Perhitungan Kehilangan Air dan Kebutuhan Make Up Water Pendingin.....	97
Tabel 4.4. Persyaratan Kualitas Air Umpan Boiler (Branan, 1976).....	98
Tabel 4.5. Kebutuhan Steam dan Air Umpan Boiler Berdasarkan Neraca Panas	99
Tabel 4.6. Rekapitulasi Kebutuhan Air Umpan Boiler	100
Tabel 4.7. Standar Baku Mutu Air Higiene Sanitasi (Permenkes RI No. 32 Tahun 2017).....	101
Tabel 4.8. Perhitungan Kebutuhan Air Sanitasi/Domestik.....	102
Tabel 4.9. Parameter Desain dan Hasil Perhitungan Sistem Air Hydrant	103
Tabel 4.10. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas	106
Tabel 4.11. Kebutuhan Listrik Utilitas(Penulis, 2026).....	106
Tabel 4.12. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan (Penulis, 2026).....	107
Tabel 4.13. Kebutuhan Ruang untuk AC (Penulis, 2026)	108
Tabel 4.14. Kebutuhan Listrik Total (Penulis, 2026).....	109
Tabel 4.15. Jenis APD dan Spesifikasi.....	122
Tabel 5.1. Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	138
Tabel 5.2. Penggolongan Jabatan dan Prasyarat Pendidikan.....	139
Tabel 5.3. Jumlah dan Penggolongan Gaji Karyawan (KGSU, 2021)	141
Tabel 5.4. Perincian Jumlah Karyawan (Penulis, 2026).....	145
Tabel 5.5. Komponen SCM pada Pabrik Furfural.....	152
Tabel 6.1. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penyimpanan (T-06).....	155
Tabel 6.2. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemisah (P-01)	158
Tabel 6.3. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaktor Pra-Hidrolisis (R-220)	161
Tabel 6.4. <i>Troubleshooting</i> Pada Unit Pemisah	166
Tabel 6.5. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas (HE-01)	168
Tabel 7.1. Indeks CEPCI dari tahun 2000 hingga 2030	174
Tabel 7.2. Total Biaya Physical Plant Cost (PPC)	182
Tabel 7.3. Biaya <i>Engineering and Construction</i>	182
Tabel 7.4. <i>Fixed Capital Investment</i>	182
Tabel 7.5. <i>Working Capital Investment</i>	183
Tabel 7.6. <i>Total Capital Investment</i>	183
Tabel 7.7. <i>Direct Manufacturing Cost</i>	183
Tabel 7.8. <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	184
Tabel 7.9. <i>Total Manufacturing Cost</i>	184
Tabel 7.10. <i>General Expense</i>	184
Tabel 7.11. <i>Total Production Cost</i>	185

Tabel 7.12. Analisa Kelayakan Pabrik186

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik tren impor Furfural tahun 2020-2024.....	6
Gambar 1.2. Rencana Lokasi Pendirian Pabrik Furfural di Kawasan Industri.....	25
Gambar 2.1. Mekanisme Pembentukan Furfural (Danon et al., 2014).....	40
Gambar 2.2. Diagram Alir Proses Produksi Furfural	54
Gambar 2.3. Tata Letak Pabrik.....	68
Gambar 2.4. Tata Letak Peralatan Proses (Penulis, 2026)	71
Gambar 3.1. Tangki Penyimpanan Furfural (T-06).....	78
Gambar 3.2. Reaktor R-220.....	80
Gambar 3.3. Menara Distilasi (D-310).....	82
Gambar 3.4. Pompa H ₂ SO ₄ (P-03)	85
Gambar 4.1. Diagram Alir Sumber Air dan Pengolahan Air	91
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan	127
Gambar 7.1. Nilai CEPCI Indeks dari tahun 2000-2030	175
Gambar 7.2. Grafik Analisa Kelayakan.....	186

INTISARI

Furfural merupakan senyawa kimia penting yang banyak digunakan sebagai bahan baku dalam industri resin, pelarut selektif, serta intermediate dalam berbagai proses kimia. Kebutuhan furfural yang terus meningkat mendorong perlunya pendirian pabrik furfural berbasis biomassa sebagai upaya pemanfaatan limbah lignoselulosa. Maka, dirancang Pabrik Furfural dengan kapasitas 5.000 ton/tahun yang beroperasi selama 24 jam per hari dan 330 hari per tahun. Proses produksi furfural pada pabrik ini menggunakan bahan baku tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan bantuan katalis asam sulfat melalui proses hidrolisis dan dehidrasi menggunakan metode *SupraYield*. Proses berlangsung dalam beberapa unit utama, yaitu reaktor pra-hidrolisis, reaktor utama, dan kolom distilasi. Demi menunjang keberlangsungan proses, diperlukan unit utilitas yang meliputi penyediaan air, steam, listrik, bahan bakar, serta udara tekan. Kebutuhan air pendingin sebesar 12.417,50 m³/hari dengan make-up water 404,81 m³/hari, kebutuhan steam sebesar 16.763,91 kg/jam, serta kebutuhan listrik total sebesar 276,58 kW. Sistem utilitas dirancang terintegrasi untuk menjamin efisiensi dan kontinuitas operasi. Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi line and staff yang memungkinkan pembagian tugas yang jelas dan efisien. Berdasarkan analisa ekonomi, diperoleh Total Capital Investment (TCI) sebesar Rp441,86 miliar dan biaya produksi total (Total Production Cost) sebesar Rp94,60 miliar per tahun. Hasil evaluasi kelayakan menunjukkan nilai Return on Investment (ROI) setelah pajak sebesar 32,81%, Pay Out Time (POT) selama 2,67 tahun, Break Even Point (BEP) sebesar 17,16%, Shut Down Point (SDP) sebesar 5,74%, serta Internal Rate of Return (IRR) sebesar 14,21%. Berdasarkan hasil analisa teknis dan ekonomi tersebut, dapat disimpulkan bahwa Pabrik Furfural dari tandan kosong kelapa sawit dengan kapasitas 5.000 ton/tahun layak untuk didirikan, karena mampu memberikan tingkat pengembalian investasi yang memadai dengan periode pengembalian modal yang relatif singkat.

Kata Kunci: Furfural, TKKS, SupraYield.