

**DESAIN PROYEK PABRIK FURFURAL DENGAN PROSES SUPRA
YIELDS DARI LIMBAH AMPAS TEBU MENGGUNAKAN KATALIS
ASAM SULFAT KAPASITAS 1.100 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan
Seminar Skripsi pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri,
Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh:

**ASMAA MUFIIDA RACHMA
NIM. 40040117640073**

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
2022**

**DESAIN PROYEK PABRIK FURFURAL DENGAN PROSES SUPRA
YIELDS DARI LIMBAH AMPAS TEBU MENGGUNAKAN KATALIS
ASAM SULFAT KAPASITAS 1.100 TON/TAHUN**



**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan
Seminar Skripsi pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri,
Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh:

**ASMAA MUFIIDA RACHMA
NIM. 40040117640073**

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

**DESAIN PROYEK PABRIK FURFURAL DENGAN PROSES SUPRA YIELDS DARI
LIMBAH AMPAS TEBU MENGGUNAKAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS
1.100 TON/TAHUN**

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik

Disusun Oleh

ASMAA MUFIIDA RACHMA

NIM. 40040118650073

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 30 September 2022

Dosen Pembimbing,

Heny Kusumayanti, S.T., M.T.

NIP. 197210291995122

HALAMAN PERNYATAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama Penyusun : ASMAA MUFIIDA RACHMA
NIM Penyusun : 40040117640073
Judul Tugas Akhir :Desain Proyek Pabrik Furfural Pabrik Furfural dengan Proses
Supra Yields dari Limbah Ampas Tebu menggunakan Katalis
Asam Sulfat Kapasitas 1.100 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi / S. Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya Asmaa Mufiida Rachma 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 dan tanpa paksaan dari siapapun.

Semarang, 30 September 2022

ASMAA MUFIIDA RACHMA
40040118650073

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah- Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir (skripsi) yang berjudul “Desain Proyek Pabrik Furfural Pabrik Furfural dengan Proses Supra Yields dari Limbah Ampas Tebu menggunakan Katalis Asam Sulfat Kapasitas 1.100 Ton/Tahun” yang terselesaikan tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan magang ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, maka dengan hati yang tulus ikhlas penulis mengucapkan Terimakasih kepada:

1. Mohamad Endy Julianto S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Heny Kusumayanti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dengan baik hingga laporan Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat terselesaikan dengan baik,
3. Rizka Amalia S.T., M.T. selaku dosen wali yang telah memberikan semangat dan doa kepada penulis.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Orang tua yang tak henti-hentinya selalu mendoakan dan memotivasi untuk senantiasa bersemangat dan tak mengenal kata putus asa. Terima kasih atas segala dukungannya, baik secara material maupun spiritual hingga terselesaikannya laporan ini.
6. Teman-teman mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri angkatan 2018 yang telah memberikan informasi, semangat, dan dukungan dalam menyelesaikan proposal ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan, diberi balasan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran yang membangun bagi kita semua sangatlah diperlukan.

Semarang, 20 September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAN INTEGRITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
INTISARI.....	1
BAB I.....	2
PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	2
1.2. Kapasitas Rancangan.....	3
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik.....	11
1.4. Tinjauan Proses	20
BAB II	26
DESKRIPSI PROSES	26
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	26
2.2. Konsep Proses	28
2.3. Diagram Alir Proses	32
2.4. Diagram Alir Neraca Massa dan Panas	34
2.5 Tata Letak Pabrik dan Peralatan.....	45
3.1 Reaktor (R-01).....	53
3.2 Tangki Penyimpanan Furfural (T-03)	54
3.3 Destilasi (D-01)	55
3.4 Pompa (P-01).....	56
3.5 Heat Exchanger (HE-01)	57
BAB IV.....	59
UNIT PENDUKUNG PROSES	59
4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	60
4.2 Unit Penyediaan Steam.....	70
4.3 Unit Penyedia Listrik.....	74
4.4 Unit Penyedia Bahan Bakar.....	81

4.5 Unit Penyedia Udara Proses dan Instrumentasi.....	82
4.6 Unit Pengolahan Limbah.....	82
4.7 Laboratorium.....	84
4.8 Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	86
BAB V.....	88
MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	88
5.1 Bentuk Perusahaan.....	88
5.2 Struktur Organisasi.....	89
5.3 Tugas dan Wewenang.....	92
5.4 Status Karyawan dan Sistem Upah.....	95
5.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji.....	95
5.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	102
BAB VI.....	105
TROUBLESHOOTING.....	105
6.1 Unit Penyimpanan.....	105
6.2 Unit Penyambung.....	106
6.3 Unit Preaksi.....	107
6.4 Unit Penukar Panas.....	109
6.5 Unit Pemisah.....	110
BAB VII.....	111
ANALISA EKONOMI.....	111
7.1 Perkiraan Harga Peralatan.....	112
7.2 Dasar Perhitungan.....	113
7.3 Perhitungan Biaya.....	113
7.4 Analisa Kelayakan.....	117
7.4 Hasil Perhitungan.....	118
LAMPIRAN A NERACA MASSA.....	127
LAMPIRAN B NERACA ENERGI.....	145
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT.....	181
LAMPIRAN D PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	224

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kebutuhan Furfural di Indonesia Tahun 2011-2020.....	4
Tabel 1.2 Prediksi kebutuhan furfural di Indonesia.....	5
Tabel 1.3 Data kebutuhan furfural impor dan ekspor di negara ASEAN.....	6
Tabel 1.4 Prediksi kebutuhan furfural negara ASEAN pada tahun 2025.....	8
Tabel 1.5 Luas area perkebunan tebu se-Indonesia.....	8
Tabel 1.6 Sifat kimia ampas tebu (<i>bagasse</i>) (Hidayati et al., 2016).....	9
Tabel 1.7 Tabel Konsumen furfural di Indonesia.....	10
Tabel 1.8 Luas areal menurut wilayah pulau dan kepemilikan lahan tahun 2020.....	13
Tabel 1.9 Produksi gula menurut wilayah pulau tahun 2020.....	13
Tabel 1.10 Perbandingan Perhitungan Bahan Baku dan Luas Wilayah.....	14
Tabel 1.11 Perbandingan macam-macam proses produksi furfural.....	24
Tabel 2. 1 Neraca Massa pada Mixer (M-01).....	37
Tabel 2. 2 Neraca Massa pada Reaktor (R-01).....	37
Tabel 2. 3 Neraca Massa pada <i>Filter Press</i> (FP-01).....	38
Tabel 2. 4 Neraca Massa pada Evaporator (E-01).....	38
Tabel 2. 5 Neraca Massa pada Evaporator (E-02).....	39
Tabel 2. 6 Neraca Massa pada Distilasi (D-01).....	39
Tabel 2. 7 Neraca Panas pada Mixer (M-01).....	42
Tabel 2. 8 Neraca Panas pada <i>Heat Exchanger</i> (HE-01).....	42
Tabel 2. 9 Neraca Panas pada Reaktor (R-01).....	43
Tabel 2. 10 Neraca Panas pada Reaktor (R-01).....	43
Tabel 2. 11 Neraca Panas pada Evaporator (E-01).....	43
Tabel 2. 12 Neraca Panas pada Evaporator (E-02).....	44
Tabel 2. 13 Neraca Panas pada <i>Heat Exchanger</i> (HE-02).....	44
Tabel 2. 14 Neraca Panas pada Kondensor Evaporator (CN-01).....	44
Tabel 2. 15 Neraca Panas pada Distilasi (D-01).....	45
Tabel 2. 16 Daftar Bangunan dan Luas Bangunan.....	48
Tabel 4. 1 Syarat Mutu Air Pendingin (<i>ASME Water Quality Standart</i> , 2016).....	60
Tabel 4. 2 Persyaratan Air Umpan Boiler (Branan, 1976).....	61
Tabel 4. 3 Syarat Mutu Air Higiene Sanitasi.....	62
Tabel 4. 4 Kebutuhan Air Total.....	70
Tabel 4. 5 Data GHV Komponen Natural Gas.....	73
Tabel 4. 6 Kebutuhan Listrik Proses.....	75
Tabel 4. 7 Kebutuhan Listrik Utilitas.....	76
Tabel 4. 8 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan.....	77
Tabel 4. 9 Kebutuhan Ruang untuk AC.....	79
Tabel 4. 10 Kebutuhan Listrik Total.....	79
Tabel 5. 1 Penggolongan Jabatan.....	96
Tabel 5. 2 Perincian Jumlah Karyawan Proses.....	96
Tabel 5. 3 Perincian Jumlah Karyawan Utilitas.....	98
Tabel 5. 4 Perincian Jumlah Karyawan.....	98
Tabel 5. 5 Perincian Gaji Karyawan.....	100
Tabel 6. 1 Spesifikasi pada Unit Penyimpanan.....	105
Tabel 6. 2 Spesifikasi pada Unit Penghubung.....	106
Tabel 6. 3 Spesifikasi Pada Unit Pereaksi.....	107
Tabel 6. 4 Spesifikasi pada Unit Penukar Panas.....	109

Tabel 6. 5 Spesifikasi pada Unit Pemisah	110
Tabel 7. 1 <i>Chemical Engineering Plant Index (CEP)</i>	112
Tabel 7. 2 <i>Total Physical Cost</i>	118
Tabel 7. 3 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	118
Tabel 7. 4 <i>Working Capital Investment (WCI)</i>	119
Tabel 7.5 <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	119
Tabel 7. 6 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	119
Tabel 7. 7 <i>Indirect Manufacturing Cost (IDC)</i>	120
Tabel 7. 8 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	120
Tabel 7. 9 <i>Total Manufacturing Cost (TMC)</i>	120
Tabel 7. 10 <i>General Expense</i>	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kebutuhan Furfural di Indonesia Tahun 2011-2020	5
Gambar 1.2 Peta Desa Sukomulyo.....	16
Gambar 1.3 Peta Lokasi Pra Rancangan Pabrik.....	16
Gambar 2. 1 Blok Diagram Neraca Massa.....	35
Gambar 2. 2 Blok Diagram Neraca Panas.....	40
Gambar 2. 3 Denah Tata Letak Pabrik.....	449
Gambar 2. 4 Denah Tata Letak Peraatan Proses	49
Gambar 3. 1 Reaktor (R-01).....	53
Gambar 3. 2 Tangki Penyimpanan Furfural ($C_5H_4O_2$) (T-03)	54
Gambar 3. 3 Menara Distilasi (D-01).....	55
Gambar 3. 4 Pompa (P-01).....	56
Gambar 3. 5 Heat Exchanger (HE-01)	57
Gambar 4. 1 <i>Induced draft cooling tower</i> (Singham, 1990)	61
Gambar 4. 2 Diagram Pengolahan Air Sungai.....	64
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	91
Gambar 7. 1 Grafik Index CEP tahun 2013-2020.....	112
Gambar 7. 2 Grafik Analisa Kelayakan Ekonomi.....	122

INTISARI

Furfural ($C_5H_4O_2$) merupakan bahan kimia organik yang digunakan sebagai bahan pembantu ataupun bahan utama dalam industri. Furfural memiliki manfaat dalam memisahkan senyawa jenuh dan tidak jenuh pada industri minyak bumi, serta bahan tambahan pada industri kimia lain. Pabrik industri yang menggunakan furfural yaitu industri cat, industri polimer, dan lain sebagainya. Pabrik yang dibuat menggunakan ampas tebu (*bagasse*) yang didirikan pada Kawasan Industri JIPE (*Java Integrated and Ports Estate*) pada tahun 2023 dengan kapasitas 1.100 ton/tahun. Pembuatan furfural terdiri dari tahapan persiapan bahan baku, tahapan proses hidrolisa dan dehidrasi, tahapan pemurnian produk, dan terakhir tahapan penyimpanan produk. Unit pendukung proses meliputi unit penyediaan air dengan kebutuhan total pada saat normal operasi adalah 2.056.504,509 m³/hari. Unit pengadaan listrik sebesar 224,0741 kW dari PLN dan bahan bakar generator natural gas. Jumlah kebutuhan bahan bakar generator sebesar 11.555,550 lb/tahun. Pabrik juga didukung oleh laboratorium yang berfungsi untuk mengontrol kualitas bahan baku dan produk. Hasil analisis ekonomi didapatkan Total Production Cost (TPC) US\$ 15.049.076,88, total pendapatan pertahun US\$ 18.700.000,00 dengan profit setelah pajak US\$ 2.738.192,34. ROI (*Rate of return*) sebesar 15,11% sebelum pajak, dan 11,33% setelah pajak. BEP (*break even point*) sebesar 57,06% dan SDP (*Shut down point*) sebesar 24,37%. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa pabrik furfural layak untuk didirikan.