

**DESAIN PROYEK PABRIK BENZIL ALKOHOL DENGAN PROSES
HIDROLISIS KAPASITAS 10.000 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:

ARDIMAS FAUZAN HUWAIDI

NIM. 40040118650045

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

2022

**DESAIN PROYEK PABRIK BENZIL ALKOHOL DENGAN PROSES
HIDROLISIS KAPASITAS 10.000 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:

ARDIMAS FAUZAN HUWAIDI

NIM. 40040118650045

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

2022

HALAMAN PENGESAHAN

DESAIN PROYEK PABRIK BENZIL ALKOHOL DENGAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

Skripsi
Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan
Teknik

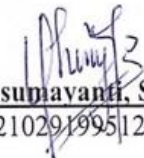
Disusun Oleh:

ARDIMAS FAUZAN HUWAIDI

NIM. 40040118650045

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)
Semarang, 28 September 2022

Dosen Pembimbing,


Heny Kusumayanti, S.T., M.T.
NIP. 197210291995122001

HALAMAN PERNYATAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Ardimas Fauzan Huwaidi

NIM : 40040118650045

Judul Tugas Akhir : Desain Proyek Pabrik Benzil Alkohol dengan Proses Hidrolisis
Kapasitas 10.000 Ton/ Tahun

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

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya kami Ardimas Fauzan Huwaidi dan partner atas nama Irawan Adi Pratama 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, 28 September 2022



Ardimas Fauzan Huwaidi
NIM. 40040118650045

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir (skripsi) yang berjudul “Desain Proyek Pabrik Benzil Alkohol dengan Proses Hidrolisis Kapasitas 10.000 Ton/ Tahun”. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, maka dengan hati yang tulus ikhlas penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. M. Endy Yulianto, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D. selaku Dosen Wali Kelas 2018 A yang senantiasa memberikan nasihat dan arahan mengenai perkuliahan.
3. Heny Kusumayanti S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dengan baik hingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Seluruh dosen, tenaga kependidikan, dan staff administrasi Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memberikan kelancaran selama menjalani perkuliahan.
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. Siti Dianti yang telah memberikan semangat, meluangkan waktu, tenaga, dan materi hingga terselesaikannya laporan ini.
7. Irawan Adi Pratama, Valdi Erlambang, Rendy Ardianto, dan M. Aqil Hasani, selaku teman seperjuangan yang selalu ada dan memberikan dukungan serta semangat dalam suka dan duka.
8. Teman-teman TRKI 2018 (Chelios) 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 menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran yang membangun bagi kita semua sangatlah diperlukan.

Semarang, 28 September 2022

Penulis

INTISARI

Perancangan pabrik benzil alkohol dengan kapasitas 10.000 ton/tahun menggunakan proses hidrolisis, dengan mereaksikan benzil klorida cair dengan air secara berlebih. Lokasi pabrik direncanakan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 34.500 m². Pabrik dirancang beroperasi 330 hari efektif setiap tahun dan 24 jam/hari. Bahan baku benzil klorida diperoleh dari Shijiazhuang Xinlongwei Chemical Co., Ltd. dan air diperoleh dari Waste Water Treatment Plant (WWTP) pada Kawasan Industri JIPE. Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang beroperasi secara isothermal pada temperatur 130°C dan tekanan 4 atm. Reaksi bersifat endotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu reaksi digunakan pemanas yang berupa steam. Hasil dari Reaktor (R-01) berupa campuran yang terdiri dari benzil klorida, benzil alkohol, asam klorida, dan air, kemudian dimasukkan ke Decanter (D-01) untuk dipisahkan air dan asam klorida dengan benzil alkohol. Fraksi ringan pada D-01 akan dialirkan menuju unit pengolahan lanjut (UPL) dan fraksi beratnya dialirkan menuju menara distilasi (MD-01). MD-01 bertujuan untuk memisahkan air yang masih terbawa dalam produk utama benzil alkohol. Hasil atas MD-01 yaitu air dan benzil klorida diumpankan kembali menuju R-01 kemudian hasil bawah merupakan produk utama dengan kemurnian mencapai 99,5% yang disimpan pada tangki penyimpanan (T-02). Proses produksi dan operasional pabrik didukung dengan unit penunjang berupa air proses dan pendingin 207.846,94 kg/hari, air make-up 20.784,69 kg/hari, steam 4.520,57 kg/hari, listrik PLN 177,939 kW, dan bahan bakar fuel oil 57,255 kg/jam. Analisis kelayakan pabrik benzil alkohol ini menunjukkan nilai ROI sebelum pajak sebesar 73,48% dan ROI setelah pajak sebesar 58,78%, nilai POT sebelum pajak adalah 1,21 tahun dan POT setelah pajak adalah 1,47 tahun, BEP sebesar 26,76%, dan SDP sebesar 11,10%.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAN INTEGRITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
INTISARI	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	1
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	4
1.4 Tinjauan Proses	6
1.4.1 Benzil Alkohol.....	6
1.4.2 Tinjauan Proses Produksi.....	6
1.4.3 Pemilihan Proses Pembuatan	7
BAB II DESKRIPSI PROSES	8
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	8
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	8
2.1.2 Spesifikasi Bahan Pembantu.....	8
2.1.3 Spesifikasi Produk	9
2.2 Konsep Proses	9
2.2.1 Tinjauan Termodinamika	9
2.2.2 Tinjauan Kinetika	11
2.3 Langkah Proses	12
2.4 Diagram Alir	14
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas	15
2.5.1 Neraca Massa	15
2.5.2 Neraca Panas	17
2.6 Tata Letak Pabrik dan Alat Proses	19
2.6.1 Tata Letak Pabrik.....	19
2.6.2 Tata Letak Alat Proses	22
BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	24
3.1 Reaktor (R-01).....	24
3.2 Dekanter (D-01)	24
3.3 Menara Destilasi (MD-01)	25

3.4	Pompa (P-02).....	26
3.5	Cooler (CL-01).....	26
3.6	Tangki Penyimpanan (T-01)	27
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....		28
4.1	Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	28
4.2	Unit Pengadaan Listrik.....	29
4.3	Unit Pengadaan Steam	32
4.4	Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	32
4.5	Unit Pengadaan Udara Tekan.....	32
4.6	Laboratorium.....	33
4.7	Unit Pengolahan Limbah.....	33
4.8	Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup.....	34
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN		36
5.1	Bentuk Perusahaan	36
5.2	Struktur Organisasi.....	37
5.3	Tugas dan Wewenang	39
5.4	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan.....	42
5.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	44
5.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan	46
5.7	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	47
BAB VI TROUBLESHOOTING		48
6.1	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Penyimpanan	48
6.2	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemindahan.....	49
6.3	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas	50
6.4	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaktor Kimia	51
6.5	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemisahan	52
BAB VII ANALISA EKONOMI		53
7.1	Penafsiran Harga Peralatan	53
7.2	Dasar Perhitungan	54
7.3	Perhitungan Biaya	54
7.3.1	<i>Total Capital Investment</i>	54
7.3.2	<i>Total Manufacturing Cost</i>	56
7.3.3	<i>General Expense</i>	57
7.4	Analisa Kelayakan.....	58
7.5	Hasil Perhitungan	59
7.5.1	<i>Total Capital Investment</i>	59
7.5.2	<i>Manufacturing Cost</i>	59

7.5.3	<i>General Expense</i>	60
7.5.4	Total Production Cost	60
7.5.5	Analisa Kelayakan	60
DAFTAR PUSTAKA		62
LAMPIRAN A NERACA MASSA		64
LAMPIRAN B NERACA PANAS		71
LAMPIRAN C SPESIFIKASI PERALATAN PROSES		84
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI		143

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Benzil Alkohol di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2021)	2
Tabel 1. 2 Persen Pertumbuhan dan Rerata pertahun	2
Tabel 1. 3 Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri	4
Tabel 1. 4 Data Impor Benzil Alkohol di ASEAN dan Australia (UN Comtrade, 2021)	4
Tabel 1. 5 Pertimbangan Proses Pembuatan	7
Tabel 2. 1 Neraca Massa di Titik Pencampuran 1	15
Tabel 2. 2 Neraca Massa di Titik Pencampuran 2	15
Tabel 2. 3 Neraca Massa di Reaktor R-01	15
Tabel 2. 4 Neraca Massa di Dekanter D-01	16
Tabel 2. 5 Neraca Massa di Menara Destilasi MD-01	16
Tabel 2. 6 Neraca Massa Overall	16
Tabel 2. 7 Neraca Panas di Titik Pencampuran 1	17
Tabel 2. 8 Neraca Panas di Titik Pencampuran 2	17
Tabel 2. 9 Neraca Panas di Heat Exchanger HE-01	17
Tabel 2. 10 Neraca Panas di Heater H-01	18
Tabel 2. 11 Neraca Panas di Reaktor R-01	18
Tabel 2. 12 Neraca Panas di Dekanter D-01	18
Tabel 2. 13 Neraca Panas di Heat Exchanger HE-02	19
Tabel 2. 14 Neraca Panas di Menara Destilasi MD-01	19
Tabel 2. 15 Neraca Panas di Cooler CL-01	19
Tabel 4. 1 Daya yang Dibutuhkan untuk Peralatan Proses	29
Tabel 4. 2 Kebutuhan Lumen	30
Tabel 5. 1 Jadwal Shift Karyawan dalam Satu Bulan	43
Tabel 5. 2 Jabatan dan Prasyarat	44
Tabel 5. 3 Rincian Jumlah Karyawan Proses (Ulrich, 1982)	44
Tabel 5. 4 Rincian Jumlah dan Gaji Karyawan	45
Tabel 6. 1 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penyimpanan	48
Tabel 6. 2 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemindahan	49
Tabel 6. 3 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas	50
Tabel 6. 4 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaktor Kimia	51
Tabel 6. 5 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemisahan	52
Tabel 7. 1 Chemical Engineering Plant Cost Index Tahun 2000-2021	53
Tabel 7. 2 Fixed Capital Invesment	59
Tabel 7. 3 Working Capital	59
Tabel 7. 4 Total Capital Invesment (TCI)	59
Tabel 7. 5 Total Direct Manufacturing Cost	59
Tabel 7. 6 Total Indirect Manufacturing Cost	60
Tabel 7. 7 Total Fixed Manufacturing Cost	60
Tabel 7. 8 General Expense	60
Tabel A. 1 Neraca Massa Akhir Pencampuran 1	65
Tabel A. 2 Neraca Massa Akhir Pencampuran 2	65
Tabel A. 3 Neraca Massa Akhir Reaktor (R-01)	66
Tabel A. 4 Neraca Massa Akhir Dekanter (D-01)	68
Tabel A. 5 Neraca Massa Akhir Menara Destilasi (MD-01)	70
Tabel A. 6 Neraca Massa Overall	70
Tabel B. 1 Data Kapasitas Panas Cairan	71
Tabel B. 2 Neraca Panas Akhir Pencampuran 1	72

Tabel B. 3 Neraca Panas Akhir Heat Exchanger (HE-01).....	73
Tabel B. 4 Neraca Panas Akhir Pencampuran 2	74
Tabel B. 5 Neraca Panas Akhir Heater (H-01)	75
Tabel B. 6 Neraca Panas Akhir Reaktor (R-01)	77
Tabel B. 7 Neraca Panas Akhir Dekanter (D-01)	78
Tabel B. 8 Neraca Panas Akhir Heat Exchanger (HE-02).....	79
Tabel B. 9 Data Tekanan Uap Cairan	79
Tabel B. 10 Data Panas Penguapan Hvap.....	81
Tabel B. 11 Neraca Panas Akhir Menara Destilasi (MD-01)	82
Tabel B. 12 Neraca Panas Akhir Cooler (CL-01).....	83
Tabel D. 1 Indeks CEPCI (Chemical Engineering Magazine, 2018)	144
Tabel D. 2 Equipment Cost.....	145
Tabel D. 3 Physical Plant Cost (PPC).....	149
Tabel D. 4 Fixed Capital Investment (FCI)	150
Tabel D. 5 Working capital.....	151
Tabel D. 6 Total Capital Investment.....	151
Tabel D. 7 Management Salaries	154

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik impor Benzil Alkohol di Indonesia	2
Gambar 1. 2 Struktur Kimia Benzil Alkohol	6
Gambar 2. 1 Blok Diagram Pabrik Benzil Alkohol kapasitas 10.000 ton/tahun	14
Gambar 2. 2 Layout Pabrik Benzil Alkohol	22
Gambar 2. 3 Layout Alat Proses Benzil Alkohol	23
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi Pabrik Benzil Alkohol	38
Gambar 7. 1 Grafik Chemical Engineering Plant Cost Index tahun 2000 – 2021	54