

**PRARANCANGAN PABRIK BENZIL ALKOHOL
MENGUNAKAN BENZIL KLORIDA DAN AIR DENGAN
PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi

Disusun Oleh:

PUTI NAOMI MAZAYA

NIM 40040118650052

PRODI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2025

HALAMAN PENGESAHAN

PRARANCANGAN PABRIK BENZIL ALKOHOL MENGGUNAKAN BENZIL KLORIDA DAN AIR DENGAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan mata kuliah Skripsi dan sebagai
salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik**

Disusun Oleh:

PUTI NAOMI MAZAYA

NIM 40040118650052

Disetujui & Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 8 Mei 2024

Dosen Pembimbing,


Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T.

NIP. 197107311999031001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Puti Naomi Mazaya
NIM : 40040118650052
Fakultas/Universitas : SekolahVokasi/Universitas Diponegoro
Program Studi : Teknologi Rekayasa Kimia Indsutri
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Benzil Alkohol Menggunakan
(Skripsi) Benzil Klorida dan Air dengan Proses Hidrolisis
Kapasitas 5.000 Ton/Tahun

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya bersama partner atas nama Muhammad Aziz Husen, di bawah bimbingan dosen pembimbing, dan bukan merupakan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sadar dan tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.



Semarang, 8 Mei 2024



Puti Naomi Mazaya

NIM. 40040118650052

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Prarancangan Pabrik Benzil Alkohol Menggunakan Benzil Klorida dan Air dengan Proses Hidrolisis Kapasitas 5.000 Ton/Tahun” dengan baik. Skripsi ini disusun dan diajukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan mata kuliah Skripsi sekaligus sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Semarang.

Penyusun menyadari bahwa terselesaikannya Skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, adik, serta keluarga besar penyusun, atas doa, semangat, dan dukungan moral yang tiada henti.
2. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi dan dosen pembimbing, atas arahan, koreksi, dan bimbingan selama proses penyusunan Skripsi ini.
3. Ir. R.T.D. Wisnu Broto, M.T., selaku dosen wali dan Ir. Edy Supriyo, M.T., selaku dosen pembimbing sebelumnya, serta seluruh dosen dan staf di lingkungan Program Studi, atas ilmu dan bantuan yang telah diberikan selama masa studi.
4. Keluarga besar Chelios (2018), terutama partner penyusun, Muhammad Aziz Husen, atas kerja sama dan bantuannya selama proses penyusunan Skripsi.
5. Teman-teman penyusun: Oktavia Dityaningrum, Meilana Puji Astuti, Bella Tasya Monica, dan Astri Kusumaningtyas atas semangat, bantuan, serta kebersamaan yang terjalin selama masa perkuliahan.

Semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan yang berlipat ganda dari Tuhan Yang Maha Esa. Penyusun menyadari bahwa Skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Semarang, 8 Mei 2024

Penyusun,

RINGKASAN

Perancangan pabrik benzil alkohol dengan kapasitas 5.000 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 25.000 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 bentuk 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 makeup 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 28,09% dan ROI setelah pajak sebesar 21,07%, nilai POT sebelum pajak adalah 3,16 tahun dan POT setelah pajak sebesar 4,05 tahun, BEP sebesar 52,35%, dan SDP sebesar 39,42%.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RINGKASAN.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Kapasitas Produksi	2
1.2.1. Kebutuhan Benzil Alkohol di Indonesia	2
1.2.2. Perkiraan Kebutuhan Benzil Alkohol di Asia Tenggara	4
1.2.3. Ketersediaan Bahan Baku	4
1.2.4. Kapasitas Komersial (minimal) Pabrik Benzil Alkohol.....	5
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik.....	6
1.3.1. Faktor Primer.....	6
1.3.2. Faktor Sekunder	10
1.4. TINJAUAN PROSES	13
1.4.1. Macam – Macam Proses Pembuatan Benzil Alkohol	13
1.4.2. Kegunaan Produk	16
BAB II DESKRIPSI PROSES	17
2.1. Spesifikasi Bahan dan Produk	17
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku.....	17
2.1.2. Spesifikasi Produk.....	18
2.1.3. Spesifikasi Impuritas	19
2.2. Konsep Proses.....	19
2.1.1. Mekanisme Reaksi	19
2.2.2. Kondisi Operasi	19
2.3. Langkah Proses.....	22
2.4. Process Engineering Flow Diagram (PEFD).....	24
2.5. Neraca Massa dan Neraca Panas	25
2.5.1. Neraca Massa	25

2.5.2. Neraca Panas	29
2.6. Tata Letak Pabrik dan Alat Proses.....	33
2.6.1. Tata Letak Pabrik	33
2.6.2. Tata Letak Alat Proses	37
BAB III SPESIFIKASI ALAT	39
3.1. Reaktor (R-01).....	39
3.2. Dekanter (D-01).....	40
3.3. Menara Distilasi (MD-01)	40
3.4. Pompa (P-01).....	42
3.5. Cooler (Cl-01).....	42
3.6. Tangki (T-01)	43
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....	45
4.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	45
4.2. Unit Pengadaan Listrik	46
4.3. Unit Pengadaan Steam.....	50
4.4. Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>)	50
4.5. Unit Penyedia Udara Instrumen dan udara Tekan (<i>Instrument air System</i>).....	51
4.6. Laboratorium	51
4.7. Unit Pengolahan Limbah	51
4.8. Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	52
BAB V TATA LETAK PABRIK.....	55
5.1. Bentuk Perusahaan	55
5.2. Struktur Organisasi dan Deskripsi Tugas	56
5.2.1. Struktur Organisasi.....	56
5.3. Tugas dan Wewenang.....	58
5.4. Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan	59
5.4.1. Pembagian Jam Kerja.....	59
5.5. Jabatan dan Pendidikan	60
5.6. Jumlah Karyawan	61
5.7. Sistem dan Pengolahan Gaji	62
5.8. Kesejahteraan Sosial Karyawan	62
5.9. Manajemen Produksi	63
5.9.1. Perencanaan Produksi	64
5.9.2. Pengendalian Produksi	65

BAB VI TROUBLESHOOTING	66
6.1. Troubleshooting pada Unit Penyimpanan	66
6.2. Troubleshooting pada Unit Pemindahan	67
6.3. Troubleshooting pada Unit Penukar Panas.....	67
6.4. Troubleshooting pada Unit Reaktor Kimia	68
6.5. Troubleshooting pada Unit Pemisahan.....	69
BAB VII ANALISIS EKONOMI	71
7.1. Penaksiran Harga	71
7.2. Dasar Perhitungan.....	72
7.3. Perhitungan Biaya.....	72
7.3.1. Total Capital Investment	72
7.3.2. Total Manufacturing Cost	74
7.3.3. General Expense	75
7.4. Analisa Kelayakan.....	76
7.5. Hasil Perhitungan	77
7.5.1. Total Capital Investment	77
7.5.2. Manufactruring Cost	78
7.5.3. General Expense	79
7.5.4. Total Product Cost	79
7.5.5. Analisa Kelayakan.....	79
BAB VIII PENUTUP	81
8.1. Kesimpulan.....	81
8.2. Saran	81
DAFTAR PUSTAKA.....	83
LAMPIRAN A NERACA MASSA	85
LAMPIRAN B NERACA PANAS	94
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT PROSES	110
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI	176

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Benzil Alkohol di Indonesia.....	2
Tabel 1.2. Data Impor Kebutuhan Benzil Alkohol di Asia Tenggara	4
Tabel 1.3. Pabrik Penyedia Bahan Baku di Indonesia.....	5
Tabel 1.4. Kapasitas Pabrik Benzil Alkohol di Dunia.....	5
Tabel 1.5. Perusahaan yang Memanfaatkan Benzil Alkohol.....	8
Tabel 1.6. Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT).....	9
Tabel 1.7. Perbandingan Lokasi Pabrik Benzil Alkohol	12
Tabel 1.8. Hasil Skor Pertimbangan Tempat Pabrik	13
Tabel 1.9. Kelebihan dan Kelemahan Proses Pembuatan Benzil Alkohol.....	15
Tabel 2.1. Neraca Massa Pencampuran 1	27
Tabel 2.2. Neraca Massa Pencampuran 2.....	27
Tabel 2.3. Neraca Massa Reaktor (R-01).....	27
Tabel 2.4. Neraca Massa Dekanter (D-01).....	28
Tabel 2.5. Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)	28
Tabel 2.6. Neraca Massa <i>Overall</i>	29
Tabel 2.7. Neraca Panas Pencampuran 1.....	29
Tabel 2.8. Neraca Massa Pencampuran 2.....	30
Tabel 2.9. Neraca Massa <i>Heater</i> (H-01)	30
Tabel 2.10. Neraca Panas <i>Heater</i> (H-02)	31
Tabel 2.11. Neraca Panas Reaktor (R-01).....	31
Tabel 2.12. Neraca Panas Dekanter (D-01).....	32
Tabel 2.13. Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-03).....	32
Tabel 2.14. Neraca Panas di Menara Distilasi (MD-01)	33
Tabel 2.15. Neraca Panas di <i>Cooler</i> (CI-01)	33
Tabel 2.16. Skala Pabrik Benzil Alkohol	35
Tabel 4.1. Kebutuhan Listrik pada Proses dan Utilitas	47
Tabel 4.2. Kebutuhan Lumen	48
Tabel 5.1. Jadwal Karyawan di Pabrik Benzil Alkohol selama 1 Bulan.....	60
Tabel 5.2. Jabatan dan Pendidikan di Pabrik Benzil Alkohol	60
Tabel 5.3. Jumlah karywan sesuai dengan alat di Pabrik Benzil Alkohol.....	61
Tabel 5.4. Total Karyawan di Pabrik Benzil Alkohol	61

Tabel 5.5. Daftar Gaji di Pabrik Benzil Alkohol	62
Tabel 6.1. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penyimpanan	66
Tabel 6.2. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemindahan	67
Tabel 6.3. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas	67
Tabel 6.4. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaktor Kimia	68
Tabel 6.5. <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemisahan.....	69
Tabel 7.1. Penaksiran harga berdasarkan CEPCI Tahun 2000-2021	71
Tabel A.1. Neraca Massa Akhir Pencampuran 1	86
Tabel A.2. Neraca Massa Akhir Pencampuran 2	87
Tabel A.3. Neraca Massa Akhir Reaktor (R-01).....	88
Tabel A.4. Data Densitas dan Kelarutan pada Pabrik Benzil Alkohol.....	89
Tabel A.5. Komposisi Fase Ringan atau Larut dalam Air	90
Tabel A.6. Komposisi Fase Berat atau Tidak Larut dalam Air	90
Tabel A.7. Neraca Akhir Dekanter (D-01).....	90
Tabel A.8. Neraca Massa Akhir Menara Destilasi (MD-01).....	92
Tabel A.9. Neraca Massa <i>Overall</i>	93
Tabel B.1. Data Kapasitas Panas Cairan	94
Tabel B.2. Neraca Panas Total pada Pencampuran 1	95
Tabel B.3. Neraca Panas Total pada <i>Heat Exchanger</i> (HE-01)	96
Tabel B.4. Neraca Panas Total pada Pencampuran 2	98
Tabel B.5. Neraca Panas Total pada <i>Heater</i> (H-01).....	99
Tabel B.6. Neraca Panas Total pada Reaktor (R-01)	101
Tabel B.7. Neraca Panas Total Dekanter (D-01).....	102
Tabel B.8. Neraca Panas Total <i>Heat Exchanger</i> (HE-01).....	104
Tabel B.9. Neraca Panas Total Menara Destilasi (MD-01).....	108
Tabel B.10. Neraca Panas Total <i>Cooler</i> (CI-01)	109
Tabel D.1. Indeks CEPCCI	177
Tabel D.2. <i>Equipment Cost</i>	178
Tabel D.3. <i>Physical Plant Cost</i> (PPC).....	183
Tabel D.4. <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI).....	184
Tabel D.5 <i>Management Salaries</i>	189

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Data Impor Benzil Alkohol di Indonesia.....	3
Gambar 1.2. Lokasi Pabrik Penyedia Bahan Baku.....	7
Gambar 2.1. PFD Benzil Alkohol Kapasitas 5.000 Ton/Tahun.....	24
Gambar 2.2. Diagram Alir Kualitatif Neraca Massa Benzil Alkohol	25
Gambar 2.3. Diagram Alir Kuantitatif Neraca Massa Benzil Alkohol	26
Gambar 2.4. Tata Letak Wilayah Pabrik Benzil Alkohol.....	36
Gambar 2.5. Tata Letak Alat Proses Pabrik Benzil Alkohol.....	38
Gambar 5.1. Struktur Perusahaan Benzil Alkohol Kapasitas 5.000 Ton/Tahun	57
Gambar 7.1. Grafik Penaksiran Harga Tahun 2000-2021	72
Gambar A.1. Diagram Alir Neraca Massa pada Pencampuran 1	85
Gambar A.2. Diagram Alir Neraca Massa pada Pencampuran 2	86
Gambar A.3. Diagram Alir Neraca Massa pada Reaktor (R-01).....	87
Gambar A.4. Neraca Massa Akhir Reaktor (R-01)	88
Gambar A.5. Diagram Alir Neraca Massa di Area Menara Destilasi (MD-01).....	91