

**PRARANCANGAN PABRIK BENZIL ALKOHOL DARI
BENZIL KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT
DENGAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 20.000
TON/TAHUN**

SKRIPSI

Oleh:
ESTER DEBORA SAMOSIR
201710235006



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA
2024**

**PRARANCANGAN PABRIK BENZIL ALKOHOL DARI
BENZIL KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT
DENGAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 20.000
TON/TAHUN**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Benzil Alkohol dari Benzil Klorida dan Natrium Karbonat dengan Proses Hidrolisis Kapasitas 20.000 Ton/Tahun
Nama Mahasiswa : Ester Debora Samosir
Nomor Pokok Mahasiswa : 201710235006
Program Studi/Fakultas : Teknik Kimia/Teknik
Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 November 2023

Jakarta, 16 Februari 2024

MENYETUJUI,

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Tulus Sukreni, S.T., M.T
NIDN 0324047505


Dr. Andi Nuraliyah, S.T., M.T
NIDN 0920017403

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Perancangan Pabrik Benzil Alkohol dari Benzil Klorida dan Natrium Karbonat dengan Proses Hidrolisis Kapasitas 20.000 Ton/Tahun
Nama Mahasiswa : Ester Debora Samosir
Nomor Pokok Mahasiswa : 201710235006
Program Studi/Fakultas : Teknik Kimia/Teknik
Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 November 2023

Jakarta, 16 Februari 2024


MENGESAHKAN,


Ketua Tim Penguji : Ferra Naidir, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIDN 0309107306
Penguji I : Bungaran Saing, S.Si., Apt., M.M.
NIDN 0326027001
Penguji II : Dr. Tulus Sukreni, S.T., M.T.
NIDN 0324047505

MENGETAHUI,

Ketua Program Studi
Teknik Kimia

Dekan
Fakultas Teknik


Dr. Andi Nuraliyah, S.T., M.T
NIDN 0920017403


Dr. Tulus Sukreni, S.T., M.T
NIDN 0324047505

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

Skripsi yang berjudul

Prarancangan Pabrik Benzil Alkohol dari Benzil Klorida dan Natrium Karbonat dengan Proses Hidrolisis Kapasitas 20.000 Ton/Tahun

Ini adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak mengandung materi yang ditulis oleh orang lain kecuali pengutipan sebagai referensi yang sumbernya telah dituliskan secara jelas sesuai dengan kaidah penulisan karya ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya kecurangan dalam karya ini, saya bersedia menerima sanksi dari Universitas Bhayangkara Jakarta Raya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Saya mengizinkan skripsi ini dipinjam dan digandakan melalui Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Saya memberikan izin kepada Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya untuk menyimpan skripsi ini dalam bentuk digital dan mempublikasikannya melalui Internet selama publikasi tersebut melalui portal Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Jakarta, 16 Februari 2024

Yang membuat pernyataan,



Ester Debora Samosir

ABSTRAK

Ester Debora Samosir. 201710235006. Benzil alkohol merupakan senyawa yang banyak digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan obat-obatan, parfum, kosmetik, solven, tekstil, fotografi, dan sebagai bahan dasar industri kimia yang lain. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, maka dirancang pabrik benzil alkohol dari benzil klorida dan natrium karbonat dengan proses hidrolisis kapasitas 20.000 ton/tahun. Dengan memperhatikan faktor ketersediaan bahan baku, transportasi, tenaga kerja, pemasaran, dan utilitas, maka lokasi pabrik yang dipilih adalah daerah Gresik, Jawa Timur. Proses ini menggunakan bahan baku berupa benzil klorida, natrium karbonat dan air. Sebelum masuk reaktor, bahan baku natrium karbonat terlebih dahulu dilarutkan dengan air hingga konsentrasinya 10,98%. Benzil klorida, natrium karbonat dan air bereaksi di dalam dua reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang disusun seri dengan konversi total 99,93%. Reaksi berlangsung secara eksotermis pada kondisi suhu 95°C tekanan 1 atm pada reaktor (R-01) dan 170°C tekanan 5,9 atm pada reaktor (R-02). Proses pemurnian produk yang dilakukan yaitu pemisahan fase gas, fase ringan dan fase berat menggunakan dekanter, selanjutnya fase ringan keluaran decanter dialirkan menuju menara destilasi (MD-01) untuk memisahkan benzil alkohol dan produk samping. Produk benzil alkohol keluaran MD-01 yang berupa uap dialirkan kembali menuju menara destilasi (MD-02) untuk meningkatkan kemurnian benzil alkohol menjadi 99,9% sehingga memenuhi standar kualitas produk berdasarkan Bureau of Indian Standards (1980). Parameter-parameter analisa ekonomi menunjukkan pabrik benzil alkohol layak untuk didirikan. Hal ini dapat dilihat dari berbagai indikator, yaitu BEP sebesar 52,42%, SDP sebesar 36,62%, ROI sebelum pajak sebesar 31,052%, DCF sebesar 27,84% dan POT sebelum pajak selama 2,44 tahun.

Kata kunci: benzil alkohol, benzil klorida, hidrolisis

ABSTRACT

Ester Debora Samosir. 201710235006. *Benzyl alcohol is a compound that is widely used as a basic ingredient in the manufacture of medicines, perfumes, cosmetics, solvents, textiles, photography, and as a basic ingredient for other chemical industries. To meet domestic needs, a benzyl alcohol plant was designed from benzyl chloride and sodium carbonate with a hydrolysis process capacity of 20,000 tons/year. By taking into account the availability of raw materials, transportation, labor, marketing and utilities, the factory location chosen was the Gresik area, East Java. This process uses raw materials in the form of benzyl chloride, sodium carbonate and air. Before entering the reactor, the sodium carbonate raw material is first dissolved with air until the concentration is 10.98%. Benzyl chloride, sodium carbonate and air reacted in two stirred tank flow reactors (RATB) in series with a total conversion of 99.93%. The reaction takes place exothermically at a temperature of 95°C, 1 atm pressure in the reactor (R-01) and 170°C, 5.9 atm pressure in the reactor (R-02). The product purification process carried out is separating the gas phase, light phase and heavy phase using a decanter, then the light phase output from the decanter is flowed to the distillation tower (MD-01) to separate benzyl alcohol and by-products. The benzyl alcohol product produced by MD-01 in the form of steam is flowed back to the distillation tower (MD-02) to increase the purity of benzyl alcohol to 99.9% so that it meets product quality standards based on the Bureau of Indian Standards (1980). The economic analysis parameters show that the benzyl alcohol factory is feasible to establish. This can be seen from various indicators, namely BEP of 52.42%, SDP of 36.62%, ROI before tax of 31.052%, DCF of 27.84% and POT before tax of 2.44 years.*

Keywords: benzyl alcohol, benzyl chloride, hydrolysis

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ester Debora Samosir
Nomor Pokok Mahasiswa : 201710235006
Program Studi : Teknik Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya Hak bebas Non-Eksklusif (Non Exclusive Royalty-Free Right), atas skripsi yang berjudul:

PRARANCANGAN PABRIK BENZIL ALKOHOL DARI BENZIL KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan) dengan hak yang bebas royalti non-eksklusif ini. Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikan dan menampilkan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu permintaan izin dari saya sebagai pemilik hak cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam skripsi ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : JAKARTA

Pada Tanggal : 16 Februari 2024

Yang menyatakan,



Ester Debora Samosir

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan kekuatan hingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan baik.

Tugas Prarancangan Pabrik Kimia ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan jenjang pendidikan S1 Program Pendidikan Teknik Kimia Universitas Bhayangkara Jakarta Raya. Dalam kesempatan kali ini, tak lupa penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Irjen Pol. (Purn) Dr. H. Bambang Karsono, Drs., S.H., M.M selaku Rektor Universitas Bhayangkara Jakarta Raya
2. Bapak (Alm) Ir. Hernowo Widodo, M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik sejak 2017 yang telah sangat sabar dan penuh dedikasi hingga studi saya dapat diselesaikan dengan baik.
3. Ibu Dr. Tulus Sukreni, S.T., M.T selaku dosen Pembimbing I Tugas Perancangan Pabrik Kimia yang telah sangat sabar dan penuh dedikasi hingga laporan ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Ibu Dr. Andy Nuraliyah, S.T., M.T selaku dosen Pembimbing II sekaligus dosen Pembimbing Akademik serta Ketua Program Studi Teknik Kimia yang telah sangat sabar dan penuh dedikasi hingga laporan ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan, doa dan semangat sehingga laporan ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Suami tercinta yang telah berdedikasi penuh terhadap proses penyelesaian laporan tugas akhir ini dengan baik.
7. Anak yang sedang dalam kandungan yang menjadi anugrah terindah dan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa Angkatan 2017 dan adik-adik tingkat Jurusan Teknik Kimia Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
9. Pihak-pihak lain yang turut membantu dalam penulisan Tugas Perancangan Pabrik Kimia.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas perancangan Pabrik Kimia ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik sehingga Tugas Perancangan Pabrik Kimia ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jakarta, 16 Februari 2024



Ester Debora Samosir

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN | iv |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vi |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Kapasitas Produksi | 2 |
| BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES | 5 |
| 2.1 Pembuatan Benzil Alkohol dari Benzil Klorida dan Natrium Karbonat dengan Proses Cannizaro | 5 |
| 2.2 Pembuatan Benzil Alkohol dari Benzil Klorida dan Natrium Karbonat dengan Proses Hidrolisis | 5 |
| 2.3 Uraian Proses | 6 |
| 2.2.1 Proses Pengolahan Awal (Pre Treatment) | 6 |
| 2.2.2 Proses Utama | 7 |
| 2.2.3 Proses Pemurnian Produk | 7 |
| BAB III SPESIFIKASI BAHAN | 9 |
| 3.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk | 9 |

| | |
|---|-----------|
| BAB IV DIAGRAM ALIR KUALITATIF DAN KUANTITATIF | 11 |
| 4.1 Diagram Alir Kualitatif | 11 |
| 4.2 Diagram Alir Kuantitatif | 11 |
| BAB V NERACA MASSA | 12 |
| 5.1 Neraca Massa Mixer (M-01) | 12 |
| 5.2 Neraca Massa Reaktor 1 (R-01) | 13 |
| 5.3 Neraca Massa Dekanter (DC-01) | 14 |
| 5.4 Neraca Massa Menara Destilasi 1 (MD-01) | 15 |
| BAB VI NERACA PANAS | 16 |
| 6.1 Neraca Panas Pompa 1 (P-01) | 16 |
| 6.2 Neraca Panas Pompa 2 (P-02) | 16 |
| 6.3 Neraca Panas Pompa 3 (P-03) | 16 |
| 6.4 Neraca Panas Pompa 4 (P-04) | 16 |
| 6.5 Neraca Panas Pompa 05 (P-05) | 16 |
| 6.6 Neraca Panas Bucket Elevator (BE-01) | 17 |
| 6.7 Neraca Panas Reaktor 1 (R-01) | 17 |
| 6.8 Neraca Panas Dekanter (DC-01) | 17 |
| 6.9 Neraca Panas Cooler 1 (C-01) | 17 |
| 6.10 Neraca Panas Cooler 2 (C-02) | 17 |
| 6.11 Neraca Panas Cooler 3 (C-03) | 18 |
| 6.12 Neraca Panas Heat Exchanger 1 (HE-01) | 18 |
| 6.13 Neraca Panas Heat Exchanger 2 (HE-02) | 18 |
| 6.14 Neraca Panas Menara Destilasi 1 (MD-01) | 18 |
| BAB VII SPESIFIKASI ALAT | 19 |
| 7.1 Alat Besar | 19 |
| 7.1.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku | 19 |
| 7.1.2 Dekanter | 19 |
| 7.1.3 Mixer | 19 |
| 7.1.4 Alat Penukar Panas | 20 |
| 7.1.5 Reaktor | 20 |

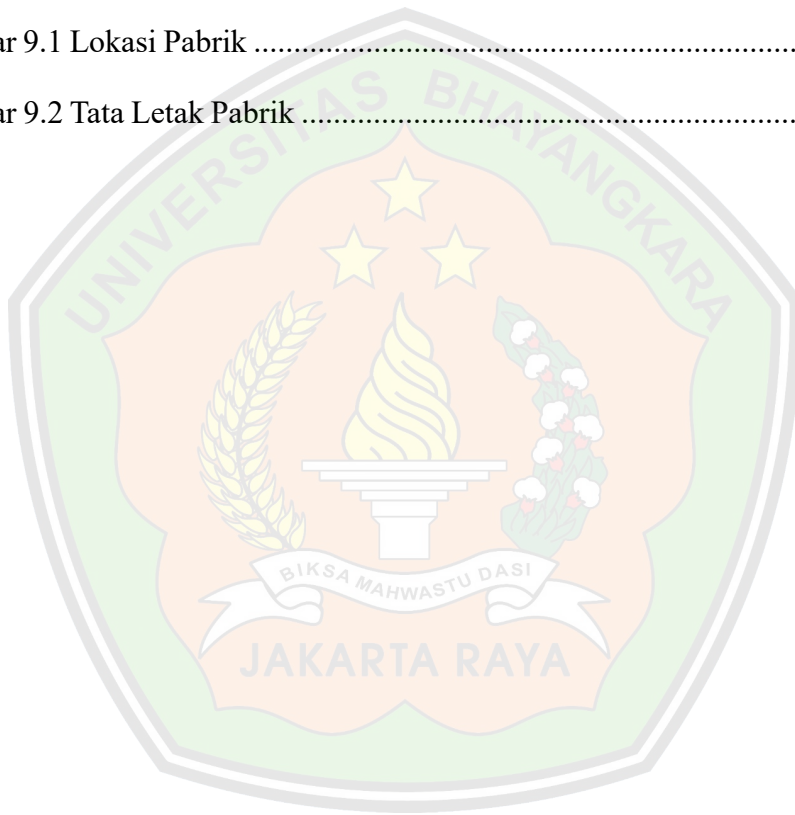
| | |
|---|-----------|
| 7.1.6 Menara Destilasi | 20 |
| 7.2 Alat Kecil | 21 |
| 7.2.1 Pompa | 21 |
| 7.2.2 Elevator | 21 |
| BAB VIII UTILITAS | 22 |
| 8.1 Laju Alir Massa | 22 |
| BAB IX TATA LETAK PABRIK | 23 |
| 9.1 Lokasi Pabrik | 23 |
| 9.2 Tata Letak Pabrik dan Alat | 25 |
| BAB X KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA | 27 |
| 10.1 Kesehatan dan Keselamatan Kerja | 27 |
| BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN | 29 |
| 11.1 Struktur Organisasi | 29 |
| BAB XII EVALUASI EKONOMI | 32 |
| 12.1 Analisa Kelayakan | 32 |
| 12.1.1 Perhitungan Biaya | 32 |
| 12.1.2 Perhitungan Return On Investment (ROI) | 32 |
| 12.1.3 Perhitungan Pay Out Time (POT) | 33 |
| 12.1.4 Perhitungan Break Event Point (BEP) | 33 |
| 12.1.5 Perhitungan Shut Down Point (SDP) | 34 |
| 12.1.6 Perhitungan Discounted Cash Flow (DCF) | 34 |
| BAB XIII KESIMPULAN DAN SARAN | 36 |
| 13.1 Kesimpulan | 36 |
| 13.2 Saran | 36 |
| DAFTAR PUSTAKA | 37 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 1.1 Data Kebutuhan Benzil Alkohol di Indonesia | 1 |
| Tabel 1.2 Data impor benzil alkohol di Indonesia | 2 |
| Tabel 1.2 Prediksi kebutuhan benzil alkohol di Indonesia | 3 |
| Tabel 1.2 Pabrik penghasil benzil alkohol | 3 |
| Tabel 1.2 Data impor benzil alkohol di Asia | 4 |
| Tabel 3.1 Sifat Fisik Bahan Baku | 9 |
| Tabel 3.1 Sifat Fisik Produk Utama dan Produk Samping | 10 |
| Tabel 3.1 Standar Produk Benzil Alkohol | 10 |
| Tabel 7.1.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan | 19 |
| Tabel 7.1.2 Spesifikasi Dekanter | 19 |
| Tabel 7.1.3 Spesifikasi Mixer | 19 |
| Tabel 7.1.4 Spesifikasi Alat Penukar Panas | 20 |
| Tabel 7.1.5 Spesifikasi Reaktor | 20 |
| Tabel 7.1.6 Spesifikasi Menara Destilasi | 20 |
| Tabel 7.2.1 Spesifikasi Pompa | 21 |
| Tabel 7.2.2 Spesifikasi Elevator | 21 |
| Tabel 8.1 Laju alir massa utilitas | 22 |
| Tabel 9.1 Metode Scoring Pemilihan Lokasi Pabrik | 23 |
| Tabel 12.1.1 Perhitungan Biaya | 32 |
| Tabel 12.1.4 Perhitungan BEP | 33 |
| Tabel 12.1.6 Perhitungan DCF | 34 |
| Tabel 12.1.6 Analisa Kelayakan | 34 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 1.2 Kebutuhan benzil alkohol di Indonesia tahun 2015-2019 | 2 |
| Gambar 1.2 Kebutuhan benzil alkohol di Asia tahun 2015-2019 | 4 |
| Gambar 4.1 Diagram Alir Kualitatif | 11 |
| Gambar 4.2 Diagram Alir Kuantitatif | 11 |
| Gambar 9.1 Lokasi Pabrik | 24 |
| Gambar 9.2 Tata Letak Pabrik | 25 |



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Perhitungan Neraca Massa
- Lampiran 2. Perhitungan Neraca Panas
- Lampiran 3. Perhitungan Spesifikasi Peralatan
- Lampiran 4. Perhitungan Utilitas
- Lampiran 5. Perhitungan Evaluasi Ekonomi
- Lampiran 6. Plagiarisme
- Lampiran 7. Biodata Mahasiswa
- Lampiran 8. Kartu Bimbingan Mahasiswa



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia yang semakin pesat menyebabkan kebutuhan akan bahan kimia semakin besar, salah satunya adalah benzil alkohol. Namun untuk memenuhi kebutuhan akan benzil alkohol, Indonesia masih harus mengimpor disebabkan belum adanya pabrik yang memproduksi benzil alkohol di Indonesia. Benzil alkohol merupakan senyawa yang banyak digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan obat-obatan, parfum, kosmetik, solven, tekstil, fotografi, dan sebagai bahan dasar industri kimia yang lain (Kirk dan Othmer, 2008). Berikut ini merupakan tabel yang menunjukkan kebutuhan benzil alkohol pada tahun 2022.

Tabel 1.1 Data Kebutuhan Benzil Alkohol di Indonesia.

| Tahun | Produksi (Ton) | Ekspor (Ton) | Konsumsi (Ton) | Impor (Ton) |
|-------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|
| 2022 | 0 ⁽¹⁾ | 0 ⁽²⁾ | 21.942,3179 ⁽³⁾ | 767,22 ⁽⁴⁾ |

Sumber: (1) Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2022

(2) dan (4) BPS, 2022

(3) Diolah dari data Marketwatch, Inc, 2022.

Data produksi tidak ada karena setelah dilakukan penelusuran data Kementerian Perindustrian Republik Indonesia dan penelusuran secara konvensional tidak ditemukan industri benzil alkohol yang berdiri di Indonesia. Data konsumsi yang digunakan berasal dari hasil perhitungan data Statistik Industri Manufaktur tahun 2018 yang digunakan sebagai base line dengan jumlah konsumsi sebesar 11.9118,3293 ton/tahun. Nilai tersebut di proyeksikan dengan angka pertumbuhan pasar benzil alkohol setiap tahunnya hingga tahun 2024 yaitu sebesar 4,7% yang dikeluarkan oleh Marketwatch, inc sehingga diperoleh angka proyeksi konsumsi benzil alkohol pada tahun 2022. Berdasarkan tabel 1.1 maka peluang pasar benzil alkohol di Indonesia dihitung dengan rumus peluang pasar, yaitu:

$$\text{Peluang Pasar} = (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) - (\text{Impor} + \text{Produksi})$$

$$= (0 + 21.942,3179) - (767,22 + 0) = 21.175,0979 \text{ Ton/Tahun}$$

1.2 Kapasitas Produksi

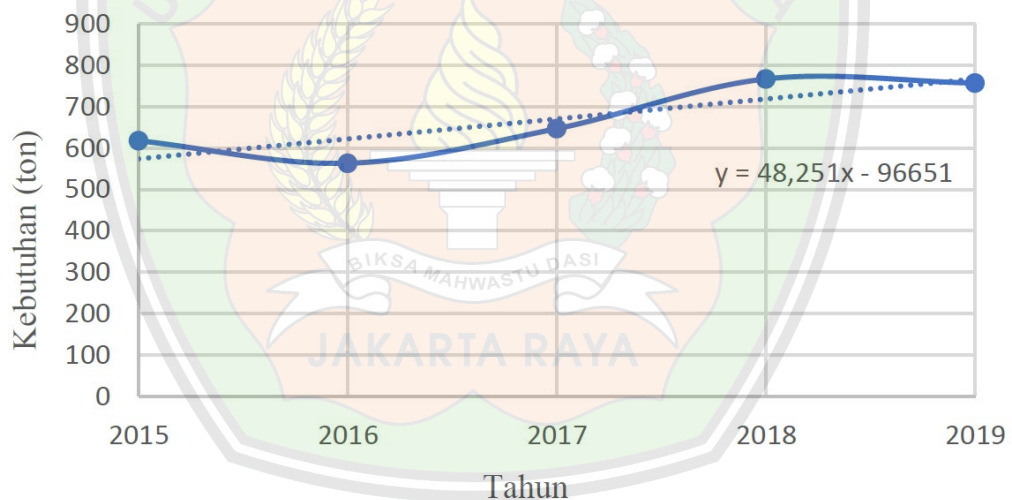
Kapasitas produksi Benzil alkohol diambil berdasarkan:

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS), kebutuhan impor akan benzil alkohol di Indonesia mengalami perubahan dari tahun 2015 - 2019 yang dapat dilihat pada tabel

Tabel 1.2 Data impor benzil alkohol di Indonesia

| Tahun | Kebutuhan impor (Ton/Tahun) |
|-------|-----------------------------|
| 2015 | 617,793 |
| 2016 | 563,423 |
| 2017 | 647,033 |
| 2018 | 767,219 |
| 2019 | 757,148 |

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2020)



Gambar 1.2 Kebutuhan benzil alkohol di Indonesia tahun 2015-2019

Dari gambar dengan metode regresi linier dapat diperoleh persamaan untuk mencari kebutuhan pada tahun tertentu. Pabrik direncanakan akan beroperasi pada tahun 2029, sehingga perkiraan kebutuhan impor benzil alkohol pada tahun tersebut dapat dihitung melalui persamaan:

$$y = 42,251x - 96651$$

Keterangan: y = kebutuhan (ton/tahun)

x = tahun

Maka diperoleh prediksi kebutuhan benzil alkohol di Indonesia hingga 2029 ditunjukkan pada tabel Sehingga diperoleh data prediksi kebutuhan rata-rata dari tahun 2020-2029 adalah 1033,25 ton/tahun dengan kenaikan sebesar 5%.

Tabel 1.2 Prediksi kebutuhan benzil alkohol di Indonesia

| Tahun | Kebutuhan impor (Ton/Tahun) | Kenaikan pertahun (%) |
|-----------|-----------------------------|-----------------------|
| 2020 | 816,02 | 6% |
| 2021 | 864,27 | 6% |
| 2022 | 912,52 | 5% |
| 2023 | 960,77 | 5% |
| 2024 | 1009,02 | 5% |
| 2025 | 1057,27 | 5% |
| 2026 | 1105,53 | 4% |
| 2027 | 1153,78 | 4% |
| 2028 | 1202,03 | 4% |
| 2029 | 1250,28 | 6% |
| Rata-rata | 1033,15 | 5% |

Kapasitas perancangan suatu pabrik setidaknya sama dengan kapasitas minimal pabrik yang sudah ada dan berjalan baik sampai sekarang. Di dunia sudah terdapat beberapa pabrik yang memproduksi benzil alkohol dapat dilihat pada tabel Namun pabrik benzil alkohol di Indonesia masih belum ada sehingga data ekspor tidak ditemukan atau sangat kecil dan menyebabkan perlunya melakukan impor. Oleh karena itu, penentuan kapasitas perancangan pabrik benzil alkohol dapat dilakukan dengan menggunakan data impor kebutuhan benzil alkohol.

Tabel 1.2 Pabrik penghasil benzil alkohol

| Tahun | Kapasitas (Ton/Tahun) |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Chemfine International Co., Ltd. | 39.000 |
| Dalian Stars Trading Co., Ltd. | 15.000 |
| Shanghai Sunwise Chemical Co., Ltd. | 5.500 |
| Haihang Industry Co.,Ltd | 3.300 |

Sumber: (Alibaba, 2020)

Adapun kebutuhan impor benzil alkohol di Asia dari tahun 2015-2019 yang mengalami perubahan dapat dilihat pada tabel. Berdasarkan data impor tersebut dibuat grafik yang menghasilkan persamaan linier pada gambar, sehingga perkiraan kebutuhan impor benzil alkohol pada tahun 2029 dapat dihitung.

$$y = - 881,02x + 2 \times 10^6$$

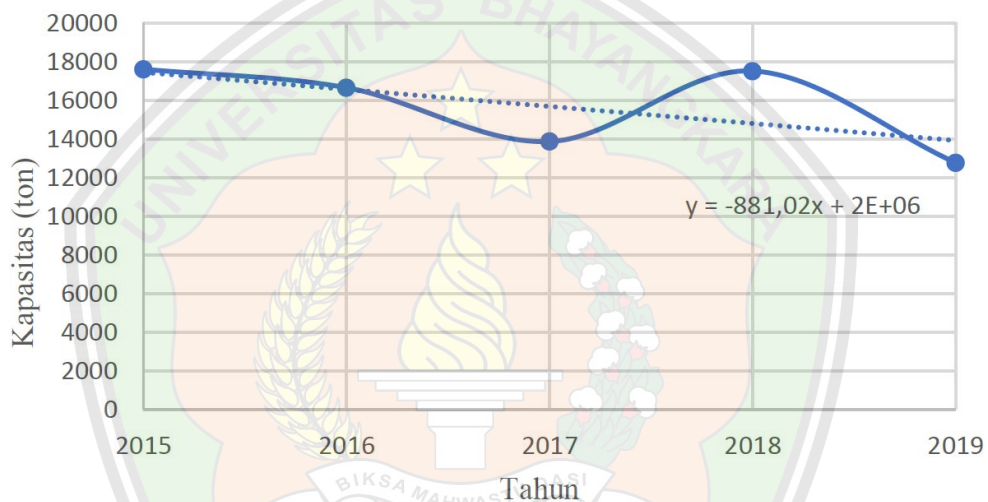
$$y = - 881,02(2029) + 2 \times 10^6$$

$$y = 21241,042 \text{ ton/tahun}$$

Tabel 1.2 Data impor benzil alkohol di Asia

| Tahun | Kebutuhan impor (Ton/Tahun) |
|-------|-----------------------------|
| 2015 | 21.720 |
| 2016 | 21.099 |
| 2017 | 17.982 |
| 2018 | 22.248 |
| 2019 | 14.970 |

Sumber: (Comtrade, 2020)



Gambar 1.2 Kebutuhan benzil alkohol di Asia tahun 2015-2019

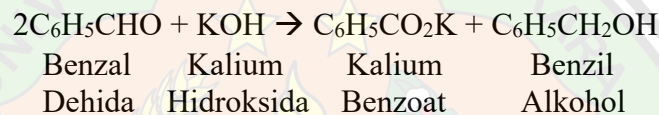
Berdasarkan perkiraan impor benzil alkohol di Indonesia dan Asia tahun 2029 mendatang dapat dihitung kapasitas pabrik yang akan dibangun. Pabrik ini diinginkan dapat menyumbang 10% dari kebutuhan Asia di atas yang berarti berjumlah 21.241 ton, sedangkan kebutuhan di Indonesia menurut perkiraan adalah 1.033 ton. Berdasarkan hal tersebut ditentukan kapasitas pabrik benzil alkohol yang akan dibangun adalah 20.000 ton/tahun, sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisanya dapat di ekspor ke negara lain.

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

2.1 Pembuatan Benzil Alkohol dari Benzil Klorida dan Natrium Karbonat dengan Proses Cannizaro

Beberapa proses cannizaro pada reaksi ini merupakan formaldehida dioksidasi menjadi asam formiat, aldehida aromatik direduksi menjadi alkohol, yang berlangsung pada fase homogen (cair-cair) pada temperatur 204 – 207°C, dan tekanan 4,4 – 6,1 atm. Digunakan benzaldehida sebagai agen pereduksi dengan katalis berupa alkali. Kemurnian reaksi ini sebesar 60%. Pada reaksi ini hanya setengah dari aldehid yang tereduksi menjadi alkohol, setengahnya lagi teroksidasi menjadi asam. Persamaan reaksinya sebagai berikut :

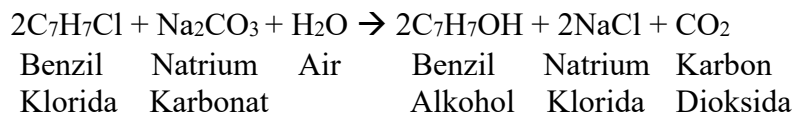


2.2 Pembuatan Benzil Alkohol dari Benzil Klorida dan Natrium Karbonat dengan Proses Hidrolisis

Beberapa proses hidrolisis menggunakan bahan baku berupa benzil klorida dan natrium karbonat, proses ini berlangsung tanpa katalis dengan kemurnian sebesar 99%. Pada proses hidrogenasi menggunakan bahan baku berupa benzaldehid dan katalis sodium amalgam, bahan baku yang digunakan relatif lebih mahal dari proses lainnya (Patent CN102757312B, 2012).

Berdasarkan perbandingan beberapa proses di atas, maka dipilih proses hidrolisis karena bahan baku relatif murah, tidak menggunakan katalis dan tingkat kemurniannya tinggi. Selain itu, prosesnya lebih murah dengan bahan baku yang lebih terjangkau. Reaksi ini berlangsung pada fase cair dalam 1 reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi di R-01 berlangsung pada temperatur 95°C serta tekanan operasi 1 atm. Reaksi bersifat eksotermis dengan persamaan reaksi sebagai berikut.

Reaksi utama:



Dari reaksi tersebut diperoleh produk oil fase keluaran R-01 yang mengandung 86,26% benzil alkohol, 5,61% dibenzil eter dan 7,65% benzil klorida (Patent CN102757312B, 2012). Berdasarkan data pada (Patent CN102757312B, 2012) tersebut, maka diperoleh konversi reaksi utama pada R-01 sebesar 98,23%. Sehingga konversi total reaksi pada reaktor tersebut mendekati 99%.

2.3 Uraian Proses

2.2.1 Proses Pengolahan Awal (Pre Treatment)

Proses pembuatan benzil alkohol ini menggunakan proses hidrolisis dengan bahan baku berupa benzil klorida, natrium karbonat dan air. Bahan baku benzil klorida diperoleh dari Hongkong Jia Ying International Trade Co. Ltd, China memiliki kemurnian 99,5% dengan impuritis benzil klorida 0,25% dan klorotoluen 0,25% pada fase cair disimpan dalam tangki penyimpanan (T-01) dengan tekanan 1 atm dan temperatur 30°C. Benzil klorida akan dipompa menggunakan pompa (P-01) menuju mixer (M-01). Bahan baku selanjutnya adalah natrium karbonat yang diperoleh dari PT Aneka Kimia Inti Surabaya memiliki kemurnian 99,71% dengan impuritis natrium klorida 0,28% dan air 0,01% dalam fase padat yang disimpan dalam tangki penyimpanan (T-02) dengan tekanan 1 atm dan temperatur 30°C. Pada proses ini natrium karbonat berfungsi sebagai penetralisir terbentuknya asam dan membuat reaksi menjadi tidak reversibel, selain itu penambahan natrium karbonat juga berfungsi untuk menghambat pembentukan dibenzil eter yang merupakan produk samping dari pembuatan benzil alkohol (Patent US4474993, 1984). Natrium karbonat ditampung dan kemudian diangkut menggunakan bucket elevator (BE-01) dan dimasukkan ke dalam mixer (M-01) untuk dilarutkan hingga konsentrasi larutan natrium karbonat menjadi 10,98%. Bahan baku terakhir adalah air yang diperoleh dari unit utilitas yang akan dialirkan menuju mixer (M-01) untuk melarutkan natrium karbonat. Kemudian mencampur aliran benzil klorida dan

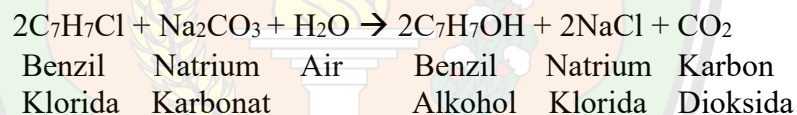
larutan natrium karbonat yang selanjutnya akan dipompa menggunakan pompa (P-02) masuk ke heat Exchanger (HE-01) untuk mengubah temperatur benzil klorida dan larutan natrium karbonat menjadi 95°C sehingga siap diumpankan ke dalam reaktor (R-01).

2.2.2 Proses Utama

Bahan baku benzil klorida, natrium karbonat dan air direaksikan di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) secara seri agar mencapai tingkat konversi yang dikehendaki dengan rasio massa benzil klorida terhadap natrium karbonat 2:1 sementara air ditambahkan sehingga konsentrasi larutan natrium karbonat menjadi 10,98%. Reaksi berlangsung pada fase cair dengan temperatur 95°C dan tekanan 1 atm selama 3 jam pada reaktor (R-01).

Reaksi bersifat eksotermis dengan nilai $\Delta H = -196.393,705$ kJ/jam. Persamaan reaksi yang terjadi dalam reaktor adalah sebagai berikut.

Reaksi utama:

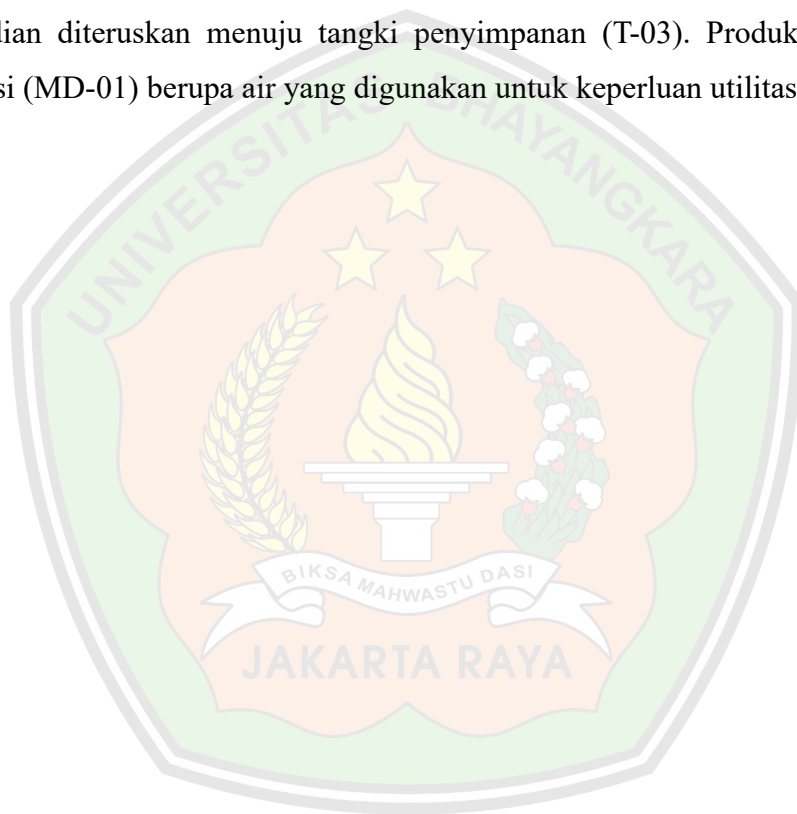


Konversi reaksi utama dan reaksi samping pada R-01 sebesar 91,83% dan 2,63%. Sehingga konversi total reaksi pada kedua reaktor tersebut sebesar 99,93%. Reaktor dioperasikan secara nonisotermal adiabatik sehingga keluaran dari reaktor memiliki suhu yang lebih tinggi karena sifat reaksi yang eksotermis. Hasil reaksi dari reaktor (R-01) yang berfase cair dialirkan menggunakan pompa (P-03) menuju cooler (CL-01), sedangkan uap reaktor (R-01) yang berfase gas keluar menuju atas.

2.2.3 Proses Pemurnian Produk

Produk reaktor (R-01) berfase cair dialirkan dengan pompa (P-03) menuju cooler (C-01) untuk menurunkan temperaturnya menjadi 55°C kemudian diumpankan menuju ke dekanter (D-01). Dekanter akan memisahkan produk menjadi fase berat dan fase ringan. Fase berat berupa natrium klorida, natrium

karbonat dan air, sedangkan fase ringan berupa benzil alkohol, benzil klorida, klorotoluen, benzal klorida dan dibenzil eter. Fase berat pada dekanter akan dialirkan menuju unit pengolahan limbah. Fase ringan dari dekanter akan mengalir menuju pemanas (HE-01) untuk menaikkan temperatur bahan menjadi 204,6°C sebelum diumpankan menuju menara destilasi (MD-01). Pada menara distilasi (MD-01) produk bawah digunakan untuk memurnikan produk benzil alkohol. Benzil alkohol akan terpisahkan sebagai produk bawah dari campuran larutannya dengan kemurnian 99%, lalu dialirkan menggunakan pompa (P-05) menuju cooler (C-03) untuk menurunkan temperatur produk dari 204,6°C menjadi 30°C, kemudian diteruskan menuju tangki penyimpanan (T-03). Produk atas menara distilasi (MD-01) berupa air yang digunakan untuk keperluan utilitas.



BAB III SPESIFIKASI BAHAN

3.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan benzil alkohol dengan proses hidrolisis adalah benzil klorida yang diperoleh dari Hongkong Jia Ying International Trade Co., Ltd, China dan natrium karbonat yang diperoleh dari PT Aneka Kimia Inti. Proses hidrolisis menghasilkan produk samping berupa natrium klorida, gas karbon dioksida dan dibenzil eter. Adapun sifat fisik bahan baku dan produk dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.1 Sifat Fisik Bahan Baku.

| Indikator | Komponen | | | | |
|------------------------|----------------------------------|--|--|--|----------------------------------|
| | Benzil Klorida | Natrium Karbonat | Air | Klorotoluen | Benzal Klorida |
| Rumus Molekul | C7H7Cl | Na2CO3 | H2O | CH3C6H4Cl | C7H6Cl2 |
| Fasa | Cair | Padat | Cair | Cair | Cair |
| Berat Molekul (g/gmol) | 126,59 | 105,99 | 18,02 | 126,59 | 161,03 |
| Titik Didih (°C) | 179,4 | 300,9 | 100 | 162,5 | 213,9 |
| Densitas 30 °C (Kg/m3) | 1106 | 1460 | 998,0 | 1072 | 1257 |
| Ukuran Partikel (µm) | - | 250 | - | - | - |
| Sifat Bahan | Beracun, korosif, mudah terbakar | Tidak beracun, tidak korosif, tidak mudah terbakar | Tidak beracun, tidak korosif, tidak mudah terbakar | Beracun, tidak korosif, mudah terbakar | Beracun, korosif, mudah terbakar |

Sumber: (CDH, 2018), (Pubchem, 2018) & (Chemical Book, 2018)

Tabel 3.1 Sifat Fisik Produk Utama dan Produk Samping.

| Indikator | Komponen | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|--|----------------------------------|
| | Benzil Alkohol | Natrium Klorida | Karbon Dioksida | Dibenzil Eter | Asam Klorida |
| Rumus Molekul | C ₇ H ₈ O | NaCl | CO ₂ | C ₁₄ H ₁₄ O | HCl |
| Fasa | Cair | Cair | Gas | Cair | Gas |
| Berat Molekul (g/gmol) | 108,14 | 58,44 | 44,01 | 98,27 | 36,46 |
| Titik Didih (°C) | 205,5 | 326,9 | -78,55 | 288,3 | -85,05 |
| Densitas 30 °C (Kg/m ³) | 1047 | 1851 | 825,3 | 1047 | 870,3 |
| Sifat Bahan | Tidak beracun, tidak korosif, mudah terbakar | Tidak beracun, tidak korosif, tidak mudah terbakar | Tidak beracun, tidak korosif, tidak mudah terbakar | Beracun, tidak korosif, tidak mudah terbakar | Beracun, korosif, mudah terbakar |

Sumber : (CDH, 2018) & (Praxair MSDS, 2018)

Dalam pembuatan benzil alkohol, target spesifikasi produk yang dihasilkan mengacu pada Bureau of Indian Standards yang dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut.

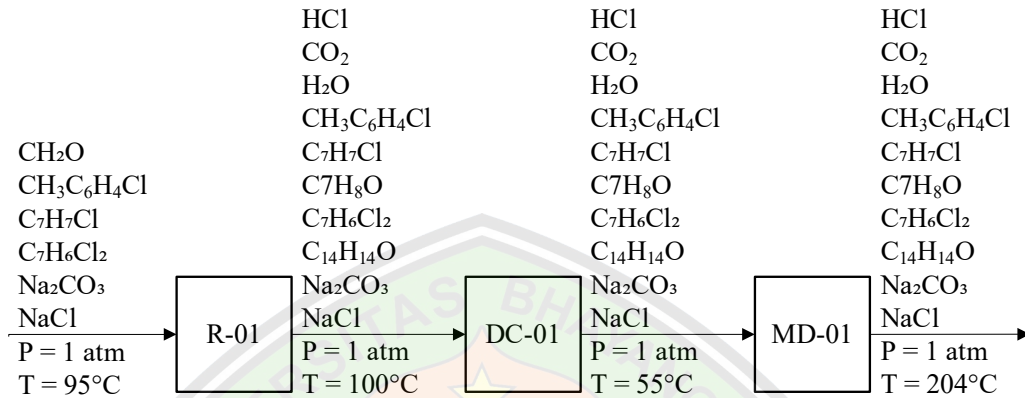
Tabel 3.1 Standar Produk Benzil Alkohol

| No | Parameter | Persyaratan | Metode uji |
|----|--------------------------|-----------------|---|
| 1. | Bau | Aromatik lemah | Cl 4 & 5 of IS : 2284 - 1963 |
| 2. | Berat jenis pada 27/27°C | 1,036 - 1,040 | IS : 326 (III) - 1980 |
| 3. | Indeks bias pada 27°C | 1,5358 - 1,5378 | Cl 7 IS : 326 - 1968 |
| 4. | Bilangan asam | Max 0,3 | IS : 326 (VII) - 1980 |
| 5. | Kandungan alkohol (%w/w) | Min 99% | Appendix A & Cl 11.4.3 of IS : 326-1968 |

Sumber: Bureau of Indian Standards, 1980

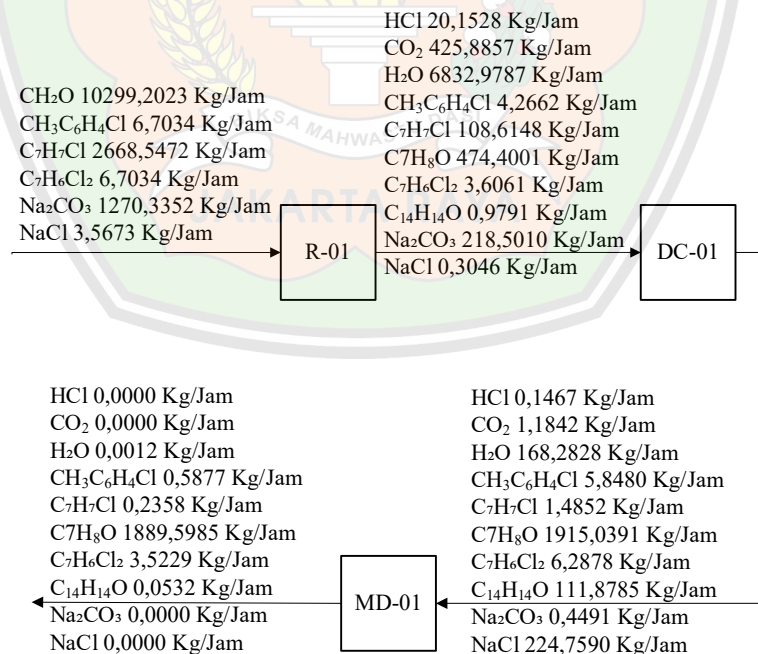
BAB IV DIAGRAM ALIR KUALITATIF DAN KUANTITATIF (PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM)

4.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.1 Diagram Alir Kualitatif.

4.2 Diagram Alir Kuantitatif



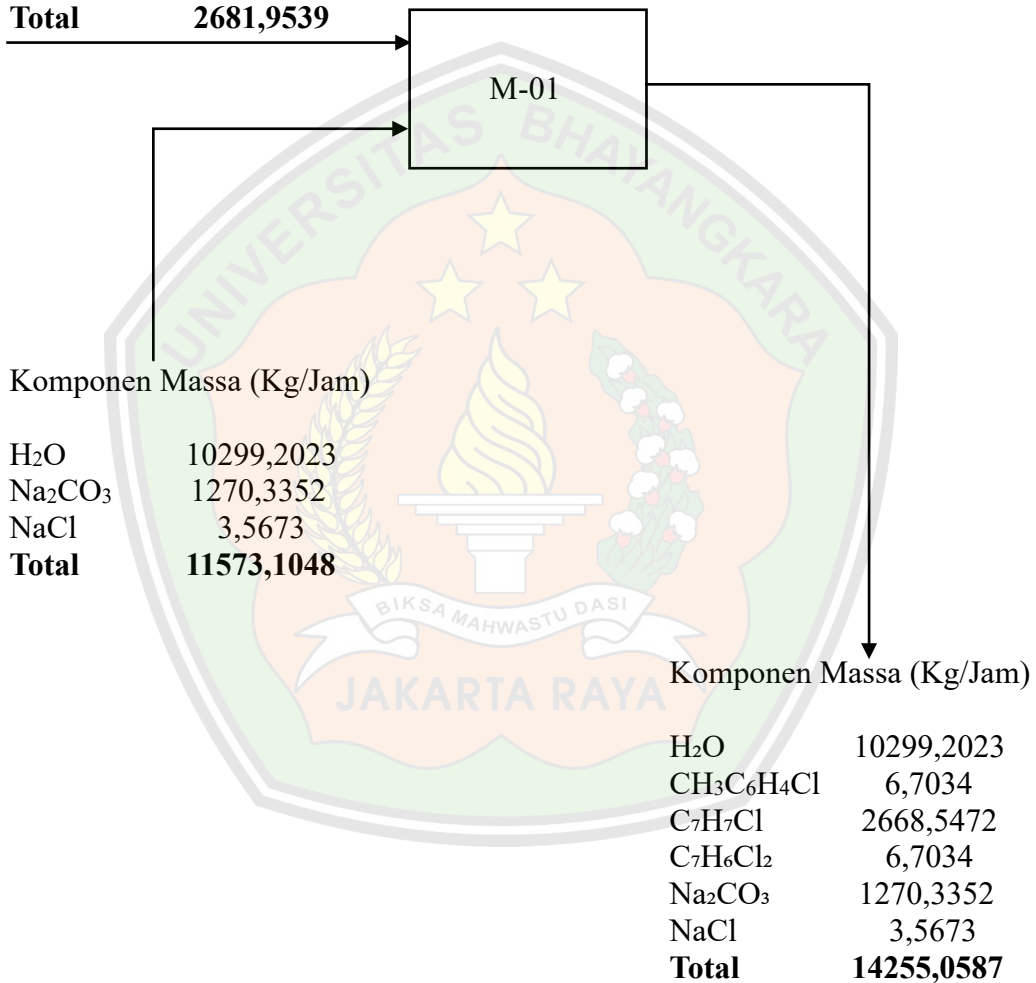
Gambar 4.2 Diagram Alir Kuantitatif.

BAB V NERACA MASSA

5.1 Neraca Massa Mixer (M-01)

Komponen Massa (Kg/Jam)

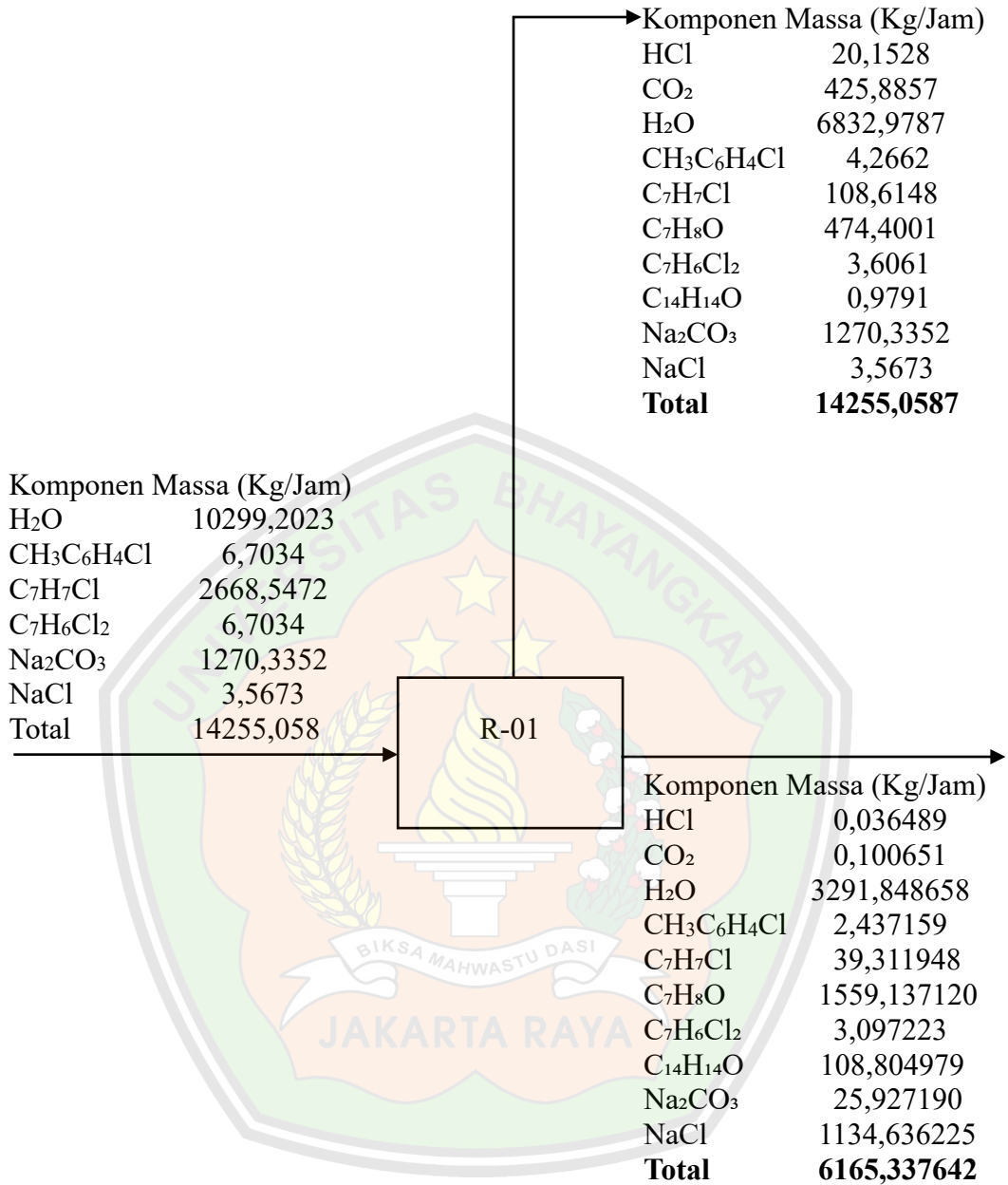
| | |
|--|------------------|
| CH ₃ C ₆ H ₄ Cl | 6,7034 |
| C ₇ H ₇ Cl | 2668,5472 |
| C ₇ H ₆ Cl ₂ | 6,7034 |
| Total | 2681,9539 |



TOTALinput: 14255,0587 Kg/Jam

TOTALoutput: 14255,0587 Kg/Jam

5.2 Neraca Massa Reaktor 1 (R-01)

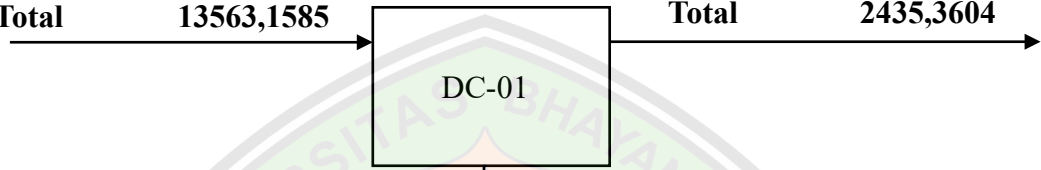


TOTALinput: 14255,0587 Kg/Jam

TOTALoutput: 14255,0268 Kg/Jam

5.3 Neraca Massa Dekanter (DC-01)

| Komponen Massa (Kg/Jam) | | Komponen Massa (Kg/Jam) | |
|--|-------------------|--|------------------|
| HCl | 0,9547 | HCl | 0,1467 |
| CO ₂ | 4,7447 | CO ₂ | 1,1842 |
| H ₂ O | 9939,7134 | H ₂ O | 168,2828 |
| CH ₃ C ₆ H ₄ Cl | 6,0868 | CH ₃ C ₆ H ₄ Cl | 5,8480 |
| C ₇ H ₇ Cl | 1,4965 | C ₇ H ₇ Cl | 1,4852 |
| C ₇ H ₈ O | 2125,2771 | C ₇ H ₈ O | 1915,0391 |
| C ₇ H ₆ Cl ₂ | 6,3016 | C ₇ H ₆ Cl ₂ | 6,2878 |
| C ₁₄ H ₁₄ O | 111,9040 | C ₁₄ H ₁₄ O | 111,8785 |
| Na ₂ CO ₃ | 165,3640 | Na ₂ CO ₃ | 0,4491 |
| NaCl | 1201,3157 | NaCl | 224,7590 |
| Total | 13563,1585 | Total | 2435,3604 |



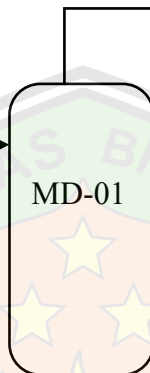
| Komponen Massa (Kg/Jam) | |
|--|-------------------|
| HCl | 0,8080 |
| CO ₂ | 3,5605 |
| H ₂ O | 9771,4305 |
| CH ₃ C ₆ H ₄ Cl | 0,2388 |
| C ₇ H ₇ Cl | 0,0113 |
| C ₇ H ₈ O | 210,2380 |
| C ₇ H ₆ Cl ₂ | 0,0138 |
| C ₁₄ H ₁₄ O | 0,0255 |
| Na ₂ CO ₃ | 164,9149 |
| NaCl | 976,5568 |
| Total | 11127,7981 |

TOTALinput: 13563,1585 Kg/Jam

TOTALoutput: 13563,1585 Kg/Jam

5.4 Neraca Massa Menara Destilasi 1 (MD-01)

| Komponen | Massa (Kg/Jam) | Komponen | Massa (Kg/Jam) |
|--|------------------|--|-----------------|
| HCl | 0,1467 | HCl | 0,1467 |
| CO ₂ | 1,1842 | CO ₂ | 1,1842 |
| H ₂ O | 168,2828 | H ₂ O | 168,2817 |
| CH ₃ C ₆ H ₄ Cl | 5,8480 | CH ₃ C ₆ H ₄ Cl | 5,2603 |
| C ₇ H ₇ Cl | 1,4852 | C ₇ H ₇ Cl | 1,2494 |
| C ₇ H ₈ O | 1915,0216 | C ₇ H ₈ O | 25,4231 |
| C ₇ H ₆ Cl ₂ | 6,2796 | C ₇ H ₆ Cl ₂ | 2,7567 |
| C ₁₄ H ₁₄ O | 0,0532 | C ₁₄ H ₁₄ O | 0,0000 |
| Na ₂ CO ₃ | 0,0000 | Na ₂ CO ₃ | 0,0000 |
| NaCl | 0,0000 | NaCl | 0,0000 |
| Total | 2098,3014 | Total | 204,3023 |

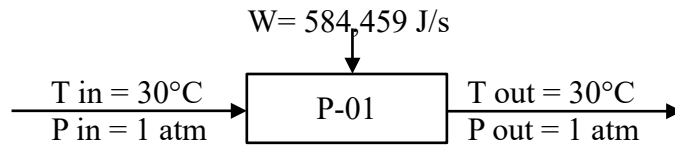


| Komponen | Massa (Kg/Jam) |
|--|-----------------|
| HCl | 0,0000 |
| CO ₂ | 0,0000 |
| H ₂ O | 0,0000 |
| CH ₃ C ₆ H ₄ Cl | 0,0000 |
| C ₇ H ₇ Cl | 0,0000 |
| C ₇ H ₈ O | 0,0174 |
| C ₇ H ₆ Cl ₂ | 0,0082 |
| C ₁₄ H ₁₄ O | 111,8253 |
| Na ₂ CO ₃ | 0,4491 |
| NaCl | 224,7590 |
| Total | 337,0589 |

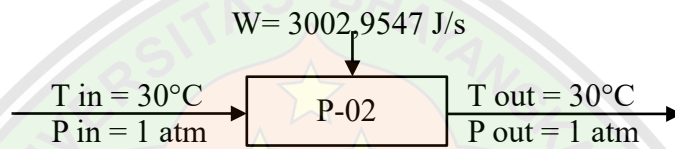
TOTALinput : 2098,3014 Kg/Jam TOTALoutput : 2098,3014 Kg/Jam

BAB VI NERACA PANAS

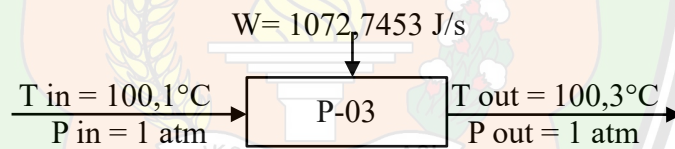
6.1 Neraca Energi Pompa (P-01)



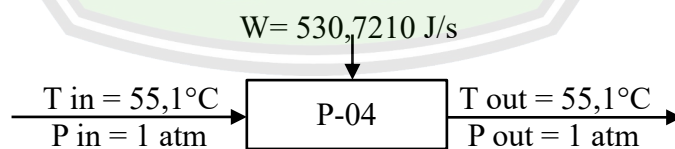
6.2 Neraca Panas Pompa 2 (P-02)



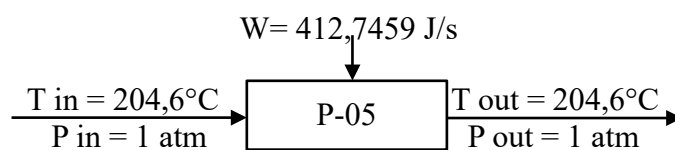
6.3 Neraca Panas Pompa 3 (P-03)



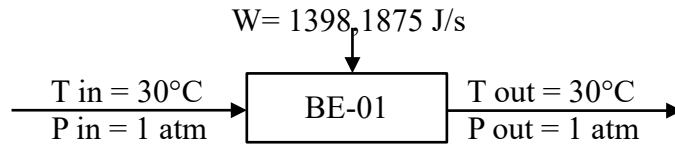
6.4 Neraca Panas Pompa 4 (P-4)



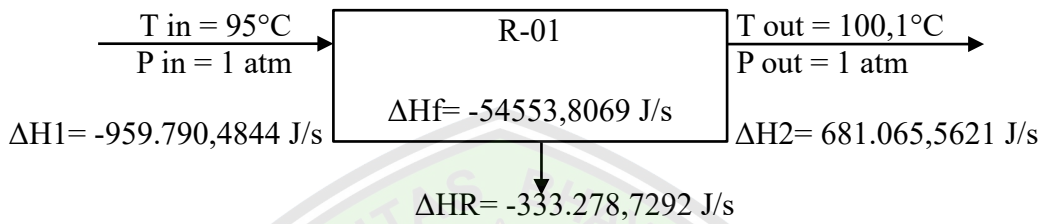
6.5 Neraca Panas Pompa 05 (P-05)



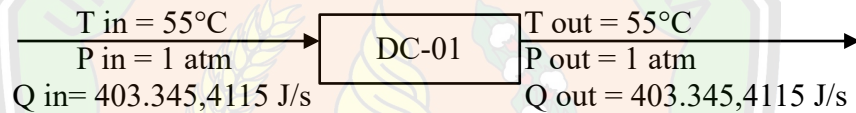
6.6 Neraca Panas Bucket Elevator (BE-01)



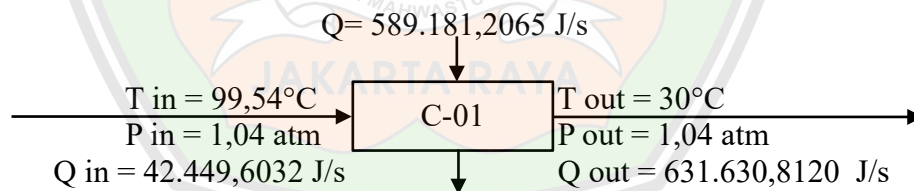
6.7 Neraca Panas Reaktor 1 (R-01)



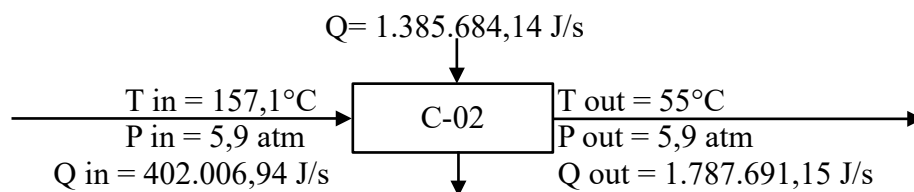
6.8 Neraca Panas Dekanter (DC-01)



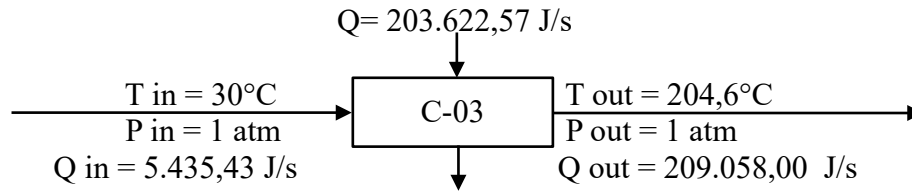
6.9 Neraca Panas Cooler 1 (C-01)



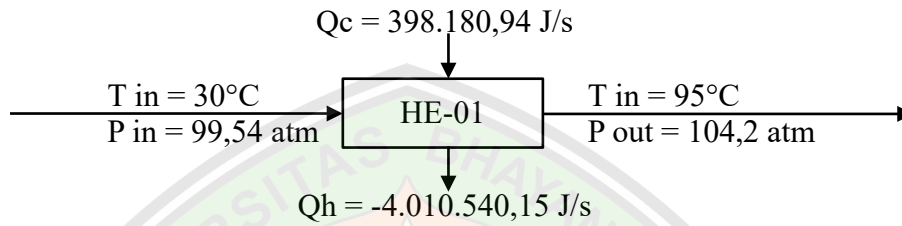
6.10 Neraca Panas Cooler 2 (C-02)



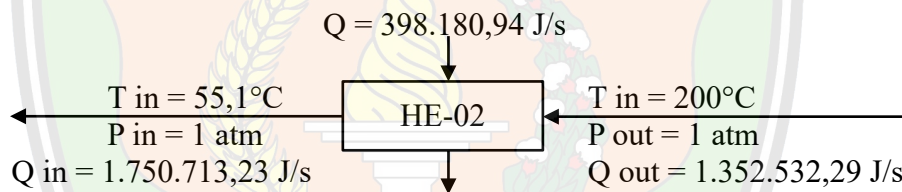
6.11 Neraca Panas Cooler 3 (C-03)



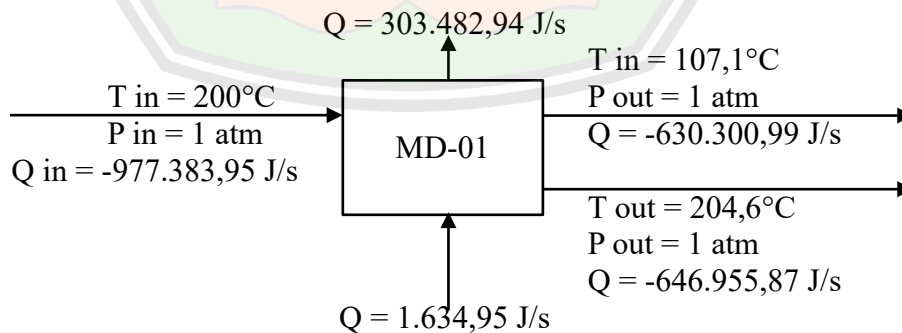
6.12 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-01)



6.13 Neraca Panas Heat Exchanger 2 (HE-02)



6.14 Neraca Panas Menara Destilasi 1 (MD-01)



BAB VII SPESIFIKASI ALAT

7.1 Alat Besar

7.1.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku

Tabel 7.1.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan.

| Kode Alat | Fungsi Alat | Bentuk | Bentuk Tutup | Volume (m ³) | Diameter (m) | Tinggi (m) | Tebal (cm) | Jumlah | P.Tangki (atm) | T.Tangki (°C) | Bahan Konstruksi |
|-----------|-------------------------------------|----------------|--------------|--------------------------|--------------|------------|------------|--------|----------------|---------------|-----------------------------|
| T-01 | Menyimpan bahan baku benzil klorida | Silinder tegak | Conical roof | 814,6439 | 540 | 6,3126 | 2,2225 | 1 | 1 | 30 | Carbon Steel SA 283 grade C |
| T-02 | Menyimpan produk benzil alkohol | Silinder tegak | Conical roof | 643,7285 | 480 | 6,2484 | 1,9050 | 1 | 1 | 30 | Carbon Steel SA 283 grade C |

7.1.2 Dekanter

Tabel 7.1.2 Spesifikasi Dekanter.

| Kode Alat | Fungsi Alat | Bentuk | Tipe | Bentuk tutup | Diameter (m) | Panjang (m) | Tebal (cm) | P (atm) | T (°C) | Bahan Konstruksi |
|-----------|---|---------------------|--------------------------|--------------|--------------|-------------|------------|---------|--------|--|
| DC-01 | Memisahkan campuran fasa ringan dan fase berat yang keluar dari R- 02 | Silinder Horizontal | Double Welded Butt Joint | Elipsoidal | 0,9063 | 2,1214 | 0,1875 | 1 | 55,1 | Stainless steel SA 167 grade 11 tipe 316 |

7.1.3 Mixer

Tabel 7.1.3 Spesifikasi Mixer.

| Kode Alat | Fungsi Alat | Tipe | Volume (m ³) | Diameter (m) | Tebal (cm) | P (atm) | T (°C) | Bahan Konstruksi |
|-----------|---|-------|--------------------------|--------------|------------|---------|--------|--|
| M-01 | Mencampurkan aliran bahan baku sebelum masuk reaktor (R-01) | Mixer | 2,7232 | 52,0304 | 0,188 | 1 | 30 | Stainless steel SA 167 grade 11 tipe 316 |

7.1.4 Alat Penukar Panas

Tabel 7.1.4 Spesifikasi Alat Penukar Panas.

| Kode Alat | Fungsi Alat | Jenis | Beban Panas / dingin (kJ / Jam) | Kebutuhan Pendingin / Pemanas (Kg / Jam) | Jenis Pendingin / Pemanas | Luas Perpindahan Panas (m ²) | Diameter Pipa (in) | | Jumlah Tube | Bahan Konstruksi |
|-----------|-------------------------------------|----------------|---------------------------------|--|---------------------------|--|--------------------|-------------------|-------------|------------------|
| | | | | | | | Shell / Annulus | Tube / Inner Pipe | | |
| C-01 | Menurunkan temperatur keluaran R-01 | Shell and Tube | 2.121.052,34 | 33.824,921 | Air | 23,824 | 15,25 | 0,75 | 82 | Stainless steel |
| C-02 | Menurunkan temperatur keluaran R-02 | Shell and Tube | 1.396.657,33 | 13.375,077 | Air | 24,7977 | 15,25 | 1,25 | 51 | Stainless steel |

7.1.5 Reaktor

Tabel 7.1.5 Spesifikasi Reaktor.

| Kode Alat | Fungsi Alat | Tipe | Tipe Pengaduk | Volume (m ³) | Waktu Tinggal (jam) | Tinggi (m) | Diameter (m) | Tebal (cm) | P (atm) | T (°C) | Bahan Konstruksi |
|-----------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------|------------|---------|--------|--|
| R-01 | Tempat Berlangsungnya Reaksi | Reaktor Alir Tangki Bepengaduk | marine propeller with 3 blade | 51,1171 | 3 | 10,620 | 5,4865 | 0,1875 | 1 | 95 | Stainless steel SA 167 grade 11 tipe 316 |

7.1.6 Menara Destilasi

Tabel 7.1.6 Spesifikasi Menara Destilasi.

| Kode Alat | Fungsi Alat | Tipe | N Plat Aktual | Eff. Plat (%) | Tray Spacing (m) | Tempat Plat Feed (dari bawah) | Tinggi (m) | Diameter (m) | Tebal (cm) | Kondisi Feed | P.Menara (atm) | T.Menara (°C) | Bahan Konstruksi |
|-----------|---|------------|---------------|---------------|------------------|-------------------------------|------------|--------------|------------|--------------|----------------|---------------|---------------------------------|
| MD-01 | Memisahkan benzil alkohol dan komponen ringan lainnya dari dibenzil eter dan NaCl | Sieve Tray | 41 | 24,46 | 0,6 | 32 | 24,737 | 7,13 | 0,9525 | Campuran | 1 | 232,66 | Stainless steel SA 167 grade 11 |

7.2 Alat Kecil

7.2.1 Pompa

Tabel 7.2.1 Spesifikasi Pompa.

| Kode Alat | Fungsi Alat | Jenis | Kapasitas (kg/jam) | Head (m) | Daya (Watt) | Bahan Konstruksi |
|-----------|---|-------------|--------------------|----------|-------------|------------------|
| P-01 | Mengalirkan benzil klorida dari tangki menuju akumulator | Centrifugal | 2,4 | 60 | 584,4594 | Carbon Steel |
| P-02 | Mengalirkan keluaran akumulator menuju reaktor (R-01) | Centrifugal | 13,6 | 58 | 3002,9546 | Stainless Steel |
| P-03 | Mengalirkan dan menaikkan tekanan produk cair R-01 dari 1 atm menjadi 5,9 atm menuju M-03 | Centrifugal | 5,80 | 47,9 | 1072,7453 | Stainless Steel |
| P-04 | Mengalirkan light fase keluaran DC-01 menuju MD-01 | Centrifugal | 2,3 | 60 | 530,7210 | Stainless Steel |
| P-05 | Mengalirkan produk benzil alkohol menuju tangki penyimpanan (T-02) | Centrifugal | 2,1 | 60 | 412,7459 | Carbon Steel |

7.2.2 Elevator

Tabel 7.2.2 Spesifikasi Elevator.

| Kode Alat | Fungsi Alat | Tipe | Kapasitas (kg/jam) | Ukuran Bucket (in) | Bucket Spacing (in) | Tinggi Elevator (ft) | Daya (Hp) | Jumlah | Bahan Konstruksi |
|-----------|---|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-----------|--------|------------------|
| BE-01 | Mengangkut bahan baku natrium karbonat menuju BC-01 | Continus Bucket | 1274,0299 | 6 x 4 x 4,25 | 12 | 25 | 1,875 | 1 | Carboon Steel |

BAB VIII UTILITAS

8.1 Laju Alir Massa

Tabel 8.1 Laju alir massa utilitas.

| Alat | Kode Alat | Kebutuhan Laju Alir Air Pendingin (Kg/Jam) | Kebutuhan Steam | |
|--------------|-----------|--|-----------------|--------------------|
| | | | Jenis Steam | Laju Air (Kg/Jam) |
| Cooler 01 | C-01 | 33824.9206 | - | - |
| Cooler 02 | C-02 | 13375.0771 | - | - |
| Cooler 03 | C-03 | 59691.5245 | - | - |
| Heater 01 | H-01 | - | Saturated | 1197.238636 |
| Heater 02 | H-02 | - | Saturated | 1954.569975 |
| Total | | 106891.5222 | | 3151.808611 |



BAB IX TATA LETAK PABRIK

9.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi untuk perancangan pabrik benzil alkohol dipilih 3 lokasi alternatif yaitu Cilegon (Banten), Cikarang (Jawa Barat) dan Gresik (Jawa Timur). Pemilihan 3 lokasi alternatif tersebut berdasarkan letak geografisnya dan kemudian dilakukan metode scoring dengan 4 kategori pokok dengan nilai 1 – 5 dan kemudian dikali dengan bobot masing–masing. Metode tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 9.1 Metode Scoring Pemilihan Lokasi Pabrik.

| Alternatif Lokasi | Faktor – faktor yang Diperhatikan | | | | Jumlah |
|-------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|--------------|--------|
| | Bahan Baku 40% | Tenaga Kerja 30% | Transportasi 20% | Utilitas 10% | |
| Cilegon | 4 x 40 | 5 x 30 | 5 x 20 | 5 x 10 | 460 |
| Cikarang | 3 x 40 | 5 x 30 | 5 x 20 | 5 x 10 | 420 |
| Gresik | 5 x 40 | 4 x 30 | 5 x 20 | 5 x 10 | 470 |

Berdasarkan tabel skor tertinggi pada kategori bahan baku adalah Gresik hal ini karena Kota Gresik terletak tidak terlalu jauh dari bahan baku yaitu natrium karbonat yang diperoleh dari PT Aneka Kimia Inti Surabaya dibandingkan dengan Kota Cilegon dan Cikarang. Sedangkan bahan baku benzil klorida di impor dari Hongkong Jia Ying International Trade Co. Ltd, China

Pada kategori tenaga kerja ketiga lokasi alternatif memiliki jumlah tenaga kerja yang relatif banyak yaitu pada Kota Cilegon terdapat lulusan SMA/ sederajat sebanyak 9.228 jiwa, lulusan D3 sebanyak 1.122 jiwa dan S1 sebanyak 1.475 jiwa. Pada Kota Cikarang terdapat lulusan SMA/ sederajat sebanyak 14.422 jiwa, lulusan D3 sebanyak 400 jiwa dan S1 sebanyak 682 jiwa sedangkan pada Kota Gresik terdapat lulusan SMA/ sederajat sebanyak 1.593 jiwa, lulusan D1-D4 sebanyak 427 jiwa dan S1 sebanyak 1.028 jiwa.

Pada kategori transportasi ketiga lokasi alternatif memiliki skor yang sama tingginya. Hal ini karena pada Kota Cilegon terdapat jalan Tol Tangerang-Merak

sedangkan untuk jalur laut dilengkapi oleh Pelabuhan Merak dan Pelabuhan Cigading Habean Center. Pada Kota Cikarang terdapat jalan Tol Cibitung-Cikarang sedangkan jalur laut dilengkapi oleh Pelabuhan Tanjung Priok dan Pelabuhan Daratan Cikarang (cikarang dry port). Pada Kota Gresik terdapat jalan Tol Surabaya-Manyur dan Surabaya-Gempor sedangkan jalur laut dilengkapi oleh Pelabuhan Bawean, Pelabuhan Gresik dan Pelabuhan PT Petro Kimia Gresik.

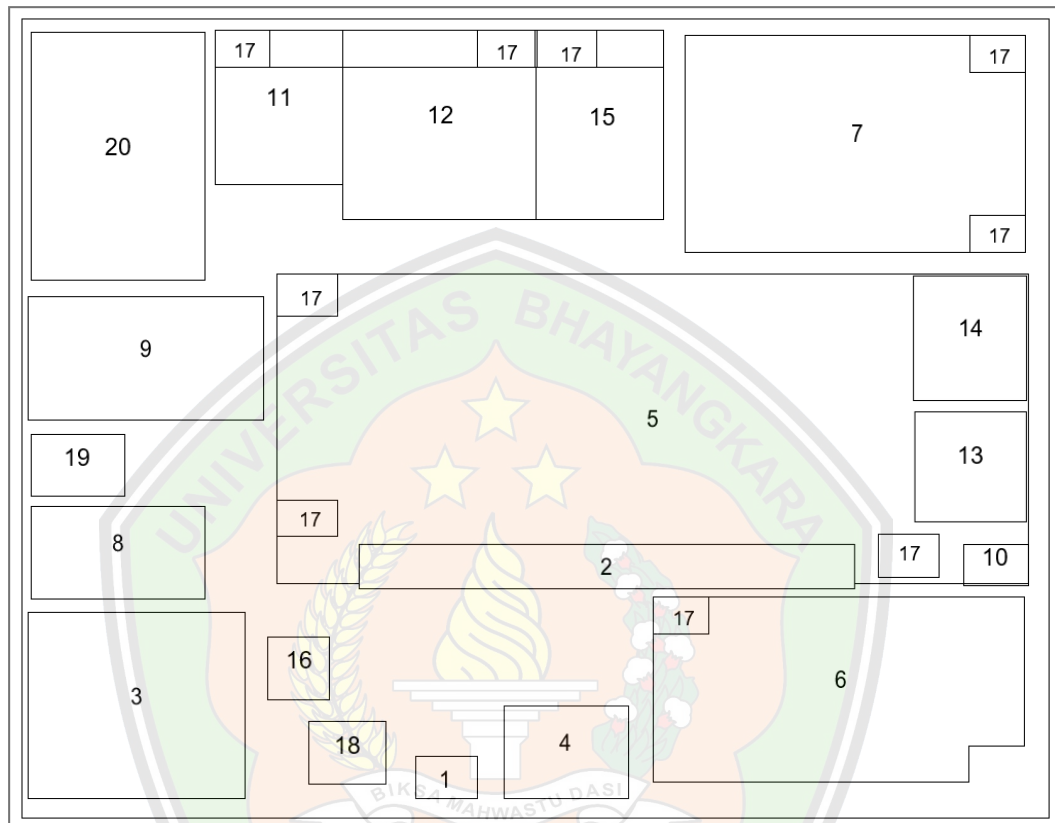
Pada kategori utilitas yang mencakup air, daya listrik serta bahan bakar ketiga lokasi alternatif juga memiliki skor yang sama tingginya. Hal ini karena pada Kota Cilegon terdapat Sungai Kali Kelapa dan Sungai Cibodongjengkol. Untuk kebutuhan daya listrik terdapat PLTU Karakatau dan PLTU Suralaya, sedangkan untuk kebutuhan bahan bakar terdapat PT Pertamina Patra Niaga TG Gerem. Di kota Cikarang terdapat Sungai Citarum, Sungai Cikarang dan Sungai Cipamingkis. Untuk kebutuhan daya listrik terdapat PT. Cikarang Listrindo dan Bekasi Power Techno Park, sedangkan untuk kebutuhan bahan bakar terdapat PT Pertamina Gas Cikarang. Kota Gresik dilalui oleh Sungai Bengawan Solo, Sungai Kali Camong dan Sungai Sembayat. Untuk kebutuhan daya listrik, terdapat PT PLN Persero, PLN Benjeng dan PLN UP 3, sedangkan untuk kebutuhan bahan bakar dapat dipenuhi dari PT Pertamina Gresik sehingga berdasarkan jumlah nilai pada tabel dipilih lokasi untuk mendirikan pabrik yaitu di Gresik, Jawa Timur.



Gambar 9.1 Lokasi Pabrik

9.2 Tata Letak Pabrik dan Alat

Pabrik pengolahan benzil alkohol ini akan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur dengan tata letak (lay out) pabrik sebagai berikut:



Gambar 9.2 Tata Letak Pabrik.

Keterangan Gambar:

1. Pintu masuk
2. Taman
3. Area parkir
4. Pos keamanan
5. Area proses
6. Kantor pusat
7. Area utilitas
8. Masjid
9. Gudang peralatan

10. Unit pemadam kebakaran / safety
11. Bengkel
12. Ruang kontrol
13. Area bahan baku
14. Area produk
15. Laboratorium
16. Kantin
17. Toilet
18. Poliklinik
19. Perpustakaan
20. Area perluasan



BAB X

KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

10.1 Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Kesehatan dan keselamatan Kerja adalah keselamatan yang berkaitan dengan alat kerja, bahan dan proses pengolahannya, tempat kerja dan lingkungan serta cara-cara melakukan pekerjaan (Anizar, 2012). Keselamatan kerja adalah sarana utama untuk pencegahan kecelakaan, cacat dan kematian sebagai akibat kecelakaan kerja (Suma'mur, 1981). Menurut Ridley (2008) keselamatan adalah suatu kondisi yang bebas dari risiko kecelakaan atau kerusakan dengan risiko yang relatif sangat kecil di bawah tingkat tertentu. Tujuan dari keselamatan kerja menurut Suma'mur (1981) yaitu:

- a. Melindungi tenaga kerja atas hak keselamatannya dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional.
- b. Menjamin keselamatan setiap orang lain yang berada di tempat kerja.
- c. Sumber produksi dipelihara dan dipergunakan secara aman dan efisien. Menurut Webster dalam *Intercollegiate Dictionary*, keselamatan sendiri mempunyai pengertian bebas interaksi antara manusia-mesin-media yang berakibat kerusakan sistem, degradasi dari misi sukses, hilangnya jam kerja, atau luka pada pekerja. Menurut ILO (International Labour Organization)/ WHO Joint Safety and Health Committee (2013) Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah:
 - a. Promosi dan memelihara derajat tertinggi semua pekerja baik secara fisik, mental, dan kesejahteraan sosial di semua jenis pekerjaan.
 - b. Untuk mencegah penurunan kesehatan dan terjadinya kecelakaan/ cidera yang disebabkan oleh kondisi pekerjaan mereka.
 - c. Melindungi pekerja pada setiap pekerjaan dan risiko yang timbul dari faktor-faktor yang dapat mengganggu keselamatan dan kesehatan pekerja.

d. Penempatan dan memelihara pekerja di lingkungan kerja yang sesuai dengan kondisi fisiologis dan psikologis pekerja dan untuk menciptakan kesesuaian antara pekerjaan dengan pekerja dan setiap orang dengan tugasnya.



BAB XI

ORGANISASI PERUSAHAAN

11.1 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain :

- a. Perumusan tujuan usaha yang jelas
- b. Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi
- c. Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi
- d. Adanya kesatuan arah (unity of direction)
- e. Adanya kesatuan perintah (unity of command)
- f. Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
- g. Adanya pembagian tugas (distribution of work)
- h. Adanya koordinasi
- i. Struktur organisasi disusun sederhana
- j. Pola dasar organisasi harus relative permanen
- k. Adanya jaminan jabatan (unity of tenure)
- l. Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya
- m. Penempatan orang harus sesuai keahliannya

(Zamani, 1998)

Dengan berpedoman pada asas tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik yaitu Sistem Line and Staff. Pada sistem ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya

akan bertanggungjawab pada seorang atasan saja. Untuk kelancaran produksi, perlu dibentuk staff ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staff ahli kepada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan. Ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staff ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau lini yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staff yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

(Zamani, 1998)

Dewan komisaris mewakili para pemegang saham (pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya. Tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Keuangan-Umum. Direktur Produksi membawahi bidang produksi dan teknik, sedangkan Direktur Keuangan dan Umum membawahi bidang pemasaran, keuangan, dan bagian umum. Kedua direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggungjawab atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggungjawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan diagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh seorang kepala regu dimana setiap kepala regu akan bertanggungjawab kepada pengawas masing-masing seksi.

(Widjaja, 2003)

Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

- a. Menjelaskan, membagi, dan membatasi pelaksanaan tugas dan bertanggungjawab setiap orang yang terlibat di dalamnya
- b. Penempatan tenaga kerja yang tepat
- c. Pengawasan, evaluasi dan pengembangan perusahaan serta manajemen perusahaan yang lebih efisien

- d. Penyusunan program pengembangan manajemen
- e. Menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- f. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.



BAB XII EVALUASI EKONOMI

12.1 Analisa Kelayakan

12.1.1 Perhitungan Biaya

Tabel 12.1.1 Perhitungan Biaya.

| Komponen | Jumlah (Rp) |
|---|--------------------|
| A. Capital Investment | |
| Fixed Capital Investment (Modal Tetap) | Rp 296.871.961.273 |
| Working Capital Investment (Modal Kerja) | Rp 44.530.794.191 |
| B. Manufacturing Cost | |
| Direct Cost (Biaya Produksi Langsung) | Rp 356.486.334.230 |
| Inderect Cost (Biaya Produksi Tidak Langsung) | Rp 34.730.786.252 |
| Fixed Cost (Biaya Produksi Tetap) | Rp 38.593.354.966 |
| C. General Expense | |
| General Expense (Pengeluaran Umum) | Rp 133.241.247.389 |

- a. Kapasitas produksi : 20.000 ton/tahun
- b. Hari pabrik beroperasi: 330 hari/tahun
- c. Kurs dolar : Rp 14089,65789/ US \$
- d. Umur alat : 10 tahun
- e. Cost index chemical plant : 619,2
- f. Tahun evaluasi : 2022

12.1.2 Perhitungan Return On Investment (ROI)

$$\text{ROI sebelum pajak} = \frac{\text{Laba kotor} \times 100\%}{\text{FCI}} = \frac{\text{Rp. 92.183.232.495}}{\text{Rp. 296.871.961.273}} \times 100\%$$

= 31,05 % (resiko rendah)

$$\text{ROI sesudah pajak} = \frac{\text{Laba bersih} \times 100\%}{\text{FCI}} = \frac{\text{Rp. 64.528.262.747}}{\text{Rp. 296.871.961.273}} \times 100\%$$

= 21,74 %

12.1.3 Perhitungan Pay Out Time (POT)

POT sesudah pajak

$$= \frac{\text{FCI}}{\text{Laba bersih} + \text{depresiasi}} = \frac{\text{Rp. 296.871.961.273}}{\text{Rp. 64.528.262.747} + \text{Rp. 296.871.961.273}}$$
$$= 3,15 \text{ tahun}$$

12.1.4 Perhitungan Break Event Point (BEP)

$$\text{BEP} = \frac{F_a + 0,3 R_a}{S_a - 0,7 R_a - V_a} \times 100\%$$

Dimana :

Sa = total harga penjualan (sales)

Fa = biaya tetap (fixed change)

Va = biaya variabel

Ra = biaya semi variabel (semi variable cost)

Tabel 12.1.4 Perhitungan BEP.

| No. | Komponen | Total |
|-----|----------------------------|--------------------|
| 1 | Biaya tetap (Fa) | Rp 38.593.354.966 |
| 2 | Biaya variabel (Va) | Rp 202.309.706.405 |
| 3 | Total harga penjualan (Sa) | Rp 655.234.955.332 |
| 4 | Biaya semi variabel (Ra) | Rp 298.123.461.466 |

Maka:

$$\text{BEP} = \frac{38.593.354.966 + (0,3 \times 298.123.461.466)}{655.234.955.332 - (0,7 \times 298.123.461.466) - 202.309.706.405} \times 100\%$$

$$= 52,42 \%$$

12.1.5 Perhitungan Shut Down Point (SDP)

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3 R_a}{S_a - 0,7 R_a - V_a} \times 100\% \\ &= \frac{(0,3 \times 298.123.461.466)}{655.234.955.332 - (0,7 \times 298.123.461.466) - 202.309.706.405} \times 100\% \\ &= 36,62\% \end{aligned}$$

12.1.6 Perhitungan Discounted Cash Flow (DCF)

Persamaan:

$$(FCI + WCI) (1+i)^n = WCI + SV + C((1+i)^{n-3} + (1+i)^{n-4} + \dots + (1+i)^0)$$

Dimana :

FCI = fixed capital investment

WCI = working capital investment

C = annual cash flow = pembiayaan + depresiasi + laba Bersih

SV = salvage value = 0% dari FCI

Diperkirakan umur pabrik = 10 tahun

Tabel 12.1.6 Perhitungan DCF.

| No. | Komponen | Total |
|-----|----------------------------------|--------------------|
| 1 | Fixed Capital Investment (FCI) | Rp 296.871.961.273 |
| 2 | Working Capital Investment (WCI) | Rp 44.530.794.191 |
| 3 | Annual Cash Flow (C) | Rp 102.811.668.383 |
| 4 | Salvage Value (SV) | Rp 0 |

Dilakukan trial and error harga i untuk memperoleh kedua sisi persamaan dengan nilai yang sama. Dari hasil trial and error, diperoleh nilai i sebesar 27,84%.

Tabel 12.1.6 Analisa Kelayakan.

| Keterangan | Perhitungan | Batasan |
|---------------------------------------|-------------|---|
| 1. Percent Return Of Investment (ROI) | | |
| ROI sebelum pajak | 31,05 % | Low Risk min. 11% (Aries & Newton, 1995) |

| | | |
|-------------------------------|------------|---|
| ROI sesudah pajak | 21,74 % | - |
| 2. Pay Out Time (POT) | | |
| POT sebelum pajak | 2,44 tahun | Low Risk maks. 5 tahun (Aries & Newton, 1995) |
| POT sesudah pajak | 3,15 tahun | - |
| 3. Break Event Point (BEP) | 52,42 % | 40% - 60% (Aries & Newton, 1995) |
| 4. Shut Down Point (SDP) | 36,62 % | - |
| 5. Discounted Cash Flow (DCF) | 27,84 % | Diatas 5,75% (suku bunga bank rata-rata) (Bank Indonesia, 2019) |



BAB XIII

KESIMPULAN DAN SARAN

13.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa ekonomi dan beberapa evaluasi lainnya dari perancangan pabrik benzil alkohol ini dapat disimpulkan :

1. Kapasitas pabrik benzil alkohol yang akan didirikan yaitu 20.000 ton/tahun dan Kota Gresik, Provinsi Jawa Timur terpilih menjadi lokasi untuk mendirikan pabrik benzil alkohol karena dekat dengan sumber bahan baku.
2. Dilihat dari sisi ekonominya, pabrik benzil alkohol ini layak untuk didirikan dimana nilai BEP sebesar 52,42%, SDP sebesar 36,62%, ROI sebelum pajak sebesar 31,05%, DCF sebesar 27,84% dan POT sebelum pajak selama 2,44 tahun.

13.2 Saran

Perancangan pabrik kimia diperlukan konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik adalah sebagai berikut :

1. Optimasi pemilihan alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh
2. Untuk lebih lanjut produksi limbah diharapkan dapat dilakukan pengolahan lebih baik lagi sehingga menghasilkan pabrik yang lebih ramah lingkungan.
3. Seiring tumbuh pesatnya industri-industri kebutuhan benzil alkohol sebagai bahan pelarut dan bahan pendukung di beberapa industri semakin meningkat, maka realisasi pendirian pabrik benzil alkohol perlu di lakukan untuk memenuhi kebutuhan dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2022. Chemical Equipment Cost. www.alibaba.com. Diakses pada 15 Juli 2022.
- Aries, R.S., and Newton, R.D. 1955. Chemical Engineering Cost Estimation. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Badan Pusat Statistik. (2022). Ekspor Menurut Komoditi. Diakses 08 Februari 2022
<http://bps.go.id>
- Badan Pusat Statistik. (2022). Impor Menurut Komoditi. Diakses 08 Februari 2022.
<http://bps.go.id>
- Badan Pusat Statistik. (2022). Kota Gresik Dalam Angka 2020. Diakses 16 Februari 2022. <http://bps.go.id>
- Badan Pusat Statistik. (2017). Statistik Industri Manufaktur - Produksi. Diakses 12 Februari 2022. <http://bps.go.id>
- Badan Pusat Statistik. (2018). Statistik Industri Manufaktur - Produksi. Diakses 12 Februari 2022. <http://bps.go.id>
- Badan Pusat Statistik. (2019). Statistik Industri Manufaktur - Produksi. Diakses 12 Februari 2022. <http://bps.go.id>
- Badan Pusat Statistik. (2020). Statistik Industri Manufaktur - Produksi. Diakses 12 Februari 2022. <http://bps.go.id>
- Badan Pusat Statistik. (2021). Statistik Industri Manufaktur - Produksi. Diakses 12 Februari 2022. <http://bps.go.id>
- Brown, G.G. 1950. Unit Operations. New Delhi: CBS Publishers & Distributors.
- Brownell, L.E., and Young, E.H. 1959. Process Equipment Design. New York: John Wiley & Sons, Inc.

- Bureau of Indian Standards. (1980). IS 3924: Benzyl Alcohol. Diakses 19 Februari 2022. <https://archive.org/details/gov.in.is.3924.1980/page/n9>
- CDH. Material Safety Data Sheet Benzyl Alcohol. Diakses 19 Februari 2022. <https://www.cdhfinechemical.com>
- CDH. Material Safety Data Sheet Benzyl Chloride. Diakses 19 Februari 2022. <https://www.cdhfinechemical.com>
- CDH. Material Safety Data Sheet Chlorotoluene. Diakses 19 Februari 2022. <https://www.cdhfinechemical.com>
- CDH. Material Safety Data Sheet Dibenzyl Eter. Diakses 19 Februari 2022. <https://www.cdhfinechemical.com>
- CDH. Material Safety Data Sheet Sodium Carbonate. Diakses 19 Februari 2022. <https://www.cdhfinechemical.com>
- CDH. Material Safety Data Sheet Sodium Chloride. Diakses 19 Februari 2022. <https://www.cdhfinechemical.com>
- CDH. Material Safety Data Sheet Water. Diakses 19 Februari 2022. <https://www.cdhfinechemical.com>
- Chemical Book. Benzal Chloride Product Description. Diakses 19 Februari 2022. https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_US_CB0124548.aspx
- Couldson, J.M., and Richardson, J.F. 2005. Chemical Engineering Design, 4th ed. vol. 6. New York: Pergamon Press Inc
- Geankoplis, C.J. 1993. Transport Processes and Unit Operations, 3rd ed. New Jersey: P T R Prentice-hall, inc.
- Google Maps. Peta Kota Gresik. www.petakotagresik.com. Diakses pada 17 Maret 2022.

- Grundfos Industry. 2004. Pump Handbook. Denmark: Grundfos Management.
- Hag et al. (1984). Method for The Hydrolysis of α -Chlorinated Toluene Compounds. US Patent No 4,474,993.
- Henry, W., Withers, Jr., John, L., Rose, Jr., Chattanooga. Tenn. (1971). Hydrolysis Of Benzyl Chloride To Benzyl Alcohol. US Patent No 3,557,222.
- Hua, Y., Huaqing, X., Sheng, H. (2012). High-selectivity and low-energy consumption preparation method for benzyl alcohol. China Patent No. CN102757312B.
- Kern, D.Q. 1965. Process Heat Transfer. Singapore: McGraw-Hill Book Company.
- Kirk, R.E., & Orthmer, D.F. (2008). Encyclopedia of Chemical Technology 5th Edition. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- Langford. (1996). Paint Stripper Containing Benzyl Alcohol or Alkyl-Substituted Derivative and Methylene Chloride or Other Chlorinated Alkane. US Patent No. 5,518,661.
- Levenspiel, Octave. (1999). Chemical Reaction Engineering, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Ludwig, E.E. (1999). Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plant vol 1, 3rd ed. Houston, TX: Gulf Publishing Company.
- Market Watch. (2016). Benzyl Alcohol Market. www.marketwatch.com. Diakses pada 04 April 2022.
- Matches. (2014). Manufacture of Chemicals, Energy, Materials and Metallurgical Things That Involving Mathematics and Chemistry. 19 Juli 2019. <http://www.matche.com/equipcost/Default.html>
- McCabe, W.L., Smith, J.C., and Harriott, P. 1985. Unit Operations of Chemical Engineering, 4th ed. New York: McGraw-Hill Book, Inc.

Mehra, Y.R. (1979). Liquid Surge Capacity in Horizontal and Vertical vessels. Los Angeles: El Paso product Co.

NIST Chemistry Webbook. Standard Reference Data Benzyl Alcohol. Diakses 19 April 2022. <https://webbook.nist.gov>

NIST Chemistry Webbook. Standard Reference Data Benzyl Chloride. Diakses 19 April 2022. <https://webbook.nist.gov>

NIST Chemistry Webbook. Standard Reference Data Benzyl Dichloride. Diakses 19 April 2022. <https://webbook.nist.gov>

NIST Chemistry Webbook. Standard Reference Data Sodium Carbonate. Diakses 19 April 2022. <https://webbook.nist.gov>

Perry, R.H., and Green, D.W. 1999. Perry's Chemical Engineers Handbook, 7th ed. New York: McGraw Hill Companies.

Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D. 2004. Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5th ed. New York: McGraw-Hill Book Company.

Praxair. Material Safety Data Sheet Carbon Dioxide. Diakses 19 Februari 2022. <https://www.praxair.com>

PT Aneka Kimia Inti. Company Profile - PT. Aneka Kimia Inti. Diakses 12 Februari 2019. <http://www.aki.co.id/product.html>

PubChem. Benzyl alcohol (C₆H₅CH₂OH). Diakses 12 Februari 2022. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/244#section=Chemical-Vendors>

PubChem. Sodium Carbonate (Na₂CO₃). Diakses 19 Februari 2022. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/sodium_carbonate#section=Methods-of-Manufacturing

Ullman's. (2012). Encyclopedia of Industrial Chemistry. Germany: Wiley –

VCHVrlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim.

Ulrich, G.D. 1984. A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics. USA: John Wiley & Sons, Inc.

Walas, S.M. 1990. Chemical Process Equipment: Selection and Design. USA: Butterworth Publishers, Stoneham, MA.

Wuhan Biet Co., Ltd. About Wuhan Biet Co., Ltd. Diakses 13 Februari 2022.
<http://en.biet.com.cn/#page2>

Yaws, C.L. 1999. Chemical Properties Handbook. New York: McGraw Hill Book.





Lampiran 1. Perhitungan Neraca Massa

A. Neraca Massa Mixer 1 (M-01)

Massa input = Massa output

(Aliran 1 + Aliran 2 + Aliran Utilitas) = Aliran 3

$(2668,5472 \text{ kg/jam} + 6,7034 \text{ kg/jam} + 10299,2023 \text{ kg/jam}) = 14255,0587 \text{ kg/jam}$

Neraca massa komponen Air

$(10299,2023 \text{ kg/jam} + 0 \text{ kg/jam}) = 10299,2023 \text{ kg/jam}$

Neraca massa komponen Benzil Alkohol

$(6,7034 \text{ kg/jam} + 0 \text{ kg/jam}) = 6,7034 \text{ kg/jam}$

Neraca massa komponen Benzil Klorida

$(2668,5472 \text{ kg/jam} + 0 \text{ kg/jam}) = 2668,5472 \text{ kg/jam}$

Neraca massa komponen Output

$(11573,1048 \text{ kg/jam} + 0 \text{ kg/jam}) = 14255,0587 \text{ kg/jam}$

| Komponen | Input | | | | | | Output | |
|----------------|-------------------|----------|----------|----------|----------------|----------|-------------------|----------|
| | Aliran 1 | | Aliran 2 | | Aliran 12 | | Aliran 3 | |
| | Kg/Jam | Kmol/Jam | Kg/jam | Kmol/Jam | Kg/Jam | Kmol/Jam | Kg/Jam | Kmol/Jam |
| Air | - | - | - | - | 10299,20 23 | 571,6983 | 10299,2 023 | 571,6983 |
| Benzil Alkohol | - | - | 6,7034 | 0,0416 | - | - | 6,7034 | 0,0416 |
| Benzil Klorida | 2668,547 2 | 21,0811 | - | - | - | - | 2668,54 72 | 21,0811 |
| Total | 14255,0587 | | | | | | 14255,0587 | |

B. Neraca Massa Menara Destilasi 1 (MD-01)

Massa input = Massa output

Aliran 10 = (Aliran 11 + Aliran 13)

$2435,3604 \text{ kg/jam} = (336,4741 \text{ kg/jam} + 2098,8863 \text{ kg/jam})$

Neraca massa komponen HCl

X. Aliran 10 = (X. Aliran 13) + (X. Aliran 11)

$0,0001 \times 2435,3604 \text{ kg/jam} = (0 \times 336,4741 \text{ kg/jam}) + (0,0001 \times 2098,8863 \text{ kg/jam})$

$0,1467 \text{ kg/jam} = (0 \text{ kg/jam} + 0,1467 \text{ kg/jam})$

Neraca massa komponen CO₂

$$X. \text{ Aliran } 10 = (X. \text{ Aliran } 13) + (X. \text{ Aliran } 11)$$

$$0,0005 \times 2435,3604 \text{ kg/jam} = (0 \times 336,4741 \text{ kg/jam}) + (0,0006 \times 2098,8863 \text{ kg/jam})$$

$$1,1842 \text{ kg/jam} = (0 \text{ kg/jam} + 1,1842 \text{ kg/jam})$$

Neraca massa komponen H₂O

$$X. \text{ Aliran } 10 = (X. \text{ Aliran } 13) + (X. \text{ Aliran } 11)$$

$$0,0691 \times 2435,3604 \text{ kg/jam} = (0 \times 336,4741 \text{ kg/jam}) + (0,0802 \times 2098,8863 \text{ kg/jam})$$

$$168,2828 \text{ kg/jam} = (0 \text{ kg/jam} + 168,2828 \text{ kg/jam})$$

Neraca massa komponen CH₃C₆H₄Cl

$$X. \text{ Aliran } 10 = (X. \text{ Aliran } 13) + (X. \text{ Aliran } 11)$$

$$0,0024 \times 2435,3604 \text{ kg/jam} = (0 \times 336,4741 \text{ kg/jam}) + (0,0028 \times 2098,8863 \text{ kg/jam})$$

$$5,8480 \text{ kg/jam} = (0 \text{ kg/jam} + 5,8480 \text{ kg/jam})$$

Neraca massa komponen C₇H₇Cl

$$X. \text{ Aliran } 10 = (X. \text{ Aliran } 13) + (X. \text{ Aliran } 11)$$

$$0,0006 \times 2435,3604 \text{ kg/jam} = (0 \times 336,4741 \text{ kg/jam}) + (0,0007 \times 2098,8863 \text{ kg/jam})$$

$$1,4852 \text{ kg/jam} = (0 \text{ kg/jam} + 1,4852 \text{ kg/jam})$$

Neraca massa komponen C₇H₈O

$$X. \text{ Aliran } 10 = (X. \text{ Aliran } 13) + (X. \text{ Aliran } 11)$$

$$0,7863 \times 2435,3604 \text{ kg/jam} = (0,00005 \times 336,4741 \text{ kg/jam}) + (0,9124 \times 2098,8863 \text{ kg/jam})$$

$$1915,0391 \text{ kg/jam} = (0,0174 \text{ kg/jam} + 1915,0216 \text{ kg/jam})$$

Neraca massa komponen C₇H₆Cl₂

$$X. \text{ Aliran } 10 = (X. \text{ Aliran } 13) + (X. \text{ Aliran } 11)$$

$$0,0026 \times 2435,3604 \text{ kg/jam} = (0,00002 \times 336,4741 \text{ kg/jam}) + (0,0030 \times 2098,8863 \text{ kg/jam})$$

$$6,2878 \text{ kg/jam} = (0,0082 \text{ kg/jam} + 6,2796 \text{ kg/jam})$$

Neraca massa komponen C₁₄H₁₄O

$$X. \text{ Aliran } 10 = (X. \text{ Aliran } 13) + (X. \text{ Aliran } 11)$$

$$0,0459 \times 2435,3604 \text{ kg/jam} = (0,3323 \times 336,4741 \text{ kg/jam}) + (0,00003 \times 2098,8863 \text{ kg/jam})$$

$$111,8785 \text{ kg/jam} = (111,8252 \text{ kg/jam} + 0,0533 \text{ kg/jam})$$

Neraca massa komponen Na₂CO₃

$$X. \text{ Aliran } 10 = (X. \text{ Aliran } 13) + (X. \text{ Aliran } 11)$$

$$0,0002 \times 2435,3604 \text{ kg/jam} = (0,0013 \times 336,4741 \text{ kg/jam}) + (0 \times 2098,8863 \text{ kg/jam})$$

$$0,4491 \text{ kg/jam} = (0,4491 \text{ kg/jam} + 0 \text{ kg/jam})$$

Neraca massa komponen NaCl

X. Aliran 10 = (X. Aliran 13) + (X. Aliran 11)

$0,0923 \times 2435,3604 \text{ kg/jam} = (0,6668 \times 336,4741 \text{ kg/jam}) + (0 \times 2098,8863 \text{ kg/jam})$

$224,7590 \text{ kg/jam} = (224,7590 \text{ kg/jam} + 0 \text{ kg/jam})$

| Komponen | Input | | Output | | | |
|--|------------------|----------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| | Aliran 10 | | Aliran 11 | | Aliran 13 | |
| | Kg/jam | Kmol/jam | Kg/jam | Kgmol/jam | Kg/jam | Kgmol/jam |
| HCl | 0,1467 | 0,0040 | - | - | 0,1467 | 0,0040 |
| CO ₂ | 1,1842 | 0,0269 | - | - | 1,1842 | 0,0269 |
| H ₂ O | 168,2828 | 9,3412 | - | - | 168,2828 | 9,3412 |
| CH ₃ C ₆ H ₄ Cl | 5,8480 | 0,0462 | - | - | 5,8480 | 0,0462 |
| C ₇ H ₇ Cl | 1,4852 | 0,0117 | - | - | 1,4852 | 0,0117 |
| C ₇ H ₈ O | 1915,0391 | 17,7092 | 0,0174 | 0,0002 | 1915,0216 | 17,7091 |
| C ₇ H ₆ Cl ₂ | 6,2878 | 0,0390 | 0,0082 | 0,0001 | 6,2796 | 0,0390 |
| C ₁₄ H ₁₄ O | 111,8785 | 0,5643 | 111,8253 | 0,5640 | 0,0532 | 0,0003 |
| Na ₂ CO ₃ | 0,4491 | 0,0042 | 0,4491 | 0,0042 | - | - |
| NaCl | 224,7590 | 3,8458 | 224,7590 | 3,8458 | - | - |
| Total | 2435,3604 | | 2435,3604 | | | |



Lampiran 2. Perhitungan Neraca Panas

A. Kapasitas Panas Gas

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

Dimana ;

C_p = Kapasitas panas (kJ/kgmol.K)

A,B,C,D,E = Konstanta

T = Suhu (K)

$T_{ref} = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$

Tabel L2A. Data Kapasitas Panas Komponen Gas

| Komponen | A | B | C | D | E |
|---|----------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|
| HCl | 29.244 | -0.00126 | 1.12×10^{-6} | 4.97×10^{-9} | -2.5×10^{-12} |
| CO ₂ | 27.437 | 0.042315 | -2×10^{-5} | 4×10^{-9} | -3×10^{-13} |
| H ₂ O | 33.46 | 0.00688 | 7.6×10^{-6} | -3.6×10^{-9} | - |
| p-C ₇ H ₇ Cl | -19.597 | 0.5466 | -0.000226 | -1.35×10^{-7} | 1.08×10^{-10} |
| C ₇ H ₇ Cl | -20.027 | 0.50561 | -0.000392 | 1.483×10^{-7} | -2.2×10^{-11} |
| C ₇ H ₈ O | -38.244 | 0.57295 | -0.000196 | -1.79×10^{-7} | 1.22×10^{-10} |
| C ₇ H ₆ Cl ₂ | -23.635 | 0.65729 | -0.000552 | 2.371×10^{-7} | -4.6×10^{-11} |
| C ₁₄ H ₁₄ O | -133.169 | 1.4371 | -0.001202 | 5.161×10^{-7} | -9.1×10^{-11} |
| Na ₂ CO ₃ | - | - | - | - | - |
| NaCl | 26.445 | 0.05083 | -5.55×10^{-5} | 6.23×10^{-8} | -1.6×10^{-11} |

Sumber: Yaws, 1999

B. Kapasitas Panas Cairan

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

Dimana ;

C_p = Kapasitas panas (kJ/kgmol.K)

A,B,C,D = Konstanta

T = Suhu (K)

$T_{ref} = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$

Tabel L2B. Data Kapasitas Panas Komponen Cair

| Komponen | A | B | C | D |
|---|----------|---------|-----------|------------|
| CO ₂ | -338.956 | 5.2796 | -0.023279 | 0.00003598 |
| H ₂ O (l) | 92.053 | -0.04 | -0.000211 | 5.35E-07 |
| p-C ₇ H ₇ Cl (l) | 34.924 | 1.1405 | -0.0028 | 2.77E-06 |
| C ₇ H ₇ Cl (l) | 82.217 | 0.70948 | -0.001755 | 1.87E-06 |
| C ₇ H ₈ O (l) | 97.57 | 0.86633 | -0.002139 | 2.17E-06 |
| C ₇ H ₆ Cl ₂ (l) | 74.474 | 0.73936 | -0.001696 | 1.69E-06 |
| C ₁₄ H ₁₄ O (l) | 137.942 | 1.2915 | -0.002804 | 2.59E-06 |
| Na ₂ CO ₃ (l) | 189.535 | -7E-06 | 0.000002 | -5.205E-09 |
| NaCl (l) | 95.016 | -0.0311 | 9.679E-07 | 5.51E-09 |

Sumber: Yaws, 1999

C. Kapasitas Panas Padatan

$$C_p = A + BT + CT^2$$

Dimana ;

C_p = Kapasitas panas (kJ/kgmol.K)

A,B,C = Konstanta

T = Suhu (K)

T_{ref} = 25°C = 298 K

Tabel L2C. Data Kapasitas Panas Komponen Padat

| Komponen | A | B | C |
|---------------------------------|--------|---------|-----------|
| Na ₂ CO ₃ | 13.98 | 0.0544 | -3.13E-05 |
| NaCl | 41.293 | 0.03361 | -1.39E-05 |

Sumber: Yaws, 1999

D. Nilai Panas Reaksi Pembentukan (ΔH_f°)

Nilai panas reaksi pembentukan senyawa yang digunakan :

Tabel L2D. Panas Reaksi Pembentukan Senyawa

| Komponen | Panas Pembentukan (ΔH_f°) pada 298 K | |
|---|---|-------------------------|
| | ΔH_f (kJ/mol) | ΔH_f (kJ/kgmol) |
| HCl | -93.3 | -93300 |
| CO ₂ | -339.5 | -339500 |
| H ₂ O | -285.4 | -285400 |
| p-C ₇ H ₇ Cl | 18.094 | 18093.82049 |
| C ₇ H ₇ Cl | -33.300 | -33300 |
| C ₇ H ₈ O | -174 | -174000 |
| C ₇ H ₆ Cl ₂ | 12.914 | 12914.26068 |
| C ₁₄ H ₁₄ O | 19.009 | 19008.57975 |
| Na ₂ CO ₃ | -1130 | -1130000 |
| NaCl | -411.2 | -411200 |

Sumber : Yaws, 1999 dan NISTWebbook, 2018.

E. Nilai Panas Reaksi Pembentukan (ΔH_v)

$$H_{\text{vapor}} = A \left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^n$$

Tabel L2E. Panas penguapan

| Komponen | A | T _c | n |
|---|---------|----------------|-------|
| HCl | 30.54 | 324.65 | 0.647 |
| CO ₂ | 18.26 | 304.19 | 0.24 |
| H ₂ O | 52.053 | 647.13 | 0.321 |
| p-C ₇ H ₇ Cl | 58.941 | 660 | 0.384 |
| C ₇ H ₇ Cl | 61.12 | 686 | 0.38 |
| C ₇ H ₈ O | 81.44 | 677 | 0.372 |
| C ₇ H ₆ Cl ₂ | 58.526 | 731 | 0.309 |
| C ₁₄ H ₁₄ O | 93.93 | 777 | 0.436 |
| Na ₂ CO ₃ | 111.698 | 2573 | 0.382 |
| NaCl | 170.71 | 3400 | 0.38 |

Sumber: Yaws, 1999

Lampiran 3. Perhitungan Spesifikasi Peralatan

A. Spesifikasi Penyimpanan Benzil Klorida

Kode : T-01

Fungsi : Menyimpan bahan baku benzil klorida

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}\text{C} = 303,15 \text{ K}$

$$P = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psia}$$

Tipe : Tangki silinder tegak dengan tutup bawah berbentuk datar (flat) dan bagian atas berbentuk kerucut (conical roof)

Bahan konstruksi : Carbon steel SA 283 grade C

Waktu penyimpanan : 30 hari = 720 jam

B. Spesifikasi Penyimpanan Natrium Karbonat

Kode : T-02

Fungsi : Menyimpan bahan baku natrium karbonat

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}\text{C} = 303,15 \text{ K}$

$$P = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psia}$$

Tipe : Gudang persegi empat tegak, lantai rata dan atap meruncing

Bahan konstruksi : Beton

Waktu penyimpanan : 30 hari = 720 jam

C. Spesifikasi Belt Elevator

Kode Alat : BC-01

Fungsi : Sebagai transportasi bahan baku natrium karbonat menuju mixer-01

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}\text{C} = 303,15 \text{ K}$

$$P = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psia}$$

Tipe : Continues bucket

Bahan konstruksi : Malleable-iron

Laju alir massa : $1274,029904 \text{ kg/jam} = 1,274029904 \text{ ton/jam}$

D. Spesifikasi Pompa

Kode Alat : P-01

Fungsi : Mengalirkan bahan kimia menuju alat proses

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}\text{C} = 303,15 \text{ K}$

$$P = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psia}$$

Tipe : Centrifugal pump

Laju alir massa : $43.717,9018 \text{ kg/jam} = 96.381,3607 \text{ lb/jam} = 26,7726 \text{ lb/s}$

E. Spesifikasi Mixer

Kode alat : M-01

Fungsi : Mencampur bahan baku sebelum masuk reaktor-01

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}\text{C} = 303,15 \text{ K}$

$P = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psia}$

Tipe : Silinder dengan double welded butt joint

Bahan konstruksi : Stainless steel SA 167 tipe 316

Waktu tinggal : 10 menit = 0,1667 jam

F. Spesifikasi Heat Exchanger

Kode alat : HE-01

Fungsi : Menaikkan temperatur bahan baku umpan reaktor dan menurunkan temperatur produk keluaran reaktor.

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}\text{C} = 303,15 \text{ K}$

$P = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psia}$

Tipe : shell and tube

Bahan konstruksi : Carbon steel SA 285 Grade C

G. Spesifikasi Dekanter

Kode Alat : D-01

Fungsi : Memisahkan campuran fasa ringan dan fase berat

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}\text{C} = 303,15 \text{ K}$

$P = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psia}$

Tipe : Silinder horizontal

Bahan konstruksi : Stainless steel SA 167 tipe 316

H. Spesifikasi Menara Destilasi

Kode Alat : MD-01

Fungsi : Memisahkan benzil alkohol dari benzil klorida, klorotoluena dan air.

Kondisi operasi : $T = 191,1^{\circ}\text{C} = 464,25 \text{ K}$

$P = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psia}$

Tipe : Sieve tray

Bahan konstruksi : Stainless Steel SA 215

Lampiran 4. Perhitungan Utilitas

A. KEBUTUHAN AIR

Air yang digunakan meliputi :

- 1 Air pendingin
- 2 Steam
- 3 Air proses
- 4 Air untuk kebutuhan kantor dan rumah tangga
- 5 Air hidran dan servis

B. Cooler Utilitas

Fungsi : Mendinginkan Downterm A yang dari keluaran alat pendingin dengan media pendingin air

Tipe alat : Double Pipe Cooler

Suhu masuk, $T = 477,75 \text{ K} = 204,6 \text{ }^\circ\text{C}$

Suhu keluar, $T = 303,150 \text{ K} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$

Tekanan = 1 atm = 760 mmHg

Media pendingin air dipakai pada cooler utilitas dengan spesifikasi:

Suhu masuk, $t_1 = 204,6 \text{ }^\circ\text{C} = 477,75 \text{ K}$

Suhu keluar, $t_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 303,150 \text{ K}$

Berat Massa air = 18 kg/kmol

Rapat massa (ρ) = 443,411 kg/m³

Viskositas (μ) = 0,697 lb/ft.jam

Kapasitas panas (C_p) = 75,306 kJ/kg.K

Lampiran 5. Perhitungan Evaluasi Ekonomi

A. Penentuan Harga Peralatan Proses

Six tenths factor:

$$E_b = E_a \times \left(\frac{C_b}{C_a}\right)^{0,6}$$

Dimana : E_a = Harga alat A

E_b = Harga alat B

C_a = Kapasitas/spesifikasi alat A

C_b = Kapasitas/spesifikasi alat B

Pembelian alat dilakukan secara free on bound (FOB), maka harga alat sampai di lokasi pabrik harus ditambah cost insurance freight (CIF) sebesar 20 % dari total harga alat dan transportasi sebesar 5 % dari total harga alat.

$$PEC = 1,25 \times \text{Rp } 33.168.198.566 = \text{Rp } 41.460.248.209,-$$

B. Penentuan Modal (Total Capital Investment)

Biaya Instalasi Total 43% PEC

Biaya Sistem Pipa Solid 14% PEC, Solid-Fluid 36% PEC, Fluid 86% PEC

Biaya Instrumen Lengkap 30% PEC

Biaya Bangunan Total 110% PEC

Biaya Utilitas Lengkap 75% PEC

Biaya Konstruksi 30% PPC

Biaya Pembelian Bahan Baku Total Rp. 193.784.598,395,-

Biaya Penjualan Produk Total Rp. 655.234.955,332,-

Biaya Utilitas Per Tahun Total Rp. 877.252,204,-

Biaya Gaji Per Tahun Total Rp. 24.025.200,000,-

Biaya Produksi Total Rp. 429.810.475,448,-

Biaya Umum Rp. 133.241.247,389,-

C. Laju Pengembalian Modal (Rate On Investment / ROI)

Sebelum pajak:

$$ROI = (\text{Laba kotor} / \text{FCI}) \times 100\%$$

$$= 31,052\%$$

Sesudah pajak:

$$\begin{aligned} \text{ROI} &= (\text{Laba bersih} / \text{FCI}) \times 100\% \\ &= 21,736\% \end{aligned}$$

D. Waktu Pengembalian Modal (Pay Out Time / POT)

Sebelum pajak:

$$\begin{aligned} \text{POT} &= \text{FCI} / (\text{depresiasi} + \text{laba kotor}) \\ &= 2,44 \text{ Tahun} \end{aligned}$$

Sesudah pajak:

$$\begin{aligned} \text{POT} &= \text{FCI} / (\text{depresiasi} + \text{laba bersih}) \\ &= 3,15 \text{ Tahun} \end{aligned}$$

E. Titik Impas dan Titik Mati (Break Event Point dan Shut Down Point)

$$\text{Break Even Point (BEP)} = 52,42\%$$

$$\text{Shut Down Point (SDP)} = 36,62\%$$

F. Discounter Cash Flow (DCF)

Present Value Analysis :

$$(\text{FC} + \text{WC}) = \frac{\text{C}}{1+i} + \frac{\text{C}}{(1+i)^2} + \frac{\text{C}}{(1+i)^3} + \dots + \frac{\text{C}}{(1+i)^n} + \frac{\text{WC}}{(1+i)^n} + \frac{\text{SV}}{(1+i)^n}$$

Future Value Analysis :

$$(\text{FCI} + \text{WC})(1+i)^n = \text{WC} + \text{SV} + \text{C}\{(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + (1+i) + 1\}$$

Dimana : FC = Fixed Cost

WC = Working Cost

FCI = Fixed Cost Investment

SV = Salvage Value

C = Annual Cost

n = Umur Pabrik

Dilakukan trial and error untuk mendapatkan nilai i :

$$i = 0,278437414 = 27,84\%$$

ORIGINALITY REPORT

28 %
SIMILARITY INDEX

25%
INTERNET SOURCES

0%
PUBLICATIONS

7%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

| | | |
|----------|--|------------|
| 1 | dspace.uui.ac.id Internet Source | 20% |
| 2 | repository.ubharajaya.ac.id Internet Source | 5% |
| 3 | docplayer.info Internet Source | 3% |
| 4 | Submitted to Yonkers High School Student Paper | 2% |
| 5 | Submitted to Institut Teknologi Nasional Malang Student Paper | 2% |
| 6 | eprints.itn.ac.id Internet Source | 1% |

| | | | |
|---------------------|--|-----------------|-----|
| 7 | 123dok.com | Internet Source | 1% |
| 8 | www.scribd.com | Internet Source | 1% |
| Skripsi Seni | | | |
| 9 | repository.upnjatim.ac.id | Internet Source | 1% |
| 10 | pt.scribd.com | Internet Source | 1% |
| 11 | docobook.com | Internet Source | 1% |
| 12 | Submitted to Universidad Privada Boliviana | Student Paper | <1% |
| 13 | eprints.ums.ac.id | Internet Source | <1% |
| 14 | Submitted to Surabaya University | Student Paper | <1% |
| 15 | repo.bunghatta.ac.id | Internet Source | <1% |

| | | |
|----|---|-----|
| 16 | Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper | <1% |
| 17 | eprints.uns.ac.id Internet Source | <1% |
| 18 | repository.ub.ac.id Internet Source | <1% |
| 19 | es.scribd.com Internet Source | <1% |
| 20 | Submitted to Bogazici University Student Paper | <1% |
| 21 | Submitted to Unika Soegijapranata Student Paper | <1% |
| 22 | Submitted to Sriwijaya University Student Paper | <1% |
| 23 | Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper | <1% |
| 24 | ar.scribd.com Internet Source | <1% |

| | | |
|----|---|-----|
| 25 | id.123dok.com Internet Source | <1% |
| 26 | Submitted to Purdue University Student Paper | <1% |
| 27 | www.kompas.com Internet Source | <1% |
| 28 | anzdoc.com Internet Source | <1% |
| 29 | repository.its.ac.id Internet Source | <1% |
| 30 | pdffox.com Internet Source | <1% |
| 31 | repository.univ-tridinanti.ac.id Internet Source | <1% |
| 32 | Submitted to North West University Student Paper | <1% |
| 33 | adoc.pub Internet Source | <1% |

| | | |
|----|--|-----|
| 34 | adoc.tips Internet Source | <1% |
| 35 | digilib.uns.ac.id Internet Source | <1% |
| 36 | idoc.pub Internet Source | <1% |
| 37 | doku.pub Internet Source | <1% |
| 38 | eprints.upnyk.ac.id Internet Source | <1% |
| 39 | jtam.ulm.ac.id Internet Source | <1% |
| 40 | text-id.123dok.com Internet Source | <1% |
| 41 | Banking Academy Publication | <1% |

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

CURRICULUM VITAE

| Identitas Diri | |
|----------------------|---|
| Nama | Ester Debora Samosir |
| Tempat Tanggal Lahir | Tangerang, 01 Juni 1998 |
| Jenis Kelamin | Perempuan |
| Alamat | Kp Irian, RT.001, RW.004, Teluk Pucung, Bekasi Utara. 17121 |
| Agama | Kristen Protestan |
| Kewarganegaraan | Indonesia |
| Telepon | 081293149504 |
| Email | exterdebora991@gmail.com |



| Pendidikan | |
|----------------|--------------------------------------|
| 2004 – 2010 | SDN Teluk Pucung 3 |
| 2010 – 2013 | SMPN 21 Kota Bekasi |
| 2013 – 2016 | SMKN 5 Kota Bekasi |
| 2017 – Selesai | Universitas Bhayangkara Jakarta Raya |

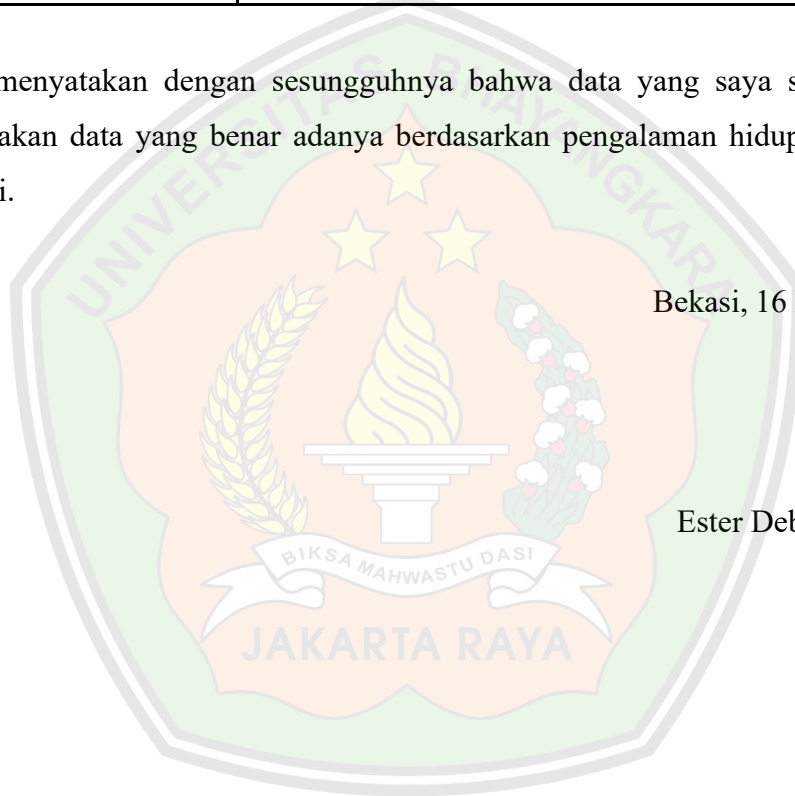
| Seminar dan Pelatihan | |
|-----------------------|--|
| 2018 | Pelatihan “Praktikum Kimia Dasar” Laboratorium Kimia Dasar - Universitas Bhayangkara Jakarta Raya |
| 2018 | Pelatihan “Basic Leadership dan Sistem Manajemen Mutu & Keamanan Pangan (ISO 9001 dan ISO 22000)” - Universitas Bhayangkara Jakarta Raya |
| 2019 | Kunjungan Industri “Pertamina Refinery Unit VI” – Balongan, Jawa Barat |
| 2020 | Duta Perubahan Perilaku Covid-19 Kota Bekasi |

| | |
|------|--|
| 2020 | Seminar “Pembekalan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Covid-19” – Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan |
| 2023 | Seminar Nasional Hybrid “Bela Negara dalam Perspektif Kebangsaan: Membangun Kesadaran Nasionalisme untuk Kedaulatan Bangsa” - Universitas Bhayangkara Jakarta Raya |
| 2023 | Seminar “Pendidikan Karakter Bangsa” - Universitas Bhayangkara Jakarta Raya |

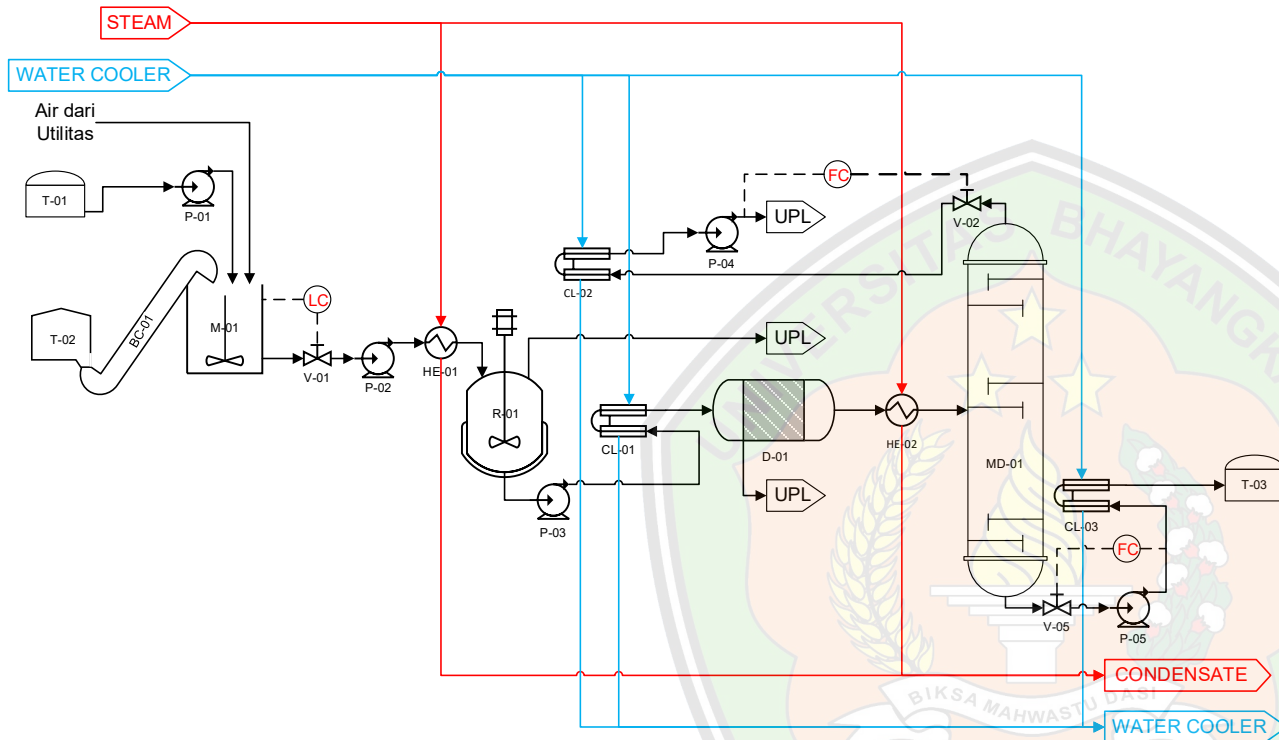
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa data yang saya sampaikan ini merupakan data yang benar adanya berdasarkan pengalaman hidup saya sampai saat ini.

Bekasi, 16 Februari 2024

Ester Debora Samosir



PRARANCANGAN PABRIK BENZIL ALKOHOL DARI BENZIL KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



- FC : Flow Controller
 UPL : Unit Pengelola Limbah
- BC-01 : Belt Conveyor
 - CL-01 : Cooler Reaktor menuju Dekanter
 - CL-02 : Cooler Menara Destilasi menuju Pompa-04
 - CL-03 : Cooler Menara Destilasi menuju Tangki-03
 - D-01 : Dekanter
 - HE-01 : Heat Exchanger Mixer menuju Reaktor
 - HE-02 : Heat Exchanger Decanter menuju Menara Destilasi
 - M-01 : Mixer
 - MD-01 : Menara Destilasi
 - P-01 : Pompa Tangki-01 menuju Mixer
 - P-02 : Pompa Mixer menuju Reaktor
 - P-03 : Pompa Reaktor menuju Dekanter
 - P-04 : Pompa Cooler-02 menuju UPL
 - P-05 : Pompa Menara Destilasi menuju Tangki-03
 - R-01 : Reaktor
 - T-01 : Tangki Bahan Baku Cairan
 - T-02 : Tangki Bahan Baku Padatan
 - T-03 : Tangki Produk
 - V-01 : Valve Mixer menuju Reaktor
 - V-02 : Valve Menara Destilasi menuju Cooler-02
 - V-03 : Valve Menara Destilasi menuju Cooler-03

| Komponen | Neraca Massa | | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | Mixer | | Reaktor | | Dekanter | | Menara Destilasi | |
| | Input | Output | Input | Output | Input | Output | Input | Output |
| | Arus 1 | Arus 2 | Arus 2 | Arus 3 | Arus 3 | Arus 4 | Arus 4 | Arus 5 |
| HCl | - | - | - | 20,1528 | 0,9547 | 0,8080 | 0,1467 | 0,1467 |
| CO ₂ | - | - | - | 425,8857 | 4,7447 | 3,5605 | 1,1842 | 1,1842 |
| H ₂ O | 10299,2023 | 10299,2023 | 10299,2023 | 6832,9787 | 9939,7134 | 9771,4305 | 168,2828 | 168,2817 |
| CH ₃ C ₆ H ₄ Cl | 6,7034 | 6,7034 | 6,7034 | 4,2662 | 6,0868 | 5,8480 | 5,8480 | 5,2603 |
| C ₇ H ₇ Cl | 2668,5472 | 2668,5472 | 2668,5472 | 108,6148 | 1,4965 | 1,4852 | 1,4852 | 1,2494 |
| C ₇ H ₆ Cl ₂ | 6,7034 | 6,7034 | 6,7034 | 3,6061 | 6,3016 | 6,2878 | 6,2796 | 2,7567 |
| C ₁₄ H ₁₄ O | - | - | - | 0,9791 | 111,9040 | 111,8785 | 0,0532 | 111,8253 |
| Na ₂ CO ₃ | 1270,3352 | 1270,3352 | 1270,3352 | 1270,3352 | 165,3640 | 164,9149 | - | 0,4491 |
| NaCl | 3,5673 | 3,5673 | 3,5673 | 3,5673 | 1201,3157 | 976,5568 | - | 224,7590 |
| Total | 14255,0587 | 14255,0587 | 14255,0587 | 14255,0587 | 13563,1585 | 13563,1585 | 2098,3014 | 2098,3014 |

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA

PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK BENZIL ALKOHOL DARI BENZIL
KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES
HIDROLISIS KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

| | |
|---|---|
| Ester Debora Samsosir 201710235006 | Syaila Almyta Kartika 201710235030 |
| Pembimbing I | Pembimbing II |
| Dr. Tulus Sukreni, S.T., M.T NIDN 0324047505 | Dr. Andi Nurliyah, S.T., M.T NIDN 0920017403 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Perhitungan Neraca Massa
- Lampiran 2. Perhitungan Neraca Panas
- Lampiran 3. Perhitungan Spesifikasi Peralatan
- Lampiran 4. Perhitungan Utilitas
- Lampiran 5. Perhitungan Evaluasi Ekonomi
- Lampiran 6. Plagiarisme
- Lampiran 7. Biodata Mahasiswa
- Lampiran 8. Kartu Bimbingan Mahasiswa

