

**PRA PERANCANGAN PABRIK BENZIL ALKOHOL
DARI BENZIL KLORIDA DAN NATRIUM
KARBONAT DENGAN KAPASITAS 5.000
TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

Teknik Kimia konsentrasi Teknik Kimia



Oleh :

Nama : Selli Rosliani

Nama : Sella Rosliana

No. Mahasiswa : 14521118

No. Mahasiswa : 14521119

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2021

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Selli Rosliani
No. Mahasiswa : 14521118

Nama : Sella Rosliana
No. Mahasiswa : 14521119

Yogyakarta, 24 Oktober 2020

Menyatakan bahwa seluruh hasil perancangan pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Selli Rosliani



Sella Rosliana

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA PERANCANGAN PABRIK BENZIL ALKOHOL DENGAN PROSES
HIDROLISIS BENZIL KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT
DENGAN KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN
PERANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Selli Rosliani
No. Mahasiswa : 14521118

Nama : Sella Rosliana
No. Mahasiswa : 14521119

Yogyakarta, 4 Agustus 2021

Pembimbing I,



Dr. Ir . Farham HM Saleh, MSIE.

Pembimbing II,



Venitalitya Alethea S.A., S.T., M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA PERANCANGAN PABRIK BENZIL ALKOHOL DARI BENZIL
KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN KAPASITAS 5.000
TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama	:	Selli Rosliani	Nama	:	Sella Rosliana
No. Mahasiswa	:	14521118	No. Mahasiswa	:	14521119

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 13 Agustus 2021

Tim Penguji,

Dr. Ir. Farham HM Saleh, MSIE
Ketua

Dr. Khamdan Cahyari, S. T., M.Sc
Anggota I

Fadilla Noor Rahma, S. T., M.Sc
Anggota II

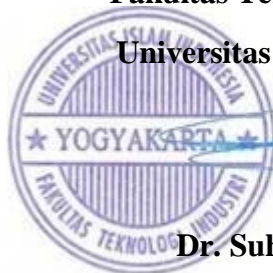


Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah Rabbil'aalamiin puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul "Pra Rancangan Pabrik Benzil Alkohol dari Benzil klorida dan Natrium karbonat dengan kapasitas 5000 ton/tahun" dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia untuk menyelesaikan studi Strata-1 pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Karya sederhana ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah menyertai, memberikan kekuatan dan meridhoi setiap jalan yang dilalui dan memberikan kemudahan kepada penulis .
2. Kedua orang tua kami yaitu bapak Ojak, S.P dan ibu Rohaeti, S.Pd dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa selama menjalani pendidikan S1 Teknik Kimia di Universitas Islam Indonesia hingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.
3. Bapak Dr. Suharno selaku ketua jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. selaku sekretaris prodi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang telah mendukung selama penyusunan tugas akhir ini.

5. Bapak Dr.Ir Farham HM Saleh, MSIE. Selaku pembimbing 1 yang telah membantu, memberikan dukungan dan kebijaksanaan selama penyusunan tugas akhir ini.
6. Ibu Venitalitya Alethea Sari Agustia, S.T., M.Eng. Selaku pembimbing 2 yang telah memberikan dukungan, ilmu, motivasi dan bantuan selama penyusunan tugas akhir ini.
7. Seluruh dosen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia atas segala ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung selama melaksanakan studi di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia maupun selama proses penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Penulis membutuhkan kritik dan saran demi kesempurnaan laporan. Semoga karya yang masih jauh dari kata sempurna ini bisa berguna dan memberikan manfaat bagi berbagai pihak.

Aamiin ya Rabbal'amin,

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 4 Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

BAB 1 PENDAHULUAN.....	15
1.1. Latar Belakang.....	15
1.1.1. Kapasitas Pabrik.....	16
1.1.2. Kapasitas pabrik yang sudah ada	18
1.2. Tinjauan Pustaka	18
1.2.1. Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk	18
1.2.2. Macam-Macam Proses	20
1.2.3. Pemilihan Proses.....	23
BAB II PERANCANGAN PRODUK	26
2.1. Spesifikasi Produk.....	26
2.2. Spesifikasi Bahan Baku	27
2.3. Pengendalian Kualitas.....	30
2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku	30
2.3.2. Pengendalian Kualitas Proses.....	30
2.3.3. Pengendalian Kualitas Produk.....	32
BAB III PERANCANGAN PROSES	33
3.1. Uraian Proses.....	33
3.2. Spesifikasi Alat/Mesin Produk	35
3.3. Perancangan Produksi	55

3.3.1. Kapasitas Produksi.....	55
3.3.2. Analisa Kebutuhan Bahan Baku.....	55
3.3.3. Analisis Kebutuhan Alat Proses	56
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	57
4.1. Lokasi Pabrik	57
4.2. Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>)	60
4.3. Tata Letak Mesin/Alat Proses (<i>Machines Layout</i>)	62
4.4. Alir Proses dan Material	65
4.4.1. Diagram alir kualitatif.....	65
4.4.2. Diagram alir kuantitatif.....	66
4.4.3. Neraca Massa	67
4.4.4. Neraca Panas	71
4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas).....	74
4.5.1. Unit pengadaan air	75
4.5.2. Unit pengolahan steam.....	84
4.5.3. Unit kebutuhan listrik	85
4.5.4. Bahan bakar.....	87
4.5.5. Spesifikasi alat utilitas	87
4.6. Struktur Organisasi	97
4.7. Tugas Dan Wewenang	103

4.8. Evaluasi Ekonomi	114
4.8.1. Dasar perhitungan.....	115
4.8.2 Perhitungan biaya	121
4.8.3 Perhitungan Ekonomi.....	125
BAB V Penutup	145



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kapasitas pabrik yang sudah ada.....	18
Tabel 2. Spesifikasi tangki	45
Tabel 3. Heater.....	46
Tabel 4. Cooler	47
Tabel 5. Cooler	48
Tabel 6 Tabel Pompa	49
Tabel 7. Neraca massa overall	67
Tabel 8. Neraca massa mixer	68
Tabel 9. Neraca massa reaktor	69
Tabel 10. Neraca massa dekanter.....	70
Tabel 11. Neraca massa menara distilasi.....	70
Tabel 12 Neraca panas mixer	71
Tabel 13. Neraca panas reaktor.....	72
Tabel 14. Neraca panas menara distilasi	73
Tabel 15. Neraca panas heater-01	73
Tabel 16. Neraca panas heater (HE-02)	74
Tabel 17. Neraca panas heater (HE-03)	74
Tabel 18. Kebutuhan air pendingin.....	83
Tabel 19. Kebutuhan steam	83
Tabel 20. Kebutuhan air proses	84
Tabel 21. Air rumah tangga dan kantor.....	84
Tabel 22. Kebutuhan listrik alat proses	85
Tabel 23. Listrik alat utilitas.....	86

Tabel 24. Pompa utilitas	95
Tabel 25. Pembagian kerja menurut shift	111
Tabel 26 Daftar gaji karyawan.....	113
Tabel 27 Indeks harga alat.....	115
Tabel 28. Rincian harga alat proses	118
Tabel 29. Harga alat utilitas dalam dollar.....	119
Tabel 30. Harga alat utilitas lokal	121
Tabel 31. <i>Physical plant cost</i>	131
Tabel 32 Kebutuhan bahan baku.....	134
Tabel 33. Analisa kelayakan.....	143
Tabel 34 Neraca massa di reaktor	150
Tabel 35 Data Cp	151
Tabel 36 Perhitungan panas umpan benzil klorida	152
Tabel 37 Perhitungan panas umpan natrium karbonat	152
Tabel 38 Data panas reaksi	152
Tabel 39 Perhitungan panas hasil reaksi	153
Tabel 40 Neraca panas disekitar Reaktor	154
Tabel 41 Data MSDS	155
Tabel 42 Volume cairan	155

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kebutuhan Impor Benzil Alkohol.....	17
Gambar 2. Lokasi pabrik	57
Gambar 3. Tata letak pabrik	61
Gambar 4. Tata letak alat.....	64
Gambar 5. Diagram alir kualitatif.....	65
Gambar 6. Diagram alir kuantitatif	66
Gambar 7. Skema Unit Pengolahan air	80
Gambar 8. Struktur Organisasi Pabrik Benzil Alkohol	102
Gambar 9. Indeks harga setiap tahun	116
Gambar 10. Grafik hubungan kapasitas produksi terhadap BEP dan SDP.....	144

INTISARI

Benzil alkohol adalah bahan baku intermediet yang digunakan untuk bahan baku industri, pelarut dan pelapis. Berdasarkan estimasi prarancangan, pabrik benzil alkohol ini dirancang berkapasitas 5000 ton/tahun. Pabrik ini di proyeksikan bekerja selama 24 jam dengan 330 hari kerja. Pabrik ini terletak didaerah gresik, jawa timur. Dibangun diatas lahan seluas 18250 m² dengan jumlah 342 karyawan didalamnya. bahan baku yang digunakan yaitu benzil klorida sebanyak 58804447.65 kg dan natrium karbonat sebanyak 3202868.32 kg dikirim dari Shandong Liaocheng Luxi Chemical Group Co.Ltd dan PT. Kimia Raya. Produk benzil alkohol dilakukan pada suhu 190°C dan tekanan 20 atm dalam sebuah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) secara isothermal non adiabatik reaksi tersebut mengolah 99% benzil klorida untuk menghasilkan produk benzil alkohol. kebutuhan air total keseluruhan 52641,72 kg/jam Sumber air utilitas pabrik bersal dari sungai bengawan solo. Total energi listrik yang dibutuhkan untuk produksi dan perumahan adalah 110,36 Kwatt yang bersumber dari perusahaan listrik Negara PLN dan energi cadangan internal generator. Studi kelayakan bisnis untuk pabrik beresiko rendah dapat disimpulkan bahwa perusahaan ini layak untuk investasi dan pembangunan. Analisa keuntungan menunjukan nilai yang menarik sebelum maupun setelah pajak. Dari hasil perhitungan evaluasi ekonomi prarancangan pabrik benzil alkohol ini diperoleh keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 100,542,616,531,65 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 80,434,093,225,32 sebagai tambahan, presentase *retrun on investmen* (ROI) sebelum pajak sebesar 20.2% dan ROI setelah pajak sebesar 16.2% . *pay out time* (POT) pabrik sebelum pajak adalah 3.3 tahun dan (POT) setelah pajak adalah 3.8 tahun . *break event point* (BEP) menunjukan angka 50.72 % sementara *shut down point* (SDP) sebesar 16.60% . *discounted cash flow rate* (DCFR) adalah 23.82 %.

Kata kunci : benzil alkohol, benzil klorida, natrium karbonat

ABSTRACT

Benzyl alcohol is a raw ingredient that is utilized in the production of industrial raw materials, solvents, and coatings. The benzyl alcohol factory is designed with a capacity of 5000 tons/year based on pre-design predictions. This factory is expected to operate 24 hours a day, 365 days a year. Gresik, East Java, is home to this factory. It is situated on an area of 18250 m² and employs 342 people. Benzyl chloride 58804447.65 kg and benzyl chloride 3202868.32 kg was sent by Shandong Liaocheng Luxi Chemical Group Co.Ltd and PT. Great Chemistry as the raw material. In an isothermally stirred tank flow reactor (RATB), the product of benzyl alcohol is produced at a temperature of 190°C and a pressure of 20 atm. The reaction processes 99 % of benzyl chloride to generate benzyl alcohol. The Bengawan Solo river is where the factory is located. The entire electrical energy required for production and housing is 110.36 KWatt, which comes from PLN, the state electricity utility, and an internal backup energy generator. It can be inferred from a business feasibility study for a low-risk factory that this company is viable for investment and development. A profit analysis reveals an appealing value both before and after taxes. The profit before tax was Rp. 100,542,616,531.65 and the profit after tax was Rp. 80,434,093,225,32, according to the economic evaluation of the pre-design of the benzyl alcohol factory. Furthermore, the return on investment (ROI) before taxes was 20.2 %, and the ROI after taxes was 16.2 %. Factory pay out time (POT) before tax is 3.3 years, and after tax (POT) is 3.8 years. The shut down point (SDP) is 16.60 %, while the break event point (BEP) is 50.72 %. The DCFR (discounted cash flow rate) is 23.82 %.

Keywords : benzyl alcohol, benzyl chloride, natrium carbonate

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri kimia merujuk pada suatu industri yang terlibat dalam produksi zat kimia. Industri ini mencakup petrokimia, agrokimia, farmasi, polimer, cat, dan oleokimia. Industri ini menggunakan proses kimia, termasuk reaksi kimia untuk membentuk zat baru, pemisahan berdasarkan sifat seperti kelarutan, titik didih, kesetimbangan, pengaruh panas, serta metode lain. (Mahfud & Sabara, 2018)

Perkembangan industri kimia di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, didukung dengan upaya pemerintah yang terus mendorong tumbuhnya industri kimia di dalam negeri agar menjadi sektor penggerak perekonomian nasional, karena industri kimia berperan penting sebagai pemasok bagi industri lainnya. Ini sesuai dengan pedoman yang dirumuskan oleh Kementerian Perindustrian Republik Indonesia dalam “*Making Indonesia 4.0*” bahwa industri kimia adalah salah satu dari lima sektor yang mendapat prioritas dalam mengimplementasikan revolusi industri 4.0.

Salah satu bahan kimia yang banyak digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai bidang industri adalah Benzil alkohol. Dalam proses produksinya, Benzil alkohol adalah salah satu bahan kimia yang dapat diproses secara alami oleh banyak tanaman dan umumnya ditemukan dalam buah-buahan dan teh. Benzil alkohol dan turunannya banyak ditemukan dalam berbagai bidang, seperti dalam pernis, pelapis, dan komposisi *coating* atau *waterproofing*. Benzil alkohol juga digunakan sebagai bahan awal untuk pembuatan parfum, dan sabun.

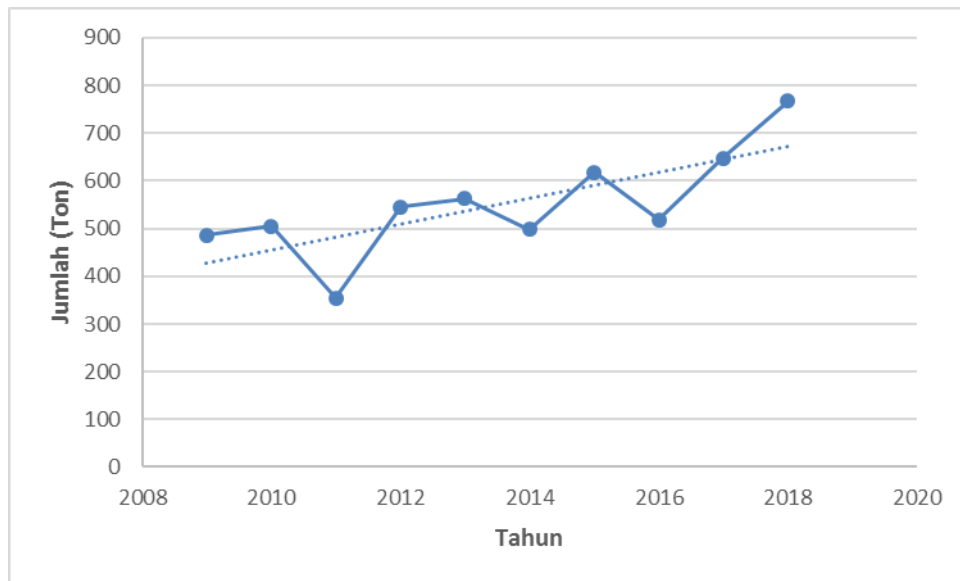
Dalam aspek permintaan pasar, Benzil alkohol adalah salah satu jenis hasil produksi industri kimia yang banyak dibutuhkan oleh pasar internasional. Menurut data (*United Nation*, 2021) Di Indonesia terhitung pada tahun 2018 jumlah impor pada bahan Benzil alkohol sebanyak 767,2 Ton per tahun dengan biaya sebesar USD. 1,92 juta, atau sekitar Rp. 26,9 Miliar.

Hingga saat ini, Indonesia belum memiliki pabrik yang memproduksi Benzil Alkohol, sehingga untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri Indonesia masih mengandalkan produk impor. Oleh karena itu, apabila pabrik benzil alkohol ini didirikan di Indonesia akan memberikan dampak positif, yaitu :

- a) Membuka lapangan kerja bagi penduduk Indonesia.
- b) Menambah devisa Negara.
- c) Kebutuhan Benzil alkohol dapat terpenuhi tanpa impor dari negara lain.
- d) Mendorong pembangunan pabrik disekitar yang menggunakan bahan baku benzil alkohol.
- e) Diharapkan dapat menembus pasar ekspor.

1.1.1. Kapasitas Pabrik

Berdasarkan data impor untuk benzil alkohol dari data *United Nation*, maka grafik perkembangan kebutuhan benzil alkohol dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 1. Kebutuhan Impor Benzil Alkohol

Dari grafik data kebutuhan benzil alkohol diatas didapatkan persamaan $y = 27,303x - 54424$ dengan y adalah impor benzil alkohol pada tahun tertentu dalam ton dan x adalah tahun. Pabrik benzil alkohol direncanakan dibangun pada tahun 2025 dan akan beroperasi pada tahun 2026. Dari persamaan garis linier, dapat dihitung besarnya impor benzil alkohol di indonesia.

$$y = 27,303x - 54424$$

$$y = 27,303(2026) - 54424$$

$$y = 892 \text{ ton/tahun}$$

untuk tahun 2026 adalah sebesar 891,878 atau 892 ton / tahun, dengan pertimbangan kapasitas yang sangat kecil dan untuk memperoleh keuntungan ekonomis, oleh karena itu kapasitas yang digunakan adalah berdasarkan survei kapasitas yang sudah ada.

1.1.2. Kapasitas pabrik yang sudah ada

Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada di atas kapasitas minimal atau paling tidak sama dengan pabrik yang sedang berjalan. Data kapasitas pabrik yang sudah ada dapat dilihat pada tabel 1. berikut :

Tabel 1. Kapasitas pabrik yang sudah ada

No	Pabrik	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	Wuhan Biet Co.,Ltd	China	5000
2	Sheetal Organic	Amerika	12000
3	Hubei Greenhome	China	20000
4	Jinan Shijitongda Chemica	China	36000
5	Wuhan Youji Industries	China	50000

Berdasarkan data data pada tabel diatas, kapasitas pabrik yang sudah ada merupakan kapasitas minimal yang layak untuk didirikan. Dengan pertimbangan di atas maka kapasitas pabrik dipilih sebesar 5.000 ton / tahun.

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1. Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk

a. *Benzyl Alcohol*

Benzil alkohol adalah bahan kimia yang memiliki banyak aplikasi industri seperti pelarut untuk sistem pewarna dan sebagai campuran parfum. Sifat kimia benzil alkohol ditentukan oleh gugus hidroksil. Kelompok ini menunjukkan reaksi

khas alkohol alifatik (Alkohol, Alifatik). Reaktivitas gugus hidroksil meningkat dekat dengan nukleus aromatik. Benzil alkohol kurang asam dibanding isomer kresols dan karenanya tidak larut dalam alkali berair. Jika benzil alkohol dipanaskan dengan adanya senyawa dehidrasi (misalnya, aluminium oksida), dibenzil eter, toluena, dan benzaldehida terbentuk. Dibenzil eter juga terbentuk bila benzil alkohol dipanaskan dengan asam kuat atau basa. Campuran dibuat hanya melalui aksi alkil halida pada benzil alkohol dengan adanya asetilasetonato sebagai katalis.

Oksidasi menghasilkan benzaldehid atau asam benzoat, tergantung pada sifat zat pengoksidasi dan kondisi reaksi. Jadi asam nitrat sebagai zat pengoksidasi memberikan benzaldehida, sedangkan natrium permanganat mono-hidrat padat menghasilkan asam benzoat. Di bawah kondisi oppenauer oxidation, benzil alkohol dioksidasi menjadi benzaldehida. Benzaldehida juga terbentuk perlahan jika benzil alkohol terpapar udara. Benzil alkohol dapat mengalami dehidrogenasi dalam fasa gas dengan menggunakan katalis yang mengandung tembaga atau logam mulia. Produk utama dehidrogenasi adalah benzaldehida.

(Ullmann's, 2011)

b. *Benzyl Chloride*

Benzil klorida juga dikenal sebagai α -klorotoluena adalah bahan kimia organik dengan rumus molekul $C_6H_5-CH_2Cl$. *Benzyl chloride* memiliki bau yang kuat dan tidak sedap dan cairan tidak berwarna pada suhu kamar (ECHA Registered Substances Database, 2013). Selain itu, bahan ini cukup mudah terbakar dan mengeluarkan asap yang mudah meledak saat dipanaskan. Cairan yang tidak

larut dalam air dan mungkin dalam lingkungan yang lembab bertindak korosif terhadap banyak logam. Benzil klorida diproduksi dengan klorinasi toluena. Benzil klorida secara struktural merupakan turunan terklorinasi rantai samping paling sederhana dari toluena, tetapi secara ekonomis ini adalah turunan yang paling penting. Benzil klorida adalah bahan awal untuk sejumlah besar sintesis industri, yaitu digunakan sebagai perantara kimiawi untuk sintesis organik misalnya peliat (misalnya BBP), benzil alkohol, pewarna, perasa, parfum, garam amonium kuartener, dan asam fenilasetat yang digunakan dalam produksi penisilin sintesis. (Ullmann's, 2006).

(The Danish Environmental Protection Agency, 2014)

c. *Natrium Carbonate*

Natrium Karbonat (juga dikenal sebagai *washing soda* atau soda abu), (Na_2CO_3) adalah garam natrium dari asam karbonat. Natrium karbonat paling umum sebagai heptahidrat kristal, pengkristalan yang mudah untuk membentuk bubuk putih, yang merupakan kristal monohidrat tersebut. Natrium karbonat di dalam negeri, terkenal untuk penggunaan sehari-hari sebagai pelunak air. Bahan pelunak air diproduksi dalam jumlah besar dari garam dan kapur dalam proses yang dikenal sebagai proses Solvay.

(Ullmann's, 2011)

1.2.2. Macam-Macam Proses

A. Hidrolisis Benzil Klorida

Pada proses hidrolisis Larutan alkali terdiri dari air dan komponen basa seperti natrium hidroksida, natrium karbonat, dan kalsium hidroksida. Natrium

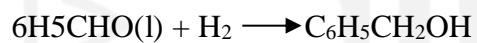
hidroksida dan natrium karbonat lebih baik dari yang lain, terutama natrium karbonat yang memiliki hasil samping yang sangat rendah, komponen air dan komponen basa dalam larutan alkali penting untuk keberhasilan proses, dan harus berada dalam kisaran tertentu untuk menjadikan proses ini efektif dalam menghasilkan benzil alkohol yang terbebas dari benzil eter. Kandungan air dan komponen basa dapat di variasikan tergantung pada faktor-faktor tertentu dalam komponen basa yang digunakan, komponen alkali umumnya harus mempunyai larutan basa dalam kisaran jumlah 2 - 20 % berat larutan. Rentang persentase lebih kecil lebih baik terutama untuk meminimalkan pembentukan dibenzil eter dan memaksimalkan laju reaksi, dan lebih disarankan bila menggunakan natrium karbonat sebagai komponen alkali berkisar 5 -15 % atau 10 % berat larutan. Dalam proses hidrolisis benzil klorida kontak dengan larutan alkali dapat dicampur dengan bahan pelarut inert, penggunaan pelarut dapat mengurangi produk samping debenzil eter ketingkat yang hampir dapat diabaikan. Pelarut hidrokarbon aromatik dapat melarutkan benzil klorida dan benzil alkohol, pelarut *inert* yang digunakan seperti benzena, xilena, toluena, atau etil benzena dengan toluen yang terutama disukai. Proses hidrolisis benzil klorida menjadi benzil alkohol pada suhu 150 °C - 350 °C. Operasi di bawah kisaran suhu tersebut tidak mencapai laju reaksi cepat yang diperlukan dalam operasi secara kontinu atau terus menerus dan operasi di atas kisaran suhu tersebut akan melibatkan tekanan tinggi yang tidak ekonomis tuhu tekanan tinggi pada proses hidrolisis. Umumnya, hasil maksimum diperoleh ketika mengoperasikan hidrolisis pada suhu dalam kisaran dari suhu 180°C - 275 °C atau sekitar 250 °C. Tekanan yang digunakan dalam hubungannya dengan suhu ini dapat

bervariasi tetapi tekanan yang digunakan harus pada tingkat setidaknya cukup untuk mempertahankan reaktan dalam fase cair pada suhu operasi.

(US patent 3557222)

B. Hidrogenasi dan Reduksi Benzilaldehid

Benzilaldehid dapat dihidrogenasi untuk membentuk benzil alkohol, toluena, hidroksimetilsikloheksana, metilsikloheksana, dan produk lainnya. Namun, untuk menghasilkan benzil alkohol dari proses ini, kondisi operasi dan katalis yang tepat harus dipilih. Nikel Raney atau natrium amalgam dapat berfungsi sebagai katalis. Reaksi ini berlangsung pada suhu 25°C dengan tekanan 3 atm. Proses ini juga merupakan salah satu produk industri benzil alkohol. Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut:



(Ullman, 1914)

C. Oksidasi Toluena

Oksidasi katalitik toluena ini cenderung menghasilkan *yield* benzil alkohol yang rendah, karena kondisi reaksi cenderung mendukung oksidasi untuk menghasilkan asam benzoat. Selain itu, toluena yang akan direaksikan tidak boleh melebihi 10% karena cenderung menghasilkan benzil hidroperoksida. Reaksi ini membutuhkan penstabil hidroperoksida. Oksidasi toluena sebagai fase cair di udara dilakukan dengan adanya asam-asam ini. Kemudian disaponifikasi untuk membentuk benzil alkohol.

Oksidasi toluena pada suhu 140-240 °C dan tekanan 10-29 atm dengan adanya anhidrida asetat menghasilkan benzil asetat. Oksidasi dihentikan setelah reaksi 10% toluena. Setelah saponifikasi produk oksidasi, sekitar 7% benzil alkohol dihasilkan dari 10% toluena yang bereaksi, sisanya adalah benzil alkohol dan asam benzoat.

(Ullman, 1914)

D. Reaksi Cannizaro

Pada reaksi ini formaldehida dioksidasi menjadi asam format, aldehida aromatik direduksi menjadi alkohol yang terjadi dalam fase homogen (cair-cair) dengan suhu 204-207 °C dan tekanan 4,4-6,1 atm. *Benzyl dehide* digunakan sebagai zat pereduksi menggunakan katalis alkali. Dalam reaksi ini hanya setengah dari aldehida yang direduksi menjadi alkohol, setengah alkali lainnya menjadi asam sehingga kemurniannya adalah 60%. Persamaan reaksinya adalah :



(Ullman, 1914)

1.2.3. Pemilihan Proses

Tabel jenis-jenis proses pembuatan benzil alkohol

	Jenis Proses			
Parameter	Hidrolisis	Hidrogenasi	Oksidasi	Reaksi
yang	Benzil	dan Reduksi	Toluena	Cannizaro
ditinjau	Klorida	benzaldehida		

Proses	Tanpa katalis	Katalis logam atau alkali	Diperlukan zat penstabil hidroperoksida	Katalis alkali
Biaya	Lebih ekonomis bahan baku lebih murah	Bahan benzildehida relatif mahal	Biaya produksi tidak seimbang dengan yield yang dihasilkan	Sudah lama tidak digunakan lagi dalam skala industri
Hasil samping	Garam, gas CO ₂	Tidak diketahui	Benzildehyd dan asam benzoat	asam
Kondisi operasi				
Temperatur	180-275	25	140-240	204-207
Tekanan, atm	20	3	10-29	4,4-6,1
Konversi %	99	75	-	60

Berdasarkan tabel, jenis proses yang dipilih yaitu proses hidrolisis benzil klorida. Adapun keunggulan dari proses hidrolisis sehingga menjadi pilihan dalam proses pembuatan benzil klorida adalah sebagai berikut:

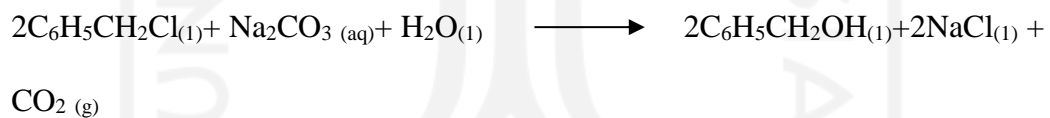
1. Lebih ekonomis, karena bahan baku relatif murah.

2. Produk yang dihasilkan memiliki kemurnian 99%.
3. Tidak menggunakan katalis.
4. Dalam langkah proses pembuatannya suhu yang digunakan 190 °C dan tekanan 20 atm.

Umumnya, suhu yang digunakan dalam zona hidrolisis harus sangat tinggi mulai dari sekitar 150 °C hingga 350 °C. Operasi di bawah kisaran suhu tersebut tidak mencapai laju reaksi cepat yang diperlukan dalam operasi secara kontinu atau terus menerus dan operasi di atas kisaran suhu tersebut akan melibatkan tekanan tinggi yang tidak ekonomis. (*US patent 3557222*)

Dengan bahan baku yang mudah didapat dan lebih murah. Reaksi ini berlangsung tanpa katalis dan berlangsung pada fase cair, sehingga reaksinya homogen

Persamaan reaksinya sebagai berikut :



(Ullmann's, 2011)

BAB II PERANCANGAN PRODUK

Bahan baku pembuatan Benzil Alkohol adalah benzil klorida yang diperoleh dari Luxi Chemical Group Co. Ltd, China serta Natrium Karbonat yang diperoleh dari PT. Aneka Kimia Raya, Surabaya. Sedangkan sebagai bahan baku pembantu adalah air.

2.1. Spesifikasi Produk

a. Benzil Alkohol ($C_6H_5CH_2OH$)

Berat Molekul	= 108,138 g/mol
Spesifik Gravity	= 1,043 g/m ³
Titik beku	= -15,4 °C (Lide 2003)
Titik didih pada 760 mmHg	= 205,31 °C (Lide 2003)
Densitas	= 1,04535 ; 1,04156 (20 °C, 25 °C, Dreisbach 1955)
Bentuk (pada 1 atm, 15 ⁰ C)	= Cairan
Warna	= Tak berwarna
Kemurnian	= 99 % $C_6H_5CH_2OH$, 1 % $C_6H_5CH_2Cl$ Natrium Klorida (NaCl)
Berat molekul	= 58,5 g/mol
Densitas	= 2,164 g/m ³
Titik didih	= 1465 °C
Titik lebur	= 800,8 °C

Warna	= Tak berwarna
Kelarutan	= Terdistribusi Dalam air 3.5% dianggap kecil, larut dalam alkohol, eter, kloroform, aseton, benzena, dan pelarut aromatik

(Perry,R.H.,1984)

b. Karbondioksida (CO₂)

Berat molekul	= 44 g/mol
Densitas gas	= 1,976 (pada 0 °C, 1atm)
Temperatur kritis	= 31 °C
Tekanan kritis	= 72,85 atm
Kelarutan dalam air	= 1,713 (pada 0 °C) ; 0,759 (pada 25 °C); pada suhu di atas 80 °C, CO ₂ tidak dapat larut

(Perry,R.H.,1984)

2.2. Spesifikasi Bahan Baku

a. Benzil Klorida (C₆H₅CH₂Cl)

Berat Molekul	= 126,5 g/mol
Spesifik Gravity	= 1,1002 g/m ³
Titik beku	= -39,2 °C
Titik didih pada 760 mmHg	= 179,4 °C

Temperatur kritis	= 411 °C
Tekanan kritis	= 38,5 atm
Bentuk (pada 1 atm, 15 °C)	= Cairan
Warna	= Tak berwarna
Kemurnian	= 99,6 % , 0,4 % Toluene
Kelarutan	= Tak larut dalam air, larut dalam alkohol

(Perry, R.H., 1984)

b. Natrium Karbonat (Na_2CO_3)

Berat molekul	= 106 g/mol
Spesifik gravity (20 °C)	= 2,533 g/m ³
Titik lebur	= 851 °C
Titik didih	= decomposes
Kelarutan pada air dingin	= 25 gram/100 gram air

Bentuk = Serbuk

Warna = Putih

Impuritis = H₂O

Berat Molekul = 18 g/mol

Spesifik gravity (20°C) = 1 g/m³

Titik Beku = 0 °C

Titik Lebur = 0 °C

Titik Didih = 100 °C

Tekanan Uap Murni = 760mmHg

Temperatur Kritis = 374 °C

Tekanan kritis = 218 atm

Viskositas = 1,050 cp

Kemurnian = 100%

Densitas = 1 kg / m³

Kelarutan = 45,5 g/100 mL air @ 100 °C (212 °F); larut dalam air panas dan gliserol, larut sebagian dalam air dingin, tidak larut dalam aseton dan alkohol.

(Perry,R.H.,1984)

c. Toluene (C₆H₅CH₃)

Berat molekul = 92,141 kg/kgmol

Fase = Cair

Densitas = 0,865 Kg/liter

Titik didih pada 760 mmHg = 110,63 °C

Temperatur kritis = 320,6 °C

Tekanan kritis = 40,6 atm

Kapasitas panas = 157,49 joule/(mol °K)

Viskositas, 25 C = 0,58 cP

2.3. Pengendalian Kualitas

2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku utama dan bahan pembantu. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar bahan baku yang akan digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Adapun parameter yang akan diukur adalah :

- 1) Kemurnian dari bahan baku benzil klorida, natrium karbonat.
- 2) Kadar air.

2.3.2. Pengendalian Kualitas Proses

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada. Pengendalian dan pengawasan jalannya produksi dilakukan dengan *Automatic Control* yang di-*setting* pada nilai tertentu. Beberapa alat kontrol yang digunakan

adalah :

1) *Flow Control*

Merupakan alat yang ditempatkan atau dipasang pada aliran proses. *Flow control* ini dikondisikan pada harga tertentu. Bila aliran mengalami penyimpangan dari harga yang telah ditentukan, maka akan muncul isyarat yang merupakan perintah untuk mengembalikan ke kondisi semula.

2) *Temperature Control*

Jika ada penyimpangan suhu yang telah ditetapkan, maka akan timbul isyarat yang berupa suara, nyala lampu dan lain-lain.

3) *Level Control*

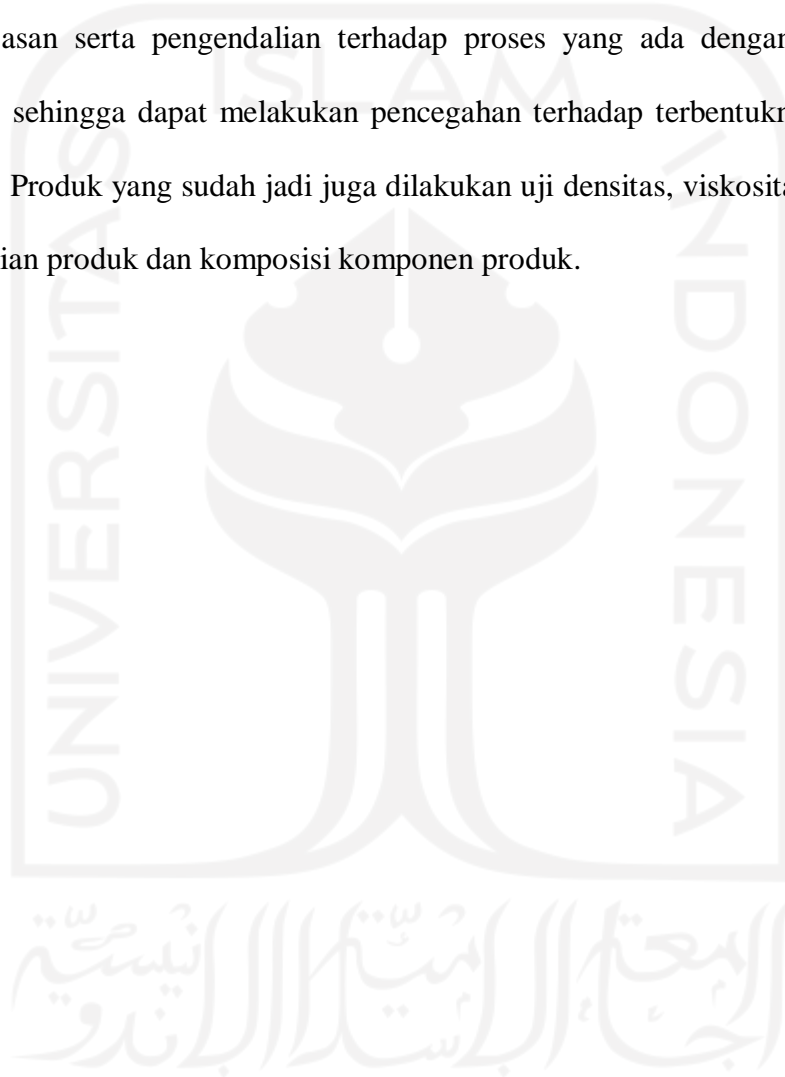
Merupakan alat yang dipasang pada alat proses yang berfungsi untuk mengontrol ketinggian fluida dalam alat proses (tangki proses). Jika ketinggian fluida di dalam alat proses tidak sesuai dengan dengan harga yang ditentukan, kran akan membuka atau menutup secara otomatis.

4) *Level Indicator*

Merupakan alat yang dipasang pada tangki penyimpanan bahan baku atau produk untuk mendeteksi ketinggian fluida dalam tangki.

2.3.3. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk bertujuan untuk menghasilkan benzil alkohol yang sesuai dengan spesifikasinya ditinjau dari sifat fisik dan kimianya. Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara sistem control, sehingga dapat melakukan pencegahan terhadap terbentuknya kecacatan produk. Produk yang sudah jadi juga dilakukan uji densitas, viskositas, volatilitas, kemurnian produk dan komposisi komponen produk.



BAB III PERANCANGAN PROSES

Pada proses pembuatan benzil alkohol dengan bahan baku benzil klorida dan natrium karbonat dapat dibagi kedalam empat tahapan yaitu:

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan produk
3. Tahap pemurnian dan pemisahan produk
4. Tahap pembentukan akhir produk

3.1. Uraian Proses

Bahan baku yang digunakan pada pabrik benzil alkohol ini yaitu benzil klorida, natrium karbonat dan air. Natrium karbonat dengan fase padat yang disimpan didalam gudang, di transportasikan menggunakan bucket elevator (BE) menuju hopper (H) untuk disimpan sementara pada suhu 30 °C tekanan 1 atm, kemudian diangkat menggunakan screw conveyor menuju ke mixer (M-01), selanjutnya air yang berasal dari utilitas dipompakan menggunakan pompa (P-03) untuk diumpakan menuju mixer (M-01), didalam mixer natrium karbonat dicampur dengan air membentuk larutan natrium karbonat sehingga suhu keluar menjadi 32,8 °C tekanan 1 atm, selanjutnya larutan natrium karbonat ini dipanaskan menggunakan heater (HE-02) hingga mencapai suhu reaksi yaitu 190 °C dan tekanan 20 atm dimasukkan kedalam reaktor(R-01), selanjutnya Benzil klorida yang berupa fase cair disimpan pada tangki (T-01) dengan suhu 30 °C dengan tekanan 1 atm, dialirkan dengan pompa (P-02) dan dipanaskan menggunakan heater (HE-01) hingga suhu mencapai 190 °C tekanan 20 atm, dialirkan menuju reaktor (R-01).

Reaktor (R-01) ini berfungsi untuk mereaksikan Benzil klorida dengan Natrium Karbonat sehingga membentuk Benzil Alkohol, Natrium Klorida dan Karbon Dioksida, reaksi bersifat eksotermis. Hasil reaksi yang berupa fase gas yaitu Karbon Dioksida (CO_2) dialirkan menuju UPL, kemudian hasil keluaran reaktor (R-01) berupa fase cair yaitu air, Benzil Klorida, Benzil Alkohol, Toluene, Natrium Karbonat, dan Natrium Klorida, ini didinginkan menggunakan cooler (CL-01) hingga mencapai suhu $67,1\text{ }^\circ\text{C}$. Hasil keluaran ini selanjutnya dicampur dengan Toluen yang berasal dari menara distilasi (MD-01) sehingga suhu campurannya menjadi $70\text{ }^\circ\text{C}$ tekanan 1 atm. Selanjutnya bahan tersebut dipisahkan menggunakan decanter (D-01), dimana didalam decanter ini larutan membentuk lapisan fase berat dan fase ringan, dimana fase beratnya berupa air, Natrium Karbonat, Natrium Klorida dan kemudian fase ringannya berupa Benzil Alkohol, Benzil klorida dan Toluen. Kemudian hasil keluaran dekanter (D-01) berupa fase berat dialirkan dengan menggunakan pompa (P-05) menuju cooler untuk didinginkan, yang semula suhunya $70\text{ }^\circ\text{C}$ tekanan 1 atm, menjadi $35\text{ }^\circ\text{C}$ tekanan 1 atm. Kemudian hasil keluaran dekanter (D-01) berupa fase ringan dengan suhu $70\text{ }^\circ\text{C}$ tekanan 1 atm, dipanaskan menggunakan heater (H-03) hingga suhunya mencapai $136,2\text{ }^\circ\text{C}$ tekanan 1,1 atm, selanjutnya diumpankan menuju menara distilasi (MD-01), di menara distilasi (MD-01) ini diperoleh pemisahan berupa toluen sebagai hasil atas dan benzil alkohol sebagai hasil bawah dengan kemurnian 99% keluar pada suhu $198,1\text{ }^\circ\text{C}$ dan didinginkan menjadi suhu $35\text{ }^\circ\text{C}$ dan disimpan kedalam tangki (T-02).

3.2. Spesifikasi Alat/Mesin Produk

1. Bucket Elevator (BE-01)

Fungsi : Menaikan natrium karbonat dari gudang menuju hopper 01 dengan kecepatan 404,40 kg/jam

Jenis alat : Centrifugal discharge bucket elevator

Bahan konstruksi : Carbon steel SA 178 grade C

Waktu tinggal 1 bucket : 0,05 menit/bucket

Waktu tinggal 15 bucket : 0.69 menit

Spesifikasi : Volume : 18 in³

Jarak antar Bucket : 1,25 ft

Tinggi bucket elevator : 23,26 ft

Tinggi bucket : 0,25 ft

Tinggi 1 bucket : 1,50 ft

Jumlah bucket : 15 buah

Kecepatan belt : 33,69 ft/min

Daya : 1,5 Hp

Jumlah : 1 unit

2. Hopper (HO-01)

Fungsi : Menampung Sodium Carbonate sebagai umpan Mixer dengan kecepatan massa 404,402566 kg/jam

Jenis alat : Tangki Silinder Vertical dengan conical Bottom Head

Bahan konstruksi : Baja Stainless Steel

Waktu tinggal : 8 jam

Spesifikasi : Diameter : 0,78 m

Kedalaman : 3,11 m

Tebal *Shell* : 3/16 in

Tebal Head : 3/16 in

Tinggi cone : 0,78 m

Jumlah : 1 unit

3. Screw Converyor (SC-01)

Fungsi : Mengangkut NaCO_3 padat dari Hopper (H-01) menuju mixer (M-01)

Jenis alat : Screw conveyor

Bahan kontruksi : Carbon Steel SA 178 Grade C

Waktu tinggal : 31,3 menit

Spesifikasi : Volume screw : 5,8875 ft³

Diameter : 0,5 ft

Panjang : 30 ft

Daya motor : 0,5 Hp

Jumlah : 1 unit

4. Mixer (M-01)

Fungsi : Melarutkan Na_2CO_3 padat dengan air menjadi larutan Na_2CO_3 10% dengan kecepatan umpan 4003.5854 kg/jam

Jenis alat : Mixer alir tangki berpengaduk

Bahan konstruksi : Baja Stainless Steel

Waktu tinggal : 1 jam

Kondisi Operasi :

tekanan : 1 atm

Suhu : 32.8 °C

Spesifikasi : Diameter : 1.49 m
 Tinggi : 2.23 m
 Volume cairan dalam head : 0.429 m³
 Volume cairan : 3.350 m³
 Tinggi cairan : 1.932 m
 Tebal *Shell* : 3/16 in
 Tebal Head : 3/16 in
 Tebal isolasi : 3 in
 Jenis bahan isolasi : *Asbes*

Spesifikasi pengaduk : Diameter impeler : 49.54 cm

Tinggi impler : 49.54 cm

Lebar baffle : 4.95 cm

Daya motor : 0.5 Hp

Pengaduk tipe : *marine* dengan 3 *blade* jumlah
baffle 4 buah

5. Reaktor (R)

Fungsi	:Mereaksikan Benzil Klorida dengan Na ₂ CO ₃ menjadi Benzil Alkohol dengan kecepatan umpan 47646.0662 kg/jam	
Jenis alat	: Reaktor alir tangki berpengaduk	
Bahan konstruksi	: Baja Stainless Steel	
Waktu reaksi dalam reaktor	: 0,56 jam (<i>US patent 3557222</i>)	
Kondisi Operasi	:	
Tekanan	: 20.4 atm	
Suhu	: 190°C	
Spesifikasi	Diameter	: 1.55 m
	Tinggi	: 2.32 m
	Volume	: 53476 m ³
	Volume cairan dalam head	: 0.486 m ³
	Volume cairan dibadan RATB	: 3.970 m ³
	Tinggi cairan dibadan RATB	: 2.108 m
	Tebal <i>Shell</i>	: 11/16 in
Tebal Head	: 5/8 in	
Spesifikasi Pengaduk	:	
Diameter imple	: 51.63 cm	
Tinggi impler	: 51.63 cm	
Lebar baffle	: 5.16 cm	

Daya motor : 0.5 Hp

Pengaduk tipe : Type *marine* dengan 3 *blade* jumlah *baffle*
4 buah

Spesifikasi coil (lilitan) : Jumlah coil : 5 lilitan

Diameter coil : 0.981 m

Tinggi lilitan coil minimum : 0.1087 m

Tinggi coil total : 0.4091 m

Jarak antar coil : 3 in

Tebal isolasi : 3 in

Jenis bahan isolasi : *asbes*

6. Decanter (D-01)

Fungsi : Memisahkan fase ringan yang berupa Benzil Alkohol
dan fase berat yang berupa larutan garam

Jenis alat : Horizontal drum decanter

Bahan konstruksi : Baja Stainless Steel

Waktu tinggal : 0.36 jam

Kondisi Operasi :

tekanan : 1 atm

Suhu : 70°C

Jumlah : 1 unit

Spesifikasi : Diameter : 0.83115 m

Panjang : 3.13561 m

Tinggi ruang kosong dalam decanter : 0.21115 m

Tinggi cairan dalam decanter : 0.62 m

Tebal Shell : 3/16 in

Tebal Head : 3/16 in

Diameter Pipa Fase Ringan Decanter : 0.95083 in

Diameter Pipa Fase Berat Decanter : 1.5 in

Diameter pipa umpa decanter : 1.8226 in

7. Menara Distilasi (MD-01)

Fungsi : Memisahkan benzil alkohol sebagai hasil bawah menara distilasi (MD-01)

Kriteria performa MD : Memisahkan at-zat terlarut dengan perbedaan titik didih yang cukup jauh, mampu memurnikan cairan diatas 99%, serta mempunyai efisiensi pemisahan yang cukup tinggi.

Jenis alat : Sieve plate Distillation tower

Bahan kontruksi : Baja Steinless Steel

Waktu reaksi dalam reaktor : 0,56 jam (US patent 3557222)

Kondisi Operasi :

1. Kondisi operasi puncak :

Suhu : 117.03 °C

Tekanan : 1 atm

2. Kondisi operasi dasar menara :

Suhu : 198.09 °C

Tekanan : 1.1 atm

3. Kondisi operasi umpan menara :

Suhu : 136.21 °C

Tekanan : 1.5 atm

Jumlah plat :

- Jumlah Plate Seksi Rectifying : 16 plate
- Jumlah Plate Seksi Stripping : 3 plate

Dimensi Menara Distilasi :

- Tinggi menara : 7.4071 m
- Diameter puncak : 0.8566 m
- Diameter dasar dasar : 0.9475 m

Tebal menara distilasi :

- Tebal Shell : 3/16 in
- Tebal Head : 3/16 in

Ukuran pipa :

- Pipa Pemasukan Umpan : 3 in
- Pipa Pemasukan Reflux : 2 in
- Pipa Pemasukan Uap Reboiler : 24 in
- Pipa Pengeluaran Uap Puncak : 20 in
- Pipa Pengeluaran dasar : 4 in

4. Kondensor (CD-01)

Fungsi : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak menara distilasi

Jenis alat : *Shell and tube*

Bahan konstruksi : Stainless Steel

Beban panas : 129930.234 kcal/jam

Luas transfer panas : 1248.41 sqft

Jumlah air pendingin : 6562.133 kg/jam

Alokasi fluida :

Fluida dingin (air) : *Tube*

Fluida panas (uap dari puncak MD) : *shell*

Spesifikasi *Shell* :

ID shell : 10 in

Passes : 1

Jumlah pipa : 52 pipa

Pressure Drop : 7.2886E-05 psi

Spesifikasi *tube* : OD, BWG : 0.75, 16

ID : 0.62

Picth : 1 square picth

Panjang : 10 ft

Passes : 2

Pressure Drop : 0.275501992 psi

5. Akumulator (AC-01)

Fungsi	: Menampung sementara hasil atas menara distilasi
Jenis alat	: Tangki silinder horizontal
Bahan konstruksi	: Stainless steel SA 178 grade C
Volume tangki	: 1.808498 m ³
Diameter	: 0,996 m
Panjang	: 1,992 m
Tebal <i>Shell</i>	: 2/16 in
Tebal <i>head</i>	: 3/16 in
Jumlah	: 1

6. Reboiler (RB-01)

Fungsi	: Menguapkan sebagian hasil bawah menara distilasi (MD-01) pada suhu 104.62°C dengan pemanas steam jenuh pada suhu 120°C
Jenis alat	: Shell & tube kettle reboiler
Bahan konstruksi	: Baja Steinless Steel
Beban panas	: 2068432.867 kcal/jam
Luas transfer panas	: 884.11 sqft
Jumlah pipa	: 281.49 pipa
Kondisi Operasi dasar menara :	
tekanan	: 1.2 atm

Suhu : 198.09°C

Spesifikasi *Shell* : ID shell : 21.25 in

Jumlah pipa : 270 pipa

Passes : 1

Spesifikasi *tube* : OD, BWG : 0.75, 16

ID : 0.62

Picth : 1 square *picth*

Panjang : 16 ft

Passes : 2

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الجامعة الإسلامية
الاستد بالاندو

Tabel 2. Spesifikasi tangki

Parameter	Tangki Bahan Baku (T-01)	Tangki produk (T-02)
Tugas	Menyimpan benzil klorida sebanyak 534586,2 kg pada fase padat	Menyimpan benzil alkohol sebanyak 454545,5 kg pada fase cair
Kondisi Penyimpanan	tekanan 1 atm, suhu 30°C	tekanan 1 atm, suhu 30°C
Jenis alat	Tangki silinder vertical (<i>vessel pressure</i>)	Tangki silinder vertical (<i>vessel pressure</i>)
Ukuran	Volume : 588,54 m ³ Tinggi : 7,50 m Diameter : 10,00 m	Volume : 524,48 m ³ Tinggi : 7,22 m Diameter : 9,62 m
Bahan konstruksi	<i>Stainlesssteel</i>	<i>Stainlesssteel</i>
Waktu tinggal	1 bulan	1 bulan
Jumlah	1 buah	1 buah

Tabel 3. Heater

Nama Alat	Heater (HE-01)	Heater (HE-02)	Heater (HE-03)
Fungsi	Memanaskan umpan Na_2CO_3 masuk ke R-01 dari suhu 32.8°C menjadi suhu 190°C dengan pemanas Steam jenuh pada suhu 200°C	Memanaskan umpan $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$ masuk ke R-01 dari suhu 30°C menjadi suhu 190°C dengan pemanas Steam jenuh pada suhu 200°C	Memanaskan umpan menara Distilasi berupa fase berat decanter dari suhu 70°C menjadi suhu 136.2°C dengan pemanas Steam jenuh pada suhu 200°C
Jenis	<i>Double pipe heat exchanger</i>	<i>Double pipe heat exchanger</i>	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan kontruksi	Stainless steel	Stainless steel	Stainless steel
Luas transfer panas	92,155 sqft	7,089 sqft	8,1599 sqft
Spesifikasi annulus	OD, BWG : 3,5 in, 16 ID : 3,07 in Pressure Drop : 1,032227 psi	OD, BWG : 2,38 in, 16 ID : 2,07 in Pressure Drop : 0,30319 psi	OD, BWG : 2,38 in, 16 ID : 2,07 in Pressure Drop : 0,21133 psi

Spesifikasi tube pipe	OD : 2,469 in ID : 2,88 in Pressure Drop : 0,0004 psi	OD : 1,66 in ID : 1,38 in Pressure Drop : 0,0004 psi	OD : 1,66 in ID : 1,38 in Pressure Drop : 0,0004 psi
Panjang	12 ft	8 ft	8 ft
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit

Tabel 4. Cooler

Parameter	Cooler (CL-01)	Cooler (CL-02)
Fungsi	Mendinginkan Hasil reaksi Reaktor (R-01) dari suhu 190 °C menjadi suhu 67.1 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 50 °C	Mendinginkan Hasil bawah Menara distilasi I dari suhu 198.09 °C menjadi suhu 35 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 50 °C
Jenis	<i>Double pipe heat exchanger</i>	<i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel</i>	<i>Stainless steel</i>
Spesifikasi annulus	OD : 6,63 in ID : 6,07 in Pressure drop : 2,06386 psi	OD : 4,5 in ID : 4,07 in Pressure Drop : 2,68729 psi
Spesifikasi <i>inner pipe</i>	OD : 1,38 in	OD : 1,38 in

	ID : 1,067 in Pressure Drop : 0,04499 psi	ID : 1,067 in Pressure Drop : 0,07303 psi
Luas Transfer Panas	47,16 sqft	35,426 sqft
Jumlah pendingin	24862,46 kg/jam	2714,423 kg/jam
Panjang	16 ft	16 ft
Jumlah	1 unit	1 unit

Tabel 5. Cooler

Parameter	Cooler (CL-03)
Fungsi	Mendinginkan Hasil fase ringan Decanter dari suhu 70 °C menjadi suhu 35 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 50 °C
Jenis	<i>Shell and tube heat exchanger</i>
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel</i>
Spesifikasi <i>Shell</i>	ID : 15,25 in pass : 2 Nt : 124 pipa Pressure drop : 3.2130 psi
Spesifikasi <i>Tube</i>	OD, BWG : 0,75, 16 ID : 0,62 in Pitch : 1 square pitch

	pass : 2 Pressure Drop : 1.0414217 psi
Luas Transfer Panas	321,98 sqft
Jumlah pendingin	6321,23 kg/jam
Panjang	12 ft
Jumlah	1 unit

Tabel 6 Tabel Pompa

Nama alat	Pompa-01 (P-01)	Pompa-02 (P-02)
Fungsi	Mengalirkan Umpan Benzil klorida dari mobil tangki menuju Reaktor Alir Tangki berpengaduk (R-01)	Mengalirkan Benzil klorida dari Tangki (T-01) menuju Reaktor (R-01)
Jenis Alat	Pompa centrifugal	Pompa centrifugal
Jenis aliran	Turbulen	Turbulen
Laju Alir	17563,2 kg/jam	742,4808 kg/jam
Bahan kontruksi	Stainless stell	Stainless stell
Kecepatan volume cairan	16,00 m ³ /jam	0,68 m ³ /jam
Tipe impeler	Radial	Radial
Spesifikasi pompa	IPS : 1,5 in OD : 1,9 in	IPS : 0,5 in OD : 0,84 in

	ID: 1,61 in Schedule number : 40	ID: 0,622 in Schedule number : 40
Spesifikasi pompa	Kapasitas :70,453 gpm <i>Velocity head</i> : 0 m <i>Static Head</i> : 8,4313 m <i>Pressure Head</i> : -1,998m <i>Friction Head</i> : 11,42 m Putaran standar :1750 rpm Total Head : 17,853 m Daya standar : 1,5 Hp	Kapasitas :2,9784 gpm <i>Velocity head</i> : 0 m <i>Static Head</i> : 4 m <i>Pressure Head</i> : 181,51 m <i>Friction Head</i> : 2,1739 m Putaran standar : 1750 rpm Total Head : 187,68 m Daya standar : 1 Hp
Jumlah	1 unit	1 unit

Nama alat	Pompa-03 (P-03)	Pompa-04 (P-04)
Fungsi	Mengalirkan air dari unit utilitas menuju mixer (M-01)	Mengalirkan hasil pencampuran Na_2CO_3 dan air dari mixer (M-01) menuju reaktor (R-01)
Jenis Alat	Pompa centrifugal	Pompa centrifugal

Jenis aliran	Turbulen	Turbulen
Laju Alir	3599,183 kg/jam	4003,585 kg/jam
Bahan kontruksi	Stainless stell	Stainless stell
Kecepatan volume cairan	3,61 m ³ /jam	3,48 m ³ /jam
Tipe impeler	Radial	Radial
Spesifikasi pompa	IPS : 0,75 in OD : 1,05 in ID: 0,824 in Schedule number : 40	IPS : 0,75 in OD : 1,05 in ID: 0,824 in Schedule number : 40
Spesifikasi pompa	Kapasitas : 15,88 gpm <i>Velocity head</i> : 0 m <i>Static Head</i> : 4 m <i>Pressure Head</i> : -1,998 m <i>Friction Head</i> : 15,405 m Putaran standar : 1750 rpm Total Head : 17,406 m Daya standar : 0,5 Hp	Kapasitas : 15,314 gpm <i>Velocity head</i> : 0 m <i>Static Head</i> : 4 m <i>Pressure Head</i> : 172,98 m <i>Friction Head</i> : 14,406 m Putaran standar : 1750 rpm Total Head : 187,68 m Daya standar : 5 Hp
Jumlah	1 unit	1 unit

Nama alat	Pompa-05 (P-05)	Pompa-06 (P-06)
Fungsi	Mengalirkan Hasil atas menara distilasi II dari Accumulator menuju Reflux dan tangki Penyimpanan (T - 03)	Fungsi : Mengalirkan fase ringan dari decanter menuju Umpan menara distilasi
Jenis Alat	Pompa centrifugal	Pompa centrifugal
Jenis aliran	Turbulen	Turbulen
Laju Alir	3982,803 kg/jam	1177,022 kg/jam
Bahan kontruksi	Stainless stell	Stainless stell
Kecepatan volume cairan	3,51 m ³ /jam	1,22 m ³ /jam
Tipe impeler	Radial	Radial
Spesifikasi pompa	IPS : 0,75 in OD : 1,05 in ID: 0,824 in Schedule number : 40	IPS : 0,75 in OD : 1,05 in ID: 0,824 in Schedule number : 40
Spesifikasi pompa	Kapasitas : 15,47 gpm <i>Velocity head</i> : 0 m <i>Static Head</i> : 4 m	Kapasitas : 5,3857 gpm <i>Velocity head</i> : 0 m <i>Static Head</i> : 4 m

	<i>Pressure Head</i> : -1,998 m <i>Friction Head</i> : 14,62 m Putaran standar :1750 rpm Total Head : 16,621 m Daya standar : 0,5 Hp	<i>Pressure Head</i> : 172,98 m <i>Friction Head</i> : 1,7719 m Putaran standar : 1750 rpm Total Head : 3,7737 m Daya standar : 0,5 Hp
Jumlah	1 unit	1 unit

Nama alat	Pompa-07 (P-07)	Pompa-08 (P-08)	Pompa-09 (P-09)
Fungsi	Mengalirkan Hasil atas menara distilasi dari Accumulator menuju Reflux dan Recycle	Mengalirkan Hasil bawah menara distilasi dari reboiler menuju Tangki Penyimpanan (T - 03)	Mengalirkan Umpan Benzyl Chloride dari mobil tangki menuju Reaktor Alir Tangki berpengaduk
Jenis alat	Pompa centrifugal	Pompa centrifugal	Pompa centrifugal
Jenis aliran	Turbulen	Turbulen	Turbulen

Laju alir	1502,862 kg/jam	631,3131 kg/jam	16629,81 kg/jam
Bahan kontruksi	Stainless stell	Stainless stell	Stainless stell
Kecepatan volume cairan	1,72 m ³ /jam	0,61 m ³ /jam	16,00 m ³ /jam
Tipe impeler	Radial	Radial	Radial
Spesifikasi pompa	IPS : 0,5 in OD : 0,84 in ID: 0,622 in Schedule number : 40	IPS : 0,5 in OD : 0,84 in ID: 0,622 in Schedule number : 40	IPS : 1,5 in OD : 1,9 in ID: 1,61 in Schedule number : 40
Spesifikasi pompa	Kapasitas :7,5786 gpm <i>Velocity head</i> : 0 m <i>Static Head</i> : 14 m <i>Pressure Head</i> : - 1,998 m <i>Friction Head</i> : 14,075 m Putaran standar :1750 rpm	Kapasitas : 2,6746 gpm <i>Velocity head</i> : 0 m <i>Static Head</i> : 9 m <i>Pressure Head</i> : - 1,998 m <i>Friction Head</i> : 11,42 m Putaran standar : 1750 rpm	Kapasitas : 70,453 gpm <i>Velocity head</i> : 0 m <i>Static Head</i> : 4 m <i>Pressure Head</i> : - 1,998 m <i>Friction Head</i> : 11,42 m Putaran standar : 1750 rpm

	Total Head : 26,077 m Daya standar : 0,5 Hp	Total Head : 8,7548 m Daya standar : 0,5 Hp	Total Head : 13,422 m Daya standar : 1,5 Hp
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit

3.3. Perancangan Produksi

3.3.1. Kapasitas Produksi

Pemilihan perancangan didasarkan pada kebutuhan benzil alkohol di Indonesia. ketersediaan bahan baku, dan persyaratan kapasitas minimum. Kebutuhan akan benzil alkohol semakin meningkat dari tahun ketahun. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia indonesia. Laporan analisis pasar memperkiraan bahwa permintaan benzil alkohol akan terus tumbuh seiring dengan pertumbuhan industri kimia yang memproduksi benzil alkohol. Dengan melihat kapasitas pabrik benzil alkohol yang telah berdiri di dunia, maka diperlukan hal-hal untuk mengantisipasi kebutuhan yang terus meningkat, maka ditentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 5000 ton/tahun atau sama. sebagai kapasitas minimum di dunia yang sudah ada.

3.3.2. Analisi Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku dengan kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku untuk benzil klorida diperoleh

impur dari Luxi Chemical Group Co. Ltd, China dan natrium karbonat diperoleh dari PT. Aneka Kimia Raya Corporindo Tbk, Surabaya, Jawa Timur.

3.3.3. Analisis Kebutuhan Alat Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan proses, umur peralatan, dan pemeliharaannya. Menganalisis kebutuhan peralatan proses dapat memberi gambaran tentang anggaran yang dibutuhkan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun pemeliharaan.



BAB IV PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Lokasi yang tepat akan menciptakan lingkungan yang efektif dan efisien dengan memilih lokasi yang tepat diharapkan bisa membawa kegiatan operasionalnya menjadi lebih ekonomis.



Gambar 2. Lokasi pabrik

Pendirian pabrik benzil alkohol direncanakan akan didirikan di Gresik Jawa Timur. Adapun faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik yaitu:

1. Ketersediaan bahan baku

Lokasi pabrik dipilih yang dekat dengan sumber bahan baku untuk mengurangi biaya transportasi dan penyimpanan. Bahan baku produksi benzil alkohol adalah benzil klorida dan natrium karbonat diperoleh dari Luxi Chemical Group Co. Ltd, China dan PT. AKR Corporindo Tbk, Surabaya, Jawa Timur.

2. Pemasaran

Pemilihan lokasi pabrik dipilih yang dekat dengan lokasi pemasaran produk agar mempermudah sarana pengangkutan untuk mengurangi biaya distribusi produk dan waktu penurunan produk. Gresik merupakan kawasan industri sehingga dapat mempermudah pendistribusian produk dengan pabrik-pabrik yang membutuhkan benzil alkohol, diantaranya PT. Avian, PT. Mataram Paint Co.Ltd yang berada di kawasan Jawa Timur dan pabrik lainnya disekitar pulau Jawa.

3. Kebutuhan energi

Ketersediaan sumber energi merupakan salah satu pertimbangan yang penting dalam menentukan lokasi pabrik. Gresik dikenal sebagai salah satu kawasan industri sehingga penyediaan bahan bakar dapat dipenuhi. Kebutuhan listrik pabrik diperoleh dari PLN dan Generator.

4. Persediaan Air

Air merupakan pendukung kelancaran dalam proses produksi. Sumber air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pabrik berasal dari anak sungai Bengawan Solo.

5. Keadaan geografis dan masyarakat

Secara geografis Kabupaten Gresik sebagian besar wilayahnya daratan rendah, dalam memilih lokasi pabrik hal yang perlu diperhatikan adalah memilih lokasi yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik untuk menciptakan ketentraman dan kenyamanan dalam bekerja.

Gresik merupakan Kawasan Industri dimana masyarakat sudah menerima adanya aktivitas pabrik.

6. Transportasi

Untuk menghemat biaya transportasi lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan akses jalan darat maupun Pelabuhan agar pendistribusian bahan baku atau produk dapat berjalan dengan lancar.

7. Tenaga kerja

Penyediaan tenaga kerja yang terdidik dan terampil dipenuhi dari daerah kawasan pabrik maupun alumni perguruan tinggi di seluruh Indonesia, sedangkan tenaga kerja menengah atau kejuruan didapatkan dari daerah sekitar pabrik.

8. Iklim

Dalam menentukan lokasi pabrik kondisi iklim yang meliputi curah hujan kelembaban dan kondisi angin merupakan hal yang perlu dipertimbangkan, iklim Kabupaten Gresik termasuk tropis dengan temperatur 28,5 °C. Dan kelembaban udara rata-rata 2,24 mm/tahun dan kecepatan angin berkisar antara 4-6/detik dengan arah rata-rata ke selatan, hal ini dinilai cukup baik.

9. Kebijakan pemerintah

Pemilihan lokasi pabrik perlu mempertimbangkan ketentuan yang berlaku di daerah setempat yang berkaitan dengan peraturan daerah.

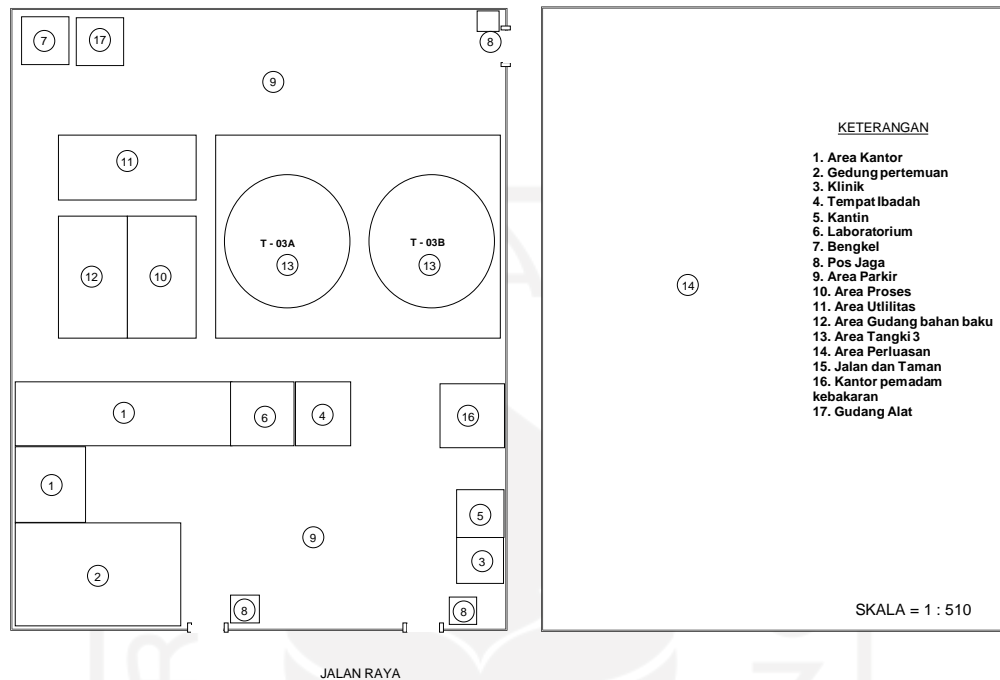
4.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik merupakan pembagian ruangan atau luasan pabrik untuk peletakan bangunan dan peralatan pabrik yang berfungsi untuk menunjang operasi yang baik, konstruksi dan distribusi utilitas yang ekonomis, ruang gerak bagi karyawan yang memadai dan keselamatan kerja bagi karyawan maupun material dan lingkungan, dalam mengatur tata letak hal yang perlu diperhatikan adalah :

a) Bangunan

Letak bangunan pabrik disesuaikan dengan urutan proses agar lebih mudah dalam proses *maintenance* sehingga proses *maintenance* dari alat yang berhubungan dengan urutan proses tersebut bisa dilakukan secara maksimal.

- Dengan adanya pengaturan tata letak pabrik bahan baku dan produk dapat diangkut dengan mudah
- Letak bangunan proses dan perkantoran terpisah
- Menempatkan bahan-bahan terisolasi agar tidak menimbulkan terjadinya kecelakaan kerja
- Tersedianya lahan kosong untuk perluasan



Gambar 3. Tata letak pabrik

b) Luasan pabrik

- Fungsi untuk mendapatkan kelancaran produksi dan meminimalkan biaya produksi
- Pos keamanan
- Fasilitas untuk bahan baku dan produk (gudang)
- Fasilitas proses produksi (ruang proses, laboratorium, litbang, unit utilitas, pemadam kebakaran, bengkel dan garasi)
- Perkantoran
- Fasilitas umum (parkir, perpustakaan, toilet, mushola, poliklinik, dan kantin)

- Lingkungan hidup dan fasilitas utama
- Perluasan pabrik bila Adanya kemungkinan pengembangan area pabrik di masa mendatang

c) Peralatan

- Jarak antar alat
- Urutan peralatan proses sesuai dengan fungsi untuk memudahkan maintenance dan pengoperasian
- Kenyamanan suasana pabrik
- Aliran bahan baku dan produk yang tepat
- Aliran udara di sekitar area proses harus lancar agar tidak terjadi stagnasi udara
- Pencahayaan di seluruh area pabrik terutama daerah proses harus memadai
- Ruang gerak pekerja harus leluasa
- Efektivitas dan efisiensi agar dapat menekan biaya operasi

4.3. Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Machines Layout*)

Tata letak proses adalah tempat alat-alat yang digunakan dalam proses manufaktur berada. Saat memutuskan tata letak peralatan proses untuk pabrik Benzil Alkohol, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan:

1. Aliran bahan baku dan produk

Aliran bahan baku dan produk yang tepat membawa manfaat ekonomi yang besar dan mendukung produksi yang lancar dan aman.

2. Aliran udara

Perhatian harus diberikan pada kelancaran aliran udara di dalam dan di sekitar unit proses untuk menghindari stagnasi udara di mana akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja terjadi. Arah angin juga perlu diperhatikan.

3. Orang datang dan pergi

Saat merancang tata letak peralatan pabrik, perhatian harus diberikan untuk memastikan bahwa pekerja dapat menjangkau semua peralatan proses dengan cepat dan mudah.

4. Cahaya

Pencahayaan di seluruh pabrik harus memadai dan pencahayaan tambahan diperlukan, terutama di area di mana prosesnya berbahaya atau berisiko.

5. Pertimbangan ekonomi

Dengan mengatur alat proses yang diatur sedemikian rupa, Anda dapat mengurangi biaya operasi dan memastikan produksi yang lancar dan aman di pabrik Anda. Dari segi ekonomi, Sehingga menguntungkan.

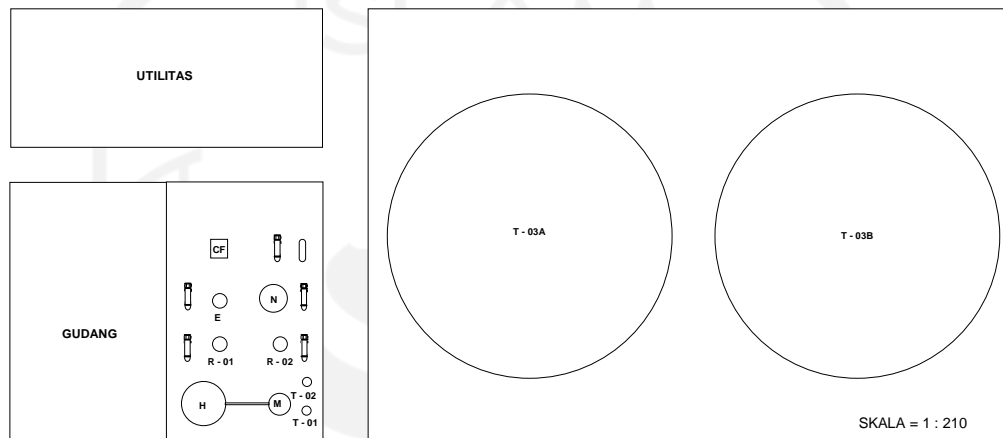
6. Jarak antar alat proses

Peralatan proses dengan tekanan dan temperatur operasi yang tinggi harus dipisahkan dari peralatan proses lainnya agar tidak membahayakan peralatan proses lainnya jika terjadi ledakan atau kebakaran.

Tata letak alat proses harus dirancang sebagai berikut:

- Menjamin proses pembuatan yang lancar
- Penggunaan lahan yang tersedia secara efektif

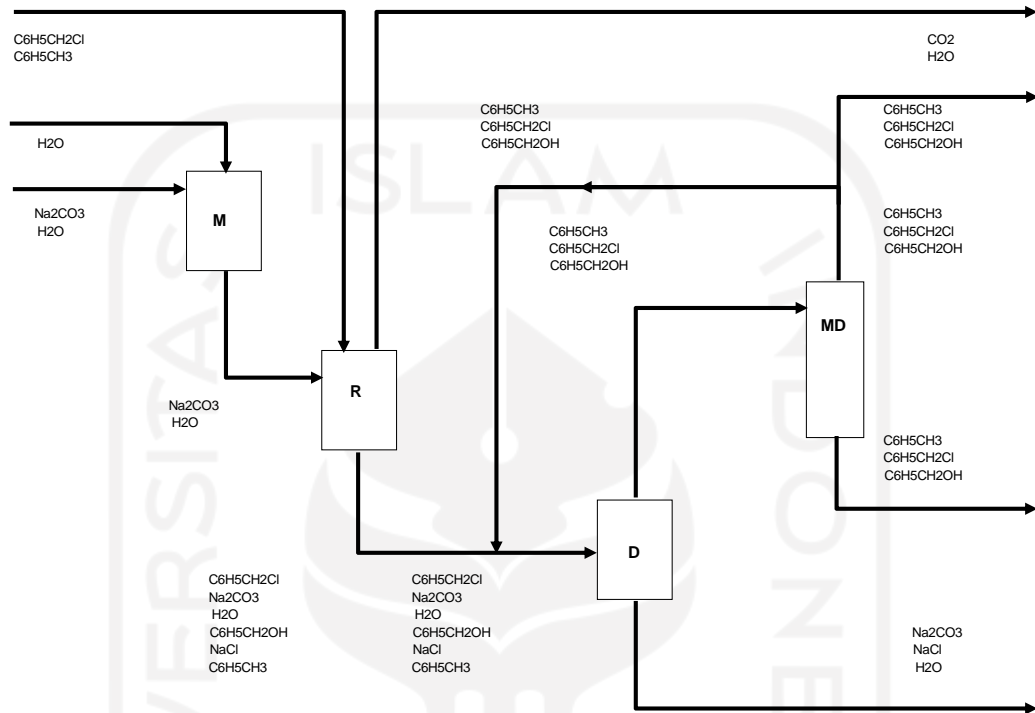
- Biaya penanganan material yang rendah dan menghindari pengeluaran per kapita yang tidak perlu.
- Karyawan mendapatkan kepuasan kerja untuk meningkatkan produktivitas kerja.



Gambar 4. Tata letak alat

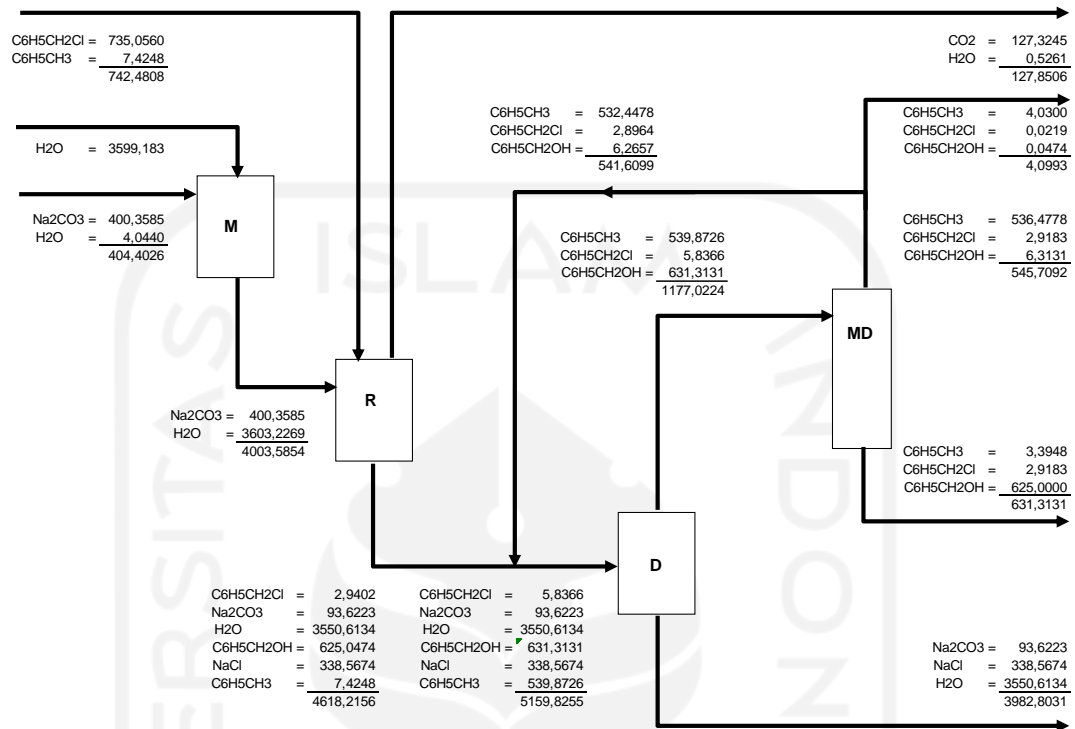
4.4. Alir Proses dan Material

4.4.1. Diagram alir kualitatif



Gambar 5. Diagram alir kualitatif

4.4.2. Diagram alir kuantitatif



Gambar 6. Diagram alir kuantitatif

4.4.3. Neraca Massa

Setting neraca massa peralatan pada pabrik benzil alkohol ini variabel yang berpengaruh antara lain :

1. Neraca massa *overall*
2. Neraca massa mixer
3. Neraca massa reaktor
4. Neraca massa dekanter
5. Neraca massa menara distilasi

4.4.1.1 Neraca massa *overall*

Tabel 7. Neraca massa *overall*

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)
$C_6H_5CH_2Cl$	735,0560	2,9402
Na_2CO_3	400,3585	93,6223
H_2O	3603,2269	3551,1396
$C_6H_5CH_2OH$		625,0474
$NaCl$		338,5674
CO_2		127,3245
$C_6H_5CH_3$	7,4248	7,4248
Total	4746,0662	4746,0662

4.4.1.2 Neraca massa peralat

1. Neraca massa mixer

Tabel 8. Neraca massa mixer

Komponen	Input				Output	
	Arus 1		Arus 2		Arus 3	
	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam
Na ₂ CO ₃	3,7770	400,3585			3,7770	400,3585
H ₂ O	0,2247	4,0440	199,9546	3599,1828	200,1793	3603,2269
Sub Total	4,0016	404,4026	199,9546	3599,1828	203,9562	4003,5854
Total				4003,5854		4003,5854

2. Neraca masa reaktor

Tabel 9. Neraca massa reaktor

Komponen	Input				Output			
	Arus 3		Arus 4		Arus 5		Arus 6	
	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam
Na ₂ CO ₃	3,7770	400,3585					0,8832	93,6223
H ₂ O	200,1793	3603,2269			0,0292	0,5261	197,2563	3550,6134
C ₆ H ₅ CH ₂ Cl			5,8107	735,0560			0,0232	2,9402
C ₆ H ₅ CH ₃			0,0807	7,4248			0,0807	7,4248
CO ₂					2,8937	127,3245		
C ₆ H ₅ CH ₂ OH							5,7875	625,0474
NaCl							5,7875	338,5674
Sub Total	203,9562	4003,5854	5,8914	742,4808	2,9230	127,8506	209,8184	4618,2156
Total				4746,0662				4746,0662

3. Neraca massa dekanter

Tabel 10. Neraca massa dekanter

Komponen	Input		Output			
	Arus 7		Arus 8		Arus 9	
	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam
NaCO ₃	0,8832	93,6223	0,8832	93,6223	0,0000	0,0000
H ₂ O	197,2563	3550,6134	197,2563	3550,6134	0,0000	0,0000
C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	0,0461	5,8366	0,0000	0,0000	0,0461	5,8366
C ₆ H ₅ CH ₃	5,8682	539,8726	0,0000	0,0000	5,8682	539,8726
C ₆ H ₅ CH ₂ OH	5,8455	631,3131	0,0000	0,0000	5,8455	631,3131
NaCl	5,7875	338,5674	5,7875	338,5674	0,0000	0,0000
Sub Total	215,6868	5159,8255	203,9270	3982,8031	11,7598	1177,0224
Total	5159,8255		5159,8255			

4. Neraca massa menara distilasi

Tabel 11. Neraca massa menara distilasi

Komponen	Input		Output			
	Arus 9		Arus 12 (Distilat)		Arus 17 (Bottom)	
	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/Jam
C ₆ H ₅ CH ₃	5,8682	539,8726	5,8313	536,4778	0,0369	3,3948
C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	0,0461	5,8366	0,0231	2,9183	0,0231	2,9183
C ₆ H ₅ CH ₂ OH	5,8455	631,3131	0,0585	6,3131	5,7870	625,0000

Sub Total	11,7598	1177,0224	5,9128	545,7092	5,8470	631,3131
Total	1177,0224		1177,0224			

4.4.4. Neraca Panas

Setting neraca panas peralatan pada pabrik benzil alkohol ini variabel yang berpengaruh antara lain :

1. Neraca panas mixer
2. Neraca panas raktor
3. Neraca panas menara distilasi
4. Neraca panas heater (HE 0-1)
5. Neraca panas heater (HE 0-2)
6. Neraca panas heater (HE 0-3)

4.4.2.1 Neraca panas per alat

1. Neraca panas mixer

Tabel 12 Neraca panas mixer

Komponen	Panas Masuk (Kj/Jam)	Panas Keluar (Kj/Jam)
Enthalpi umpan NaCO ₃	277.7301712	
Enthalpi umpan air pelarut	17972.24334	
Panas pelarutan	10149.09	
Enthalpi hasil pencampuran		28399.06252
Total	28399.06252	28399.06252

2. Neraca panas reaktor

Tabel 13. Neraca panas reaktor

Komponen	Panas Masuk (Kj/Jam)	Panas Keluar (Kj/Jam)
Enthalpi umpan benzil klorida	196192.14	
Enthalpi umpan natrium karbonat	2569198.86	
Panas Reaksi	235926.47	
Enthalpi hasil reaksi		2803575.31
Beban panas dibawa pendingin		197742.16
Total	3001317.47	3001317.47

3. Neraca panas menara distilasi

Tabel 14. Neraca panas menara distilasi

Komponen	Input, Kcal/Jam	Output, Kcal/Jam
Panas pengembunan uap puncak menara (CD)		129930.2340
Entalpi umpan masuk menara	62316.17929	
Entalpi hasil atas menara		21563.61791
Entalpi hasil bawah menara		57401.6739
Beban panas reboiler	146579.3465	
Total	208895.5258	208895.5258

4. Neraca panas heater (HE-01)

Tabel 15. Neraca panas heater-01

Komponen	Input, Kj/Jam	Output, Kj/Jam
Entalpi umpan	119529.1148	
Entalpi keluar HE		2569198.862
Beban panas heater	2449669.747	
Total	2569198.862	2569198.862

5. Neraca panas heater (HE-02)

Tabel 16. Neraca panas heater (HE-02)

Komponen	Input, Kj/Jam	Output, Kj/Jam
Entalpi umpan HE	5519.72441	
Entalpi keluar HE		196192.144
Beban panas heater	190672.42	
Total	196192.144	196192.144

6. Neraca panas heater (HE-03)

Tabel 17. Neraca panas heater (HE-03)

Komponen	Input, Kj/Jam	Output, Kj/Jam
Entalpi umpan HE	102.651,253	
Entalpi keluar HE		261.692,686
Beban panas heater	159041,433	
Total	261.692,686	261.692,686

4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Dalam industri kimia, salah satu faktor yang mendukung kelancaran proses produksi di pabrik adalah penyedia utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi:

1. Unit pengadaan air dan unit pengolahan air
2. Unit pembangkit uap
3. Unit pembangkit listrik
4. Unit penyediaan bahan bakar

4.5.1. Unit pengadaan air

Sumber air yang digunakan dalam perancang pabrik benzil alkohol ini berasal dari Sungai Bengawan Solo. Pemanfaatan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Pengolahan air sungai relatif sederhana, mudah dan biaya pengolahannya relatif murah dibandingkan pengolahan air laut yang lebih kompleks dan biaya pengolahannya umumnya lebih tinggi.
2. Air sungai merupakan sumber air dengan kontinuitas yang relatif tinggi, sehingga masalah kelangkaan air dapat dihindari.
3. Jumlah air sungai lebih besar dari jumlah air sumur.
4. Letak sungai tidak jauh dari lokasi pabrik

Air yang berasal dari sungai kemudian diolah terlebih dahulu. Air olahan digunakan sebagai air proses, air pendingin, air boiler, air konsumsi, dan air sanitasi.

4.5.1.1 Air pendingin

Air pendingin digunakan pada kondensor, reaktor dan cooler. Syarat air pendingin :

- a. Bebas dari bahan yang menyebabkan korosif
- b. Tidak menimbulkan kerak
- c. Persediaan banyak
- d. Menjamin kelancaran aliran (tidak viskos dan tidak ada kotoran)

4.5.1.2 Air umpan boiler

Air yang digunakan sebagai umpan boiler harus memiliki kemurnian yang tinggi sehingga perlu dilakukan proses pemurnian yaitu dengan *ion exchanger* (kation dan anion) dilanjutkan dengan deaerator. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan umpan boiler adalah

a. Kandungan yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam dan gas-gas yang terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S yang masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar

b. Kandungan yang dapat menyebabkan kerak

Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

c. Kandungan yang dapat menyebabkan pembusaan

Foaming pada boiler dan alat penukar panas karena adanya zat-zat organik.

Adapun tahapan air sungai agar dapat digunakan sebagai air umpan boiler antara lain :

1. Unit *kation exchanger* (KE)

Air yang berasal dari bak penmpungan dialirkan menuju unit *kation exchanger*. *Kation exchanger* berfungsi untuk mengikat ion positif dari garam yang ada dalam air lunak. Alat ini berbentuk silinder tegak yang

berisi tumpukan butiran resin penukar ion. Resin yang digunakan adalah tipe C-300 dengan notasi RH₂.

Reaksi yang terjadi pada *kation exchanger* adalah



Apabila resin sudah jenuh pencucian dilakukan dengan menggunakan larutan H₂SO₄ 2%.

Reaksi yang terjadi pada waktu waktu regenerasi adalah :



2. Unit *anion exchanger*

Air yang berasal dari *kation exchanger* dialirkan ke *anion exchanger*.

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion negatif dalam air lunak.

Alat yang digunakan adalah silinder tegak yang berisi butiran resin

penukar ion. Jenis resin yang digunakan adalah C-500 p dengan notasi



Reaksi yang terjadi :



Apabila resin sudah jenuh dilakukan pencucian menggunakan larutan NaOH 4 %. Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi adalah :



3. Dearasi

Air yang berasal dari *anion exchanger* dialirkan menuju deaerator. Deaerator berfungsi untuk melepaskan gas-gas terlarut seperti oksigen dan karbon dioksida ke dalam air. Oksigen terlarut dapat menyebabkan korosi pada peralatan proses dan boiler. Gas ini kemudian dilepaskan ke atmosfer. Air kemudian disuplai ke tangki penyimpanan air boiler.

4. Tangki umpan Boiler

Alat ini berfungsi menampung air umpan Boiler sebagai air pembuat steam didalam boiler dengan waktu tinggal 24 jam, kedalam tangki ini ditambahkan bahan-bahan yang dapat mencegah terjadinya korosi dan kerak pada boiler yaitu

a) Hidrazin (N_2H_4)

Hidrazin berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa gas terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi pada boiler.

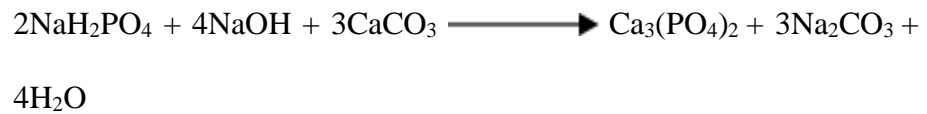
Reaksi yang terjadi :



b) NaH_2PO_4

Berfungsi untuk mencegah timbulnya kerak diboiler.

Reaksi yang terjadi



4.5.1.2 Air untuk umum dan sanitasi

Air sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini digunakan untuk rumah, kantor, laboratorium, masjid dan fasilitas umum lainnya di lingkungan pabrik. Air sanitasi harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain persyaratan fisik, kimia, dan bakteriologis diantaranya yaitu :

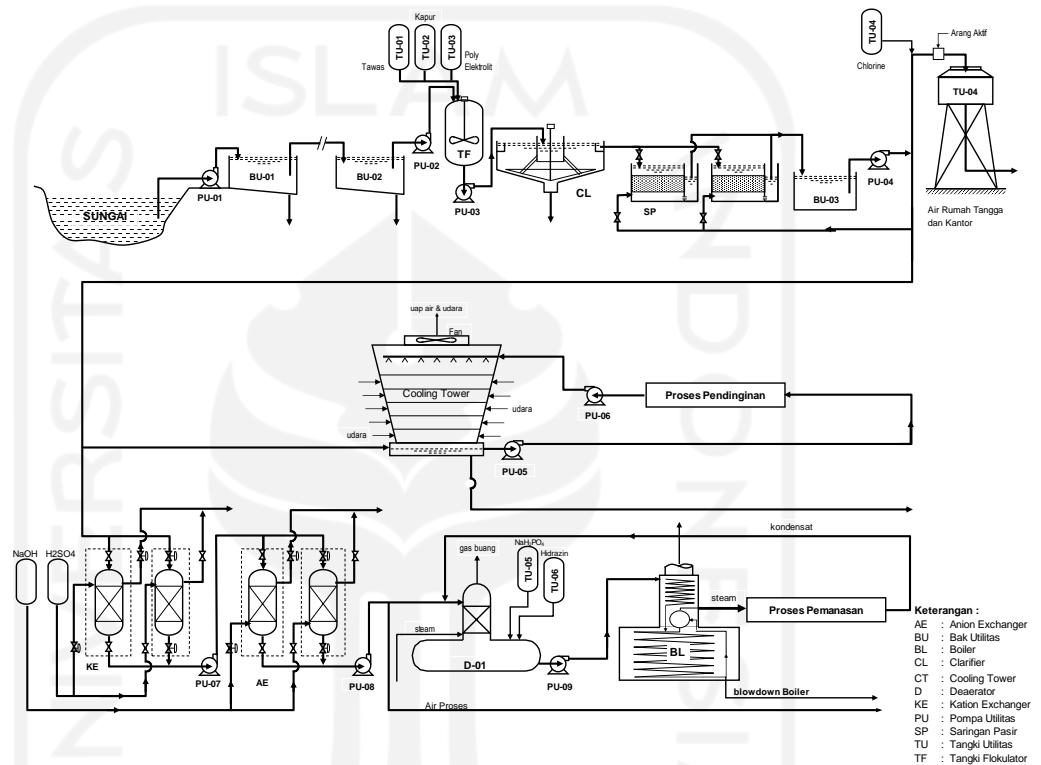
- 1) Syarat fisik
 - a. Suhu dibawah suhu udara luar
 - b. Warna jernih
 - c. Tidak mempunyai rasa dan tidak berbau
- 2) Syarat kimia
 - a. Tidak mengandung zat organik
 - b. Tidak beracun
- 3) Syarat bakteriologis
 - a. Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri pathogen
 - b. Tidak mengandung mikroba penghasil toksin

4.5.1.4. Pengolahan air

Secara sederhana pengolahan air ini meliputi pengendapan, penggumpalan, penyaringan, demineralisasi, dan dearsi. Bahan kimia tambahan untuk pengolahan

air yang digunakan dalam proses penjernihan air terdiri dari tawas, kapur, NaH_2PO_4 , N_2H_4 (hidrazin).

Berikut diagram alir pengolahan air dan tahap-tahap pengolahan :



Gambar Skema Unit Pengolahan Air

Gambar 7. Skema Unit Pengolahan air

Keterangan :

1. AE : Anion Exchanger
2. BU : Bak Utilitas
3. BL : Boiler
4. CL : Clarifier
5. CT : Cooling Tower
6. D : Daerator

7. KE : Kation Exchanger
8. PU : Pompa Utilitas
9. SP : saringan pasir
10. TU : Tangki Utilitas
11. Tangki Flokulator

A. Pengolahan air sungai

Tahapan proses pengolahan air sungai antara lain :

1. Pengisapan

Pengambilan air dari sungai dilakukan dengan cara pemompaan yang kemudian dialirkan menuju bak pengendapan awal

2. Pengendapan

Penampungan air sungai ke bak pengendapan awal bertujuan untuk mengendapkan kotoran kasar di dalam air, sedimentasi terjadi karena gravitasi. Kemudian lanjutkan ke bak penampungan kedua untuk menyelesaikan kotoran lunak secara gravitasi

3. Flokulasi

Air dari bak pengendapan di alirkan menggunakan pompa menuju clarifier untuk menggumpalkan dan mengendapkan kotoran yang bersifat koloid yang berasal dari bak penampungan kedua (BU-02).

Pada tahap ini ditambahkan larutan tawas 5% dan larutan kapur 5%.

Larutan kapur 5% ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) untuk mengikat garam-garam yang terlarut dalam air sungai dan larutan tawas 5% ($\text{Al}_3(\text{SO}_4)_3$) sebagai

bahan koagulan. Bak ini lalu dilakukan flokulasi dengan pengaduk flokulator bak.

4. Penyaringan

Tahap selanjutnya menyaring kotoran kotoran yang telah menggumpal

5. Bak penampungan air bersih

Menampung air bersih yang berasal dari saringan pasir

6. Dimineralisasi

Alat Dimineralisasi terdiri dari kation exchanger dan anion exchanger.

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral dalam air seperti Ca

$2+$, Mg $2+$, SO_4^{2-} , Cl^- menggunakan resin. Resin adalah zat polimer

alami ataupun sintesis yang salah satu fungsinya adalah dapat mengikat

kation dan anion tertentu. Kesadahan merupakan salah satu sifat kimia

yang dimiliki oleh air. Penyebab air sadah adalah karena adanya ion

Ca^{2+} dan Mg^{2+} , atau bisa juga disebabkan oleh adanya ion lain dari

logam polivalen (logam multivalen) seperti Al, Fe, Mn, Sr dan Zn

dalam bentuk sulfat, klorida, dan garam bikarbonat. dalam jumlah kecil

(Hefni Effendi, 2003).

7. Dearasi

Air yang berasal dari anion exchanger dialirkan menuju deaerator.

Deaerator berfungsi untuk melepaskan gas-gas terlarut seperti oksigen

dan karbon dioksida ke dalam air. Oksigen terlarut dapat menyebabkan

korosi pada peralatan proses dan boiler. Gas ini kemudian dilepaskan

ke atmosfer. Air kemudian disuplai ke tangki penyimpanan air boiler.

A. Kebutuhan air

1. Kebutuhan Air pendingin

Tabel 18. Kebutuhan air pendingin

Nama alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Cooler 1	C-01	24862,462
Coler 2	C-02	2714,423
Cooler 3	C-03	6321,230
Kondenser	CD-01	6562,133
Reaktor	R-01	2808,648
Total		43268,898

2. Kebutuhan steam

Tabel 19. Kebutuhan steam

Nama alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heater	HE-01	1200,968
Heater	HE-02	93,477
Heater	HE-03	77,973
Reboiler	RB-01	1935,938
Total		3308,356

3. Air proses

Tabel 20. Kebutuhan air proses

Nama alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Mixer	M-01	3599,183
Total		3599,183

4. Air rumah tangga dan kantor

Dianggap 1 orang membutuhkan 6 kg/j air, Jumlah karyawan dan keluarga 342 orang.

Tabel 21. Air rumah tangga dan kantor

Keterangan	Jumlah (kg/jam)
Karyawan	2054,40
Laboratorium	205
Bengkel	205
Total	2465,28

Kebutuhan air total keseluruhan = 52641,72 kg/jam

Dengan jumlah air make up = 8054,816 kg/jam

4.5.2. Unit pengolahan steam

Steam digunakan untuk keperluan pemanas pada reboiler dan heater. Alat yang digunakan untuk menunjang kebutuhan steam pada pabrik benzil alkohol adalah boiler Water Tube boiler dengan jumlah alat sebanyak 1 buah. Steam yang

harus dibangkitkan adalah steam jenuh sebanyak 3308,356 kg/jam. Steam yang dihasilkan boiler ini adalah saturated steam.

4.5.3. Unit kebutuhan listrik

Kebutuhan tenaga listrik di pabrik benzil alkohol ini dipenuhi 2 sumber yaitu PLN dan generator. Generator digunakan untuk menghindari adanya gangguan seperti pemadaman listrik PLN. Kebutuhan listrik pabrik dapat dibagi menjadi 2 yaitu :

- a) Listrik untuk alat proses

Daya yang dibutuhkan masing-masing alat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 22. Kebutuhan listrik alat proses

Nama alat	Daya	
	HP	Watt
Pompa (P-01)	3,00	2237,1
Pompa (P-02)	1,00	745,7
Pompa (P-03)	0,50	372,85
Pompa (P-04)	5,00	3728,5
Pompa (P-05)	0,50	372,85
Pompa (P-06)	0,50	372,85
Pompa (P-07)	0,50	372,85

Pompa (P-08)	0,50	372,85
Pompa (P-09)	1,50	1118,55
Reaktor (R-01)	2,00	1491,4
Mixer (M-01)	1,00	745,7
Total	16,00	11931,2

b) Listrik untuk alat utilitas

Daya yang dibutuhkan masing-masing alat dapat dilihat pada tabel

berikut :

Tabel 23. Listrik alat utilitas

Nama alat	Daya	
	HP	Watt
Pompa (P-01)	1,50	1118,55
Pompa (P-02)	5,00	3728,5
Pompa (P-03)	0,75	559,275
Pompa (P-04)	0,75	559,275
Pompa (P-05)	7,50	5592,75
Pompa (P-06)	7,50	5592,75
Pompa (P-07)	0,50	372,85

Pompa (P-08)	0,50	372,85
Pompa (P-09)	3,00	2237,1
Fan cooling tower	5,00	3728,5
Total	32,00	23862,4

Kebutuhan listrik utilitas dan keperluan lain = 100 Hp

Total kebutuhan listrik sebesar 110,36 kwatt.

4.5.4. Bahan bakar

Departemen pengadaan bahan bakar bertanggung jawab untuk menyediakan kebutuhan bahan bakar untuk pabrik. Bahan bakar yang disediakan oleh unit ini adalah bahan bakar untuk boiler dan generator. Bahan bakar yang digunakan oleh generator adalah diesel oil sebanyak 0,001315 gal/dt, dan bahan bakar yang digunakan oleh boiler adalah bahan bakar fuel oil sebanyak 363,32 kg/j.

4.5.5. Spesifikasi alat utilitas

1) Bak pengendap awal

Kode : BU-01

Fungsi : Mengendapkan kotoran tanah dan lumpur didalam air

Bentuk : Empat persegi panjang

Kapasitas : 193.316 m³

Jumlah : 1

Ukuran :
 Panjang : 12 m
 Lebar : 6 m
 dalam : 3 m
 Jumlah : 1

2) Bak penampung awal

Kode : BU-02
 Fungsi : Menampung air yang berasal dari bak pengendapan awal (BU-01) sekaligus mengendapkan kotoran halus secara gravitasi
 Bentuk : Empat persegi panjang
 Kapasitas : 193.316 m³
 Ukuran :
 Panjang : 12m
 Lebar : 6 m
 dalam : 3 m
 Jumlah : 1

3) Tangki flokulator

Kode : TF-01
 Fungsi : Melarutkan dan membuat campuran yang akan diumpankan kedalam clarifier (CL-01)
 Type alat : Tangki silinder vertical
 Kapasitas : 4.027 m³

Ukuran :
Diameter : 1.6 m
Tinggi : 2.4 m

4) Clarifier

Kode : CL-01
Fungsi : Mengumpulkan dan mengendapkan kotoran yang bersifat koloid yang berasal dari bak penampungan awal (BU-02)
Type alat : Conis
Kapasitas : 193.316 m³
Ukuran :
Diameter : 8 m
Tinggi : 2 m
Kedalaman : 4 m

5) Tangki tawas

Kode : TU-01

Fungsi : Melarutkan dan dan membuat larutan tawas 5% yang akan di umpankan kedalam clarifier (CL-01)

Type alat : Tangki silinder vertikal

Kapasitas : 9.443 m³

Ukuran :

Diameter : 2.4 m

Tinggi : 2.4 m

6) Tangki polyelektrolit

Kode : TU-03

Fungsi : Melarutkan dan membuat polyelektrolit 5% sebagai umpan clarifier

Type alat : Tangki silinder vertical

Kapasitas : 0.165 m³

Ukuran :

Diameter : 0.6 m

Tinggi : 0.6 m

7) Saringan pasir

Kode : SPU-01

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang telah menggumpal yang ada di dalam air

Ukuran :

Diameter : 0.632 m

Luas penampang : 3.378 ft²

Tinggi : 5.133 m

8) Bak penampung air bersih

Kode : BU-03

Fungsi : Menampung air bersih yang berasal dari saringan pasir (SPU-01)

Bentuk : Empat persegi panjang

Kapasitas : 96.658 m³

Ukuran :

Panjang : 9 m

Lebar : 4 m

Dalam : 3 m

9) Tangki air rumah tangga

Kode : TU-04

Fungsi : Menampung air kebutuhan rumah tangga dan kantor dari bak air bersih (BU-03)

Type alat : Tangki silinder vertikal

Kapasitas : 59.049 m³

Ukuran :

Diameter : 4.5 m

Tinggi : 4.5 m

10) Kation exchanger

Kode : KE-01
 Fungsi : Mengikat ion-ion positif yang ada dalam air lunak
 Type alat : Silinder Tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion

Ukuran :
 Diameter : 0.826 m
 Tinggi : 1.778 m
 Volume resin : 14.723 ft³

11) Anion exchanger

Kode : AE-01
 Fungsi : Mengikat ion-ion negative yang ada didalam air lunak
 Type alat : Silinder tegak yang berisikan tumpukan butir-butir resin penukar ion

Ukuran :
 Diameter : 0.826 m
 Tinggi : 1.778m
 Volume resin : 14.723 ft³

12) Deaerator

Kode : D-01

Fungsi : Melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air seperti
O₂, CO₂, dan lainnya

Type alat : Silinder tegak yang berisi bahan isian

Ukuran

Diameter : 0.838 m

Tinggi : 6.667 m

Luas penampang : 5.932 ft²

13) Tangki umpan boiler

Kode : TU-07

Fungsi : Menampung air umpan boiler sebagai air pembuat
steam didalam boiler didalam tangki ini ditambahkan
bahan yang dapat mencegah korosi dan kerak pada
boiler yaitu hidrazin (N₂H₄) dan NaHPO₄

Type alat : Tangki silinder vertical

Kapasitas : 79.242 m³

Ukuran

Diameter : 4.9 m

Tinggi : 4.9 m

14) Tangki kapur

kode : TU-02

fungsi : Melarutkan dan membuat larutan kapur 5% yang
akan di umpangkan kedalam clarifier

kapasitas : 16.276 m³
 type alat : Tangki silinder vertical
 ukuran

diameter : 2.6 m

tinggi : 3.8 m

15) Boiler

Kode : BLU-01

Fungsi : Membangkitkan steam jenuh tekanan 343 psi

Type alat : Ketel Uap jenis water tube boiler

16) Tangki bahan bakar

Fungsi : Menyimpan bahan bakar untuk persediaan sebagai bahan bakar boiler

Type alat : Tangki silinder vertical

Kapasitas : 64.249 m³

Ukuran

Diameter : 5.1 m

Tinggi : 3.8 m

17) Cooling tower

Kode : CT0-1

Fungsi : Mendinginkan kembali air pendingin yang telah di gunakan untuk disirkulasikan kembali

Type alat : Deck Tower

18) Pompa

Tabel 24. Pompa utilitas

Nama alat	Fungsi	jenis	Kapasitas (gpm)	Daya (HP)	Jumlah (unit)
Pompa Utilitas (PU-01)	Mengalirkan air dari sungai menuju bak pengendapan awal	Centrifugal pump	35,464	1,50	1
Pompa Utilitas (PU-02)	Mengalirkan air dari Bak penampung awal (BU-02) menuju tangki flokulasi	Centrifugal pump	35,464	5,00	1
Pompa Utilitas (PU-03)	Mengalirkan air dari tangki flokulator (TF-01) menuju Clafier (CL-01)	Centrifugal pump	35,464	0,75	1
Pompa Utilitas (PU-04)	Mengalirkan air dari Bak penampung air bersih (BU-03) menuju proses Dimineralisasi dan kebutuhan kantor dan rumah tangga dan air pendingin	Centrifugal pump	46,132	1,00	1

Pompa Utilitas (PU-05)	Mengalirkan air dari Bak Cooling tower (CT) menuju sistem pendinginan proses	Centrifugal pump	190,507	7,50	1
Pompa Utilitas (PU-06)	Mengalirkan air dari alat proses menuju cooling tower (CT)	Centrifugal pump	190,507	7,50	1
Pompa Utilitas (PU-07)	Mengalirkan air dari Kation Exchanger (KE-01) menuju Anion Exchanger (AE-01)	Centrifugal pump	17,303	0,50	1
Pompa Utilitas (PU-08)	Mengalirkan air dari anion exchanger (KE-01) menuju Daerator (D-01)	Centrifugal pump	17,303	0,50	1
Pompa Utilitas (PU-09)	Mengalirkan air Daerator (D-01) menuju Boiler (BLU-06)	Centrifugal pump	14,566	3,00	1

4.6. Struktur Organisasi

a) Bentuk perusahaan

Pabrik benzil alkohol ini direncanakan mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT). Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor, yaitu :

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tangung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staffnya atau karyawan perusahaan.
5. Efisiensi dari manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang paling ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
6. Lapangan usaha lebih luas. Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usaha.

(Widjaja, 2003)

b) Ciri-Ciri Perseroan Terbatas :

1. Perseroan Terbatas didirikan dengan akta dari notaris dengan berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum Dagang
2. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-sahamnya
3. Pemiliknya adalah para pemegang saham
4. Perseroan Terbatas dipimpin oleh suatu Direksi yang terdiri dari para pemegang saham
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direksi dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

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 *Sistim 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 yan 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)

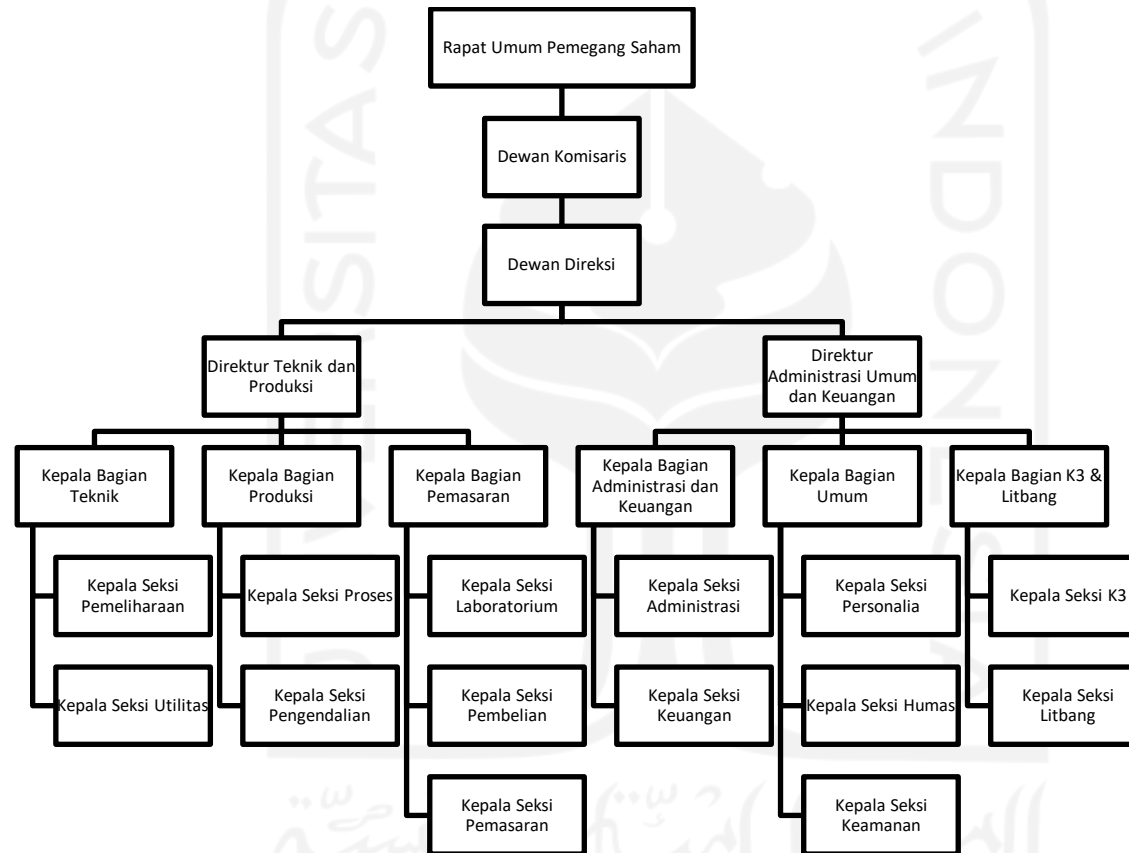
Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

- 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.



Struktur oraganisasi



Gambar 8. Struktur Organisasi Pabrik Benzil Alkohol

4.7. Tugas Dan Wewenang

1.1 Pemegang saham

Pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan

Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

(Widjaja 2003)

1.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksan tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga dewan komisaris akan bertanggungjawab kepada pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran
2. Mengawasi tugas-tugas direksi
3. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting

(Widjaja, 2003)

1.3 Dewan direksi

Direksi utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggungjawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggungjawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi direktur produksi dan direktur keuangan-umum.

Tugas-tugas direktur utama antara lain :

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan memprtanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada massa akhir pekerjaannya pada pemilik saham
2. Menjaga kesetabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antar pemilik saham pimpinan karyawan dan konsumen.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham
4. Mengkoordinir kerjasama antara bagian produksi (direktur produksi) dan bagian keuangan dan umum(direktur keuangan-umum).

1.4 Tugas dari direktur Produksi antara lain :

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi teknik dan rekyasa produksi
2. Mengkoordinasi, mengatur,serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepele-kepla bagian yang menjadi bawahannya

3. Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang teknik, produksi, pengembangan, pemeliharaan peralatan dan laboratorium.

1.5 Tugas dari direktur keuangan

1. Bertanggungjawab kepada direktur utama dalam bidang pemasaran, keuangan, administrasi, dan pelayanann umum
2. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan kepala-kepalabagian yang menjadi bawahannya.

4. Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggungjawab kepada direktur utama sesuaidengan bidang keahlian masing-masing.

Tugas dan wewenang dari staf ahli meliputi :

- a. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan
- b. Memberimasukan-masukan dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan
- c. Memberi saran saran dalam bidang hukum

5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pemimpin perusahaan. Kepala bagian dapat

juga bertindak sebagai staf direktur. Kepala bagian bertanggungjawab kepada Direktur Utama.

Kepala bagian terdiri dari :

1) Kepala Bagian Produksi

Bertanggungjawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

Tugas seksi proses yaitu mengawasi jalanya proses produksi dan menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak di harapkan sebelum diambil oleh seksi yang berwenang.

Tugas seksi pengendalian yaitu menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada

Tugas seksi laboratorium mengawasi dan menganalisa mutu bahan pembantu, mutu produksi, mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik dan membuat laporan berkala kepada kepala bagian produksi.

2) Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik :

- a. Bertanggungjawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas.
- b. Mengkoordinir kepala – kepala seksi yang membjadi bawahannya.

Kepala bagian teknik membawahi seksi pemeliharaan, seksi utilitas, dan seksi keselamatan kerja-penanggulangan kebakaran.

Tugas seksi pemeliharaan :

- a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- b. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

Tugas seksi utilitas :

Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, steam, dan tenaga listrik.

Tugas seksi keselamatan kerja :

- a. Mengatur, menyediakan dan mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja.
- b. Melindungi pabrik dari bahaya kebakaran

3) Kepala bagian keuangan

Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

Tugas seksi keuangan antara lain :

- a. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan.
- b. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

Tugas seksi administrasi :

Menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi persediaan kantor, dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

4) Kepala Bagian Umum

Bertanggungjawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian umum membawahi seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

Tugas seksi personalia:

- a. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.
- b. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- c. Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan

Tujuan seksi humas :

Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat diluar lingkungan perusahaan.

Tugas seksi keamanan:

- a. Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik.
- b. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- c. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan internal perusahaan

5) Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerja dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggungjawab kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

6. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Benzil Alkohol direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung selama 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan dan *shutdown* pabrik. Jam kerja karyawan dibedakan menjadi dua golongan yaitu karyawan shift dan non shift.

1) Karyawan non shift

Karyawan non shift merupakan karyawan yang tidak langsung menangani proses produksi, yang termasuk kelompok ini adalah kepala seksi keatas, staff seksi dan semua karyawan bagian umum. Karyawan non shift bekerja selama 5 hari kerja dalam seminggu dan libur di hari sabtu dan minggu serta hari-hari libur nasional sehingga total kerjanya 40 jam seminggu. Dengan peraturan sebagai berikut :

Senin – kamis	: Pukul 08.00 -16.00 Pukul 12.00-13.00 (istirahat)
Jum'at	: Pukul 07.00-15.00 Pukul 12.00-13.30 (istirahat)

2) Karyawan shift

Karyawan shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan kelancaran produksi. Kelompok kerja shift ini dibagi menjadi 3 shift sehari, masing –masing bekerja Selama 8 jam, sehingga harus dibentuk 4 kelompok dimana setiap hari 3 kelompok bertugas dan 1 kelompok istirahat.

Aturan adanya shift kerja karyawan shift :

Shift 1 : Pukul 07.00-15.00

Shift 2 : Pukul 15.00-23.00v

Shift 3 : Pukul 23.00-07.00

Tabel 25. Pembagian kerja menurut shift

Regu	Hari																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A	I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III	
B		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I
C	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II
D	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II		III

Keterangan :

A, B, C, D : Kelompok kerja (regu) shift

Siklus : 21 hari

■ : Hari libur

I, II, III : Shift

7. Status Karyawan dan Sistem Keahlian

Pada pabrik Benzil alkohol ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut :

1) Karyawan Tetap

Karyawan tetap yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

2) Karyawan Harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3) Karyawan Borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja.

Karyawan ini menerima upah borongan untuk satu pekerjaan.

8. Perincian Tugas dan Keahlian

Direktur Utama	: Magister Ekonomi / Teknik
Direktur Produksi	: Sarjana Teknik
Direktur Keuangan dan Umum	: Sarjana Ekonomi/Akutansi
Kepala Bagian Produksi	: Sarjan Teknik Kimia
Kepala Bagian Teknik	: Sarjana Teknik Kimia
Kepala Bagian Pemasaran	: Sarjana Ekonomi
Kepala Bagian Keuangan	: Sarjana Ekonomi

Kepala Bagian Umum	: Sarjana Sosial
Kepala Seksi	: Sarjana / Ahli Madya
Operator	: Ahli Madya/STM/SLTA
Sekretaris	: Sarjana/Akademi Sekretaris
Dokter	: Sarjana Kedokteran
Perawat	: Akademi Perawat
Lain-lain	

9. Sistem pembagian karyawan

Tabel 26 Daftar gaji karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji Per orang	Gaji per Bulan
1	Direktur	1	Rp 25,000,000	Rp. 25,000,000
2	Kepala Bagian	3	Rp 20,000,000	Rp. 60,000,000
3	Kepala Seksi	9	Rp 15,000,000	Rp. 135,000,000
4	Staff	50	Rp 7,000,000	Rp. 350,000,000
5	Operator lapangan	108	Rp 8,000,000	Rp. 864,000,000
6	Security	40	Rp 5,000,000	Rp. 200,000,000
7	Perawat	4	Rp 7,000,000	Rp. 28,000,000
8	Dokter	2	Rp 15,000,000	Rp. 30,000,000
9	Gudang	10	Rp 15,000,000	Rp. 150,000,000
10	Pengolahan Limbah	10	Rp 15,000,000	Rp. 150,000,000
11	Driver	13	Rp 5,000,000	Rp. 65,000,000
TOTAL		250		Rp. 2,057,000,000

10. Jaminan sosial

Sebagai sarana kesejahteraan, kepada seluruh karyawan pabrik disamping menerima gaji perbulannya, juga diberikan jaminan sosial.

Jaminan sosial tersebut dibawah ini :

1. Tunjangan jabatan dan prestasi kerja
2. Tunjangan istri dan anak
3. Jaminan sosial asuransi keselamatan kerja
4. Fasilitas olahraga, kesenian, rekreasi, pengobatan, ibadah
5. Fasilitas kesehatan

4.8. Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi bertujuan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan layak atau tidak, dan dapat menguntungkan atau tidak. Dalam perhitungan evaluasi ekonomi, digunakan beberapa langkah perhitungan seperti, perkiraan/estimasi harga alat menggunakan *Chemical Engineering Plant Cost Indeks* yang di ambil dari buku *Chemicalengineering Cost Estimation*, Aries and Newton, 1955 dan *Plant Design And Economics For Chemical Engineering* Peter, M. S., And Timmerhau, K.D., 1981. Harga index pada tahun 2021 sebesar 672,72 dan indeks pada tahun 2026 sebesar 6,7247.

Peritungan Evaluasi ekonomi meliputi :

1. Modal (*Capital investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Cost*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
4. Analisis Kelayakan
 - a. % *return on investment* (*ROI*)
 - b. *Pay out time* (*POT*)
 - c. *Break event point* (*BEP*) dan *shut down point* (*SDP*)

4.8.1. Dasar perhitungan

Produksi benzil alkohol : 5000 ton / tahun

Satu tahun operasi : 330 hari

Pabrik didirikan : 2026

Nilai kurs dollar pada januari 2021 : 1\$ = Rp 15.000

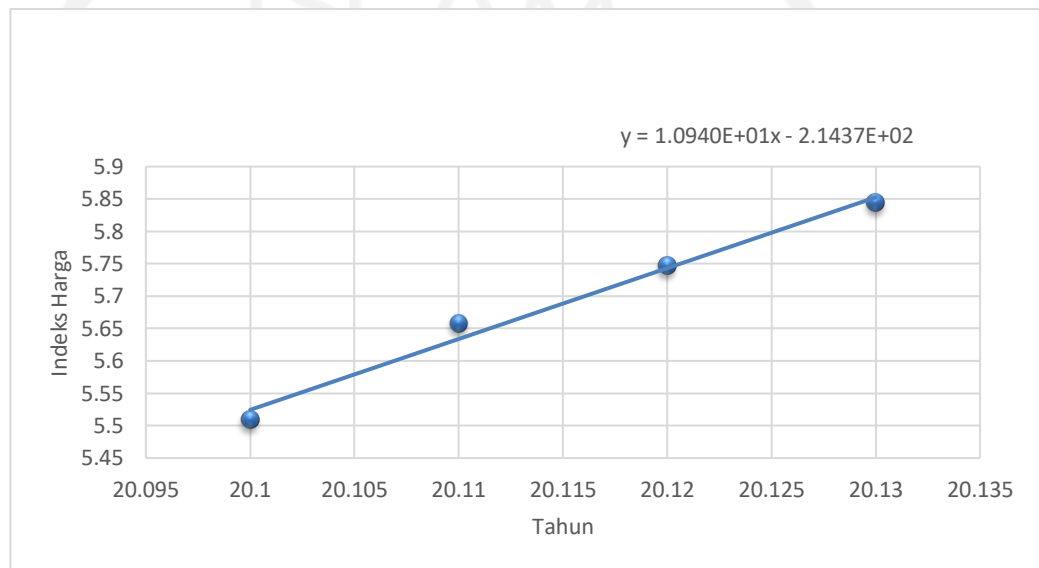
Harga peralatan ditentukan menggunakan data indeks harga. Asumsi kenaikan harga dianggap linier. Diperoleh persamaan linier dengan menggunakan program excel sebagai berikut :

Tabel 27 Indeks harga alat

Tahun	Indeks
1954	86.1
2010	550.8
2011	585.7

2012	584.6
2013	567.3
2021	672.72

Sumber : (CEPCI Chemengoline.com)



Gambar 9. Indeks harga setiap tahun

Dari grafik diatas, persamaan linear yang diperoleh adalah :

$$Y = 1.0940E+01x - 2.1437E+02$$

Dimana :

Y = indeks harga

X = tahun pembelian

Dengan menggunakan persamaan diatas diperoleh nilai indeks pada tahun 2026 adalah 6,7247 perkiraan harga alat pada tahun 2026 dapat dilihat

pada grafik yang terlampir. Berikut persamaan untuk mengestimasi harga alat pada masa sekarang :

$$\text{Rumus } E_x = E_y \left(\frac{N_x}{N_y} \right)$$

Dimana :

E_x = harga pembelian x

E_y = harga alat pada tahun y

N_x = indeks harga pada tahun x

N_y = indeks alat pada tahun y

(Aris & Newton)

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu tidak ada di referensi maka harga alat akan dihitung dan diperkirakan dengan menggunakan metode

Six tenths factor :

$$\text{Rumus } E_a = E_b \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^x \quad \text{dimana } x = 0.6$$

Dimana :

E_a = harga alat a

E_b = harga alat b

C_a = kapasitas alat a

C_b = kapasitas alat b

X = eksponen

Harga eksponen untuk berbagai macam jenis alat dapat dilihat pada Peter and Timmerhaus, “ *Plant And Economic For Chemical Engineering* ”, 3th edition.

Tabel 28. Rincian harga alat proses

No	Nama Alat	Kode Alat	jumlah	Parameter Harga	Harga satuan tahun 1955	Harga satuan tahun 2021	Harga
1	Accumulator	AC-01	1	Gallon	\$ 6.200	\$ 48.442	\$ 48.442
2	Condensor	CD- 01	1	Sqft	\$ 3.500	\$27.346	\$27.346
3	Cooler 01	CL-01	1	Sqft	\$ 2.300	\$17.970	\$17.970
4	Cooler 02	CL-02	1	Sqft	\$ 1.600	\$12.501	\$12.501
5	Cooler 03	CL-03	1	Sqft	\$ 3.500	\$27.346	\$27.346
6	Mixer	M-01	1	Gallon	\$ 12.400	\$96.884	\$96.884
7	Menara distilasi	MD-01	1	Plate	\$ 45.600	\$356.284	\$356.284
8	Decanter	D-01	1	Gallon	\$ 7.600	\$59.381	\$59.381
9	Pompa 01	P-01	2	Gpm	\$ 2.300	\$17.970	\$ 35.941
10	Pompa 02	P-02	2	Gpm	\$ 1.200	\$9.376	\$18.752
11	Pompa 03	P-03	2	Gpm	\$1.100	\$8.595	\$17.189
12	Pompa 04	P-04	2	Gpm	\$ 1.500	\$11.720	\$23.440
13	Pompa 05	P-05	2	Gpm	\$1.200	\$9.376	\$18.752
14	Pompa 06	P-06	2	Gpm	\$860	\$6.719	\$13.439
15	Pompa 07	P-07	2	Gpm	\$1.780	\$13.908	\$27.815
16	Pompa 08	P-08	2	Gpm	\$1.300	\$10.157	\$20.314
17	Pompa 09	P-09	2	Gpm	\$4.300	\$33.597	\$67.194

18	Reboiler	RB-01	1	Sqft	\$4.500	\$35.160	\$35.160
19	Tangki 01	T-01	1	Gallon	\$80.400	\$628.185	\$628.185
20	Tangki 02	T-02	2	Gallon	\$120.000	\$937.589	\$1.875.178
21	Hopper	H-01	1	Gallon	\$35.000	\$273.463	\$273.463
22	Heater 01	HE-01	1	Sqft	\$5.100	\$39.848	\$39.848
23	Heater 02	HE-02	1	Sqft	\$4.300	\$33.597	\$33.597
	Total						\$3.774.420

Tabel 29. Harga alat utilitas dalam dollar

No	Nama Alat	Kode Alat	jumlah	Parameter Harga	Harga satuan tahun 1955	Harga satuan tahun 2016	Harga
1	Pompa	PU-01	2	Gpm	\$860	\$ 6.179	\$13.439
2	Pompa	PU-02	2	Gpm	\$540	\$4.219	\$8.438
3	Pompa	PU-03	2	Gpm	\$520	\$4.063	\$8.126
4	Pompa	PU-04	2	Gpm	\$520	\$4.063	\$8.126
5	Pompa	PU-05	2	Gpm	\$900	\$7.032	\$14.064
6	Pompa	PU-06	2	Gpm	\$900	\$7.032	\$14.064
7	Pompa	PU-07	2	Gpm	\$240	\$1.875	\$3.750
8	Pompa	PU-08	2	Gpm	\$240	\$1.875	\$3.750
9	Pompa	PU-09	2	Gpm	\$240	\$1.875	\$3.750

10	Tangki	TU-01	1	Gallon	\$6.500	\$50.786	\$50.786
11	Tangki	TU-02	1	Gallon	\$6.500	\$47.661	\$47.661
12	Tangki	TU-03	1	Gallon	\$4.500	\$35.160	\$35.160
13	Tangki	TU-04	1	Gallon	\$4.500	\$35.160	\$35.160
14	Tangki	TU-05	1	Gallon	\$3000	\$23.440	\$23.440
15	Tangki	TU-06	1	Gallon	\$2.500	\$19.533	\$19.533
16	Clarifier	CLU-01	1	Gph	\$12.000	\$93.759	\$93.759
17	Saringan pasir	SPU-01	1	Gph	\$2.500	\$19.533	\$19.533
18	Anion ex		2	Gph	\$1.300	\$10.157	\$20.314
19	Kation ex		2	Gph	\$1.300	\$10.157	\$20.314
20	Deareator	D-01	1	Gph	\$2.500	\$19.533	\$19.533
21	Boiler	BLU-01	1	Lb/jam	\$75.000	\$585.993	\$585.993
22	Cooling tower	CT-01	1	Gph	\$13.000	\$101.572	\$101.572
23	Generator	G-01	1	Kwatt	\$86.000	\$671.939	\$671.939
24	Tangki flokulator	TF-01	1	Gallon	\$1.350	\$10.548	\$10.548
Total							\$1.832.752

Tabel 30. Harga alat utilitas lokal

No	Nama alat	Jumlah	Harga satuan	Harga
1	Bak Utilitas (BU - 01)	1	50230000	Rp50.230.000
2	Bak Utilitas (BU - 02)	1	50230000	Rp50.230.000
3	Bak Utilitas (BU - 03)	1	27600000	Rp27.600.000
Total				Rp 128.060.000

4.8.2 Perhitungan biaya

1. Modal (*Capital investment*)

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk pengoperasiannya.

a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)

Modal tetap adalah biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

b. Modal kerja (*Work Capital Investment*)

Modal kerja adalah biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. Biaya produksi (*Manufacturing Cost*)

Merupakan biaya-biaya yang diperlukan untuk pembuatan suatu produk.

Manufacturing Cost meliputi :

- a. Biaya produksi langsung (*Direct Cost*) merupakan pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk
- b. Biaya produksi tidak langsung (*Indirect Cost*) merupakan pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karna operasi pabrik.
- c. Biaya tetap (*Fixed Cost*) merupakan biaya yang tidak tergantung waktu maupun jumlah produksi, meliputi depresiasi, pajak, sewa dan asuransi.

3. Pengeluaran umum (*General Expense*)

General Expense merupakan pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk biaya produksi.

4. Analisis kelayakan

Analisis kelayakan dilakukan Untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh besar atau tidak sehingga dapat menentukan apakah pabrik potensial atau tidak untuk didirikan .

Berikut beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan :

1. % *Return On Investment* (ROI)

Merupakan perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun yang didasarkan pada kecepatan pengembalian modal yang diinvestasi

$$\text{ROI} = \frac{\text{keuntungan sebelum pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

$$\text{ROI a} = \frac{\text{keuntungan sesudah pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

Dimana :

$$\text{ROI b} = \% \text{ ROI sebelum pajak}$$

$$\text{ROI a} = \% \text{ ROI sesudah pajak}$$

Merurut Aries and Newton, nilai minimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 11%. Dan untuk pabrik beresiko tinggi adalah 40%. (Aries and Newton, 1955).

2. *Pay Out Time* (POT)

Merupakan jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.

$$\text{POT b} = \frac{\text{Fixed Capital}}{\text{keuntungan sebelum pajak} + \text{depresiasi}}$$

$$\text{POT a} = \frac{\text{Fixed Capital}}{\text{keuntungan sesudah pajak} + \text{depresiasi}}$$

Dimana :

$$\text{POT b} = \text{POT sebelum pajak}$$

$$\text{POT a} = \text{POT sesudah pajak}$$

Untuk pabrik yang beresiko rendah selama maksimal 5 tahun, sedangkan untuk pabrik beresiko tinggi maksimal 2 tahun. (Aries and Newton, 1955).

3. *Break Event Point*

Merupakan titik impas dimana pabrik mempunyai keuntungan maupun kerugian.

$$\text{BEP} = \frac{Fa + (0,3 \times Ra)}{S - Va - (0,7 \times Ra)} \times 100\%$$

Dimana :

Fa = *Fixed Capital* pada produksi maksimum pertahun

Ra = *Regulated Expense* pada produksi maksimum

Sa = penjualan maksimum pertahun

Va = *Variable Exspense* pada produk maksimum per tahun

4. *Shut Down Point (SDP)*

Merupakan keadaan dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *fixed cost* sehingga pabrik harus di tutup.

$$\text{SDP} = \frac{0,3 \times Ra}{S - Va - (0,7 \times Ra)} \times 100\%$$

Dimana :

Ra = *Regulated Expense* pada produksi maksimum

Sa = penjualan maksimum pertahun

Va = *Variable Exspense* pada produk maksimum per tahun

4.8.3 Perhitungan Ekonomi

Harga dalam rupiah dibulatkan ratusan ribu terdekat harga dibulatkan dalam satuan dollar dibulatkan dalam satuan terdekat kurs dollar januari 2021 = Rp 15.000,00

Upah buruh :

Buruh asing = \$ 20,00 / *man hour*

Buruh Indonesia = Rp 10.000.00 / *man hour*

perbandingan jam kerja asing = 2 *man hour*

A. *Fixed Capital Investment (FCI)*

a. *Purchased Equipment Cost (PEC)*

b. Harga pembelian alat sampai di tempat = $125\% \times \$3.774.420,18$
= \$ 4.718.025, 23

c. Biaya pemasangan (*Instalation Cost*)

Material (11% PEC) = $0,11 \times \$ 3.774.420,18$
= \$ 415.186,22

Buruh (32% PEC) = $0,32 \times \$ 3.774.420,18$
= \$ 1,207,814.46

Jumlah *man hour* = $\$ 1,207,814.46 / \$ 20.00 \text{ man hour}$

= \$ 60390.72 *man hour*

Upah tenaga :

Buruh asing = \$ 20,00 / *man hour*

Buruh lokal = Rp 10.000.00 / *man hour*

perbandingan *man hour* asing = 2 *man hour*

buruh asing (5%) = $0,05 \times 6039.7229 \text{ man hour} \times (\$20,00 / \text{man hour})$

$$= \$ 60.390,72$$

buruh Indonesia (95%) = $0,95 \times 2 \times 6039,7229 \text{ man hour} \times (\$ 10.000,00 / \text{man hour})$
= Rp 1.147.423.735,08

d. Biaya pemipaan

Material (49% PEC) = $0,49 \times \$ 3.774.420,18$
= \$ 1.849.465,89

Buruh (37% PEC) = $0,37 \times \$ 3,774,420.18$
= \$ 1.396.535,47

Jumlah *man hour* = $\$ 1.396.535,47 / \$ 20,00 \text{ man hour}$
= 69826.77 *man hour*

buruh asing (5%) = $0.05 \times 69826,77 \text{ man hour} \times (\$20,00 / \text{man hour})$
= \$69.826,77

Buruh lokal (95%) = $0,95 \times 2 \times \text{man hour} \times 69826,77 (\text{Rp}10.000,00 / \text{man hour})$
= Rp 1.326.708.693,69

e. Biaya instrumentasi (*instrumentation cost*)

Material (24% PEC) = $0,24 \times \$ 3.774.420,18$
= \$ 905.860,84

$$\begin{aligned} \text{Buruh (6\% PEC)} &= 0,06 \times \$ 3.774.420,18 \\ &= \$ 226.465,21 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jumlah man hour} &= \$ 226.465,21 / 20,00 \text{ man hour} \\ &= 11323,26 \text{ man hour} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh asing (5\%)} &= 0,05 \times 11323,26 \text{ man hour} \times (\$ 20,00/ \text{man} \\ \text{hour)} &= \$ 11.323,26 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh lokal (95\%)} &= 0,95 \times 2 \times 11323,2605 \text{ man hour} \times (\text{Rp } 10.000,00/ \\ \text{man hour)} &= \text{Rp } 215.141.950,33 \end{aligned}$$

f. Biaya Isolasi (*insulation cost*)

$$\begin{aligned} \text{Material (3\% PEC)} &= 0,03 \times \$ 3.774.420,18 \\ &= \$ 113.232,61 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Buruh (5\% PEC)} &= 0,05 \times \$ 3.774.420,18 \\ &= \$ 118.721,01 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jumlah man hour} &= \$ 118.721,01 / \$ 20,00 \text{ man hour} \\ &= 9436,05 \text{ man hour} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh asing (5\%)} &= 0,05 \times 9436,05 \text{ man hour} \times (\$ 20,00/ \text{man hour}) \\ &= \$ 9.436,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh lokal (95\%)} &= 0,95 \times 2 \times 9436,05 \text{ man hour} \times (\text{Rp } 10.000,00/ \\ \text{man hour)} &= \text{Rp } 179.284.958,61 \end{aligned}$$

g. Biaya listrik (*electrical cost*)

$$\begin{aligned} \text{Material (12\% PEC)} &= 0,12 \times \$ 3.774.420,18 \\ &= \$ 452.930,42 \end{aligned}$$

$$\text{Buruh (3\% PEC)} = 0,03 \times \$ 3.774.420,18$$

$$= \$ 113.232,61$$

$$\text{Jumlah man hour} = \$ 113.232,61 / 20,00 \text{ man hour}$$

$$= 5661.63 \text{ man hour}$$

$$\text{buruh asing (5\%)} = 0,05 \times 5661.63 \text{ man hour} \times (\$ 20.00/ \text{man hour})$$

$$= \$ 5.611,63$$

$$\text{buruh lokal (95\%)} = 0,95 \times 2 \times 5661.63 \text{ man hour} \times (\text{Rp } 10.000,00/$$

$$\text{man hour}) = \text{Rp } 107.570.973,16$$

h. Biaya bangunan (*building cost*)

$$\text{Luas bangunan} = 18250 \text{ m}^2$$

$$\text{Harga bangunan} = \text{Rp } 2.500.000,00$$

$$\text{Biaya bangunan} = 18250 \text{ m}^2 \times \text{Rp } 2.500.000,00$$

$$= \text{Rp } 45.625.000.000,00$$

$$\text{Total biaya bangunan} = \text{Rp } 45.625.000.000,00$$

i. Biaya Tanah

$$\text{Luas tanah} = 36500 \text{ m}^2$$

$$\text{Harga tanah} = \text{Rp } 2.500.000,00$$

$$\text{Biaya tanah} = 36500 \text{ m}^2 \times \text{Rp } 2.500.000,00$$

$$= \text{Rp } 91.251.000.000,00$$

j. Perhitungan alat utilitas :

- Harga pembelian alat proses sampai ditempat

$$= 125\% \times \$ 1.832.751,80 = \$ 2.290.939,76$$

- Biaya pemasangan (*Instalation Cost*)

$$\begin{aligned} \text{Material (11\% PEC)} &= 0,11 \times \$ 2.290.939,76 \\ &= \$ 201.602,70 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Buruh (32\% PEC)} &= 0,32 \times \$ 2.290.939,76 \\ &= \$ 586.480,58 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah man hour} &= \$ 586.480,58 / 20,00 \text{ man hour} \\ &= 29324.03 \text{ man hour} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh asing (5\%)} &= 0,05 \times 29324.03 \text{ man hour} \times (\$ 20,00 / \text{man} \\ \text{hour)} &= \$ 29.324,03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh lokal (95\%)} &= 0,95 \times 2 \times 29324.03 \text{ man hour} \times (\$ 10.000,00 / \\ \text{man hour)} &= \text{Rp } 557.156.548,68 \end{aligned}$$

- Biaya pemipaan

$$\begin{aligned} \text{Material (21\% PEC)} &= 0,21 \times \$ 1.832.751,80 \\ &= \$ 384.877,88 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Buruh (15\% PEC)} &= 0,15 \times \$ 1.832.751,80 \\ &= \$ 274.912,77 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah man hour} &= \$ 274.912,77 / 20,00 \text{ man hour} \\ &= 13745.64 \text{ man hour} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh asing (5\%)} &= 0,05 \times 13745.64 \text{ man hour} \times (\$ 20,00 / \text{man} \\ \text{hour)} &= \$13.745.64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh lokal (95\%)} &= 0,95 \times 2 \times 13745.64 \text{ man hour} \times 69826,77 \\ (\text{Rp}10.000,00 / \text{man hour}) &= \text{Rp } 261.167.132,20 \end{aligned}$$

- Biaya instrumentasi (*instrumentation cost*)

$$\begin{aligned} \text{Material (24\% PEC)} &= 0,24 \times \$ 1.832.751,80 \\ &= \$ 439.860,43 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Buruh (3\% PEC)} &= 0,03 \times \$ 1.832.751,80 \\ &= \$ 54.982,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah man hour} &= \$ 54.982,55 / \$ 20,00 \text{ man hour} \\ &= 2749.128 \text{ man hour} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh asing (5\%)} &= 0,05 \times 2749.128 \text{ man hour} \times (\$ 20.00 / \text{man} \\ \text{hour)} &= \$ 2.749,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh lokal (95\%)} &= 0,95 \times 2 \times 2749.128 \text{ man hour} \times (\text{Rp } 10.000,00 / \\ \text{man hour)} &= \text{Rp } 52.233.426,44 \end{aligned}$$

- Biaya Isolasi (*insulation cost*)

$$\begin{aligned} \text{Material (3\% PEC)} &= 0.03 \times \$ 1.832.751,80 \\ &= \$54.982,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Buruh (5\% PEC)} &= 0.05 \times \$ 1.832.751,80 \\ &= \$ 91.637,59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah man hour} &= \$ 91.637,59 / \$ 20,00 \text{ man hour} \\ &= 4581.88 \text{ man hour} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh asing (5\%)} &= 0,05 \times 4581.88 \text{ man hour} \times (\$ 20.00 / \text{man hour}) \\ &= \$ 4.581,88 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh lokal (95\%)} &= 0,95 \times 2 \times 4581.88 \text{ man hour} \times (\text{Rp } 10.000,00 / \\ \text{man hour}) &= \text{Rp } 87.055.710,73 \end{aligned}$$

- Biaya listrik (*electrical cost*)

$$\text{Material (12\% PEC)} = 0,12 \times \$ 1.832.751,80$$

$$= \$ 219.930,22$$

$$\text{Buruh (3\% PEC)} = 0,03 \times \$ 1.832.751,80 = \$ 54.982.55$$

$$\text{Jumlah man hour} = \$ 54.982.55 / \$ 20.00 \text{ man hour}$$

$$= 2749.128 \text{ man hour}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh asing (5\%)} &= 0,05 \times \$ 2749.128 \text{ man hour} \times (\$ 20.00 / \text{man} \\ \text{hour}) &= \$ 2.749,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{buruh lokal (95\%)} &= 0,95 \times 2 \times 2749.128 \text{ man hour} \times (\text{Rp} \\ 10.000,00/\text{man hour}) &= \text{Rp } 52.233.426,44 \end{aligned}$$

Tabel 31. *Physical plant cost*

No	Jenis komponen	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	Harga alat sampai di tempat	\$ 4.718.025,23	
2	Intansi	\$ 475.576,94	Rp 1.147.423.735
3	Pemipaan	\$ 1.919.292,66	Rp 1.326.708.694
4	Instrumentasi	\$ 917.184,10	Rp 215.141.950
5	Insulasi	\$ 122.668.,66	Rp 179.284.959
6	Listrik	\$ 458.592.05	Rp 107.570.975

7	Bangunan		Rp 45.625.000.000
8	Tanah		Rp 91.250.000.000
9	Utilitas	\$ 4.087.952.90	Rp 1.137.906.244
<i>Physical plant cost</i>		\$ 12.699.292,54	Rp 140.989.036.557

Direct plant cost

Engineering and construction (25%) = $0,25 \times \$ 12.699.292,54$

= \$ 3.174.823,14

= \$ 12.699.292,54 + \$ 3.174.823,14

= \$ 15.874.115,68

Engineering and construction (25%)

= $0,25 \times \text{Rp } 140.989.036.557$

= Rp 35.247.259.139,34

= $\text{Rp } 140.989.036.557 \times \text{Rp } 35.247.259.139,34$

= Rp 176.232.295.696,69

Fixed capital investment

Direct plant cost = Rp 176.232.295.696,69

Direct plant cost = \$ 15.874.115,68

$$\begin{aligned} \text{Contractor fee (5\%)} &= \text{Rp } 176.232.295.696,69 + \$ 15.874.115,68 \times \text{Rp} \\ &\quad 15.000,00 \times 0.05 \\ &= \text{Rp } 20.171.401.544,98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Contigenecy (15\%)} &= 0,15 \times \$ 15.874.115,68 \\ &= \$ 2.381.117,35 \\ &= \$ 15.874.115,68 + \$ 2.381.117,35 \\ &= \$ 18.255.233,03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Contigenecy (15\%)} &= 0,15 \times \text{Rp } 176.232.295.696,69 \\ &= \text{Rp } 26.435.444.354,50 \\ &= \text{Rp } 176.232.295.696,69 + \text{Rp } 20.171.401.544,98 + \text{Rp} \\ &\quad 26.435.444.354,50 \\ &= \text{Rp } 223.389.141.596,17 \end{aligned}$$

$$\text{Fixed capital investment} = \text{Rp } 497.217.637.079,48$$

B. Manufacturing cost

Adalah biaya-biaya yang diperlukan untuk pembuatan suatu produk .

1. *Direct manufacturing cost (DMC)*

Pengeluaran langsung dalam pembuatan produk

- a) Bahan baku (*raw material*)

Tabel 32 Kebutuhan bahan baku

Bahan baku	Kebutuhan (kg/jam)	Biaya
Benzil klorida	5880447.65	Rp 67.625.147.976
Natrium karbonat	3202868.32	Rp 12.811.473.299

Total biaya bahan = Rp 80.436.621.274,88

b) Gaji tenaga kariawan

Total biaya tenaga kariawan = Rp 24.684.000.000

c) *Supervisor*

Biaya *supervisor* diambil (10% kary) = Rp 2.469.400.000

d) *Maintenance*

Biaya *Maintenance* diambil 2% dari *fixed investment* FCI

Maintenance = $0.2 \times \text{Rp } 497.217.637.079,48$

= Rp 9.944.352.742

e) *Plant supplies*

Biaya *Plant supplies* diambil 15 % dari *maintenance*

Plant supplies = $0.15 \times \text{Rp } 9.944.352.742$

= Rp 1.491.652.911

f) *Royalties and patents*

Biaya *Royalties and patents* diambil 1% dari rincian penjualan produk benzil alkohol sebagai berikut :

Produksi = 5000.000 kg/tahun

Harga = 75.000.00 /kg

Total penjualan produk = Rp 374.999.999.992 /Tahun

Royalties and patents = 0.01% × 374.999.999.992

= Rp 3.750.000.000

g) Utilitas

Biaya kebutuhan utilitas = Rp 5.906.068.750,00

Total *direct manufacturing cost* (DMC) = Rp 128.681.095.678

2. *Indirect manufacturing cost*

Adalah pengeluaran tidak langsung akibat pembuatan produk

a. *Payroll overhead*

Pengeluaran untuk asuransi, pensiunan, keamanan dan sebagainya

Biaya *Payroll overhead* diambil 15% kary

Payroll overhead = 0.15 × Rp 24.684.000.000

= Rp 3.702.600.000

b. Laboratorium

Laboratorium diambil 10 % kary.

Laboratorium = 0.10 × Rp 24.684.000.000

= Rp 2.468.400.000

c. *Packaging and shipping*

Biaya diambil sebesar 5% dari harga penjualan produk

$$\begin{aligned} \text{Packaging and shipping} &= 0.005 \times 374.999.999.992 \\ &= \text{Rp } 12.342.000.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total indirect manufacturing cost (IMC)} = \text{Rp } 20.388.000.000$$

3. Fixed manufacturing cost

a. Depreciation

$$\begin{aligned} \text{Diambil sebesar 10 \% FCI} &= 0.1 \times \text{Rp } 497.217.637.079,48 \\ &= \text{Rp } 49.721.763.708 \end{aligned}$$

b. Property taxes

$$\begin{aligned} \text{Diambil sebesar 2 \% FCI} &= 0.02 \times \text{Rp } 497.217.637.079,48 \\ &= \text{Rp } 9.944.352.742 \end{aligned}$$

c. Asuransi

$$\begin{aligned} \text{Diambil sebesar 2 \% FCI} &= 0.02 \times \text{Rp } 497.217.637.079,48 \\ &= \text{Rp } 9.944.352.742 \end{aligned}$$

$$\text{Total Fixed Manufacturing cost (FMC)} = \text{Rp } 218.679.564.869$$

C. Working capital

a) Raw material inventory

Persediaan bahan baku untuk kebutuhan produksi selama 1 bulan

$$\begin{aligned} \text{Raw material inventory} &= \text{Rp } 218.679.564.869 / 12 \\ &= \text{Rp } 18.223.297.027 \end{aligned}$$

b) Inprocess inventory

Persediaan bahan baku dalam proses dengan 50% *manufacturing*

$$\begin{aligned} \text{cost Inprocess inventory} &= (1.5 \times \text{total manufacturing cost}) / 12 \\ &= (1.5) \times (\text{Rp } 218.679.564.869) / 12 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 27.334.945609$$

c) *Product inventory*

Biaya penyimpanan produk sebelum dikirim ke konsumen selama
1 bulan

$$\begin{aligned} \text{Product inventory} &= \text{Rp } 218.679.564.869 / 12 \\ &= \text{Rp } 18.223.297.027 \end{aligned}$$

d) *Avalible cash*

Biaya pembayaran gaji, jasa dan material selama 1 bulan

$$\begin{aligned} \text{Avalible cash} &= \text{Rp } 218.679.564.869 / 12 \\ &= \text{Rp } 18.223.297.027 \end{aligned}$$

e) *Extended credit*

Biaya pengiriman produk sampai ke konsumen selama 1 bulan

$$\begin{aligned} \text{Extended credit} &= (2) \times (\text{Rp } 218.679.564.869) / 12 \\ &= \text{Rp } 36.446.594.145 \end{aligned}$$

$$\text{Total working capital (WC)} = \text{Rp } 118.451.430.971$$

D. *General Expense*

Adalah macam-macam pengeluaran fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

a. *Administrasion*

Biaya administrasi diambil 3% *manufacturing cost*

$$\begin{aligned} \text{Administrasion} &= 0,03 \times \text{Rp } 218.679.564.869 \\ &= \text{Rp } 6.560.386.946 \end{aligned}$$

b. *Sales Exspense*

Biaya diambil 5% *manufacturing cost*

$$\begin{aligned} \text{Sales Expense} &= 0.05 \times \text{Rp } 218.679.564.869 \\ &= \text{Rp } 10.933.978.243 \end{aligned}$$

c. *Finace*

Biaya untuk membayar bunga pinjaman bank atau deviden para pemegang saham.

Finace 5% dari FCI+ WCI

$$\begin{aligned} \text{Finace} &= 0.05 \times (\text{Rp } 118.451.430.971 + \text{Rp } 497.217.637.079,48) \\ &= \text{Rp } 30.783.453.403 \end{aligned}$$

d. Riset

Penelitian dan pengembangan berdinilai 2% dari *sales*

$$\begin{aligned} \text{Riset} &= 0.02 \times 374.999.999.992 \\ &= \text{Rp } 7.500.000.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total general expense} = \text{Rp } 55.777.818.592$$

$$\begin{aligned} \text{Total biaya produksi} &= \text{manufacturing cost} + \text{general} \\ \text{expense} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 218.679.564.868,71 + \text{Rp} \\ &55.777.818.592 \\ &= \text{Rp } 274.457.383.460,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total capital investment} &= \text{fixed capital investment} + \text{working} \\ \text{capital} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 497.217.637.079,48 + \\ &\text{Rp } 118.451.430.970,55 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 615.669.068.050,03$$

E. Analisa keuntungan

a. Keuntungan sebelum pajak

$$\text{Total penjualan} = \text{Rp } 374.999.999.992,20$$

$$\text{Total biaya produksi} = \text{Rp } 274.457.383.460,56$$

$$\text{Keuntungan} = \text{Rp } 100.542.616.531,65$$

b. Keuntungan sesudah pajak

$$\text{Pajak} = 20 \%$$

$$\text{Keuntungan} = \text{Rp } 80.434.093.225,32$$

F. Analisa kelayakan

Setelah ditinjau dari segi proses dan sifat-sifat dari bahan baku serta produk maka pabrik benzil alkohol ini termasuk kedalam pabrik beresiko rendah (*low risk*) sehingga untuk analisa kelayakan digunakan persyaratan pabrik beresiko rendah.

a. *Retrun on investment* (ROI)

Merupakan perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun berdasarkan pada kecepatan pengambilan modal tetap yang diinvstasikan

a) ROI sebelum pajak (industrial chemical 11-44%)

$$\begin{aligned} \text{ROI b} &= \frac{\text{keuntungan sebelum pajak}}{\text{fixed capital investment}} \times 100\% \\ &= 20,2 \% \end{aligned}$$

b) ROI sesudah pajak

$$\text{ROI a} = \frac{\text{keuntungan sesudah pajak}}{\text{fixed capital investment}} \times 100\%$$

$$= 16,2 \%$$

b. *Pay out time* (POT)

a) POT sebelum pajak

$$\text{POT b} = \frac{\text{fixed capital}}{\text{keuntungan sebelum pajak} + \text{depresiasi}} \times 100\%$$

$$= 3,3 \text{ tahun}$$

b) POT sesudah pajak

$$\text{POT b} = \frac{\text{fixed capital}}{\text{keuntungan sesudah pajak} + \text{depresiasi}} \times 100\%$$

$$= 3,8 \text{ tahun}$$

c. *Break event point* (BEP)

Merupakan titik batas produksi, dimana pabrik dikatakan tidak untung dan tidak rugi

a) *Fixed cost* (Fa)

Pada perhitungan *fixed cost* terdiri dari :

$$\text{Depresiasi} = \text{Rp } 49.721.763.708$$

$$\text{Property taxes} = \text{Rp } 9.944.352.742$$

$$\text{Asuransi} = \text{Rp } 9.944.352.742$$

$$\text{Total nilai Fa} = \text{Rp } 69.610.469.191$$

b) *Variable cost* (Va)

Pada perhitungan *variable cost* terdiri dari :

$$\text{Raw material} = \text{Rp } 80.436.621.275$$

$$\text{Packaging and shipping} = \text{Rp } 1.875.000.000$$

$$\text{Utilitas dan UPL} = \text{Rp } 5.906.068.750$$

Royalty and patent = Rp 3.750.000.000

Total nilai Va = Rp 91.967.690.025

c) *Regulated cost (Ra)*

Perhitungan *Regulated cost* terdiri dari :

Gaji karyawan = Rp 24.684.000.000

Payroll overhead = Rp 3.702.600.000

Plant overhead = Rp 12.342.000.000

Suervision = Rp 2.468.400.000

Laboratorium = Rp 2.468.400.000

General expense = Rp 55.777.818.592

Maintenance = Rp 9.944.352.742

Plant supplies = Rp 1.491.652.911

Total nilai Ra = Rp 112.879.224.245

d) *Sales*

Biaya sales = Rp 374.999.999.992.20

e) *Shut down point (SDP)*

$$\text{SDP} = \frac{0.3 \times Ra}{Sa - Va - (0.7 \times Ra)} \times 100\%$$

$$= 16.60\%$$

$$\text{f) BEP} = \frac{Fa + 0.3 Ra}{Sa - Va - (0.7 \times Ra)} \times 100\%$$

$$= 50.72\%$$

g) *Discounted cas flow rate*

Adalah perbandingan besarnya presentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investmen* dibanding dengan tingkat bunga yang berlaku di bank.

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error* DFCR

di bentuk dari persamaan dasar :

$$FC + WC = C \times \sum_{k=1}^n \left(\frac{1}{(i+1)^k} \right) + (WC + SV) \times \left(\frac{1}{(i+1)^n} \right)$$

Dengan penjabaran *variable* sebagai berikut :

Umur pabrik = 10 tahun

Salvage value = Rp 49.721.763.707,95

Working capital = Rp 118.451.430.970,55

Fixed capital = Rp 497.217.637.079,48

Cash flow (CF) = *annual profit + depresiasi +finance*

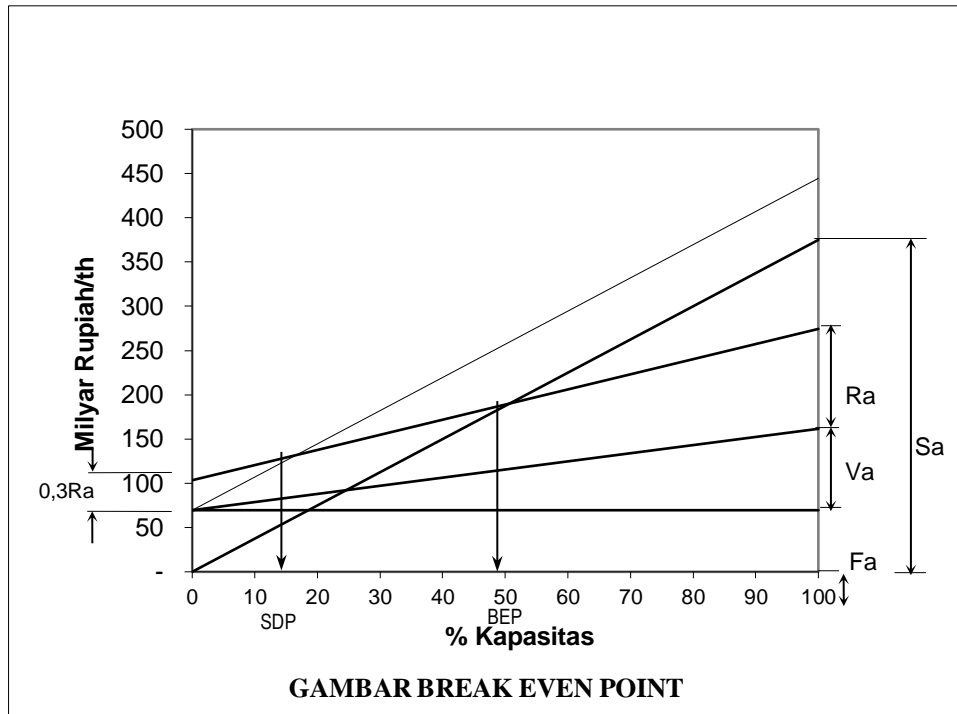
= Rp 160.930.310.335,77

Berdasarkan penjabaran tersebut dapat dihitung nilai I yang merupakan DFCR. Sehingga diperoleh nilai interest (i) =

23.82%.

Tabel 33. Analisa kelayakan

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Sumber
ROI sebelum pajak	20,2	Untuk pabrik resiko rendah ROI minimal 11%	Aries Newton, 1955, hal, 193
ROI sesudah pajak	16,2		
POT sebelum pajak	3,3 tahun	POT maksimal untuk pabrik resiko rendah 5 tahun	Aries Newton, 1955, hal, 196
POT sesudah pajak	3,8 tahun		
BEP	50.72%	Berkisar 50- 60%	
SDP	16,60%		
DCFR	23,82%	1,5 x suku acuan bank 3,50% = 5,25 %	Bank indonesia www.bi.go.id Diakses tanggal 17 agustus 2021



Gambar 10. Grafik hubungan kapasitas produksi terhadap BEP dan SDP.

BAB V Penutup

Dalam pra rancangan pabrik benzil alkohol dari benzil klorida dan natrium karbonat dengan kapasitas 5000 ton/tahun dapat diambil beberapa kesimpulan.

1. Pendirian pabrik benzil alkohol ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi serta dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.
2. Dalam perancangan pabrik benzil alkohol Proses yang dipilih adalah proses hidrolisis benzil klorida dengan pertimbangan proses ini menghasilkan produk dengan konversi paling tinggi dan kondisi operasi yang *relative* rendah.
3. Hasil perhitungan aspek ekonomi atau evaluasi ekonomi diperoleh data sebagai berikut :
 - a. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 100,542,616,531,65 per tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 80,434,093,225,32 per tahun dengan asumsi pajak sebesar 20%
 - b. Presentase *retrun on investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 20.2 % dan (ROI) setelah pajak sebesar 16.2 % . Nilai ROI sebelum pajak minimum untuk pabrik *low risk* adalah 11%
 - c. *Pay out time* (POT) sebelum pajak adalah 3.3 tahun dan (POT) setelah pajak adalah 3.8 tahun. Nilai POT sebelum pajak maksimum untuk pabrik *low risk* adalah 5 tahun
 - d. Nilai titik impas atau *break event point* (BEP) adalah 50.72%. nilai BEP untuk industri kimia berkisar antara 40-60%

- e. Nilai *shut down point* (SDP) sebesar 16.60 % nilai SDP pada umumnya lebih kecil dari BEP
 - f. Nilai *cash flow rate* (DCFR) adalah 23.82%. lebih besar dari bunga deposito bank indonesia yaitu 5,25 %.
4. Dari hasil analisa evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik benzil alkohol dari benzil klorida dan natrium karbonat dengan kapasitas 5000 ton per tahun ini layak untuk dikaji lebih lanjut.
 5. Berdasarkan pertimbangan sosial, pabrik benzil alkohol dapat membuka lapangan kerja serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat di sekitar pabrik

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

- Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955, "Chemical Engineering Cost Estimation", McGraw-Hill Book Company, New York.
- Biro Pusat Statistik, "Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia, Impor Menurut Jenis Barang dan Negara AsaF\ Jakarta.
- Benzil Alkohol Manufacturers. Retrieved 1 1, 2021 from search.gmdu.net
- Brown, G.G., 1950, "Unit Operation", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979, "Process Equipment Design", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, "Chemical Engineering", Vol. 6, Pergamon Press, Oxford.
- Company profile_WuHan-Wuhan Youji Industries Co., Ltd. Retrieved 12 10, 2020 from en. Chinaorganic.com
- Evans, F.L., 1979, "Equipment Design Handbook", Vol. 1, 2nd ed., Gulf Publishing Co., Houston.
- Faith, W.L., Keyes, D.B., and Clark, R.L., 1957, "Industrial Chemistry", John Wiley and Sons, London.
- Hougen, O., and Watson, 1959, "Chemical Proses Principles, Kinetic and

Catalysis", John Wiley and Sons.,Inc,London

Kern, D.Q., ,950, "Process Heat Transfer", McGraw-Hill International Book
Company, Inc., New York.

Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1952, "Encyclopedia of Chemical Technology", 3*
ed., Vol. 4, The Inter Science Encyclopedia, Inc., New York.

Kusnarjo, 2010, desain pabrik kimia., Surabaya.

Ludwig, E.E., 1965, "Applied Process Design and Petrochemical Plants", Vol. 1-3,
Gulf Publishing Co., Houston.

Mc. Ketta, John, 1983, "Encyclopedia of Chemical Process and Design",
"Cumene", Marshall Dekker Inc., New York.

Perry, R.H. and Green, D.W., ,1984, "Perry's Chemical Engineers' Handbook",
6th ed., McGraw-Hill Book Company, New York.

Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 1980, "Plant Design and Economic for
Chemical Engineers", 3rd ed., McGraw-Hill, Auckland.

Powell, ST., 1954, "Water Conditioning for Industry", McGraw-Hill Book
Company, Tokyo

Rase, H.F. and Barrow, M.H., 1957, "Project Engineering of Process Plants",
John Wiley and Sons, Inc., New York.

Smith, J.M. and Van Ness, H.C., 1975, "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic", 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, Kogakusha, Tokyo.

Vilbrant, F.C., and Dreyden, C.E., 1959, "Chemical Engineering Plant Design", McGraw Hill Book Co. Inc., New York

Treybal, R.E., 1981, "Mass Transfer Operation", 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, Singapore.

Turton, R., Bailie C.R., Wallace, W.B., and Shaeiwitz, J.A., 1995, "Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes", Project 5, Problem at the Cumene Production Facility, Unit 800.

United Nations Commodity Trade Statistic Database (UNComtrade).2009-2018. Data Query of Import and Export.<http://comtrade.un.org>. diakses tanggal 3 Januari 2021

UWch, O.D., 1984. », Guide ,o *,« Entering Process Design an, Economics", John Wiley and Sons, Inc., New York.

Yaws, C.L., 1992, "Thermodynamics and Physica, Property Da,a», Gulf Publishing Co., Houston, Texas.

REAKTOR

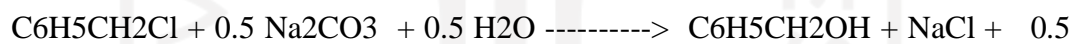
Tugas : Mereaksikan benzil klorida dengan natrium karbonat dan air menjadi benzil alkohol

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk

Kondisi operasi :

- Tekanan : 20.4 atm
- Suhu : 190°C (*US patent 3557222*)
- Reaksi eksotermis
- Proses kontinyu
- Jenis bahan reaktor : Baja stainless steel
- Reaksi kimia

Reaksi yang terjadi didalam reaktor :



CO₂

1. Neraca massa reaktor

Tabel 34 Neraca massa di reaktor

Komponen	BM	Input		Output	
		Kgmol/J	Kg/Jam	Kgmol/J	Kg/Jam
C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	126	5.810719	735.056	0.023243	2.940224
Na ₂ CO ₃	106	3.776967	400.3585	0.883229	93.6223
H ₂ O	18	200.1793	3603.227	197.2855	3551.14
C ₆ H ₅ CH ₂ OH	108			5.787476	625.0474

NaCl	58.5			5.787476	338.5674
CO2	44			2.893738	127.3245
C6H5CH3	92	0.080704	7.424808	0.080704	7.424808
Total	4746.06617			4746.06617	

2. Neraca panas reaktor

Suhu referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298^{\circ}\text{K}$

Suhu reaksi : $190^{\circ}\text{C} = 463^{\circ}\text{K}$

Tabel 35 Data Cp

Komponen	A	B	C	D	E
C6H5CH2Cl	82.217	7.0948E-01	-1.7551E-03	1.8744E-06	
Na2CO3	51.234	1.3088E-02	2.3359E-05		
H2O	92.053	-3.9953E-02	-2.1103E-04	5.3469E-07	
C6H5CH2OH	97.570	8.6633E-01	-2.1388E-03	2.1700E-06	
NaCl	41.293	3.3607E-02	-1.3927E-05		
CO2	27.437	4.2315E-02	-1.9555E-05	3.9968E-09	-2.987E-13
C6H5CH3	83.703	5.1666E-01	-1.4910E-03	1.9725E-06	

(*Chemical properties handbook, Mc Graw-hill Carl L.yaws*)

a. Panas umpan masuk reaktor

➤ Enthalpi benzil klorida

Tabel 36 Perhitungan panas umpan benzil klorida

Komponen	BM	Kgmol/j	$\int C_p dT$	H
C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	126.5	5.8107	33363.22	193864.2905
C ₆ H ₅ CH ₃	92	0.0807	28844.18	2327.853425
Total		5.8914		196192.144

➤ Enthalpi umpan natrium karbonat

Tabel 37 Perhitungan panas umpan natrium karbonat

Komponen	BM	Kgmol/j	$\int C_p dT$	H
NaCo ₃	106	5.8107	33363.22	193864.2905
H ₂ O	18	0.0807	28844.18	2327.853425
Total		5.8914		196192.144

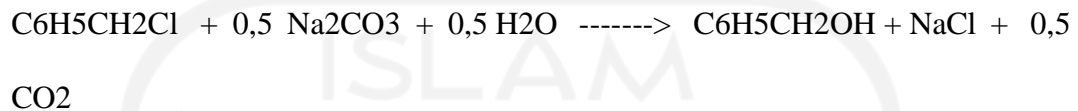
b. Panas reaksi

Tabel 38 Data panas reaksi

Komponen	ΔH_{fo}
C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	18.70
NaCO ₃	-1130.77
H ₂ O	-241.80
C ₆ H ₅ CH ₂ OH	-100.40

NaCl	-411.20
CO2	-393.50

Reaksi :



$$\Delta H_{\tau 298} = \Delta H_f^\circ \text{ Produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$= (-100.40 + -411.20 + 0.5 (393.50)) - (18.70 + 0.5 (-1130.77 + 0.5 (-$$

$$241.80))$$

$$= -40.77 \text{ kJ/jam}$$

$$= -40765 \text{ kJ/kmol (eksotermis)}$$

$$n_{A0} = 5.8107 \text{ kmol/jam}$$

$$X_A = 0.996$$

$$Q_r = n_{A0} X_A D_{hr 298}$$

$$= 5.81071902 \text{ kmol/jam} \times 0.996 \times -40765 \text{ kJ/kmol}$$

$$= -235926 \text{ kJ/jam (eksotermis)}$$

➤ Entalpi hasil reaksi

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

$$T_{\text{reaksi}} = 190^\circ\text{C} = 463^\circ\text{K}$$

Tabel 39 Perhitungan panas hasil reaksi

Komponen	BM	Kg/mol/j	$\int C_p dT$	H
C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	126.5	0.0232	33363.22	775.4571621

Na ₂ CO ₃	106	0.8832	9842.07	8692.803418
H ₂ O	18	197.2855	12648.79	2495423.402
C ₆ H ₅ CH ₂ OH	108	5.7875	39247.37	227143.2316
NaCl	58.5	5.7875	8585.36	49687.5922
CO ₂	44	2.8937	6747.32	19524.97482
C ₆ H ₅ CH ₃	92	0.0807	28844.18	2327.853425
Total		212.7414		2803575.315

c. Beban panas dibawa pendingin

Input – output = akumulasi

$$(H_1 + H_2 + Q_r) - (H_3 + Q_t) = 0$$

$$Q_t = (H_1 + H_2 + Q_r) - H_3$$

$$= (196192.144 + 2569198.86 + 235926.465) - 2803575.31$$

$$= 197742.156 \text{ kcal/jam}$$

Kesimpulan

Tabel 40 Neraca panas disekitar Reaktor

Komponen	Input (Kj/Jam)	Output (Kj/Jam)
Enthalpi umpan	196192.14	
Enthalpi umpan	2569198.86	
Panas Reaksi	235926.47	
Enthalpi hasil reaksi		2803575.31
Beban panas dibawa pendingin		197742.16

Total	3001317.47	3001317.47
-------	------------	------------

3. Menentukan konstanta kecepatan reaksi

Dari data Msds diperoleh :

Tabel 41 Data MSDS

Komponen	Densitas
C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	1.1
Na ₂ CO ₃	2.53
H ₂ O	0.995
C ₆ H ₅ CH ₂ OH	1.04
NaCl	2.17
C ₆ H ₅ CH ₃	0.87

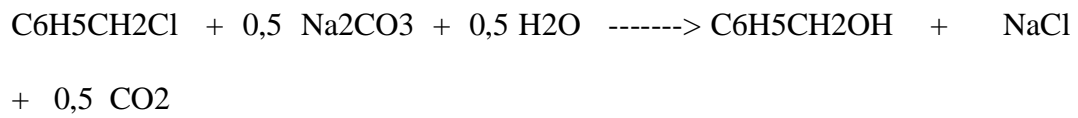
Volume cairan :

Tabel 42 Volume cairan

Komponen	Massa, Kg	Densitas	Volume, Lt
C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	735.0560	1.1	668.2327
Na ₂ CO ₃	400.3585	2.53	158.2445
H ₂ O	3603.2269	0.995	3621.3335
C ₆ H ₅ CH ₃	7.4248	0.87	8.5343
Total	4746.0662		4456.3450

Densitas campuran = 1.06501319 kg/Lt

Dengan persamaan reaksi



Sehingga diperoleh harga k sebagai berikut :

Kondisi awal :

Konsentrasi awal $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl} = 0.0013039 \text{ Kmol/Liter}$

Konversi reaktor (X_A) = 0.996

Waktu reaksi dalam reator = 0.56 jam (*US patent 3557222*)

Perbandingan reaktan (M) = 0,65

Untuk reaktor alir tangki berpengaduk berlaku :

Input – Output = Akumulasi

$$F_v C_{A0} - (F_v C_{A1} + (-r_A) V) = 0$$

$$F_v C_{A0} - F_v C_{A1} = (-r_A) V$$

$$F_v (C_{A0} - C_{A1}) = (-r_A) V$$

$$\frac{V}{F_v} = \frac{C_{A0} - C_{A1}}{-r_A}$$

$$\frac{C_{A0} - (C_{A0} - C_{A0} X_A)}{(-r_A)}$$

$$\frac{V}{F_v} = \frac{C_{A0} X_A}{-r_A}$$

$$\theta = \frac{V}{F_v}$$

$$V = F_v \theta$$

$$\theta = \frac{C_{A0} X_A}{-r_A}$$

$$(-r_A) = k C_A C_B$$

$$\theta = \frac{C_{A0} X_A}{k C_A C_B}$$

$$\theta = \frac{C_{A0} X_A}{k C_{A0}^2 (1-X_A)(M-0,5 X_A)}$$

$$\theta = \frac{X_A}{k C_{A0} (1-X_A)(M-0,5 X_A)}$$

$$k = \frac{X_A}{\theta C_{A0} (1-X_A)(M-0,5 X_A)}$$

$$= \frac{0,996}{0,56 \cdot 0,0013039(1-0,996)(0,65 - 0,5 \cdot 0,996)}$$

$$= 1256332,8 \text{ Liter/Kmol jam}$$

Optimasi reaktor

Kecepatan volume umpan

Komponen	BM	Kmol/jam	Kg/jam	densitas	volume
C6H5CH2Cl	126,5	5,8107	735,0560	1,1	668,2327
Na2CO3	106	3,7770	400,3585	2,53	158,2445
H2O	18	200,1793	3603,2269	0,995	3621,3335
C6H5CH3	92	0,0807	7,4248	0,87	8,5343
Total		145,2407	4746,0662		4456,3450

Optimasi jumlah reaktor

a. Jumlah reaktor : 1

XA1 : 0,996

K : 1256333 Lt/kmol jam

$$F_v : 4456,34 \text{ lt/jam}$$

$$CA_0 : 0,0013039 \text{ kgmol/lt}$$

$$M = B/A : 0,650000$$

Persamaan umum

$$XA_{n-1} = XA_n - \frac{VkCA_0(1 - XA_n)(M - 0,5XA_n)}{Fv}$$

$$V \text{ coba} = 4456,34496 \text{ liter}$$

$$\theta \text{ Reaktor} = 1 \text{ jam}$$

$$XA_0 = XA_1 - \frac{VkCA_0(1 - XA_1)(M - 0,5XA_1)}{Fv}$$

$$XA_0 = 0,996 - \frac{4456,34496 \cdot 1256332,76 \cdot 0,00130392 \cdot 0,004 \cdot 0,152000}{4456,344965}$$

$$= 0$$

b. Jumlah reaktor : 2

$$XA_2 : 0,996$$

$$K : 1256333 \text{ Lt/kgmol jam}$$

$$F_v : 4456,34 \text{ lt/jam}$$

$$CA_0 : 0,0013039 \text{ kgmol/lt}$$

$$M = B/A : 0,650000$$

Persamaan umum

$$XA_{n-1} = XA_n - \frac{VkCA_0(1 - XA_n)(M - 0,5XA_n)}{Fv}$$

$$V \text{ coba} = 244,033029 \text{ liter}$$

$$\theta \text{ Reaktor} = 0,0547608 \text{ jam}$$

$$XA_1 = XA_2 - \frac{VkCA_0(1 - XA_2)(M - 0,5XA_2)}{Fv}$$

$$XA_1 = 0,996 - \frac{244,033029 \cdot 1256332,76 \cdot 0,00130392 \cdot 0,004 \cdot 0,152000}{4456,344965}$$

$$= 0,94145824$$

$$XA_0 = XA_1 - \frac{VkCA_0(1 - XA_n)(M - 0,5XA_n)}{Fv}$$

$$= 0,9414582 - \frac{244,033029 \cdot 1256332,76 \cdot 0,00130392 \cdot 0,05854176 \cdot 0,179271}{4456,344965}$$

$$= -6,908E-08$$

c. Jumlah reaktor = 3

$$XA_3 : 0,996$$

$$K : 1256332,76 \text{ Lt/kgmol jam}$$

$$Fv : 4456,34496 \text{ lt/jam}$$

$$CA_0 : 0,00130392 \text{ kgmol/lt}$$

$$M = B/A : 0,650000$$

Persamaan umum

$$A_{n-1} = XA_n - \frac{VkCA_0(1 - XA_n)(M - 0,5XA_n)}{Fv}$$

$$V \text{ coba} = 82,551547 \text{ liter}$$

$$\theta \text{ Reaktor} = 0,0185245 \text{ jam}$$

$$XA_2 = XA_3 - \frac{VkCA_0(1 - XA_3)(M - 0,5XA_3)}{Fv}$$

$$XA_2 = 0,996 - \frac{82,551547 \cdot 1256332,76 \cdot 0,00130392 \cdot 0,004 \cdot 0,152000}{4456,344965}$$

$$= 0,9775496$$

$$XA_1 = XA_2 - \frac{VkCA_0(1 - XA_2)(M - 0,5XA_2)}{Fv}$$

$$= 0,9775496 - \frac{82,551547 \cdot 1256332,76 \cdot 0,00130392 \cdot 0,0224504 \cdot 0,161225}{4456,344965}$$

$$= 0,86770995$$

$$XA_0 = XA_1 - \frac{VkCA_0(1 - XA_1)(M - 0,5XA_1)}{Fv}$$

$$= 0,86770995 - \frac{82,551547 \cdot 1256332,76 \cdot 0,00130392 \cdot 0,13229005 \cdot 0,216145}{4456,344965}$$

$$= -5,245E-08$$

d. Jumlah reaktor = 4

$$XA_4 : 0,996$$

$$K : 1256332,76 \text{ Lt/kgmol jam}$$

$$Fv : 4456,34496 \text{ lt/jam}$$

$$CA_0 : 0,00130392 \text{ kgmol/lt}$$

$$M = B/A : 0,650000$$

Persamaan umum

$$XA_{n-1} = XA_n - \frac{VkCA_0(1 - XA_n)(M - 0,5XA_n)}{Fv}$$

$$V \text{ coba} = 44,9055581 \text{ liter}$$

$$\theta \text{ Reaktor} = 0,01007677 \text{ jam}$$

$$XA_3 = XA_4 - \frac{VkCA_0(1 - XA_4)(M - 0,5XA_4)}{Fv}$$

$$XA_3 = 0,996 - \frac{44,9055581 \ 1256332,76 \ 0,00130392 \ 0,004 \ 0,152000}{4456,344965}$$

$$= 0,98596354$$

$$XA_2 = XA_3 - \frac{VkCA_0(1 - XA_3)(M - 0,5XA_3)}{Fv}$$

$$= 0,98596354 - \frac{44,9055581 \ 1256332,76 \ 0,00130392 \ 0,01403646 \ 0,157018}{4456,344965}$$

$$= 0,94958169$$

$$XA_1 = XA_2 - \frac{VkCA_0(1 - XA_2)(M - 0,5XA_2)}{Fv}$$

$$= 0,94958169 - \frac{44,9055581 \ 1256332,76 \ 0,00130392 \ 0,05041831 \ 0,175209}{4456,344965}$$

$$= 0,80375999$$

$$XA_0 = XA_1 - \frac{VkCA_0(1 - XA_1)(M - 0,5XA_1)}{Fv}$$

$$= 0,80375999 - \frac{4456,34496 \ 1256332,76 \ 0,00130392 \ 0,19624001 \ 0,248120}{4456,344965}$$

$$= -2,627E-08$$

e. Jumlah reaktor = 5

$$XA_5 : 0,996$$

$$K : 1256332,76 \text{ Lt/kgmol jam}$$

$$Fv : 4456,34496 \text{ lt/jam}$$

$$CA_0 : 0,00130392 \text{ kgmol/lt}$$

$$M = B/A : 0,650000$$

Persamaan umum

$$XA_{n-1} = XA_n - \frac{VkCA_0(1 - XA_n)(M - 0,5XA_n)}{Fv}$$

$$V \text{ coba} = 29,819335 \text{ liter}$$

$$\theta \text{ Reaktor} = 0,00669143 \text{ jam}$$

$$XA_4 = XA_5 - \frac{VkCA_0(1 - XA_5)(M - 0,5XA_5)}{Fv}$$

$$XA_4 = 0,996 - \frac{29,819335 \cdot 1256332,76 \cdot 0,00130392 \cdot 0,004 \cdot 0,152000}{4456,344965}$$

$$= 0,98933533$$

$$XA_3 = XA_4 - \frac{VkCA_0(1 - XA_4)(M - 0,5XA_4)}{Fv}$$

$$= 0,98933533 - \frac{29,819335 \cdot 1256332,76 \cdot 0,00130392 \cdot 0,08076931 \cdot 0,190385}{4456,344965}$$

$$= 0,97117666$$

$$XA_2 = XA_3 - \frac{VkCA_0(1 - XA_3)(M - 0,5XA_3)}{Fv}$$

$$= 0,97117666 - \frac{29,819335 \cdot 1256332,76 \cdot 0,00130392 \cdot 0,02882334 \cdot 0,164412}{4456,344965}$$

$$= 0,91923069$$

$$XA_1 = XA_2 - \frac{VkCA_0(1 - XA_2)(M - 0,5XA_2)}{Fv}$$

$$= 0,9192306 - \frac{29,819335 \cdot 1256332,76 \cdot 0,00130392 \cdot 0,08076931 \cdot 0,190385}{4456,344965}$$

$$= 0,75067119$$

$$\begin{aligned}
 XA_0 &= XA_1 - \frac{VkCA_0(1 - XA_1)(M - 0,5XA_1)}{Fv} \\
 &= 0,7506711 - \frac{29,819335 \cdot 1256332,76 \cdot 0,00130392 \cdot 0,24932881 \cdot 0,274664}{4456,344965} \\
 &= 1,042E-11
 \end{aligned}$$

f. Jumlah reaktor = 6

$$XA_5 : 0,996$$

$$K : 1256332,76 \text{ Lt/kgmol jam}$$

$$Fv : 4456,34496 \text{ lt/jam}$$

$$CA_0 : 0,00130392 \text{ kgmol/lt}$$

$$M = B/A : 0,650000$$

Persamaan umum

$$XA_{n-1} = XA_n - \frac{VkCA_0(1 - XA_n)(M - 0,5XA_n)}{Fv}$$

$$V \text{ coba} = 22,0074159 \text{ liter}$$

$$\theta \text{ Reaktor} = 0,00493845 \text{ jam}$$

$$XA_5 = XA_6 - \frac{VkCA_0(1 - XA_6)(M - 0,5XA_6)}{Fv}$$

$$XA_4 = 0,996 - \frac{22,0074159 \cdot 1256332,76 \cdot 0,00130392 \cdot 0,004 \cdot 0,152000}{4456,344965}$$

$$= 0,99108131$$

$$XA_4 = XA_5 - \frac{VkCA_0(1 - XA_5)(M - 0,5XA_5)}{Fv}$$

$$= 0,9910813 - \frac{22,0074159 \ 1256332,76 \ 0,00130392 \ 0,0891869 \ 0,154459}{4456,344965}$$

$$= 0,97993679$$

$$XA_3 = XA_4 - \frac{VkCA_0(1 - XA_4)(M - 0,5XA_4)}{Fv}$$

$$= 0,9799367 - \frac{22,0074159 \ 1256332,76 \ 0,00130392 \ 0,02006321 \ 0,160032}{4456,344965}$$

$$= 0,95396199$$

$$XA_2 = XA_3 - \frac{VkCA_0(1 - XA_3)(M - 0,5XA_3)}{Fv}$$

$$= 0,953962 - \frac{22,0074159 \ 1256332,76 \ 0,00130392 \ 0,04603801 \ 0,173019}{4456,344965}$$

$$= 0,88952187$$

$$XA_1 = XA_2 - \frac{VkCA_0(1 - XA_2)(M - 0,5XA_2)}{Fv}$$

$$= 0,88952187 - \frac{22,0074159 \ 1256332,76 \ 0,00130392 \ 0,11047813 \ 0,205239}{4456,344965}$$

$$= 0,7060868$$

$$XA_0 = XA_1 - \frac{VkCA_0(1 - XA_1)(M - 0,5XA_1)}{Fv}$$

$$= 0,7060868 - \frac{22,0074159 \ 1256332,76 \ 0,00130392 \ 0,2939132 \ 0,296957}{4456,344965}$$

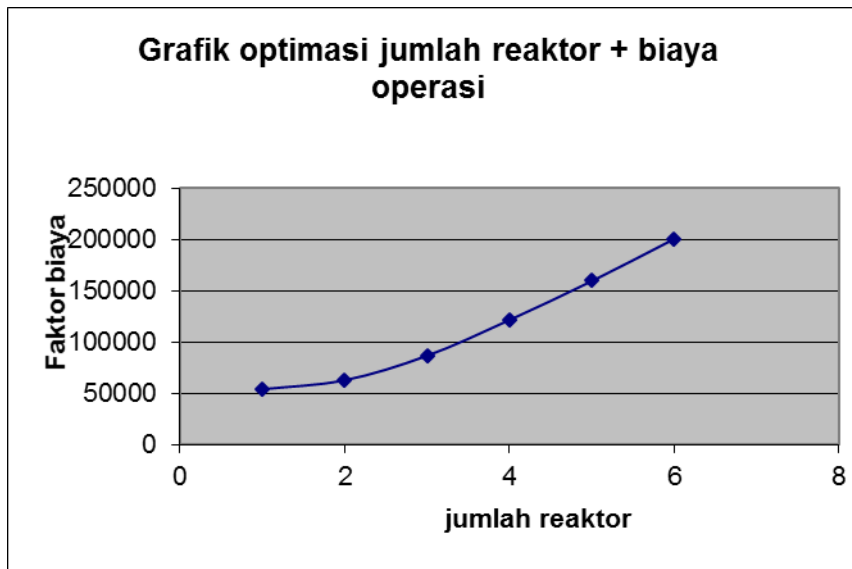
$$= 4,2038E-11$$

n	Volume
1	4456,345
2	244,033
3	82,552
4	44,906
5	29,819
6	22,007

Jumlah	Harga alat	Motor	Harga listrik	Listrik/10th	Harga biaya operasional
1	51000,000	0,500	200	29529,716	2362,37728
2	47000,000	1,000	400	118118,864	9449,50913
3	54000,000	1,500	600	265767,444	21261,3955
4	64000,000	2,000	800	472475,457	37798,0365
5	70000,000	2,500	1000	738242,901	59059,4321
6	72000,000	3000	1200	1063069,78	85045,5822

Jumlah	Harga
1	53562,377
2	56849,509
3	75861,396
4	102598,037
5	130059,432

6	158245,582
---	------------



Dari hasil optimasi didapat kan jumlah reaktor yang digunakan yaitu 1 buah reaktor dengan volume perancangan sebesar 5,3476 m³

4. Perhitungan Volume dan ukuran reaktor

Anggapan :

- Volume cairan selama reaksi tetap
- Bisa dianggap isothermal karena cairan dalam tangki mixed flow
- Reaksi sederhana orde dua

Reaksi : A + B -----> Produk

dengan $-r_a = -dCA/dt = k_1.CA.CB$

$$= k_1 C_{Ao} (1 - x_a)C_{Ao} (M - x_a)$$

Kondisi Awal :

Konsentrasi awal C₆H₅CH₂Cl = 0,0013039 Kmol/Liter

maka diperoleh volume reaktor dengan volume:

$$\text{Konversi Reaktor } (X_A) = 0,996$$

Volume cairan dalam reaktor :

$$\begin{aligned} \frac{V}{Fv} &= \frac{C_{A0} - X_A}{-r_A} \\ \frac{V}{Fv} &= \frac{X_A}{k C_{A0} (1 - X_A) (M - 0,5 X_A)} \\ V &= \frac{Fv X_A}{k C_{A0} (1 - X_A) (M - 0,5 X_A)} \\ &= \frac{4456,3 \cdot 0,996}{1256333 \cdot 0,0013039 (1 - 0,996) (0,65 - 0,5 \cdot 0,996)} \\ &= 4456,345 \text{ lt} \end{aligned}$$

Over Design : 20 %

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor} &= 1,2 \cdot 4456,345 \text{ lt} \\ &= 5347,614 \text{ lt} \end{aligned}$$

Dipakai Volume reaktor = 5,3476 m³

Menghitung ukuran reaktor :

Reaktor berbentuk silinder tegak dengan perbandingan H : D = 1,5 : 1

$$V_t = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \left(\frac{h}{d}\right) \cdot D}{4} + \frac{\pi}{12} D^2 \cdot D$$

Atau :

Diameter (D)

$$= \left[\frac{Vt}{\left(\frac{\pi}{4} \left(\frac{h}{d} + \frac{\pi}{12} \right) \right)} \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{5,3476}{\left(\frac{\pi}{4} \cdot 1,50 + \pi/12 \right)} \right]^{1/3}$$

$$= 1,55 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (H)} = 1,5 \cdot 1,55$$

$$= 2,32 \text{ m}$$

diperoleh ukuran Reaktor :

$$\text{diameter} = 2,91 \text{ m}$$

$$\text{tinggi} = 4,36 \text{ m}$$

$$\text{Volume cairan dalam head} = (1/2)(\pi/12) 1,55^3$$

$$= 0,4861 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume cairan dibadan Reaktor} = 4,4563 \text{ m}^3 - 0,4861 \text{ m}^3$$

$$= 3,9702 \text{ m}^3$$

$$\text{Tinggi cairan dibadan Reaktor} = 3,9702 \text{ m}^3 / 1,8832 \text{ m}^2$$

$$= 2,1082 \text{ m}$$

5. Menghitung tebal shell dan head

Tebal shell :

$$\text{Tekanan operasi (p)} = 300 \text{ psi}$$

$$\text{Tekanan design (p)} = 360 \text{ psi}$$

$$\text{Allowable stress} = 18750 \text{ psi}$$

$$\text{Efisiensi sambungan} = 0,85$$

$$\text{Faktor korosi} = 0,125 \text{ in}$$

$$\text{Jari-jari Reaktor} = 30,49 \text{ in}$$

$$T \text{ Shell} = \frac{p \cdot r \cdot i}{S \cdot e - 0,6 \cdot p} + c$$

$$T \text{ Shell} = \frac{360 \cdot 30,490}{18750 \cdot 0,85 - 0,6 \cdot 360} + 0,125$$

$$= 0,82317 \text{ in}$$

Dipilih tebal shell 7/8 in

Tebal Head :

$$T \text{ head} = \frac{0,885 \cdot p \cdot d}{2 \cdot S \cdot e - 0,2 \cdot p} + c$$

$$T \text{ head} = \frac{0,885 \cdot 360 \cdot 60,979}{2 \cdot 18750 \cdot 0,85 - 0,2 \cdot 360} + 0,125$$

$$= 0,73589 \text{ in}$$

Dipilih tebal head 3/4 in

6. Menghitung pengaduk dalam Reaktor

Dipilih : Pengaduk type Marine dengan 3 blade

Jumlah baffle 4 buah

Dari tabel 477. Brown diperoleh :

$$Dt/Di = 3$$

$$zi/Di = 0.75 - 1.3$$

$$W/Di = 0.1$$

Diameter Impeler = 54.99 cm

Tinggi Impeler = 54.99 cm

Lebar Baffle = 5.50 cm

diambil :

$$zi/Di = 1$$

$$\text{Putaran} = 1,5 \text{ rps}$$

$$\text{efisiensi} = 0,8$$

Tinggi baffle diambil sama dengan tinggi cairan

bilangan Reynold dalam Reaktor :

$$Re = \frac{n \cdot di^2 r}{m}$$

$$= \frac{1,5 \cdot 51,63^2 \cdot 1,065}{0,0092}$$

$$= 462858,8232$$

Dari fig. 477 brown diperoleh $po = 0.94$

$$P_{gc} = \frac{p_o}{n^3 r D_i^5} \quad (\text{pers. 461 Brown})$$

Atau

$$P = \frac{p_o \cdot n^3 \cdot r \cdot D_i^5}{gc}$$

$$P = \frac{0,94 \cdot 1,5^3 \cdot 66,457 \cdot 1,69^5}{550 \cdot 32,17}$$

$$= 0,1662 \text{ Hp}$$

effisiensi : 80 %

$$\text{Power} = \frac{P}{\text{eff}} = \frac{0,215}{0,80}$$

$$= 0,269 \text{ Hp}$$

Digunakan motor dengan daya = 0.50 Hp

Perpindahan panas :

Menghitung perpindahan panas Reaktor I :

Dipilih pendingin coil dengan media pendingin air dengan :

$$\text{suhu bahan masuk} = 190 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{suhu bahan keluar} = 190 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{suhu Pendingin masuk} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{suhu Pendingin keluar} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Kebutuhan Air pendingin :

$$W_a = \frac{Q}{C_p \cdot \Delta t}$$

dengan :

$$Q : \text{Jumlah panas yang harus diserap} = 2285514 \text{ Kcal/jam}$$

$$C_p : \text{Panas jenis pendingin} = 4,2 \text{ KJ/Kg }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t : \text{beda suhu pendingin} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$2285514.00 \text{ Kcal/j}$$

$$W_a = \frac{\quad}{\quad}$$

$$4,2 \text{ Kcal/Kg }^{\circ}\text{C} \cdot 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$= 2808,6484 \text{ Kg/Jam}$$

Pemilihan Diameter pipa Coil

Kecepatan massa pendingin = 2808,648 Kg/Jam

Densitas pendingin = 1000 Kg/m³

$$Q_v = \frac{2808,6484 \text{ Kg/jam}}{1000 \text{ Kg/m}^3}$$

$$= 2,80865 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,00078 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Dari tabel : hal 159 Coulson & Richardson, 1987

diperoleh kecepatan linier pendingin dalam pipa = 2.80 m/dt

Luas Penampang :

$$A = \frac{0.0317 \text{ m}^3/\text{dt}}{2.80 \text{ m/dt}}$$

$$= 0.01134 \text{ m}^2$$

Diameter pipa coil :

$$4 \cdot 0,00028$$

$$Di = \frac{\quad}{\quad}$$

$$3,14$$

$$= 0,0188 \text{ m}$$

$$= 0,7417 \text{ in}$$

Dipilih diameter pipa coil 0.75 inches, 40 NPS.

Dari tabel 11. Kern : OD = 0,866 in

ID = 0,782 in

At = 0,480 in²

At' = 0,227 sqft/ft

a. Menghitung koefisien transfer panas :

- Untuk cairan dalam mixer maka dipakai persamaan 20.4 Kern.

$$hc = \frac{0.87}{D} \frac{k}{\mu} \left(\frac{L^2 n \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{cp \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14}$$

dengan :

hc = Koeff. transfer panas cairan, Btu/sqft j F

Di = Diameter mixer = 5.412067 ft

k = Konduktivitas panas = .36 Btu/j sqft (F/ft)

L = diameter putar pengaduk = 1.804022 ft

den = densitas larutan = 91.6331 lb/cuft

Cp = panas jenis = .561 Btu/lb F

visc = Viskositas cairan = 2.30142 lb/j ft

viscw = Viskositas air = 1.8392 lb/j ft

$$hc = \frac{0.87 \cdot 0,0652 \left(\frac{462859}{1}\right)^{2/3} \left(\frac{0,56 \cdot 2,3}{0,07}\right)^{1/3} \left(\frac{2,3}{1,84}\right)^{0.14}}{5,4}$$

Maka diperoleh :

$$Hc = 175,83449 \text{ Btu/j ft}^2 (\text{oF /ft})$$

- Untuk pendingin dalam coil

$$Re = \frac{D \cdot WA \cdot 2,2}{\mu \cdot at}$$

$$0,0652 \cdot 2808,648394 \cdot 2,2$$

$$Re = \frac{\quad}{1,84 \cdot 0,003334}$$

$$= 65645,819$$

Dari fig. 24 Kern, diperoleh = 67

$$= jH \frac{k}{D} \left(\frac{cp \cdot \mu}{k}\right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0.14}$$

dengan :

hi = Koeff. transfer panas pipa, Btu/sqft j F

Di = Diameter dalam pipa = .3354167 ft

k = Konduktivitas panas = .569 Btu/j sqft (F/ft)

C_p = panas jenis pendingin = 1 Btu/lb F

visc = Viskositas cairan = 1.8392 lb/j ft

viscw = Viskositas air = 1.8392 lb/j ft

$$= \frac{67 \cdot 0,596}{0,334} \left(\frac{0,56 \cdot 2,3}{0,596} \right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{1,84}{1,84} \right)^{0,14}$$

$$= 154,5324 \text{ Btu/j sqft F}$$

$$h_i = 702.0284 \text{ Btu/j sqft F}$$

$$D_{\text{coil}} = 0.5 \cdot D_t - W + 0.5 \cdot D_i$$

$$= 0,5 \cdot 1,55 - 0,05 + 0,5 \cdot 0,5163$$

$$= 0,98096 \text{ m}$$

$$= 3,21835 \text{ ft}$$

$$H_{io} = h_i \cdot (1 + 3,5 \cdot d/D_c) \text{ Kern} \cdot \text{hal. 721}$$

$$= 154,532 (1 + 3,5 \cdot 0,0224)$$

$$= 166,66045 \text{ Btu/j sqft F}$$

b. Overall heat transfer U_d :

Overall transfer panas saat start up (U_c)

$$U_c = \frac{h_{io} \cdot h_o}{h_{io} + h_o}$$

$$= \frac{166,66 \cdot 175,83}{166,66 + 175,83}$$

$$= 85,562301 \text{ Btu/j sqft F}$$

Dari Kern p.846 untuk larutan garam $R_d = 0.001$

dan untuk bahan organik $R_d = 0.001$

Jadi R_d total = 0.002

$$U_d = \frac{U_c}{U_c \cdot R_d + 1}$$

$$= \frac{85,56230087}{583.26 \cdot 0,002 + 1}$$

$$= 73,059947 \text{ Btu/j sqft F}$$

c. Menghitung Luas transfer panas :

Luas perpindahan panas yang diperlukan :

$$LMTD = \frac{Dt1 - Dt2}{\ln Dt1/Dt2}$$

dengan :

$$Dt1 = 190 - 50 = 140 \text{ C} = 190 - 50 = 140$$

$$Dt_2 = 190 - 30 = 160 \text{ C} = 190 - 30 = 160$$

maka diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{LMTD} &= \frac{140 - 160}{1r (140 / 160)} \\ &= 149,78 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 269,6 \text{ cF} \end{aligned}$$

maka luas perpindahan panas :

$$\begin{aligned} A_o &= \frac{Q}{U_d \cdot \text{LMTD}} \\ &= \frac{222908,6027}{73,0599 \cdot 269,6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_o &= \frac{222908,6027}{73,0599 \cdot 269,6} \\ &= 11,3169 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Diameter lilitan} = 3,2184 \text{ ft}$$

Luas perpindahan panas per coil :

$$\begin{aligned}
 A' &= A_t' \cdot \pi \cdot D_c \\
 &= 0,227 \cdot 3,14 \cdot 3,21835 \\
 &= 2,29 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah lilitan :

$$N_t = \frac{A_o}{A_t'}$$

$$\begin{aligned}
 N_t &= \frac{11,317}{2,29} \\
 &= 4,942
 \end{aligned}$$

diambil jumlah lilitan (N_t) = 5

panjang total pipa coil :

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{A_o}{A_t'} = \frac{11,3169}{0,227} \\
 &= 49,942 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Tinggi lilitan coil minimum yaitu jika coil disusun tanpa jarak yaitu :

$$\begin{aligned} H_{\min} &= N_t \cdot OD &= 10 \cdot 4.5 / 12 &= 5.0722 \text{ ft} \\ & & &= 0.35664 \text{ Ft} \\ & & &= 0.10871 \text{ M} \end{aligned}$$

diambil jarak antar coil = 3 In

Tinggi coil total :

$$\begin{aligned} H &= H_{\min} + (N_t - 1) \cdot pt / 12 = 0.3566 + (5 - 1) \cdot 0.25 \\ &= 1.3421 \text{ ft} \\ &= 0.4091 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi Tinggi cairan lebih tinggi dari tinggi Coil.

8. Spesifikasi Reaktor

Tugas : Mereaksikan Benzyl Chloride dengan Na_2CO_3 menjadi Benzyl Alkohol dengan

kecepatan umpan = 4746,0662 Kg/jam

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Kondisi Operasi :

Tekanan : 20,4 atm

Suhu : 190 °C

Diperoleh ukuran reaktor :

Diameter = 1,55 m

Tinggi = 2.32 m

Volume cairan dalam head = 0,486 m³

Volume cairan dibadan RATB = 3,970 m³

Tinggi cairan dibadan RATB = 2,108 m

Dipilih Tebal shell : 11/16 in

Tebal Head : 5/8 in

Dipilih : Pengaduk type Marine dengan 3 blade Jumlah baffle 4 buah

Diameter Impeler = 51,63 cm

Tinggi Impeler = 51,63 cm

Lebar Baffle = 5.16 cm

Digunakan motor dengan daya = 0.50 Hp

Luas perpindahan Panas :

A = 108.1376 sqft

Coil (Lilitan) :

Diameter Coil	= 0,981 ft
Jumlah Coil	= 5 Lilitan
Tinggi lilitan Coil minimum	= 0,1087 m
Jarak antar Coil	= 3 inchi
Tinggi Coil total	= 0,4091 m

Tebal Isolasi :

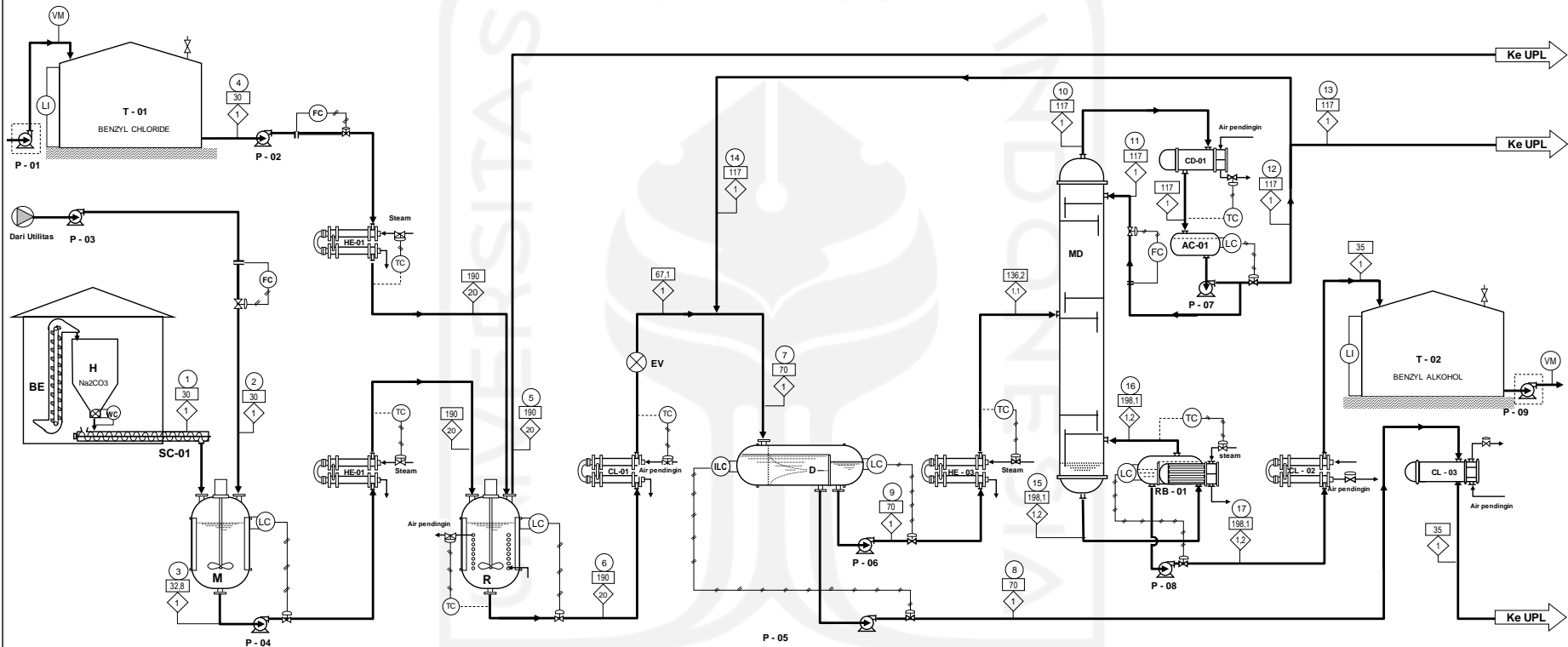
Tebal Isolasi = 3 in

Jenis bahan Isolasi = Asbes

Jenis Bahan Reaktor : Baja Steinless Steel


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الجامعة الإسلامية
الاستدراة الاندونية

PRA RANCANGAN PABRIK BENZYL ALKOHOL DARI BENZYL KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT
KAPASITAS 5.000 TON PER TAHUN



NO	KOMPONEN	A R U S (Kg/jam)																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	CO ₂					127,324												
2	H ₂ O	4,044	3599,183	3603,227		0,526	3550,613	3550,613										
3	C ₆ H ₅ CH ₂ Cl				7,425	7,425	539,873		539,873	1477,439	940,961	536,478	4,030	532,448	12,849	9,454	3,395	
4	C ₆ H ₅ CH ₂ OH				735,056		2,940	5,837		5,837	8,037	5,119	2,918	0,022	2,896	11,046	8,127	2,918
5	C ₆ H ₅ CH ₂ OH						625,047	631,313		631,313	17,386	11,073	6,313	0,047	6,266	2365,595	1740,595	625,000
6	Na ₂ CO ₃	400,359		400,359			93,622	93,622	93,622									
7	NaCl						338,567	338,567	338,567									
Jumlah		404,403	3599,183	4003,585	742,481	127,851	4618,216	5159,825	3982,803	1177,022	1502,862	957,153	545,709	4,099	541,610	2389,490	1758,177	631,313

KETERANGAN	
AC	Accumulator
BE	Bucket Elevator
CD	Condenser
CL	Cooler
D	Disarcater
EV	Evapition Valve
H	Hopper
HE	Heater
M	Mixer
MD	Menara Distilasi
R	Reaktor
RB	Reboller
SC	Screw Conveyvor
T	Tangki
FC	Flow Controller
LI	Level Indicator
PI	Pressure Indicator
TC	Temp. Controller
VR	Volume Recorder
WC	Weight Controller
ILC	Interface Level Cont.
NA	Nomor Anus
°C	Temperatur (°C)
Atm.	Tekanan (Atm.)
U	Udara tekan
L	Listrik
P	Pipa


JURISAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PRA RANCANGAN PABRIK BENZYL ALKOHOL DARI BENZYL KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT
KAPASITAS 5.000 TON PER TAHUN

Dikerjakan oleh :
 N A M A : 1. Sella Rosliana / 14521118
 2. Sella Rosliana / 14521119

DOSEN PEMBIMBING : 1. Dr. Ir. Farhan HM Saleh, MSc
 2. Ventraliva Alkhesa S.A., S.T.M Eng