

**PERANCANGAN PABRIK BENZIL ALKOHOL DARI BENZIL
KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN KAPASITAS 10.000
TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia**



Oleh :

Nama : Shaula Marwa Sabila

No. Mahasiswa : 20521094

Nama : Muhammad Iqbal Firdaus

No. Mahasiswa : 20521118

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

2025

**LEMBAR PERTANYATAAN KEASLIAN HASIL
PRARANCANGAN PABRIK BENZIL ALKOHOL DENGAN PROSES
HIDROLISIS BENZIL KLOIDA DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN
KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

Kami yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Shaula Marwa Sabila NIM : 20521094

Nama : Muhammad Iqbal Firdaus NIM : 20521118

Yogyakarta, 17 April 2025

Menyatakan bahwa seluruh hasil pra rancangan pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka kami siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.



Shaula Marwa Sabila
20521094



Muhammad Iqbal Firdaus
20521118

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PABRIK BENZIL ALKOHOL DARI BENZIL KLORIDA DAN NATRIUM
KARBONAT DENGAN PROSES HIDROLISIS DENGAN KAPASITAS
10.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Shaula Marwa Sabila

No. Mahasiswa : 20521094

Nama : Muhammad Iqbal Firdaus

No. Mahasiswa : 20521118

Yogyakarta, 17 April 2025

Pembimbing

Dr. Tintin Mutiara, S.T., M.eng

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PABRIK BENZIL ALKOHOL DARI BENZIL KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh
Nama : Shaula Marwa Sabila
No. Mahasiswa : 20521094

Telah Dipertahankan di depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 25 Juli 2025

Tim Penguji,

Dr. Tintin Mutiara, S.T., M.eng

Ketua

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

Penguji 1

Prof. Ir. Sholeh Mamun, S.T., M.T., Ph.D.

Penguji 2


29/7/2025


29/6/2025


28/07/2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Prof. Ir. Sholeh Mamun, S.T., M.T., Ph.D

NIK: 995200445

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah Rabbil'aalamiin. Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanallahu wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul "Pabrik Benzil Alkohol dari Benzil Klorida dan Natrium Karbonat dengan Proses Hidrolisis dengan Kapasitas 10.000 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 dan meridhoi setiap jalan yang dilalui dan memberikan kemudahan kepada penulis.
2. Kedua orang tua 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. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
4. Bapak Prof. Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
5. Ibu Dr. Tintin Mutiara, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, bantuan, dukungan dan kesabarannya selama penyusunan Tugas Akhir ini sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ini dengan baik.
6. Seluruh Dosen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia atas segala ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan.

7. 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'alam,

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 12 April 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERTANYAAN KEASLIAN HASIL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
INTISARI.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Penentuan Kapasitas Produksi	2
1.2.1. Kapasitas Pabrik Yang Sudah Ada	2
1.2.2. <i>Supply dan Demand</i>	3
1.2.2.1. Impor	3
1.2.2.2. Produksi	4
1.2.2.3. Ekspor	4
1.2.2.4. Konsumsi	4
1.2.2.5. Peluang Kapasitas Produksi	4
1.2.3. Ketersediaan Bahan Baku	6
1.3. Tinjauan Pustaka	6
1.3.1. Bahan Baku, Bahan Pembantu, dan Produk	6
1.3.1.1. Benzil Alkohol	6
1.3.1.2. Benzil Klorida	7
1.3.1.3. Natrium Karbonat.....	7
1.3.2. Macam – Macam Proses	7
1.4. Pemilihan Proses	9
3.1. Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	10
BAB II.....	12

2.1.	Spesifikasi Produk.....	12
2.1.1.	Sifat Fisik Produk.....	12
2.1.2.	Sifat Kimia Produk.....	13
2.1.2.1.	Benzil Alkohol	13
2.1.2.2.	Natrium Klorida	13
2.1.2.3.	Karbon Dioksida	14
2.2.	Spesifikasi Bahan Baku.....	15
2.2.1.	Sifat Fisik Bahan Baku	15
2.2.2.	Sifat Kimia Bahan Baku.....	16
2.2.2.1.	Benzil Klorida	16
2.2.2.2.	Natrium Karbonat.....	16
2.2.2.3.	Air	17
2.3.	Pengendalian Kualitas	18
2.3.1.	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	18
2.3.2.	Pengendalian Kualitas Proses	19
2.3.3.	Pengendalian Kualitas Produksi.....	20
BAB III		21
3.1.	Uraian Proses	21
3.1.1.	Tahap Penyiapan Bahan Baku.....	21
3.1.1.1.	Penyiapan Benzil Klorida	21
3.1.1.2.	Penyiapan Natrium Karbonat.....	21
3.1.2.	Tahap Proses Reaksi.....	22
3.1.3.	Tahap Pemurnian Produk	22
3.2.	Spesifikasi Alat / Mesin Produk.....	23
3.2.1.	Bucket Elevator	23
3.2.2.	Hopper.....	24
3.2.3.	Screw Conveyor	25
3.2.4.	Mixer	26
3.2.5.	Reaktor	27
3.2.6.	Knock Out Drum.....	28
3.2.7.	Dekanter	29

3.2.8.	Pompa.....	30
3.2.9.	Heater dan Cooler	33
3.3.	Perencanaan Produksi	34
3.3.1.	Kapasitas Produksi	34
3.3.2.	Analisa Kebutuhan Bahan Baku	34
3.3.3.	Analisa Kebutuhan Alat Proses	34
BAB IV		35
4.1.	Lokasi Pabrik	35
4.1.1.	Pengadaan Bahan Baku Pabrik	35
4.1.2.	Tenaga Listrik dan Bahan Bakar	35
4.1.3.	Sarana Transportasi	36
4.1.4.	Sumber Air	36
4.1.5.	Tenaga Kerja	36
4.1.6.	Pemasaran	36
4.1.7.	Iklim	36
4.1.8.	Faktor Penunjang Lain	37
4.2.	Tata Letak Pabrik	37
4.3.	Tata Letak Alat	40
4.4.	Alir dan material	42
4.4.1.	Diagram Alir Kualitatif	42
4.4.2.	Diagram Alir Kuantitatif	43
4.4.3.	Neraca Massa	44
4.5.	Perawatan	47
4.6.	Telayanan Teknik (Utilitas).....	48
4.6.1.	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	48
4.6.2.	Unit Pengolahan Air	53
4.6.3.	Unit Pembangkit <i>Steam</i>	57
4.6.4.	Listrik	58
4.6.5.	Bahan Bakar	62
4.6.6.	Spesifikasi Alat Utilitas.....	62
4.7.	Organisasi Perusahaan	68

4.7.1.	Bentuk Perusahaan	68
4.7.2.	Struktur Organisasi Perusahaan	70
4.7.3.	Gambar dan Bagan Struktur Organisasi Pabrik	73
4.7.4.	Tugas dan Wewenang	73
4.7.5.	Rencana Kerja	79
4.7.6.	Sistem Penggajian Karyawan.....	81
4.7.7.	Daftar Gaji Karyawan	83
4.8.	Evaluasi Ekonomi	84
4.8.1.	Dasar Perhitungan	85
4.8.2.	Perhitunga Biaya	86
4.8.3.	Perhitungan Biaya	89
BAB V.....		103
5.1.	Kesimpulan	103
5.1.	Saran.....	103
LAMPIRAN.....		104
DAFTAR PUSTAKA		127

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kapasitas Pabrik Benzil Alkohol.....	2
Tabel 1. 2 Data Laporan Impor Benzil Alkohol.....	3
Tabel 1. 3 Data Konsumsi	5
Tabel 1. 4 Kinerja Pemilihan Proses	9
Tabel 1. 5 Data Nilai ΔH_f°	10
Tabel 1. 6 Tabel Kinetika	11
Tabel 2. 1 Tabel Sifat Fisik Produk.....	12
Tabel 2. 2 Tabel Sifat Fisik Baban Baku.....	15
Tabel 3. 1 Spesifikasi Bucket Elevator	23
Tabel 3. 2 Spesifikasi Hopper	24
Tabel 3. 3 Spesifikasi Screw Conveyor.....	25
Tabel 3. 4 Spesifikasi Mixer.....	26
Tabel 3. 5 Spesifikasi Reaktor.....	27
Tabel 3. 6 Spesifikasi Knock Out Drum	28
Tabel 3. 7 Spesifikasi Dekanter.....	29
Tabel 3. 8 Spesifikasi Pompa	30
Tabel 3. 9 Heat dan Cooler.....	33
Tabel 4. 1 Rencana Luas Pabrik.....	39
Tabel 4. 2 Neraca Massa pada Mixer	44
Tabel 4. 3 Neraca Massa pada Reaktor	44
Tabel 4. 4 Neraca Massa Knock Out Drum	45
Tabel 4. 5 Neraca Massa pada Dekanter	45
Tabel 4. 6 Neraca Panas pada Mixer.....	46
Tabel 4. 7 Neraca Panas pada Reaktor	46
Tabel 4. 8 Neraca Panas pada Dekanter	47
Tabel 4. 9 Persyaratan Air Umpan Boiler	49
Tabel 4. 10 Kebutuhan Air Proses.....	58
Tabel 4. 11 Kebutuhan Air Pendingin	58
Tabel 4. 12 Kebutuhan Air Umpan Boiler	58
Tabel 4. 13 Kebutuhan Listrik untuk Pompa	59

Tabel 4. 14 Kebutuhan Listrik Alat Proses.....	59
Tabel 4. 15 Kebutuhan Listrik Utilitas	60
Tabel 4. 16 Kebutuhan Listrik Total pabrik Benzil Alkohol	61
Tabel 4. 17 Jabatan dan Syarat Pendidikannya	78
Tabel 4. 18 Pembagian Shift Karyawan	80
Tabel 4. 19 Daftar Gaji Karyawan	83
Tabel 4. 20 Index Harga Asli.....	86
Tabel 4. 21 Harga Alat Sampai di Tempat.....	89
Tabel 4. 22 Harga Bangunan	92
Tabel 4. 23 Daftar Harga Utilitas dari Dalam Negeri	93
Tabel 4. 24 Harga Alat Utilitas dari Luar Negeri	94
Tabel 4. 25 Daftar Harga Alat Utilitas dari Luar Negeri	95
Tabel 4. 26 Investasi Modal Tetap	96
Tabel 4. 27 Daftar Upah Karyawan.....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Impor Benzil Alkohol	3
Gambar 4. 1 Tampilan Google Earth Lokasi Pabrik Benzil Alkohol.....	35
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik Benzil Alkohol Skala 1:100	39
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Skala 1:100	41
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif	42
Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif	43
Gambar 4. 6 Diagram Alir Utilitas	57
Gambar 4. 7 Struktur Organisasi Pabrik	73
Gambar 4. 8 Grafik Evaluasi Ekonomi	102

INTISARI

Perancangan pabrik benzil alkohol ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan nasional dan mengurangi ketergantungan terhadap impor. Benzil alkohol merupakan senyawa kimia penting yang digunakan dalam industri pelapis, pelarut parfum, dan bahan aditif lainnya. Pabrik ini dirancang dengan kapasitas produksi sebesar 10,000 ton/tahun menggunakan bahan baku benzil klorida dan natrium karbonat melalui proses hidrolisis. Lokasi pabrik dipilih di Kabupaten Gresik, Jawa Timur, karena dekat dengan sumber bahan baku dan sarana transportasi. Proses produksi melibatkan tahap penyiapan bahan baku, reaksi kimia menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB), dan tahap pemurnian produk. Evaluasi kelayakan menunjukkan nilai ROI sebelum pajak sebesar 39,18% per tahun dan setelah pajak sebesar 28,79% per tahun, dengan nilai BEP sebesar 41,25%. Dengan hasil tersebut, pendirian pabrik benzil alkohol ini dinyatakan layak secara teknis dan ekonomis.

Kata kunci: Benzil Alkohol, Benzil Klorida, Natrium Karbonat, Hidrolisis, Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

ABSTRACT

The design of this benzyl alcohol plant aims to meet national demand and reduce dependency on imports. Benzyl alcohol is an essential chemical compound used in the coatings industry, perfume solvents, and other additive materials. This plant is designed with a production capacity of 10,000 tons/year using benzyl chloride and sodium carbonate as raw materials through a hydrolysis process. The chosen plant location is in Gresik Regency, East Java, due to its proximity to raw material sources and transportation facilities. The production process includes raw material preparation, chemical reaction using a Continuous Stirred-Tank Reactor (CSTR), and product purification. Feasibility analysis shows a pre-tax ROI of 39.18% per year and a post-tax ROI of 28.79% per year, with a BEP value of 41.25%. Based on these results, the establishment of the benzyl alcohol plant is considered technically and economically feasible.

Keywords: Benzyl Alcohol, Benzyl Chloride, Sodium Carbonate, Hydrolysis, Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan teknologi dan juga industri di dunia semakin maju. Beberapa pengembangan, revolusi, dan evaluasi dilakukan guna mendapatkan hasil yang optimal. Salah satunya adalah industri bahan-bahan kimia. Peningkatan perkembangan industri bahan kimia terlihat dari berdirinya pabrik yang mengelola industri bahan kimia. Oleh karena itu, pengembangan industri Benzil alkohol, menjadi bahan kimia yang dapat dikelola melalui beberapa tahapan proses industri untuk dapat memenuhi kebutuhan pasar domestik maupun internasional.

Benzil alkohol adalah bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai bidang industri. Benzil alkohol merupakan senyawa yang terdapat melalui bahan dalam alam atau bentuk gabungan dengan senyawa lain. Benzil alkohol dan turunannya banyak ditemukan dalam berbagai bidang, seperti pernis, pelapis dan komposisi tekstil *coating* atau *waterproofing*. Benzil alkohol juga digunakan sebagai bahan awal untuk pembuatan pelarut (solvent) parfum. Benzil alkohol juga merupakan ester yang berfungsi dalam industri sabun, parfum dan rasa.

Indonesia belum memiliki pabrik Benzil alkohol, sehingga kebutuhan bahan kimia tersebut diperoleh dari beberapa negara lain yaitu China, Eropa, Amerika, dan India. Berdasarkan data yang tertera, benzil alkohol mengalami kenaikan nilai data impor selama 5 tahun terakhir terhitung hingga akhir Desember 2023. Maka dari itu, pengembangan industri untuk pendirian pabrik kimia benzil alkohol dapat menjadi sebuah jalan untuk mengurangi angka pada nilai data impor tersebut. Adanya suatu pabrik yang berdiri diharapkan untuk memenuhi kebutuhan benzil alkohol dalam negeri maupun luar negeri.

1.2. Penentuan Kapasitas Produksi

Kapasitas penentuan produksi perancangan pabrik merupakan penentuan faktor teknis maupun ekonomis. Penentuan kapasitas berdasarkan pertimbangan melalui ketersediaan bahan baku, data impor benzil alkohol, dan kapasitas produksi pabrik yang sudah ada.

1.2.1. Kapasitas Pabrik Yang Sudah Ada

Kapasitas pabrik yang sudah ada dapat dipertimbangkan sebagai penentuan kapasitas pabrik yang akan beroperasi. Berikut adalah daftar nama Pabrik yang telah memproduksi Benzil Alkohol di luar negeri yang tersaji pada tabel 1.1 di bawah ini:

Tabel 1. 1 Kapasitas Pabrik Benzil Alkohol

No	Produsen	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
1.	Wuhan Youji Industries	China	50.000
2.	Hubei Greenhome	China	20.000
3.	Wuhan Biet Co.Ltd	China	5.000
4.	Sheetal Organics	Amerika	12.000
5.	Emerald Performance Materials LLC	Amerika	15.000
6.	Gujarat Alkalies Co.Ltd	India	3.000
7.	Greece Vent Company	India	6.000
8.	Inoes AG	London	17.000
9.	Midas Pharma GmbH	Jerman	13.000
10.	Kirsch Pharma GmbH	Jerman	14.000

Sumber : www.samiraschem.com

Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus di atas kapasitas pabrik minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang saat ini beroperasi.

1.2.2. Supply dan Demand

1.2.2.1. Impor

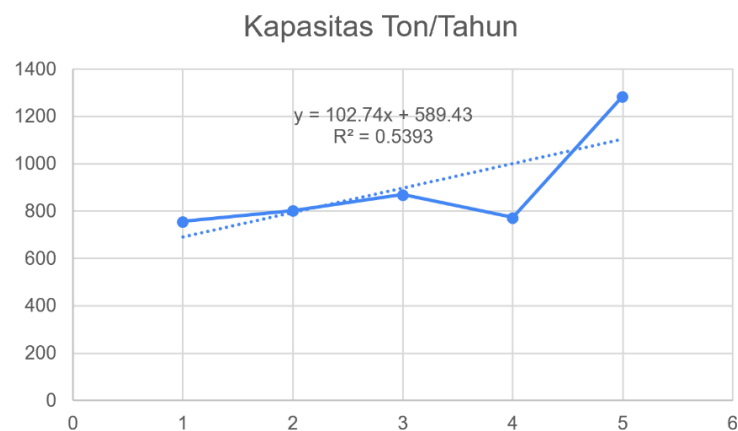
Kegiatan impor benzil alkohol selama 5 tahun disajikan melalui tabel 1.2 di bawah ini :

Tabel 1. 2 Data Laporan Impor Benzil Alkohol

Tahun	Kapasitas Impor (Kg/Tahun)
1	757,148
2	802,674
3	869,812
4	772,854
5	1.285,760

Sumber : BPS 2023

Berdasarkan tabel di atas dapat digambarkan grafik kebutuhan impor Benzil Alkohol di Indonesia yang tersaji pada gambar 1.1 di bawah ini :



Gambar 1. 1 Grafik Impor Benzil Alkohol

Berdasarkan grafik data impor benzil alkohol di dapatkan persamaan $y = 102740x - 2E+08$. Nilai x sebagai fungsi tahun satuan ton dan y adalah data impor benzil alkohol pada tahun tertentu satuan ton. Pabrik benzil alkohol di rencanakan beroperasi pada tahun 2029, sehingga perhitungan kapasitas menurut persamaan garis linear tersebut adalah :

$$y = 102,74x + 589,43 \quad (1.1)$$

$$y = 102,74(2029) + 589,43$$

$$y = 208637,93 \text{ ton/tahun}$$

$$y = 208637,93 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan persamaan regresi linear mendapatkan nilai kapasitas pabrik benzil alkohol tahun 2029 adalah 208637,93 ton/tahun.

1.2.2.2. Produksi

Nilai produksi benzil alkohol dinyatakan 0 karena di Indonesia belum tersedia pabrik yang memproduksi Benzil Alkohol di Indonesia

1.2.2.3. Ekspor

Nilai ekspor dinyatakan 0 karena di Indonesia masih belum melakukan kegiatan ekspor Benzil Alkohol

1.2.2.4. Konsumsi

Data konsumsi didapatkan berdasarkan beberapa sampel produk rumah tangga yang digunakan sehari-hari pada masyarakat Indonesia. Perhitungan nilai benzil alkohol yang digunakan pada beberapa sampel berikut adalah :

Nilai benzil alkohol yang terkandung pada Produk

= Kapasitas Produksi Produk $\times$ Nilai % benzil alkohol dalam produk

1.2.2.5. Peluang Kapasitas Produksi

Nilai peluang produksi ini didapat dari data supply dan demand yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\text{Peluang} = \text{Supply} - \text{Demand}$$

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

$$= (209,048,89 + 0) - (0 + 23,230)$$

$$= 185.818,890 \text{ Ton/Tahun}$$

Tabel 1. 3 Data Konsumsi

Nama Pabrik	Merek Produk	Nilai Benzil Alkohol	Kapasitas	Jumlah
PT. Unilever Indonesia Tbk	Shampo Clear	132.000	1%	1320
	Shampo Dove			
	Shampo Lifebouy			
	Sabun Lifebouy	90.000	1%	900
	Sabun Lux			
PT Paragon Technology and Innovation	Shampo Wardah	35.000	1%	350
PT Procter & Gambel Home Product Indonesia	Shampo Pantene	65.000	1%	650
	Shampo Head and Soulders	80.000	1%	800
PT Lion Wings	Shampo Zinc	45.000	1%	450
PT Bina Karya Prima	Sabun Shinzui	40.000	1%	400
PT Kao Indonesia	Sabun Biore	45.000	1%	450
PT Procter & Gambel Home Product Indonesia	Pewangi Baju Downy	35.000	6%	2100
PT. Unilever Indonesia Tbk	Pewangi Baju Molto	25.000	5%	1250
Wings Group	Pewangi Baju Royale	20.000	5%	1000
Wings Group	Pewangi Baju So Klin	18.000	5%	900
PT. Colgate-Palmolive Indonesia	Pasta Gigi Colgate	60.000	10%	6000
PT. Unilever Indonesia Tbk	Pasta Gigi Pepsodent	45.000	10%	4500
PT Lion Wings	Pasta Gigi Kodomo	36.000	6%	2160
Total konsumsi Benzil Alkohol pada Produk yang digunakan sehari-hari				23.230

Berdasarkan beberapa aspek penentuan kapasitas perancangan pabrik yang akan berdiri dan beroperasi pada tahun 2029, adapun aspek tinjauan penentuan kapasitas pabrik yang akan berdiri juga melihat dari kapasitas pabrik yang berdiri di Luar Negeri dengan kapasitas 10.000 ton/tahun diharapkan dengan kapasitas tersebut dapat memenuhi sebagian kebutuhan bahan kimia benzil alkohol di Indonesia. Besar adanya harapan untuk mengurangi angka impor produk benzil alkohol yang ada di Indonesia.

1.2.3. Ketersediaan Bahan Baku

Salah satu kebutuhan utama suatu proses produksi pabrik adalah bahan baku. Bahan baku pembuatan benzil alkohol adalah benzil klorida dan natrium karbonat. Benzil klorida diperoleh dengan cara impor dari Shandong Liaocheng Luxi Chemical Sale Co. Ltd, China yang memiliki kapasitas 80.000 ton/tahun. Sementara bahan baku natrium karbonat diperoleh dari supplier PT. Aneka Kimia Inti, Surabaya dengan Kapasitas 60.000 ton/tahun dan PT. Graha Jaya Pratama di Sidoarjo dengan Kapasitas 45.000 ton/tahun.

Berdasarkan ketersediaan bahan baku nilai 10.000 ton/tahun dengan beberapa pertimbangan berikut dapat memenuhi produksi benzil alkohol sebagai kapasitas pabrik yang akan beroperasi.

1.3. Tinjauan Pustaka

1.3.1. Bahan Baku, Bahan Pembantu, dan Produk

1.3.1.1. Benzil Alkohol

Benzil alkohol merupakan senyawa alkohol aromatik dengan rumus molekul $C_6H_5CH_2OH$. Nama lain senyawa benzil alkohol adalah Benzenemethanol; *a*-Hydroxytoluene; *a*-Toluenol; (Hydroxymethyl) benzene; Benzenecarbinol; Phenylmethanol; Phenylmethyl alcohol; Hydroxytoluene; Bentalol; Benzoyl alcohol; dan Benzylic alcohol. Benzil alkohol adalah bahan kimia yang memiliki banyak aplikasi industri seperti pelarut untuk sistem pewarna dan sebagai campuran parfum.

Benzil alkohol digunakan sebagai pelarut dan pengawet antimikroba, tetapi juga digunakan sebagai antiseptik dan anastesi lokal. Benzil alkohol juga digunakan sebagai bahan baku berbagai ester, sabun, serta industri perasa. (Swarupa G Kulkarni, 2005)

Benzil alkohol dioksidasi di bawah kondisi oksidasi membentuk benzaldehida. Jika kadar alkohol lebih tinggi dari biasanya, benzaldehida juga akan memberikan efek yang merugikan. Alkohol benzil dapat mengalami dehidrogenase dalam beberapa fase gas dengan menggunakan katalis yang

mengandung tembaga atau logam mulia. Produk dehidrogenase utama adalah benzaldehida. (Ullman's, 2011)

1.3.1.2. Benzil Klorida

Benzil klorida adalah suatu senyawa anggota kelas benzil klorida yang merupakan toluena tersubstitusi pada alfa-karbon dengan klorin. Benzil klorida juga merupakan turunan terklorinasi rantai samping paling sederhana dari toluena. Memiliki rumus molekul $C_6H_5CH_2Cl$, dan nama lain (Chloromethyl) benzene. Benzil Klorida merupakan senyawa dengan fasa cair tidak memiliki warna serta aroma kuat dan dapat mengiritasi.

Benzil klorida adalah bahan kimia perantara dalam pembuatan pewarna, tanin sintesis, dan resin. Senyawa ini dapat menimbulkan iritasi parah pada saluran pernafasan bagian atas, kulit, mata, dan selaput lendir. EPA (Environmental Protection Agency United Station) mengklasifikasikan benzil klorida sebagai grup B2, serta masuk pada senyawa yang cukup mudah terbakar serta berbahaya. (EPA, 1998)

1.3.1.3. Natrium Karbonat

Natrium karbonat adalah senyawa yang memiliki rumus molekul Na_2CO_3 , dikenal dengan nama soda abu. Natrium karbonat berasal dari garam asam karbonat yang dapat dengan mudah larut dengan air.

Natrium karbonat umumnya berbentuk padatan atau serbuk dan tidak memiliki bau. Pada dunia industri, natrium karbonat banyak digunakan untuk campuran beberapa jenis sabun, gelas, bahkan dapat digunakan sebagai pemutih untuk mencuci wol, kapas, dan linen.

1.3.2. Macam – Macam Proses

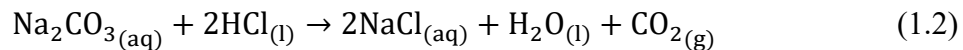
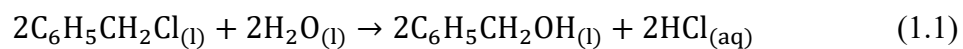
Pada umumnya pembuatan benzil alkohol dapat dilakukan di beberapa proses yaitu Oksidasi toluena, Hidrogenasi reduksi benzaldehida (proses cannizaro), dan Hidrolisis benzil klorida.

1.3.2.1. Hidrolisis Benzil Klorida

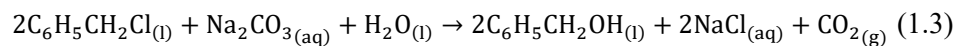
Reaksi hidrolisis merupakan reaksi pembuatan benzil alkohol yang terdapat di beberapa industri. Penggunaan reaksi larutan alkali terdiri dari air dan

komponen basa salah satunya adalah natrium karbonat. Keberhasilan proses bergantung pada komponen air dan basa larutan alkali dengan mempertimbangkan perhitungan tertentu agar proses lebih maksimal untuk menghasilkan benzil alkohol agar terbebas dari benzil eter.

Reaksi yang berlangsung pada reaktor fase cair dengan kondisi suhu 110°C-105°C serta tekanan 2 atm tanpa penggunaan katalis dapat menghasilkan kemurnian 99% serta konversi reaksi yang dihasilkan 76%. Persamaan reaksinya adalah :



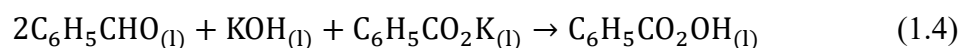
Reaksi berlangsung pada reaktor dengan cepat sehingga mendapatkan substitusi persamaan menjadi :



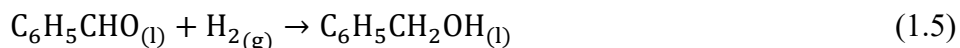
(Kirk Othmer, 1991)

1.3.2.2. Hidrogenasi dan Reduksi Benzilaldehida (*Cannizaro Process*)

Proses pembuatan senyawa benzil alkohol melalui Reaksi Hidrogenasi dan Reduksi Benzilaldehida diperoleh melalui Reaksi Cannizaro. Aldehida aromatik direduksi menjadi alkohol pada fase homogen (cair-cair). Aldehida tanpa atom α -hidrogen yang digunakan dalam sistesis ini ialah benzaldehida sedangkan ion hidroksidanya ialah *KOH* atau kalium hidroksida. Pada reaksi ini setengah dari aldehida akan direduksi menjadi alkohol, setengah alkali lainnya menjadi asam hingga mencapai kemurnian 60%. Persamaan reaksinya adalah:

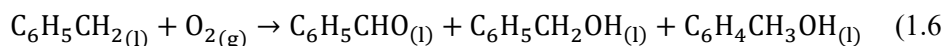


Setelah didapatkan persamaan Cannizaro, Hidrogenasi benzaldehida digunakan sebagai agen pereduksi dengan penggunaan katalis alkali. Adapun proses untuk menghasilkan benzil alkohol menggunakan katalis tertentu yaitu Nikel Raney atau natrium amalgam. Sehingga didapatkan persamaan reaksinya sebagai berikut:



1.3.2.3. 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 kondisi stabil hidroperoksida. Benzil alkohol dapat pula diperoleh dengan me-oksidasi toluena menggunakan katalis yang digunakan adalah stabilizer untuk peroksida organik. Adapun persamaanya sebagai berikut :



1.4. Pemilihan Proses

Tabel 1. 4 Kinerja Pemilihan Proses

Kriteria	Jenis Proses		
Parameter yang ditinjau	Hidrolisis Benzil Klorida	Hidrogenasi dan Reduksi (Reaksi <i>Canmizaro</i>)	Oksidasi Toluena
Bahan Baku	- Benzil Klorida - Natrium Karbonat	- Benzilaldehida - Kalium Hidroksida - Hidrogen	2. Toluena 3. Oksigen
Proses	Tanpa Katalis	Katalis alkali, Alheida beberapa bagian yang direduksi	Katalis berupa logam, mangan, atau tembaga untuk memberikan kondisi stabil Hidroperoksida
Biaya	Bahan baku lebih murah dan ekonomis	Bahan benzilaldehida relative mahal dan sudah lama tidak digunakan dalam skala industri	Biaya produksi tidak seimbang dengan yield yang dihasilkan
Hasil Samping	- Gas Karbondioksia - Natrium Klorida	Asam Benzoat	- Benzilaldehida - Asam Benzoat
Kondisi Operasi			
Temperatur (°C)	190°C	24°C - 27°C	25°C
Tekanan (atm)	2 atm	3 hingga 4 atm	10 hingga 29 atm
Konversi	99,96 %	60 %	75 %
Kelebihan	Tanpa katalis dan konversi tinggi pada hasil kemurnian	Suhu rendah dan konversi tinggi	Bahan baku mudah dicari dan suhu rendah
Kekurangan	Membutuhkan suhu dan tekanan yang tinggi	Harga bahan baku yang relatif mahal dan tekanan tinggi	Harga bahan baku dengan proses pembuatan tidak seimbang dan tidak ekonomis

Berdasarkan tabel pemilihan proses di atas diambil Proses Hidrolisis untuk memproduksi benzil alkohol di Indonesia. Proses tersebut dipilih karena memiliki beberapa keuntungan yaitu konversi reaksinya besar, tidak menggunakan katalis, kondisi operasi seperti suhu dan tekanan relatif paling rendah sehingga dapat menekan kebutuhan energi.

3.1. Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

Tinjauan secara termodinamika digunakan untuk mengetahui sifat dan arah reaksi yaitu eksotermis atau endotermis.

Tabel 1. 5 Data Nilai ΔH_f°

Zat	ΔH_f° (kJ/mol)	S° (J/mol·K)
Benzil Klorida	-30,2	309
Benzil Alkohol	-161	317
Natrium Karbonat	-1130	136
Air	-285,8	69,9
Natrium Klorida	-411	72,1
Karbondioksida	-393,5	213,6

$$\Delta H^\circ = \Delta H_f^\circ (\text{Produk}) - \Delta H_f^\circ (\text{Reaktan})$$

$$\begin{aligned}
 &= [2(-161,0) + 2(-411,0) + (-393,5)] - [2(-30,2) + (-1130) + (-285,8)] \\
 &= [-322,0 - 822,0 - 393,5] - [-60,4 - 1130 - 385,8] \\
 &= -1573,5 - 9 - 1476,2 = -61,3 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

Menghitung ΔS° Reaksi

$$\Delta S^\circ = S^\circ (\text{Produk}) - S^\circ (\text{Reaktan})$$

$$\begin{aligned}
 &= [2(317,0) + 2(72,1) + 213,6] - [2(309) + 136,0 + 69,9] \\
 &= [634,0 + 144,2 + 213,6] - [618 + 136,0 + 69,9] \\
 &= 991,8 - 823,9 = 167,9 \text{ J/mol}
 \end{aligned}$$

Menghitung ΔG° pada Suhu 378 K (105°C)

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

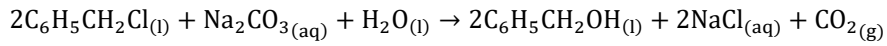
$$\Delta S = 167,9 \text{ J/mol} = 0,1679 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G = -61,3 - (378)(0,1679) = -61,3 - 63,44 = -124,74 \text{ kJ/mol}$$

Karena Nilai $\Delta H = -63,3 \text{ kJ/mol}$ adalah negatif maka reaksi yang terjadi adalah Eksotermis.

Tinjauan Kinetika Reaksi

Reaksi yang terjadi pada Reaktor adalah :



Dengan data pada Referensi Jurnal Kinetika Reaksi mengolah data sebagai berikut dan dihitung menggunakan persamaan Arrhenius.

Tabel 1. 6 Tabel Kinetika

T, C	T, K	1/T	k	ln k
55,15	328,3	0,003046	0,0000266	-10,5346
61,8	334,95	0,002986	0,0000239	-10,6416
71,5	344,65	0,002901	0,0000278	-10,4905
82,25	355,4	0,002814	0,0000342	-10,2833

Data diolah menggunakan Persamaan Arrhenius untuk mencari Nilai Konstanta laju reaksi :

$$k = Ae^{-E/RT}$$

$$\ln k = \ln A - \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T} \right)$$

Pada suhu 105°C didapatkan Nilai $k = 0,000039915 \text{ kJ/mol}$

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

2.1.1. Sifat Fisik Produk

Tabel 2. 1 Tabel Sifat Fisik Produk

Nama	Benzil Alkohol	Natrium Karbonat	Karbon Dioksida
Rumus molekul	$C_6H_5CH_2OH$	NaCl	CO_2
Berat molekul	58,5	58,443	44,01
Wujud dalam kondisi kamar	Liquid	Padat kristal	Gas
Kemurnian	99%	100%	-
Titik didih pada 1 atm (°C)	205,331 (Lide, 2003)	1465	-78,46
Titik lebur pada 1 atm (°C)	-	800,7	-56,56
Titik beku (°C)	-15,4 (Lide, 2003)	-	-
Titik didih (°C)	1465	-	-
Titik lebur (°C)	800,8	-	-
Suhu kritis (°C)	442	100	31,14
Tekanan kritis (mPa)	4,3	-	72,85
Tekanan uap (kPa)	0,015	-	56,5
Berat jenis (g/mL)	1,0419 (24°C)	-	1,799
Kapasitas panas (J/gK)	2,015 (cair 25°C)	-	37,13
Panas laten peleburan (kJ/gK)	8,97	-	9,02
Viskositas (mPa s)	5,47	-	-
Densitas (g/m^3)	2,164	2,164	1,976
Autoignition temperature (°C)	437	-	-

(Perry,R,H., 1984)

2.1.2. Sifat Kimia Produk

2.1.2.1. Benzil Alkohol

Sifat kimia benzil alkohol, yang terutama ditentukan oleh gugus hidroksilnya yang menunjukkan reaksi khas alkohol alifatik, memberikan keragaman dalam aplikasinya dalam sintesis organik. Panas yang diberikan dengan senyawa dehidrasi seperti aluminium oksida atau dengan menggunakan asam kuat atau basa, menghasilkan produk seperti dibenzil eter, toluena, dan benzaldehida. Reaksi ini terjadi melalui berbagai jalur, termasuk oksidasi yang secara perlahan membentuk benzaldehida, serta dehidrogenasi dengan katalis tembaga atau logam mulia, menghasilkan benzaldehida sebagai produk utama. Reaksi hidrogenasi pada benzil alkohol dapat menghasilkan berbagai senyawa organik lainnya, termasuk toluena, benzena, dan lain-lain, yang variannya tergantung pada kondisi reaksi yang digunakan (Kirk-Othmer, 2004).

Sementara itu, ketika benzil alkohol bereaksi dengan katalis Friedel-Crafts seperti aluminium klorida anhidrat, seng klorida, asam sulfat pekat, atau asam perklorat, pembentukan produk resin terjadi. Namun, untuk menghindari risiko, benzil alkohol tidak boleh dipanaskan di atas suhu 100°C kecuali jika terdapat pelarut bebas asam dan besi terlarut yang hadir (Ullmann, 1914). Perhatian terhadap kondisi reaksi dan keamanan merupakan faktor penting dalam memanfaatkan sifat kimia benzil alkohol untuk berbagai aplikasi sintesis organik (Kirk-Othmer, 2004; Ullmann, 1914).

2.1.2.2. Natrium Klorida

Natrium klorida, atau garam dapur, memiliki sifat kimia yang beragam dan penting. Senyawa ini dapat terdekomposisi pada suhu tinggi dan menghasilkan asap HCl atau Na₂O yang beracun. Namun, natrium klorida stabil dalam bentuk padatan dan bersifat higroskopis, yang berarti dapat menyerap kelembaban dari udara. Senyawa ini juga dapat tersedia dalam wujud larutan, yang mana larutan ini dapat bersifat korosif pada bahan logam. Ketika larutan natrium klorida dibiarkan menguap, ia dapat meninggalkan residu garam yang dapat mengakibatkan korosi pada logam. Oleh karena itu, penting untuk memahami

sifat-sifat kimia natrium klorida agar dapat mengelola dan memanfaatkannya dengan aman dan efektif.

2.1.2.3. Karbon Dioksida

Senyawa karbon dioksida memiliki beberapa sifat kimia yang penting. Pertama, secara umum, karbondioksida tidak dapat terbakar dan cenderung bersifat agak asam. Ini karena sifat polar molekulnya yang memungkinkan interaksi dengan air di udara, membentuk asam karbonat, yang memberikan sedikit keasaman pada larutan. Namun, lebih menarik lagi, karbondioksida dapat mengalami dekomposisi jika dipanaskan pada suhu yang cukup tinggi, biasanya di atas 2000°C. Proses ini dapat menghasilkan karbon monoksida yang sangat beracun (Kirk-Othmer, 2004).

Karbon monoksida merupakan gas beracun yang dapat menyebabkan keracunan fatal jika terhirup dalam jumlah yang signifikan. Oleh karena itu, sifat kimia karbondioksida, yang meliputi ketidakmampuannya untuk terbakar dan kemampuannya untuk menghasilkan gas beracun saat dipanaskan pada suhu tinggi, penting untuk dipahami dalam konteks keselamatan dan lingkungan.

2.2. Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1. Sifat Fisik Bahan Baku

Tabel 2. 2 Tabel Sifat Fisik Baban Baku

Nama	Benzil Klorida	Natrium Klorida	Air
Rumus molekul	$C_6H_5CH_2Cl$	Na_2CO_3	H_2O
Berat molekul	126,584	106	18,015
Wujud dalam kondisi kamar	Liquid	Serbuk	Liquid
Kemurnian	99,7%	100%	-
Titik didih pada 1 atm (°C)	179	Dekomposisi	100
Titik lebur pada 1 atm (°C)	-	858,1	0
Titik beku (°C)	-	0	-
Titik didih (°C)	-	100	-
Suhu kritis (°C)	411	374	374
Tekanan kritis (mPa)	38,5	22,0889	218
Tekanan uap (kPa)	0,164	101,325	101,325
Berat jenis (g/mL)	1,095 (20°C)	2,533 (25°C)	0,997
Kapasitas panas (J/gK)	1,44 (cair 25°C)	-	4,22 (cair 25°C)
Panas laten peleburan (kJ/gK)	-	-	40,63
Viskositas (mPa s)	-	1,050	1,050 (cP)
Densitas (g/m^3)	1,1	1	0,998
Autoignition temperature (°C)	585	-	-

(Perry,R,H., 1984)

2.2.2. Sifat Kimia Bahan Baku

2.2.2.1. Benzil Klorida

Benzil klorida adalah senyawa kimia yang memiliki sifat korosif terhadap logam dan jaringan, serta dapat dengan mudah meledak jika kondisi flash point campuran uap-udaranya melebihi batas yang ditentukan. Kontak dengan air atau uap panas dapat menyebabkan dekomposisi senyawa ini, menghasilkan asap beracun, yaitu hidrogen klorida. Sebagai senyawa alifatik terhalogenasi yang sangat reaktif, benzil klorida cenderung berpolimerisasi jika dipanaskan dan jika terdapat senyawa logam (kecuali nikel dan timah) dan asam klorida dalam lingkungan. Untuk mencegah polimerisasi ini, penggunaan inhibitor seperti trietilamin, propilena oksida, atau natrium karbonat diperlukan.

Kereaktifan benzil klorida akan berkurang dengan peningkatan substitusi halogen untuk atom hidrogen dalam molekulnya. Seiring dengan itu, diperlukan perhatian khusus dalam penggunaan senyawa ini karena kemungkinan reaksi yang dapat terjadi. Oksidasi benzil klorida oleh senyawa alkali seperti KMnO_4 akan menghasilkan asam benzoat, menunjukkan potensi reaktivitas senyawa ini dalam lingkungan yang sesuai. Oleh karena itu, penggunaan benzil klorida perlu dilakukan dengan hati-hati dan harus mempertimbangkan berbagai kondisi lingkungan serta penggunaan inhibitor untuk mengendalikan reaktivitasnya.

Selain itu, benzil klorida juga rentan terhadap dekomposisi yang dapat menghasilkan asap beracun, terutama hidrogen klorida. Oleh karena itu, perlu dihindari kontak langsung dengan air atau uap panas untuk mencegah kemungkinan reaksi yang tidak diinginkan. Demikian pula, perlu diingat bahwa kereaktifan benzil klorida dapat dipengaruhi oleh keberadaan senyawa logam tertentu dalam lingkungan, yang dapat memicu polimerisasi dan reaksi berbahaya lainnya. Dengan memahami sifat kimia ini, penggunaan dan penanganan benzil klorida dapat dilakukan dengan lebih aman dan efisien.

2.2.2.2. Natrium Karbonat

Natrium karbonat memiliki sifat kimia yang menarik. Pertama, senyawa ini stabil pada kondisi normal penggunaan, namun higroskopis, yang berarti dapat menyerap kelembapan dari udara. Namun, ada beberapa kondisi yang perlu

dihindari. Misalnya, natrium karbonat tidak boleh bersentuhan dengan bahan tak tercampur seperti asam kuat, karena dapat menyebabkan reaksi berbahaya. Selain itu, kondisi panas, lembap, atau berair juga harus dihindari, karena dapat meningkatkan risiko kecelakaan.

Secara khusus, natrium karbonat memiliki reaktivitas yang signifikan dengan beberapa zat. Misalnya, ketika bereaksi dengan logam aluminium panas dan amonia, senyawa ini dapat dengan mudah meledak. Juga, jika bereaksi dengan fluoride, natrium karbonat dapat mudah terbakar. Bahkan, jika bereaksi dengan fluorine, akan terjadi dekomposisi pada suhu normal. Proses dekomposisi ini mulai terjadi pada suhu sekitar 400°C , sehingga titik didihnya tidak dapat ditentukan secara pasti.

Ketika natrium karbonat dipanaskan hingga mencapai titik dekomposisi, akan menghasilkan asap beracun Na_2O . Senyawa ini memiliki kelarutan yang bervariasi tergantung pada pelarutnya. Misalnya, larut dalam air panas dan gliserol, larut sebagian dalam air dingin, tetapi tidak larut dalam aseton dan alkohol. Oleh karena itu, pemahaman yang cermat tentang sifat kimia natrium karbonat sangat penting untuk menghindari risiko yang terkait dengan penggunaannya.

2.2.2.3. Air

Air memiliki sifat kimia yang sangat penting dan unik. Sebagai molekul polar, air memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan hidrogen antara molekul-molekulnya. Ikatan hidrogen ini memungkinkan air untuk memiliki titik didih dan titik beku yang relatif tinggi untuk sebuah senyawa kecil. Sifat-sifat ini menghasilkan air sebagai pelarut yang sangat efektif untuk berbagai zat polar dan ionik.

Selain itu, air juga memiliki sifat sebagai pelarut universal. Ini berarti air dapat melarutkan banyak zat yang beragam, mulai dari garam hingga gula dan bahkan senyawa organik kompleks seperti asam amino. Hal ini disebabkan oleh kemampuan molekul air untuk membentuk ikatan hidrogen dengan molekul-molekul lain, yang memungkinkan molekul-molekul tersebut tersebar dalam larutan.

Sifat kimia air yang penting lainnya adalah kemampuannya sebagai agen reaksi dalam berbagai proses kimia. Air dapat berperan sebagai pembawa atau penerima proton (H^+), yang merupakan dasar bagi sebagian besar reaksi asam-basa dalam kimia. Ini juga memungkinkan air untuk berperan dalam reaksi oksidasi-reduksi, di mana air dapat melepaskan atau menerima elektron.

Karena sifat-sifatnya yang unik ini, air sangat penting dalam banyak proses kimia biologis dan lingkungan. Ini berperan dalam proses metabolisme, transportasi nutrisi dalam tubuh organisme hidup, dan menjaga keseimbangan lingkungan, seperti dalam siklus air dan peristiwa hujan. Keseluruhan, sifat kimia air menjadikannya molekul yang krusial bagi kehidupan di Bumi.

2.3. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan upaya sistematis yang bertujuan untuk memastikan bahwa setiap tahap produksi, mulai dari pemilihan bahan baku hingga pendistribusian produk akhir, memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Dengan demikian, produk atau jasa yang dihasilkan tidak hanya sesuai dengan kebutuhan konsumen, tetapi juga mampu meningkatkan kepuasan pelanggan, efisiensi produksi, dan reputasi perusahaan. Melalui pengendalian kualitas, kita dapat mencegah terjadinya kesalahan produksi, mengurangi pemborosan, serta menjaga konsistensi kualitas produk

2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku merupakan serangkaian langkah yang krusial untuk memastikan bahwa bahan-bahan yang digunakan dalam proses produksi, seperti benzil klorida, natrium karbonat, dan air, memenuhi spesifikasi dan standar mutu yang telah ditetapkan. Tujuan utama dari pengendalian ini adalah untuk mencegah timbulnya masalah pada produk akhir akibat kualitas bahan baku yang tidak sesuai. Sebelum proses produksi dimulai, bahan baku akan menjalani pengujian untuk memastikan kemurnian dan kadar airnya sesuai dengan persyaratan. Dengan demikian, dapat dipastikan bahwa bahan baku yang digunakan dapat diproses dengan baik dan menghasilkan produk akhir yang berkualitas.

2.3.2. Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian proses bertujuan dalam meminimalisir terjadinya kesalahan dalam mempertahankan mutu standar yang telah ditetapkan. Pengendalian proses dilakukan secara sistematis untuk menjamin proses produksi beroperasi sesuai dengan rencana penetapan standar mutu yang diterapkan dan melakukan revisi atas kesalahan yang terjadi sehingga menghasilkan produksi sesuai mutu standar yang berlaku. Pengendalian proses dijalankan dengan sistem Automatic Control yang telah di setting pada nilai tertentu. Pada dasarnya sistem pengendalian terdiri dari (Considine, 1985):

1. Sensing elemen (Primary Element) Elemen yang menunjukkan adanya perubahan dari harga variabel yang diukur.
2. Elemen pengukur (Measurement Element) Elemen pengukur adalah suatu elemen yang sensitif terhadap adanya perubahan suhu, tekanan, laju alir, maupun tinggi fluida. Perubahan ini merupakan sinyal dari proses dan disampaikan oleh elemen pengukur ke elemen pengantar.
3. Elemen Pengontrol (Controlling Element) Elemen pengontrol yang menerima sinyal kemudian akan segera mengatur perubahan – perubahan proses tersebut sama dengan set point (nilai yang diinginkan). Dengan demikian elemen ini akan dapat segera memperkecil ataupun meniadakan penyimpanan yang terjadi.
4. Elemen pengontrol akhir (Final Control Element) Elemen ini merupakan elemen yang akan melakukan rubah masukan yang keluar dari elemen prengontrol kedalam proses sehingga variabel yang diukur tetap berada dalam batas yang diinginkan dan merupakan hasil yang dikehendaki. Beberapa alat kontrol yang umum digunakan dalam pengendalian kualitas proses di suatu pabrik, yaitu :
 - a. *Temperature controller*, alat yang digunakan dalam mengatur dan memantau suhu yang terjadi dari penyimpanan bahan baku hingga produksi.
 - b. *Flow controller*, alat yang digunakan untuk mengatur aliran, baik aliran masuk maupun aliran keluar proses.

- c. *Level controller*, alat yang digunakan untuk pengendalian volume cairan pada tangki/vessel.
- d. *Pressure controller*, alat yang digunakan untuk mengatur tekanan di dalam reaktor.
- e. *Ratio controller*, alat yang digunakan untuk mengatur rasio masuknya antara bahan baku benzil klorida dan natrium karbonat

2.3.3. Pengendalian Kualitas Produksi

Pengendalian produksi bertujuan dalam menghasilkan produk sesuai standar mutu yang telah diterapkan. Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara system control sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka di lakukan uji densitas, 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 4 tahapan yaitu : Tahap penyiapan bahan baku, tahap pembentukan produk, tahap pemurnian dan pemisahan produk serta tahap pembentukan akhir produk.

3.1. Uraian Proses

Pabrik benzil alkohol ini akan diproduksi dengan kapasitas 10.000 ton/tahun. Pabrik akan beroperasi selama 24 jam per hari dalam 330 hari setahun. Pencapaian kualitas produk yang diinginkan pada perancangan pabrik benzil alkohol dari bahan baku benzil klorida dan natrium karbonat dengan pemilihan proses yang tepat agar proses produksi dapat berlangsung agar lebih efektif dan efisien. Proses pembuatan benzil alkohol terdiri atas 4 tahap, yaitu : Penyiapan bahan baku, pembentukan produk, proses pemurnian dan pemisahan produk, dan proses pembentukan produk akhir.

3.1.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku

Pabrik benzil alkohol menggunakan bahan baku dari benzil klorida, natrium karbonat dan air. Pembuatan benzil alkohol menggunakan bahan baku benzil klorida dan air dengan rasio mol 1:5. (jurnal bursch).

3.1.1.1. Penyiapan Benzil Klorida

Benzil klorida disimpan dalam tangki penyimpanan bahan baku (T-01) setelah di pompa dari truk pembelian dengan suhu 30C tekanan 1 atm. Benzil klorida mempunyai fase cair dialirkan dengan menggunakan (P-01) dan dimasukkan ke dalam reaktor (R-01) yang sebelumnya telah dipanaskan hingga suhu menjadi 105C dengan menggunakan *Heater* (H-02).

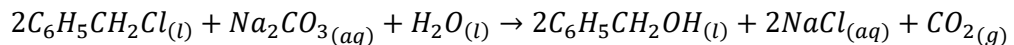
3.1.1.2. Penyiapan Natrium Karbonat

Natrium karbonat mempunyai fase padat berbentuk serbuk halus disimpan pada gudang penyimpanan bahan baku (G-01). Untuk masuk ke dalam Mixer (M-01) ditransportasikan menggunakan *Bucket Elevator* (BC-01) menuju

Hopper (H-01). Kemudian ditransportasikan menggunakan *Screw Conveyor* (SC-01) ke dalam tangki pencampuran (M-01) untuk dilarutkan dengan air. Setelah bahan baku natrium karbonat terlarut dengan air maka dialirkan menggunakan pompa (P-02) untuk dipanaskan sebelum masuk ke (R-01) menggunakan *Heater* (H-02) untuk menuju suhu 105 C.

3.1.2. Tahap Proses Reaksi

Reaktor yang digunakan pada pabrik benzil alkohol adalah RATB (Reaktor alir tangki berpengaduk) dengan fase cair-cair. Dalam reaktor terjadi reaksi antara benzil klorida dengan natrium karbonat serta air. Reaktor beroperasi pada suhu 105 C dan tekanan 2 atm. Persamaan reaksi yang terjadi pada reaktor sebagai berikut :



Reaksi yang terjadi pada persamaan berikut berdasarkan suhu operasi dan tekanan adalah eksotermis sehingga untuk mempertahankan suhu maka diperlukan pendingin. Pendingin yang digunakan yaitu cooling water yang berada di dalam jaket pendingin. Hasil keluaran reaktor (R-01) yang berfase gas yaitu CO₂ akan masuk ke dalam Knock Out Drum (KOD-1) untuk proses pemisahan antara fase cair dan fase gas.

3.1.3. Tahap Pemurnian Produk

Keluaran hasil bawah reaktor (R-01) berfase cair masuk ke dalam Knock Out Drum (KOD-01) untuk pemisahan antara fase gas dan cair, dimana CO₂ fase gas akan keluar dari hasil atas Knock Out Drum (KOD-01) menuju ke udara dan hasil bawah Knock Out Drum (KOD-01) fase cair menuju Dekanter (D-01) untuk pemisahan serta pemurnian produk. Prinsip kerja Dekanter adalah untuk memisahkan antara fraksi cair yaitu kandungan air dan fraksi organik yaitu produk benzil alkohol. Dekanter (D-01) beroperasi dengan suhu 30 C dan tekanan 1 atm. Fraksi cair Dekanter (D-01) akan keluar dialirkan menuju ke UPL.

Kemudian hasil Dekanter (D-01) berupa fraksi organik berupa 1% air, benzil klorida dan benzil alkohol menghasilkan 95% kemurnian produk yang akan dialirkan ke Tangki (T-02) penyimpanan produk benzil alkohol.

3.2. Spesifikasi Alat / Mesin Produk

3.2.1. Bucket Elevator

Tabel 3. 1 Spesifikasi Bucket Elevator

Identifikasi		
Kode :	BE-01	
Fungsi :	Memindahkan Natrium Karbonat dari gudang menuju hopper	
Jumlah :	1 Unit	
Jenis :	<i>Centrifugal discharge bucket elevator</i>	
Bahan Konstruksi :	Stainless steel type 178 SA grade C	
Kondisi Operasi		
Tekanan :	1 atm	14,69 psi
Suhu :	30 C	303,15 K
Spesifikasi		
Volume :	0,0042 m	
Jarak antar bucket :	0,256 m	
Tinggi elevator :	2,421 m	
Jumlah bucket vertikal :	5	
Ukuran bucket :	6 x 4 x 4 1/2 m/min	
Kecepatan belt :	0,0305 rpm	
Rpm shaft :	0,234 rpm	
Daya :	1.0	

3.2.2. Hopper

Tabel 3. 2 Spesifikasi Hopper

Identifikasi		
Kode :		HO-01
Fungsi :	Menampung bahan baku Natrium Karbonat sebelum masuk Mixer	
Jumlah :	1 Unit	
Jenis :	Tangki silinder vertikal dengan <i>conical bottom head</i>	
Bahan Konstruksi :	Stainless steel type 178 SA grade C	
Kondisi Operasi		
Tekanan :	1 atm	14.69 psi
Suhu :	30 C	303.15 K
Waktu tinggal :	8 jam	480 menit
Spesifikasi		
Volume :	0,312 m	
Diameter :	0,546 m	
Kedalaman :	2,512 m	
Tinggi cone :	0,546 m	
Tebal shell :	0,006 m	
Tinggi head :	0,006 m	

3.2.3. Screw Conveyor

Tabel 3. 3 Spesifikasi Screw Conveyor

Identifikasi		
Kode :		SC-01
Fungsi :	Memindahkan bahan baku Natrium Karbonat menuju bucket elevator	
Jumlah :	1 Unit	
Jenis :	Closed screw conveyor	
Bahan Konstruksi :	Stainless steel type 178 SA grade C	
Kondisi Operasi		
Tekanan :	1 atm	14,69 psi
Suhu :	30 C	303,15 K
Waktu tinggal :	0,0813 jam	
Spesifikasi		
Volume :	0,0378 m	
Diameter :	0,092 m	
Panjang :	6,245 m	
Daya motor :	0,07 HP	

3.2.4. Mixer

Tabel 3. 4 Spesifikasi Mixer

Identifikasi		
Kode :	M-01	
Fungsi :	Melarutkan Natrium Karbonat ke dalam Air	
Deskripsi :	Perhitungan Mixer berdasarkan nilai konsentrasi air dengan kelarutan natrium karbonat. Adapun nilai data kelarutan natrium karbonat padat (berbentuk serbuk saat masuk ke dalam mixer) adalah -29,76	
Jumlah :	1 Unit	
Jenis :	Tangki silinder tegak dengan flat bottomed dan dished head	
Bahan Konstruksi :	Stainless steel type 304 S.S	
Kondisi Operasi		
Tekanan :	1 atm	14,69 psi
Suhu :	30,86 C	
Waktu tinggal :	6 jam	360 menit
Spesifikasi Alat		
Diameter :	3,352 m	
Tinggi mixer :	5,422 m	
Tebal shell (ts) :	0,0046 m	
Tebal head (th) :	1,034 m	
Volume head cairan :	4,933 m	
Volume cairan :	12,250 m	
Volume Mixer :	20,620 m	
Tebal isolasi :	3 in	
Jenis bahan isolasi :	Asbes	
Spesifikasi Pengaduk		
Jenis Pengaduk :	Flade blade turbine impeller	
Diameter pengaduk (Di)	1,117 m	
Lebar baffle (B)	0,279 m	
Lebar pengaduk (L)	0,279 m	
Jumlah impeler :	3 buah	
Daya Pengaduk (P) :	5,23 HP	

3.2.5. Reaktor

Tabel 3. 5 Spesifikasi Reaktor

Identifikasi		
Kode :	R-01	
Fungsi :	Mereaksikan senyawa Benzil klorida dengan Natrium karbonat dan Air menjadi Produk Benzil alkohol	
Jumlah :	1 Unit	
Jenis :	Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)	
Bahan Konstruksi :	Stainless steel type 304 S.S	
Kondisi Operasi		
Tekanan :	1,5 atm	
Suhu :	105 C	378,15 K
Waktu tinggal :	9,58 jam	
Spesifikasi		
Diameter :	2,590 m	
Tinggi reaktor :	6,507 m	
Tebal shell (ts) :	0,00507 m	
Tebal head (th) :	1,539 m	
Volume head cairan :	2,276 m	
Volume cairan :	72,321 m	
Volume Reaktor :	89,517 m	
Jaket Pendingin		
Media Pendingin :	Air	
Luas tranfer panas :	2238348,119 m	
Luas selimut :	25,917 m	
Kebutuhan air pendingin :	448000,404 m	
Tinggi jaket :	1,763 m	
Tebal dinding jaket :	0,25 m	
Pengaduk		
Jenis Pengaduk :	Flade blade turbine impeller	
Diameter pengaduk (Di)	0,863 m	
Lebar baffle (B)	0,215 m	
Lebar pengaduk (L)	0,215 m	
Jumlah blade	4	
Jumlah impeler :	6	
Daya Pengaduk (P) :	5 HP	
Kecepatan pengaduk	52 rpm	
Power pengadukan	1 HP	

3.2.6. Knock Out Drum

Tabel 3. 6 Spesifikasi Knock Out Drum

Identifikasi		
Kode :	KOD	
Fungsi :	Memisahkan antara fase gas Karbondioksida dengan fase cair Benzil alkohol	
Jumlah :	1 unit	
Jenis :	Vertical knock out drum	
Bahan kontruksi :	Stainless steel type 316 S.S	
Kondisi Operasi		
Tekanan :	2 atm	
Suhu :	30 C	303,15 K
Waktu tinggal :	5 jam	
Spesifikasi		
Diameter :	2,921 m	
Tinggi shell :	2,654 m	
Tinggi KO Drum :	3,966 m	
Tebal shell :	1,000 m	
Tebal head :	1,000 m	
Hold up time	20 menit	
Volume hold up :	6,55 m	
Volume tangki :	588,86 m	

3.2.7. Dekanter

Tabel 3. 7 Spesifikasi Dekanter

Identifikasi		
Kode :	D-01	
Fungsi :	Memisahkan 2 cairan berbeda kelarutan antara Air dan Produk Benzil alkohol	
Jumlah :	1 unit	
Jenis :		
Bahan Konstruksi :	Stainless steel type 316 S.S	
Kondisi Operasi		
Tekanan :	1 atm	14,69 psi
Suhu :	30 C	303,15 K
Waktu tinggal :	3 jam	
Spesifikasi		
Diameter :	2,088 m	
Panjang :	8,049 m	
Tebal shell :	0,0048 m	
Tebal head :	0,891 m	
Tinggi head :	0,261 m	

3.2.8. Pompa

Tabel 3. 8 Spesifikasi Pompa

Nama Alat	Pompa Operasi (PO – 01)	Pompa Operasi (PO – 02)
Fungsi	Memompa bahan baku yang berupa benzil klorida dari tangki penyimpanan (T – 01) menuju reaktor (R – 01)	Memompa bahan baku yang berupa Natrium karbonat yang bercampur dengan air dari mixer (M – 01) menuju reaktor (R – 01)
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Kecepatan Volumetrik	462,9946 kg/m ³	337,9905 kg/m ³
Tipe Impeller	Radial Flow	Radial Flow
Spesifikasi Pompa	IPS : 6 ID : 0,168 m Schedule Number : 40 ST, 80 S	IPS : 1 1/4 ID : 0,047 m Schedule Number : 40 ST, 40 S
	Kapasitas : 0,001343 m ³ /s Luas Aliran : 0,012907 m ² Putaran Standar : 49,741 rad/s Total Head : 24,112 m Daya Standar : 3 Hp	Kapasitas : 0,00099 m ³ /s Luas Area : 0,0017909 m ² Putaran Standar : 0,0125994 rad/s Total Head : 63,438 m Daya Standar : 3 Hp
Jumlah	1	1

Nama Alat	Pompa Operasi (PO – 03)	Pompa Operasi (PO – 04)
Fungsi	Memompa hasil keluaran dari reaktor R – 01 menuju ke <i>knock out drum</i> KOD – 01 untuk proses untuk memisahkan cairan dengan gas	Memompa keluaran cairan <i>knock out drum</i> (KOD – 01) menuju alat pemisahan dekanter (D – 01) untuk proses pemisahan dengan perbedaan kelarutan
Bahan Konstruksi	Commercial Steel	Commercial Steel
Kecepatan Volumetrik	240.4989 kg/m ³	165,0575 kg/m ³
Tipe Impeller	Radial Flow	Radial Flow
Spesifikasi Pompa	IPS : 2 ID : 0,0525 m Schedule Number : 40 ST, 40 S	IPS : 1 1/2 ID : 0,0408 m Schedule Number : 40 DT, 40 S
	Kapasitas : 0,002337 m ³ /s Luas Area : 0,002165 m ² Putaran Standar : 0,006532 rad/s Total Head : 32,4267 m Daya Standar : 4 Hp	Kapasitas : 0,00105 m ³ /s Luas Area : 0,0013134 m ² Putaran Standar : 0,0000231 rad/s Total Head : 293040,9237 m Daya Standar : 4 Hp
Jumlah	1	1

Nama Alat	Pompa Operasi (PO – 05)	Pompa Operasi (PO – 06)
Fungsi	Memompa produk benzil alkohol dengan kemurnian 95% dari dekanter (D – 01) menuju tangki penyimpanan produk (T – 02)	Memompa keluaran sisa cairan dari dekanter (D – 01) menuju UPL
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Kecepatan Volumetrik	383,6403 kg/m ³	166,8372 kg/m ³
Tipe Impeller	Radial Flow	Radial Flow
Spesifikasi Pompa	IPS : 1 1/4 ID : 0,0477 m Schedule Number : 40 ST 80 S	IPS : 2 ID : 0,05057 m Schedule Number : 40 ST, 40 S
	Kapasitas : 0,001052 m ³ /s Luas Aliran : 0,00179 m ² Putaran Standar : 0,004196 rad/s Total Head : 285,3073 m Daya Standar : 3 Hp	Kapasitas : 0,001071 m ³ /s Luas Area : 0,0013134 m ² Putaran Standar : 0,00002384 rad/s Total Head : 284692,7082 m Daya Standar : 3 Hp
Jumlah	1	1

3.2.9. Heater dan Cooler

Tabel 3. 9 Heat dan Cooler

Nama Alat	Heater (HE-01)	Heater (HE-02)	Cooler (C-01)
Fungsi	Memanaskan umpan Natrium karbonat masuk ke R-01 dari M- 01 dengan suhu 30 C ke 105 C	Memanaskan umpan Benzil klorida masuk ke R-01 dari tangki penyimpanan T-01 dengan suhu 30 C ke 105 C	Mendinginkan hasil bawah KOD-01 dari suhu 105 C ke 30 C
Jenis	<i>Shell and Tube</i>	<i>Shell and Tube</i>	<i>Shell and Tube</i>
Bahan Kontruksi	<i>Stainless steel</i>	<i>Stainless steel</i>	<i>Stainless steel</i>
Media pemanas atau pendingin	421,327 kg/jam	2620,159 kg/jam	190048,27 kg/jam
Luas tranfer panas	25,975 m ²	324,046 m ²	24,0787 m ²
Koefisen perpindahan panas	0,227 kJ / m ² s K	2856910 kJ / m ² s K	0,23648 kJ/ m ² s K
Spesifikasi <i>Shell side</i>			
ID pipa	0,014 m	0,014 m	0,014 m
Baffle	0,489 m	0,489 m	0,489 m
<i>Pass</i>	2	2	2
<i>As</i>	0,059 m ²	0,0597 m ²	0,0597 m ²
<i>Gs</i>	5,546 kg/m ²	7,1880 kg/m ²	883,268 kg/m ²
<i>Ho</i>	55,0002 kJ/m ² s K	1,8716 KJ/m ² s K	127694,679 kJ/m ² s K
Spesifikasi <i>Tube side</i>			
<i>OD pipa</i>	0.019 m	0,019 m	0,019 m
<i>BWG</i>	14	14	14
<i>At</i>	0,0158 m ²	0,0767 m ²	0,019 m ²
<i>Gt</i>	7,6092 m ²	9,485 kg/m ²	2777,06 kg/m ² s
<i>Hio</i>	8,5065 kJ m ² sK	8,5065 KJ/m ² s K	8,5065 KJ/ m ² s K
Beban pemanas	890581,0901 Kg/jam	5538364,967 kg/jam	920893,7518 kg/jam
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit

3.3. Perencanaan Produksi

3.3.1. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi pada pabrik benzil alkohol yang akan beroperasi di Kabupaten Gresik ini mempunyai landasan berdasarkan adanya kebutuhan benzil alkohol di Indonesia, tersedianya bahan baku dengan ketentuan kapasitas minimal. Peningkatan kebutuhan benzil alkohol di Indonesia juga merupakan salah satu faktor pendorong berdirinya pabrik ini. Ditunjukkan dengan perkembangan pesat industri kimia di Indonesia akan lebih mudah meyakinkan investor ikut andil dalam pendirian pabrik ini. Perkiraan penggunaan benzil alkohol akan terus meningkat tiap tahunnya, sejalan dengan berkembangnya industri kimia yang menghasilkan benzil alkohol serta pertumbuhan industri farmasi menurut market analysis report.

Dengan melihat kapasitas pabrik-pabrik benzil alkohol yang telah berdiri di dunia, diperlukan hal-hal untuk mengantisipasi kebutuhan yang terus meningkat, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang berdiri adalah 10.000 ton/tahun.

3.3.2. Analisa Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas produksi pabrik. Diperkirakan kebutuhan benzil alkohol akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan dengan kapasitas produksi sebesar 10.000 ton/tahun yang bahan bakunya adalah benzil klorida yang dapat diperoleh dari luar negeri yaitu Shandong LuxiChemical Salo Co. Ltd di China, sedangkan untuk bahan baku natrium karbonat diperoleh dari PT. Aneka Kimia Raya di Surabaya.

3.3.3. Analisa Kebutuhan Alat Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Lokasi yang tepat akan menciptakan lingkungan yang efektif dan efisien, sehingga diharapkan dapat membawa kegiatan operasional menjadi lebih ekonomis. Lokasi pabrik yang dipilih sangat berpengaruh terhadap kelangsungan proses produksi agar pabrik dapat beroperasi dengan baik. Dalam hal ini, lokasi pabrik direncanakan akan didirikan di daerah Kabupaten Gresik, Jawa Timur, dengan mempertimbangkan beberapa faktor penting dalam pendirian pabrik benzil alkohol ini yaitu:

4.1.1. Pengadaan Bahan Baku Pabrik

Bahan baku benzil alkohol adalah benzil klorida yang diperoleh dari PT. Aneka Kimia Inti, Surabaya, Jawa Timur. Oleh Karena itu, untuk mendapatkan kemudahan akses bahan baku yang ada baiknya Lokasi pabrik dan penyedia berdekatan dengan penyedia bahan baku.



Gambar 4. 1 Tampilan Google Earth Lokasi Pabrik Benzil Alkohol

4.1.2. Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Tenaga listrik dan bahan bakar merupakan elemen pendukung utama dalam pembangunan pabrik. Aspek yang perlu diperhatikan dalam penyediaan tenaga

listrik dan bahan bakar adalah ketersediaan sumber daya tersebut di lokasi pabrik, baik untuk kebutuhan saat ini maupun di masa depan.

4.1.3. Sarana Transportasi

Sarana transportasi untuk mengangkut bahan baku benzil klorida dari PT. Aneka Kimia Inti, Surabaya menggunakan jalur darat. Lokasi pabrik dipilih di area yang strategis, dekat dengan jalan raya kabupaten, jalan raya provinsi, dan pelabuhan, sehingga memudahkan proses pengiriman bahan baku maupun distribusi produk.

4.1.4. Sumber Air

Air adalah salah satu kebutuhan utama dalam industri kimia, digunakan untuk berbagai keperluan seperti media pendingin, air proses, umpan boiler, sanitasi, dan kebutuhan lainnya. Sumber air untuk industri dapat diperoleh langsung dari alam, seperti sungai atau air tanah, maupun dari instalasi penyediaan air. Pabrik ini memerlukan pasokan air dalam jumlah besar untuk mendukung operasi peralatan pendingin, produksi uap, dan keperluan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, pasokan air akan diambil dari aliran Sungai Bengawan Solo.

4.1.5. Tenaga Kerja

Pabrik ini membutuhkan tenaga kerja yang terdiri dari tenaga terdidik, tenaga terampil, dan tenaga kasar. Sumber tenaga kerja dapat berasal dari wilayah sekitar pabrik maupun dari daerah lain. Ketersediaan tenaga kerja, baik tenaga ahli maupun tenaga kasar, memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja dan kelancaran operasional perusahaan. Selain itu, tingkat pendidikan dan keterampilan tenaga kerja juga menjadi faktor pendukung dalam pendirian pabrik ini.

4.1.6. Pemasaran

Pemasaran benzil alkohol ini difokuskan untuk pasar dalam negeri dengan tujuan mengurangi ketergantungan impor serta memastikan kebutuhan domestik terpenuhi.

4.1.7. Iklim

Lokasi yang dipilih dianggap cukup stabil karena memiliki kondisi iklim yang baik, seperti wilayah lain di Indonesia dengan iklim tropis dan suhu udara

berkisar antara 25°C hingga 32°C. Selain itu, lokasi ini memiliki risiko rendah terhadap bencana alam seperti tanah longsor, gempa bumi, dan banjir, yang jarang terjadi di area tersebut.

4.1.8. Faktor Penunjang Lain

Faktor penunjang tidak secara langsung berperan dalam proses tetapi proses penunjang ini sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor penunjang yang meliputi :

1. Perluasan area pabrik Faktor ini berkaitan dengan rencana pengembangan pabrik lebih lanjut. Gresik merupakan kawasan industri, sehingga lahan di daerah tersebut telah disiapkan untuk pendirian dan pengembangan suatu pabrik.
2. Perizinan pabrik Lokasi pabrik dipilih pada di daerah yang agak jauh dari pemukiman namun masih termasuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam hal perijinan pendirian pabrik. Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang terpenting dalam proses pendirian suatu pabrik, karena ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Hal-hal yang harus diperhatikan tersebut antara lain :
 - a. Segi keamanan kerja terpenuhi.
 - b. Pengoperasian, pengontrolan pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
 - c. Pemanfaatan area tanah se-efisien mungkin
3. Prasarana dan fasilitas sosial Pemilihan lokasi di Gresik telah mempertimbangkan tersebut telah memiliki sarana dan prasarana yang baik meliputi jalan, jaringan telekomunikasi, bank, dan sarana pendidikan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta

keselamatan proses. Untuk mencapai kondisi yang optimal, hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah:

1. Pabrik benzil alkohol ini merupakan pabrik baru (bukan pengembangan), sehingga penentuan lay out tidak dibatasi oleh bangunan yang ada.
2. Kemungkinan perluasan pabrik sebagai pengembangan pabrik di masa depan.
3. Faktor keamanan sangat diperlukan untuk bahaya kebakaran dan ledakan, maka perencanaan lay out selalu diusahakan jauh dari sumber api, bahan panas, dan dari bahan yang mudah meledak, juga jauh dari asap atau gas beracun.
4. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah out door untuk menekan biaya bangunan dan gedung, dan juga karena iklim Indonesia memungkinkan konstruksi secara out door.
5. Lahan terbatas sehingga diperlukan efisiensi dalam pemakaian dan pengaturan ruangan atau lahan. (Vilbrandt, 1959)

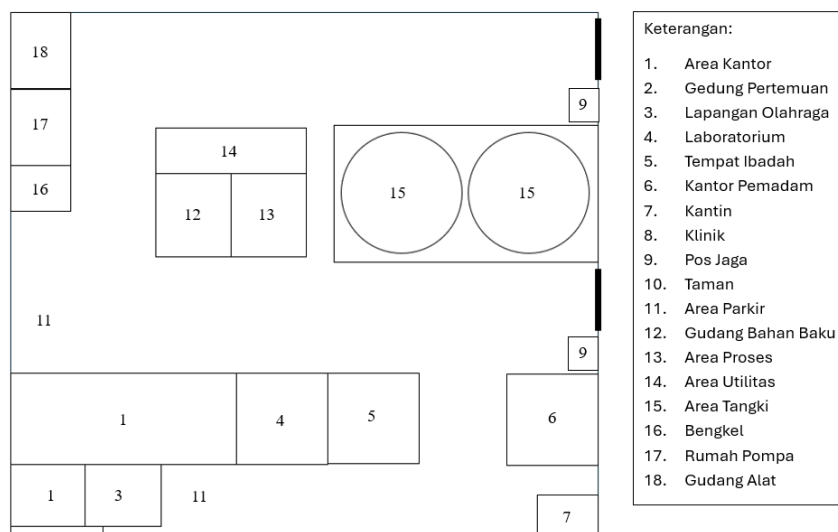
Secara garis besar layout dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu:

1. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang control Merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang dijual.
2. Daerah proses Merupakan daerah dimana alat proses diletakkan dan proses berlangsung.
3. Daerah gudang Merupakan daerah untuk menampung bahan-bahan yang diperlukan oleh pabrik dan untuk keperluan perawatan peralatan proses.
4. Daerah utilitas Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan bahan pendukung proses berlangsung dipusatkan. (Vilbrandt, 1959)

Rincian luas area pabrik ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan tata letak pabrik (plant layout) dan dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Tabel 4. 1 Rencana Luas Pabrik

No.	Penggunaan Lahan	Luas (m^2)
1.	Kantor	1337,7
2.	Gedung Pertemuan	292
3.	Lapangan Olahraga	247,5
4.	Laboratorium	441
5.	Tempat Ibadah	441
6.	Kantor Pemadam	441
7.	Kantin	147
8.	Klinik	145
9.	Pos Jaga	41,5
10.	Taman	146
11.	Area Parkir	850
12.	Gudang Bahan Baku	334,2
13.	Area Proses	334,2
14.	Area Utilitas	365,3
15.	Area Tangki	1650
16.	Bengkel	146,3
17.	Rumah Pompa	243,8
18.	Gudang Alat	243,8



Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik Benzil Alkohol Skala 1:100

4.3. Tata Letak Alat

Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- b. Dapat mengefektifkan luas lahan yang tersedia
- c. Karyawan mendapat kepuasan kerja agar dapat meningkatkan produktifitas kerja disamping keamanan yang terjadi

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan lay out peralatan proses pada pabrik benzil alkohol, antara lain:

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomi yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat sehingga mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan pekerja.

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia

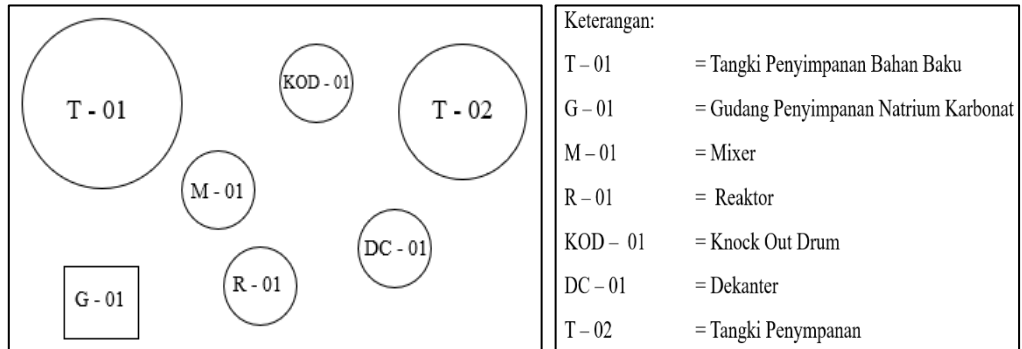
Dalam perancangan lay out pabrik perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalani tugasnya juga diprioritaskan.

5. Pertimbangan ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

6. Jarak antar alat proses

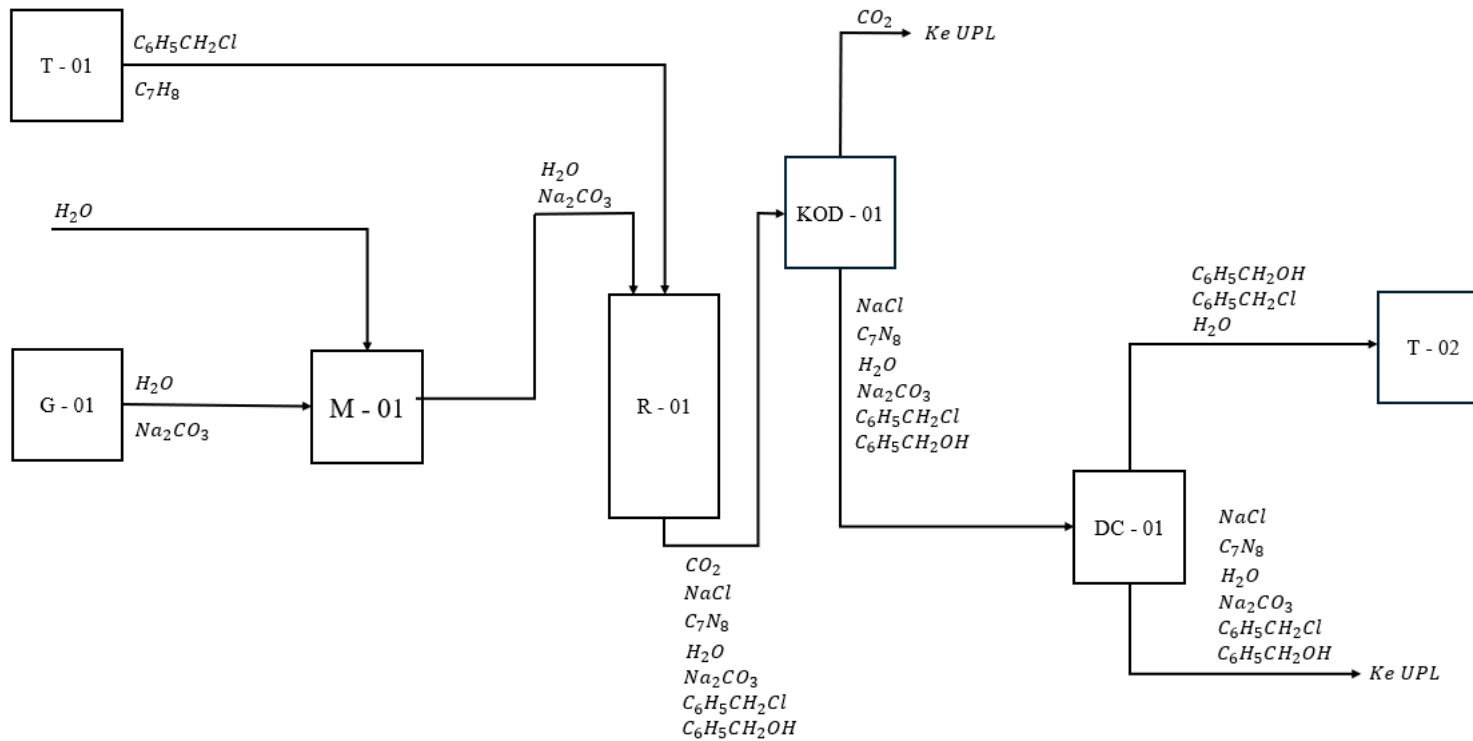
Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka kerusakan dapat diminimalkan (Vilbrandt, 1959).



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Skala 1:100

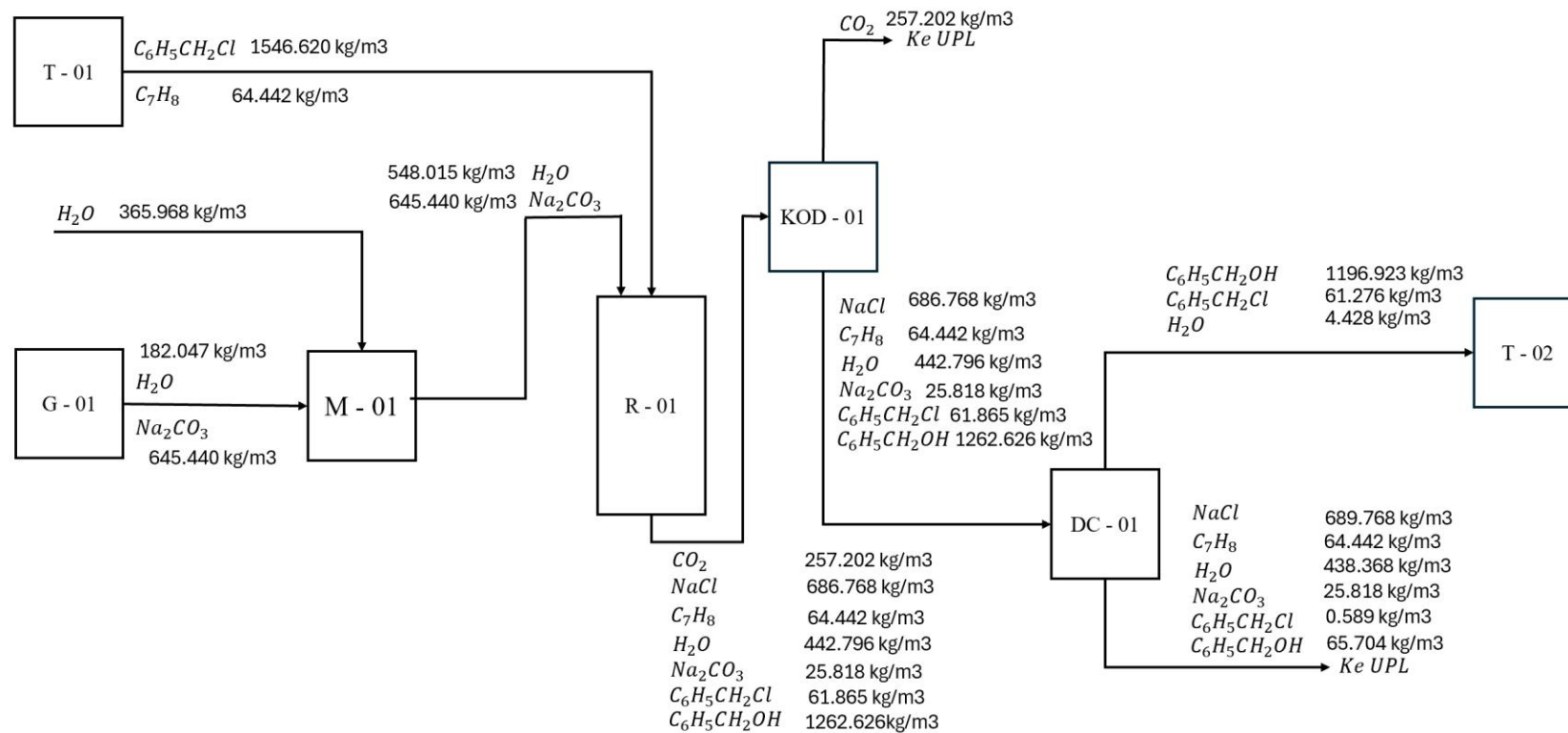
4.4. Alir dan material

4.4.1. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif

4.4.2. Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif

4.4.3. Neraca Massa

Tabel 4. 2 Neraca Massa pada Mixer

Komposisi	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
$C_6H_5CH_2Cl$	0	0	0
C_7H_8	0	0	0
$C_6H_5CH_2OH$	0	0	0
Na_2CO_3	0	645,440	645,440
$NaCl$	0	0	0
CO_2	0	0	0
H_2O	365,968	182,047	548,015
Sub Total	365,968	827,487	1193,455
Total	1193,455		1193,455

Tabel 4. 3 Neraca Massa pada Reaktor

Komposisi	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
$C_6H_5CH_2Cl$	0	1546,620	61,865
C_7H_8	0	64,442	64,442
$C_6H_5CH_2OH$	0	0	1262,626
Na_2CO_3	645,440	0	25,818
$NaCl$	0	0	689,768
CO_2	0	0	257,202
H_2O	548,015	0	442,796
Sub Total	1193,455	1611,062	2804,517
Total	2804,517		2804,517

Tabel 4. 4 Neraca Massa Knock Out Drum

Komposisi	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7
$C_6H_5CH_2Cl$	61,865	0	61,865
C_7H_8	64,442	0	64,442
$C_6H_5CH_2OH$	1262,626	0	1262,626
Na_2CO_3	25,818	0	25,818
$NaCl$	689,768	0	689,768
CO_2	257,202	257,202	0
H_2O	442,796	0	442,796
Sub Total	2804,517	257,202	2547,315
Total	2804,517	2804,517	

Tabel 4. 5 Neraca Massa pada Dekanter

Tabel 1. Neraca Massa Komposisi	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7
$C_6H_5CH_2Cl$	61,865	0,589	61,276
C_7H_8	64,442	64,442	0
$C_6H_5CH_2OH$	1262,626	65,704	1196,923
Na_2CO_3	25,818	25,818	0
$NaCl$	689,768	689,768	0
CO_2	0	0	0
H_2O	442,796	438,368	4,428
Sub Total	2547,315	1284,689	1262,626
Total	2547,315	2547,315	

Tabel 4. 6 Neraca Panas pada Mixer

Komponen	Input		Output
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
Benzil Klorida	0	79554,605	239482,560
Air	159927,955	0	239482,560
Natrium Karbonat			
Jumlah	239482,560		239482,560

Tabel 4. 7 Neraca Panas pada Reaktor

Komponen	Input	Output	
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
Karbondioksida	0	12211173,290	0
Air	3886699,406	0	3140452,269
Toluena	847839,927	0	847839,927
Benzil Klorida	23891656,961	0	955669,368
Benzil Alkohol	0	0	23196604,502
Natrium Klorida	0	0	4680977,308
Natrium Karbonat	9,941	0	9,941
Panas Reaksi	53895184,246	0	0
Panas yang diserap Pendingin	0	0	32821553,316
Jumlah	82521390,480	12211173,290	65643106,632
		82521390,480	

Tabel 4. 8 Neraca Panas pada Dekanter

Komponen	Input	Output	
	Arus 7	Arus 8	Arus 9
Karbondioksida	0	0	0
Air	193501,909	191566,866	1935,037
Toluena	50865,628	50867,207	0
Benzil Klorida	57877,434	551,037	57326,593
Benzil Alkohol	1410787,095	73413,929	1337371,419
Natrium Klorida	296271,455	296271,433	0
Natrium Karbonat	0	0	0
Jumlah	2009303,521	612670,472	1396633,049
		2009303,521	

4.5. Perawatan

Untuk menjaga sarana dan fasilitas peralatan pabrik maka diperlukan perawatan (maintenance) seperti pemeliharaan dan perbaikan alat agar proses produksi berjalan dengan lancar. Selain itu perawatan juga dapat meningkatkan produktivitas menjadi tinggi sehingga target produksi dapat tercapai dan menghasilkan spesifikasi produk sesuai dengan yang diharapkan. Dalam perawatan ini terdapat beberapa jenis perawatan yang akan dilakukan untuk memelihara peralatan pabrik yaitu :

1. Preventive maintenance (perawatan pencegahan), yang akan dilakukan setiap hari untuk mencegah kerusakan alat dan menjaga kebersihan lingkungan alat.
2. Periodic maintenance (perawatan berkala), dilakukan sesuai dengan buku petunjuk yang ada.
3. Predictive maintenance (perawatan prediktif), dilakukan sesuai dengan analisa kondisi mesin.

Penyusunan jadwal perawatan alat disusun sedemikian rupa agar semua alat-alat mendapatkan perawatan khusus secara bergantian dan dilakukan sesuai prosedur yang tepat. Perawatan mesin tiap – tiap alat meliputi : 1. Over head 1 x 1 tahun Over head merupakan jenis pengecekan dan perbaikan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula. 2. Repairing Repairing merupakan kegiatan maintenance yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat, biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Telayanan Teknik (Utilitas)

4.6. Telayanan Teknik (Utilitas)

4.6.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Dalam suatu industri kimia, utilitas merupakan salah satu bagian terpenting untuk menunjang berlangsungnya proses dalam suatu pabrik. Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi di dalam pabrik yaitu penyedia utilitas meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyediaan Udara Tekan
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Sumber air untuk memenuhi kebutuhan pabrik benzil alkohol berasal dari sungai Bengawan Solo karena lokasinya dekat dengan pabrik yang akan didirikan. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah :

- a. Air sungai merupakan sumber air yang relatif mudah dan biaya pengolahannya sederhana daripada air laut yang kompleks dan sangat tinggi.
- b. Air sungai merupakan sumber air dengan kontinuitas tinggi sehingga kelangkaan air dapat dihindarkan.
- c. Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
- d. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan pada pabrik ini kemudian diproses terlebih dahulu dan terbagi menjadi beberapa jenis yaitu air proses, air pendingin, air umpan boiler, air konsumsi dan sanitasi.

1. Air Pendingin

Air pendingin digunakan pada 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)

2. Air Umpan boiler

Uap atau steam dalam pabrik digunakan sebagai media pemanas. Untuk air umpan boiler harus dilunakkan terlebih dahulu untuk menghilangkan kesadiahannya dengan proses demineralisasi, deaerasi dan penambahan senyawa-senyawa kimia tertentu. Air umpan boiler disediakan dengan excess 20%. Excess merupakan pengganti steam yang hilang karena kebocoran transmisi 10% serta faktor keamanan sebesar 20%. Air yang digunakan untuk boiler harus memenuhi persyaratan agar tidak merusak boiler. Berikut persyaratan air umpan boiler menurut Perry's edisi 6, halaman 976:

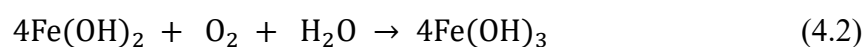
Tabel 4. 9 Persyaratan Air Umpan Boiler

Parameter	Total (ppm)
Total padatan	3.5
Alkalinitas	700
Padatan terlarut	300
Silika	60 - 100
Besi	0.1
Tembaga	0.5

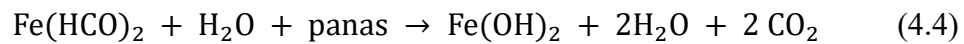
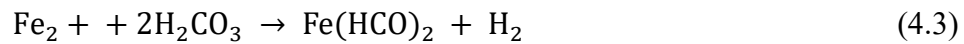
Oksigen	0.007
Kesadahan	0
Kekeruhan	175
Minyak	7
Residu fosfat	140

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

1. Tidak membuih atau berbuis (foaming) Buis disebabkan adanya solid matter, suspended matter, dan kebasaan yang tinggi. Apabila adanya busa maka akan menyebabkan kesulitan dalam pembacaan tinggi liquid dalam boiler, dan buih juga dapat menyebabkan percikan yang kuat dan dapat mengakibatkan penempelan padatan yang menyebabkan terjadinya korosi apabila terjadinya pemanasan lanjut. Oleh karena itu untuk mengatasi hal tersebut diperlukan pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan boiler.
2. Tidak membentuk kerak dalam boiler Kerak dalam boiler dapat menyebabkan isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat. Selain itu kerak yang terbentuk dapat pecah sehingga dapat meninggalkan kebocoran.
3. Tidak menyebabkan korosi pada pipa Korosi pada pipa disebabkan oleh pH rendah, minyak, lemak, bikarbonat, dan bahan organik serta gas-gas seperti H_2S , SO_2 , NH_3 , CO_2 , O_2 yang terlarut dalam air. Reaksi elektro kimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja. Jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dan membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut maka terjadi korosi menurut reaksi berikut ini :



Bikarbonat dalam air akan membentuk CO_2 yang bereaksi dengan air karena pemanasan dan tekanan. Reaksi tersebut menghasilkan asam karbonat yang dapat bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Adanya pemanasan garam bikarbonat menyebabkan pembentukan CO_2 kembali.



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 :

1. 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.

2. Kandungan yang dapat menyebabkan kerak

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

3. 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.

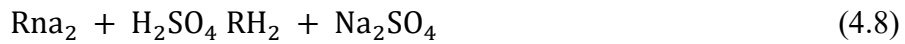
Reaksi yang terjadi pada kation exchanger adalah





Apabila resin sudah jenuh pencucian dilakukan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 2%.

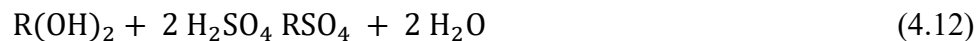
Reaksi yang terjadi pada waktu waktu regenerasi adalah :



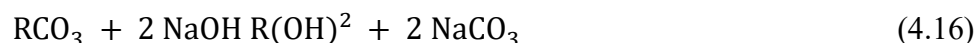
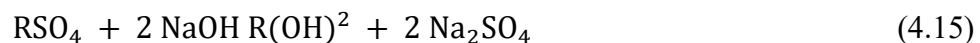
2. Unit anion exchanger

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 $\text{R}(\text{OH})_2$

Reaksi yang terjadi :



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



3. Dearasi

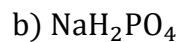
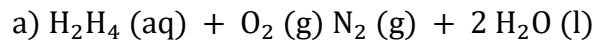
Air yang berasal dari anion exchanger dialirkan menuju deaerator. Deaerator berfungsi untuk melepaskan gas-gas terlarut seperti oksigen dan

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

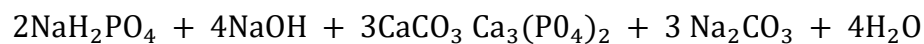
Alat ini berfungsi menampung air umpan Boiler sebagai air pembuat steam didalam boiler dengan waktu tinggal 24 jam, kedalam tangki ini ditambahkan bahan-bahan yang dapat mencegah terjadinya korosi dan kerak pada boiler yaitu Hidrazin dimana berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa gas terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi pada boiler.

Reaksi yang terjadi :



Berfungsi untuk mencegah timbulnya kerak di boiler.

Reaksi yang terjadi



4.6.2. Unit Pengolahan Air

Secara sederhana pengolahan air ini meliputi pengendapan, penggumpalan, penyaringan, demineralisasi, dan deaerasi. Bahan kimia tambahan untuk pengolahan air yang digunakan dalam proses penjernihan air terdiri dari tawas, kapur, NaH_2PO_4 , N_2H_4 (hidrazin)

Proses Pengolahan Air Sungai secara sederhana pengolahan air meliputi pengendapan, penggumpalan, penyaringan, demineralisasi dan deaerasi. Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam proses pengolahan air adalah $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Na_2CO_3 , Kaporit, HCl, NaOH.

Proses pengolahan air sungai meliputi:

1. Penghisapan

Pengambilan air dari sungai dilakukan dengan cara pemompaan yang kemudian dialirkan ke penyaringan (screening) dan langsung dimasukkan ke dalam reservoir.

2. Pemisahan dan penyaringan kotoran dari air sungai

Pemisahan dilakukan dengan cara melewatkan air sungai melalui kisi-kisi besi dengan tujuan agar air sungai bersih dari kotoran-kotoran fisik, berupa kayu, sampah dan lain-lain. Partikel-partikel padat yang besar akan tersaring tanpa bantuan bahan kimia. Sedangkan partikel-partikel yang lebih kecil akan terikut bersama air menuju unit pengolahan selanjutnya. Penyaringan dilakukan agar kotoran-kotoran bersifat kasar atau besar tidak terikut ke sistem pengolahan air, maka sisi isap pompa di pasang saringan (screen) yang dilengkapi dengan fasilitas pembilas apabila screen kotor.

3. Bak penampungan

Tahap selanjutnya adalah penampungan air sungai kedalam bak air sungai dan selanjutnya dialirkan kebak penampung sementara yang ada di dalam pabrik. Pada fase ini, diharapkan lumpur, pasir dapat mengendap.

4. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia tertentu atau bahan koagulan ke dalam air. Koagulan yang biasa digunakan adalah tawas atau Alumunium Sulfat ($\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3$) yang merupakan garam dari basa lemah dan asam kuat sehingga apabila dalam air yang memiliki suasana basa maka akan mudah terhidrolisis. Untuk memperoleh sifat alkali agar proses flokuasi berjalan dengan efektif maka sering ditambahkan kapur ke dalam air. Selain itu juga kapur juga berfungsi untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan.

5. Bak pengendapan

Selanjutnya flock dan endapan yang berasal dari proses koagulasi kemudian di endapkan pada bak pengendapan I dan bak pengendapan II.

6. Proses filtrasi

Air yang keluar dari bak pengendap II yang masih mengandung padatan tersuspensi selanjutnya dilewatkan ke alat filter untuk di filtrasi.

7. Bak penampung air bersih

Air dari proses filtrasi merupakan air bersih, ditampung di dalam bak penampung air bersih. Air bersih tersebut kemudian digunakan secara langsung untuk air pendingin dan air layanan (Service Water). Air bersih kemudian digunakan untuk air domestik yang terlebih dahulu dilakukan desinfektanisasi dan umpan boiler terlebih dahulu dilakukan demineralisasi.

8. Demineralisasi

Air untuk umpan ketel pada reaktor harus murni dan bebas dari garam-garam terlarut yang terdapat didalamnya, untuk itu perlu dilakukan proses demineralisasi. Alat demineralisasi terdiri atas penukar kation (cation exchanger) dan penukar anion (anion exchanger). Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi umpan boiler. Proses cation exchanger dan anion exchanger berlangsung pada Resin Mixed-Bed. Resin Mixed-Bed adalah kolom resin campuran antara resin kation dan resin anion. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke Resin Mixed - Bed tersebut, kation akan diambil oleh resin kation dan anion akan diambil oleh resin anion. Saat resin kation dan anion telah jenuh oleh ion-ion, resin penukar kation dan anion akan diregenerasi kembali.

a. Kation exchanger

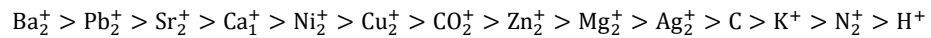
Kation exchanger ini berisi resin penukar kation dengan formula RSO_3H , dimana pengganti kation – kation yang dikandung dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari cation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Reaksi

penukar kation :



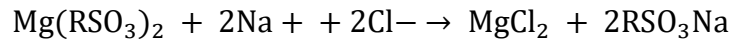
Ion Mg^{2+} dapat menggantikan ion H^+ yang ada dalam resin karena selektivitas Mg^{2+} lebih besar dari selektivitas H^+

Urutan selektivitas kation adalah sebagai berikut :



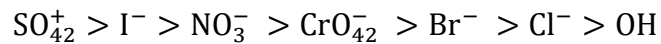
Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah *NaCl*.

Reaksi regenerasi :



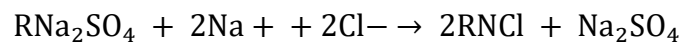
b. Anion exchanger

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang larut dalam air dengan resin yang bersifat basa yang mempunyai formula *RNOH*, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut. Reaksi penukar anion : $\text{SO}_4^{2-} + 2\text{RNOH} \rightarrow (\text{RN})_2\text{SO}_4 + 2\text{OH}^-$ Ion SO_4^{2-} dapat menggantikan ion OH^- yang ada dalam resin karena selektivitas SO_4^{2-} lebih besar dari selektivitas OH^- . Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut :



Saat resin anion telah jenuh, maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah *NaCl*.

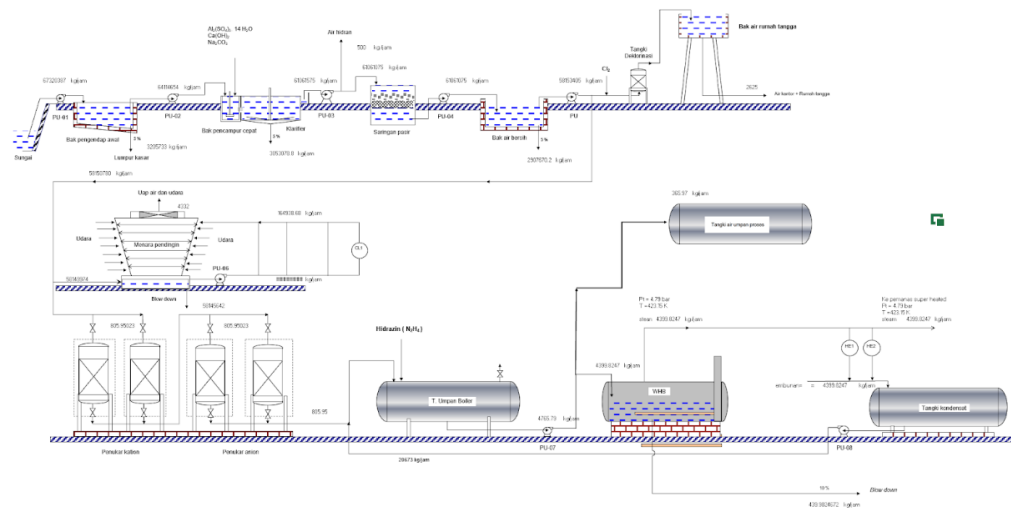
Reaksi regenerasi :



9. Deaerator

Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama O_2 dan CO_2 . Gas tersebut dihilangkan lebih dahulu, karena dapat menimbulkan korosi. Unit deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin yang berfungsi menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi.

Deaerator berfungsi untuk memanaskan air yang keluar dari alat penukar ion (ion exchanger) dan kondensat bekas sebelum dikirim sebagai air umpan ketel. Pada deaerator ini, air dipanaskan hingga 90°C supaya gas-gas yang terlarut dalam air, seperti O_2 dan CO_2 dapat dihilangkan. Karena gas-gas tersebut dapat menimbulkan suatu reaksi kimia yang menyebabkan terjadinya bintik-bintik yang semakin menebal dan menutupi permukaan pipa-pipa dan hal ini akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa ketel. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan alat bernama koil jaket dengan pendingin juga menggunakan koil jaket pendingin di dalam deaerator. Berikut adalah gambar diagram alir utilitas :



Gambar 4. 6 Diagram Alir Utilitas

4.6.3. Unit Pembangkit Steam

Pemenuhan kebutuhan air yang diperlukan untuk kebutuhan operasional pabrik dan kebutuhan air domestik berasal dari utilitas. Kebutuhan air tersebut diproses pada suhu 30C. total kebutuhan air tersebut meliputi kebutuhan air domestik, air pembangkit steam dan air proses.

1. Air proses

Tabel 4. 10 Kebutuhan Air Proses

Keterangan	Jumlah (kg/jam)
Air perumahan	375,000
Air sanitasi kantor	937,500
Air sanitasi dan hydran	1312,500
Jumlah	2625,000

2. Air Konsumsi dan sanitasi

Air konsumsi dan sanitasi dirancang kisaran 200 liter/orang. Adapun air untuk kantor dirancang antara 75 liter/hari dengan kisaran orang 150 liter/orang. Air layanan umum dan hydran juga dirancang sejumlah air kantor dan perumahan.

3. Air pendingin

Tabel 4. 11 Kebutuhan Air Pendingin

Nama alat	Kode	Massa (kg/jam)
Reaktor	R-01	458132,334
Cooler	C-01	464741659,423
Jumlah		465199791,758

4. Air umpan boiler

Tabel 4. 12 Kebutuhan Air Umpan Boiler

Nama alat	Kode	Massa (kg/jam)	Nama alat	Kode	Massa (kg/jam)
Heater	HE-01	421,327	Mixer	M-01	365,968
Heater	HE-02	3978,497	Jumlah		365,968
Jumlah		4399,825			

Air keseluruhan kebutuhan utilitas adalah sejumlah air make up =
58149973.970 kg/jam

4.6.4. Listrik

Pada operasi sehari-hari, listrik yang digunakan berasal dari listrik Perusahaan Listrik Negara (PLN). Kebutuhan listrik pabrik dibagi menjadi 2, yaitu :

1. Listrik untuk alat proses

Beberapa peralatan proses menggunakan tenaga listrik sebagai penggerak motor. Daya yang dibutuhkan masing-masing alat dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 13 Kebutuhan Listrik untuk Pompa

Nama Alat	Daya	
	HP	Watt
Pompa (P-01)	15	11185,5000
Pompa (P-02)	15	11185,5000
Pompa (P-03)	15	11185,5000
Pompa (P-04)	10	7457,0000
Pompa (P-05)	40	29828,0000
Pompa (P-06)	15	5478,0000

Tabel 4. 14 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Nama Alat	Daya	
	HP	Watt
Bucket Elevator (BE-01)	1	745,7000
Screw Conveyor (SC-01)	0,05	37,2850
Mixer (M-01)	0,125	93,2125
Reaktor (R-01)	1	745,7000
Total	137,3000	102,384,6100

Kebutuhan listrik alat proses sebesar 102.384.6100 Watt
atau 102.384 kVA

2. Listrik untuk alat utilitas

Sama halnya dengan peralatan proses, peralatan utilitas juga terdapat sejumlah daya yang dibutuhkan. Kebutuhan tersebut dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 15 Kebutuhan Listrik Utilitas

Nama Alat	Daya	
	HP	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	2,0000	1491.4000
Blower Cooling Tower	5,0000	3728.5000
Kompresor	5,0000	3728.5000
Pompa-01	0,7500	559.2750
Pompa-02	0,7500	559.2750
Pompa-03	0,7500	559.2750
Pompa-04	0,7500	559.2750
Pompa-05	0,7500	559.2750
Pompa-06	0,7500	559.2750

Nama Alat	Daya	
	HP	Watt
Pompa-07	0,0500	37.2850
Pompa-08	0,0500	37.2850
Pompa-09	0,0500	37.2850
Pompa-10	0,0500	37.2850
Pompa-11	0,0500	37.2850
Pompa-12	0,7500	559.2750
Pompa-13	0,7500	559.2750
Pompa-14	0,7500	559.2750
Pompa-15	0,0500	37.2850
Pompa-16	0,0500	37.2850
Total	19,3000	14.392.0100

Kebutuhan listrik utilitas sebesar 14.392.0100 Watt atau 14.3920 kVA Sehingga total kebutuhan listrik pada pabrik benzil alkohol dapat dilihat

pada tabel berikut:

Tabel 4. 16 Kebutuhan Listrik Total pabrik Benzil Alkohol

Kebutuhan Listrik	Jumlah (kVA)
Alat proses	102.3846
Alat utilitas	14.3920
Penerangan dan barang elektronik	24.1215
Laboratorium dan bengkel	60.3038
Instrumentasi	60.3038
Total	261.5057

Apabila listrik dari PLN padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel. Generator diesel berfungsi sebagai tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan.

Kapasitas	: 300 kVA
Jenis	: Generator diesel
Jumlah	: 1 buah

Prinsip kerja dari diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Adapun generator yang digunakan adalah generator dengan arus bolak-balik dengan pertimbangan:

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
2. Tegangan dapat dinaikan atau di turunkan sesuai dengan kebutuhan.

4.6.5. Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar bertugas untuk menyediakan kebutuhan bahan bakar pabrik. Bahan bakar yang disediakan di unit ini adalah bahan bakar untuk boiler dan generator. Bahan bakar yang digunakan generator adalah solar sebanyak 49,1627 kg/jam dan untuk bahan bakar yang digunakan boiler adalah fuel oil sebanyak 50,3365 kg/jam.

4.6.6. Spesifikasi Alat Utilitas

a. Penyedia Air

1. Screener

Kode : FU-01 Fungsi : menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti daun, ranting, dan kotoran besar lainnya

Bahan : aluminium 73 Ukuran : Panjang =10 ft, Lebar = 8 ft

Ukuran lubang = 1 cm

2. Bak Pengendap Awal/Sedimentasi

Kode : BU-01

Fungsi : mengendapkan kotoran tanah dan lumpur yang terbawa air

Bentuk : bak persegi dengan beton bertulang

Kapasitas : $213,395 \text{ m}^3$ /jam

Panjang : 13,681 m

Lebar : 7,9099 m

Tinggi : 7,9099 m

Jumlah : 1 buah

3. Bak Flokulator

Kode : BU-02

Fungsi : mengendapkan kotoran yang tidak terendap di bak sedimentasi dengan menambahkan koagulan untuk menggumpalkan kotoran

Bentuk : silinder tegak Kapasitas : $35,3295 \text{ m}^3$ /jam Ukuran :

Diameter : 3,5570 m

Tinggi : 3,5570 m

Pengaduk : marine propeller 3 blade

Diameter pengaduk : 1,1857 m

Motor penggerak : 2 HP

Jumlah : 1 buah

4. Tangki Larutan Alum

Kode : TU-01

Fungsi : menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk persiapan 1 minggu operasi yang diinjeksikan dalam bak penggumpal

Bentuk : silinder vertical

Kapasitas : $0,774 \text{ m}^3$

Diameter : 0,790 m

Tinggi : 1,580 m Jumlah : 1 buah

5. Clarifier Kode : CLU-01

Fungsi : mengendapkan gumpalan yang terbentuk di bak flokulator

Bentuk : silinder vertical

Jenis : external solid recirculation clarifier

Kapasitas : $39,1463 \text{ m}^3$ /jam

Diameter : 3,6808 m

Tinggi : 3,6808 m Jumlah : 1 buah

6. Sand Filter

Kode : FU-02

Fungsi : menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air

Bentuk : bak persegi dengan lapisan pasir

Kapasitas : $20,797 \text{ m}^3$

Panjang : 2,0267 m

Lebar : 2,0267 m

Tinggi : 1,0133 m Jumlah : 1 buah

7. Bak Penampung Sementara

Kode : BU-03

Fungsi : menampung sementara raw water yang telah disaring di sand filter

Bentuk : bak persegi dengan beton bertulang dan dilapisi porselen

Kapasitas : $29,4413 \text{ m}^3$ /jam

Panjang : 4,1342 m

Lebar : 4,1342 m Tinggi : 2,0671 m

Jumlah : 1 buah

b. Pengolahan air sanitasi

1. Tangki Klorinasi

Kode : TU-02

Fungsi : mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga

Bentuk : tangki silinder berpengaduk

Kapasitas : $0,6820 \text{ m}^3$ /jam

Diameter : 1,0140 m

Tinggi : 1,0140 m

Pengaduk : marine propeller

Diameter pengaduk : 0,3380 m

Motor penggerak : 2 Hp

Jumlah : 1 buah

2. Tangki Air Bersih

Kode : TU-04 Fungsi : menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga

Bentuk : silinder vertikal Kapasitas : $0,6820 \text{ m}^3 / \text{jam}$

Diameter : 2,9249 m

Tinggi : 2,9249 m

Jumlah : 1 buah

c. Penyedia Air Proses

1. Tangki Penampungan Sementara Air Proses

Kode : TU-05

Fungsi : menampung sementara air untuk diumpankan ke mixer

Bentuk : silinder vertikal

Kapasitas : $0,765 \text{ m}^3 / \text{jam}$

Diameter : 3,039 m

Tinggi : 3,039 m

Jumlah : 1 buah

d. Pengolahan Air Pendingin

1. Cooling Tower

Kode : CT-01

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan

Jenis : induced draft cooling tower

Kapasitas : $27,2947 \text{ m}^3 / \text{jam}$

Panjang : 2,0709 m

Lebar : 2,0709 m

Tinggi : 2,6800 m

Jumlah : 1 buah

2. Blower Cooling Tower

Kode : BCT-01

Fungsi : menghisap udara sekitar untuk dikontakkan dengan air yang didinginkan

Motor penggerak : 5

HP Jumlah : 1 buah

e. Pengolahan Air Pemanas

1. Kation Exchanger

Kode : KEU-01

Fungsi : menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation, seperti Ca dan Mg

Bentuk : silinder vertical

Kapasitas : $0,4646 \text{ m}^3$ /jam

Diameter : 0,2200 m

Tinggi : 1,3716 m

Tebal : 3/16 in

Jumlah : 2 buah

2. Anion Exchanger

Kode : AEU-01

Fungsi : menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion - anion, seperti Cl, SO_4 dan NO_3

Bentuk : silinder vertical

Kapasitas : $0,4646 \text{ m}^3$ /jam

Diameter : 0,2200 m

Tinggi : 1,3716 m

Tebal : 3/16 in Jumlah : 2 buah

3. Tangki Asam Sulfat

Kode : TU-07

Fungsi : menampung dan menyimpan larutan asam sulfat yang digunakan untuk meregenerasi kation exchanger

Bentuk : silinder vertical

Kapasitas : $0,3383 \text{ m}^3$ 78

Diameter : 0,7554 m

Tinggi : 0,7554 m

Jumlah : 1 buah

4. Tangki Natrium Hidroksida

Kode : TU-08

Fungsi : menampung dan menyimpan larutan nitrogen hidroksida yang digunakan untuk meregenerasi anion exchanger

Bentuk : silinder vertical

Kapasitas : $0,2113 \text{ m}^3$

Diameter : 0,6456 m

Tinggi : 0,6456 m

Jumlah : 1 buah

5. Daerator

Kode : DE-01

Fungsi : menghilangkan gas CO_2 dan O_2 yang terikat dalam feed water yang menyebabkan kerak pada boiler

Bentuk : silinder vertical

Kapasitas : $0,4646 \text{ m}^3 / \text{jam}$

Diameter : 0,8922 m

Tinggi : 0,8922 m

Jumlah : 1 buah

6. Tangki hidrazin (N_2H_4)

Kode : TU-07

Fungsi : menyiapkan dan menyimpan larutan hydrazine

Bentuk : silinder vertikal Kapasitas : $0,5667 \text{ m}^3$

Diameter : 0,8970 m

Tinggi : 0,8970 m

Jumlah : 1 buah

7. Boiler

Kode : BO-01

Fungsi : menguapkan lewat jenuh keluar pompa lalu memanaskannya membentuk saturated steam

Jenis : water tube boiler

Kebutuhan steam : 1031,4301 kg/jam

Jumlah : 1 buah

f. Pengolahan Service Water

1. Tangki Service Water

Kode : TS-01

Fungsi : menampung air untuk kebutuhan service water

Jenis : silinder vertikal Kapasitas : 1 m^3 /jam

Diameter : 3,3228 m

Tinggi : 3,3228 m

Jumlah : 1 buah

4.7. Organisasi Perusahaan

4.7.1. Bentuk Perusahaan

Pengelolaan manajemen pabrik menjadi salah satu keberhasilan suatu Perusahaan. Adapun manajemen Perusahaan membutuhkan tata sistem struktur organisasi yang baik dan lengkap. Efisiensi tinggi suatu Perusahaan dapat terlihat dari adanya pengelolaan sistem manajemen dan structural organisasi yang baik. Pengadaan struktur organisasi mempunyai tugas untuk mengatur dan mengendalikan jalannya kerja serta operasi seluruh pihak yang ahli di bidangnya seperti bagian operasi dan proses pada pabrik.

Pabrik Benzil Alkohol yang akan dibangun, direncanakan akan didirikan dengan klasifikasi pabrik sebagai berikut:

1. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
2. Status Perusahaan : Swasta
3. Kapasitas Produksi : 10.000 Ton/Tahun
4. Lokasi Perusahaan : Kabupaten Gresik Jawa Timur

Bentuk Perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) yang berbentuk badan hukum. Badan hukum ini disebut Perseroan sebab modal badan hukum terdiri atas saham-saham. Perseroan terbatas harus didirikan memakai akte autentik. Berikut beberapa alasan pemilihan Perseroan Terbatas (PT) diantaranya sebagai berikut:

- a. Kelangsungan hidup Perusahaan lebih terjamin, karena wewenang pemegang saham dalam mengambil Keputusan arah jalan Perusahaan terbatas sehingga

tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi, staff dan karyawan perusahaan.

- b. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- c. Kepemilikan dan kepengurusan perusahaan terpisah dimana kepemilikan perusahaan dipegang oleh para pemegang saham sedangkan kepengurusan perusahaan dipegang oleh direksi serta staff dibawah pengawasan dewan direksi.
- d. Efisiensi manajemen dengan cara pemegang saham memiliki hak untuk memilih orang yang dianggap ahli sebagai dewan komisaris dan direktur Perusahaan dengan kompetensi keahlian yang telah ditentukan.
- e. Lapangan usaha yang tercipta lebih luas, PT dapat menarik modal dengan mudah dalam jumlah besar dari masyarakat sehingga modal tersebut dapat digunakan untuk memperluas Perusahaan. (Widjaja, 2003)

Adapun ciri-ciri Perusahaan Perseroan Terbatas (PT):

- 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.

Bentuk Perusahaan ini dipimpin oleh dewan direksi yang terdiri dari seorang direktur utama dibantu oleh beberapa direktur. Pemilihan direktur diadakan rapat umum dengan melibatkan beberapa perwakilan anggota. Terpilihnya seseorang pada saat rapat umum untuk diangkat menjadi direktur belum tentu akan disahkan begitu saja, karena pada dasarnya kandidat yang akan menjadi direktur harus memiliki total saham yang cukup. Dewan komisaris

berhak mengadakan pemeriksaan sendiri atau dibantu oleh akuntan pabrik bila dalam Perusahaan ada hal-hal yang tidak beres pada rangkaian uraian proses pabrik maupun manajemen pada sistem Perusahaan.

Direksi dan komisaris dipilih Kembali oleh rapat umum pemilik saham apabila mereka bersedia setelah masa jabatannya habis. Kekuasaan tertinggi dalam Perseroan Terbatas adalah rapat umum para pemilik saham yang biasanya diadakan setahun sekali setelah audit pada perusahaan. Modal perusahaan diperoleh dari penjualan saham-saham, dan apabila perusahaan rugi maka pemilik saham hanya akan kehilangan modalnya saja dan tidak menyinggung harta kekayaan pribadi untuk melunasi hutang-hutangnya.

4.7.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi adalah salah satu kerangka penting serta pola hubungan yang sistematis dan juga merupakan bagian-bagian yang saling berkaitan untuk membentuk suatu kesatuan dalam usaha mencapai tujuan. Dalam mencapai tujuan tersebut setiap manajemen Perusahaan atau dinas dituntut untuk membentuk suatu struktur organisasi yang dapat menmpatkan sluruh tugas dan kegiatan Perusahaan secara efisien sehingga produktifitasnya dapat berjalan dengan baik.

Struktur organisasi sebagai penunjang keberhasilan pabrik yang mana dapat memperlancar komunikasi dan pabrik menjadi lebih terstruktur dalam menjalankan prosedur yang telah ditetapkan sesuai dengan pembagian tugas dan wewenang masing-masing. Adapun struktur organisasi yang sesuai untuk diterapkan pada pabrik ini adalah sistem *line* dan *staff*, mengingat pada pabrik ini merupakan Perusahaan besar yang mempunyai ruang lingkup serta karyawan yang banyak sehingga membutuhkan staf ahli sebagai pemberi saran dalam bidangnya kepada pemimpin Perusahaan. Sistem ini menggunakan cara kerja dimana semakin ke atas jabatan yang diduduki semakin tinggi tugas, wewenang dan tanggung jawab yang dimiliki juga semakin besar. Tugas, wewenang, dan tanggung jawab tertinggi terletak pada rapat umum pemegang saham.

Sistem bawahan *line* dan *staff* memiliki satu garis tanggung jawab kepada atasannya dan setiap atasan hanya memiliki satu garis komando. Hal tersebut mempertimbangkan sebagai sistem ini adalah lebih mudah dalam pelaksanaan pengawasan dan pertanggung jawaban serta kemungkinan konsentrasi dan loyalitas tinggi terhadap pekerjaan mengingat dengan prinsip yang dianut oleh sistem ini adalah “*the right man on the right place*”.

Struktur organisasi dari suatu Perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan jenjang dan jabatan kepemimpinan dalam pabrik ini sebagai berikut:

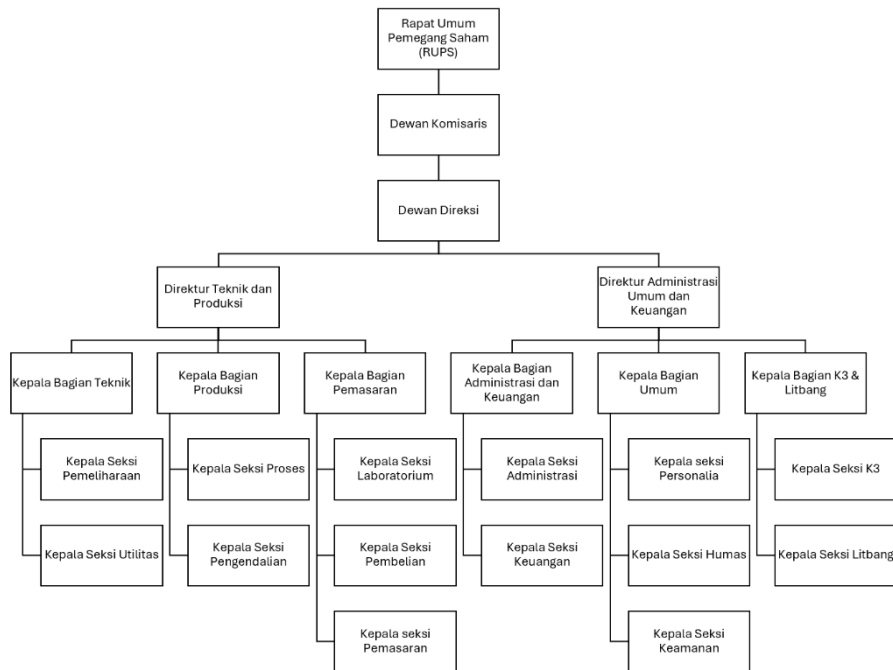
1. Pemegang saham
2. Dewan komisaris
3. Dewan Direksi
4. General manager
5. Manager
6. Staff Ahli
7. Karyawan

Tugas, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing jenjang kepemimpinan tentu saja berbeda-beda. Tugas, wewenang dan tanggung jawab tertinggi terletak pada puncak Pimpinan yaitu Dewan Komisaris. Sedangkan kekuasaan berada pada rapat umum pemegang saham. Adapun manfaat adanya struktur organisasi sebagai berikut :

- a. Menjelaskan, membagi, dan membatasi pelaksanaan tugas dan bertanggung jawab 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

4.7.3. Gambar dan Bagan Struktur Organisasi Pabrik



Gambar 4. 7 Struktur Organisasi Pabrik

4.7.4. Tugas dan Wewenang

1. Pemegang saham

Pemegang saham (pemilik Perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi Perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada Perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). RUPS dilakukan minimal satu kali dalam setahun untuk mengontrol dan mengevaluasi kelancaran proses produksi. Bila ada sesuatu hal, RUPS dapat dilakukan secara mendadak sesuai dengan jumlah forum dan RUPS dihadiri oleh pemilik saham dan Dewan Komisaris.

Pada rapat umum tersebut para pemegang saham :

- Meminta pertanggung jawaban Dewan Komisaris
- Musyawarah mengangkat dari memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur serta mengesahkan anggota pemegang saham apabila mengundurkan diri.

- c. Menetapkan besar laba tahunan yang diperoleh untuk dibagikan, disimpan, atau ditanamkan Kembali.

Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari Perusahaan.

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksanaan tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Adapun tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target Perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran.
- b. Mengawasi tugas-tugas direksi.
- c. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

3. Dewan Direksi

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam Perusahaan yang memiliki tanggung jawab sepenuhnya terhadap segala hal pada kemajuan juga kemunduran suatu Perusahaan. Direktur utama bertanggung jawabkan segala tugas dan tindakannya kepada dewan komisaris. Direktur utama membawahi beberapa dewan direksi seperti direktur produksi, direktur Teknik, dan direktur keuangan serta umum.

a. Direktur Utama

Direktur utama adalah pimpinan tertinggi pada perusahaan ini yang mempunyai tanggung jawab penuh terhadap maju mundurnya Perusahaan kepada dewan komisaris. Tugas dan wewenang direktur utama antara lain:

- Pelaksana kebijakan Perusahaan dan bertanggung jawabkan hasil kerjanya kepada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
- Membuat komunitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen, dan karyawan serta menjaga kestabilan organisasi Perusahaan.
- Mengkoordinir kerja sama antara kepala bagian.

- Mengangkat dan memberhentikan direktur melalui persetujuan rapat umum pemegang saham.

Adapun sub bagian yang bertugas untuk membantu dalam mengatur jadwal dan secara khusus untuk membantu tugas dan tanggung jawab direktur utama yaitu sekretaris umum. Adapun tugas sekretaris untuk direktur utama meliputi :

- Menyiapkan dan Menyusun agenda rapat.
- Menjadi notulensi pada saat rapat diadakan.
- Menerima telepon untuk pimpinan.
- Menjadi perwakilan *meeting* sebagai relasi.
- Membuat janji Bersama klien.

b. Direktur Teknik dan Produksi

Direktur Teknik dan produksi bertanggung jawab mengenai pengawasan mutu produksi, perencanaan jadwal produksi, dan pengawasan peralatan produksi (Asrori, 2022). Beberapa naungan kegiatan direktur produksi dan Teknik juga meliputi segala pelaksanaan kegiatan pabrik, pemeliharaan alat, pengadaan kegiatan pengoperasian pabrik, utilitas, pengembangan dan laboratorium.

c. Direktur Administrasi dan Umum

Direktur administrasi dan umum bertanggung jawab mengenai laba dan rugi Perusahaan, neraca keuangan, administrasi Perusahaan, dan perencanaan pemasaran maupun penjualan (Asrori, 2022).

4. General Manager

Secara umum, tugas dari general manager adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan tugasnya masing-masing, serta sebagai penanggung jawab terhadap direktur yang menangani bagian tersebut. General manager juga merupakan pelaksana pekerjaan dalam lingkungan pada bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur pada bagian masing-masing agar memperoleh hasil yang lebih maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Adapun beberapa manager yang membantu kinerja general manager sebagai berikut :

a. Manager Bagian Produksi

Manager bagian produksi memiliki tanggung jawab terhadap General manager dan Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang kualitas dan kuantitas produksi.

b. Manager bagian Lingkungan, Utilitas, dan K3

Manager bagian tersebut memiliki tugas berupa mengkoordinir beberapa karyawan pada bagian tertentu dalam mengurangi potensi bahaya yang ada dan mengawasi hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja, serta mengkoordinir beberapa bagian dalam mengamati jalannya proses produksi dan dampak terhadap lingkungan sekitar pabrik. Memastikan unti pengolahan limbah berjalan dengan baik, dan mengambil sampel guna pemeriksaan berkala pada limbah buangan pabrik.

c. Manager Laboratorium

Manager laboratorium memiliki tugas dan wewenang yaitu mengkoordinir pengawasan mutu bahan baku utama, mutu proses hasil produksi dan pendukung serta menganalisa limbah ataupun hal yang berhubungan dengan buangan pabrik ke lingkungan sekitar.

d. Manager bagian Pemasaran

Manager bagian pemasaran memiliki tugas dan wewenang yaitu bertanggung jawabkan segala administrasi dan umum dalam hal pengadaan bahan baku, bahan penunjang, bahan dan alat keperluan Perusahaan, pengadaan alat proses, dan pemasaran hasil produksi. Bertanggung jawab akan penjualan produksi kepada konsumen.

e. Manager bagian umum

Manager bagian umum mempunyai tanggung jawab kepada direktur administrasi dan umum pada bidang personalia, hubungan Masyarakat dan keamanan serta mengkoordinasi karyawan bawahan pada bagiannya. Adapaun beberapa bagian yang termasuk pada bagian umum adalah bagian Personalia, bagian Humas, dan bagian Keamanan.

f. Manager bagian Keuangan

Manager bagian keuangan bertugas pada bidang administrasi keuangan dan mengkoordinasikan pada beberapa manager bagian yang menjadi bawahannya. Serta bertanggung jawab kepada direktur administrasi dan umum. Adapun beberapa bagian pada manager keuangan adalah bagian administrasi dan bagian kas atau anggaran.

5. Staff Ahli

Staff ahli memiliki tugas untuk memberi masukan, baik berupa saran, nasihat. Dan pandangan terhadap segala aspek operasional Perusahaan. Staff ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan Teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidangnya masing-masing. Berikut merupakan tugas dan wewenang staff ahli :

- a. Memberikan nasihat dan saran dalam perencanaan, pengembangan, dan maintenance Perusahaan.
- b. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
- c. Mempertinggi efisiensi kerja.

Tabel 4. 17 Jabatan dan Syarat Pendidikannya

Jabatan	Pendidikan
Direktur Utama	S-2
Direktur Produksi	S-2 Nb. Diutamakan Lulusan Teknik Kimia
Direktur Administrasi dan Umum	S-2 Nb. Diutamakan Lulusan Ekonomi dan Akutansi
Direktur Personalia, Umum dan Keuangan	S-2 Nb. Diutamakan Lulusan Psikologi, Hukum dan Ekonomi
Departemen Pemasaran	S-1 Nb. Diutamakan Lulusan Ekonomi Manajemen
Departemen Teknik	S-1 Nb. Diutamakan Lulusan Teknik Mesin / Teknik Elektro
Departemen Produksi	S-1 Nb. Diutamakan Lulusan Teknik Kimia / Teknik Industri
Departemen System	S-1 Nb. Diutamakan Lulusan Ilmu Komunikasi / Informatika / Sistem Informasi
General Manager	S-1
Manager	S-1
Staff Ahli	S-1 nb. Disertakan Sertifikasi terkait bidang terkait yang sudah diakui oleh bidangnya
Sekretaris	S-1
Laboran	S-1 Nb. Diutamakan Lulusan Teknik Kimia / Kimia Murni
HSSE	S-1 Nb. Diutamakan K3, Kesehatan Masyarakat, Teknik Kimia, dan Teknik Lingkungan
Dokter	Profesi Dokter
Perawat	D-3/S-1
Sopir	SLTA/SMK Sederajat nb. Memiliki SIM A dan C yang masih aktif
Cleaning Service	SMA/MA/SMK sederajat
Satpam	SLTA/SMK Sederajat nb. Diutamakan Pendidikan Khusus Petugas Keamanan
Karyawan	SMA/MA/SMK Sederajat

4.7.5. Rencana Kerja

Pabrik Benzil Alkohol akan beroperasi selama 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam/hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan, dan *turn around*. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan menjadi 2 golongan, yaitu :

1. Karyawan non shift

Karyawan non shift merupakan karyawan yang tidak langsung menangani proses produksi, yang termasuk kelompok ini adalah General Manager, Manager, Karyawan Bagian Umum, Staff Ahli, dan masing-masing Staff pada bidangnya. Karyawan non shift bekerja selama 5 hari kerja dalam seminggu dan hari libur di hari sabtu dan minggu serta hari-hari libur nasional sehingga total kerja nya menjadi 40 jam seminggu. Dengan peraturan sebagai berikut :

Senin-Kamis : 07.00 – 16.00 (Waktu Istirahat 12.00 – 13.00)

Jum'at : 07.00 – 15.00 (Waktu Istirahat 12.00 – 13.30)

2. Karyawan Shift

Karyawan *shift* merupakan tenaga yang secara langsung menangani perihal produksi. Kelompok kerja *shift* ini dibagi menjadi 3 *shift* dalam 1 hari, masing-masing bekerja selama 8 jam, sehingga harus dibentuk beberapa kelompok dimana setiap hari 3 kelompok bertugas dan 1 kelompok istirahat. Adapun berikut adalah pengaturan waktu *shift* sebagai berikut :

Shift 1 : 08.00 – 16.00 (Pagi)

Shift 2 : 16.00 – 24.00 (Siang)

Shift 3 : 24.00 – 08.00 (Malam)

Tabel 4. 18 Pembagian Shift Karyawan

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	I	I	I		II	II	II		III	III	III	
B		II	II	II		III	III	III		I	I	I
C	II		III	III	III		I	III	I		II	I
D	III	III		I	II	I		II	II	II		III
Regu	Hari											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A	I	I	I		II	II	II		III	III	III	
B		II	II	II		III	III	III		I	I	I
C	II		III	III	III		I	III	I		II	I
D	III	III		I	II	I		II	II	II		III
Regu	Hari											
	25	26	27	28	29	30						
A	I	I	I		II	II						
B		II	II	II		III						
C	II		III	III	III							
D	III	III		I	II	I						

Keterangan :

A, B, C, D : Kelompok Kerja (regu) *Shift*

Shift I : Pagi

Shift II : Siang

Shift III : Malam

 : Libur

3. Kerja Lembur (*overtime*)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

4.7.6. Sistem Penggajian Karyawan

1. Pada pabrik Benzil Alkohol ini memberikan sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Sistem pembagian gaji pada Karyawan perusahaan terbagi menjadi 3 golongan yaitu :

- 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 Kontrak

Karyawan yang berstatus kontrak dalam waktu tertentu sesuai keperluan perusahaan dimana hasil penilaian kinerja dijadikan dasar rekomendasi pengangkatan sebagai karyawan tetap. Adapun jika kinerja baik dan masih memenuhi kriteria perusahaan untuk bekerja maka bisa dilakukan perpanjangan kontrak pada kurun waktu yang telah ditentukan oleh Administrasi Perusahaan.

- 3.) Karyawan Lembur

Karyawan lembur dapat digolongkan dengan beberapa karyawan kontrak hingga karyawan tetap. Adanya pekerjaan lembur dikarenakan jam kerja karyawan melebihi jam kerja yang telah ditentukan oleh perusahaan dan atas seijin perusahaan untuk melakukan pekerjaan lembur.

Adapun besarnya gaji didasarkan atas ketentuan sebagai berikut :

- a. Segi jabatan / golongan
- b. Segi Tingkat Pendidikan
- c. Segi pengalaman kerja / keahlian dan masa kerja
- d. Segi lingkungan yang berhubungan dengan resiko kerja yang akan dilakukan

2. Fasilitas dan Jaminan Sosial

Untuk meningkatkan kesejahteraan para karyawan maka perusahaan juga akan memberikan gaji bulanan yang termasuk dalam fasilitas jaminan sebagai berikut :

- Tunjangan istri / suami
- Tunjangan anak
- Cuti selama 12 hari tiap tahun dan mendapat uang cuti sebesar 1 bulan gaji

3. Fasilitas Lain-lain

Fasilitas lain-lain perusahaan diberikan kepada karyawan atau pimpinan perusahaan sesuai dengan kemajuan dan keuntungan dari perusahaan.

- Fasilitas air bersih
- Fasilitas Kesehatan bagi karyawan, istri atau suami dan anak
- Memberikan pakaian kerja 2 buah lengkap dengan alat-alat untuk perlindungan terhadap keselamatan kerja sebanyak 1 kali dalam 1 tahun.
- Fasilitas transportasi berupa bus pegawai bagi karyawan yang rumahnya jauh dari Lokasi pabrik
- Fasilitas peribadatan berupa masjid di lingkungan pabrik
- Memberikan uang bonus tiap tahun yang besarnya disesuaikan dengan keuntungan perusahaan dan memberikan uang tunjangan hari raya
- Memberikan asuransi kepada karyawan berupa asuransi Kesehatan, asuransi kecelakaan, dan asuransi hari tua

4.7.7. Daftar Gaji Karyawan

Tabel 4. 19 Daftar Gaji Karyawan

No.	Jabatan	Gaji per bulan (Rp)	Total Gaji per tahun (Rp)
1	Dewan Komisaris	Rp 40.000.000	Rp 480.000.0000
2	Direktur Utama	Rp 35.000.000	Rp 420.000.000
3	Direktur Teknik dan Produksi	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
4	Direktur Keuangan dan Umum	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
5	Staff Ahli	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
6	General Manager	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
7	Manager Pemasaran	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
8	Manager Keuangan	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
9	Manager Teknik	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
10	Manager Produksi dan Proses	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
11	Manager Litbang	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
12	Manager Personalia	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
13	Manager HSSE	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
14	Manager Laboratorium	Rp 15.000.000	Rp 180.000.000
15	Sekretaris	Rp 12.000.000	Rp 144.000.000
16	Karyawan Personalia	Rp 12.000.000	Rp 144.000.000
17	Karyawan Humas	Rp 12.000.000	Rp 144.000.000
18	Karyawan Laboratorium	Rp 12.000.000	Rp 144.000.000
19	Karyawan Pemeliharaan	Rp 12.000.000	Rp 144.000.000

20	Karyawan Pengendalian	Rp 12.000.000	Rp 144.000.000
21	Karyawan Utilitas	Rp 10.000.000	Rp 120.000.000
22	Karyawan Keamanan	Rp 10.000.000	Rp 120.000.000
23	Karyawan Pemasaran	Rp 10.000.000	Rp 120.000.000
24	Karyawan Keuangan	Rp 10.000.000	Rp 120.000.000
25	Karyawan Teknik	Rp 10.000.000	Rp 120.000.000
26	Karyawan Produksi dan Proses	Rp 10.000.000	Rp 120.000.000
27	Karyawan Litbang	Rp 10.000.000	Rp 120.000.000
28	Karyawan HSSE	Rp 10.000.000	Rp 120.000.000
29	Karyawan Administrasi	Rp 10.000.000	Rp 120.000.000
30	Karyawan Kas/Anggaran	Rp 10.000.000	Rp 120.000.000
31	Dokter	Rp 10.000.000	Rp 120.000.000
32	Paramedis	Rp 8.000.000	Rp 96.000.000
33	Sopir	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000
34	Cleaning Service	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000
35	Pustakawan	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000

4.8. Evaluasi Ekonomi

Dalam perhitungan evaluasi ekonomi, digunakan beberapa langkah perhitungan, seperti perkiraan/estimasi harga alat dengan menggunakan Chemical Engineering Plant Cost Index, diambil pada buku Chemical Engineering Cost Estimation oleh Aries and Newton, 1955 dan Plant Design and Economics for Chemical Engineering Peter, M. S., and Timmerhaus, K. D., 1981. Harga index pada tahun 2015 sebesar 585,26 dan index pada tahun 2025 sebesar 692,100. Tujuan dalam melakukan evaluasi ekonomi adalah untuk

mengetahui apakah pabrik yang didirikan layak dan dapat menguntungkan atau tidak untuk didirikan.

Perhitungan Evaluasi Ekonomi meliputi :

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal Tetap (*Fixed 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. Analisa Kelayakan
 - a. *Precent 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 : 10.000 ton / tahun

Satu Tahun Produksi : 330 hari

Umur didirikan : 10 tahun

Pabrik didirikan : 2026

Nilai kurs dollar pada tanggal 24 Maret 2025 1\$ = 17.066 rupiah

Tabel 4. 20 Index Harga Asli

Nama Alat	Kode	Harga Satuan (\$)	Jumlah	Harga Total (\$)
Mixer	M – 01	221.300	1	221.300
Reaktor	R – 01	481.900	1	481.900
Knok Out Drum	KOD	150.000	1	150.000
Dekanter	D – 01	205.000	1	205.000
Tangki	T – 01	125.000	1	125.000
Tangki	T – 02	265.000	1	265.000
Pompa	PO - 01	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 02	6.500	1	6.500
Pompa	PO - 03	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 04	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 05	6.500	1	6.500
Heat Exchangers	HE – 01	140.000	1	140.000
Heat Exchangers	HE – 02	140.000	1	140.000
Cooler	CL – 01	15.000	1	15.000
Pompa	PO – 01	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 2	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 3	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 04	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 05	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 06	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 07	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 08	6.500	1	6.500
Total Harga Alat				\$ 1.834.200

4.8.2. Perhitunga Biaya

A. Modal (Capital Investment)

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya.

1. Modal Tetap (Fixed Capital Investment)

Pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas produktif.

2. Modal Kerja (Working Capital Investment)

Modal yang dibutuhkan untuk menjalankan pabrik secara normal

B. Biaya Produksi (Manufacturing Cost)

Biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan suatu produk (per tahun).

Manufacturing Cost meliputi:

1. Biaya produksi langsung *direct cost*, pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.
2. Biaya produksi tak langsung *indirect cost*, pengeluaran – pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karena operasi pabrik.
3. Biaya tetap *fixed cost* merupakan biaya yang tidak tergantung waktu maupun jumlah produksi, meliputi depresiasi, pajak, asuransi dan sewa.

C. Pengeluaran Umum (General Expense)

Pengeluaran umum merupakan macam-macam pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

D. Analisis Kelayakan

Analisis kelayakan berperan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh besar atau tidak dalam menentukan apakah pabrik tersebut berpotensi untuk didirikan atau tidak. Untuk menyatakan kelayakan dilakukan beberapa tahapan analisis:

1. Percent Return On Investment (ROI)

Merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi.

$$\text{ROI b} = \frac{\text{Keuntungan sebelum pajak}}{\text{Investasi modal tetap}} \times 100\%$$

$$\text{ROI a} = \frac{\text{Keuntungan sesudah pajak}}{\text{Investasi modal tetap}} \times 100\%$$

Dimana :

ROI b = % ROI sebelum pajak

ROI a = % ROI sesudah pajak

Menurut Aries and Newton, nilai ROI minimum adalah 11% untuk pabrik berisiko rendah dan 40% ROI minimum untuk pabrik berisiko tinggi. (Aries and Newton, 1955)

2. Pay Out Time (POT)

Pay out time adalah jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya capital investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT\ b = \frac{\text{Investasi modal tetap}}{\text{Keuntungan sebelum pajak} + \text{Depresiasi}}$$

$$POT\ a = \frac{\text{Investasi modal tetap}}{\text{Keuntungan sesudah pajak} + \text{Depresiasi}}$$

Dimana :

POT b = POT Sebelum Pajak

POT a = POT Sesudah Pajak

POT untuk pabrik berisiko rendah maksimal 5 tahun, sedangkan untuk pabrik berisiko tinggi maksimal 2 tahun. (Aries and Newton, 1955)

3. Break Event Point (BEP)

Break event point adalah titik impas dimana pabrik tidak mempunyai suatu keuntungan maupun kerugian.

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

Fa = Fixed Capital pada produksi maksimum per tahun

Ra = Regulated Expense pada produksi maksimum

Sa = Penjualan maksimum per tahun

Va = Variable Expense pada produksi maksimum per tahun

4. Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah keadaan dimana pabrik mengalami kerugian sebesar fixed cost sehingga pabrik harus ditutup.

$$SDP = \frac{0,3 \times Ra}{Sa - VA - (0,7 \times Ra)} \times 100\%$$

Ra = Regulated Expense pada produksi maksimum

Sa = Penjualan maksimum per tahun

Va = Variable Expense pada produksi maksimum per tahun

4.8.3. Perhitungan Biaya

A. Investasi Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)

1. Harga Alat Sampai di Tempat (*Delivered Equipment Cost*)

Tabel 4. 21 Harga Alat Sampai di Tempat

Nama Alat	Kode	Harga Satuan (\$)	Jumlah	Harga Total (\$)
Mixer	M – 01	221.300	1	221.300
Reaktor	R – 01	481.900	1	481.900
Knok Out Drum	KOD	150.000	1	150.000
Dekanter	D – 01	205.000	1	205.000
Tangki	T – 01	125.000	1	125.000
Tangki	T – 02	265.000	1	265.000
Pompa	PO - 01	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 02	6.500	1	6.500
Pompa	PO - 03	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 04	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 05	6.500	1	6.500
Heat Exchangers	HE – 01	140.000	1	140.000
Heat Exchangers	HE – 02	140.000	1	140.000
Cooler	CL – 01	15.000	1	15.000
Pompa	PO – 01	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 2	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 3	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 04	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 05	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 06	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 07	6.500	1	6.500
Pompa	PO – 08	6.500	1	6.500
Total Harga Alat				\$ 1.834.200

Biaya Import + Transport sampai di Pelabuhan = 16,6% harga alat
= \$ 302.643

Biaya transport dari Pelabuhan sampai di tempat = 2% harga alat
= \$ 36.684

Total alat sampai di tempat = \$ 2.173.537

2. Instalasi Alat (*Installation*)

Biaya instalasi terdiri dari :

Material = 11% dari harga alat
= \$ 201.762

Buruh = 32% dari harga alat
= \$ 586.944

Buruh local (99%) = \$ 581.074,44

Buruh asing (1%) = \$ 5.869,56

Total Instalasi Alat = \$ 788.706

3. Pemipaan (*Piping*)

Biaya Pemipaan terdiri dari :

Material = 49% dari harga alat
= \$ 898.758

Buruh = 37% dari harga alat
= \$ 678.654

Buruh local (99%) = \$ 671.867,46

Buruh asingg (1%) = \$ 6.786,54

Total Biaya Pemipaan = \$ 1.577.412

4. Instrumentasi (*Instrumentation*)

Biaya instrumentasi terdiri dari :

Material = 12% dari harga alat
= \$ 220.104

Buruh = 3% dari harga alat
= \$ 55.026

Buruh local (99%) = \$ 54.475,26

Buruh asing (1%) = \$ 550,26

Total Biaya Instrumentasi = \$ 4.402.130

5. Isolasi (*Insulation*)

Biaya isolasi terdiri dari :

Material = 3% dari harga alat

= \$ 55.026

Buruh = 5% dari harga alat

= \$ 91.710

Buruh local (99%) = \$ 90.792,9

Buruh asing (1%) = \$ 917,1

Total Biaya Isolasi = \$ 146.736

6. Instalasi Listrik (*Electrical Installation*)

Instalasi listrik = 13% dari harga alat

= \$ 238.446

7. Bangunan (*Building*)

Jenis bangunan :

Tingkat = Rp. 2.500.000 / m^2

Biasa = Rp. 1.500.000 / m^2

Sederhana = Rp. 1.250.000 / m^2

Tabel 4. 22 Harga Bangunan

Nama Bangunan	Harga / m^2	Luas (m^2)	Rp
Kantor	2.500.000	1.337,7	3.334.250.000
Gedung Pertemuan	1.500.000	292	438.000.000
Lapangan Olahraga	1.250.000	247,5	309.375.000
Laboratorium	2.500.000	441	1.102.500.000
Tempat Ibadah	1.500.000	441	661.500.000
Kantor Pemadam	2.500.000	441	1.102.500.000
Kantin	1.250.000	147	183.750.000
Klinik	1.500.000	145	217.500.000
Pos Jaga	1.250.000	41,5	51.875.000
Taman	1.250.000	146	182.500.000
Area Parkir	1.250.000	850	1.062.500.000
Gudang Bahan Baku	1.500.000	334,2	501.300.000
Area Proses	1.500.000	334,2	501.300.000
Area Utilitas	1.500.000	365,3	547.950.000
Area Tangki	1.500.000	1.650	2.475.000.000
Bengkel	1.500.000	146,3	219.450.000
Rumah Pompa	1.500.000	243,8	365.700.000
Gudang Alat	1.500.000	243,8	365.700.000
Total Biaya Bangunan			13.632.650.000

8. Tanah dan Perbaikan (*Land and Yard Improvement*)

Harga tanah = 20.000 m^2

Harga tanah + Perbaikan = Rp. 5.000.000 / m²

Biaya Tanah = Rp. 100.000.000.000

9. Utilitas (*Utilty*)

Tabel 4. 23 Daftar Harga Utilitas dari Dalam Negeri

Nama Alat	Kode	Harga / <i>m</i> ²	Luas	Biaya (Rp)
Bak Pengendap		1.500.000	517.29	775.937.000
Bak Pencampur Cepat		1.250.000	1,659	2.074.000
Clarifier		1.250.000	504	630.000.000
Saringan Pasir		1.250.000	52,395	65.494.000
Bak Air Bersih		600.000	216	129.600.000
Bak Air minum		600.000	80,45	48.270.000
Cooling Tower		2.000.000	295,97	591.946.000
Sub Total				2.243.321.000

Daftar harga utilitas dari dalam negeri :

Tabel 4. 24 Harga Alat Utilitas dari Luar Negeri

Nama Alat	Kode	Harga Satuan	Jumlah	Biaya (Rp)
Pompa		56.264.000	1	56.264.000
Pompa		56.264.000	1	56.264.000
Pompa		56.264.000	1	56.264.000
Pompa		56.264.000	1	56.264.000
Pompa		56.264.000	1	56.264.000
Pompa		56.264.000	1	56.264.000
Pompa		56.264.000	1	56.264.000
Pompa		56.264.000	1	56.264.000
Kompresor Udara		8.500.000	1	8.500.000
Tangki Silika		3.600.000	1	3.600.000
Tangki Udara		4.750.000	1	4.750.000
Sub Total				466.962.000

Daftar Harga alat utilitas dari luar negeri

Tabel 4. 25 Daftar Harga Alat Utilitas dari Luar Negeri

Nama Alat	Kode	Harga / m^2	Jumlah	Biaya (\$)
Generator		500.000	1	500.000
Penukaran Kation		3.905	1	3.905
Penukaran Anion		3.660	1	3.660
Tangki Umpan Boiler		54.702	1	54.702
Tangki Kondensat		78.145	1	78.145
Tangki Down Term		100.000	1	100.000
Unit Refigerasi		157.853	1	157.853
Sub Total				898.265

Biaya inport + transport sampai Pelabuhan = 2% dari harga alat

Import + transport = 40%

= \$ 359.306

Transport ke Lokasi = \$ 17.965

Sub total = \$ 1.275.536

Installasi alat utilitas dari luar negeri terdiri dari :

Material = 11% dari harga alat utilitas

= \$ 98.809
 Buruh = 32% dari harga alat utilitas
 = \$ 287.444,8
 Buruh local (99%) = \$ 91.982,34
 Buruh asing (1%) = \$ 2.874,45
 Total Utilitas = \$ 1.469.202,23
 Investasi Modal Tetap

Tabel 4. 26 Investasi Modal Tetap

Keterangan	\$
Harga Alat Sampai di Tempat	2.173.527
Instalasi Alat	788.706
Pemipaan	1.577.412
Instrumentasi	275.130
Isolasi	146.736
Installasi Listrik	238.446
Bangunan	852.040
Tanah dan Perbaikan	6.250.000
Utilitas	1.469.202
Investasi Fisis Pabrik	13.771.199
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	275.424
Investasi Pabrik Langsung	14.046.623
Upah Kontraktor (10% DPC)	1.404.662
Biaya tak Terduga (15% DPC)	2.106.994
Investasi Modal Tetap	\$ 17.558.279
	Rp. 280.932.477.124

B. Biaya Pengolahan (*Manufacturing Cost*)

Biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan suatu produk (per tahun)

a. Biaya Pengolahan Langsung (*Direct Manufacturing Cost*)

Merupakan pengeluaran langsung dalam pembuatan suatu produk

a) Bahan Baku (*Raw Material*)

Benzil Klorida = 1.546,62 Kg/jam

Harga = Rp. 19.200 /Kg

Biaya = Rp. 235.185.223.680 /tahun

Natrium Karbonat = 645,44 Kg/jam

Harga = Rp. 8.800 /Kg

Biaya = Rp. 44.984.586.240 /tahun

Total biaya bahan baku = Rp. 280.169.809.920

b) Buruh (*Labor*)

Daftar upah untuk karyawan

Tabel 4. 27 Daftar Upah Karyawan

No	Pendidikan	Jumlah	Gaji/Bulan	Jumlah/Bulan
1	Sarjana	1	Rp. 20.000.000	Rp. 20.000.000
2	Sarjana	1	Rp. 13.000.000	Rp. 13.000.000
3	Sarjana	2	Rp. 10.000.000	Rp. 20.000.000
4	Ahli Madya	2	Rp. 7.000.000	Rp. 14.000.000
5	Ahli Madya	8	Rp. 5.000.000	Rp. 40.000.000
6	SMU/STM	60	Rp. 3.000.000	Rp. 180.000.000
Jumlah total gaji				Rp. 287.000.000

Total upah untuk karyawan dalam setahun :

Rp. 3.444.000.000

c) Supervisi (*Supervision*)

Biaya = 15% dari biaya buruh

= Rp. 516.600.000 /tahun

d) Pemeliharaan Alat (*Maintenance*)

Biaya berkisar antara 2% sampai dengan 10% dari investasi modal tetap.

Asumsi= 7% dari investasi modal tetap
= \$ 1.229.079,59
= Rp. 19.665.273.398,68

e) Persediaan Alat (*Plant Supplies*)

Biaya = 15% dari pemeliharaan alat
= \$ 184.361,94
= Rp. 2.949.791.009

f) Royalty dan Patent

Biaya = 1% dari hasil penjualan
Hasil penjualan (*Sales*)
Benzi alkohol = 1.257,231 Kg/jam
= 9.957.269,52 Kg/tahun
Biaya = Rp. 816.496.101.000

Royalty dan Patent = Rp. 81.650.000 /tahun

g) Utilitas

Kebutuhan Utilitas sebesar = Rp. 218.684.106.000
Total Biaya Pengolahan Langsung = Rp. 525.511.230.328,48

b. Biaya Pengolahan Tidak *Langsung*

Merupakan pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk

a) Payroll Overhead

Biaya = 20% dari biaya buruh tenaga kerja
= Rp. 688.800.000 /tahun

b) Laboratorium

Biaya = 20% dari biaya buruh
= Rp. 688.800.000

c) Plant Overhead

Biaya = 100% dari biaya buruh

$$= \text{Rp. } 3.444.000.000$$

d) Kemasan

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 2\% \text{ dari hasil penjualan} \\ &= \text{Rp. } 16.329.922.020 \text{ /tahun} \end{aligned}$$

e) Distribusi

$$\text{Biaya distribusi} = \text{Rp. } 240.000 \text{ /ton/1000 miles}$$

Asumsi :

Daerah penjualan meliputi area 1000 miles²

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 2.400.000.000 \text{ /tahun}$$

$$\text{Total Biaya Pengolahan Tidak Langsung} = \text{Rp. } 23.551.522.020$$

c. Biaya Pengolahan Tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)

a) Depresiasi

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 10\% \text{ Investasi modal tetap} \\ &= \text{Rp. } 28.093.247,4 \end{aligned}$$

b) Pajak Kekayaan

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 1\% \text{ dari investasi modal tetap} \\ &= \text{Rp. } 2.809.324.771,24 \end{aligned}$$

c) Asuransi

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 1\% \text{ dari investasi modal tetap} \\ &= \text{Rp. } 2.809.324.771,24 \end{aligned}$$

$$\text{Total dari Biaya Pengolahan Tetap} = \text{Rp. } 33.711.897.254,88$$

$$\text{Total Biaya Pengolahan Tetap} = \text{Rp. } 582.774.649.603,36$$

C. Investasi Modal Kerja (*Working Capital*)

a. Inventori Bahan Baku

Diprediksi 1 bulan dari biaya bahan baku

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 23.347.484.160 \text{ /tahun}$$

b. Inventori Bahan Dalam Proses

Diprediksi 0,5 dari biaya pengolahan

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 882.991.893,34$$

c. Inventori Produk

Diprediksi 1 bulan biaya pengolahan

Biaya = Rp.48.564.554.133,61

d. Kredit Perluasan

Diprediksi 2 bulan biaya pengolahan

Biaya = Rp.97.129.108.267,23

e. Persediaan Tunai

Diprediksi 1 bulan biaya pengolahan

Biaya = Rp. 48.564.554.133,61

Total Investasi Modal Kerja = Rp. 218.488.692.587

D. Pengeluaran Umum (*General Expense*)

a. Administrasi

Biaya administrasi 3% dari hasil penjualan

Biaya = Rp. 24.494.883.030

b. Sales dan promotion

Diprediksi 2% dari hasil penjualan

Biaya = Rp. 16.329.922.020

c. Penelitian dan Pengembangan

Diprediksi 2,5% dari hasil penjualan

Biaya = Rp. 20.412.402.525

d. Finansial

Finansial merupakan biaya untuk pengembalian modal

Bunga pinjaman rupiah = 12,5%

Pinjaman investasi terdiri dari :

Investasi modal tetap = Rp. 280.932.477.124

Investasi modal kerja = Rp. 218.488.692.587,79

Pinjaman Total = Rp. 499.421.169.711,79

Finansial = Rp. 62.427.646.213,97

Total Pengeluaran Umum = Rp.123.664853.788,97

E. Analisa *Keuntungan*

F. Analisa *Kelayakan*

Setelah ditinjau dari segi proses dan juga sifat-sifat dari bahan baku seta produk maka pabrik benzil alcohol ini termasuk kedalam pabrik beresiko rendah (low risk) sehingga untuk analisa kelayakan digunakan persyaratanpersyaratan pabrik beresiko rendah

a. *Return On Investment* (ROI)

a) ROI sebelum pajak

$$ROI\ b = \frac{Keuntungan\ Sebelum\ Pajak}{Fixed\ Capital\ Investment} \times 100\%$$

$$= 39,18\% \text{ /tahun}$$

b) ROI sesudah pajak

$$ROI\ a = \frac{Keuntungan\ Sesudah\ Pajak}{Fixed\ Capital\ Investment} \times 100\%$$

$$= 28,79\% \text{ /tahun}$$

b. *Pay Out Time* (POT)

a) POT sebelum pajak

$$POT\ b = \frac{Fixed\ Capital}{Keuntungan\ Sebelum\ Pajak + Depresiasi}$$

$$= 2 \text{ tahun}$$

b) POT sesudah pajak

$$POT\ b = \frac{Fixed\ Capital}{Keuntungan\ Sesudah\ Pajak + Depresiasi}$$

$$= 2,6 \text{ tahun}$$

c. *Break even Point* (BEP)

a) Fixed Cost (Fa)

- Depresiasi = Rp. 28.093.247.712,4
- Pajak Kekayaan = Rp. 2.809.324.771,24
- Asuransi = Rp. 2.809.324.771,24
- Nilai (Fa) = Rp. 33.711.897.254.88

b) Regulated Cost (Ra)

- Buruh = Rp. 3.444.000.000
- Payroll Overhead = Rp. 688.800.000

- Plant Overhead = Rp. 3.444.000.000
- Supervisi = Rp. 516.600.000
- Laboratorium = Rp. 688.800.000
- General Expenses = Rp. 123.664.853.788,97
- Pemeliharaan Alat = Rp. 19.665.273.398,68
- Nilai (Ra) = Rp. 152.112.327.187,65

c) Variable Cost (Va)

- Bahan Baku = Rp. 280.169.809.920
- Kemasan = Rp. 16.329.922.020
- Utilitas = Rp. 218.684.106.000
- Distribusi = Rp. 2.400.000.000
- Royalty dan Patent = Rp. 81.650.000
- Nilai (Va) = Rp. 517.665.487.940

d) Sales (Sa)

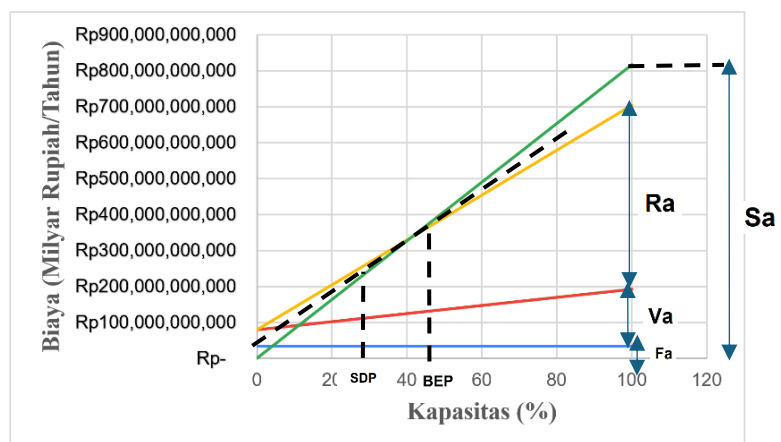
Nilai (Sa) = Rp. 816.496.101.000

Maka, nilai BEP = 41,25%

d. Shut Down Poin (SDP)

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

$$SDP = 23,72\%$$



Gambar 4. 8 Grafik Evaluasi Ekonomi

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

1. Pabrik benzil alkohol dirancang dengan kapasitas 10.000 ton/tahun menggunakan bahan baku benzil klorida dan natrium karbonat.
2. Lokasi pabrik dipilih di Kabupaten Gresik, Jawa Timur karena kemudahan akses bahan baku dan sarana transportasi.
3. Proses produksi menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada suhu 110°C dan tekanan 2 atm.
4. Evaluasi ekonomi menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan ROI sebelum pajak sebesar 39,18% per tahun dan setelah pajak sebesar 28,79% per tahun.
5. Nilai Break Even Point (BEP) tercapai pada tingkat produksi 41,25%, menunjukkan efisiensi operasional yang baik.

5.1. Saran

1. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut terhadap fluktuasi harga bahan baku dan pengaruhnya terhadap biaya produksi.
2. Pengembangan teknologi pemrosesan dan efisiensi energi harus dipertimbangkan untuk mengurangi biaya operasional.
3. Dalam jangka panjang, dianjurkan menjajaki potensi ekspor benzil alkohol sebagai peluang pasar internasional.
4. Pengelolaan limbah dan sistem K3 harus diterapkan secara ketat untuk mendukung keberlanjutan operasional pabrik.

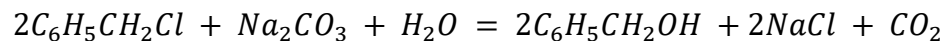
LAMPIRAN

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

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)

Kondisi Operasi :

- Suhu (T) : 105C
- Tekanan (P) : 1.5 atm
- Konversi (Xa) : 96 %
- Reaksi yang terjadi di dalam reaktor



- Jenis bahan reaktor : Baja Stainless steel
- Dasar Pemilihan Jenis Reaktor
RATB dipilih menjadi reactor pada pembuatan produk benzil alkohol dengan pertimbangan sebagai berikut :
 - a. Fase reaksi cair-cair dan prosesnya kontinyu.
 - b. Pada reactor alir tangka berpengaduk suhu dan komposisi campuran dalam reaktor selalu seragam. Hal ini memungkinkan melakukan suatu proses isothermal dalam reaktor RATB.
 - c. Volume reaktor relatif lebih besar dibandingkan dengan reaktor alir pipa, sehingga waktu tinggal reaktor lebih besar. Dalam artian, zat pereaksi dapat lebih lama bereaksi di dalam reaktor.
- Dasar Pemilihan Jaket Pendingin
Luas area tranfer panas reaktor lebih kecil dibandingkan dengan luas selubung reaktor.
- Dasar Pemilihan Pengaduk
Dipilih pengaduk Jenis marine propeller with 3 blades and baffles.
Pemilihan tersebut didasarkan dari nilai viskositas cairan yang diaduk dan

volume cairan yang diaduk. Pertimbangan pemilihan pengaduk sebagai berikut :

- Efektif untuk menjangkau viskositas yang cukup luas.
 - Cocok untuk cairan dengan viskositas mencapai 4×10^3 cP.
 - Cocok untuk kecepatan putaran pengaduk yang relatif tinggi mencapai 1800 rpm.
- Neraca Massa Reaktor

Tabel Neraca Massa di Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	Output (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5 (Fase Cair)	Arus 6 (Fase Uap)
Karbon dioksida	0	0	0	257.202
Air	548.015	0	442.796	0
Toluena	0	64.442	64.442	0
Benzil Klorida	0	1546.620	61.865	0
Benzil Alkohol	0	0	1262.626	0
Natrium Klorida	0	0	689.768	0
Natrium Karbonat	645.440	0	25.818	0
Subtotal	1193.455	1546.620	2482.873	257.202
Total	2804.517		804.517	

- Menghitung Densitas dan Kecepatan Laju Alir Volumetrik
Menghitung massa jenis komponen pada $T = 105^\circ\text{C} = 378.15\text{ K}$
Data densitas liquid diperoleh dari buku Yaws :

Komponen	A	B	t_c	n
Karbon dioksida	0.464	0.262	204.190	0.290
Air	0.435	0.288	154.580	0.292

Toluena	0.299	0.271	0.298	591.79
Benzil klorida	0.381	0.259	697	0.286
Benzil alkohol	0.323	0.264	667	0.224
Natrium klorida	0.221	0.106	3400	0.375
Natrium karbonat	2530			

Adapun rumus yang dipakai pada perhitungan Densitas menggunakan

Buku Yaws dari data di atas adalah $A B^{-\left(1-\frac{t}{tc}\right)^n}$

Umpan Masuk :

Komponen	Mr	Kg / Jam	Fraksi Massa [xi]	ρ [Kg / m ³]	m ³ / Jam
Karbendioksida	44	0.00	0.00	332.90	0.00
Air	18	548.01	0.20	257.05	2.13
Toluena	92	64.442	0.22	299.00	4.63
Benzil klorida	127	1546.62	0.56	454.51	3.40
Benzil alkohol	108	0.00	0.00	367.74	0.00
Natrium klorida	59	0.00	0.00	467.88	0.00
Natrium karbonat	106	645.44	0.24	2530	0.26
Jumlah		2740.07	1.00		5.79

Rumus perhitungan kecepatan laju alir volumetrik (Fv)

$$Fv = \frac{\text{massa}}{\text{densitas}} = \frac{2740.07}{5.79} = 473.25 \text{ L/jam}$$

- Menghitung konsentrasi umpan

$$\text{- Konsentrasi } C_6H_5CH_2Cl (C_{A0}) = \frac{12.18 \frac{\text{kmol}}{\text{jam}}}{473.25 \frac{\text{L}}{\text{jam}}} = 2.57 \times 10^{-2} \text{ kmol/L}$$

$$\text{- Konsentrasi } Na_2CO_3 (C_{B0}) = \frac{6.09 \frac{\text{kmol}}{\text{jam}}}{473.25 \frac{\text{L}}{\text{jam}}} = 1.29 \times 10^{-2} \text{ kmol/L}$$

- Menghitung C_A, C_B

$$C_A = C_{A0} - C_{A0} \times X_A$$

$$C_A = 2.57 \times 10^{-2} \text{ kmol/L} - (2.57 \times 10^{-2} \text{ kmol/L}) \times (0.96)$$

$$C_A = 1.2 \times 10^{-3}$$

$$C_B = C_{B0} - (0.5) \times (C_{A0} \times X_A)$$

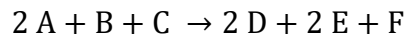
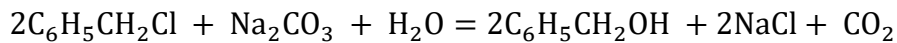
$$C_B = 1.29 \times 10^{-2} \text{ kmol/L} - (0.5) \times (1.29 \times 10^{-2} \text{ kmol/L}) \times (0.96)$$

$$C_B = 6.71 \times 10^{-3}$$

$$M = \frac{C_{B0}}{C_{A0}} = \frac{1.29 \times 10^{-2} \text{ kmol/L}}{2.57 \times 10^{-2} \text{ kmol/L}} = 0.501946$$

- Kinetika Reaksi

Reaksi yang terjadi :



Dapat disederhanakan menjadi :



Dengan rasio molar $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl} : \text{H}_2\text{O}$ adalah 1 : 5 sehingga kecepatan reaksinya.

Penentuan nilai konstanta laju reaksi menggunakan Persamaan Arrhenius dengan mengolah data pada Jurnal *Catalyzed Hydrolysis of Benzyl Chloride*. Dimana pada jurnal tersebut mengambil pada Reaktan Benzil Klorida yaitu umpan masuk dengan tambahan Air dengan perbandingan di atas.

Dengan nilai k adalah konstanta kecepatan reaksi maka dari neraca massa Nilai k didapatkan dari perhitungan didapatkan dari referensi Jurnal. Data diolah dengan nilai berikut :

(d) Catalyzed hydrolysis—relation between rate of hydrolysis and concentration of benzyl chloride HgCl_2 (0.300 M)^b

Acetone, %	Temp., °C.	$\overbrace{10^3 k_1 \text{ (sec.}^{-1}\text{)}}^{\text{RCI (0.05 M)}}$	$\overbrace{10^3 k_1 \text{ (sec.}^{-1}\text{)}}^{\text{RCI (0.10 M)}}$
50	55.15	2.66	2.43
60	61.80	2.39	2.25
70	71.50	2.78	2.72
80	82.25	3.42	3.40

Data pada tabel berikut diolah menggunakan rumus :

dimana,

$$k = A e^{-E/RT}$$

$$\ln k = \ln A - \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T} \right)$$

k = Konstanta laju reaksi

A = Faktor frekuensi

t = suhu dalam kelvin

R = Konstanta gas ideal

Ea = Energi aktivasi reaksi

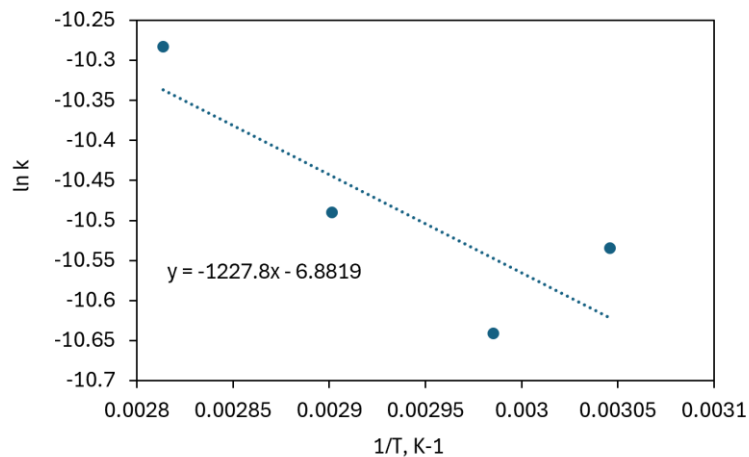
T, C	T, K	1/T	k	ln k
55,15	328,3	0,003046	0,0000266	-10,5346
61,8	334,95	0,002986	0,0000239	-10,6416
71,5	344,65	0,002901	0,0000278	-10,4905
82,25	355,4	0,002814	0,0000342	-10,2833

Cara menghitung $1/T = 1/\text{nilai suhu (Kelvin)}$

Nilai slope didapatkan dari gambar grafik dibawah ini = -1227,8

Nilai Intercept = -6,8819

Nilai energi aktivasi reaksi = $-1227,8 \times 8,314 = 10208 \text{ J/mol}$



Nilai k didapatkan 0,000039915 dari literatur dan pengolahan data menggunakan rumus tersebut. Penentuan nilai k juga menyesuaikan dengan suhu Reaktor.

Berikut adalah persamaan perhitungan Volume Reaktor menggunakan Reaktor RATB :

$$V_l = \frac{F_{A0} X_A}{r_A}$$

Jika nilai k adalah 0,000039915 maka volume reaktor setelah dihitung berdasarkan persamaan tersebut adalah : 95,882 m³

Untuk perhitungan waktu tinggal pada Reaktor dihitung dari volume laju alir volumetrik dibagi volume reaktor.

$$t = \frac{F_V}{V}$$

Berdasarkan perhitungan dengan persamaan tersebut didapatkan nilai waktu tinggal reaktor sebesar 8,24 jam

Data tersebut didapatkan langsung melalui jurnal yang bersangkutan mengenai proses hidrolisis benzil klorida dengan air dan natrium karbonat.

- Menghitung optimasi reaktor

Menghitung volume reaktor dari neraca massa :

$$R_{in} - R_{out} - R_{reaksi} = R_{akumulasi}$$

Dimana,

$$F_{A0} = F_V \times C_{A0}$$

$$F_A = F_V \times C_A$$

Kondisi steady state maka R akumulasi = 0

$$F_{A0} - F_A = -r_A \times V$$

$$F_{A0} - (F_{A0} - F_{A0} \times X) = -r_A \times V$$

$$V = \frac{F_{A0} \times X}{(-r_A)}$$

$$\text{Dimana } F_{A0} = C_{A0} \times F_V$$

$$V = \frac{F_V \times C_{A0} \times X}{(-r_A)}$$

$$V = \frac{F_V \times C_{A0} \times X}{(k \times C_A \times C_B)}$$

$$C_A = C_{A0} (1 - X)$$

$$C_B = C_{B0} - \frac{1}{2} \times C_{A0} \times X$$

$$M = \frac{C_{B0}}{C_{A0}} \text{ sehingga :}$$

$$V = \frac{F_V \times C_{A0} \times X}{k C_{A0}(1 - X) \times (C_{B0} - \frac{1}{2} C_{A0} \times X)}$$

$$V = \frac{F_V \times X}{k \times C_{A0} \times (1 - X) \times (M - \frac{1}{2} \times X)}$$

Dengan cara trial untuk memperoleh masing-masing konversi reaktor yang disusun seri, diperoleh hasil sebagai berikut :

- Jumlah reaktor : 1 unit RATB

Reaktor 1

$$X_0 = 0$$

$$X_A = 0.96$$

$$V_1 = 95,882 \text{ m}^3$$

- Jumlah Reaktor : 2 unit RATB

$$X_0 = 0$$

$$X_A = 0.80$$

$$X_B = 0.96$$

$$V_1 = 134,719 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 152,922 \text{ m}^3$$

- Jumlah Reaktor : 3 unit RATB

$$X_0 = 0$$

$$X_A = 0.80$$

$$X_B = 0.79$$

$$X_C = 0.96$$

$$V_1 = 103.62783 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 103.62783 \text{ m}^3$$

$$V_3 = 188.623 \text{ m}^3$$

n	Xa	Xb	Xc	Xd	Xe	Xf	V (m3)
1	0.96						72.3213
2	0.80	0.960					94.73219
3	0.03	0.79	0.960				103.62783

V (m3)	Volume Over Design	Volume (gallon)	Biaya/Unit
95,882	115,0584	20851,12560	36100
152,922	183,5064	29374,32248	49100
188,623	226,3476	32132,66047	94100

Bahan pembuatan Reaktor RATB dipilih Stainless steel type 304 S.S (Megyesy hal. 228, 1997). Adapun basis harga adalah 31.000 USD. Optimasi reactor dilakukan dengan cara mengambil pilihan reaktor yang memiliki harga terdekat dari harga basis dan tidak melebihi 20% dari harga basis pada pemilihan reaktor. Untuk meminimalkan biaya maka diambil jumlah reaktor yang akan digunakan adalah 1 Reaktor dengan volume perancangan $115,0584 \text{ m}^3$.

- Perancangan Reaktor

Asumsi :

- Volume cairan selama reaksi tetap
- Kondisi dianggap isothermal karena cairan dalam tangki mixed flow

Volume cairan dalam reaktor = $95,882 \text{ m}^3$.

Volume design reaktor dirancang dengan angka keamanan = 20%

Volume reaktor menjadi = $115,0584 \text{ m}^3$.

Reaktor memiliki bentuk silinder tegak dengan perbandingan H : D

Didapatkan D tangki = 102 in = 2.5908 m.

Dan tinggi tangki = 111 in = 2.8194 m.

$$\text{Volume cairan dalam head} = \frac{\pi}{24} D^3 = 0.130899694 \times 2.5908^3 = 2.276356596 \text{ m}^3.$$

$$\text{Luas penampang tangka (At)} = \frac{\pi}{4} D^2 = 5.27178461 \text{ m}^2$$

$$\text{Tinggi cairan dalam badan tangki dengan head} = \frac{(V_l - V_h)}{At} = \left(\frac{72.3213112 - 2.276356596}{5.271784613} \right) = 13.28676335 \text{ m}$$

Tebal dinding reaktor dihitung dengan persamaan di buku (Megyesy hal. 18, 1997)

$$ts = \frac{P Ro}{S \varepsilon + 0.6 P} + C''$$

Diketahui C'' = Faktor korosi [m]

S = Allowable stress [kPa]

P = Tekanan terukur [kPa]

Ro = Jari-jari luar vessel [m]

Ts = Tebal dinding [m]

E = efisiensi

$$\text{Allowable stress fall} = 16700 \text{ psi} \times \left[6.928 \frac{\text{kPa}}{\text{psi}} \right] = 115697.6 \text{ kPa} \text{ (Megyesy hal. 190 (1997))}$$

Faktor Korosi berkisar antara 0.254 mm sampai 0.381 mm/tahun. (Peters hal. 542, 2003)

$$C'' = 0.381 \text{ mm} \times 10 \text{ tahun} \times \left[0.001 \frac{\text{m}}{\text{mm}} \right] = 0.00381$$

Efisiensi sambungan = $\varepsilon = 0.85$ (Megyesy hal.172, 1997)

172

TYPES OF WELDED JOINTS			
CODE UW-12	TYPES	JOINT EFFICIENCY, E	
		a. Fully Examined	b. Spot Examined
1	 Butt joints as shown in the diagram are made by the use of backing strip. The backing strip is removed after completion of weld.	1.00	0.85
2	 Double-welded butt joints are made by the use of backing strip. The backing strip is removed after completion of weld.	1.00	0.85

Tekanan perancangan = $1.5 \times 1.3 \text{ atm} = \text{tekanan operasi}$

$P_{\text{design}} = 1.5 \times 1.3 \text{ atm} \times 101.325 \text{ kPa/bar} = 197.584 \text{ kPa}$

Tekanan lingkungan = $1 \text{ atm} \times 101.325 \text{ kPa/bar} = 101.325 \text{ kPa}$

$P_{\text{gauge}} = P_{\text{design}} - P_{\text{lingkungan}} = 197.584 \text{ kPa} - 101.325 \text{ kPa} =$

96.2588 kPa

Jari-jari luar $R_o = OD/2$

$$R_o = \frac{2.5908 \text{ m}}{2} = 1.2954 \text{ m}$$

Tebal dinding reaktor =

$$t_s = \frac{P R_o}{S \varepsilon + 0.6 P} + C'' = \frac{96.25875 \text{ kPa} \times 1.2954}{115697.6 \text{ kPa} \times 0.85 + 0.6 \times 96.25875} = 0.0050772 \text{ m}$$

bila dinyatakan dalam in = 0.1998898 in

Dipilih tebal standard (t) = 3/16 in

- Menghitung dimensi head

Menentukan jenis dan ukuran head dan bottom reaktor . pertimbangan yang dilakukan dalam pemilihan jenis head meliputi :

- Flanged and Standard Dished Head

Umumnya digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangki dengan diameter kecil.

- Torispherical Flanged and Dished Head

Digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis.

- Elliptical Dished Head

Digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal.

- Hemispherical Head

Digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi, kuat dan ukuran yang tersedia sangat terbatas.

Pemilihan jenis Head berdasarkan tekanan operasi. Untuk operasi < 15 bar, head yang digunakan berjenis torispherical dishead (Towler hal 987, 2008)

Tebal Head adalah

$$\text{Diameter luar } D_o = 102 \text{ in} \times [0.0254 \text{ m/in}] = 2.5908 \text{ m}$$

$$\text{Tebal standard} = 3/16 \text{ in} \times [0.0254 \text{ m/in}] = 0.00508 \text{ m}$$

$$\text{Jari-jari kelengkungan, } r = 114 \text{ in} \times [0.0254 \text{ m/in}] = 2.8956 \text{ m}$$

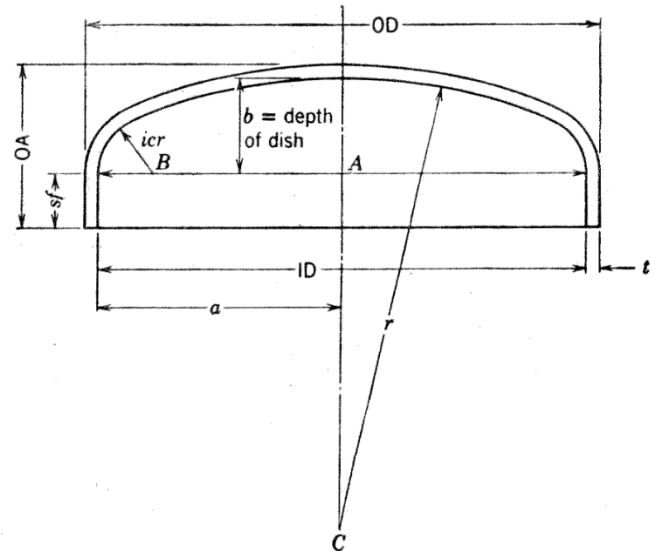
$$\text{Jari-jari kelengkungan internal, } i_c r = 71/4 \text{ in} \times [0.0254 \text{ m/in}] = 0.45 \text{ m}$$

(Brownell hal.91 1959)

Straight Flange berkisar antara 1.5 sampai 3 in (Brownell hal. 88 1959)

$$\text{Dipilih straight flange, } sf = 3 \text{ in} \times [0.0254 \text{ m/in}] = 0.0762 \text{ m}$$

Sketsa Head :
(Brownell hal 87, 1959)



Diketahui data perhitungan tersebut adalah :

OA = tinggi head [m]

Icr = jari-jari kelengkungan pojok

B = kedalaman [m]

Sf = straight flange [m]

AB = ID/2 – icr

BC = r – icr

ID = OD – 2 × Tebal dinding

ID = 120 in – 2 x 0.199889843 in = 119.6 in

AB = $\frac{ID}{2} - icr = \frac{119.6002203}{2} - 17.75 = 42.0501102 \text{ in} = 1.0680728 \text{ m}$

BC = r – icr

BC = 114 in – 17.75 in = 96.25 in = 2.44475 m

B = 114 in – $[(96.25 \text{ in})^2 - (42.0501102 \text{ in})^2]^{0.5} =$
57.42141872 in = 1.458504036 m

OA = 0.1875 in + 2 x 60.6089187 in = 256.2178 in = 6.507933 m

Jenis pengaduk berdasarkan viskositas fluida yang diaduk

Komponen	Mr	kg/jam	Fraksi massa	μ [cP]	xmassa x μ
Karbondioksida	44	257.20	0.093867	0.0032	0.0003
Air	18	442.80	0.1616	0.2647	0.0428
Benzil Klorida	127	61.86	0.022578	0.4284	0.0097
Benzil Alkohol	108	1262.63	0.4608	0.6934	0.3195
Natrium Klorida	59	689.77	0.251733	82.089	20.4128
Natrium Karbonat	106	25.82	0.009422	1	0.0094
Total		2740.07	1		20.794

$$\mu = 20.794$$

untuk viskositas , $\mu = 20.794$ cP, maka jenis pengaduk yang dipilih adalah flat turbin

Sketsa flat turbin :

Diameter pengaduk

$$D_i = 1/3 D_t$$

$$Z = 1/3 H_t$$

$$B = 1/12 D_t$$

$$W = 1/5 D_i$$

$$r = 1/4 D_i$$

$$s = 1/8 D_i$$

Keterangan

B = lebar baffle [m]

D_i = diameter pengaduk [m]

D_t = diameter reaktor [m]

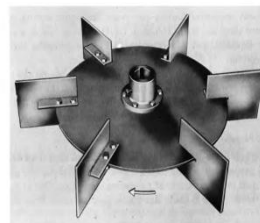


Figure 1-2. 6 blade flat blade turbine with removable blades.
(Courtesy Mixing Equipment Co.)

Ht = tinggi lurus reaktor [m]

W = lebar sudu [m]

Z = elevasi pengaduk [m]

R = panjang blade impeler

S = panjang blade dari pusat bantalan

$$R = 1/4 \times 2.5908 \text{ m} = 0.6477 \text{ m}$$

$$Di = 1/3 \times 2.5908 \text{ m} = 0.8636 \text{ m}$$

$$B = 1/12 \times 2.5908 \text{ m} = 0.2159 \text{ m}$$

$$S = 1/8 \times 0.8636 \text{ m} = 0.10795 \text{ m}$$

$$W = 1/5 \times 0.8636 \text{ m} = 0.17272 \text{ m}$$

$$Z = 1/3 \times 2.8194 \text{ m} = 0.9398 \text{ m}$$

Kecepatan putar pengaduk berkisar antara 650 ft/menit sampai 800 ft/menit (Holland hal. 16, 1966)

Basis 52 rpm/rotasi/menit

$$Re = \frac{\rho l N Di^2}{\mu l}$$

Re = bilangan Reynold

μl : viskositas fluida yang diaduk [kg /m s]

viskositas fluida yang diaduk

$$\mu l = 20.794 \text{ cP} \times [0.001 \text{ kg/m s cP}] = 0.0207945 \text{ kg/m s}$$

Rapat massa :

$$\rho l = \text{Kecepatan massa} / \text{Kecepatan volume} = 2740.07 \text{ kg/jam} / 5.790 \text{ m}^3/\text{jam} = 473.2501057 \text{ kg/m}^3$$

$$N = 52 / \text{menit} \times [\text{menit} / 60 \text{ s}] = 0.86666667 \text{ s}^{-1}$$

$$Re = \frac{473.2501057 \text{ kg/m}^3 \times (0.86666667 \text{ s}^{-1}) \times (0.8636)^2}{0.020794498 \text{ kg/m s}} = 14710.2359$$

Daya penggerak pengaduk dihitung dengan persamaan :

$$Po = Np \rho l N^3 Di^5$$

Diketahui dengan data sebagai berikut :

Di : diameter pengaduk [m]

N : kecepatan luar putar [1/s]

Np : bilangan daya

Po : daya penggerak [watt]

ρl : Rapat massa fluida yang diaduk [kg /m³]

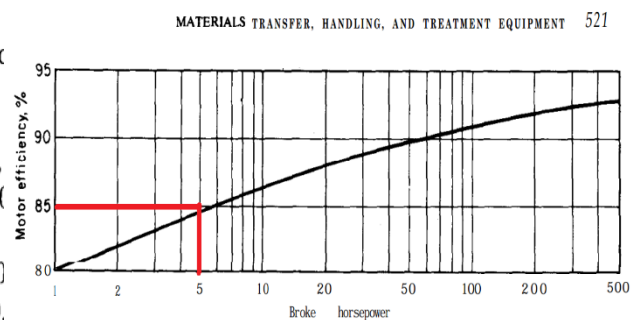
$$\begin{aligned} Po &= 5 \times 681.54298 \text{ kg/m}^3 \times (0.86666667^3 \times 1.016 \text{ m})^5 = \\ &739.9121725 \text{ kg m m/s}^2 \text{ s} \\ &= 739.912 \text{ watt} \end{aligned}$$

Efisiensi motor (Peter hal. 521)

*Horsepower Ratings.*³¹ Standard NEMA ratings for inc motors are

General purpose: $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3, 5, $7\frac{1}{2}$, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 450, and 500.

Large motors: 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 800, 900, 1,000, 1,250, 1,500, 1,750, 2,000, 2,250, 3,000, 3,500, 4,000, 4,500, 5,000 and up to 30,000.



Daya penggerak motor yang diperlukan adalah

$$\text{Daya} \frac{739.912 \text{ watt}}{85\%} = 870.4849088 \text{ watt}$$

$$\text{Daya} = 2825.33 \text{ watt} \times [1.341 \times 10^{-3} \text{ watt/hp}] = 1.17 \text{ hp}$$

Motor standar diperoleh dari (Ludwig hal. 628, 2001) yaitu motor induksi dengan daya 5 hp

- Perancangan poros pengaduk
 - Beban hidraulik pengaduk yang digunakan adalah 1004.405664 N.m
- Data Kapasitas Panas Fase Cair

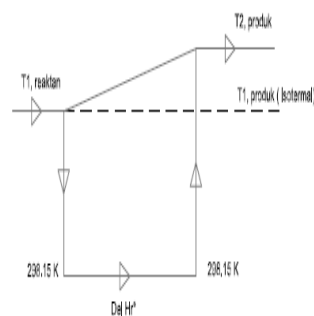
Komponen	A	B	C	D	hf
Karbondioksida	-3981.02	52.5	-0.227	0.000329	-393.500
Air	92.053	-0.0004	-0.000211	0.000000535	-241.800
Benzil klorida	82.217	0.709	-0.00176	0.00000187	18.700
Benzil alkohol	97.57	0.866	-0.00214	0.00000217	-100.400
Natrium klorida	95.016	-0.0311	0.000000986	5.51E-09	-411.200
Natrium karbonat	0	0	0	0	0.000

Data konstanta diperoleh dari buku yaws dengan rumus sebagai berikut :

$$Cp = A + B \times t + C \times t^2 + D \times t^3$$

Keterangan : t = suhu operasi [K]

Skema penyelesaian :



ΔH 1

Komponen	icpair		Reaktan		Produk
Karbendioksida	-47476.97642	Benzil Klorida	- 30895.31619	Benzil Alkohol	- 36743.4292
Air	-7092.323031	Air	- 7092.323031	Natrium Klorida	- 13572.6137
Benzil klorida	-15447.65809	Natrium Karbonat	0	Karbendioksida	- 47476.9764
Benzil alkohol	-18371.71459		- 37987.63922		- 97793.0193
Natrium klorida	-6786.306857				
Natrium karbonat	0				

ΔH 2

Komponen	icpcair		reaktan		produk
Karbendioksida	47476.97642	benzil klorida	30895.31619	benzil alkohol	36743.42917
Air	7092.323031	air	7092.323031	natrium klorida	13572.61371
Benzil klorida	15447.65809	natrium karbonat	0	karbendioksida	47476.97642
Benzil alkohol	18371.71459		37987.63922		97793.01931
Natrium klorida	6786.306857				
Natrium karbonat	0				

$$\Delta H_{r0} = \Delta H f_{produk} - \Delta H f_{reaktan}$$

$$\Delta H_{r0} = (-37987.6392 \text{ Kj/jam}) - (-97793.0193 \text{ Kj/jam})$$

$$= -1212300 \text{ Kj/jam}$$

$$\Delta H_r = \Delta H_1 + \Delta H_{r0} + \Delta H_2$$

$$\Delta H_r = -37987.639 \text{ Kj/jam} + -1212300 \text{ Kj/jam} + 97793.0193 \text{ Kj/jam}$$

$$\Delta H_r = -1152494.6 \text{ Kj/jam}$$

Dikarenakan hasil nya adalah negatif maka dikatakan panas reaksi adalah eksotermis. Reaksi eksotermis adalah kalor yang dihasilkan oleh suatu proses pembakaran dipindahkan dari sistem ke lingkungan.

$$Q_r = -F_{A0} \times x_A \times \Delta H_{r0}$$

$$Q_r = 53895.25 \frac{\text{Kj}}{\text{jam}}$$

$$Q \text{ Pendingin} = \Delta H_1 + \Delta H_r + \Delta H_2$$

$$Q \text{ Pendingin} = (27778351.54 \text{ Kj/jam} + 53895184.25 \text{ Kj/jam}$$

$$+ 44184862 \text{ Kj/jam})$$

$$Q \text{ Pendingin} = 37488673.82 \text{ Kj/jam}$$

Neraca Panas Total pada Reaktor

Komponen	Input	Output	
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
Karbondioksida	0.000	12211173.290	0.000
Air	3886699.406	0.000	3140452.269
Benzil Klorida	23891656.961	0.000	955669.368
Benzil Alkohol	0.000	0.000	23196604.502
Natrium Klorida	0.000	0.000	4680977.308
Natrium Karbonat	9.941	0.000	9.941
Panas Reaksi	53895184.246	0.000	0.000

Panas yang diserap Pendingin	0.000	0.000	37488673.816
Jumlah	81673550.553	81673550.553	

Menghitung Dimensi Jaket Pendingin

a. Menghitung massa air pendingin

$$\begin{aligned}
 \text{Massa air pendingin } m_{\text{air}} &= \frac{Q_t}{c_{\text{pair}} (t_2 - t_1)} \\
 &= \frac{37488673.82 \text{ Kj/jam}}{4.184 \text{ Kj/kg K} \times (323.15 \text{ K} - 303.15 \text{ K})} \\
 &= 448000 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

b. Menghitung suhu LMTD

Fluida panas		Fluida dingin		
378.15	Suhu atas	323.15	Δt_1	55
378.15	Suhu bawah	303.15	Δt_2	75

$$\Delta LMTD = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln \left(\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} \right)}$$

$$\Delta LMTD = \frac{75^\circ K - 55^\circ K}{\ln \left(\frac{75^\circ K}{55^\circ K} \right)} = 64.483^\circ K$$

c. Koefisien perpindahan kalor diprediksi berdasarkan buku Towler and Sinnott, 798

Table 12.1. Typical Overall Coefficients—Cont'd

Immersed Coils		
Coil	Pool	
<i>Natural circulation</i>		
Steam	Dilute aqueous solutions	500–1000
Steam	Light oils	200–300
Steam	Heavy oils	70–150
<i>Agitated</i>		
Steam	Dilute aqueous solutions	800–1500
Steam	Light oils	300–500
Steam	Heavy oils	200–400
Water	Aqueous solutions	400–700
Water	Light oils	200–300
Jacketed Vessels		
Jacket	Vessel	

Nilai Ud berkisar antara 200 – 300 J/m sK

$$\text{Dicoba } Ud = 300 \frac{J}{m} \times [0.001 kJ/J] = 0.3 kJ/m^2 sK$$

- d. Perhitungan luas perpindahan kalor yang diperlukan

$$A = \frac{Q_{pp}}{U_d LMTD}$$

$$A = \frac{10413.5205 kJ/jam}{0.3 kJ/m^2 sK \times 64.483 K} = 2238348.119 m^2 = 24093378.6 ft^2$$

- e. Perhitungan luas selimut

$$A_{tersedia} = \pi \times D_t \times H_l$$

$$A_{tersedia} = \pi \times (3.6575 m) \times 2.8194 = 25.917 m^2$$

- f. Luas selimut tangka yang tersedia > luas perpindahan kalor yang diperlukan, maka sistem pendingin yang digunakan sistem jaket

Pra-rancangan Nozzle

Nozzle untuk umpan iC_3H_8O

Diameter pipa optimum dihitung dengan persamaan :

$$D_{opt} = 3.9 q f^{0.45} \rho f^{0.13}$$

Dengan hubungan

D_{opt} : diameter pipa optimum [in]

Q_f : kecepatan volume fluida [ft^3/s]

ρ_f : rapat massa fluida [lb/ft^3]

Persamaan diperoleh dari buku Peter, 496

Suhu : $64.483^\circ K$

Data densitas diperoleh dari buku yaws

Komponen	A	B	tc	n
Karbondiodoksida	0.464	0.262	204.190	0.290
Air	0.435	0.288	154.580	0.292
Benzil klorida	0.381	0.259	697	0.286
Benzil alkohol	0.323	0.264	667	0.224
Natrium klorida	0.221	0.106	3400	0.375

Natrium karbonat	2530
------------------	------

$$\rho l = \frac{2740.07 \text{ kg/jam}}{5.789 \text{ m}^3/\text{jam}} = 473.250 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho f = 473.250 \text{ kg/m}^3 \times \left[\frac{\text{lb}}{0.4536 \text{ kg}} \right] \times \left[\frac{0.3048 \text{ m}}{\text{ft}} \right]^3 = 29.5435 \text{ lb/ft}^3$$

$$qf = 5.789 \text{ m}^3/\text{jam} \times [\text{jam}/3600 \text{ s}] \times [\text{ft}/0.3048 \text{ m}]^3 = 0.0567 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned} \text{Diopt} &= 3.9 \times (0.0567)^{0.45} \times (29.5435)^{0.13} = 1.6659 \text{ in} \\ &= 4.2316 \text{ cm} \end{aligned}$$

Pipa standar :

Dipilih berdasarkan tabel 17 buku Peters , 888

TABLE 13
Steel-pipe dimensions

Nom- inal pipe size, in.	OD, in.	Sched- ule No.	ID, in.	Flow area net pipe, in. ²	Surface lin ft, ft ² per		Weight per lin ft, lb steel
					Outside	Inside	
$\frac{1}{8}$	0.405	40†	0.269	0.058	0.106	0.070	0.25
		80‡	0.215	0.036	0.106	0.056	0.32
$\frac{1}{4}$	0.540	40	0.364	0.104	0.141	0.095	0.43
		80	0.302	0.072	0.141	0.079	0.54
$\frac{3}{8}$	0.675	40	0.493	0.192	0.177	0.129	0.57
		80	0.423	0.141	0.177	0.111	0.74
$\frac{1}{2}$	0.840	40	0.622	0.304	0.220	0.163	0.85
		80	0.546	0.235	0.220	0.143	1.09
$\frac{3}{4}$	1.05	40	0.824	0.534	0.275	0.216	1.13
		80	0.742	0.432	0.275	0.194	1.48
1	1.32	40	1.049	0.864	0.344	0.274	1.68
		80	0.957	0.718	0.344	0.250	2.17
$1\frac{1}{4}$	1.66	40	1.380	1.50	0.435	0.362	2.28
		80	1.278	1.28	0.435	0.335	3.00
$1\frac{1}{2}$	1.90	40	1.610	2.04	0.498	0.422	2.72
		80	1.500	1.76	0.498	0.393	3.64
2	2.38	40	2.067	3.35	0.622	0.542	3.66
		80	1.939	2.95	0.622	0.508	5.03
$2\frac{1}{2}$	2.88	40	2.469	4.79	0.753	0.647	5.80
		80	2.323	4.23	0.753	0.609	7.67
3	3.50	40	3.068	7.38	0.917	0.804	7.58
		80	2.900	6.61	0.917	0.760	10.3
4	4.50	40	4.026	12.7	1.178	1.055	10.8
		80	3.826	11.5	1.178	1.002	15.0
6	6.625	40	6.065	28.9	1.734	1.590	19.0
		80	5.761	26.1	1.734	1.510	28.6
8	8.625	40	7.981	50.0	2.258	2.090	28.6
		80	7.625	45.7	2.258	2.000	43.4
10	10.75	40	10.02	78.8	2.814	2.62	40.5
		60	9.75	74.6	2.814	2.55	54.8
12	12.75	30	12.09	115	3.338	3.17	43.8
16	16.0	30	15.25	183	4.189	4.00	62.6
20	20.0	20	19.25	291	5.236	5.05	78.6
24	24.0	20	23.25	425	6.283	6.09	94.7

† Schedule 40 designates former "standard" pipe.
‡ Schedule 80 designates former "extra-strong" pipe.

$$\text{Diameter luar, Od} = 2.38 \text{ in} \times [0.0254 \text{ m/in}] = 0.060452 \text{ m}$$

$$\text{Diameter dalam, } Id = 1.939 \text{ in} \times [0.0254 \text{ m/in}] = 0.0492506 \text{ m}$$

g. Perhitungan volume total

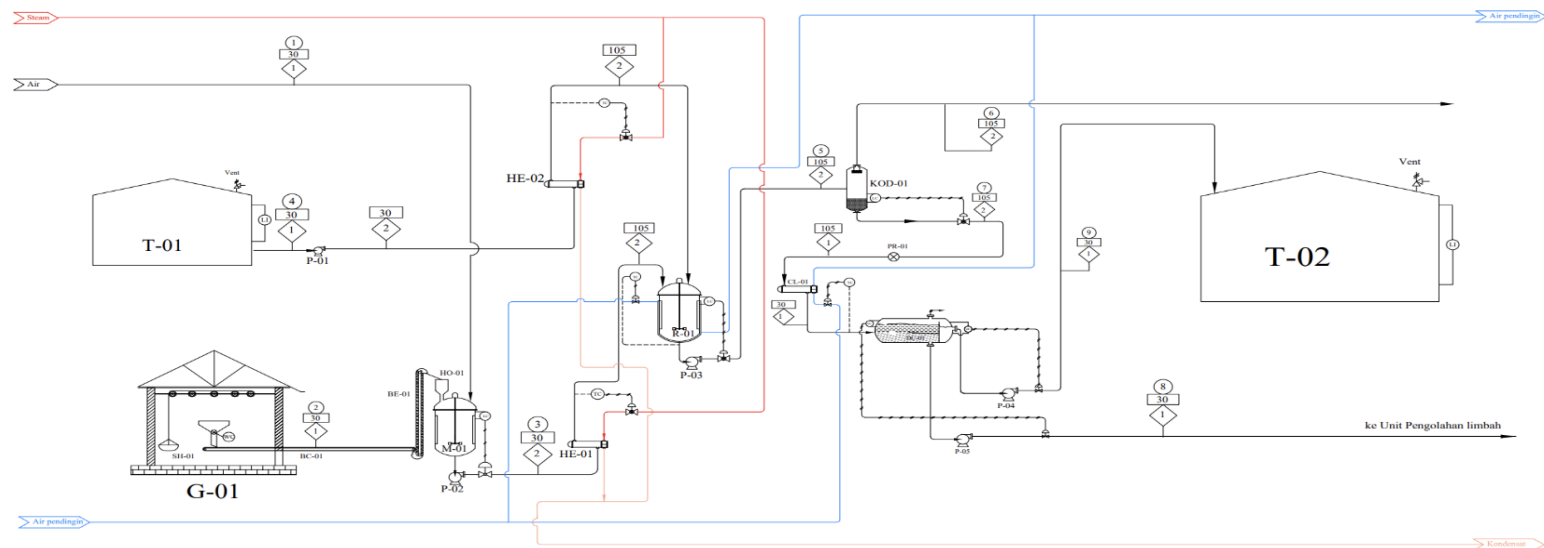
Volume total = volume cairan + volume head

$$73.321 \text{ m}^3 + 2.276 \text{ m}^3 = 74.597 \text{ m}^3$$

h. Perhitungan Volume Design

$$1.2 \times 74.597 \text{ m}^3 = 89.517 \text{ m}^3$$

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK BENZIL ALKOHOL DARIS BENZIL KHLORIDA DAN NARIUM KARBONAT
KAPASITAS : 10 000 ton/thn



NERACA MASSA (kg/jam)

KOMPONEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CO ₂					257,20	257,20			
H ₂ O	365,97	182,05	548,02		442,80		442,80	438,37	4,43
C ₆ H ₆				64,44	64442,00		64,44	64,44	
C ₆ H ₅ CHCl				1546,62	61,87		61,87	0,59	61,28
C ₆ H ₅ CHOH					1262,63		1262,63	65,70	1196,92
NaCl					689,77		689,77	689,77	
Na ₂ CO ₃		645,44	645,44	645,44	25,82		25,82	25,82	
TOTAL	365,97	827,49	1193,46	1611,06	2804,52	257,20	2547,32	1224,38	1262,63

Keterangan Alat	Keterangan Simbol
BC	Ball Conveyor
CL	Condenser
FC	Filter
FD	Feed Drum
IP	Intermediate Pump
PR	Process Reactor
R	Reaktor
TD	Drum
Y	Yantra

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA	Disusun Oleh: 1. Shaula Marwa Sabila 20521094 2. Muhammad Iqbal Firdaus 20521118
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.	

DAFTAR PUSTAKA

Megyesy, E.F. , Pressure Vessel Handbook, PRESSURE VESSEL PUBLISHING INC, (1997), halaman 18

(Megyesy, E.F. , Pressure Vessel Handbook, PRESSURE VESSEL PUBLISHING INC, (1997) halaman 228)

(Megyesy, E.F. , Pressure Vessel Handbook, PRESSURE VESSEL PUBLISHING INC, (1997) halaman 172)

Towler,G ., dan R. Sinnott , Chemical Engineering Design Principles , Mc Graw Hill ,(2008),hal .987

(Brownell dan Young , Process Equipment Design , John Wiley and son , 1959,halaman 88)

(Brownell dan Young , Process Equipment Design , John Wiley and son , 1959,halaman 87)

(Holland, F.A dan F.S.,Chapman , Liquid Mixing and Processing in Stirred Tanks, Reinhold New York , 1966)

Ludwig, E.E., Applied Process Design For Chemical and Petrochemical Plants, Gulf

Chohey , Handbook of chemical engineering calculation ,(2001), halaman 12.17 sampai halaman 12.20