

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA METIL BENZOAT DARI
ASAM BENZOAT DAN METANOL DENGAN KAPASITAS
30.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



Disusun oleh :

Nama : Julian Anggraeni N.F

Nama: Kameilizawati Aljihad

Nim : 14521267

Nim : 14521291

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2019

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA METIL BENZOAT DARI ASAM BENZOAT DAN METANOL DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN



Oleh :

Nama : Julian Anggraeni Nur Fitriana

Nama : Kamelizawati Aljihad

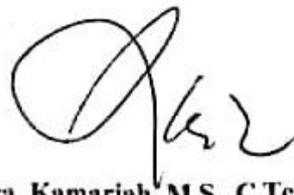
NIM : 14521267

NIM : 14521291

Yogyakarta, 12 Desember 2018

Pembimbing I

Pembimbing II



10/2018
10/12

Dra. Kamariah, M.S., C.Text. ATL



10/12/18

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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA METIL BENZOAT DARI ASAM BENZOAT DAN METANOL DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN



Disusun Oleh :

Nama : Julian Anggraeni Nur Fitriana

Nim : 14521267

Tim Penguji

Kamariah Anwar, Dra., M.S.

Ketua


Tanggal : 26/2019
/02

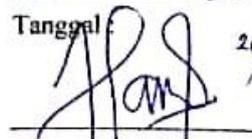
Asmanto Subagyo, Ir., M.Sc.

Anggota I


Tanggal : 27/19
/02

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

Anggota II


Tanggal : 26/2019
/02

Mengetahui

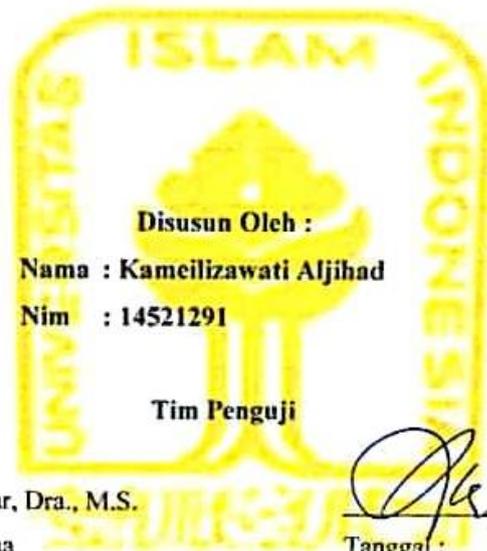
Ketua Jurusan Teknik Kimia



I. Satrio Rusdi, Ph.D

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA METIL BENZOAT DARI ASAM BENZOAT DAN METANOL DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN



Disusun Oleh :

Nama : Kameilizawati Aljihad

Nim : 14521291

Tim Penguji

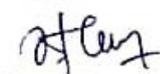
Kamariah Anwar, Dra., M.S.

Ketua


Tanggal : 26/02/19

Umi Rofiqah, S.T., M.T.

Anggota I


Tanggal : 25/02/19

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

Anggota II


Tanggal : 26/02/19

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Ir. Suharno Rusdi, Ph.D

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA METIL BENZOAT DARI ASAM BENZOAT DAN METANOL DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Julian Anggraeni N.F. Nama : Kameilizawati Aljihad

No. Mahasiswa : 14521267

No.Mahasiswa: 14521291

Yogyakarta, Desember 2018

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

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



Julian Anggraeni Nur Fitriana



Kameilizawati Aljihad

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, Semoga shalawat dan salam senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW., keluarganya, dan para sahabatnya, serta orang-orang yang memegang teguh kitab Allah dan sunnah Rasul-Nya hingga hari kiamat.

Alhamdulillah, atas taufik dan hidayah dari Allah SWT, penyusun dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Penyusunan tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Kimia Gypsum (Kalsium Sulfat Dihidrat) Dari Asam Sulfat Dan Batuan Kapur Dengan Kapasitas 500.000 Ton/Tahun” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penyelesaian tugas akhir dapat berjalan dengan baik atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan, perhatian, dan pengarahan dalam menjalankan penyusunan tugas akhir ini. Maka, pada kesempatan kali ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua dan Keluarga Besar Penulis atas semua doa yang tidak pernah putus dipanjatkan untuk kesuksesan penulis serta dorongan semangat dan dukungannya selama ini sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir (skripsi) ini dengan lancar.
2. Rektor Universitas Islam Indonesia, Bapak Fathul Wahid, S. T., M. Sc., Ph.D.
3. Ketua Jurusan Teknik Kimia Bapak Ir.Suharno Rusdi, Ph.D.
4. Ibu Dra. Kamariah Anwar, M.S., C.Text. ATI. Selaku pembimbing satu yang telah memberikan banyak ilmu kepada kami dan juga telah sabar dalam membimbing kami selama melaksanakan penyelesaian tugas akhir sampai di tahap ini.

5. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T.,MT. Selaku pembimbing dua yang telah memberikan banyak ilmu kepada kami dan juga telah sabar dalam membimbing kami selama melaksanakan penyelesaian tugas akhir sampai di tahap ini.
6. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Jurusan Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
7. Teman-teman Unicost Club Dita, Singgih, Budi, Haikal, Seruni, Fitri, Galih, Ave, Adji, Onying, dan Wira
8. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2014 yang telah mendukung dan memberikan semangat dan telah berjuang bersama-sama selama ini.
9. Semua pihak yang telah ikut membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini, yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT memberi keberkahan atas pertolongan dan kebaikan yang telah diberikan kepada kami.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan diri pribadi. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati kami mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun demi perbaikan tugas akhir ini dan pembelajaran di masa mendatang. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang baik bagi pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, Desember 2018

Penyusun



Julian Anggraeni Nur Fitriana

Nim :14521267



Kameilizawati Aljihad

Nim : 14521291

ABSTRAK

Pabrik Metil Benzoat dirancang dengan kapasitas 30.000 ton/tahun, menggunakan bahan baku Metanol yang diperoleh dari Kaltim Metanol Industri dan Asam Benzoat yang dimpor dari China. Lokasi pabrik didirikan di kawasan industri Bontang, Kalimantan Timur. Perusahaan akan didirikan dengan badan hukum Perseroan Terbatas (PT), dengan jumlah karyawan 144 orang. Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam setahun, dengan proses produksi selama 24 jam/hari.

Metil Benzoat dibuat dengan mereaksikan Metanol, Asam Benzoat dan katalis Asam Sulfat di dalam Reaktor Alir Bepengaduk (R-01) dan (R-02) yang dilangsungkan pada suhu 70 C dan tekanan 1,5 atm. Reaksi bersifat eksotermis. Hasil keluar reaktor berupa campuran Metil Benzoat, Metanol, Asam Benzoat, Asam Sulfat dan Air dialirkan menuju Netralizer (N-01) mereaksikan Asam Sulfat dengan Natrium Hidroksida menjadi Natrium Sulfat. Hasil keluaran Netralizer berupa Metil Benzoat, Metanol, Asam Benzoat, Natrium Sulfat dan Air di alirkan menuju Evaporator-1 untuk dipisahkan. Hasil atas evaporator-1 dialirkan menuju Menara Distilasi (MD-01), sedangkan hasil bawah berupa Air, Natrium Sulfat, Natrium Benzoat dan sedikit metanol dialirkan menuju Unit Pengolahan Lanjut (UPL), kemudian dari (UPL) dipisahkan tiap larutan, setelah terpisah prodak dijual ke pihak ke 3 untuk diproses lebih lanjut menjadi sebuah prodak. Di dalam Menara Distilasi-1 terjadi pemisahan Hasil atas MD-01 dialirkan kembali menuju Reaktor-01 dan hasil bawah berupa Metil Benzoat, metanol dan Air dialirkan menuju Evaporator-2 (EV-02) dan disimpan ditangki penyimpanan Metil Benzoat.

Utilitas yang diperlukan oleh pabrik Metil Benzoat berupa Air diolah dari sungai Bontang. Analisis Ekonomi Pabrik Metil Benzoat ini menunjukkan nilai ROI sebelum pajak sebesar 30,45 % dan ROI sesudah pajak sebesar 14,62%. Nilai POT sebelum pajak adalah 2,6 tahun dan POT sesudah pajak adalah 4,4 tahun. BEP sebesar 49,38 % kapasitas produksi dan SDP sebesar 31,10 % kapasitas produksi. DCFRR sebesar 7,51 %. Berdasarkan hasil analisis ekonomi tersebut, maka pabrik Metil Benzoat ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata Kunci : Metil bezoat, Metanol, Asam Benzoat, Natrium Hidroksida, Asam Sulfat

ABSTRACT

The Methyl Benzoate plant is designed with a capacity of 30.000 tons/year, using Methanol raw materials obtained from Kaltim Methanol Industry and Benzoic Acid which are imported from China. The factory location was established in the Bontang industrial area, East Kalimantan. The company will be established with a legal entity Limited Liability Company (PT), with a total of 144 employees. The factory operates for 330 days a year, with a production process for 24 hours/day.

Methyl Benzoate is made by reacting Methanol, Benzoic Acid and Sulfuric Acid catalysts in the Continous Tank Reactor (R-01) and (R-02) held at temperature 70 C and 1.5 atm pressure. The reaction is exothermic. The output of the reactor in the form of a mixture of Methyl Benzoate, Methanol, Benzoic Acid, Sulfuric Acid and Water flowed into Netalizer (N-01) reacting Sulfuric Acid with Sodium Hydroxide to Sodium Sulphate. Netralizer results in the form of Methyl Benzoate, Methanol, Benzoic Acid, Sodium Sulfate and Water are flowed towards Evaporator-1 to be separated. The results of the evaporator-1 are flowed towards the Distillation Tower (MD-01), while the bottom results are in the form of Water, Sodium Sulphate, Sodium Benzoate and a little Methanol flowed to the Advanced Processing Unit (APU). The results of the MD-01 are flowed back to Reactor-01 and the bottom results are in the form of Methyl Benzoate, Methanol and Water flowed into Evaporator-2 (EV-02) and stored in storage of Methyl Benzoate.

Utilities needed by the Methyl Benzoate plant in the form of Water are processed from the Bontang river. The Economic Analysis of the Methyl Benzoate Plant shows a pre-tax ROI value of 30.45% and post-tax ROI of 14.62%. The pre-tax POT value is 2.6 years and the post-tax POT is 4.4 years. BEP of production capacity is 49.38% and SDP of production capacity is 31.10%. DCFRR of 7.51%. Based on the results of the economic analysis, the Methyl Benzoate plant is worthy of further study

Keyword : Methyl Benzoate, Benzoic Acid, Methanol, Sodium Hydroxide, Sulfuric Acid

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Lembar Pernyataan Keaslian Hasil	v
Kata Pengantar.....	vi
Abstrak	vii
<i>Abstract</i>	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar	xiv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Kapasitas Produksi	2
1.2 Tinjauan Pustaka.....	5
Bab 2 Perancangan Produk.....	10
2.1 Spesifikasi Produk	10
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	11
2.3 Spesifikasi Bahan Pendukung.....	12
2.4 Pengendalian Kualitas.....	13
Bab 3 Perancangan Proses	15
3.1 Uraian Proses	15
3.1.1 Persiapan Bahan Baku	15
3.1.2 Proses Pembuatan.....	15
3.1.3 Proses Pemisahan dan Pemurnian Produk.....	15
3.2 Spesifikasi Alat	19
Bab 4 Perancangan Pabrik.....	35
4.1 Lokasi Pabrik	35
4.2 Tata Letak Pabrik.....	37
4.3 Tata Letak Alat Proses	41

4.4	Aliran Proses dan Material	44
4.4.1	Neraca Massa Tiap Komponen	44
4.4.2	Neraca Panas Tiap Alat	47
4.5	Unit Pendukung Proses (Utilitas)	50
4.5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>).....	51
4.5.2	Unit Pembangkit Steam (<i>Steam Generation System</i>).....	61
4.5.3	Unit Penyediaan Udara Bertekanan.....	62
4.5.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	62
4.5.5	Unit Pengolahan Limbah.....	62
4.6	Struktur Perusahaan	63
4.7	Tugas dan Wewenang.....	65
4.7.1	Pemegang Saham.....	65
4.7.2	Dewan Komisaris	66
4.7.3	Dewan Direksi	66
4.7.4	Staff Ahli	67
4.7.5	Kepala Bagian	67
4.7.6	Penelitian dan Pengembangan (<i>Litbang</i>).....	70
4.7.7	Kepala Seksi	70
4.8	Status Karyawan	70
4.8.1	Ketenagakerjaan	70
4.8.2	Jam Kerja Karyawan	72
4.8.3	Kesejahteraan Sosial Karyawan	76
4.9	Evaluasi Ekonomi.....	77
Bab 5 Penutup.....		84
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran	85
Daftar Pustaka		87

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Daftar Pabrik yang sudah berdiri (China)	2
Tabel 1. 2 Kebutuhan Metil Benzoat di Indonesia Tahun 2011-2015	2
Tabel 1. 3 Data Impor di beberapa Negara Asia Tenggara	4
Tabel 1. 4 Jumlah Kebutuhan Metil Benzoat di Asia Tenggara.....	4
Tabel 1. 5 Perbandingan Proses Pembuatan Metil Benzoat	9
Tabel 2. 1 Spesifikasi produk utama	10
Tabel 2. 2 Spesifikasi bahan baku	11
Tabel 2. 3 Spesifikasi bahan baku metanol	11
Tabel 2. 4 Spesifikasi bahan pendukung asam sulfat	12
Tabel 2. 5 Spesifikasi bahan pendukung natrium hidroksida.....	12
Tabel 4. 1 Rincian luas tanah bangunan pabrik.....	40
Tabel 4. 2 Neraca Massa Reaktor.....	44
Tabel 4. 3 Neraca Massa Netralizer	45
Tabel 4. 4 Neraca Massa Evaporator 1.....	45
Tabel 4. 5 Neraca Massa Menara Distilasi	46
Tabel 4. 6 Neraca Massa Evaporator 2.....	46
Tabel 4. 7 Neraca Panas Heater-1	47
Tabel 4. 8 Neraca Panas Heater-2	47
Tabel 4. 9 Neraca Panas Heater-3	47
Tabel 4. 10 Neraca Panas Reaktor.....	47
Tabel 4. 11 Neraca Panas Netralizer	48
Tabel 4. 12 Neraca Panas Evaporator-01	49
Tabel 4. 13 Neraca Panas Menara Distilasi.....	49
Tabel 4. 14 Neraca Panas Evaporator-02	50
Tabel 4. 15 Neraca Panas Cooler-01	50
Tabel 4. 16 Kebutuhan Air Steam	59
Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pendingin.....	60
Tabel 4. 18 Pembagian Jadwal <i>Shift</i> Kelompok Pekerja.....	73
Tabel 4. 19 Daftar Karyawan	73
Tabel 4. 20 Daftar Rincian Gaji sesuai Jabatan.....	74

Tabel 4. 21 Daftar FCI.....	78
Tabel 4. 22 Daftar Rincian DMC	78
Tabel 4. 23 Daftar Rincian IMC	79
Tabel 4. 24 Daftar Rincian FMC	79
Tabel 4. 25 Daftar Rincian MC Total.....	80
Tabel 4. 26 Daftar Rincian Working Capital.....	80
Tabel 4. 27 Daftar Rincian General Experience.....	80
Tabel 4. 28 Daftar Rincian TPC	81
Tabel 4. 29 Daftar Rincian ROI	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Impor Metil Benzoat di Indonesia.....	3
Gambar 1. 2 Grafik Impor Metil Benzoat di Asia Tenggara.....	5
Gambar 3. 1 Diagram alir kuantatif.....	17
Gambar 3. 2 Diagram alir kualitatif	18
Gambar 4. 1 <i>Lay Out</i> Pabrik Metil Benzoat (skala 1:1000).....	41
Gambar 4. 2 <i>Lay Out</i> Alat Proses	43
Gambar 4. 3 Diagram Alir Pengolahan Air Utilitas	53
Gambar 4. 4 Struktur organisasi perusahaan	65
Gambar 4. 5 Gambar hukuman biaya terhadap % kapasitas	83

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan pembangunan suatu Negara dapat diindikasikan dengan pesatnya industrialisasi pada Negara tersebut. Salah satu hal dasar yang mendorong berdirinya suatu industri adalah adanya kesempatan pasar yang besar, dan kemudahan dalam pemanfaatan dan pemasokan bahan baku. Kegiatan pengembangan industri kimia di Indonesia diarahkan untuk meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan akan bahan kimia dalam negeri dan juga luar negeri, guna menghadapi era pasar bebas. Selain itu ikut memecahkan masalah ketenagakerjaan di dalam negeri. Metil benzoat merupakan senyawa yang cukup banyak dibutuhkan di Indonesia, dan pada saat ini Indonesia masih mengimpor Metil benzoat dalam jumlah yang cukup besar. Indonesia tidak memiliki pabrik yang memproduksi metil benzoat, walaupun sebagian besar bahan bakunya terdapat di dalam negeri.

Metil benzoat banyak digunakan dalam industri pabrik kosmetik (khususnya untuk pembuatan parfum karena memiliki aroma yang harum), campuran dalam detergen, pestisida, disinfektan, pelarut dalam cat, zat aditif untuk pestisida, solven untuk selulosa, ester, resin karet, dan lain sebagainya.

Maka dari itu pembangunan industri metil benzoat akan membantu memenuhi kebutuhan metil benzoat di Indonesia. Dengan adanya pembangunan pabrik metil benzoat dapat mengurangi jumlah impor dan pengeluaran devisa Negara untuk mengimpor metil benzoat tersebut. Disamping itu dengan adanya pendirian pabrik metil benzoat di Indonesia, dapat membuka lapangan kerja baru dan memacu pertumbuhan industri lainnya. Kebutuhan metil benzoat di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat bila dilihat dari semakin banyaknya industri yang menggunakan metil benzoat.

1.1.1 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi dari pabrik akan mempengaruhi perhitungan teknis maupun ekonomis dalam perancangan pabrik. Kapasitas pabrik yang didirikan harus melebihi kebutuhan pasar minimum Selain itu juga dapat mengikuti pabrik yang telah berdiri dan kebutuhan impor. Berikut beberapa pabrik yang telah memproduksi metil benzoat di suatu Negara (China) dapat dilihat pada :

Tabel 1. 1 Daftar Pabrik yang sudah berdiri (China)

Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
Hangzhou Think Chemical Co., Ltd.	240
Huaxinhang Tianjin Import and Export Co., Ltd.	1500
K-Well Industry Co., Ltd.	480
Snowwhite Chemical Co., Ltd.	40000

(Sumber : UN.Comtrade)

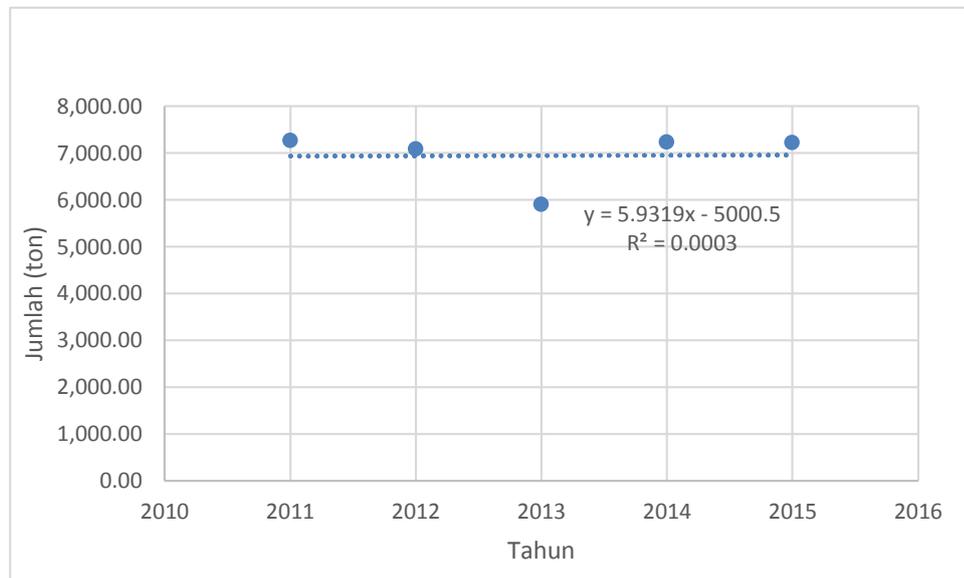
Berdasarkan data impor Biro Pusat Statistik (BPS) kebutuhan metil benzoat di Indonesia mengalami penurunan dan peningkatan setiap tahunnya seperti pada Tabel.

Tabel 1. 2 Kebutuhan Metil Benzoat di Indonesia Tahun 2011-2015

Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
2011	7269,02
2012	7084,79
2013	6894,77
2014	7232,79
2015	7222,68

(Sumber : Data impor tahun 2011-2015, biro pusat statistik)

Dari data diatas, maka terbuka peluang untuk dapat memasok kebutuhan metil benzoat dalam negeri pada tahun-tahun mendatang akan mengalami kekurangan yang cukup banyak dan dapat diperoleh grafik dan persamaan garis tentang data impor metil benzoat di Indoneisa pada Gambar 1.1 maka dapat diperkirakan kebutuhan metil benzoat pada tahun yang akan datang.



Gambar 1. 1 Grafik Impor Metil Benzoat di Indonesia

Dengan data kebutuhan impor tersebut, maka dapat diproyeksikan kebutuhan impor metil benzoat dimasa yang akan datang sebagai berikut :

$$y = 5,93x - 4800,51$$

$$y = 5,93(2021) - 4800,51$$

$$y = 11984,53 - 4800,51$$

$$y = 6984,02$$

Dimana : y = Jumlah produksi Metil Benzoat (Ton/Tahun)

x = Periode tahun (Tahun)

Dari data perhitungan diatas dapat diperoleh kebutuhan impor metil benzoat pada tahun 2021 sebesar 6984,02 ton/tahun, ini menunjukkan bahwa perlu adanya industri yang memproduksi metil benzoat di Indonesia agar jumlah impor

diatas dapat ditangani dengan penggunaan produk dalam negeri. Jumlah metil benzoat yang diproduksi juga direncanakan untuk memenuhi kebutuhan pasar Asia Tenggara karena kebutuhan metil benzoat yang cukup besar diantaranya adalah Thailand, Filipina, Singapura, Malaysia dan Vietnam. Berikut merupakan data dan jumlah kebutuhan impor metil benzoat beberapa Negara tersebut dan jumlah kebutuhan metil benzoat di Asia Tenggara menurut United Nations Commodity Trade Statistics Database Dapat dilihat pada :

Tabel 1. 3 Data Impor di beberapa Negara Asia Tenggara

Tahun	Filipina (ton)	Singapura (ton)	Malaysia (ton)	Vietnam (ton)
2011	4612,69	3636,27	3547,23	3435,08
2012	4508,91	3837,57	3348,65	2217,37
2013	4498,37	3936,85	3484,16	3963,30
2014	4672,54	4017,56	3735,61	4151,00
2015	4564,50	4117,85	2805,06	4415,09

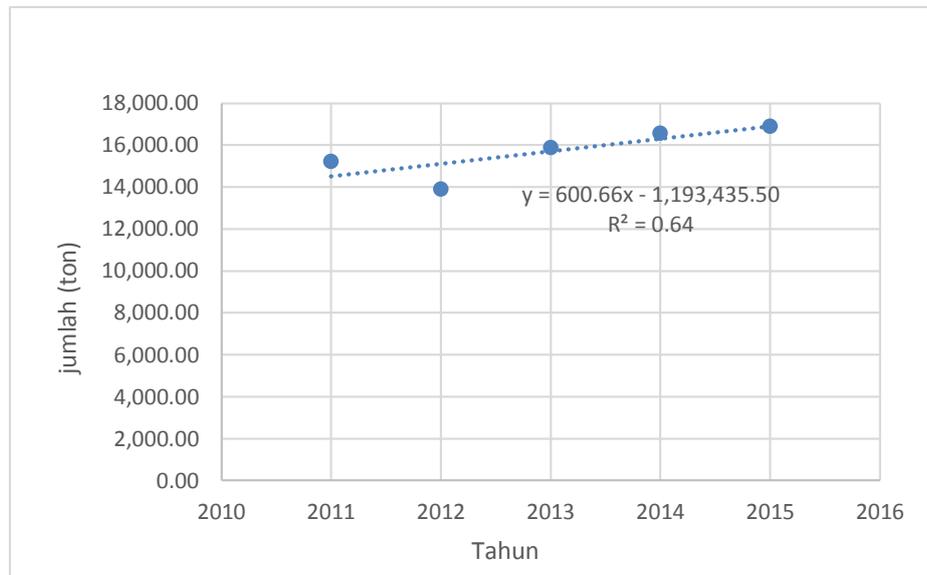
(Sumber : UN.Comtrade)

Tabel 1. 4 Jumlah Kebutuhan Metil Benzoat di Asia Tenggara

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2011	15231,28
2012	13912,50
2013	15882,68
2014	16576,70
2015	16902,50

(Sumber : UN.Comtrade)

Dari data diatas diperoleh grafik kebutuhan jumlah metil benzoat di Asia Tenggara pada gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Grafik Impor Metil Benzoat di Asia Tenggara

Dari grafik tersebut didapatkan kebutuhan metil benzoat di beberapa Negara Asia Tenggara sebesar 20498,36 ton/tahun dengan persamaan $y = 600,66x - 1193435,50$.

Metil benzoat merupakan bahan yang tidak langsung dipakai atau dikonsumsi oleh masyarakat, melainkan merupakan bahan untuk industri seperti industri cat, parfum, obat-obatan, dan lain-lain. Oleh karena itu untuk pemasarannya lebih mudah karena banyak industri yang membutuhkan metil benzoat sebagai bahan bakunya.

Untuk di Indonesia sendiri metil benzoat di gunakan pada PT.Fragrance Indonesia sebagai bahan baku pembuatan fragrance dan juga dapat di gunakan pada industri cat di Indonesia.

1.2 Tinjauan Pustaka

Metil benzoat adalah senyawa organic ester dengan rumus kimia $C_8H_8O_2$. Nama lain metil benzoat adalah benzoic acid methyl ester, niobe oil, atau methyl benzenecarboxylate. Pada keadaan normal, senyawa ini berupa cairan yang tidak

berwarna, beraroma khas, larut dalam alkohol, namun tidak larut dalam air. Dengan berat molekul 136,15 gram/mol (www.chemnet.com, 2006).

Metil benzoat dapat dibuat melalui 5 cara, yaitu dengan metode Fischer Esterification, mereaksikan metanol dengan benzyl chloride, mereaksikan methanol dengan benzoic anyhydride, metode friedel craft, dan bioteknologi.

1. Metode Fischer Esterification

Esterifikasi fischer adalah reaksi pembentukan ester dengan cara merefluks sebuah asam karboksilat bersama sebuah alkohol dengan katalis asam. Asam yang digunakan sebagai katalis biasanya adalah asam sulfat atau asam Lewis seperti scandium (II) triflat. Reaksi esterifikasi pembuatan metil benzoat yang terbentuk dengan katalis asam sulfat adalah sebagai berikut :



Proses pembuatan metil benzoat diatas menggunakan katalisator asam sulfat (H_2SO_4) karena dapat bekerja maksimal sebagai katalis pada reaksi eksterifikasi. Reaksi esterifikasi bersifat reversible (Fessenden & Fessenden, 1986).

2. Reaksi antara Metanol dengan Benzoil Klorida

Suatu ester dapat dihasilkan dengan melalui reaksi alkoholis klorida asam, yaitu reaksi antara alkohol dengan klorida asam menghasilkan ester dan asam klorida. Contohnya adalah reaksi antara metanol dengan benzoil klorida menghasilkan metil asetat dan asam klorida. Reaksi antara methanol dengan benzoil klorida adalah sebagai berikut :



Umumnya HCl segera dibuang dari hasil reaksi setelah terbentuk, karena HCl dapat bereaksi dengan alkohol dan menghasilkan alkil klorida atau alkena dan air. Biasanya suatu amina tersier atau piridina ditambahkan sebagai penyapu HCl. Klorida asam dapat diperoleh langsung dari asam karboksilat induknya melalui reaksi dengan tionil klorida (SOCl_2) atau dengan fosforus triklorida (PCl_3).

Halida asam adalah yang paling reaktif diantara semua derivate asam karboksilat. Ion halida merupakan gugus pergi yang baik. Reaksi umum pembentukan klorida asam adalah sebagai berikut :



(Fessenden & Fessenden, 1986)

3. Reaksi antara Metanol dengan Benzoic Anyhydride

Suatu ester dihasilkan pula melalui reaksi alkoholis anhidrat asam. Reaksi berkatalis asam dari suatu anhidrat dengan alkohol atau fenol akan menghasilkan ester dan asam asetat. Contohnya adalah reaksi antara metanol dengan benzoic anyhydride menghasilkan metil benzoat dan asam astet. Reaksi yang terbentuk adalah sebagai berikut :



(Groggins, 1958)

4. Metode Friedel Craft

Dalam metode friedel craft, ester dihasilkan dari reaksi antara ester dengan ester lainnya. Friedel craft memanaskan butyl benzoat dengan metil asetat bersama-sama sehingga menghasilkan butyl asetat dan metil benzoat dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



Ester merupakan senyawa yang tergolong mahal. Dalam metode ini kedua bahan baku berupa ester. Kelemahan dari metode ini adalah sangat tidak efektif apabila diterapkan pada skala industri karena harga bahan baku yang mahal, sehingga tidak menghasilkan profit. (Wertheim, 1956).

5. Bioteknologi

Metode terbaru dalam pembuatan metil benzoat adalah dengan cara bioteknologi, yaitu menggunakan enzim pembentuk metil benzoat. Cara ini dilakukan dengan mengesterikasikan asam benzoat secara langsung. Reaksi ini

dijalankan dalam candida rugosa lipase powder yang disuspensikan ke dalam hexane dan toluene. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa asam benzoat tidak akan merusak enzim lipase ini sampai konsentrasi 100 mM dan untuk metanol sampai kadar 90 mM. Kadar air harus proposional terhadap jumlah lipase yang ada. Toluene digunakan untuk melarutkan asam benzoat tetapi memiliki pengaruh yang buruk terhadap kecepatan reaksi. Metode ini ternyata menghasilkan konversi asam benzoat yang baik (Biotechnology and Bioengineering, 2000).

Berdasarkan pertimbangan aspek kerumitan proses, kemudahan bahan baku, dan kondisi operasi, maka untuk perancangan pabrik dipilih metode Fischer Esterification dengan menggunakan katalis asam sulfat. Apabila dibandingkan dengan keempat proses yang lain, metode fischer esterification dinilai lebih ekonomis, lebih sederhana, dan secara aplikatif lebih banyak dilakukan. Perbedaan seluruh metode diatas dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1. 5 Perbandingan Proses Pembuatan Metil Benzoat

Perbandingan	Proses 1	Proses 2	Proses 3	Proses 4	Proses 5
Kebutuhan bahan baku	Metanol : mudah diperoleh Asam Benzoat : impor	Metanol : mudah diperoleh Benzoyl Chloride : mahal, sulit diperoleh	Metanol : mudah diperoleh Benzoic Anhydride : mahal sulit diperoleh	Butil Benzoat : mahal Metil Asetat : mahal	Asam Benzoat : impor
Katalis, Pelarut, Bahan kimia lain	Menggunakan katalis asam sulfat	Menggunakan piridina/amina tersier	Menggunakan katalis asam	-	Menggunakan toluene dan candida rugosa lipase powder
Kondisi Operasi	Suhu : 50-250 °C Tekanan : max 2 atm	Suhu : 30-193 °C Tekanan : max 2 atm	Suhu : 30-360 °C Tekanan : max 2 atm	-	-
Sifat Reaksi	Reversibel (butuh alkohol berlebih)	Non-reversible	Non-reversibel	-	-
Kondisi Reaksi dan hasil samping	Reaksi berlangsung lambat, menghasilkan air	Reaksi lambat, menghasilkan HCl	Reaksi lambat, menghasilkan asam asetat	Menghasilkan butil asetat	Konversi tinggi, kecepatan reaksi rendah

BAB 2

PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan metil benzoat dirancang berdasarkan variabel utama yaitu : spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pendukung dan pengendalian kualitas :

2.1 Spesifikasi Produk

Tabel 2. 1 Spesifikasi produk utama

Parameter	Spesifikasi (Metil Benzoat)
Rumus Molekul	$C_6H_5COOH_3$
Fasa	Cair
Kenampakan	Cairan tak berwarna
Berat Molekul	136,15 kg/kmol
Titik Leleh	-12,30 °C
Titik Didih Normal	199 °C
Flash Point	82
<i>Spesific Gravity</i>	1,0940
Kelarutan	Tidak larut dalam air
Kadar	99% metil benzoat, 0,01% air

(Sumber : Perry,1950)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 2. 2 Spesifikasi bahan baku

Parameter	Spesifikasi (Asam Benzoat)
Rumus Molekul	C_6H_5COOH
Berat Molekul	122,12 kg/kmol
Fasa	Padatan
Kenampakan	Padatan Kristal Putih
Titik Leleh	122,40 °C
Titik Didih Normal	249,20 °C
Titik Kritis	45 atm
Flash Point	121
Autoignition Temperature	574
<i>Spesific Gravity</i>	1,2569
Kelarutan	12% dalam air, 46% dalam alkohol, 66% dalam eter
Kadar	99,99% asam benzoat, 0,01% air

(Sumber : Perry,1950)

Tabel 2. 3 Spesifikasi bahan baku metanol

Parameter	Spesifikasi (Metanol)
Rumus Molekul	CH_3OH
Berat Molekul	32,04 kg/kmol
Fasa	Cair
Kenampakan	Cairan tidak berwarna
Titik Leleh	-97,80 °C
Titik Didih Normal	64,50 °C
Titik Kritis	240 °C
Autoignition Temperature	464
<i>Spesific Gravity</i>	0,7915
Kelarutan	Larut dalam air dan eter
Kadar	99,99% metanol, 0,01% air

(Sumber : PT.Kaltim Metanol Industri)

2.3 Spesifikasi Bahan Pendukung

Tabel 2. 4 Spesifikasi bahan pendukung asam sulfat

Parameter	Spesifikasi (Asam Sulfat)
Rumus Molekul	H ₂ SO ₄
Berat Molekul	98,08 kg/kmol
Fasa	Cair
Kenampakan	Cairan kental dan tidak berwarna
Titik Leleh	-35 °C
Titik Didih Normal	340 °C
Titik Kritis	-
Flash Point	-
Spesific Gravity	1,84 gr/cm ³
Kelarutan	Larut dalam air dan alkohol
Kadar	98% asam sulfat, 2% Air

(Sumber : Perry, 1950)

Tabel 2. 5 Spesifikasi bahan pendukung natrium hidroksida

Parameter	Spesifikasi (Natrium Hidroksida)
Rumus Molekul	NaOH
Berat Molekul	40 kg/kmol
Fasa	Cair
Kenampakan	Cairan tidak berwarna
Titik Leleh	318 °C
Titik Didih Normal	1390 °C
Titik Kritis	2547 °C
Flash Point	-
Spesific Gravity	1,53
Kelarutan	Larut dalam air
Kadar	48% natrium hidroksida, 52% air

(Sumber : Perry, 1950)

2.4 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas dilakukan untuk menjaga produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan mulai dari bahan baku sampai menjadi produk. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik metil benzoat ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian produk.

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Bahan baku dapat menentukan kualitas produk yang akan dihasilkan. Oleh karena itu pemilihan bahan baku dengan kualitas yang baik harus dilakukan. Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap bahan baku yang diperoleh dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

2.4.2 Pengendalian Proses Produksi

Pengawasan dan pengendalian jalan operasinya dilakukan dengan menggunakan alat pengendali yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan indikator yang telah ditetapkan tersebut atau di *sett* baik itu *flow rate* bahan baku, produk, *level control*, maupun *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan berupa : nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikn pada kondisi atau *set* semula baik secara manual maupun secara otomatis. Beberapa alat *control* yang digunakan yaitu *control* terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Alat control yang harus dipasang pada kondisi tertentu antara lain :

1) Level Control

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

2) Temperature Control

Merupakan alat yang dipasang didalam setiap alat proses. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

3) *Flow control*

Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses. Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk

Saat perencanaan produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Untuk memperoleh mutu produk yang sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan.

BAB 3

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

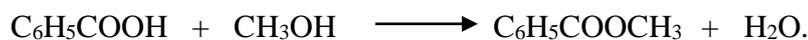
Secara umum, proses pada industri kimia dapat disederhanakan menjadi 3 tahapan penting, secara berurutan yaitu, proses persiapan bahan baku/reaktan, proses pembuatan dan proses pemurnian dan pemisahan produk. Berikut dijelaskan deskripsi singkat masing-masing tahapan pada proses pembuatan metil benzoat.

3.1.1 Persiapan Bahan Baku

Metanol dengan konsentrasi 99% dari tangki penyimpanan (T-01) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm bersama dengan *recycle* dari hasil atas Menara Distilasi (MD-01) dialirkan menuju Reaktor-1 dan Reaktor-2 (R-01 dan R-02) secara paralel. Padatan Asam Benzoat 98,5% dari gudang penyimpanan (G-01) diumpukan ke dalam Reaktor-1 (R-01) menggunakan Belt Conveyor dan larutan Asam Sulfat (H₂SO₄) dengan konsentrasi sebesar 98% dari tangki penyimpanan (T-02) pada suhu 30°C dan tekanan 1atm dialirkan dengan pompa masuk ke dalam Reaktor-1 (R-01). Reaksi berlangsung pada kondisi isothermal suhu 70°C dan tekanan 1,5 atm.

3.1.2 Proses Pembuatan

Didalam reaktor terjadi reaksi antara metanol, asam benzoat dan bantuan katalis asam sulfat. Jenis reaktor yang digunakan adalah reaktor alir tangki berpengaduk berlangsung pada fase cair dengan tekanan 1 atm dan suhu 70°C. Produk yang keluar dari reaktor berupa campuran metanol, asam benzoat, metil benzoat, asam sulfat, dan air. Reaksi yang terjadi didalam reaktor :

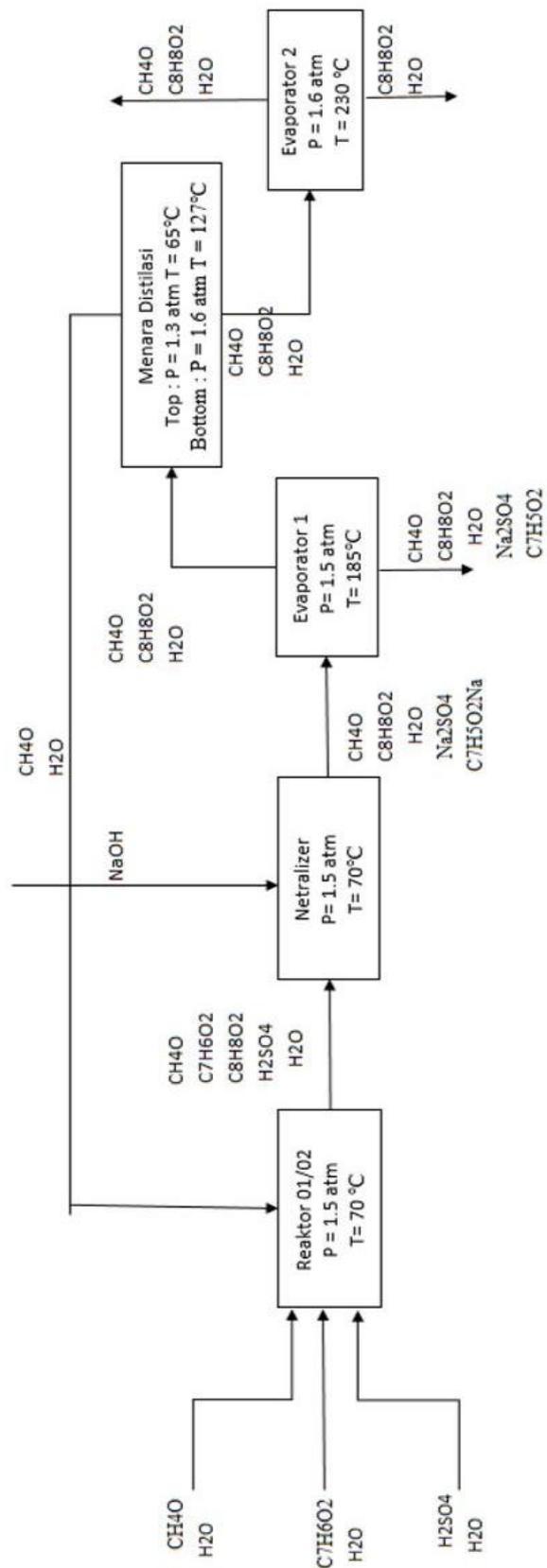


3.1.3 Proses Pemisahan dan Pemurnian Produk

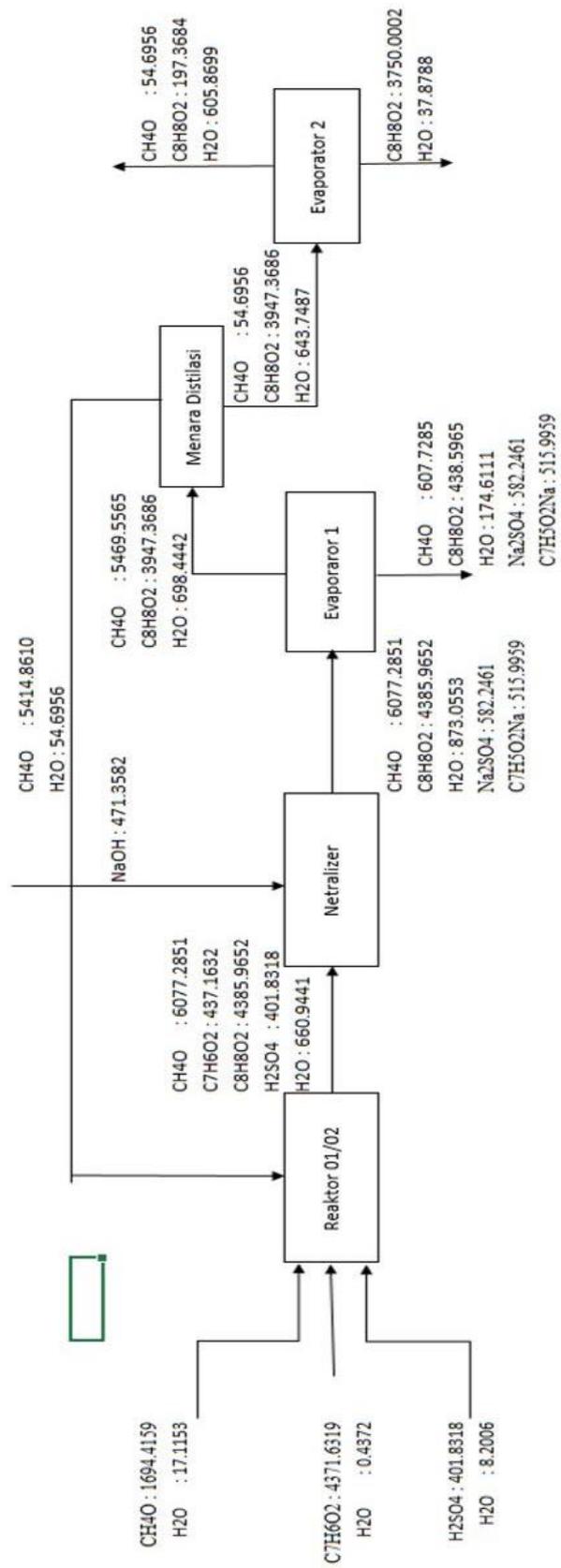
Produk keluar reaktor berupa campuran metanol, asam benzoat, metil benzoat, dan air dialirkan menggunakan pompa menuju Netralizer (N-01) dengan

kondisi operasi pada suhu 70°C dan tekanan 1,5 atm, untuk meraksikan asam sulfat dengan natrium hidroksida menjadi natrium sulfat dan asam sulfat dengan asam benzoat menjadi natrium benzoat. Hasil dari tangki Netralizer (N-01) selanjutnya diumpankan ke Evaporator-1 (EV-01). Hasil atas dari Evaporator-01 berupa campuran metanol, air, dan metil benzoat kemudian diumpankan ke Menara Distilasi-1 (MD-01) yang beroperasi pada kondisi tekanan 1,5 atm. Hasil bawah Evaporator-1 berupa larutan garam natrium sulfat dan natrium benzoat hasil netralisasi di-*treatment* ke Unit Pengolahan Limbah (UPL), kemudian dari (UPL) dipisahkan tiap larutan, setelah terpisah produk dijual ke pihak ke 3 untuk diproses lebih lanjut menjadi sebuah produk. Di dalam Menara Distilasi-1 terjadi pemisahan antara metanol dan metil benzoat. Hasil atas Menara Distilasi-1 yang sebagian besar berupa metanol dialirkan kembali ke reaktor, sedangkan hasil bawah yang sebagian besar berupa metil benzoat diumpankan ke Evaporator-2 (EV-02), hasil bawah Evaporator-2 yang berupa campuran metil benzoat dan sedikit air kemudian ditampung ke dalam tangki penyimpanan metil benzoat.

Diagram alir proses kualitatif dan kuantitatif perancangan pabrik metil benzoat adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Diagram alir kuantatif



Gambar 3. 2 Diagram alir kualitatif

3.2 Spesifikasi Alat

1) REAKTOR-1 (R-01)

Tugas	: Mereaksikan metanol dan asam benzoat menjadi metil benzoat dan air dengan bantuan katalisator asam sulfat
Jenis Alat	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Fasa	: Cair-cair
Jumlah	: 2 buah
Kondisi Operasi	: Isotermis
Suhu	: 70 °C
Tekanan	: 1,5 atm
Spesifikasi Bahan	: Stainless steel SA Grade 3 Type 316
Shell	
OD shell	: 37,2778 in
ID shell	: 36,9028 in
Tebal shell	: 0,1875 in
Head	
Jenis	: Torispherical Dished Head
Volume Head total	: 0,1103 m ³
Luas Muka Reaktor	
Tinggi Reaktor	: 1,9119 m
Jenis	: six flat blade turbine
Jumlah	: 1
Kecepatan	: 283,8/menit
Diameter	: 0,3186 m
Motor	: 0,4270 Hp
Bahan Isolasi	: Magnesia 85%
Harga	: \$90,762

2) NETRALIZER (N-01)

Tugas	: Menetralkan asam sulfat dan asam benzoat dengan larutan NaOH 48% menjadi natrium sulfat dan natrium benzoat
-------	---

Jenis Alat	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	: Isotermis
Suhu	: 70 °C
Tekanan	: 1,5 atm
Spesifikasi Bahan	: Stainless steel SA 167/316
Shell	
Diameter Shell	: 5,4722 ft
Tinggi Shell	: 6,8767 ft
Tebal Shell	: 3/16 in
Head	
Jenis	: Torispherical Dished Head
Tebal Head	: 3/16 in
Pengaduk	
Jenis	: six flat blade turbine
Jumlah	: 1
Kecepatan	: 172 rpm
Diameter	: 1,5869 ft
Motor	: 0,5 Hp
Baffle	
Jumlah	: 1
Lebar Baffle	: 0,2802 ft
Bahan Isolasi	: Magnesia 85%
Tebal Isolasi	: 1,4936 in
Harga alat	: \$396.849

3) EVAPORATOR-1 (EV-01)

Tugas	: Memekatkan dan memisahkan metanol, air dan metil benzoat dari garam natrium sulfat dan natrium benzoat yang keluar dari neutralizer.
Jenis Alat	: Forward feed, single-effect, long tube vertical evaporator

Bahan	: Copper/Brass
Pemanas	: Steam
Tekanan	: 1,5 atm
Suhu	: 85 °C
Beban panas	: 9.522.281,7462 Btu/jam
Jumlah	: 1 buah
Harga alat	: \$234.735

4) EVAPORATOR-2 (EV-02)

Tugas	: Menguapkan dan memisahkan metanol dan air dengan metil benzoat yang keluar dari menara distilasi
Jenis Alat	: Forward feed, single-effect, long tube vertical evaporator
Bahan	: Copper/Brass
Pemanas	: Steam
Tekanan	: 1.6 atm
Suhu	: 230 °C
Beban Panas	: 2.357.138,4297 Btu/jam
Jumlah	: 1 buah
Harga alat	: \$123.969

5) MENARA DISTILASI (MD-01)

Tugas	: Memisahkan dan memurnikan metil benzoat hasil keluaran atas EV-01 menjadi hasil atas dan bawah.
Jenis Alat	: Menara dengan sieve tray
Bahan Kontruksi	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Kondisi Operasi	: Suhu = 82,86 °C
Tekanan	: 1,5 atm
Heavy Key	: H ₂ O
Light Key	: CH ₃ OH
Reflux	: 0,7925

Jumlah Plate Teoritis	: 17 stage
Jumlah Plate Aktual	: 37 stage
R.min	: 0,5284
Tray Spacing	: 0,3
Letak Umpan Plate	: 14
Dimensi Shell	
Tebal	: 0,375 m
Diameter Enriching	: 1,1754 m
Diameter Stripping	: 0,9885 m
Tinggi	: 13,2 m
Dimensi Head	
Bentuk	: Torispherical Flanged and Dishead head
Tinggi	: 0,2050 m
Tebal	: 0,008 m
Tinggi Total	: 13,73 m
Harga alat	: \$260.479

6) CONDENSER-01 (CD-01)

Tugas	: Mengembunkan hasil atas menara distilasi
Fasa	: Gas-cair
Jenis Alat	: Shell and Tube 1-1
Jumlah	: 1
Bahan Kontruksi	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Spesifikasi Tube	
Fluida	: Fluida panas pada plate paling atas menara Distilasi
Panjang	: 4,877 m
Tekanan	: 1,3 atm
Suhu	: 65 °C
BWG	: 16
OD	: 0,025 m
ID	: 0,022 m
Jumlah Tube	: 2031

Spesifikasi Shell

Fluida	: Downtherm A
Luas Transfer	: 8.507,45 ft ²
K. Transfer Panas Bersih	: 75 Btu/hr.ft ² .F
K. Transfer Panas Kotor	: 20 Btu/hr.ft ² .F
Faktor kotor terhitung	: 0,037
Faktor kotor minimum	: 0,003
Harga alat	: \$ 68.482

REBOILER-01 (RB-01)

Tugas	: Menguapkan cairan yang keluar dari Menara Distilasi
Jenis Alat	: Kettle Reboiler (shell and tube)
Bahan Kontruksi	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Beban Pemanas	: 10633870,67 kJ/jam
Tube Layout	
Tekanan	: 1,6 atm
Suhu	: 127 °C
Nt	: 1.532 m
L	: 4,877 m
OD	: 0,025 m
ID	: 0,93 m
BWG	: 16
Passes	: 2
Shell Layout	
IDs	: 0,989 m
B	: 0,376 m
Passes	: 1
Luas Transfer Panas	: 6.367 ft ²
K.Transfer Panas Bersih	: 299,47 Btu/hr.ft ² F
K. Transfer Panas Kotor	: 0,016
Faktor Korosi	: 0,003

Harga alat : \$ 168.155

7) ACCUMULATOR-01 (AC-01)

Tugas : Menampung sementara cairan yang keluar dari CD-01

Jenis Alat : Tangki Silinder Horizontal

Kondisi Operasi : Suhu= 65,42 °C

Tekanan : 1,3 atm

Bahan Kontruksi : Carbon Steel SA 283 Grade C

Volume : 24,16 m³

Diameter : 0,7672 m

Panjang : 5.6032 m

Tekanan : 1,3 atm

Suhu : 65 °C

Tebal Shell : 0,1875 in

Tinggi Total : 5 m

Jumlah : 1 buah

8) HEATER-01 (HE-01)

Fungsi : Memanaskan metanol sebelum masuk reaktor (R-01) dari suhu 30°C menjadi 70°C dengan menggunakan uap air jenuh (saturated steam)

Jenis : Shell and Tube 1-1

Jumlah : 1 buah

Media Pemanas : Steam

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA 283 Grade C

Beban Panas : 481.071.852,0999 kj/jam

Tekanan : 1,5 atm

Suhu : 70 °C

ID Shell : 21/14 in

Baffle spacing : 5,3125 in

Passes : 1

ID Tube : 0,902 in

OD Tube	: 3/4 in
BWG	: 18
Panjang Tube	: 18 ft
Passes	: 1
Susunan	: Triangular Pitch, Pt = 1 in
Harga alat	: \$110.599

9) HEATER-02 (HE-02)

Fungsi	: Memanaskan Asam Sulfat sebelum masuk Reaktor (R-01) dari suhu 30°C menjadi 70°C dengan menggunakan uap air jenuh (saturated steam)
Jenis	: Shell and Tube
Bahan Konstruksi	: Stainless Steel Steel SA 283 Grade 11 Tipe 136
Jumlah	: 1 buah
Media Pemanas	: Steam
Beban panas	: 73.114.713,3751 kj/jam
Tekanan	: 1,5 atm
Suhu	: 70 °C
ID Shell	: 13/14 in
Baffle spacing	: 3,3125 in
Passes	: 2
Tube	
ID Tube	: 0,652 in
OD Tube	: 3/4 in
BWG	: 18
Panjang Tube	: 18 ft
Passes	: 2
Harga alat	: \$92.535

10) HEATER-03 (HE-03)

Fungsi	: Memanaskan Asam Sulfat sebelum masuk Netralier (N-01) dari suhu 30°C menjadi 70°C dengan menggunakan uap air jenuh (saturated steam)
--------	--

	steam)
Jenis	: Shell and Tube 1-1
Media Pemanas	: Steam
Bahan Konstruksi	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Jumlah	: 1 buah
Beban panas	: 66083278,1538 kj/jam
Tekanan	: 1,5 atm
Suhu	: 70 °C
Shell	
ID Shell	: 12 in
Baffle spacing	: 3 in
Passes	: 2
Tube	
ID Tube	: 0,652 in
OD Tube	: 3/4 in
BWG	: 18
Panjang Tube	: 18 ft
Passes	: 2
Harga alat	: \$42.001

11) COOLER (C-01)

Fungsi	: Mendinginkan fluida keluaran evaporator-02 (E-02) sebelum masuk tangki penyimpanan (T-03) dari suhu 93°C menjadi 31°C
Jenis	: Double pipe
Jumlah	: 1 buah
Media Pendingin	: Air
Bahan Konstruksi	: Stainless Steel 316 AISI (18Cr,10Ni,2,5Mo)
Luas Transfer	: 87,0660 ft ²
Fluida panas	: T.in : 230,69 °C T.out : 31 °C
Fluida dingin	: T.in : 30 °C
T.out	: 45 °C

Annulus	
Kapasitas	: 3787,88 kg/jam
ID	: 0,17 ft
OD	: 0,14 ft
Inner pipe	
Kapasitas	: 19815,44 kg/jam
ID	: 0,12 ft
Dirt factor	: 0,002
Jumlah hairpin	: 17 buah
Jumlah	: 1 buah
Harga alat	: \$1.884

12) BELT CONVEYER-01 (BC-01)

Fungsi	: Mengangkut padatan asam benzoat dari gudang penyimpanan asam benzoat G-01 menuju reaktor R-01
Jenis	: Troughed Antifriction Idlers, dengan sudut 30°C
Material	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 30 °C
Kapasitas	: 4,3271 ton/jam
Panjang	: 0,254 m
Lebar	: 0,1524 m
Tinggi	: 7,62 m
Kecepatan	: 32,1803 ft/menit
Power motor	: 2 Hp
Harga alat	: \$29.257

BUCKET ELEVATOR-01 (BE-01)

Fungsi	: Mengangkut padatan asam benzoat dari gudang penyimpanan asam benzoat G-01 menuju reaktor R-01
--------	---

Jenis	: Centrifugal Discharge Bucket
Material	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 30 °C
Kapasitas	: 4,3721 ton/jam
Panjang	: 0,254 m
Lebar	: 0,1524 m
Tinggi	: 7,62 m
Kecepatan	: 32,1803 ft/menit
Power Motor	: 1,652 Hp
Jumlah Bucket	: 14 buah\
Harga alat	: \$5.984

13) TANGKI PENYIMPAN METANOL (T-01)

Tugas	: Menyimpan metanol 99% sebanyak selama 14 hari
Jenis Alat	: Silinder tegak dengan atap berbentuk conical roof
Kondisi Operasi	
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Kapasitas	: 203657,1429 ft ³
Dimensi	
Diameter	: 120 ft
Tinggi	: 17 ft
Tebal shell	: 1.125 in
Bahan	: Carbon steel SA 283 grade C
Jumlah	: 1 buah
Harga alat	: \$44.059

14) TANGKI PENYIMPAN H₂SO₄ (T-02)

Tugas	: Menyimpan metanol 99% sebanyak selama 14 hari
Jenis Alat	: Vertical vessel dengan conical roof
Kondisi Operasi	
Suhu	: 30°C

Tekanan	: 1 atm
Kapasitas	: 7542,8571 ft ³
Dimensi	
Diameter	: 20 ft
Tinggi	: 24 ft
Tebal shell	: 0,2500 in
Bahan	: Carbon steel SA 283 grade C
Jumlah	: 1 buah
Harga alat	:\$185.292

15) TANGKI PENYIMPAN NaOH (T-03)

Tugas	: Menyimpan NaOH 48% selama 14 hari
Jenis Alat	: Vertical vessel dengan conical roof
Bahan	: Carbon Steel SA 283 grade C
Kondisi Operasi	
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Kapasitas	: 7.542,8571 ft ³
Dimensi	
Diameter	: 21.4198 ft
Tinggi	: 25.7037 ft
Tebal shell	: 0,3750 in
Jumlah	: 1 buah
Harga alat	: \$78.572

16) TANGKI PENYIMPAN METIL BENZOAT (T-04)

Tugas	: Menyimpan metil benzoat 99% selama 30 hari
Jenis Alat	: Vertical vessel dengan conical roof
Bahan	: Carbon steel SA 283 grade C
Kondisi Operasi	
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Kapasitas	: 138600 ft ³

Dimensi	
Diameter	: 70 ft
Tinggi	: 36 ft
Tebal shell	: 1,25 in
Jumlah	: 1 buah
Harga alat	: \$432.422

17) SILO-01 (S-01)

Tugas	: Tempat penampungan bahan baku berupa padatan kritical sebelum dimasukkan kedalam reaktor-01
Jenis	: Silinder vertical dengan alas berbentuk kerucut
Bahan konstruksi	: Carbon steel SA-283 Grade C
Kapasitas	: 287.0416 m ³
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Tebal dinding	: 1,3961 in
Harga alat	: \$121.000

18) POMPA 01 (P-01)

Tugas	: Memompa metanol dari tangki penyimpanan T-01 ke HE-01
Jenis Alat	: Centrifugal Pump
Kapasitas	: 3787,88 kg/jam
Kecepatan Volum.	: 48 gpm
Diameter Optimal	: 2,367787 in
Nps	: 2,5 in
Jenis Aliran	: Turbulen
Kecepatan	: 0,7757 m/s
Total Head	: 4,3303 m
Tenaga Pompa	: 0,3 Hp
Tenaga Motor	: 0,5 Hp
Jumlah	: 2 buah

19) POMPA 02 (P -02)

Tugas	: Memompa H ₂ SO ₄ dari tangki penyimpanan T-02 ke HE-02
Jenis alat	: Centrifugal Pump
Kapasitas	: 410,03 kg/jam
Kecepatan Volum.	: 2 gpm
Diameter Optimal	: 0,63186 in
Nps	: 1 in
Jenis Aliran	: Turbulen
Kecepatan	: 0,0462 m/s
Total Head	: 1,4083 m
Tenaga Pompa	: 0,0093 Hp
Tenaga Motor	: 0,05 Hp
Jumlah	: 2 buah

20) POMPA-03 (P-03)

Tugas	: Memompa larutan dari R-01 ke R-02
Jenis alat	: Centrifugal Pump
Kapasitas	: 11963,19 kg/jam
Kecepatan Volum	: 65 gpm
Diameter Optimal	: 2,8014 in
Nps	: 3 in
Jenis Aliran	: Turbulen
Kecepatan	: 1,5021 m/s
Total Head	: 10,7699 m
Tenaga Pompa	: 1,2748 Hp
Tenaga Motor	: 2 Hp
Jumlah	: 2 buah

21) POMPA-04 (P-04)

Tugas	: Memompa larutan dari R-02 ke N-01
Jenis Alat	: Centrifugal Pump
Kapasitas	: 12434,55

Kecepatan Vol	: 65 gpm
Diameter Opt	: 2,8014 in
Nps	: 3 in
Jenis Aliran	: Turbulen
Kecepatan	: 1,5020 m/s
Total Head	: 10,7699 m
Tenaga Pompa	: 1,2748 Hp
Tenaga Motor	: 2 Hp
Jumlah	: 2 buah

22) POMPA-05 (P-05)

Tugas	: Memompa larutan NaOH 48% dari T-03 ke N-01
Jenis Alat	: Centrifugal Pump
Kapasitas	: 471,36 kg/j
Kecepatan Volum	: 2 gpm
Diameter Optimal	: 0,6319 in
Nps	: 1 in
Jenis Aliran	: Turbulen
Kecepatan	: 0,0462 m/s
Total Head	: 1,41 m
Tenaga Pompa	: 0,0093 Hp
Tenaga Motor	: 0,05 Hp
Jumlah	: 2 buah

23) POMPA-06 (P-06)

Tugas	: Memompa larutan dari N-01 ke EV-01
Jenis Alat	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 12434,5475
Kecepatan Volum	: 64 gpm
Diameter Optimal	: 2,7876 in
Nps	: 3 in
Jenis Aliran	: Turbulen
Kecepatan	: 1,4789 m/s

Total Head : 7,7888 m
Tenaga Pompa : 1,1529 Hp
Tenaga Motor : 1,5 Hp
Jumlah : 2 buah

24) POMPA-07 (P-07)

Tugas : Memompa larutan hasil bawah dari EV-01 ke UPL
Jenis Alat : Centrifugal Pump
Kapasitas : 2319,1781 kg/jam
Kecepatan Volum. : 9 gpm
Diameter Optimal : 1,2095 in
Nps : 2 in
Jenis Aliran : Turbulen
Kecepatan : 0,2079 m/s
Total Head : 0,8709 m
Tenaga Pompa : 0,0209 Hp
Tenaga Motor : 0,05 Hp
Jumlah : 2 buah

25) POMPA-08 (P-08)

Tugas : Memompa larutan dari ACC-01 ke Reaktor
(Recycle)
Jenis Alat : Centrifugal Pump
Kapasitas : 5469,56 kg/jam
Kecepatan Volum. : 32 gpm
Diameter Optimal : 2,0124 in
Nps : 2 in
Jenis Aliran : Turbulen
Kecepatan : 0,7394 m/s
Total Head : 2,8565 m
Tenaga Pompa : 0,1899 Hp
Tenaga Motor : 0,2500 Hp
Jumlah : 2 buah

26) POMPA-09 (P-09)

Tugas	: Memompa larutan dari RB-01 ke EV-02
Jenis Alat	: Centrifugal Pump
Kapasitas	: 4645,81
Kecepatan Volum.	: 23 gpm
Diameter Optimal	: 1,7690 in
Nps	: 2 in
Jenis Aliran	: Turbulen
Kecepatan	: 0,5315 m/s
Total Head	: 2,7683 m
Tenaga Pompa	: 0,1231 Hp
Tenaga Motor	: 0,1667 Hp
Jumlah	: 2 buah

27) POMPA-10 (P-10)

Tugas	: Memompa hasil keluaran EV-02 berupa Metil Benzoat ke C-01
Jenis Alat	: Centrifugal Pump
Kapasitas	: 3787,88 kg/jam
Kecepatan Volum.	: 19 gpm
Diameter Optimal	: 1,6262 in
Nps	: 2 in
Jenis Aliran	: Turbulen
Kecepatan	: 0,4390 m/s
Total Head	: 2,2894 m
Tenaga Pompa	: 0,0853 Hp
Tenaga Motor	: 0,1250 Hp
Jumlah	: 2 buah

BAB 4

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam pendirian suatu pabrik yaitu menentukan lokasi pabrik, dimana lokasi yang ditetapkan untuk membangun perusahaan harus memiliki standar dan komponen yang baik dan tepat. Hal ini disebabkan pada aspek ini akan mempengaruhi faktor keberhasilan dan kelancaran proses produksi. Faktor-faktor lain yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu faktor primer dan faktor sekunder. Faktor-faktor yang mempengaruhi pilihan lokasi pabrik ini diantaranya adalah :

1. Faktor Primer

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung akan mempengaruhi tujuan utama dari pabrik yang meliputi kegiatan produksi dan distribusi dari produk. Faktor-faktor tersebut diantaranya :

a. Penyediaan Bahan Baku

Kriteria sumber bahan baku merupakan suatu penilaian yang dititik beratkan pada kemudahan memperoleh bahan baku. Lokasi pabrik sebaiknya berada dekat dengan sumber bahan baku hal ini bertujuan untuk meminimalisir biaya penyediaan, maka dalam hal ini pabrik Metil Benzoat didirikan dekat dengan penghasil bahan baku utama yaitu metanol yang diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri, Kalimantan Timur.

b. Transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku, pemasaran produk dan pengangkutan dapat ditempuh melalui jalur darat maupun laut. Dengan adanya fasilitas jalan raya dan dermaga yang ada, maka diharapkan dapat memperlancar kegiatan produksi serta pemasaran, baik pemasaran internasional maupun domestik.

c. Utilitas

Pada perencanaan suatu pabrik, air, tenaga listrik, dan bahan bakar merupakan faktor penunjang yang sangat penting. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik karna dekat dengan sumber aliran sungai bontang.

d. Tenaga Kerja dan Tenaga Ahli

Kawasan industri merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Sebagian besar dari tenaga kerja yang dibutuhkan pabrik dapat dipenuhi dengan mudah sesuai dengan kebutuhan pabrik.

e. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Jika pemasaran tepat, maka akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Kebutuhan Metil Benzoat menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun dengan semakin banyaknya industri yang membutuhkan metil benzoat seperti pabrik cat, parfum, kosmetik, dll.

2. Faktor Sekunder

a) Perluasan Area Unit

Perluasan area pabrik dimungkinkan jika tanah sekitar memang dikhususkan untuk daerah bangunan industri. Perluasan pabrik harus diperhitungkan sebelum menjadi masalah besar dimasa yang akan datang. Sejumlah area khusus harus dipersiapkan untuk perluasan pabrik jika dimungkinkan pabrik menambah kapasitas produksi atau ingin mengolah bahan baku sendiri.

b) Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik perlu memperhatikan beberapa factor kepentingan yang terkait didalamnya, kebijaksanaan pengembangan industri, dan hubungannya dengan pemerataan kesempatan kerja, kesejahteraan, dan hasil pembangunan. Disamping itu, pabrik yang didirikan juga harus berwawasan lingkungan, artinya keberadaan pabrik tersebut tidak boleh mengganggu atau merusak lingkungan sekitarnya.

c) Lingkungan Sekitar

Lingkungan disekitar pabrik akan sangat berpengaruh terhadap pendirian suatu pabrik. Untuk menunjang serta mendapatkan dukungan dari masyarakat maka pabrik ini setidaknya memiliki dampak positif atau memberikan manfaat bagi

masyarakat, serta menyediakan fasilitas-fasilitas di sekitar pabrik yang memungkinkan masyarakat/karyawan hidup dengan layak.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan bagian dari perancangan pabrik yang berfungsi untuk mengatur susunan letak bangunan untuk daerah proses, area perlengkapan, kantor, gedung, utilitas dan lainnya guna menjamin kelancaran proses produksi dengan baik dan efisien, serta menjaga keamanan dari pabrik tersebut.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mencantumkan tata letak alat antara lain, penyusunan alat proses harus saling berurutan, kemudahan dalam pengecakan dan keselamatan kerja, serta kondisi operasi masing-masing alat. Untuk alat proses yang beroperasi pada suhu dan tekanan tinggi ditempatkan terpisah dari alat proses lainnya serta harus mudah dijangkau oleh pemadam kebakaran. Setiap alat harus ditempatkan ditempat yang cukup, sehingga mudah untuk pemeriksaan, perbaikan, dan pemidahan alat guna menjamin keselamatan kerja. Pengaturan alat kontrol pada ruang kendali (*control room*). Untuk kantor produksi dan laboratorium ditempatkan berdekatan dengan area proses agar mudah dalam mengontrol dan mengawasi produk.

Jalannya aliran proses dan aktifitas dari para pekerja yang ada, menjadi dasar pertimbangan dalam pengaturan bangunan-bangunan dalam suatu pabrik sehingga proses dapat berjalan dengan efektif, aman, dan kontinyu.

Untuk memperoleh kondisi yang maksimal, maka ada hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik yaitu :

- a) Berdasarkan data penggunaan Metil Benzoat yang terus meningkat dari tahun ke tahun maka sangat diharapkan akan ada pengembangan pabrik dimasa mendatang, untuk itu sebaiknya area perluasan pabrik disediakan sejak awal sehingga masalah kebutuhan akan tempat tidak akan timbul dimasa mendatang.
- b) Faktor keselamatan dan keamanan terutama bahaya kebakaran. Dalam perancangan tata letak pabrik selalu diusahakan untuk memisahkan dengan jarak yang aman antara sumber api dan sumber panas dari bahan-bahan yang mudah terbakar dan meledak. Menggolongkan unit-unit proses agar

memudahkan pengalokasian bahaya kebakaran yang mungkin bisa terjadi. Oleh karena itu ditempatkan alat-alat pengaman seperti hydrant, penampung air yang cukup, alat penahan ledakan, dan alat sensor untuk gas beracun.

- c) Pendistribusian yang ekonomis pada pengadaan air, *steam* proses, tenaga listrik dan bahan baku.
- d) Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin yang ada, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tetap ekonomis.
- e) Penyediaan service area seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan lain-lain diatur sedemikian rupa sehingga tetap terjangkau dari tempat kerja.
- f) Pabrik harus memperhatikan aspek sosial dan ikut menjaga kelestarian lingkungan, batas maksimal kandungan komponen berbahaya pada limbah harus diperhatikan dengan baik. Untuk itu penambahan fasilitas pengolahan limbah buangan diperlukan, sehingga buangan limbah tersebut tidak berbahaya bagi komponen yang ada disekitarnya.

Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu :

- a) Daerah Administrasi atau perkantoran

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi perusahaan yang mengatur kelancaran operasi dan kegiatan-kegiatan administrasi yang mana, tidak mengganggu kegiatan dan keamanan [abrik, serta harus terletak jauh dari area proses yang berbahaya.

- b) Daerah Fasilitas Umum

Merupakan daerah penunjang segala aktivitas pabrik dalam pemenuhan kepentingan pekerja, seperti tempat parkir, tempat ibadah, kantin, dan pos keamanan.

- c) Daerah Proses

Merupakan pusat proses produksi dimana alat-alat proses dan pengendali ditempatkan. Daerah proses ini terletak dibagian tengah pabrik yang lokasinya tidak mengganggu. Letak aliran proses direncanakan sedemikian rupa sehingga memudahkan pemindahan bahan baku dari tangki penyimpanan serta memudahkan

pengawasan dan pemeliharaan terhadap alat-alat proses. Daerah proses ini diletakkan minimal 15 meter dari bangunan-bangunan atau unit-unit lain.

d) Daerah Laboratorium dan Ruang Kontrol

Laboratorium dan ruang control sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses, serta produk yang akan dijual. Daerah laboratorium merupakan pusat control kualitas bahan baku, produk, dan limbah proses. Sedangkan daerah ruang control merupakan pusat kontrol berjalannya proses yang diinginkan (kondisi operasi, tekanan, temperature, dan lain-lain yang diinginkan). Laboratorium dan ruang kontrol ini diletakkan dekat dengan proses apabila terjadi sesuatu masalah di daerah proses dapat teratasi.

e) Daerah Pemeliharaan

Daerah pemeliharaan merupakan tempat penyimpanan suku cadang alat proses dan untuk melakukan perbaikan, pemeliharaan atau perawatan semua peralatan yang dipakai dalam proses.

f) Daerah Utilitas

Daerah utilitas ini merupakan tempat untuk menyediakan keperluan yang menunjang berjalannya proses produksi berupaya penyediaan air, steam, listrik. Daerah ini ditempatkan dekat dengan daerah proses agar system pemipaan lebih ekonomis. Tetapi mengingat bahaya yang dapat ditimbulkan maka jarak antara urea utilitas dan area proses harus diatur sekitar 15 meter.

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 1 Rincian luas tanah bangunan pabrik

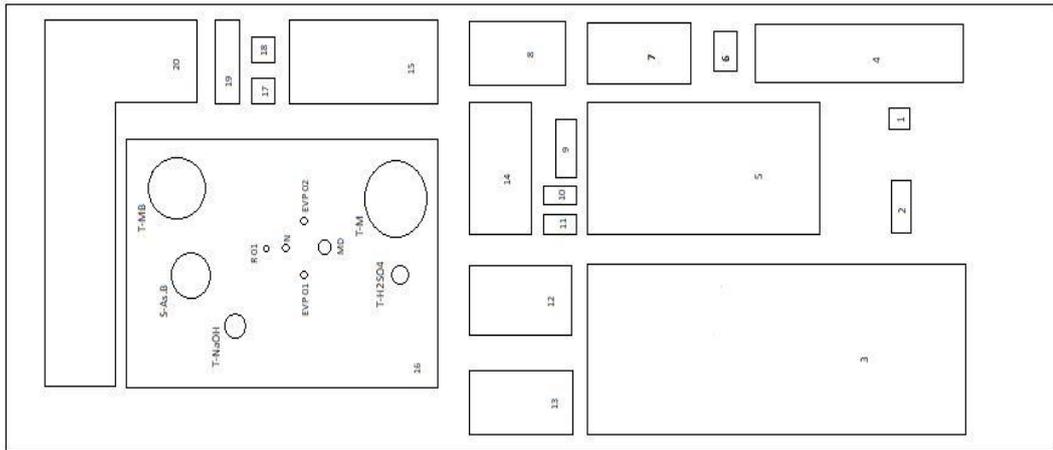
No	Lokasi	Luas (m ²)
1	Pos	25
2	Taman	50
3	Area Pengembangan	4000
4	Parkiran	800
5	Kantor	2000
6	Taman	50
7	Klinik	500
8	Laboratorium	500
9	Taman	75
10	Kantin	32
11	Mushola	32
12	Bengkel	600
13	Gudang	600
14	G, Serbaguna	800
15	Area Utilitas	900
16	Area Proses	8000
17	Ruang Kontrol	80
18	Pos Pemadam	80
19	Truk depot	300
20	Area Perluasan	600
21	Jalan (lebar)	15
22	jalan (panjang)	15

Total Luas Tanah :

Lebar = 245 m

Panjang = 125 m

Luas = 30625 m²



Gambar 4.1 Lay Out Pabrik Metil Benzoat (skala 1:1000)

Keterangan :

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1. Post | 11. Mushola |
| 2. Taman | 12. Bengkel |
| 3. Area pengembangan | 13. Gudang |
| 4. Parkiran | 14. Gedung Serba Guna |
| 5. Kantor | 15. Area Utilitas |
| 6. Taman | 16. Area Prose |
| 7. Klinik | 17. Ruang Control |
| 8. Laboratorium | 18. Pos Pemadam |
| 9. Taman | 19. Truk Depot |
| 10. Kantin | 20. Area Perluasan |

4.3 Tata Letak Alat Proses

Tata letak mesin/alat proses merupakan suatu pengaturan yang maksimum dari komponen-komponen fasilitas pabrik. Dalam perancangan tata letak proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1) Aliran Bahan Baku dan Produk

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

2) Aliran Udara

Kelancaran aliran udara didalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara atau keadaan berhenti pada suatu tempat berupa akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan karyawan. Selain itu arah hembusan angin juga perlu diperhatikan.

3) Pencahayaan

Pencahayaan atau penerangan pada seluruh area pabrik harus memadai. Perlu diberi penerangan tambahan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi.

4) Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

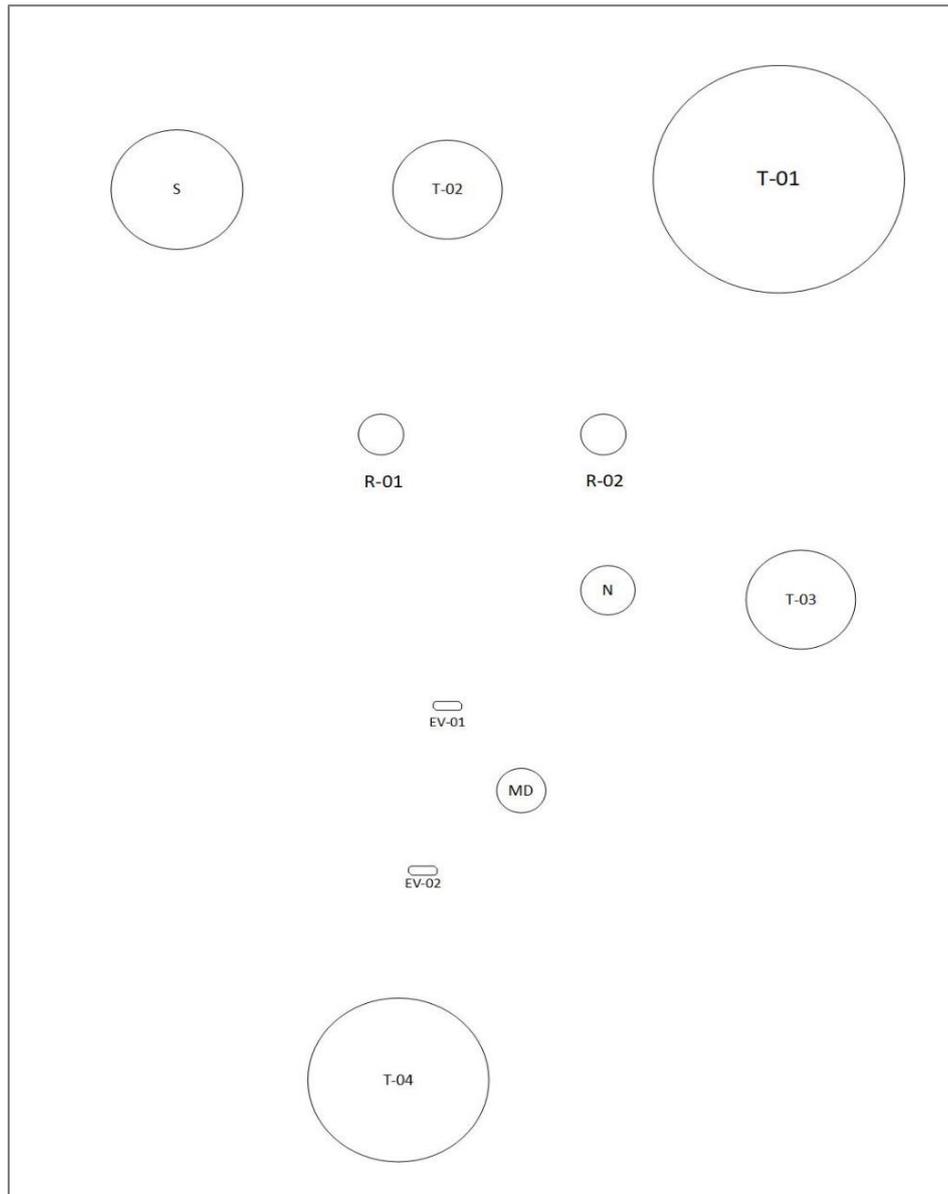
Dalam perancangan *lay out* perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalani tugasnya diprioritaskan.

5) Pertimbangan Ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik. Pertimbangan ini dilakukan dengan tujuan agar pabrik memperoleh suatu keuntungan.

6) Jarak Alat Proses

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



Gambar 4. 2 *Lay Out* Alat Proses

Keterangan :

- S = Silo
- T – 01 = Tangki -01
- T – 02 = Tangki -02
- R – 01 = Reaktor -01
- R – 02 = Reaktor -02
- N = Netralizer
- T – 03 = Tangki -03

- EV – 01 = Evaporator
 MD = Menara distilasi
 EV – 02 = Evaporator -02
 T – 04 = Tangki produk

4.4 Aliran Proses dan Material

Berdasarkan hasil perhitungan Neraca Massa dan Neraca Panas dalam Perancangan Pabrik Metil Benzoat dengan kapasitas 30.000 ton/tahun terlihat pada tabel berikut :

4.4.1 Neraca Massa Tiap Komponen

- a. Neraca Massa Alat Reaktor

Tabel 4. 2 Neraca Massa Reaktor

Komponen	NM masuk (kg/jam)	NM keluar (kg/jam)
Metanol	7109.2769	6077.2851
H2O dalam methanol	71.8109	71.8109
Asam benzoate	4371.6319	437.1632
H2O dalam A.Benzoate	0.4372	0.4372
Metil benzoate	0	4385.9652
Air	0	580.4954
Air asam sulfat	8.2006	8.2006
Asam sulfat	401.8318	401.8318
Total	11963.1893	11963.1893

b. Neraca Massa Alat Netralizer

Tabel 4. 3 Neraca Massa Netralizer

Komponen	NM masuk (kg/jam)	NM keluar (kg/jam)
Metanol	6077.2851	6077.2851
Asam benzoate	437.1632	0
Metil benzoate	4385.9652	4385.9652
Air	1171.5821	1383.6933
Asam sulfat	401.8318	0
NaOH	471.3582	0
Natrium Sulfat	0	582.2461
Natrium benzoate	0	515.9959
Total	12945.1855	12945.1855

c. Neraca Massa Alat Evaporator-01

Tabel 4. 4 Neraca Massa Evaporator 1

Komponen	Masuk (kg/jam)	Hasil atas (kg/jam)	Hasil bawah (kg/jam)
Metanol	6077.2851	5469.5565	607.7285
Asam benzoate	0	0	0
Metil benzoate	4385.9652	3947.3686	438.5965
Air	1383.6933	698.4442	685.2491
Asam sulfat	0	0	0
NaOH	0	0	0
Natrium Sulfat	582.2461	0	582.2461
Natrium benzoat	515.9959	0	515.9959
		10115.3694	2319.17807
Total	12945.1855	12945.1855	

d. Neraca Massa Alat Menara Distilasi

Tabel 4. 5 Neraca Massa Menara Distilasi

Komponen	Masuk (kg/jam)	Hasil atas (kg/jam)	Hasil bawah (kg/jam)
Metanol	5469.5565	5414.8610	54.6956
Asam benzoate	0	0	0
Metil benzoate	3947.3686	0	3947.3686
Air	698.4442	54.69557	643.74867
Asam sulfat	0	0	0
NaOH	0	0	0
Natrium Sulfat	0	0	0
Natrium benzoate	0	0	0
		5469.5565	4645.8129
Total	10115.3694	10115.3694	

e. Neraca Massa Alat Evaporator-02

Tabel 4. 6 Neraca Massa Evaporator 2

Komponen	Masuk (kg/jam)	Hasil atas (kg/jam)	Hasil bawah (kg/jam)
Metanol	54.6956	54.6956	0
Asam benzoate	0	0	0
Metil benzoate	3947.3686	197.3684	3750.0002
Air	643.7487	605.8699	37.8788
Asam sulfat	0	0	0
NaOH	0	0	0
Natrium Sulfat	0	0	0
Natrium benzoate	0	0	0
		857.9339	3787.8790
Total	4645.8129	4645.8129	

4.4.2 Neraca Panas Tiap Alat

a. Neraca Panas Heater-01

Tabel 4. 7 Neraca Panas Heater-1

Input	kj/jam	Output	kj/jam
ΔH	47139534.1351	ΔH	481071852.0999
Qpemanas	433932317.9648		
Total	481071852.0999		481071852.0999

b. Neraca Panas Heater-02

Tabel 4. 8 Neraca Panas Heater-2

Input	kj/jam	Output	kj/jam
ΔH	5531952.7997	ΔH	73114713.3751
Qpemanas	67582760.5755		
Total	73114713.3751		73114713.3751

c. Neraca Panas Heater-03

Tabel 4. 9 Neraca Panas Heater-3

Input	kj/jam	Output	kj/jam
ΔH	8261754.0038	ΔH	74345032.1576
Qpemanas	66083278.1538		
Total	74345032.1576		74345032.1576

d. Neraca Panas Reaktor

Tabel 4. 10 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Panas Masuk (kj/jam)	Panas Keluar (kj/jam)
Metanol	820423.3109	701329.6044
Asam Benzoat	366204.0328	36620.4033
Asam Sulfat	26405.2697	26405.2967

Air	15129.1106	124295.5091
M.Benzoat	0	317364.8862
Pendingin		27370.4502
Panas reaksi	5225.3989	
Total	1233387.1499	1233387.1499

e. Neraca Panas Netralizer

Tabel 4. 11 Neraca Panas Netralizer

Komponen	Panas In (kj/jam)	Panas Out (kj/jam)
Metanol	701199.6232	701199.6232
Asam benzoate	36610.32201	0
Metil benzoate	317322.0905	317322.0905
Air	220331.0497	260221.2768
Asam sulfat	26401.57788	0
NaOH	46163.80949	0
Natrium Sulfat	0	41961.67066
Natrium benzoate	0	16342.52093
Panas Reaksi-1		-2332018.5959
Panas Reaksi-2		-604001.8685
Q-Pendingin		2947001.7550
Total	1348028.4728	1348028.4728

f. Neraca Panas Evaporator-01

Tabel 4. 12 Neraca Panas Evaporator-01

Komponen	Panas In	Panas Out
	(kJ/Jam)	(kJ/jam)
Methanol	701199.6232	6621818.8672
asam benzoate	0	0.0000
asam sulfat	0	0.0000
Air	260221.2768	2313041.7060
Metil benzoate	317322.0905	2505185.7046
natrium hidroksida	0	0.0000
Natrium Sulfat	41961.67066	150703.9129
Natrium benzoat	16342.52093	56407.5249
Pemanas	10308010.81	
Total	11645057.9920	11645057.9920

g. Neraca Panas Menara Distilasi

Tabel 4. 13 Neraca Panas Menara Distilasi

Komponen	Masuk		Keluar		
	QF	QR	QD	QB	Qc
CH4O	701785.8146		493929.2161	14188.4140	
C8H8O2	317182.9035		0.0000	632209.2608	
H2O	145543.9754		8127.2793	262368.6887	
	1164512.6935	10226608.5682	502056.4954	908766.3635	9980298.4028
Total	11391121.2617		11391121.2617		

h. Neraca Panas Evaporator-02

Tabel 4. 14 Neraca Panas Evaporator-02

Komponen	Panas In	Panas Out
	(kJ/Jam)	(kJ/jam)
Methanol	10741.22022	53221.8928
asam benzoate	0	0.0000
asam sulfat	0	0.0000
Air	201816.6498	1654686.3852
Metil benzoate	482385.7928	1473948.3963
natrium hidroksida	0	0.0000
Natrium Sulfat	0	0.0000
Natrium benzoat	0	0.0000
Pemanas	2486913.011	
Total	3181856.6743	3181856.6743

i. Neraca Panas Cooler-01

Tabel 4. 15 Neraca Panas Cooler-01

Input	kJ/jam	Output	kJ/jam
ΔH	1471770.8470	ΔH	10351.4109
		Qpendingin	1461419.4361
Total	1471770.8470		1471770.8470

4.5 Unit Pendukung Proses (Utilitas)

Unit pendukung proses atau yang biasa disebut dengan unit utilitas adalah sebagai unit yang menunjang kelancaran pelaksanaan proses produksi. Unit utilitas menyediakan bahan-bahan dan alat penggerak peralatan yang ada dalam proses produksi pabrik. Unit utilitas ini meliputi :

- 1) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

- 2) Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
- 3) Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
- 4) Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
- 5) Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

1. Unit Penyediaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik Metil Benzoat ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai Sungai bontang yang mempunyai panjang 12km, yang tidak terlalu jauh dari lokasi pabrik., Untuk menghindari *fouling* yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air sungai. Pengolahan dilakukan secara fisis dan kimia. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut :

1. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
2. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
3. Secara keseluruhan, kebutuhan air pada pabrik ini digunakan untuk keperluan:
 - a) Air Pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai pendingin karena pertimbangan sebagai berikut :

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- Mudah pengolahan dan pengaturannya.
- Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- Tidak terdekomposisi.

- b) Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

1. Syarat Fisika, meliputi :

- a) Suhu : Dibawah suhu udara
- b) Warna : Jernih
- c) Rasa : Tidak berasa
- d) Bau : Tidak berbau

2. Syarat Kimia, meliputi :

- a) Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- b) Tidak beracun
- c) Kadar klor bebas sekitar 0,7 ppm.

3. Syarat Bakteriologis :

Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*) Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

- a) Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 . O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- b) Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

- c) Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

2. Unit Pengolahan Air

Pada perancangan suatu pabrik dibutuhkan sumber air terdekat yang nantinya akan memenuhi keberlangsungan suatu proses. Dan pada pabrik Metil Benzoat ini sumber air didapatkan dari sungai terdekat di sekitar daerah pabrik.

Keterangan :

1. PU : Pompa Utilitas
2. FU-01 : Screening
3. R-01 : Reservoir
4. BU-01 : Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)
5. TU-01 : Tangki Alum
6. BU-02 : Bak Pengendap I
7. BU-03 : Bak Pengendap II
8. FU-02 : Sand Filter
9. BU-04 : Bak Penampung Air Bersih
10. TU-02 : Tangki Klorinasi
11. TU-03 : Tangki Kaporit
12. TU-04 : Tangki Air Kebutuhan Domestik
13. TU-05 : Tangki *Service Water*
14. TU-06 : Tangki Air Bertekanan
15. BU-05 : Bak *Cooling Water*
16. CT-01 : *Cooling Tower*
17. TU-07 : *Mixed-Bed*
18. TU-08 : Tangki NaCl
19. TU-09 : Tangki Air Demin
20. TU-10 : Tangki N₂H₄
21. De-01 : Deaerator
22. BO-01 : Boiler

a. Penghisapan

Air yang diambil dari sungai perlu adanya pemompaan yang selanjutnya air tersebut dialirkan menuju alat penyaringan (*screen*), proses penyaringan untuk menghilangkan partikel kotoran yang berukuran cukup besar. Setelah tahap *screening* air akan diolah di dalam reservoir.

b. Penyaringan (*Screening*)

Sebelum air dari sungai akan digunakan sebagai air bersih, maka pada proses ini air disaring untuk memisahkan kotoran-kotoran yang berukuran besar,

misalnya: daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya. Pada tahap *screening* partikel yang berukuran padat dan besar akan tersaring secara langsung tanpa menggunakan bahan kimia. Sementara untuk partikel yang kecil masih akan terbawa bersama air yang kemudian akan diolah ke tahap pengolahan air berikutnya. Tujuan penyaringan yaitu untuk memisahkan kotoran yang besar agar tidak terikut ke pengolahan selanjutnya, sehingga pada sisi isap pompa perlu dipasang saringan (*screen*) dan ditambah fasilitas pembilas agar meminimalisir alat *screen* menjadi kotor.

c. Penampungan (*Reservoir*)

Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi. Kotoran kasar yang terdapat dalam air akan mengalami pengendapan yang terjadi karena gravitasi.

d. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia atau bahan koagulan ke dalam air. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$), yang merupakan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses flokulasi dapat berjalan efektif, sering ditambahkan kapur ke dalam air. Selain itu kapur juga berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan. Sedangkan pada proses Flokulasi bertujuan untuk mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran.

e. Bak Pengendap 1 dan Bak Pengendap 2

Tujuan dari adanya bak pengendap 1 dan 2 ini adalah mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi). Endapan serta flok yang berasal dari proses koagulasi akan diendapkan pada bak pengendap 1 dan bak pengendap 2.

f. Penyaringan (*Sand Filter*)

Pada tahap ini terjadi proses filtrasi dimana air yang keluar dari bak pengendap 2 masih terdapat kandungan padatan tersuspensi, sehingga harus di proses ke alat filter untuk difiltrasi. Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan ketel (*Boiler Feed Water*).

g. Bak Penampung Air Bersih

Air yang sudah melalui tahap filtrasi sudah bisa disebut dengan air bersih. Kemudian air keluaran proses filtrasi akan ditampung dalam bak penampungan air bersih. Dalam hal ini air bersih yang ditampung langsung dapat digunakan sebagai air layanan umum (*service water*) serta untuk air pendingin. Kegunaan air bersih ini juga dapat digunakan untuk *domestic water* dan *boiler feed water*, namun air harus di desinfektanisasi terlebih dahulu menggunakan resin untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ dimana tujuan penghilangan mineral-mineral tersebut untuk menghasilkan air demin yang melalui proses demineralisasi.

h. Demineralisasi

Pada proses demineralisasi bertujuan untuk menyiapkan air yang digunakan untuk *boiler feed water* dan air ini harus murni serta bebas dari kadar mineral-mineral yang terlarut didalamnya. Proses demineralisasi ini dapat dilakukan dengan alat yang terdiri dari penukaran anion (*anion exchanger*) dan kation (*cation exchanger*). Demineralisasi diperlukan karena air umpan boiler memerlukan syarat-syarat :

- 1) Tidak menimbulkan kerak pada kondisi *steam* yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*. Jika *steam* digunakan sebagai pemanas yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silica, hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan bisa mengakibatkan boiler tidak beroperasi sama sekali.
- 2) Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 .
- 3) Bebas dari zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil dari proses pemanasan biasanya menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi akibat adanya alkalinitas yang tinggi. Pengolahan air di unit demineralisasi, yaitu :

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 terambil oleh resin kation dan anion akan terambil oleh resin anion. Saat resin kation dan anion telah jenuh oleh ion-ion, resin penukar kation dan anion akan diregenerasi kembali.

a. *Anion (Anion Exchanger)*

Anion Exchanger memiliki fungsi untuk mengikat ion-ion negatif yang larut dalam air dengan resin yang memiliki sifat basa, yang memiliki formula $RNOH_3$. Sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut. Sebelum di regenerasi anion yang terbentuk di dalam reaksi adalah sebagai berikut :



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

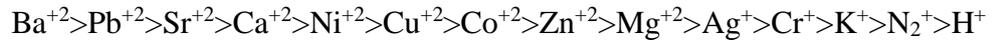


b. *Kation (Cation Exchanger)*

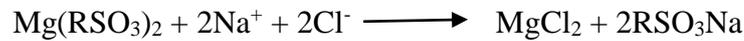
Cation Exchanger merupakan resin penukar kation-kation. Untuk *cation exchanger* berupa resin padat yang sering ada dipasaran yaitu kation dengan formula RSO_3H dan $(RSO_3)Na$, dimana pengganti kation-kation yang dikandung dalam air akan diganti dengan ion H^+ atau Na^+ . karena disini kita menggunakan ion H^+ sehingga air 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 :



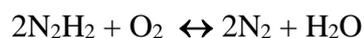
Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi Regenerasi :



i. Deaerator

Unit Deaerator ini bertujuan untuk menghilangkan gas CO_2 dan O_2 yang terikat dalam feed water. Air yang sudah mengalami demineralisasi biasanya masih ada kandungan gas-gas terlarut terutama CO_2 dan O_2 . Gas-gas tersebut harus dihilangkan dari air karena dapat menimbulkan korosi. Gas-gas tersebut dihilangkan dalam suatu deaerator. Dalam unit deaerator diinjeksikan zat-zat kimia sebagai berikut :

Hidrazin yang berfungsi mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut:



Berdasarkan reaksi tersebut maka hidrazin berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama O_2 sehingga tidak terjadinya korosi.

Unit Deaerator memiliki fungsi untuk memanaskan air yang keluar dari proses pertukaran ion yang terjadi di alat penukar ion (*ion exchanger*) dan sisa kondensat yang belum dikirim sebagai umpan ketel, pada unit deaerator air dipanaskan hingga suhu mencapai $90^\circ C$ agar gas-gas yang terlarut dalam air yaitu O_2 dan CO_2 dapat dihilangkan. Hal ini disebabkan gas-gas tersebut dapat menimbulkan suatu reaksi kimia yang dapat menyebabkan terjadinya bintik-bintik yang semakin menebal dan pada akhirnya akan menutupi permukaan pipa-pipa, hal itulah penyebab terjadinya korosi pada pipa-pipa ketel. Dalam hal ini perlu adanya pemanasan yaitu pemanasan dilakukan dengan menggunakan koil pemanas yang ada di dalam deaerator.

3. Kebutuhan Air

a. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*/Pemanas

Tabel 4. 16 Kebutuhan Air Steam

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heater 1	HE-01	280667.2115
Heater 2	HE-02	42656.62735
Heater 3	HE-03	38554.34344
Evaporator 1	EV-01	4746.4601
Evaporator 2	EV-02	1174.9351
Reboiler MD	RB-01	3830.2311
Total		371629.8086

Direncanakan *steam* yang digunakan adalah saturated steam dengan kondisi :

$$P = 567 \text{ psia} = 38,585 \text{ atm}$$

$$T = 250 \text{ }^\circ\text{C} = 523 \text{ K}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 20 \%$$

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 20\% \times 371.629,8086 \text{ kg/jam} \\ &= 445.956 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blowdown} &= 15\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 15\% \times 445.956 \text{ kg/jam} \\ &= 66.893 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Steam Trap} &= 5\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 5\% \times 445.956 \text{ kg/jam} \\ &= 22.298 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air make up untuk steam} &= \text{Blowdown} + \text{Steam Trap} \\ &= 66.893 \text{ kg/jam} + 22.298 \text{ kg/jam} \\ &= 89.191 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

4. Air Pendingin

Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Jaket Netralizer	N-01	35,262.36
Condenser	CD-01	93,142.31
Cooler	C-01	19,185.44
Total		147,590.11

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%, maka kebutuhan air pendingin menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin} &= 20\% \times 147.590,11 \text{ kg/jam} \\ &= 117.108 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

- Jumlah air yang menguap (W_e)

$$\begin{aligned} &= 0,00085 \times W_c \times (T_{in} - T_{out}) \quad (\text{Perry, Pers. 12-14c}) \\ &= 0,00085 \times 117.108 \times 10 \\ &= 1.505 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$
- *Drift Loss* (W_d)

$$\begin{aligned} &= 0,0002 \times W_c \quad (\text{Perry, Pers. 12-14c}) \\ &= 0,0002 \times 1.505 \\ &= 35 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$
- *Blowdown* (W_b) (cycle yang dipilih 4 kali)

$$\begin{aligned} &= \frac{W_e - (\text{cycle} - 1)W_d}{\text{cycle} - 1} \quad (\text{Perry, Pers. 12-14e}) \\ &= \frac{1.505 - (4 - 1)35}{4 - 1} \\ &= 1.470 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Sehingga jumlah makeup air adalah :

- $W_e = 1.505 \text{ kg/jam}$
- $W_d = 35 \text{ kg/jam}$
- $W_b = 1.470 \text{ kg/jam}$
- Kebutuhan *Make Up Water* (W_m)

$$W_m = W_e + W_d + W_b$$

$$W_m = 1.505 \text{ kg/jam} + 35 \text{ kg/jam} + 1.470 \text{ kg/jam}$$

$W_m = 3.011 \text{ kg/jam}$

1) Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik terdiri dari kebutuhan air untuk tempat tinggal area mess dan kebutuhan air karyawan.

2) Kebutuhan Air karyawan

Menurut standar World Health Organization (WHO), kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100-120 liter/hari

Diambil kebutuhan air tiap orang = 120 liter/hari
= 5 kg/jam

Jumlah karyawan = 144 orang

Kebutuhan air untuk semua karyawan = 737 kg/jam

3) Kebutuhan Air area mess

Jumlah mess = 35 rumah

Penghuni mess = 70 orang

Kebutuhan air untuk mess = 12.250 kg/jam

Total kebutuhan air domestik = (767+9000) kg/jam
= 12.987 kg/jam

4) Kebutuhan *Service Water*

Kebutuhan air *service water* diperkirakan sekitar 700 kg/jam. perkiraan kebutuhan air ini nantinya akan digunakan untuk layanan umum yang meliputi laboratorium, masjid, pemadam kebakaran, kantin, bengkel dan lain-lain.

4.5.2 Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yang dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi :

Kapasitas : 445.956 kg/jam

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5-11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 250°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.5.3 Unit Penyediaan Udara Bertekanan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat pneumatic control. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 46,728 m³/jam

4.5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar mempunyai fungsi untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada boiler dan *generator*. Jenis bahan bakar yang digunakan untuk generator dan boiler yaitu *fuel oil* sebanyak 54,609 kg/jam. Bahan bakar tersebut diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

4.5.5 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang diperoleh dari pabrik Metil Benzoat adalah sebagai berikut :

- 1) Limbah Sanitasi

Limbah sanitasi pembuangan air yang sudah terpakai untuk keperluan kantor dan pabrik lainnya seperti pencucian, air masak dan lain-lain. Penanganan limbah ini tidak memerlukan penanganan khusus karena

seperti limbah rumah tangga lainnya, air buangan ini tidak mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya. Yang perlu diperhatikan disini adalah volume buangan yang diijinkan dan kemana pembuangan air limbah ini.

2) Air Limbah Laboratorium dan Limbah Cair dari Proses

Secara umum air limbah yang berasal dari setiap kegiatan di pabrik Metil Benzoat ini harus diolah agar dapat dibuang ke lingkungan dengan kisaran parameter air yang sesuai dengan peraturan pemerintah, yaitu :

- Chemical Oxygen Demand (COD) : maks. 100 mg/l
- Biological Oxygen Demand (BOD) : maks. 20 mg/l
- Total Suspended Solid (TSS) : maks. 80 mg/l
- Oil : maks. 5 mg/l
- pH : 6,5 – 8,5

4.6 Struktur Perusahaan

Struktur organisasi perusahaan merupakan kerangka mekanisme formal bagaimana organisasi atau perusahaan tersebut dikelola. Hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi didalam perusahaan demi tercapainya keselarasan dan keselamatan kerja antar karyawan.

Sistem struktur organisasi perusahaan ada dua yaitu sistem *line* dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja, sedangkan untuk mencapai kelacaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli ini akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengwas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan tugas pokok organisasi yaitu :

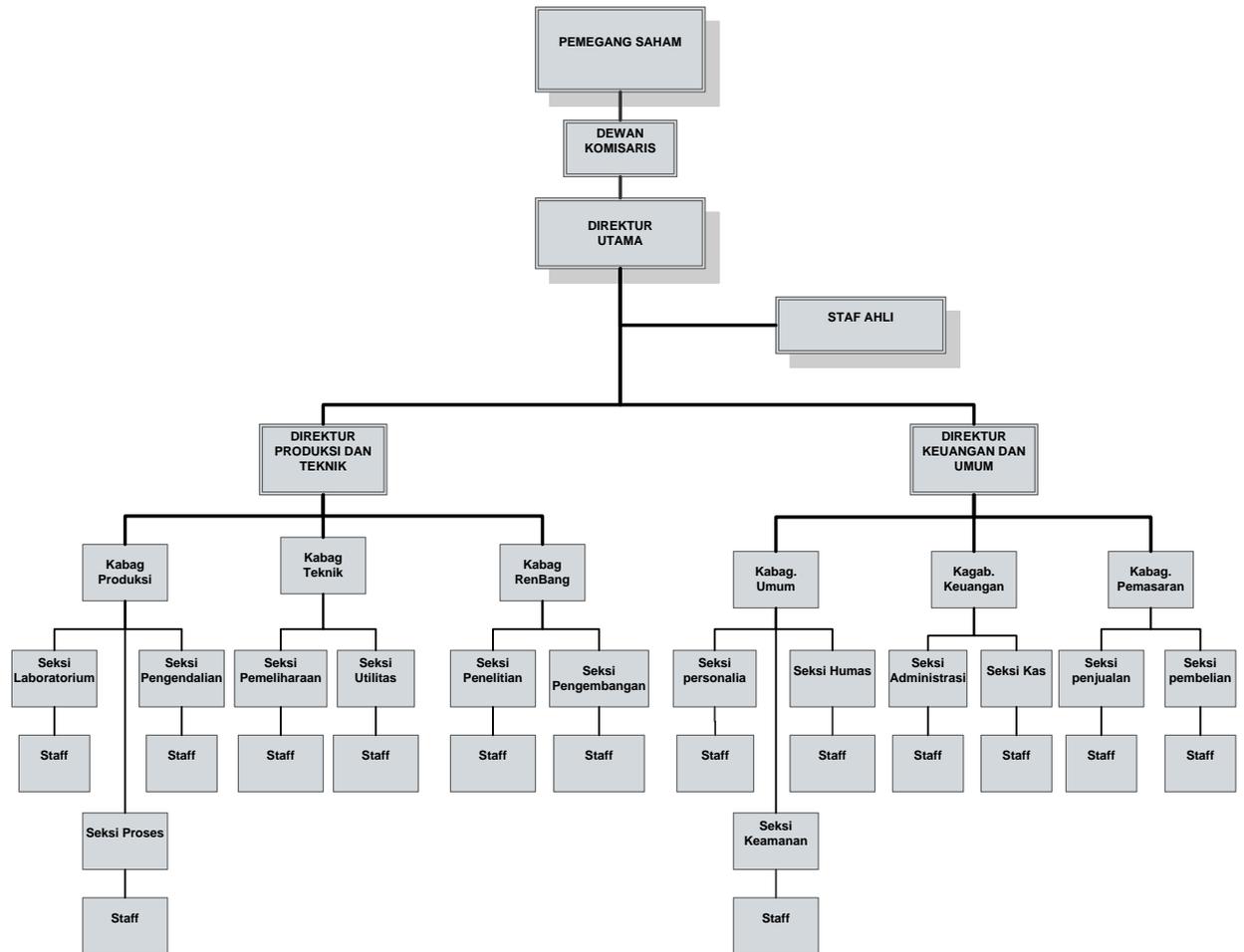
1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

2. Sebagai *staff* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya. Dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Direktur Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur Keuangan dan Umum membidangi kelancaran pelayanan dan pemasaran. Direktur membawahi beberapa Kepala Bagian dan Kepala Bagian ini akan membawahi para karyawan perusahaan.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan didapatkan beberapa keuntungan, antara lain :

1. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain.
2. Penyusunan program pengembangan manajemen akan lebih terarah
3. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
4. Penempatan pegawai yang lebih tepat
5. Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar
6. Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada



Gambar 4. 4 Struktur organisasi perusahaan

4.7 Tugas dan Wewenang

Tugas, wewenang dan tanggung jawab masing – masing jabatan adalah sebagai berikut:

4.7.1 Pemegang Saham

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

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris

- b. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

4.7.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dan pemilik saham sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada Pemilik saham. Tugas-tugas dewan komisaris meliputi :

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

4.7.3 Dewan Direksi

Direksi Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sebelumnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Direktur Keuangan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

- a. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
- b. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
- c. Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- d. Mengkoordinir kerja sama antara bagian produksi (Direktur Produksi) dan bagian keuangan dan umum (Direktur Keuangan dan Umum).

Tugas dari Direktur Produksi antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi
- b. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas dari Direktur Keuangan dan Umum antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang pemasaran, keuangan, dan pelayanan umum.
- b. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.7.4 Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Tugas dan wewenang Staff Ahli adalah:

- a. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- b. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
- c. Memberikan saran dalam bidang hukum.

4.7.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala Bagian dapat juga bertindak sebagai Staf Direktur. Kepala Bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Kepala Bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

Tugas seksi proses antara lain:

- a) Mengawasi jalannya proses produksi
- b) Menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelum diambil oleh seksi yang berwenang.

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

Tugas seksi laboratorium antara lain:

- a) Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- b) Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- c) Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik
- d) Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

2. Kepala Bagian teknik

Tugas kepala bagian teknik antara lain:

- a) Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas
- b) Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Teknik membawahi seksi pemeliharaan, seksi utilitas, dan seksi keselamatan kerja-penanggulangan kebakaran.

Tugas seksi pemeliharaan antara lain:

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

Tugas seksi utilitas antara lain melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, dan tenaga listrik

Tugas seksi keselamatan kerja antara lain:

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

3. Kepala Bagian keuangan

Kepala bagian keuangan ini bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan dan membawahi 2 seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.

Tugas seksi administrasi adalah menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

Tugas seksi keuangan antara lain:

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

4. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi serta membawahi 2 seksi yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

Tugas seksi pembelian antara lain:

- a) Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi.
- b) Mengetahui harga pasar dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat gudang.

Tugas seksi pemasaran antara lain:

- a) Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- b) Mengatur distribusi hasil produksi.

5. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian umum membawahi seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan. Seksi personalia bertugas:

- a) Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan, dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- b) Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis
- c) Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.
- d) Seksi humas bertugas mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.
- e) Seksi keamanan bertugas:

- f) Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik
- g) Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- h) Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan

4.7.6 Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Litbang terdiri dari tenaga-tenaga ahli sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi. Litbang membawahi 2 departement, yaitu Departement Penelitian dan Departement Pengembangan. Tugas dan wewenangnya meliputi:

1. Memperbaiki mutu produksi.
2. Memperbaiki dan melakukan inovasi terhadap proses produksi.
3. Meningkatkan efisiensi perusahaan diberbagai bidang.

4.7.7 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.8 Status Karyawan

4.8.1 Ketenagakerjaan

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung sesuai pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut distatus karyawan terbagi menjadi beberapa bagian yaitu :

- 1) Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan.

2) Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa SK Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar pada tiap akhir pekan.

3) Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja, sistem upah yang diterima berupa upah borongan atau suatu pekerjaan

Pabrik *Methyl Acrylate* ini direncanakan beroperasi setiap hari dengan jam kerja efektif 24 jam/hari. Adapun karyawan yang bekerja dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

4) Karyawan non shift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan non shift adalah: Direktur, Staf Ahli, Manajer, Kepala Bagian serta staff yang berada di kantor. Karyawan non shift dalam seminggu bekerja selama 6 hari, dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Hari Senin-Jumat : jam 08.00 – 16.00 WIB

Hari Sabtu : jam 08.00 – 12.00 WIB

Waktu istirahat : jam 12.00 – 13.00 WIB

Waktu istirahat Jumat : jam 11.30 – 13.00 WIB

5) Karyawan Shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gedung, dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik.

Para karyawan shift akan bekerja secara bergantian selama 24 jam sebagai berikut:

Shift pagi : jam 07.00 – 15.00 WIB

Shift sore : jam 15.00 – 23.00 WIB

Shift malam : jam 23,00 – 07.00WIB

4.8.2 Jam Kerja Karyawan

Pabrik metil benzoat dari asam benzoat dan metanol ini beroperasi selama 24 jam sehari dan 330 hari dalam setahun. Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan digolongkan menjadi 2, yaitu:

1) *Non-shift*

Karyawan *non-shift* bekerja 5 hari seminggu dan libur pada hari Sabtu, Minggu, dan hari besar, dengan jam kerja sebagai berikut:

- Senin s.d. Kamis:

Jam kerja : 08.00 – 16.00

Istirahat : 12.00 – 13.00

- Jumat:

Jam kerja : 07.30 – 16.00

Istirahat : 11.30 – 13.00

2) *Shift*

Karyawan *shift* terbagi menjadi :

a) *Shift* Operasi

1. *Shift* pagi : 08.00 s.d. 16.00

2. *Shift* sore : 16.00 s.d. 24.00

3. *Shift* malam : 24.00 s.d. 08.00

b) *Shift* Sekuriti

1. *Shift* pagi : 06.00 s.d. 14.00

2. *Shift* sore : 14.00 s.d. 22.00

3. *Shift* malam : 22.00 s.d. 06.00

Karyawan *shift* dikelompokkan menjadi empat regu kerja, yaitu kelompok A, B, C dan D. Dalam satu hari kerja, hanya 3 kelompok yang masuk, sedangkan 1 kelompok *shift* yang lain libur. Tiap kelompok bekerja selama tujuh hari kemudian libur dua hari setelah mendapat *shift* malam. Siklus pergantian *shift* selama 9 hari tersaji dalam Tabel 4.18 (siklus terulang tiap 9 hari).

Tabel 4. 18 Pembagian Jadwal *Shift* Kelompok Pekerja

<i>Shift</i>	Hari ke-								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pagi	A	A	B	B	C	C	C	D	D
Sore	D	D	A	A	B	B	B	C	C
Malam	C	C	D	D	A	A	A	B	B
Off	B	B	C	C	D	D	D	A	A

Keterangan:

A, B, C, D : regu kerja

Off : libur

a) Daftar Karyawan

Berikut adalah daftar karyawan pabrik metil benzoat :

Tabel 4. 19 Daftar Karyawan

No	Jabatan
1.	Direktur Utama
2.	Direktur Teknik dan Produksi
3.	Direktur Keuangan dan Umum
4.	Staff Ahli
5.	Sekretaris
6.	Ka. Bag Umum
7.	Ka. Bag. Pemasaran
8.	Ka. Bag. Keuangan
9.	Ka. Bag. Teknik
10.	Ka. Bag. Produksi
11.	Ka. Bag. Litbang
12.	Ka. Sek. Personalia
13.	Ka. Sek. Humas
14.	Ka. Sek. Keamanan
15.	Ka. Sek. Pembelian
16.	Ka. Sek. Pemasaran
17.	Ka. Sek. Administrasi
18.	Ka. Sek. Kas/Anggaran

19.	Ka. Sek. Proses
20.	Ka. Sek. Pengendalian
21.	Ka. Sek. Laboratorium
22.	Ka. Sek. Utilitas
23.	Ka. Sek. Pengembangan
24.	Ka Sek K3
25.	Ka. Sek. Penelitian
26.	Karyawan Personalia
27.	Karyawan Humas
28.	Karyawan Keamanan
29.	Karyawan Pembelian
30.	Karyawan Pemasaran
31.	Karyawan Administrasi
32.	Karyawan Kas/Anggaran
33.	Karyawan Proses
34.	Karyawan Pengendalian
35.	Karyawan Laboratorium
36.	Karyawan Pemeliharaan
37.	Karyawan Utilitas
38.	Karyawan K3
39.	Karyawan Litbang
40.	Dokter
41.	Perawat
42.	Sopir
43.	Cleaning service

b) Daftar Gaji

Berikut adalah daftar gaji sesuai jabatan :

Tabel 4. 20 Daftar Rincian Gaji sesuai Jabatan

Jabatan	Gaji/bulan (Rp)
Direktur Utama	35,000,000
Direktur Teknik dan Produksi	25,000,000
Direktur Keuangan dan Umum	25,000,000
Staff Ahli	18,000,000

Sekretaris	18,000,000
Ka. Bag. Umum	18,000,000
Ka. Bag. Pemasaran	18,000,000
Ka. Bag. Keuangan	18,000,000
Ka. Bag. Teknik	18,000,000
Ka. Bag. Produksi	18,000,000
Ka. Bag. Litbang	18,000,000
Ka. Sek. Personalia	12,000,000
Ka. Sek. Humas	12,000,000
Ka. Sek. Keamanan	12,000,000
Ka. Sek. Pembelian	12,000,000
Ka. Sek. Pemasaran	12,000,000
Ka. Sek. Administrasi	12,000,000
Ka. Sek. Kas/Anggaran	12,000,000
Ka. Sek. Proses	12,000,000
Ka. Sek. Pengendalian	12,000,000
Ka. Sek. Laboratorium	12,000,000
Ka. Sek. Utilitas	12,000,000
Ka. Sek. Pengembangan	12,000,000
Ka Sek K3	12,000,000
Ka. Sek. Penelitian	12,000,000
Karyawan Personalia	8,000,000
Karyawan Humas	8,000,000
Karyawan Keamanan	8,000,000
Karyawan Pembelian	8,000,000
Karyawan Pemasaran	8,000,000
Karyawan Administrasi	8,000,000
Karyawan Kas/Anggaran	8,000,000
Karyawan Proses	8,000,000
Karyawan Pengendalian	8,000,000
Karyawan Laboratorium	8,000,000

Karyawan Pemeliharaan	8,000,000
Karyawan Utilitas	8,000,000
Karyawan K3	8,000,000
Karyawan Litbang	8,000,000
Dokter	8,000,000
Perawat	4,500,000
Sopir	3,500,000
Cleaning service	3,000,000

4.8.3 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa:

- 1) Tunjangan
 - a) Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
 - b) Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
 - c) Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja
- 2) Cuti
 - a) Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu (1) tahun.
 - b) Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
- 3) Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.
- 4) Pengobatan
 - a) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang - undang yang berlaku.

b) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5) Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)

ASTEK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp 1.000.000,00 per bulan. Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain:

- a) Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
- b) Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.
- c) Sarana peribadatan seperti masjid.
- d) Pakaian seragam kerja dan peralatan - peralatan keamanan seperti *safety helmet*, *safety shoes* dan kacamata, serta tersedia pula alat - alat keamanan lain seperti *masker*, *ear plug*, sarung tangan tahan api.
- e) Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis.

4.9 Evaluasi Ekonomi

Pada prarancangan pabrik Metil Benzoat diperlukan analisa ekonomi untuk mengetahui perkiraan (*estimation*) tentang investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah:

1) *Fixed Capital Investment* (FCI)

Fixed Capital Investment adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatnya.

Tabel 4. 21 Daftar FCI

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya, \$
1	Direct Plant Cost	225,899,847,506	Rp 15,687,489
2	Cotractor's fee	9,035,993,900	Rp 627,500
3	Contingency	22,589,984,751	Rp 1,568,749
	Jumlah	257,525,826,157	Rp 17,883,738

2) *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Merupakan pengeluaran yang berkaitan langsung dalam pembuatan suatu produk :

Tabel 4. 22 Daftar Rincian DMC

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material</i>	903,975,282,821	Rp 62,776,061
2	<i>Labor</i>	15,390,000,000	Rp 1,068,750
3	<i>Supervision</i>	1,539,000,000	Rp 106,875
4	<i>Maintenance</i>	5,150,516,523	Rp 357,675
5	<i>Plant Supplies</i>	772,577,478	Rp 53,651
6	<i>Royalty and Patents</i>	12,505,263,858	Rp 86,842,110
7	<i>Utilities</i>	4,173,498,777	Rp 289,826
	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	943,506,139,458	Rp 151,494,949

3) *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Merupakan pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk :

Tabel 4. 23 Daftar Rincian IMC

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	3,078,000,000	Rp 213,750
2	<i>Laboratory</i>	1,539,000,000	Rp 106,875
3	<i>Plant Overhead</i>	7,695,000,000	Rp 534,375
4	<i>Packaging and Shipping</i>	62,526,319,291	Rp 4,342,106
	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	74,838,319,291	Rp 5,197,106

4) *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Merupakan pengeluaran yang berkaitan dengan inisial *fixed capital investmen* dan harganya tetap tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi

Tabel 4. 24 Daftar Rincian FMC

Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
<i>Depreciation</i>	20,602,066,093	Rp 1,430,699
<i>Propertu taxes</i>	5,150,516,523	Rp 357,675
<i>Insurance</i>	2,575,258,262	Rp 178,837
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	28,327,840,877	Rp 1,967,211

Tabel 4. 25 Daftar Rincian MC Total

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	943,506,139,458	Rp 65,521,260
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	74,838,319,291	Rp 5,197,106
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	28,327,840,877	Rp 1,967,211
	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	1,046,672,299,626	Rp 72,685,576

5) *Working Capital*

Modal yang dibutuhkan untuk menjalankan pabrik secara normal :

Tabel 4. 26 Daftar Rincian Working Capital

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 341,052,650,678	Rp 23,684,212
2	<i>Inproses Onventory</i>	Rp 142,728,040,858	Rp 9,911,670
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 95,152,027,239	Rp 6,607,780
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 341,052,650,678	Rp 23,684,212
5	<i>Available Cash</i>	Rp 285,456,081,716	Rp 19,823,339
	<i>Working Capital (WC)</i>	Rp 1,205,441,451,169	Rp 83,711,212

6) *General Expensive*

General Expensive yaitu macam-macam pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

Tabel 4. 27 Daftar Rincian General Experience

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 31,400,168,989	Rp 2,180,567
2	<i>Sales Expense</i>	Rp 5,233,361,498	Rp 363,428
3	<i>Research</i>	Rp 36,633,530,487	Rp 2,543,995
4	<i>Finance</i>	Rp 52,167,925,031	Rp 3,622,773
	<i>General Expenses(GE)</i>	Rp 125,434,986,005	Rp 8,710,763

Tabel 4. 28 Daftar Rincian TPC

Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 1,046,672,299,625.940	Rp 72,685,576
<i>General Expenses(GE)</i>	Rp 125,434,986,005.115	Rp 8,710,763
<i>Total Production Cost (TPC)</i>	Rp 1,172,107,285,631.060	Rp 81,396,339

7) Percent Return on Investment (ROI)

Return on investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

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

8) Pay Out Time

Pay Out Time merupakan jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya Capital Investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi. Waktu minimum secara teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan. Waktu pengembalian modal dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

9) Break Event Point (BEP)

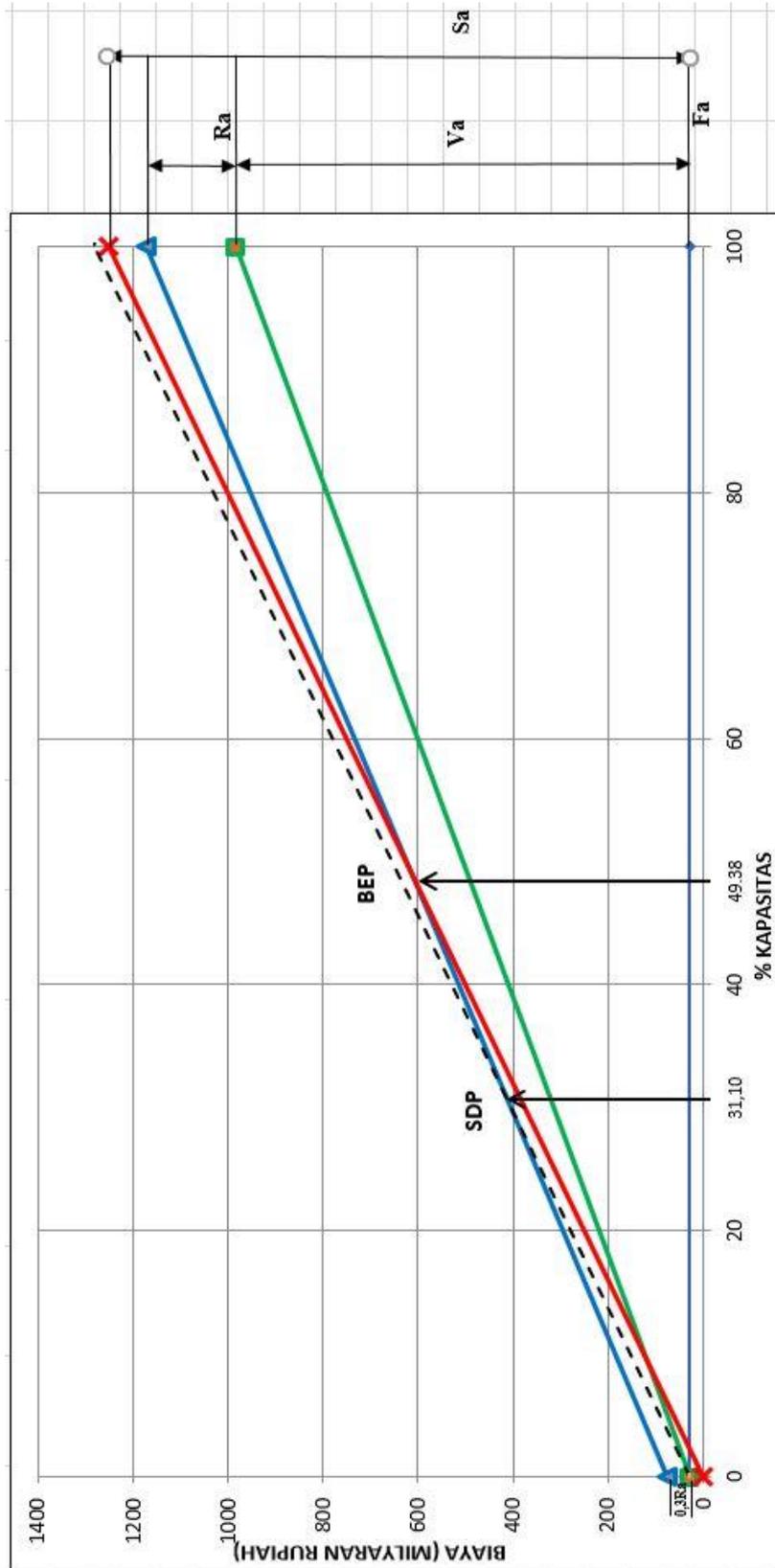
Break Even Point adalah kondisi jika perusahaan hanya mampu menjual sebesar tertentu (%) kapasitas produk maka hasil penjualannya hanya mampu untuk membayar biaya pengeluaran total sehingga pabrik dikatakan tidak untung maupun tidak rugi.

10) Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah kondisi jika hasil penjualan produk pada sebesar tertentu (%) kapasitas maka hanya mampu untuk membayar Fixed Cost dan tidak mampu membayar pengeluaran yang lain sehingga lebih baik pabrik tutup. Berikut daftar rincian dari ROI, POT, BEP, SDP dan DCF :

Tabel 4. 29 Daftar Rincian ROI

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Referensi
ROI sebelum pajak	30.45%	ROI before taxes	Aries Newt P.193
ROI setelah pajak	14.62%	minimum low 11 %, hi 44%	
POT sebelum pajak	2.6	POT before taxes	Aries Newt P.196
POT setelah pajak	4.4	maksimum, low 5 th, high 2	
BEP	49.38%	Berkisar 40 - 60%	
SDP	31.10%		
DCF	7.5	>1,5 bunga bank = minimum = 7,13 %	



Gambar 4.5 Gambar hukuman biaya terhadap % kapasitas

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- 1) Ditinjau dari teknik yang meliputi pengadaan alat-alat produksi, penerapan teknologi, bahan baku, proses produksi, hasil produksi dan tenaga kerja maka pabrik Metil Benzoat dengan kapasitas produksi 30.000 ton/tahun menarik untuk dikaji lebih lanjut.
- 2) Dari hasil studi kelayakan pabrik melalui evaluasi ekonomi, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:
 - a) Rate On Investment before tax (ROI_b) sebesar 30,45 % dan Rate On Investment after tax (ROI_a) sebesar 14,62 %. Nilai (ROI_b) minimum untuk pabrik dengan tingkat resiko rendah adalah sebesar 11 % dan untuk resiko tinggi sebesar 44 % (Aries and Newton, 1955).
 - b) Pay Out Time before tax (POT_b) sebesar 2,6 tahun dan Pay Out Time after tax (POT_a) sebesar 4,4 tahun. Nilai (POT_b) maksimum untuk pabrik dengan tingkat resiko rendah adalah 5 tahun dan untuk resiko tinggi 2 tahun (Aries and Newton, 1955).
 - c) Break Even Point (BEP) sebesar 49,38 % dengan Shut Down Point (SDP) sebesar 49,38 %. Nilai ini masuk kedalam kisaran Break Even Point (BEP) untuk industri kimia yaitu sebesar 40-60%.
 - d) Discounted Cash Flow Rate on Return (DCFRR) sebesar 7,51 %. Nilai ini lebih besar dari 1,5 kali suku bunga bank saat ini (nilai suku bunga minimum 7,13%).
 - e) Berdasarkan pertimbangan hasil evaluasi ekonomi di atas, maka pabrik metil benzoat dengan kapasitas 30000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

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

- 1) Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
- 2) Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
- 3) Produk Gypsum dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat melihat pesatnya pembangunan saat ini.
- 4) Pemenuhan bahan baku didapatkan dari produk pabrik lain sehingga pemenuhan bahan baku tergantung pada produksi pabrik tersebut jadi diperlukan adanya kontrak pembelian bahan baku pada kurun waktu tertentu agar kebutuhan bahan baku dapat terpenuhi selama pabrik berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2018, “Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia”, BPS., Yogyakarta
- Aries,R.S., and Newton,R.D., 1955, “Chemical Engineering Cost Estimation”,
Mc.Graw Hill Book Co., New York.
- Brown,G.G., 1950 “Unit Operation”, Modern Asia Editions, New York.
- Brownell,L.E., and Young,E.H., 1959,”Process Equipment Design”, Wiley
Eastern Ltd.,New Delhi.
- Data.un, 2018, Tersedia di <http://www.data.un.org> Diakses 21 Agustus 2018
- Fesseden,RJ., dan Fesseden., 1986 Kimia Orgaik,Erlangga,Jakarta
- Harga Alat,www.matche.com, 10 Desember 2018
- Metil Benzoat, www.chemnet.com,2006
- Alat Proses, Filbrant, 1959
- Harga Bahan,www.indonesian.alibaba.com 10 Desember 2018
- Kern,D.Q., 1950, “Process Heat Transfer”, Mc.Graw Hill International Book Co.,
Tokyo.
- Perry,R.H., and Chilton,C.H., 1999, “Perry’s Chemical Engineers’ Handbook”, 7th
ed., Mc.Graw Hill Book Co., Inc., New York.
- Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook Physical, Thermodynamic,
Enviromental, Transport, Safety, and Health Related Properties For
Organic and Inorganic Chemicals*, Mc Graw Hill Book Companies, Inc.,
New York.

LAMPIRAN PERANCANGAN REAKTOR

Jenis = CSTR

Fase = Cair - cair

Bentuk = Tangki Silinder

Bahan = Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 316

Suhu = 70 °C

Tekanan = 1.5 atm = 22.0439 psia

Waktu tinggal = 0.09179

Jam Konversi = 0.9 90 %

Tinjauan Kinetika



$$\begin{array}{l} m : \quad \text{Cao} \quad \text{Cbo} \\ r : \quad \text{Cao} \cdot x \quad \text{Cao} \cdot x \\ s : \quad \text{Ca} \quad \text{Cb} \end{array}$$

$$Ca = Cao - Cao \cdot x = Cao(1 - x)$$

$$Cb = Cbo - Cao \cdot x = Cao \left(\frac{Cbo}{Cao} - x \right) \quad \Rightarrow \quad x = \frac{Cao, Ca}{Cao}$$

$$-ra = K_1 \cdot Ca \cdot Cb$$

$$-ra = K_1 \cdot Cao (1 - x) \cdot Cao \left(\frac{Cbo}{Cao} - x \right)$$

$$-ra = K_1 \cdot Ca \cdot Cb$$

$$-ra = K_1 \cdot Cao^2 (1 - x) \left(\frac{Cbo}{Cao} - x \right) \rightarrow \frac{Cbo}{Cao} = m$$

$$-ra = K_1 \cdot Cao^2 (1 - x)(m - \lambda)$$

Optimasi jumlah reaktor

Menghitung Harga Total Reaktor dengan Menggunakan Persamaan "Six Tenth Factor"					
	H = n . K . V ^{0,6} ; Karena K = Konstanta, maka				
	H = n . V ^{0,6}				
n	Volume (gallon)	Volume Total (gallon)	Cost Tiap Reaktor	Cost Total Reaktor	
1	284,6419	284,6419	29,6879	29,688	
2	67,0539	134,1079	12,4697	24,939	
3	35,4756	106,4268	8,5106	25,532	
4	23,7951	95,1804	6,6972	26,789	

Jumlah Reaktor	Harga, \$
1	29,688
2	24,939
3	25,532
4	26,789

Dari Optimasi dibutuhkan 2 reaktor dengan masing-masing volume reaktor

$$\text{Volume} = 1.07748715 \text{ m}^3$$

Dari grafik dapat dilihat bahwa volume reaktor yang optimal yaitu dengan menggunakan 2 reaktor, dari segi ekonomi

DIMENSI REAKTOR

Perancangan reaktor ini dengan memilih over design sebesar 20%, sehingga volume reaktor menjadi :

$$\begin{aligned} \text{volume Alat} &= 1,2 \times \text{Volume cairan} \\ &= 1,2 \times 1.0774875 \\ &= 1.2930 \text{ m}^3 \\ &= 45.6613 \text{ ft}^3 \\ &= 342 \text{ gallon} \end{aligned}$$

Reaktor yang digunakan berbentuk silinder tegak

$$V = \text{Vol silinder} + \text{Vol tutup}$$

$$V = \text{Vol silinder} + 2 \text{ Vol Head}$$

Tutup berbentuk *torispherical dished head* Dengan :

$\text{Volume head, } 0.000049 \text{ d}^3 \quad (\text{D} = \text{in} ; \text{V} = \text{ft}^3)$ $\text{Vh} =$

Sehingga

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 H + [0,000049 \cdot (D^3)]$$

Perancangan ini memilih $H = 1.5 D$

$$45.6613 = \frac{1}{4} \pi D^2 H + [0,000049 \cdot (D^3)]$$

$$45.6613 = D^3 \{1,5/4 \times 3,14 + 0,000049\}$$

$$45.6613 = D^3 \times 1.5700$$

$$45.6613 = 1.5700 D^3$$

$$D^3 = 29.0827$$

$$D = 3.0752 \text{ ft}$$

$$36.9028 \text{ in}$$

$$0.9373 \text{ m}$$

$$H = 1,5 \cdot D$$

$$= 4.6129 \text{ ft}$$

$$= 55.3542 \text{ in}$$

$$= 1.4060 \text{ m}$$

Menghitung Tebal Dinding

Reaktor menggunakan persamaan

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0.6P} + C$$

Pertimbangan : Cairan dalam reaktor mengandung asam. Dari tabel 23-3 Perry, dipilih bahan konstruksi, yaitu Stainless Steel 316 AISI (18Cr, 12Ni, 2.5Mo)

$$\text{Allowable stress (f)} = 18847.948 \text{ psia}$$

$$\text{Sambungan yang dipilih} = \text{double welded butt joint}$$

$$\text{Efisiensi sambungan (E)} = 80 \%$$

$$\text{Corrosion allowance (C)} = 0.125 \text{ in}$$

$$\text{Jari-jari reaktor (r}_i) = 18.4514 \text{ in}$$

$$\text{Tekanan (P)} = P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$= 22,0439 + 0.00035704$$

$$= 24.30703057 \text{ psia}$$

$$ts = 0.1548$$

jadi, tebal shell minimum yang dibutuhkan adalah = 0.1548 in

maka digunakan ketebalan shell standar = 3/16 in

(Tabel 5.7 Brownell and young, hal : 90) = 0.1875 in

$$\mathbf{ID\ shell} = 36.9028 \text{ in}$$

$$\mathbf{OD\ shell} = \text{ID} + 2t$$

$$= 37.2778 \text{ in}$$

dari tabel 5,7 (Brownell,1959), untuk OD standar maka diambil OD terdekat yaitu:

$$\mathbf{OD} = 38 \text{ in}$$

$$= 0.9652 \text{ m}$$

Standarisasi dari table 5.7 Brownell & Young, hal. 90, didapat :

$$\mathbf{icr} = 2.375 \text{ in}$$

$$\mathbf{rc} = 36 \text{ in}$$

$$\mathbf{ID} = \text{OD} - 2ts$$

$$= 37.6250 \text{ in}$$

$$= 0.9557 \text{ m}$$

$$= 3.1354 \text{ ft}$$

$$\mathbf{H} = 75.2500 \text{ in} = 1.9114 \text{ m} = 6.2708 \text{ ft}$$

Perancangan Dimensi Head

Menentukan jenis dan ukuran Head dan Bottom reaktor

Pertimbangan yang dilakukan dalam pemilihan jenis head meliputi :

1. Flanged & Standard Dished Head

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

2. Torispherical Flanged & Dished Head

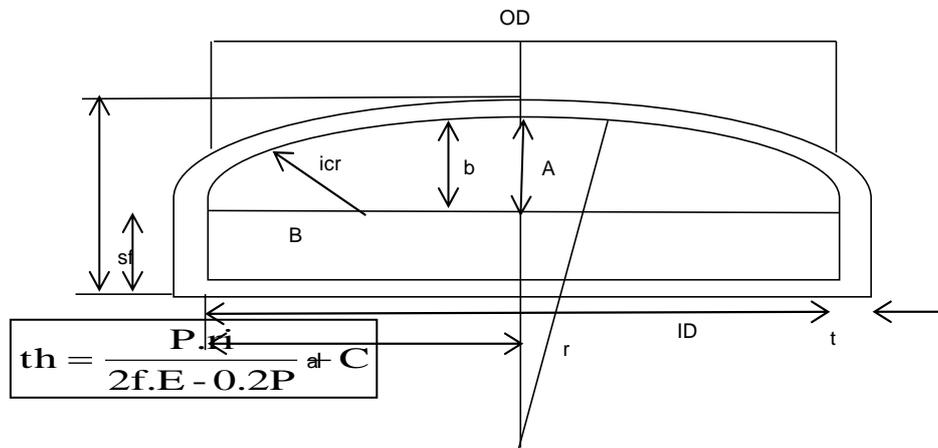
digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis

3. Elliptical Dished Head

digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal

4. Hemispherical Head digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi. Kuat dan ukuran yang tersedia sangat terbatas

Dari pertimbangan-pertimbangan diatas dan tekanan operasi perancangan yang dibuat, maka dipilih bentuk torispherical Flanged & Dished Head



Brownell & Young 1959, p. 138)

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{rc}{icr}} \right)$$

$$W = 1.7233$$

$$th = 0.1750 \text{ in}$$

Dari tabel 5.6 Brownell & Young, untuk th standar = 3/16

$$= 0.1875$$

maka digunakan sf = 2 in (Table 5.8 Page 93, Brownell & Young)

$$= 0.0508 \text{ m}$$

$$ID = OD - 2 * th$$

$$ID = 37.6250 \text{ in}$$

$$= 0.9557 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
a &= ID/2 &= 18.8125 \text{ in} \\
AB &= a - rc &= 16.4375 \text{ in} \\
BC &= rc - irc &= 33.6250 \text{ in} \\
Ac &= \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} &= 29.3334 \text{ in} \\
b &= rc - AC &= 6.6666 \text{ in} \\
& &= 0.1693 \text{ m} \\
AO &= sf + b + t.\text{head} &= 8.8541 \text{ in} \\
& &= 0.2249 \text{ m}
\end{aligned}$$

Volume head total (V head) = Volume head (Vh) + Volume Flange (Vsf)

Volume sebuah head untuk Torispherical dished head adalah :

$$\begin{aligned}
V_h &= 0.000049 \quad ID^3 \quad (\text{Eq 5-11 Page 88, Brownell \& Young}) \\
&= 0,000049 \times (33.5^3) \\
&= 2.6099 \text{ ft}^3 \\
&= 0.0739 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V_{sf} &= (\pi/4) \times ID^2 \times sf \\
&= (3.14/4) \times (0.8509^2) \times (0.0762) \\
&= 0.0364 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Jadi, Volume head total adalah :

$$V \text{ head total} = 0.1103 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
\text{Volume Cairan dalam shell} &= \text{Volume cairan} - V \text{ head total} \\
&= 9.7664 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Luas Permukaan cairan (At)} &= \pi/4 \times (Di)^2 \\
&= 0.7170 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

Menentukan Luas Muka Reaktor

Luas muka reaktor untuk tebal head < 1 in, digunakan persamaan 5-12 Brownell & Young, 1959

dengan : De = diameter ekuivalen (in)

$$De = 66.9048 \text{ in}$$

A total = A shell + 2*A tiap head

$$A \text{ total} = \phi * D * H + 2 * (\phi/4 \text{ De}^2)$$

$$A \text{ total} = 15917.9312 \text{ in}^2$$

$$= 10.2696 \text{ m}^2$$

PERANCANGAN PENGADUK

Menghitung viskositas

$$\text{Data viskositas: } \log \text{Miu} = A + B/T + CT + DT^2 \text{ cp (K)}$$

$$\text{suhu : } 70^\circ\text{C} = 343 \text{ K}$$

Senyawa	log Miu	Miu	Miu.fraksi	frk.mol
Metanol	-0.49149	0.322482836	0.26992629	0.837025
As.benzoat	2.173235	149.0168267	20.1178795	0.135004
Asam sulfat	0.8153	6.535811559	0.07275587	0.011132
Air	-0.39449	0.403193018	0.00678927	0.016839
Metil benzoat	-0.10832	0.779248665	0	0
NaOH	11.06004	1.14827E+11	0	0
Nat.sulfat	-4.27166	5.34983E-05	0	0
	8.782613	1.14827E+11	20.4673509	

Senyawa	NM masuk (kg/jam)	kmol/jm	A	B	C	D
Metanol	7109.2769	222.1649	-9.0562	1254.2	0.022383	-2.4E-05
As.benzoat	4371.6319	35.8330	-67.6079	13482	0.11017	-6.2E-05
Asam sulfat	401.8318	2.9546	-18.7045	3490.2	0.03308	-1.7E-05
Air	80.4487334	4.4694	-10.2158	1792.5	0.01773	-1.3E-05
Metil benzoat	0	0	-13.6724	2343.9	0.026095	-1.9E-05
NaOH	0	0	4.1939	2051.5	0.002792	-6.2E-07
Nat.sulfat	0	0	11.2905	-4576.9	-0.00678	9.24E-07
	11963.1893	265.4220				

$$\text{volume cairan yang diaduk} = 1.0775 \text{ m}^3$$

$$= 285 \text{ gallon}$$

$$\text{kekentalan cairan yang diaduk } (\mu) = 20.4674 \text{ cP}$$

$$= 0.013753 \text{ lb/ft.s}$$

Maka jenis pengaduk yang dipilih yaitu marine propeller with 3 blades and pitch $2D_i$, dengan alasan cocok untuk cairan dengan viskositas mencapai 4000 cP.

Perancangan untuk pengadukan dilakukan dengan prinsip similaritas menggunakan model sesuai dengan referensi buku Brown pada Fig. 477 kurva no. 15 halaman 507 dan Tabelnya.

$$= 3$$

$$= 3.9$$

$$= 1.3$$

Maka Diperoleh :

a. Diameter Pengaduk (D_i)

$$\begin{aligned} D_i &= D_t \\ &3 \\ &= 37.6250 \\ &= 3 \\ &= 12.5417 \text{ in} \\ &= 0.3186 \text{ m} \\ &= 1.0451 \text{ ft} \end{aligned}$$

b. Tinggi cairan dalam pengadukan (Z_l)

$$\begin{aligned} Z_l &= D_i \times 3,9 \\ &= 12.5417 \times 3,9 \\ &= 48.9125 \text{ in} \\ &= 1.2424 \text{ m} \\ &= 4.0760 \text{ ft} \end{aligned}$$

c. Jarak pengaduk dari dasar tangki (Z_i)

$$\begin{aligned} Z_i &= D_i \times 1,3 \\ &= 12.5417 \times 1,3 \\ &= 16.30416667 \text{ in} \\ &= 0.4141 \text{ m} \end{aligned}$$

$$= 1.3587 \text{ ft}$$

Menghitung jumlah pengaduk (sesuai referensi Wallas halaman 288)

Rasio tinggi permukaan cairan dan diameter tangki

$$= H/D$$

$$= 1.5623$$

$$= 0.9557$$

$$= 1.6347$$

Berdasarkan referensi Wallas jumlah pengaduk yang dipakai = 1 buah

Trial nilai rpm (N)

pada reaksi dengan transfer panas nilai Hp/1000 gallon = 1,5-5 dan kecepatan

pengaduk (πDN) = 10-15 ft/s

dipilih $\pi DN = 15.5 \text{ ft/s}$

$$N = 17.2/\pi D$$

$$= (17.2 \text{ ft/s}) / (3.14 \times 2.3229 \text{ ft})$$

$$= 4.7299/\text{s} = 283.7943691 \text{ /menit}$$

Menghitung Re

$$\text{Re} = \frac{\rho N D_i^2}{\mu}$$

$$\rho = 1019.168646 \text{ kg/m}^3$$

$$= 63.6246603 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Re} = 23900.94979$$

power number (Po) yang didapat dari Fig. 477 Brown = 0.9

$$P = (N^3) \times [D_i]^5 \times \rho \times Po / gc$$

$$= ((1.9331/\text{s})^3) \times [(2.3229 \text{ ft})^5 \times 63.62659 \text{ lb/ft}^3] \times 0.9 / 32,174$$

$$= 234.8500 \text{ lb.ft/s}$$

$$= 0.4270 \text{ hp}$$

Diambil Hp/1000 gallon = 1.5

$$\text{Hp} = 1,5 \text{ Hp/1000 gallon} \times \text{volume cairan}$$

$$= 1,5 \text{ Hp/1000 gallon} \times 1177,7318 \text{ gallon}$$

$$= 0.4270 \text{ Hp}$$

JAKET PENDINGIN

OD	= 38 in		
	= 0.9652 m		
	= 3.1667 ft		
ID	= 37.6250 in		
	= 0.955675 m		
	= 3.1354 ft		
H	= 75.25 in		
	= 1.91135 m		
	= 6.2708 ft		
Luas Selimut (A)	= $\pi \cdot OD \cdot H$		
	= 62.3846 ft ²		
Q pendinginan	= 27370.4502 kJ/jm		
	= 25942.1780 BTU/jam		
Fluida Dingin			
tin	= 30°C	= 303.15K	= 86°F
tout	= 45°C	= 318.15K	= 113°F
Fluida Panas			
Tin	= 70°C	= 343.15K	= 158°F
Tout	= 70°C	= 343.15K	= 158°F

Fluida panas, °F		Fluida dingin, °F	Differences	
158	Higher Temp	113	45	(Δt_2)
158	Lower Temp	86	72	(Δt_1)
0	Differences	27	-27	($\Delta t_2 - \Delta t_1$)
(T1 - T2)		(t2 - t1)		

$$\Delta T_{LMTD} = 57.4464 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Menghitung Luas Transfer Panas

Cold fluid = Water
Hot fluid = Heavy Organics
UD = 5 -75 BTU/ft². F. Jam
(Kern, Table 8 Hal. 840)

Diambil UD = 75 BTU/ft². F. Jam
A = Q
= UD . ΔT_{LMTD}
= 6.0212 ft²

Luas selimut > A terhitung, maka luas selimut tidak mencukupi sebagai luas transfer panas sehingga digunakan jaket pendingin

Menghitung Kebutuhan Air Pendingin.

m air pendingin = 435.7044176 kg/jam

Kecepatan Volumetrik Air :

Q_v = m air = 435.7044 kg/jam
ρ air = 1015.96 kg/m³
= 0.4289 m³/jam
= 15.1452 ft³/jam

Volume air = m/ρ x Θ
= 0.0394 m³

Volume jaket = 1,20 x volume air
= 0.0472 m³

V₁ = $(\pi/4 \times (Dt)^2) \times H_{\text{cairan}} + 0,000049 (Dt)^3$
= 1.0775 m³

V₂ = $(\pi/4 \times (Dj)^2) \times H_{\text{cairan}} + 0,000049 (Dj)^3$
= $(\pi/4 \times (Dj)^2) \times 1,2 H_{\text{cairan}} + 0,000049 (Dj)^3$
= $(\pi/4 \times (Dj)^2) \times 1,2 \times 1,88 + 0,000049 (Dj)^3$
= 1.124728724 m³

tinggi jaket = 1,2 x h cairan
= 1,2 x h cairan

$$= 1,2 \times 1.56$$

$$= 1.9 \text{ m}$$

trial

$$1,20\% \text{ dari } D \text{ tangki} \quad 1.095379901 \quad D_j$$

$$\text{Volume Jacket} = 0.94 \quad D_j^2 \quad + 0.000049 \quad D_j^3$$

$$0.0472 \quad = \quad 0.94 \quad 1.1999 + 0.000049 \quad 1.3143$$

$$0.0472 \quad = \quad 1.1247 + 0.000064$$

$$0.0472 \quad = \quad 1.1247 - 1.0775$$

$$0.0472 \quad = \quad 0.0472$$

Mencari Nilai K (Konstanta Keseimbangan Reaksi)

$$\ln K = \frac{-\Delta G^\circ}{RT}$$

$$K = \exp\left(\frac{-\Delta G^\circ}{RT}\right)$$

$$\Delta G^\circ = \sum n \Delta G^\circ P - \sum n \Delta G^\circ R$$

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

Dari persamaan Van't Hoff tersebut didapat nilai K sebesar 1.5