

**PRA RANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI
METANOL DAN ASAM SALISILAT
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



Oleh:

Nama	: Siti Aristianty Holiza	Nama	: Rahemas Sri Laude
Nim	: 16521002	Nim	: 16521003

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI METANOL DAN ASAM SALISILAT KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siti Aristianty Holiza Nama : Rahemas sri Laude
No. Mhs : 16521002 No.Mhs : 16521003

Yogyakarta, Oktober 2020

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan 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.



Siti Aristianty Holiza



Rahemas Sri Laude

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI
METANOL DAN ASAM SALISILAT
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama : Siti Aristianty Holiza
No. Mhs : 16521002

Nama : Rahemas Sri Laude
No.Mhs : 16521003

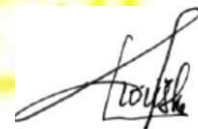
Yogyakarta, Oktober 2020

Pembimbing I



Arif Hidayat., Dr., S.T., M.T.

Pembimbing II



Lilis Kristiyani, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI METANOL DAN ASAM SALISILAT KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Siti Aristianty Holiza

Nama : Rahemas Sri Laude

No. Mhs : 16521002

No.Mhs 16521003

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Oktober 2020

Tim Penguji

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.
Ketua Penguji



Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.
Penguji I



Umi Rofiqah, S.T., M.T.
Penguji II



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Tekonologi Industri



Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Laporan Tugas Akhir Perancangan Pabrik ini disusun berdasarkan data-data yang diperoleh dan diolah.

Shalawat dan salam tidak lupa pula kami sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang dan ilmu pengetahuan seperti saat ini.

Tugas Akhir Perancangan Pabrik ini merupakan salah satu syarat wajib yang harus ditempuh dalam Program Studi Teknik Kimia. Selain untuk menuntaskan program studi yang kami tempuh, Perancangan Pabrik ini ternyata telah memberikan banyak manfaat kepada penulis baik dari segi akademik maupun untuk pengalaman yang tidak dapat penulis temukan saat berada dibangku kuliah.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir Perancangan Pabrik ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang Tua kami tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan dan motivasi sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Terima kasih atas segala cinta dan kasih sayang yang telah diberikan, terlebih anggaran selama mengenyam pendidikan S1 Teknik Kimia di UII.

3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Kepala Jurusan Teknik Kimia FTI UII.
4. Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. dan Ibu Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Sahabat, teman-teman Teknik Kimia angkatan 2016, teman-teman kos, teman organisasi dan teman main atas segala motivasi, dukungan dan bantuannya.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan maupun penyusunan laporan terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis harapan kritik dan saran yang membangun sehingga laporan kami lanjutnya dapat menjadi lebih baik.

Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan apabila dalam penulisan terdapat kesalahan kami atas nama penyusunan mohon maaf.

Yogyakarta, Oktober 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR PERANCANGAN PABRIK.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PERANCANGAN PABRIK.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
ABSTRAK.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	4
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	8
2.1 Spesifikasi Produk.....	8
2.2 Spesifikasi Bahan.....	8
2.3 Pengendalian Kualitas.....	11
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	11
2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk.....	12
2.3.3 Pengendalian Proses.....	12
BAB III PERANCANGAN PROSES.....	14
3.1 Uraian Proses.....	14
3.1.1 Reaksi dan Kondisi Operasi.....	14
3.1.2 Langkah Proses.....	15
3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk.....	17
3.3 Perencanaan Produk.....	37
3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku.....	37
3.3.2 Analisis Kebutuhan Alat Proses.....	37
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....	38
4.1 Lokasi Pabrik.....	38
4.2 Tata Letak Pabrik.....	43

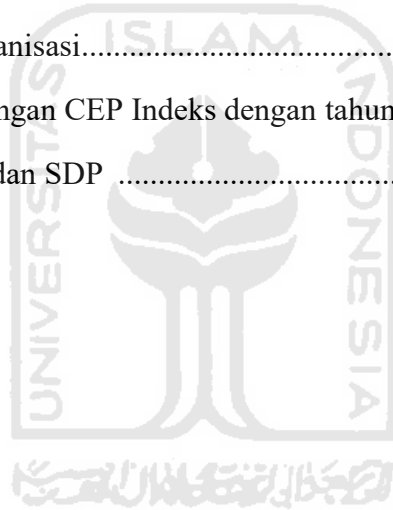
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	46
4.4 Alir Proses dan Material.....	48
4.4.1 Neraca Massa Total.....	48
4.4.2 Neraca Massa Alat.....	49
4.4.3 Neraca Panas.....	53
4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas).....	60
4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	60
4.5.2 Unit Pembangkit <i>Steam</i>	74
4.5.3 Unit Pembangkit Listrik.....	75
4.5.4 Unit Pengadaan Udara Tekan.....	76
4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	77
4.5.6 Unit Pengolahan Limbah.....	77
4.6 Organisasi Perusahaan.....	79
4.6.1 Struktur Organisasi.....	80
4.6.2 Perincian Jumlah Karyawan.....	91
4.6.3 Penggolongan Gaji.....	92
4.6.4 Penggiliran Jam Kerja Karyawan.....	93
4.6.5 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	95
4.7 Evaluasi Ekonomi.....	95
4.7.1 <i>Capital Investment</i>	99
4.7.2 Manufacturing Cost.....	101
4.7.3 General Expense.....	102
4.7.4 Analisa Keuntungan.....	103
4.7.5 Analisa Kelayakan.....	103
BAB V PENUTUP.....	109
5.1 Kesimpulan.....	109
5.2 Saran.....	110
DAFTAR PUSTAKA.....	111
LAMPIRAN.....	113

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Kebutuhan Metil Salisilat di Indonesia.....	2
Tabel 1.2 Daftar Pabrik Metil Salisilat di Cina.....	3
Tabel 1.3 Data Perbandingan Proses Produksi Metil Salisilat.....	6
Tabel 3.1 Pompa Proses.....	35
Tabel 4.1 Neraca Massa Total.....	48
Tabel 4.2 Neraca massa pada Mixer (M-01).....	49
Tabel 4.3 Neraca Massa pada Mixer (M-02).....	49
Tabel 4.4 Neraca Massa pada Reaktor (R-01).....	50
Tabel 4.5 Neraca Massa pada Reaktor (R-02).....	50
Tabel 4.6 Neraca Massa pada Menara Distilasi (MD-01).....	51
Tabel 4.7 Neraca Massa pada Netralizer (N-01).....	51
Tabel 4.8 Neraca Massa pada Dekanter (D-01).....	52
Tabel 4.9 Neraca Massa pada Evaporator (EV-01).....	52
Tabel 4.10 Neraca Panas Mixer (M-01).....	53
Tabel 4.11 Neraca panas Mixer (M-02).....	53
Tabel 4.12 Neraca Panas Reaktor (R-01).....	54
Tabel 4.13 Neraca Panas Reaktor (R-02).....	54
Tabel 4.14 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01).....	55
Tabel 4.15 Neraca Panas Netralizer (N-01).....	55
Tabel 4.16 Neraca Panas Dekanter (DC-01).....	56
Tabel 4.17 Neraca Panas Evaporator (V-01).....	56
Tabel 4.18 Kebutuhan Air Tiap Jam.....	61
Tabel 4.19 Daftar Kebutuhan Operator Tiap Unit.....	91
Tabel 4.20 Penggolongan Gaji Karyawan.....	92
Tabel 4.21 Jadwal Shift Kerja Karyawan.....	94
Tabel 4.22 Data CEP (<i>Chemical Engineering Plant</i>) Indeks.....	97
Tabel 4.23 Fixed Capital Cost.....	100
Tabel 4.24 Working Capital Invesment.....	101
Tabel 4.25 <i>Manufacturing Cost</i>	102
Tabel 4.26 <i>General Expence</i>	103
Tabel 5.1 Hasil Analisa Ekonomi.....	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Kapasitas Perancangan.....	3
Gambar 4.1 Lokasi Pabrik.....	42
Gambar 4.2 <i>Layout</i> Pabrik Skala 1: 1000.....	45
Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses.....	47
Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif.....	58
Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif.....	59
Gambar 4.6 Diagram Alir Pengolahan Air.....	62
Gambar 4.7 Struktur Organisasi.....	90
Gambar 4.8 Grafik Hubungan CEP Indeks dengan tahun.....	98
Gambar 4.8 Grafik BEP dan SDP	108



ABSTRAK

Kebutuhan terhadap metil salisilat cukup tinggi namun pabrik metil salisilat belum terdapat di Indonesia. Oleh karena itu, hingga saat ini Indonesia masih mengimpor dari berbagai negara. Prarancangan pabrik metil salisilat ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta ekspor. Metil Salisilat banyak digunakan pada industri kimia seperti pada industri farmasi sebagai campuran obat pereda nyeri otot, kosmetik dan pasta gigi. Pabrik ini direncanakan didirikan pada tahun 2025 di daerah Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur dengan kapasitas 20.000 ton/tahun. Metil salisilat dibuat dengan reaksi esterifikasi Asam Salisilat dan Methanol pada fase cair dengan katalisator Asam Sulfat dalam reaktor alir tangki berpengaduk dengan kondisi isothermal pada suhu 68°C, tekanan 1,5 atm dan konversi reaksi 97%. Untuk mendapatkan kemurnian produk metil salisilat yang diinginkan (95%) dan sesuai dengan kapasitas, dibutuhkan 5.911,114 ton/tahun metanol 99,85 % wt dan 19.739,3820 ton/tahun asam salisilat 99% wt sebagai bahan baku utama. Unit pendukung proses produksi meliputi unit pengadaan air, steam, *dowtherm* A, udara tekan, listrik, bahan bakar dan pengolahan limbah. Kebutuhan utilitas meliputi air sebanyak 66.194,9796 kg/jam, listrik 688,78407 kWh, bahan bakar berupa *fuel oil* sebanyak 550,9729 kg/jam, udara tekan sebanyak 81 m³/jam. Kebutuhan modal tetap sebesar Rp. 316.356.997.295, modal kerja sebesar Rp. 155.993.602.275, biaya produksi sebesar Rp. 659.083.381.602 dan pengeluaran umum sebesar Rp. 112.711.446.703. Laba sebelum pajak sebesar Rp.107.392.774.333 dan setelah pajak Rp. 80.544.580.750. *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 30.85% dan ROI setelah pajak sebesar 23.14%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 2,97 tahun tahun dan POT setelah pajak sebesar 3,67 tahun tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 42.64%, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 23.12%, dan *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 23.54% per tahun. Berdasarkan hasil analisa ekonomi dan batasan yang berlaku, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik Metil Salisilat dari Asam Salisilat dan Metanol dengan kapasitas 20.000 ton per tahun ini menarik dan layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata-kata kunci : Metil Salisilat, Esterifikasi, Reaktor Alir Tangki Berpengaduk, Asam Salisilat, Metanol.

ABSTRACT

High demand on Methyl Salicylate with no factory that produce it in Indonesia prompt this country to import this substance from the other country. Therefore, preliminary design of methyl salicylate aims to fulfill the demand of methyl salicylate in Indonesia and also to export the excess of it. Methyl salicylate is widely used in chemical industry such as pharmaceutical industry as a mixture of painkiller medicine, cosmetic, and toothpaste. This plant will be built in 2025 in Kutai Kartanegara, East Kalimantan and the capacity will be designed for 20,000 tons per year. Methyl salicylate is formed by esterification reaction of Salicylic Acid and Methanol in liquid phase with Sulphuric Acid as the catalyst inside Continuous Stirred-Tank Reactor in isothermal condition at 68°C, 1.5 atm and 95% conversion of reaction. Methanol of 5.911,114 tons per year (99,85% wt) and Salicylic acid of 19.739,3820 tons per year (99% wt) are needed as the raw-material to fulfill the capacity required for producing methyl salicylate with 95% purity. The supporting units required for this process include water-supply utility, steam, dowerm A, compressed air, electricity, fuel, and waste treatment. 66.194,9796 kg per hour of water-supply; 688,78407 kWh of electricity; and 550,9729 kg per hour of fuel oil are needed for the utility and air press m³ per hours. Fixed Capital Investment (FCI) of the plant is IDR 316.356.997.295; Working Capital is IDR 155.993.602.275; manufacturing cost is IDR 659.083.381.602; and general expense is IDR 112.711.446.703. Profit before tax is IDR 107.392.774.333 and profit after tax is IDR 80.544.580.750. Return on Investment (ROI) before tax is 30.85% dan ROI after tax is 23.14%. Pay Out Time (POT) before tax is 2,97 years and POT after tax is 3,67 years. Break Even Point (BEP) is 42.64%, Shut Down Point (SDP) is 23.12%, dan Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is 23.54% per year. Based on economic analysis and the constraints, it can be concluded that Methyl Salicylate plant from Salicylic Acid and Methanol as the raw-material with capacity of 20,000 tons per year is appealing for further studies.

Key words: Methyl Salicylate, Esterification, Continuous Stirred Tank Reactor, Salicylic Acid, Methanol.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara berkembang di dunia, salah satu aspek yang sedang dikembangkan adalah bidang industri. Beberapa diantaranya adalah industri kimia, farmasi, kosmetik dan pangan. Salah satu bahan kimia yang dibutuhkan dalam bidang industri farmasi dan kosmetik adalah metil salisilat ($C_8H_8O_3$). Seiring berkembangnya industri farmasi, belum ada pabrik metil salisilat yang beroperasi di Indonesia, sehingga untuk memenuhi kebutuhan tersebut industri farmasi dan kosmetik mengimpor dari negara lain, seperti cina.

Metil salisilat atau *2-Hydroxy-benzoat acid methyl ester* merupakan turunan dari asam salisilat, yang dapat berguna dalam campuran obat-obatan seperti obat pereda nyeri otot, kosmetik, dan pasta gigi. Obat ini cocok untuk mengurangi nyeri yang disebabkan oleh ketegangan, keseleo, radang sendi, memar, atau sakit punggung. Metil salisilat dapat ditemukan dalam bentuk obat nyeri topikal (seperti krim atau obat oles) yang di aplikasikan dibagian luar. Metil salisilat bekerja dengan merangsang sistem saraf, sehingga melebarkan diameter pembuluh darah (*vasodilatasi*) dan meredakan nyeri otot. Kadar penggunaan metil salisilat untuk setiap pemakaian memiliki batas tertentu, sesuai dengan peraturan kesehatan. Seperti untuk obat pereda nyeri otot 3-9% (Gerhartz, 1985) dan untuk pasta gigi 1% (Storhagen, 2003).

Metil salisilat dapat diperoleh dari proses esterifikasi, esterifikasi menggunakan *microwave heating* dan ekstraksi. Metil salisilat dapat diperoleh dari sintesis asam salisilat dengan metanol dan ekstraksi tanaman seperti pada

tanaman *Wintergreen* dan *Sweet Birch*. Selain dua tanaman tersebut, dapat juga diperoleh dari daun sedap malam, daun suji, cengkeh, teh, dan daun akasia (Dong, Wang Cheng and Hui, Wang Cheng, 2016).

Perhitungan kapasitas berdasarkan Analisis yang dilakukan terhadap *supply* dan *demand*, untuk $\text{Supply} = \text{impor} + \text{produksi}$. Dimana data impor asam salisilat itu tersedia di Sumber Bps sedangkan untuk data produksi sama dengan 0 karena belum ada pabrik yang berdiri di Indonesia. Sedangkan untuk $\text{Demand} = \text{Ekspor} + \text{Konsumsi}$, dimana nilai ekspor sama dengan 0 juga karena tidak ada produksi dalam negeri sehingga belum ada yang bisa di ekspor. Dan untuk menentukan $\text{Peluang} = \text{Demand} - \text{Supply}$ berguna untuk memprediksi kebutuhan impor Asam Salisilat di Indonesia pada tahun 2025 yaitu mencapai 3.422,7200 ton / tahun.

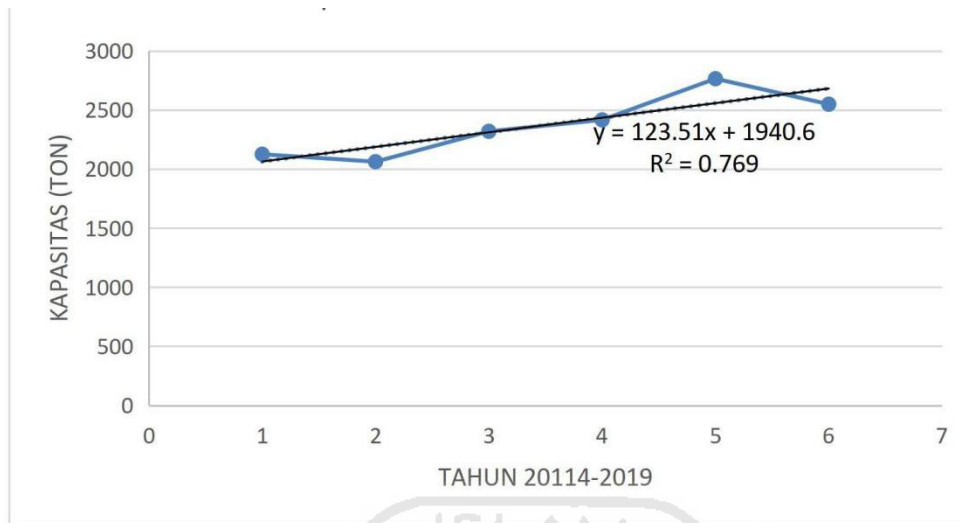
Data kebutuhan metil salisilat di Indonesia dari tahun 2014 – 2019 diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia. Data tersebut dapat dilihat dalam Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data Impor Metil Salisilat di Indonesia

(tahun)	(ton/tahun)
2014	2.125
2015	2.062
2016	2.319
2017	2.416
2018	2.764
2019	2.549

Sumber : bps.go.id, 2020

Dari data impor di atas, kemudian dilakukan regresi linier untuk mendapatkan nilai kenaikan impor metil salisilat di Indonesia, grafik regresi linier dapat dilihat dalam Gambar 1.1



Gambar 1.1 Grafik Kapasitas Perancangan

Gambar 1.1 merupakan linierisasi dari grafik data Tabel 1.1 didapatkan

persamaan regresi :

$$y = 123,51x + 1940,6 \quad \dots\dots (1.1)$$

dengan:

x = Tahun

y = Kebutuhan produk pada tahun ke-x (ton/tahun)

Kebutuhan Metil Salisilat pada tahun 2025 dapat diprediksi dengan

persamaan (1.1) dengan nilai x=2025 sehingga:

$$\begin{aligned} Y &= 123,51x + 1940,6 \\ &= (123,51 \times 2025) + 1940,6 \\ &= 3.422,72 \text{ ton / tahun} \end{aligned}$$

Tabel 1.2 Data Konsumsi Metil Salisilat di Indonesia

DATA KONSUMSI ASAM SALISILAT		
tahun ke	tahun	jumlah (ton)
1	2009	1.491
2	2010	1.651
3	2011	1.710
4	2012	13.000
5	2013	2.011

(bps,2009-2013)

Pabrik metil salisilat yang telah berdiri tertera pada Tabel 1.3 sebagai berikut.

Tabel 1.3 Daftar Pabrik Metil Salisilat di Cina

Nama Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
Vega Pharma	1.200
Shanghai Innojade International Trade	2.000
Labeyond Chemicals	8.400
Haihang Industry	22.000

Sumber : alibaba.com

Dengan berbagai pertimbangan antara lain ketersediaan bahan baku, pemenuhan kebutuhan metil salisilat di Indonesia, data konsumsi dan untuk tujuan ekspor,serta melihat dari kapasitas pabrik yang telah berdiri, maka ditentukan kapasitas produksi metil salisilat sebesar 20.000 ton / tahun. dan karena pabrik dengan kapasitas tersebut layak berdiri dan menghasilkan keuntungan.

Kapasitas ini sengaja ditetapkan 20.000 ton/tahun dengan pertimbangan antara lain :

- Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri yang diperkirakan mengalami kenaikan dari tahun ke tahun sebagai hasil dari pembangunan, dan diekspor ke negara-negara yang terdapat di Asia.
- Pemilihan kapasitas akan menggeser kegiatan impor, sehingga dengan adanya pendirian pabrik ini akan mendominasi pemenuhan kebutuhan metil salisilat di Indonesia.
- Dapat membuka kesempatan berdirinya industri -industri lainnya yang menggunakan metil salisilat sebagai bahan baku yang selama ini belum berkembang di Indonesia.

1.2 Tinjauan Pustaka

Metil salisilat dapat diproduksi secara komersial dengan cara esterifikasi asam salisilat dengan metanol. Kemurnian metil salisilat baik yang berasal dari alam maupun sintesis antara 95% hingga 100% . Dalam bidang farmasi, metil salisilat digunakan dalam *liniments* dan salep untuk menghilangkan rasa sakit atau pereda nyeri. Metil salisilat juga dapat digunakan sebagai campuran rasa dan aroma, seperti dalam kembang gula, pasta gigi, kosmetik, dan parfum. Dan juga dapat digunakan sebagai zat warna, seperti lampu uv *stabilizer* dalam resin akrilik, dan sebagai zat antara kimia (Kirk and Othmer, 2004).

Dalam pembuatan metil salisilat dalam skala besar seperti di industri, pembuatannya menggunakan metode esterifikasi. Sedangkan metode pembuatan metil salisilat dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

1. Metode Esterifikasi

Metode esterifikasi dalam memproduksi metil salisilat menggunakan metanol dan asam salisilat, serta dengan katalis asam sulfat pekat. Metode ini merupakan metode yang sangat umum digunakan dalam industri pembuatan metil salisilat, karena mudah dan biaya yang rendah.



Kondisi operasi pada temperatur 68 °C dan tekanan 1,5 atm dengan konversi reaksi asam salisilat membentuk metil salisilat sebesar 95 %. Karena esterifikasi metanol dan asam salisilat melibatkan kesetimbangan yang dapat balik (reversible) , maka reaksi ini tidak sempurna. Untuk menggeser kesetimbangan kearah pembentukan produk, maka salah satu reaktan yaitu metanol dibuat pada kondisi berlebih dengan perbandingan 8 : 1 (Chandavas, 1997).

Jadi, adanya perbandingan bahan baku tersebut untuk mencapai kesetimbangan reaksi pada stoikiometri. Waktu reaksi berlangsung selama 3,5 jam. Produk metil salisilat yang masih mengandung katalis asam harus dinetralkan kembali hingga menyentuh pH netral. Penetralkan tersebut dibantu dengan penetral basa natrium karbonat dengan kadar 5%. (Chandavas, 1997).

2. Ekstraksi Bahan Tanaman

Metil salisilat terdapat pada tanaman gandapura. Selain itu terdapat pada tanaman lain seperti daun sedap malam, cengkeh, teh, daun suji, dan daun akasia. Metil salisilat dapat di peroleh dari tanaman-tanaman tersebut melalui proses ekstraksi.

Daun suji, daun sedap malam, atau daun akasia di rendam dalam air bersuhu 30-50°C selama 24 jam hingga tampak seperti lumpur. Setelah direndam, daun-daun tersebut dikeringkan hingga seperti lembaran- lembaran daging buah. Untuk proses ekstraksi, pelarut yang digunakan adalah etanol dan asam asetat dengan suhu ekstraksi 85°C dengan tekanan 1 atm selama 6-8 jam. Untuk mendapatkan metil salisilat proses selanjutnya yaitu distilasi, produk ekstraksi di distilasi pada suhu 200°C (Dong, Wang Cheng & Hui, Wang Cheng, 2016).

No	Parameter yang ditinjau	Proses Esterifikasi	Ekstraksi Bahan Tanaman
1	Bahan Baku	Methanol dan asam salisilat	Gandapura
2	Tekanan (atm)	1,5	1
3	Suhu (°C)	58-68	85
4	Waktu Proses (jam)	3,5	6-8

Tabel 1.4 Data Perbandingan Proses Produksi Metal Salisilat

Dengan membandingkan dua proses diatas seperti ditunjukkan pada Tabel 1.3, maka pada perancangan pabrik metil salisilat ini dipilih proses esterifikasi dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Ketersediaan bahan baku asam salisilat maupun metanol lebih banyak dan mudah didapatkan dibanding dengan ketersediaan tanaman wintergreen yang bergantung pada musim dan cuaca.
2. Satu siklus produksi berlangsung relatif lebih singkat dari pada proses ekstraksi. Pada proses ekstraksi secara *batch* berlangsung selama 6-8 jam sedangkan pada proses esterifikasi secara kontinyu berlangsung selama 3,5 jam.
3. Suhu yang digunakan pada esterifikasi lebih rendah dibandingkan dengan ekstraksi, yaitu pada esterifikasi sebesar 68⁰C sedangkan ekstraksi sebesar 85⁰C.
4. Tekanan yang digunakan pada esterifikasi lebih tinggi dibandingkan dengan ekstraksi, yaitu pada esterifikasi sebesar 1,5 atm sedangkan ekstraksi sebesar 1 atm

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

- Metil Salisilat

Rumus molekul	: $C_8H_8O_3$
Wujud	: Cair
Berat Molekul	: 152,14 g / mol
Titik didih	: 223,3°C
Titik beku	: -8,6°C
Suhu kritis	: 428°C
Densitas	: 1,184 g/cm ³
Flash Point	: 96°C (dalam tangki tertutup)
Kelarutan (gr/100 gr)	: 0,7 (dalam air)
Keterbakaran	: Mudah terbakar pada suhu tinggi (454°C)
Korosifitas	: Non-korosif
Kemurnian	: 95%

2.2 Spesifikasi Bahan

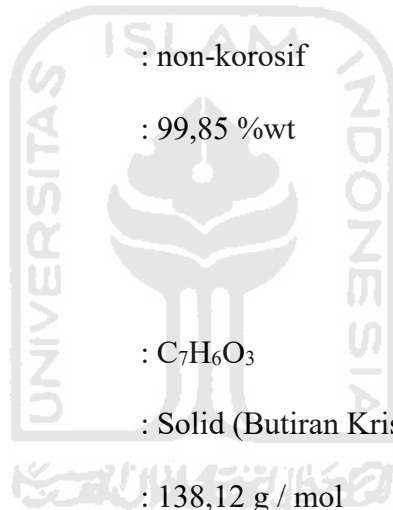
- Metanol

Rumus molekul	: CH_3OH
Wujud	: Cair
Berat Molekul	: 32,04 g / mol

Titik didih	: 64,5 ° C (148,1 ° F)
Titik beku	: -97,8°C
Suhu Kritis	: 240°C
Densitas	: 0,7915 g/cm ³
Flash Point	: 12°C (dalam tangki tertutup) , 16°C (dalam tangki terbuka)
Kelarutan	: Larut sempurna dalam air
Keterbakaran	: Mudah terbakar pada suhu tinggi (464°C)
Korosifitas	: non-korosif
Kemurnian	: 99,85 %wt

- Asam Salisilat

Rumus molekul	: C ₇ H ₆ O ₃
Wujud	: Solid (Butiran Kristal)
Berat Molekul	: 138,12 g / mol
Titik didih	: 211°C
Titik beku	: 159°C
Suhu kritis	: 466°C
Densitas	: 1,443 g/cm ³
Flash Point	: 157°C (dalam tangki tertutup)
Kelarutan (gr/100 gr)	: 0,2 (dalam air)
Keterbakaran	: Mudah terbakar pada suhu tinggi (545°C)
Korosifitas	: non-korosif
Kemurnian	: 99 %wt



- Asam Sulfat

Rumus molekul	: H_2SO_4
Wujud	: Cair
Berat Molekul	: 98,08 g / mol
Titik didih	: 270°C
Titik beku	: -35°C
Densitas	: 1,84 g/cm ³
Kelarutan	: Larut sempurna terhadap air
Keterbakaran	: tidak mudah terbakar
Korosifitas	: sangat korosif pada alumunium, tembaga, stainless steel (316 dan 304). Non-korosif terhadap baja ringan, sedikit korosif terhadap perunggu.
Kemurnian	: 98 %wt

- Sodium Karbonat

Rumus molekul	: Na_2CO_3
Wujud	: Padat
Berat Molekul	: 105,99 g / mol
Titik didih	: 851°C
Titik beku	: -
Suhu kritis	: -
Densitas	: 2,532 g/cm ³
Kelarutan (g/100 g)	: 45,5 (dalam air)
Keterbakaran	: Tidak mudah terbakar
Korosifitas	: korosif terhadap baja
Kadar	: 5%

- Air

Rumus molekul	: H ₂ O
Fase	: Cair
Berat Molekul	: 18,02 g / mol
Titik didih	: 100°C
Titik beku	: 0°C
Suhu kritis	: -
Densitas	: 1 g/cm ³
Keterbakaran	: tidak mudah terbakar
Korosifitas	: non-korosif

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas pabrik Metil Salisilat ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk menjaga spesifikasi bahan baku yang digunakan agar sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan dalam desain. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa asam salisilat, metanol dan bahan pembantu asam sulfat. Uji yang

dilakukan antara lain uji densitas, viskositas, volatilitas, kadar komposisi komponen, dan kemurnian bahan baku.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

2.3.3 Pengendalian Proses

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator yang telah di atur baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, *temperature control*, *pressure control* dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau atur semula baik secara manual atau otomatis. Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, control terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu. Alat kontrol yang harus di atur pada kondisi tertentu antara lain :

- a. *Level Control* berfungsi sebagai pengatur ketinggian cairan didalam tangki. *Level control* akan memberikan isyarat berupa suara dan nyala lampu ketika ketinggian cairan didalam tangki tidak sesuai kondisi yang telah ditetapkan.
- b. *Flow Rate Control* berfungsi untuk mengatur aliran masuk dan keluar proses.
- c. *Temperature Control* berfungsi untuk mengatur suhu pada suatu alat.
- d. *Pressure Control* berfungsi untuk mengatur tekanan pada suatu alat.



BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Reaksi dan Kondisi Operasi

Proses pembuatan metil salisilat menggunakan bahan baku asam salisilat dan methanol dengan kemurnian masing-masing 99% dan 99,85%. Reaksi pembuatan metil salisilat merupakan reaksi endotermis, berikut adalah persamaan reaksi *overall* :



Kondisi operasi reaksi tersebut untuk menghasilkan produk dengan konversi 97% yaitu pada keadaan 1,5 atm dan suhu 68°C. Karena esterifikasi metanol dan asam salisilat melibatkan kesetimbangan yang dapat balik (*reversible*), maka reaksi ini tidak sempurna. Untuk menggeser kesetimbangan kearah pembentukan produk, maka salah satu reaktan yaitu metanol dibuat pada kondisi berlebih dengan perbandingan 8 : 1 (Chandavas, 1997). pada suhu 68°C, diperoleh konstanta kesetimbangan sebesar $K = 0,0672 \text{ mol/L}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (Chandavas, 1997). Harga k kecil, menunjukkan bahwa reaksi pembuatan metil salisilat merupakan reaksi *reversible*. Karena entalpi reaksi bernilai positif, maka reaksi metanol dan asam salisilat merupakan reaksi endotermis maka akan terjadi penurunan suhu. Berdasarkan teori kesetimbangan, kenaikan suhu akan menyebabkan peningkatan konversi. Dari teori tersebut maka untuk mempertahankan suhu agar konstan, dan mendapatkan konversi yang diinginkan reaktor dijalankan pada kondisi *isothermal* dengan menggunakan jaket pemanas.

3.1.2 Langkah Proses

Ada 3 tahapan proses pembuatan metil salisilat, yaitu :

1. Tahap penyiapan bahan baku

Bahan baku yang digunakan adalah metanol dengan kemurnian 99,85% , asam salisilat dengan kemurnian 99%. Tahapan ini bertujuan untuk menyiapkan bahan baku yang berada pada tangki penyimpanan masing-masing sebelum direaksikan di dalam reaktor.

Asam salisilat diumpankan dari silo (S-01) dan methanol dari tangki penyimpanan (T-01) menuju mixer (M-01) untuk dilarutkan terlebih dahulu.

2. Tahap sintesis metil salisilat

Hasil larutan dari mixer (M-01) tersebut dialirkan menuju reaktor menggunakan *pressure pump* (P-02), selanjutnya larutan tersebut dipanaskan terlebih dahulu menggunakan *heater* (HE-01) hingga suhu mencapai 68°C. Katalis asam sulfat diumpankan dari tangki penyimpanan (T-02) menuju reaktor alir tangki berpengaduk yang disusun seri. Selanjutnya hasil larutan tersebut dialirkan kembali menuju menara distilasi (MD-01).

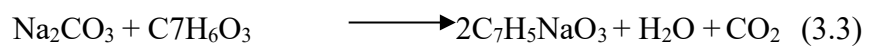
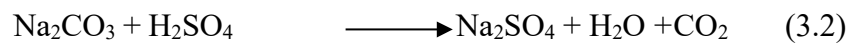
3. Tahap pemurnian produk

Larutan hasil keluaran reaktor dialirkan menuju menara distilasi (MD-01) menggunakan pompa. Larutan terlebih dahulu dipanaskan menggunakan *heater* (HE-02) agar mencapai suhu 83°C. Menara distilasi ini bertugas untuk mengurangi bahan baku sisa yaitu metanol

dan air. Hasil atas menara distilasi akan di alirkan kembali menuju *mixer* (M-01) dan hasil bawah menara distilasi dialirkan menuju netralizer untuk diproses lebih lanjut menjadi produk metil salisilat.

Netralizer tersebut, bertugas untuk menetralkan katalis asam menjadi garam-garamnya dengan bantuan penetral basa Na_2CO_3 .

Berikut adalah reaksi netralisasi yang terjadi :



Reaksi penetralan tersebut menghasilkan CO_2 yang harus dikeluarkan melalui ventilasi bagian atas netralizer agar tidak mengganggu proses selanjutnya. Dari netralizer larutan dialirkan kembali menggunakan pipa menuju dekanter, di dalam dekanter terbentuk dua lapisan yaitu fase berat dan fase ringan. Fase berat meliputi metil salisilat, metanol dan air, sedangkan fase ringan meliputi air, natrium sulfat, natrium salisilat, metanol dan sedikit metil salisilat yang terbawa. Fase ringan dialirkan menuju UPL, sedangkan fase berat dialirkan menuju evaporator (E-01).

Evaporator bertugas untuk memurnikan produk metil salisilat dari metanol dan air dengan suhu 132°C , produk dimurnikan hingga kemurnian 95% dengan kandungan air 4,6% dan metanol 0,4%.

3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk

3.2.1 Mixer (M-01)

Fungsi : Mencampur larutan metanol dengan asam salisilat

Jenis : Silinder tegak berpengaduk

- Kondisi Operasi

Tekanan Operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30°C

- Dimensi

Diameter : 1,9812 m

Tinggi : 5,0520 m

Volume : 9,1168 m³

Bahan : Stainless Steel 316

Tebal : 5/16 in

Baffle : 4 buah *baffle* tegak dengan lebar 0,11137 m

- Pengaduk

Jenis : *Flat Blade Turbine*

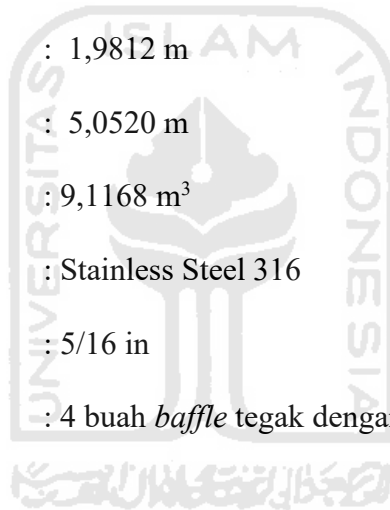
Diameter : 0,6552 m

Putaran : 120 rpm

Power : 13 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 490.992,19



3.2.2 Mixer (M-02)

Fungsi : Mencampur larutan sodium karbonat dengan air

Jenis : Silinder tegak berpengaduk

- Kondisi Operasi

Tekanan Operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30°C

- Dimensi

Diameter : 2,4384 m

Tinggi : 6,1720 m

Volume : 16,2205 m³

Bahan : Stainless steel 316

Tebal : 5/16 in

Baffle : 4 buah *baffle* tegak dengan lebar 0,1373 m

- Pengaduk

Jenis : *Flat Blade Turbine*

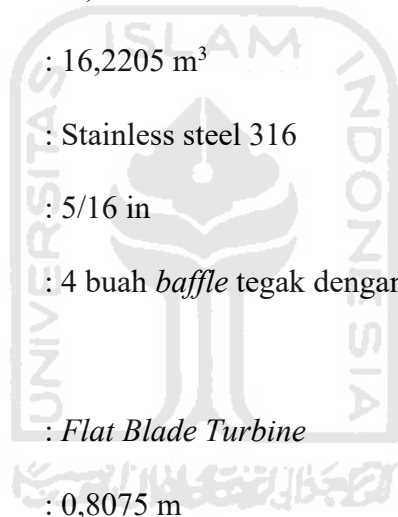
Diameter : 0,8075 m

Putaran : 100 rpm

Power : 15 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 702.230,31



3.1.1 Reaktor (R-01)

Fungsi : Mereaksikan asam salisilat, metanol dengan air menjadi produk utama berupa metil salisilat dengan menggunakan katalisator asam sulfat

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

- Kondisi Reaksi :

Endotermis

Non-adiabatis

Isothermal

- Kondisi Operasi

Tekanan Operasi : 1,5 atm

Suhu Operasi : 68°C

- Dimensi

Bentuk : Tangki silinder tegak dilengkapi jaket pemanas

Volume : 33,28449 m³

Diameter : 3,048 m

Tinggi : 5,2098 m

Head : *Torispherical Dished Head*

Bahan : Stainless Steel 316

Tebal : 3/8 in

Baffle : 4 buah *baffle* tegak dengan lebar 0,1716 m

- Pengaduk

Jenis : *Flat Blade Turbine*

Diameter : 1,0097 m

Putaran : 78 rpm



Jumlah : 1 buah

Power : 15 Hp

- Pemanas

Tinggi Jacket : 3,8075 m

Diameter Jacket : 3,0886 m

Harga : \$250.721,8

3.1.2 Reaktor (R-02)

Fungsi : Mereaksikan asam salisilat, metanol, air, dan katalis menjadi produk utama berupa metil salisilat

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

- Kondisi Reaksi :

Endotermis

Non-adiabatis

Isothermal

- Kondisi Operasi

Tekanan Operasi : 1,5 atm

Suhu Operasi : 68°C

- Dimensi

Bentuk : Tangki silinder tegak dilengkapi jaket pemanas

Volume : 33,28449 m³

Diameter : 3,048 m

Tinggi : 5,2098 m



Head : *Torispherical Dished Head*

Bahan : Stainless Steel 316

Tebal : 3/8 in

Baffle : 4 buah *baffle* tegak dengan lebar 0,1716 m

- Pengaduk

Jenis : *Flat Blade Turbine*

Diameter : 1,0097 m

Putaran : 78 rpm

Jumlah : 1 buah

Power : 15 Hp

- Pemanas

Panjang Jaket : 3,8075 m

Diameter Jaket : 3,0886 m

Harga : \$ 250.721,8

3.1.3 Menara Distilasi (MD-01)

Fugsi : Memurnikan larutan metil salisilat dari 34% menjadi 67%.

Jenis : *Sieve tray*

- Kondisi Operasi

Umpan : P = 1,5 atm , T = 83°C

Atas : P = 1 atm , T = 65°C

Bawah : P = 1,5 atm , T = 119°C

Pemanas : Steam jenuh 38,52 atm

- Dimensi

Shell

ID *Shell* : 1,5264 m

Tebal *Shell* : 0,3125 in

Tinggi : 14,7525 m

Head

Jenis : *Torispherical dished head*

Tebal *head* : 0,3125 in

Tray

Jenis : Sieve tray

Jumlah stage : 20 stage

Tray spacing : 0,6 m

Bahan : *Stainless Steel 316*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 67.724,93

3.1.4 Evaporator (EV-01)

Fungsi : Memekatkan larutan metil salisilat dengan
menguapkan metanol dan air yang terdapat dalam
larutan

Jenis : Short-tube Vertical Evaporator, Single Effect

Evaporator, 1-1 shell and tube exchanger

- Kondisi Operasi

Tekanan Operasi	: 1 atm
Suhu Operasi	: 132°C
Pemanas	: Steam jenuh 4,63 atm
Beban panas	: 1.326.496,28 kJ/jam

- Dimensi

Shell

Aliran fluida <i>shell</i>	: <i>Steam</i>
Diamater	: 24 in
Tebal	: 3/16
Tinggi	: 4,12455 m

Tube

Aliran fluida *tube*: umpan keluar dekanter

Inside Diamater	: 0,9020 in
Outside Diamater	: 1 in
BWG	: 18 BWG
Panjang	: 3 ft
Jumlah tube	241
Luas Transfer Panas	: 206,024 ft ²
Bahan	: <i>Alloy 20</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 192.773,6

3.1.5 Netralizer (N-01)

Fungsi : Menetralkan katalis yang masih terkandung didalam produk

Jenis : Silinder tegak berpengaduk

- Kondisi Operasi

Tekanan Operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30°C

- Dimensi

Diameter : 2,5908 m

Tinggi : 6,6048 m

Volume : 20,1281 m³

Bahan : Stainless steel 316

Tebal : 5/16 in

Baffle : 4 buah *baffle* tegak dengan lebar 0,1459 m

- Pengaduk

Jenis : *Flat Blade Turbine*

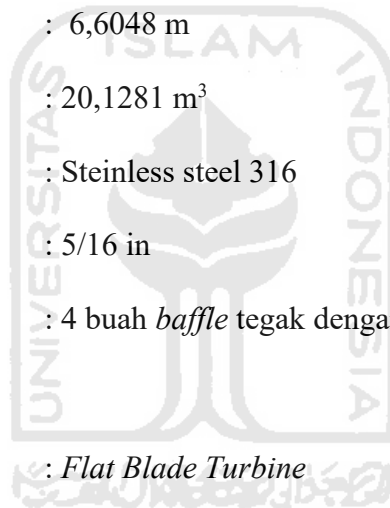
Diameter : 0,8583 m

Putaran : 100 rpm

Power : 30 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 782.939,76



3.1.6 Dekanter (D-01)

Fungsi : Memisahkan komponen *light phase* (Air, Natrium salisilat, natrium sulfat, dan metanol) dengan *heavy phase* (metil salisilat, metanol, dan air)

Jenis : Tangki Silinder Horizontal

- Kondisi Operasi

Tekanan Operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30°C

- Dimensi

Diameter : 0,8040 m

Panjang : 2,4120 m

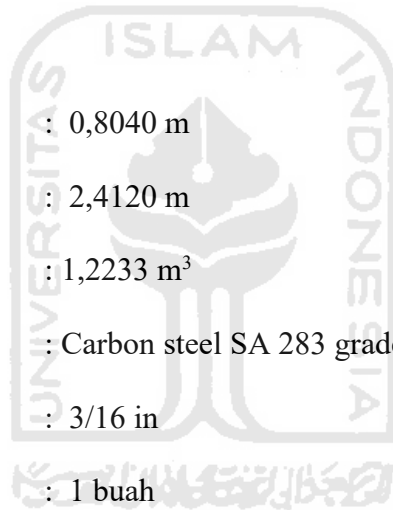
Volume : 1,2233 m³

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Tebal : 3/16 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 15.677,38



3.1.7 Silo Asam Salisilat (S-01)

Fungsi : Menyimpan persediaan asam salisilat selama 15 hari

Jenis : Tangki Silinder tegak dengan *conical roof head*

- Kondisi Operasi

Tekanan Operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30°C

- Dimensi

Diameter : 9,6968 m

Tinggi : 10,9959 m

Volume : 747,7038 m³

Bahan : Stainless Steel 316

Tebal : 1 1/4 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 385.895,70

3.1.8 Silo Sodium Karbonat (S-02)

Fungsi : Menyimpan persediaan sodium karbonat selama 30 hari

Jenis : Tangki Silinder tegak dengan *conical roof head*

- Kondisi Operasi

Tekanan Operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30°C

- Dimensi

Diameter : 5,1816 m

Tinggi : 7,5794 m

Volume : 244,8758 m³

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Tebal : 1/4 in

Jumlah : 1 buah
Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*
Harga : \$ 113.457,75

3.1.9 Tangki Penyimpanan Metanol (T-01)

Fungsi : Menyimpan persediaan metanol selama 30 hari
Jenis : Tangki silinder tegak dengan *Torispherical dished head*

Volume : 823,5267 m³

- Kondisi Operasi

Tekanan Operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30°C

- Dimensi

Diameter : 13,7162 m

Tinggi : 5,4865 m

Jumlah *course* : 5

Tebal *shell* : 3/16

Bahan : *Carbon steel 283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Harga : \$ 129.715,77

3.1.10 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (T-02)

Fungsi : Menyimpan persediaan asam sulfat selama 30 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dengan *Torispherical dished head*

Volume : 328,9564 m³

- Kondisi Operasi

Tekanan Operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30°C

- Dimensi

Diameter : 10,6681 m

Tinggi : 3,6576 m

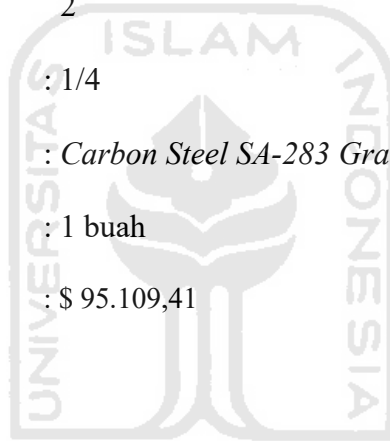
Jumlah *course* : 2

Tebal *shell* : 1/4

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 95.109,41



3.1.11 Tangki Penyimpanan Metil Salisilat (T-03)

Fungsi : Menyimpan persediaan asam sulfat selama 15 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dengan *Torispherical dished head*

Volume : 938,8649 m³

- Kondisi Operasi

Tekanan Operasi : 1 atm

Suhu Operasi : 30°C

- Dimensi

Diameter : 15,2402 m

Tinggi : 5,4864 m
 Jumlah *course* : 4
 Tebal *shell* : 5/16
 Bahan : *Carbon steel 283 Grade C*
 Jumlah : 1 buah
 Harga : \$ 135.522,20

3.1.12 Heat Exchanger 1 (HE-01)

Fungsi : Menaikkan suhu umpan dari mixer ke reaktor dari suhu 30°C sampai 68°C.
 Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*
 Pemanas : Steam jenuh
 Aliran fluida *annulus* : *Steam*
 Aliran fluida *inner pipe* : umpan keluar mixer
 Beban panas : 573.271.216 kJ/jam

- Dimensi

<i>Outer pipe</i>				<i>Inner pipe</i>			
IPS	=	2		IPS	=	1,25	
Sch. No.	=	40	inch	Sch. No.	=	40	Inch
<i>OD</i>	=	2,38	inch	<i>OD</i>	=	1,66	Inch
<i>ID</i>	=	2,07	inch	<i>ID</i>	=	1,38	Inch

Panjang hairpin : 48 ft
 Jumlah hairpin : 4
 Luas Transfer Panas : 18,41ft²
 Bahan : *Alloy 20*

Jumlah : 1 buah
 Harga : \$ 1.741,93

3.1.13 Heat Exchanger 2 (HE-02)

Fungsi : Memanaskan umpan keluar reaktor ke menara distilasi, dari suhu 68°C sampai 83°C

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Aliran fluida *annulus* : Umpan keluar reaktor

Aliran fluida *inner pipe* : Air

Beban panas : 266176,8419 kJ/jam

- Dimensi

<i>Outer pipe</i>			<i>Inner pipe</i>		
IPS	=	3,00	IPS	=	2,00
Sch. No.	=	40 inch	Sch. No.	=	40 inch
OD	=	3,50 inch	OD	=	2,38 inch
ID	=	3,07 inch	ID	=	2,07 Inch

Panjang hairpin : 96 ft

Jumlah hairpin : 8

Luas Transfer Panas : 60,83 ft²

Bahan : *Alloy 20*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 2.787,09

3.1.14 Cooler – 01 (HE-03)

Fungsi : Mendinginkan cairan hasil atas menara distilasi sebelum masuk mixer-01 dari suhu 65°C menjadi 30°C.

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Aliran fluida *annulus* : Hasil atas MD-01

Aliran fluida *inner pipe* : Air

Beban pendingin : 344.349,84 kJ/jam

- Dimensi

<i>Outer pipe</i>				<i>Inner pipe</i>			
IPS	=	3,00		IPS	=	2	
Sch. No.	=	40	inch	Sch. No.	=	40	inch
OD	=	3,5	inch	OD	=	2,38	inch
ID	=	3,068	inch	ID	=	2,06	inch

Panjang hairpin : 240 ft

Jumlah hairpin : 20

Luas Transfer Panas : 149,19 ft²

Bahan : *Alloy 20*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 3.832,2

3.1.15 Cooler – 02 (HE-04)

Fungsi : Mendinginkan cairan dari hasil bawah menara distilasi sebelum masuk netralizer dari suhu 119°C menjadi 30°C.

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Aliran fluida *annulus* : Hasil bawah MD-01

Aliran fluida *inner pipe* : Air

Beban pendingin : 662.678,50 kJ/jam

- Dimensi

<i>Outer pipe</i>				<i>Inner pipe</i>			
IPS	=	3,00		IPS	=	2	
Sch. No.	=	40	inch	Sch. No.	=	40	inch
OD	=	3,5	inch	OD	=	2,38	inch
ID	=	3,06	inch	ID	=	2,06	inch

Panjang hairpin : 96 ft

Jumlah hairpin : 8

Luas Transfer Panas : 57,46 ft²

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 1.625,80

3.1.16 Cooler – 03 (HE-05)

Fungsi : Mendinginkan cairan dari hasil bawah evaporator sebelum masuk tangki penyimpanan produk dari suhu 132°C menjadi 30°C.

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Aliran fluida *annulus* : Hasil bawah V-01

Aliran fluida *inner pipe* : Air

Beban pendingin : 477.990,16 kJ/jam

- Dimensi

<i>Annulus</i>				<i>Inner pipe</i>			
IPS	=	3,00		IPS	=	2	
Sch. No.	=	40	Inch	Sch. No.	=	40	inch
OD	=	3,5	Inch	OD	=	2,38	inch
ID	=	3,06	Inch	ID	=	2,06	inch

Panjang hairpin	:	108 ft
Jumlah hairpin	:	9
Luas Transfer Panas	:	65,84 ft ²
Bahan	:	<i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 1.625,80

3.1.17 Kondensor (CD-01)

Fungsi	:	Mengembunkan hasil atas MD.
Jenis	:	<i>Shell and Tube Exchanger</i>
Aliran hot fluid	:	Hasil atas MD
Aliran cold fluid	:	Air
Tekanan	:	1,5 atm
Beban pendingin	:	6.252.581,34 kJ/jam
Dimensi		
<i>Tube</i>	:	ID = 1,120 in ,OD = 1,25 in, 16 BWG 1 5/9 in square pitch, jumlah tube = 362 ft long
<i>Shell</i>	:	ID = 39 in, baffle space = 9 in, pass = 1
Luas Transfer Panas	:	3.736,55 ft ²
Bahan	:	<i>Carbon steel SA 283 grade C</i>

Jumlah : 1 buah
Harga : \$ 69.677,23

3.1.18 Reboiler (RB-01)

Fungsi : Menguapkan hasil bawah MD
Jenis : Kettle Reboiler
Aliran hot fluid : Hasil bawah MD
Aliran cold fluid : Air
Tekanan : 1,5 atm
Beban pendingin : 6.044.468,88 kJ/jam
Dimensi
Tube : ID = 1,12 in ,OD = 1,25 in, 16 BWG 1 5/9
in square pitch, jumlah tube = 228 ft long
Shell : ID = 39 in, baffle space = 9 in, pass = 1
Luas Transfer Panas : 1.341,6 ft²
Bahan : *Stainless steel 304*
Jumlah : 1
Harga : \$ 96.851,34

3.1.19 Pompa

Uraian spesifikasi pompa dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Pompa Proses

Kode	P-01	P-02	P-03
Fungsi	Mengalirkan larutan Metanol dari tangki penyimpanan ke Mixer	Mengalirkan larutan dari M-01 menuju ke R-01	Mengalirkan katalis Asam Sulfat dari tempat penyimpanan ke RATB 1
Jenis	Centrifugal pump	Centrifugal pump	Pressure Pump
Kecepatan volume (gpm)	5,0351	32,6690	3,2016
Head Pompa (ft)	43,3740	52,3494	2500
Tenaga Pompa (Hp)	0,0961	1,0995	2,3305
Tenaga Motor (Hp)	0,125	1,5	7
Jumlah	1	1	1
Harga (\$)	944,01	2.022,88	539,44

Tabel 3.1 Lanjutan

Kode	P-04	P-05	P-06
Fungsi	Mengalirkan larutan hasil reaksi dari R-01 ke R-02	Mengalirkan larutan dari R-02 ke MD-01	Mengalirkan larutan MD-01 ke M-01
Jenis	Centrifugal pump	Pressure Pump	Centrifugal pump
Kecepatan volume (gpm)	33,8982	33,8982	27,04315917
Head Pompa (ft)	37,7799	93,8842	83,69313872
Tenaga Pompa (Hp)	0,8639	2,1468	0,952977821

Tabel 3.1 Lanjutan

Tenaga Motor (Hp)	1	3	1,5
Jumlah	1	1	1
Harga (\$)	2022,88	2022,88	1753,16

Tabel 3.1 Lanjutan

Kode	P-07	P-08	P-09
Fungsi	Mengalirkan air dari penyimpanan ke M-02	Mengalirkan larutan Na ₂ CO ₃ dan H ₂ O dari Mixer ke Netralizer	Mengalirkan larutan dari N-01 ke DC-01
Jenis	Centrifugal pump	Centrifugal pump	Centrifugal pump
Kecepatan volume (gpm)	69,89712992	4,3953	86,5507
Head Pompa (ft)	35,20200044	59,7226	15,8847
Tenaga Pompa (Hp)	1,414582195	0,2598	0,8407
Tenaga Motor (Hp)	2	0,333333333	1,5
Jumlah	1	1	1
Harga (\$)	1.753,16	1.753,16	1.753,16

Tabel 3.1 Lanjutan

Kode	P-10	P-11
Fungsi	Mengalirkan larutan dari DC-01 ke EV-01	Mengalirkan larutan dari EV-02 ke T-03
Jenis	Centrifugal pump	Centrifugal pump
Kecepatan volume (gpm)	14,5946	11,4826

Tabel 3.1 Lanjutan

Head Pompa (ft)	42,5564	98,5430
Tenaga Pompa (Hp)	0,3909	0,7389
Tenaga Motor (Hp)	0,5	1
Jumlah	1	1
Harga (\$)	1.348,59	1.161,29

3.2 Perencanaan Produksi

3.2.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku yang ada untuk memenuhi kebutuhan pabrik. Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku pabrik metil salisilat diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas 990.000 ton/tahun. Sedangkan asam salisilat di impor dari Nantong Chem-Base Co.,Ltd, Cina. Dan asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik, Surabaya, Jawa Timur.

3.2.2 Analisis Kebutuhan Alat Proses

Analisis kebutuhan alat proses berkaitan dengan kinerja alat, usia atau jam kerja alat dan cara perawatan alat. Analisis ini berfungsi untuk mengetahui anggaran belanja atau perawatan alat, baik alat proses maupun utilitas.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal terpenting yang dapat mempengaruhi distribusi bahan baku dan pemasaran produk. Salah satu faktor yang sangat berpengaruh adalah lokasi pabrik yang dekat dengan pasar, berikut adalah beberapa faktor lain yang mempengaruhi penentuan lokasi pabrik :

a. Pemasaran

Lokasi pemasaran ini sangat berpengaruh terkait dengan harga jual, biaya transport dan keuntungan pabrik. Berikut adalah hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai pemasaran :

- Daerah pemasaran produk
- Jumlah pesaing (competitor) yang ada dan pengaruhnya
- Kemampuan daya serap pasar
- Jarak pemasaran dari lokasi pabrik
- Sistem pemasaran yang digunakan

b. Ketersediaan Bahan Baku

Untuk menekan biaya transportasi pengiriman bahan baku, sebaiknya pabrik didirikan dekat dengan lokasi pengambilan bahan baku. Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku :

- Lokasi pengambilan bahan baku
- Kapasitas bahan baku dari supplier
- Penanganan dari bahan baku
- Kemungkinan memperoleh bahan baku dari sumber yang lain

c. Kondisi Iklim

Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan mengenai kondisi iklim :

- Keadaan lingkungan alam yang sulit akan menambah biaya konstruksi pembangunan pabrik
- Kecepatan dan arah angin
- Kemungkinan terjadinya gempa bumi
- Pengaruh alam sekitar terhadap perluasan pada masa mendatang

d. Sumber Air

Air digunakan untuk memenuhi kebutuhan alat proses, seperti air pendingin, steam, dan untuk umpan air boiler. Air juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan sanitasi dan kebutuhan lainnya. Sumber air dapat diperoleh dari sungai, air tanah dan dari instalasi penyedia air.

Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan dalam penyediaan air :

- Kapasitas dari sumber air
- Kualitas dari sumber air
- Jarak sumber air dari lokasi pabrik
- Pengaruh musim terhadap kemampuan sumber air untuk menyediakan air sesuai dengan kebutuhan rutin pabrik
- Polusi air tidak boleh melebihi ambang batas yang ditetapkan

e. Sumber Listrik

Listrik digunakan untuk mengoperasikan peralatan proses, peralatan utilitas, peralatan kantor dan penerangan. Sumber listrik diperoleh dari PLN, dan generator sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan.

f. Kebutuhan Tanah dan Pengembangannya

Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan dalam kebutuhan tanah dan pengembangannya :

- Iklim
- Kondisi tanah
- Harga tanah

g. Transportasi

Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dan pemasaran produk, maka perlu diperhatikan akses jalan yang mudah. Seperti pabrik dekat dengan jalan raya, dekat pelabuhan untuk kepentingan ekspor-impor, dekat sungai yang dapat dilalui perahu atau sampan, dan dekat dengan landasan pacu untuk memenuhi kebutuhan melalui transportasi udara.

h. Tenaga Kerja

Untuk mengontrol dan menjalankan pabrik maka diperlukan tenaga ahli yang terampil dan terdidik. Tenaga kerja tersebut dapat berasal dari sekolah kejuruan, akademi maupun perguruan tinggi.

i. Lingkungan dan Masyarakat

Lokasi pabrik juga perlu mempertimbangkan lingkungan dan masyarakat sekitar, apakah jika didirikan pabrik di daerah pemukiman akan mengganggu atau menimbulkan masalah di area tersebut atau tidak.

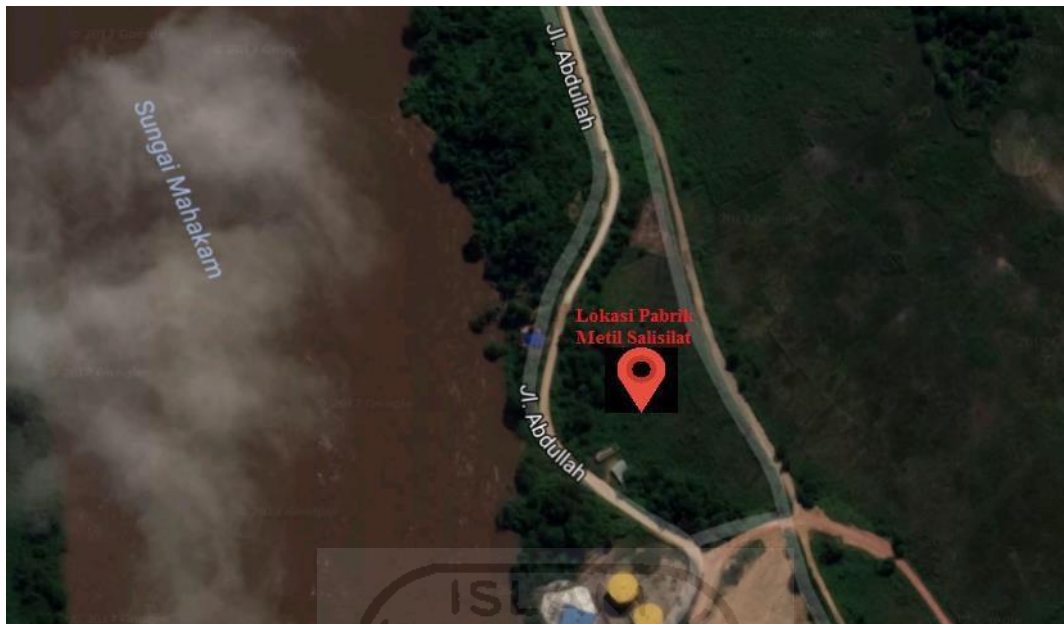
j. Peraturan Pemerintah / Daerah

Mematuhi peraturan sesuai dengan peraturan daerah maupun Undang-Undang yang ada, terkait dengan perpajakan dan asuransi, pengolahan limbah, upah minimum, jam kerja maksimum.

k. Limbah Pabrik

Pengolahan limbah dilakukan untuk menjaga lingkungan sekitar agar tidak tercemar atau bahkan menjadi rusak karena limbah pabrik yang tidak diolah terlebih dahulu.

Berdasarkan faktor – faktor tersebut, maka pabrik direncanakan didirikan di Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Bisa dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Lokasi Pabrik

Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur dipilih berdasarkan faktor-faktor pertimbangan sebagai berikut :

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku metanol diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri Bontang, Kalimantan Timur. Sedangkan bahan baku asam salisilat di impor dari Nantong Chem-Base Co.,Ltd, Cina. Dan katalis asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik.

2. Fasilitas transportasi

Transportasi darat dan laut relatif baik, sehingga memudahkan pengangkutan bahan baku dan pemasaran produk.

3. Letak daerah

Di daerah Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur masih tersedia lahan yang cukup luas, dengan fasilitas penunjang seperti listrik, air, dan bahan bakar yang cukup baik.

4. Tenaga kerja

Tenaga kerja di sekitar lokasi cukup banyak.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik terbagi menjadi beberapa bagian, area alat proses, tempat penyimpanan, utilitas, kantor, dan sebagainya.

Bangunan-bangunan yang ada di lokasi pabrik adalah:

Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa agar memudahkan akses keluar masuk bahan baku dan produk dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

1) Keamanan

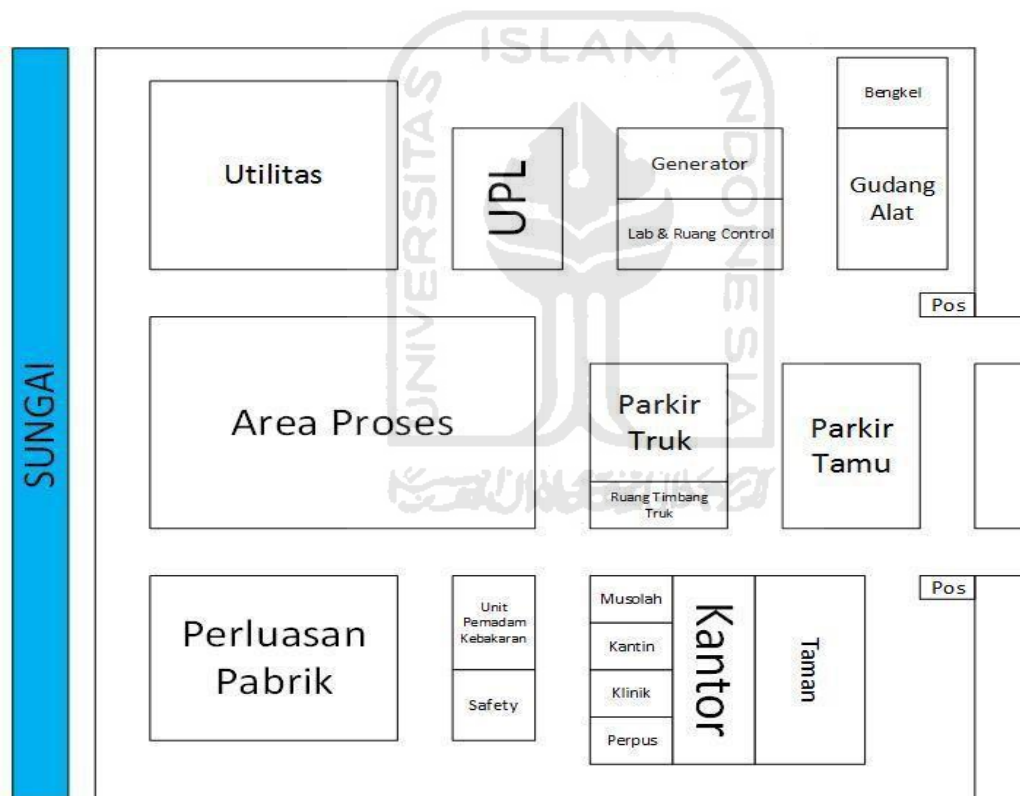
Keselamatan merupakan faktor penting yang ada dalam tata letak pabrik. Jalan-jalan dalam pabrik harus cukup lebar dan memperhatikan faktor keselamatan manusia, sehingga lalu lintas dalam pabrik dapat berjalan dengan baik. Perlu dipertimbangkan juga adanya jalan pintas jika terjadi keadaan darurat.

2) Perluasan dan Pengembangan Pabrik

Adanya kemungkinan suatu pabrik untuk menambah unit baru sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan.

3) Unit utilitas dan sumber tenaga ditempatkan terpisah dari area proses sehingga dapat menjamin operasi berjalan dengan aman.

Sketsa tata letak pabrik dapat dilihat pada Gambar 4.2



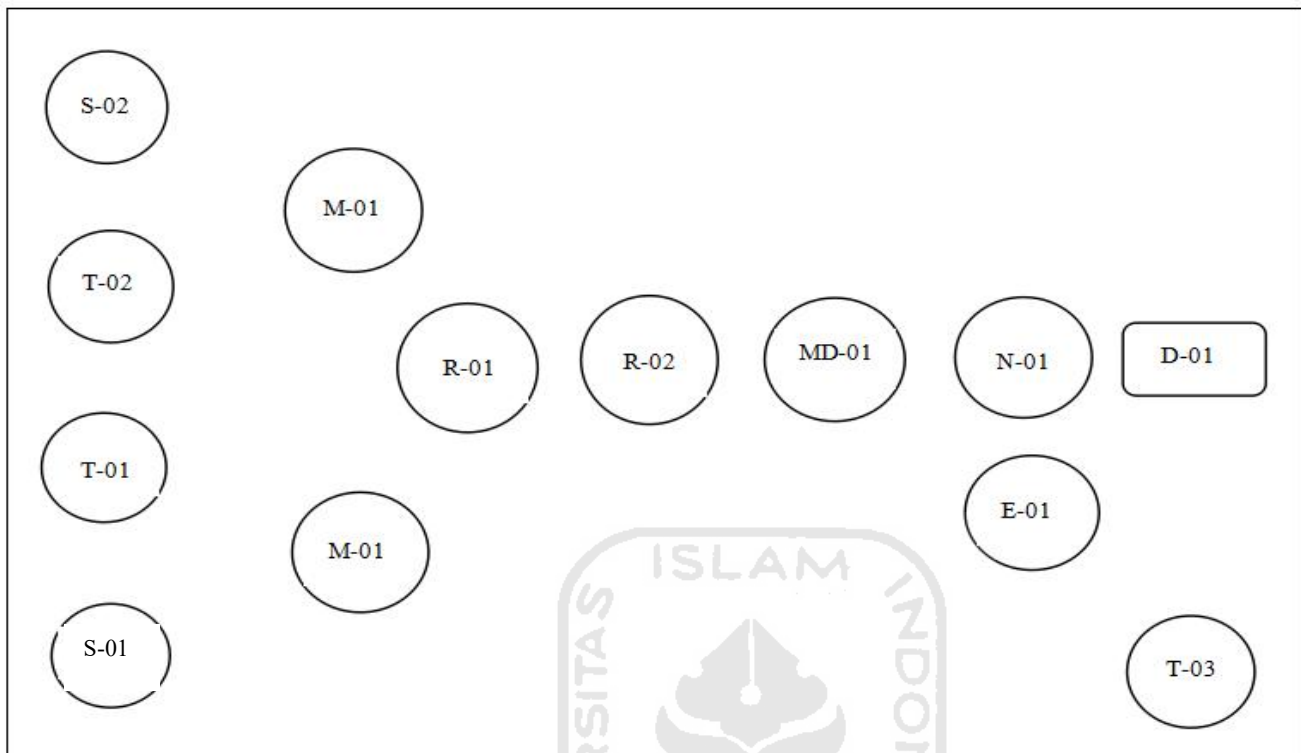
Gambar 4.2 Layout Pabrik Skala 1:300

4.3 Tata Letak Alat Proses

Tata letak alat proses diusahakan sesuai dengan urutan kerja dan fungsi masing-masing alat agar mendapat efisien, keselamatan, dan kelancaran kerja dari para karyawan serta keselamatan proses dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Tata letak peralatan proses dilakukan berdasarkan urutan prosesnya, sehingga diperoleh efisiensi secara teknis dan ekonomis serta memudahkan dalam kontrol, pengawasan, dan keleluasaan gerak operator.
2. Letak alat harus memberikan ruangan yang cukup bagi masing-masing alat agar dapat beroperasi dengan baik, dengan distribusi utilitas yang mudah.
3. Peralatan proses harus disusun sebaik mungkin, terutama untuk peralatan yang beresiko tinggi harus diberi ruang yang cukup agar mudah dalam menanggulangi bahaya yang dapat terjadi.

Tata letak alat proses dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses

Keterangan :

Alat	Keterangan
S	Silo
T	Tangki Penyimpanan
M	Mixer
R	Reaktor
MD	Menara Destilasi
N	Netralizer
D	Decanter
E	Evaporator

4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa Total (dalam kg/jam)

Neraca massa total dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Neraca Massa Total

Komponen	Input (Kg/Jam)				Output (Kg/Jam)			
	1	2	4	11	13	14	16	17
CH3OH	-	745,2332	-	-	-	100,8425	89,6246	11,2179
C7H6O3	2467,4227	-	-	-	-	-	-	-
C8H8O3	-	-	-	-	-	9,5104	175,5963	2396,7472
H2SO4	-	-	615,0968	-	-	-	-	-
H2O	24,9235	1,1195	12,5530	712,6905	-	13586,2898	302,9470476	117,2474816
Na2CO3	-	-	-	13541,1195	-	-	-	-
CO2	-	-	-	-	295,8337933	-	-	-
C7H5NaO3	-	-	-	-	-	143,0390	-	-
Na2SO4	-	-	-	-	-	891,2628	-	-
Subtotal	2492,3462	746,3527	627,6498	14253,8100	295,8338	14730,9445	568,1680	2525,2126
Total	18120,1588				18120,1588			

4.4.2. Neraca Massa Alat (dalam kg/jam)

Neraca massa mixer-01 dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Neraca Massa Pada Mixer (M-01)

Komponen	Input (Kg/Jam)			Output (kg/jam)
	1	2	7	3
CH3OH	-	745,2332	3832,0148	4577,2480
C7H6O3	2467,4227	-	-	2467,4227
C8H8O3	-	-	-	-
H2SO4	-	-	-	-
H2O	24,9235	1,1195	2,9000	28,9430
Na2CO3	-	-	-	-
CO2	-	-	-	-
C7H5NaO3	-	-	-	-
Na2SO4	-	-	-	-
Subtotal	2492,3462	746,3527	3834,9148	7073,6137
Total		7073,6137		7073,6137

Neraca massa mixer-02 dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Neraca Massa Pada Mixer (M-02)

Komponen	Input (Kg/Jam)		Output (kg/jam)
	9	10	11
CH3OH	-	-	-
C7H6O3	-	-	-
C8H8O3	-	-	-
H2SO4	-	-	-
H2O	7,1989	13533,9206	13541,1195
Na2CO3	712,6905021	-	712,6905
CO2	-	-	-
C7H5NaO3	-	-	-
Na2SO4	-	-	-
Subtotal	719,8894	13533,9206	14253,8100
Total		14253,8100	14253,8100

Neraca massa reaktor-01 dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Neraca Massa pada Reaktor (R-01)

	3	4	5
CH3OH	4577,2480	-	4577,2480
C7H6O3	2467,4227	-	2467,4227
C8H8O3	-	-	0,0000
H2SO4	-	615,0968	615,0968
H2O	28,9430	12,5530	41,4960
Na2CO3	-	-	-
CO2	-	-	-
C7H5NaO3	-	-	-
Na2SO4	-	-	-
Subtotal	7073,6137	627,6498	7701,2636
Total	7701,2636		7701,2636

Neraca massa reaktor-02 dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Neraca Massa pada Reaktor (R-02)

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (kg/jam)
	5	6
CH3OH	4577,2480	4033,6998
C7H6O3	2467,4227	123,3711
C8H8O3	0,0000	2581,8539
H2SO4	615,0968	615,0968
H2O	41,4960	347,2418
Na2CO3	-	-
CO2	-	-
C7H5NaO3	-	-
Na2SO4	-	-
Subtotal	7701,2636	7701,2636
Total	7701,2636	7701,2636

Neraca massa menara distilasi dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Neraca Massa pada Menara Distilasi (MD-01)

Komponen	Input (Kg/Jam)		Output (kg/jam)	
	6	7	8	
CH3OH	4033,6998	3832,0148	201,6850	
C7H6O3	123,3711	-	123,3711	
C8H8O3	2581,8539	-	2581,8539	
H2SO4	615,0968	-	615,0968	
H2O	347,2418	2,9000	344,3418	
Na2CO3	-	-	-	
CO2	-	-	-	
C7H5NaO3	-	-	-	
Na2SO4	-	-	-	
Subtotal	7701,2636	3834,9148	3866,3488	
Total	7701,2636	7701,2636		

Neraca massa netralizer dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Neraca Massa pada Netralizer (N-01)

Komponen	Input (Kg/Jam)		Output (kg/jam)	
	8	11	12	13
CH3OH	201,6850	-	201,6850	-
C7H6O3	123,3711	-	-	-
C8H8O3	2581,8539	-	2581,8539	-
H2SO4	615,0968	-	-	-
H2O	344,3418	13541,1195	14006,4843	-
Na2CO3	-	712,6905	-	-
CO2	-	-	-	295,8337933
C7H5NaO3	-	-	143,0390	-
Na2SO4	-	-	891,2628	-
Subtotal	3866,3488	14253,8100	17824,3250	295,8338
Total	18120,1588	18120,1588		

Neraca massa dekanter dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Neraca Massa pada Dekanter (D-01)

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (kg/jam)	
	12	14	15
CH3OH	201,6850	100,8425	100,8424948
C7H6O3	-	-	-
C8H8O3	2581,8539	9,5104	2572,3435
H2SO4	-	-	-
H2O	14006,4843	13586,2898	420,1945
Na2CO3	-	-	-
CO2	-	-	-
C7H5NaO3	143,0390	143,0390	-
Na2SO4	891,2628	891,2628	-
Subtotal	17824,3250	14730,9445	3093,3806
Total	17824,3250	17824,3250	

Neraca massa evaporator dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Neraca Massa pada Evaporator (EV-01)

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (kg/jam)	
	15	16	17
CH3OH	100,8424948	89,6246	11,2179
C7H6O3	-	-	-
C8H8O3	2572,3435	175,5963	2396,7472
H2SO4	-	-	-
H2O	420,1945	302,9470476	117,2474816
Na2CO3	-	-	-
CO2	-	-	-
C7H5NaO3	-	-	-
Na2SO4	-	-	-
Subtotal	3093,3806	568,1680	2525,2126
Total	3093,3806	3093,3806	

4.4.3 Neraca panas

Neraca panas mixer-01 dapat dilihat pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Neraca Panas Mixer (M-01)

Komponen	Input (kJ/Jam)			Output (kJ/jam)
	1	2	7	3
CH ₃ OH	-	9332,0621	47985,7855	57317,8475
C ₇ H ₆ O ₃	14951,4923	-	-	14951,4923
C ₈ H ₈ O ₃	-	-	-	-
H ₂ SO ₄	-	-	-	-
H ₂ O	522,6815	23,4782	60,8173	606,9769
Na ₂ CO ₃	-	-	-	-
CO ₂	-	-	-	-
C ₇ H ₅ NaO ₃	-	-	-	-
Na ₂ SO ₄	-	-	-	-
Subtotal	15474,1738	9355,5402	48046,6027	72876,3168
Total	72876,3168			72876,3168

Neraca panas mixer-02 dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Neraca panas Mixer (M-02)

Komponen	Input (kJ/Jam)		Output (kJ/jam)
	9	10	11
CH ₃ OH	-	-	-
C ₇ H ₆ O ₃	-	-	-
C ₈ H ₈ O ₃	-	-	-
H ₂ SO ₄	-	-	-
H ₂ O	150,9714	283826,1518	283977,1232
Na ₂ CO ₃	6372,9396	-	6372,9396
CO ₂	-	-	-
C ₇ H ₅ NaO ₃	-	-	-
Na ₂ SO ₄	-	-	-
Subtotal	6523,9109	283826,1518	759,0079
Total	290350,0628		290350,0628

Neraca panas reaktor-01 dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Komponen	Input (kJ/Jam)		Output (kJ/jam)
	3	4	5
CH3OH	504116.0370	-	455060.9895
C7H6O3	136672.2964	-	30276.6971
C8H8O3	-	-	153722.2149
H2SO4	-	38582.7518	38582.7518
H2O	5201.6044	2256.0116	50228.7136
Reaksi	-	-	538.2545934
Subtotal	645989.9378	40838.7634	728409.6214
Pemanas	41580.9203		
Total	728409.6214		728409.6214

Neraca panas reaktor-02 dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Neraca Panas Reaktor (R-02)

Komponen	Input (kJ/Jam)	Output (kJ/jam)
	5	6
CH3OH	455060.9895	444252.2576
C7H6O3	30276.6971	6833.6148
C8H8O3	153722.2149	187593.1884
H2SO4	38582.7518	38582.7518
H2O	50228.7136	60149.9343
Reaksi	-	488.5139951
Subtotal	727871.3669	737900.2609
Pemanas	10028.8941	-
Total	737900.2609	737900.2609

Neraca panas menara distilasi dapat dilihat pada Tabel 4.14

Tabel 4.14 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)

Komponen	Input (kj/jam)		Output (kj/jam)	
	6	7	8	
CH3OH	741.511,9085	85328,8894	89403,1313	
C7H6O3	5.258,9497	-	12681,2952	
C8H8O3	36.921,7230	-	240944,6093	
H2SO4	99.920,0444	-	89032,0874	
H2O	113.481,2450	231,0117	271360,3775	
Subtotal	997093,8707	85559,9012	703421,5008	
Reboiler	6044468,876	-	-	
Condensor	-	6252581,344	-	
Total	7041562,7462	7041562,7462		

Neraca panas netralizer dapat dilihat pada Tabel 4.15

Tabel 4.15 Neraca Panas Netralizer (N-01)

Komponen	Input (kJ/Jam)		Output (kJ/jam)	
	8	11	12	13
CH3OH	2525.5677		2525.5677	-
C7H6O3	747.5746	-	-	-
C8H8O3	21477.8970	-	21477.8970	-
H2SO4	4403.9545	-	-	-
H2O	7221.3533	283977.1232	294275.1683	-
Na2CO3	-	6372.9396	-	-
CO2	-	-	-	1294.272959
C7H5NaO 3	-	-	0.0000	-
Na2SO4	-	-	7153.5039	-
Subtotal	36376.3470	290350.0628	325432.1368	1294.2730
Total	326726.4098		326726.4098	

Neraca panas dekanter dapat dilihat pada Tabel 4.16

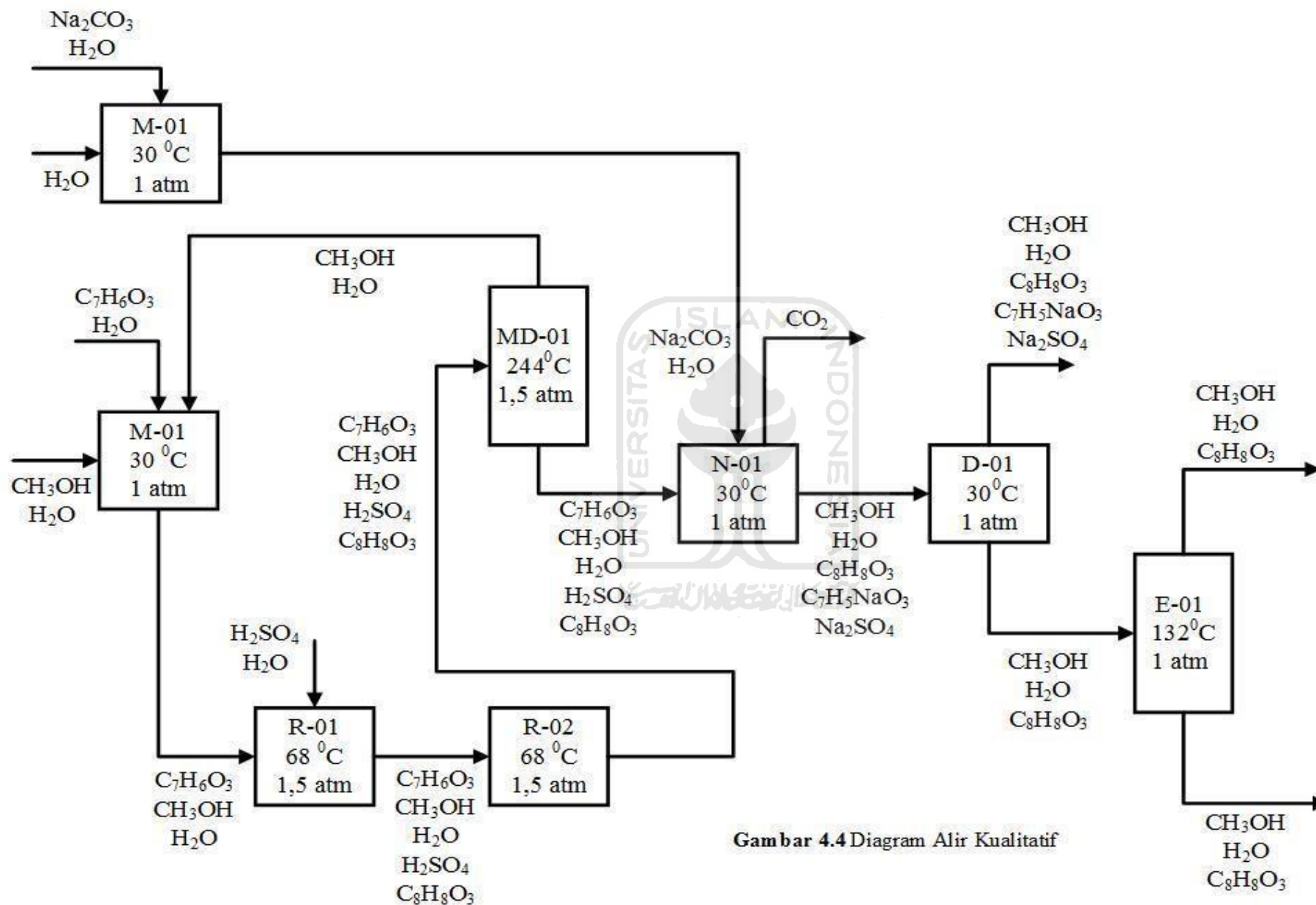
Tabel 4.16 Neraca Panas Decanter (D-01)

Komponen	Input (kJ/Jam)	Output (kJ/jam)	
	12	14	15
CH3OH	2525,5677	1262,7838	1262,783828
C7H6O3	-	-	-
C8H8O3	21477,8970	79,1150	21398,7820
H2SO4	-	-	-
H2O	293736,5044	284924,4093	8812,0951
Na2CO3	-	-	-
CO2	-	-	-
C7H5NaO3	0,0000	0,0000	-
Na2SO4	7153,5039	7153,5039	-
Subtotal	324893,4729	293419,8120	31473,6609
Total	324893,4729	324893,4729	

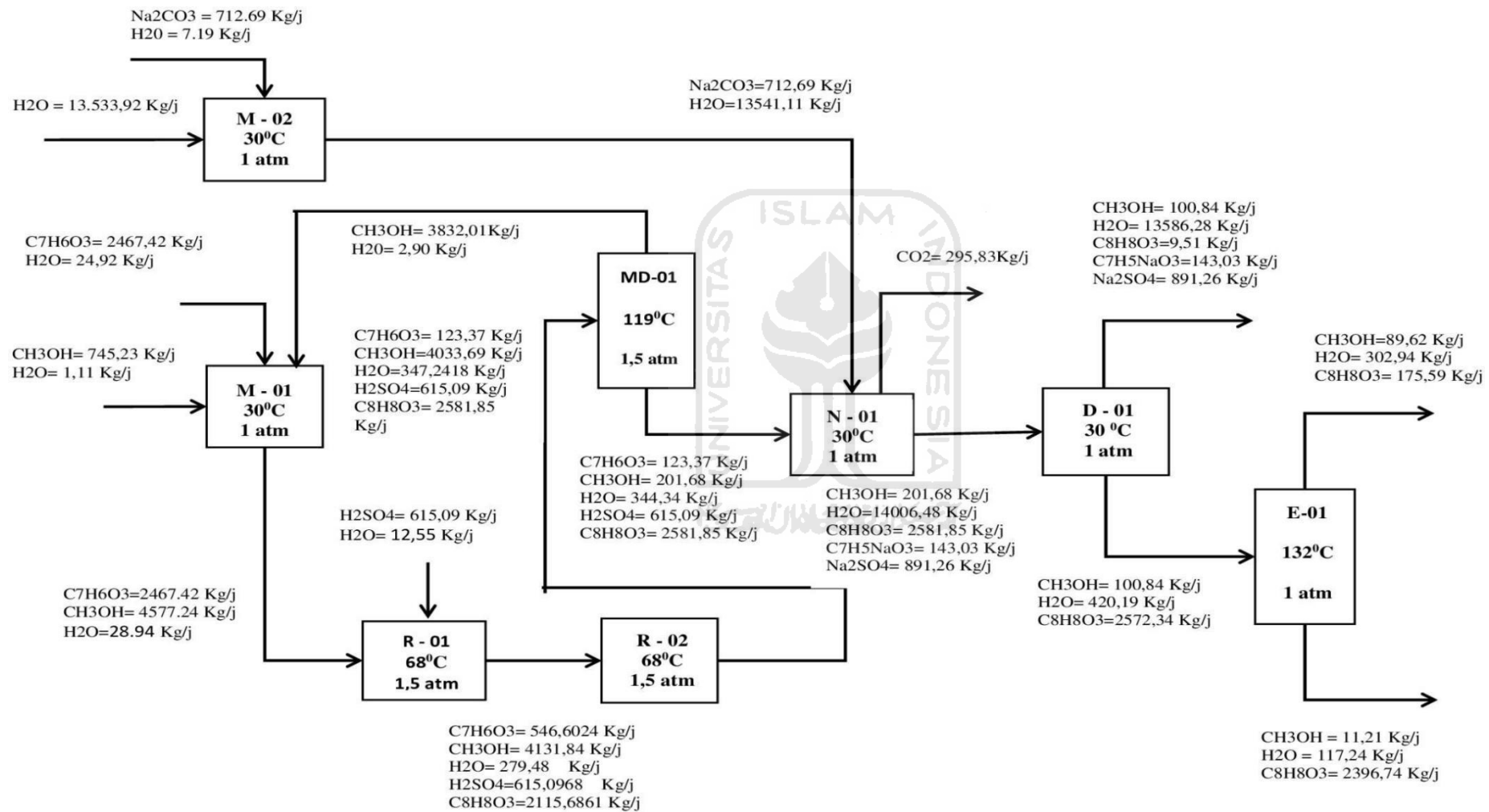
Neraca panas evaporator dapat dilihat pada Tabel 4.17

Tabel 4.17 Neraca Panas Evaporator (EV-01)

Komponen	Input (kJ/Jam)	Output (kJ/jam)	
	15	16	17
CH3OH	1262,5770	107710,9931	3227,1467
C7H6O3	-	-	-
C8H8O3	21396,0569	671438,2319	444682,2211
H2SO4	-	-	-
H2O	8812,4783	205038,1889	3227,1467
Na2CO3	-	-	-
CO2	-	-	-
C7H5NaO3	-	-	-
Na2SO4	-	-	-
Subtotal	31471,1124	984187,4139	500527,5221
Pemanas	1484714,9360		
Total	1484714,94	1484714,94	



Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif



4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit utilitas adalah unit pendukung yang membantu proses produksi utama , dan merupakan bagian penting suatu pabrik. Unit utilitas terdiri dari :

1. Unit penyediaan dan pengolahan air
2. Unit pembangkit steam
3. Unit pembangkit dan pendistribusian listrik
4. Unit penyedia udara tekan
5. Unit penyedia bahan bakar

4.5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

1. Sumber Air

Pada umumnya untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik digunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Air yang digunakan dalam perancangan pabrik Metil Salisilat ini bersumber dari air sungai.

Air sungai dipilih karena mudah diolah, dan proses pengolahannya relatif murah dibandingkan dengan pengolahan air lainnya.

2. Kebutuhan Air Tiap Jam

Kebutuhan air tiap jam dapat dilihat pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Kebutuhan Air Tiap Jam

No	Jenis Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
1.	Air Proses	
	a. HE-03	1.646,87
	b. HE-04	6.335,35
	c. HE-05	4.569,69
	d. Campuran di mixer 2	13.533,92
	e. Condensor steam	30.860,35
2.	a. V-01	627,57
	b. Jacket Reaktor 1	649,02
	c. Jacket Reaktor 2	664,70
	d. HE-01	266,41
	e. HE-02	123,69
	f. Reboiler	3.514,54
	Make Up	1.169,19
	Blowdown	1.169,19
	Air konsumsi umum dan sanitasi	1.005,20
	Air pemadam kebakaran	41,66
	Total	66.177,41

2. Pengendapan dengan cara koagulasi dan flokulasi

Pada tahap ini ditambahkan larutan alum (Al_2SO_4) dan soda abu (Na_2CO_3) untuk mengikat garam-garam yang terlarut dalam air, masing-masing 5%.

3. Pemisahan dengan *Clarifier*

Dari bak koagulasi dialirkan menuju *clarifier* dengan menggunakan pompa, flok-flok yang terbentuk dari bak koagulasi selanjutnya di endapkan di dasar *clarifier* dan keluar melalui pipa *blow down*. Dan air yang sudah terpisahkan dari flok-floknya akan mengalir keatas menuju *sand filter*.

4. Pemisahan dengan *sand Filter*

Air hasil dari *clarifier* dialirkan menuju *sand filter* untuk memisahkan partikel – partikel padatan yang masih terbawa. Air tersebut dialirkan menuju tangki penampung-01 yang kemudian didistribusikan untuk keperluan umum dan sanitasi, air umpan boiler dan untuk air pendingin (*cooling tower*).

Berikut adalah kriteria air utilitas :

- Air Proses

Air proses digunakan untuk kebutuhan proses pembuatan produk, kriteria airnya adalah air yang telah didemineralisasi, yang telah bebas dari segala pengotor, mineral dan oksigen.

- Air Umpan Boiler

- a. Tidak membuih (berbusa)

Busa disebabkan adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar pada air yang diambil kembali dari proses pemanasan. Untuk mengatasi hal – hal tersebut maka diperlukan pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak, dan alkanitas air umpan *boiler*.

- b. Tidak membentuk kerak dalam *boiler*

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

Kerak dalam *boiler* dapat menyebabkan hal – hal berikut :

- ✓ Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- ✓ Kerak yang terbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran.

- c. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa disebabkan oleh pH rendah (asam), minyak dan lemak, dan bahan organik serta gas – gas H_2S , SO_2 , NH_3 , CO_2 , O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- Air Sanitasi

Air sanitasi pada pabrik digunakan sebagai keperluan laboratorium, kantor, konsumsi, mandi, mencuci, taman dan lainnya. Berikut adalah kriteria yang harus dipenuhi dalam penggunaan sebagai air sanitasi :

a. Syarat Fisika

- Tidak berwarna dan berbau.
- Tidak berbusa.
- Kekeruhan SiO_2 kurang dari 1 ppm.
- pH netral.

b. Syarat Kimia

- Tidak mengandung bahan beracun.
- Tidak mengandung zat – zat organik maupun anorganik yang tidak larut dalam air seperti PO_4^{3-} , Hg, Cu, dan sebagainya.

c. Syarat Bakteriologis

Tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat fisis air.

5. Demineralisasi

Air umpan *boiler* harus bebas dari garam yang terlarut, maka proses demineralisasi berfungsi untuk menghilangkan ion – ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga memiliki konduktivitas dibawah 0,3 Ohm dengan kadar sillika kurang dari 0,02 ppm.

Berikut adalah tahapan pengolahan air umpan *boiler* :

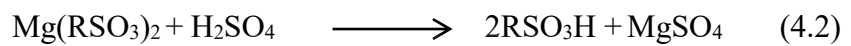
a. *Cation Exchanger*

Resin yang berada didalam *cation exchanger* berupa H^+ berfungsi sebagai pengganti kation yang dikandung dalam air.

Air yang keluar dari *cation exchanger* akan mengandung anion dan ion H⁺. Berikut adalah reaksi yang terjadi didalam *cation exchanger* :



Kation resin akan jenuh dalam jangka waktu tertentu, sehingga diregenerasi menggunakan asam sulfat dengan reaksi sebagai berikut :



b. *Anion Exchanger*

Anion exchanger memiliki fungsi mengikat ion – ion negative (anion) yang terlarut dalam air menggunakan resin bersifat basa seperti CO₃²⁻, Cl⁻, dan SO₄²⁻. Berikut adalah reaksi yang terjadi didalam *anion exchanger* :



Kation resin akan jenuh dalam jangka waktu tertentu, sehingga diregenerasi menggunakan larutan NaOH dengan reaksi sebagai berikut :



c. Deaerasi

Deaerasi merupakan proses pengambilan oksigen (O₂) dari air umpan *boiler*. Air yang telah dimineralisasi dialirkan menuju *deaerator* dan diinjeksikan *hidrazin* (N₂H₄) untuk diikat oksigen (O₂) yang terkandung dalam air tersebut. Air yang keluar dari

deaerator akan dipompa menuju *boiler* sebagai air umpan (*boiler feed water*). Pengikatan oksigen pada air umpan *boiler* bertujuan untuk mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*. Berikut adalah reaksi yang terjadi didalam *daerator* :



Spesifikasi alat pada pengolahan air :

1. Bak Pengendap Awal

Fungsi : Menampung sementara dan mengendapkan kotoran serta lumpur yang dibawa air sungai

Jenis : Bak beton bertulang

Waktu Tinggal : 5 jam

Kapasitas desain : 397.4020 m³

Dimensi

Panjang : 14,7042 m

Lebar : 7,3521 m

Tinggi : 3,6760 m

2. Bak penggumpal / bak *koagulasi* dan *flokulasi*

Fungsi : menggumpalkan suspensi yang tidak mengendap pada bak sedimentasi dengan menambahkan alum dan abu soda

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk

Debit : 66,2055 m³/jam

Dimensi

Tinggi : 4,6633 m

Diameter : 4,6633 m

Pengaduk

Jenis : *flat balde turbine impeller* dengan 6 sudut

Diameter : 1,5544 m

Tinggi dari dasar : 1,5544 m

N : 10 rpm

Daya : 0.16667 Hp

3. Clarifier (CL)

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang terbentuk dalam

air Jenis : Tangki silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk kerucut (circular clarifier)

Bahan : Carbonsteel SA 283 grade C

Waktu tinggal : 5 jam

Debit : 66,3388 m³/jam

Kapasitas Desain : 33.1694 m³

Dimensi

Tinggi (H1) : 2,3220 m

Tinggi (H2) : 9,2881 m

Diameter : 3,4830 m

4. *Sand Filter (SF)*

Fungsi : menyaring suspensi - suspensi halus yang masih terbawa dalam air keluaran clarifier

Jenis : Tangki silinder tegak berisi tumpukan pasir dan kerikil

Debit : 79,4129 m³/jam

Kecepatan penyaringan : 3 gpm/ft²

Dimensi

Tinggi tumpukan pasir : 0,6350 m

Diameter : 4,5489 m

4. *Filtered Water Tank*

Fungsi : Menampung air hasil pengolahan di *sand filter* yang selanjutnya akan di demineralisasi dan untuk keperluan umum

Jenis : Bak beton bertulang

Kapasitas : 39,7064 m³

Debit : 79,4129 m³/jam

Dimensi

Tinggi : 2,7078 m

Diameter : 2,7078 m

Panjang : 5,4155 m

5. Tangki Air Sanitasi

Fungsi : Menampung air sanitasi dengan mencampurnya dengan disinfektan sebanyak 5%

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Kapasitas desain : 28,9500 m³

Kebutuhan air : 1005 kg/jam

Waktu tinggal : 24 jam

Dimensi

Tinggi : 6,6572 m

Lebar : 3,3286 m

6. Bak penampung air proses dan umpan boiler

Fungsi : Menampung air untuk keperluan air proses dan umpan boiler

Jenis : Bak beton

bertulang Kapasitas desain : 168,3634

m³

Debit : 7,0151 m³/jam

Waktu tinggal : 24 jam

Dimensi

Tinggi : 4,3827 m

Lebar : 4,3827 m

Panjang : 8,7653 m

7. Ion Exchanger

Fungsi : Menghilangkan *hardness* yang terkandung dalam air melalui penjerapan ion - ion dengan cation dan anion exchanger

Alat : *Cation exchanger* dan *Anion exchanger*

1) *Cation Exchanger (CE)*

Fungsi : Menurunkan kadar kation dalam air umpan *boiler*

Jenis : Tangki silinder tegak

Resin : Sulfonated styrene-divinylbenzene copolymer product jenis C-300 dengan notasi RH2. Dirancang untuk bekerja dengan siklus 12 jam, terdiri dari 11 jam operasi, 0,5 jam pencuci dan 0,5 jam regenerasi

Debit air : 7,0151 m³/jam

Dimensi

Diameter: 1,1039 m

Tinggi : 1,2344 m

Pencuci : NaCl 2%

2) *Anion Exchanger (AE)*

Fungsi : Menurunkan kadar anion dalam air umpan *boiler*

Jenis : Tangki silinder tegak

Resin : Chlorin styrene-divinylbenzene copolymer product jenis C-500 P dengan notasi R (OH)₂. Dirancang untuk bekerja dengan siklus 12 jam, terdiri dari 11 jam operasi, 0,5 jam pencucian dan 0,5 jam regenerasi

Debit : 7,0151 m³/jam

Dimensi

Diameter : 0,8551 m

Tinggi : 0,8427 m

Pencuci : NaOH 10%

8. *Deaerator (DE)*

Fungsi : Menghilangkan gas - gas yang terlarut dalam air umpan boiler untuk mengurangi terjadinya korosi

Jenis : Tangki silinder horizontal dengan *flanged and standard dished head*

Kapasitas desain : 36,5106 m³

Waktu tinggal : 5 jam

Dimensi

Tinggi : 12,2479 m

Diameter : 1,9120 m

9. Tangki Penyimpanan Air Umpan Boiler dan Kondensat

Fungsi : Menampung air untuk umpan boiler dan menampung kondensat

Jenis : Tangki silinder tegak

Waktu tinggal : 24 jam

Kapasitas desain : 235,7087 m³

Dimensi

Tinggi : 10,6297 m

Diameter : 5,3149 m

10. *Cooling tower* (CT-01)

Fungsi : Mendinginkan air pendingin dari bak penampung
air menjadi 30⁰C sebelum digunakan

Jenis : *Mechanical induced draft cooling tower*

Jumlah air : 56.946,206 kg/jam

Spesifikasi udara yang digunakan

Rh : 70%

Tair in : 50°C

Tair out : 30°C

Tudara in (dry bulb) : 30°C

Tudara in (wet bulb) : 35°C

W (kemlembaban) : 0,01 kg H₂O/kg udara

Daya : 1 hp

Dimensi

Panjang : 40,9254 m

Lebar : 13,6418 m

Tinggi : 9,1440 m

4.5.2 Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)

Unit pembangkit *steam* bertugas untuk memenuhi kebutuhan *steam* pada proses produksi. Air untuk boiler (*boiler feed water*) akan dipompa dari tangki penyimpanan menuju boiler untuk selanjutnya dipanaskan menggunakan suhu dan tekanan tertentu secara terus menerus. Bahan bakar yang digunakan yaitu minyak dan listrik. Kebutuhan *steam* yaitu untuk RE-01, HE-01, HE-02, jaket pemanas R-01 dan jaket pemanas R-02.

Spesifikasi boiler tersebut sebagai berikut :

Jenis	: <i>Water Tube Boiler</i>
Jumlah	: 1 buah
Boiler 1	
Kebutuhan <i>steam</i>	: 2331,410 kg/jam
Tekanan <i>Steam</i>	: 4,6339 atm
Suhu <i>Steam</i>	: 150°C
Kebutuhan Bahan Bakar	: 218,0056 kg/jam

Air umpan boiler masih mengandung sedikit total dissolved solid (TDS) dan total suspended solid (TSS). TDS dan TSS tidak akan menguap meskipun air umpan boiler dipanaskan, sehingga jika dibiarkan maka lama kelamaan akan menimbulkan kerak, hal tersebut akan mengganggu laju alir air dan menurunkan efisiensi boiler. Untuk mengurangi timbulnya kerak dilakukan optimasi laju *blowdown*. Mencegah terjadinya akumulasi padatan yang dibawa air umpan boiler dengan membuang sebagian cairan disebut *blowdown*. *Steam* yang telah digunakan akan diembunkan kembali menjadi air, dan diolah kembali menjadi *steam*.

Tetapi tidak semua steam dapat diembunkan kembali, karena adanya blowdown. Oleh karena itu diperlukan *make up* air.

Steam yang digunakan adalah steam jenuh, kebutuhan steam dibagi menjadi 2. Untuk memenuhi kebutuhan steam pemanas RE-01, R-01 dan R-02, H- E-01, HE-02 dan V-01 maka digunakan steam jenuh dengan suhu 150°C dan tekanan 4,6371 atm.

4.5.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik pada pabrik pembuatan metil salisilat diperoleh melalui 2 sumber yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator.

Berikut adalah kebutuhan listrik pabrik metil salisilat :

- a. Listrik untuk alat proses : 68,759 kWh
- b. Listrik untuk alat utilitas : 12,8011 kWh
- c. Listrik untuk instrumentasi dan kontrol : 20.3902 kWh
- d. Listrik untuk kantor dan rumah tangga : 335,7 kWh
- e. Listrik untuk penerangan dan AC : 268,56 kWh

Maka total kebutuhan listrik pabrik adalah 552,3509 kWh dengan faktor daya 85% dan over design 20%, maka kebutuhan listrik total adalah 663,0574 kWh.

4.5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Penyediaan udara tekan untuk memenuhi kebutuhan udara guna menggerakkan instrumen dengan sistem pneumatik. Berikut adalah asumsi kebutuhan udara :

- Konsumsi udara untuk 1 alat kontrol : 45 L/menit
- Jumlah alat kontrol : 30 buah

Total udara yang dibutuhkan adalah 81 m³/jam dengan *over design* 20% maka total keseluruhannya adalah 97 m³/jam pada STP.

Udara instrumen biasanya memiliki tekanan 3,7211 atm (40 psig). Sumber udara yang digunakan adalah udara lingkungan yang sebelumnya telah disaring dan dikeringkan terlebih dahulu untuk menghilangkan kandungan airnya menggunakan silika gel.

1. Kompresor Udara Pneumatik

Tugas : Menaikkan tekanan udara dari tekanan lingkungan menjadi tekanan 3,7211 atm

Jenis : centrifugal compressor

2. Tangki Udara Pneumatik

Tugas : Menampung dan mengeringkan udara dengan silika gel

Kebutuhan silika: 8 kg/jam

Regenerasi : 7 hari

Volume tangki : 10,7346 m³

Diameter : 2,3913 m

Tinggi : 2,3913 m

4.5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar berguna untuk keperluan pembakaran pada boiler dan *diesel* untuk generator pembangkit listrik. Bahan bakar *diesel* biasanya menggunakan minyak *diesel* atau IDO (*industrial diesel oil*), dan bahan bakar boiler menggunakan *fuel oil*.

4.5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari proses di pabrik ini berupa limbah cair. Sebelum dibuang ke lingkungan, limbah-limbah tersebut diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu lingkungan. Hal ini dilakukan agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan.

1. Limbah cair proses merupakan keluaran dari dekanter dan evaporator.

Hasil bawah dekanter mengandung banyak air, natrium sulfat, sedikit natrium salisilat, metanol dan metil salisilat. Limbah tersebut diolah melalui beberapa proses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena mengandung zat-zat kimia. Proses pengolahan limbah cair ini adalah *physical treatment* (pengendapan, penyaringan), *chemical treatment* (penambahan bahan kimia, pengontrolan pH) dan *biological treatment*.

2. a. Limbah cair utilitas berasal dari sisa air regenerasi resin mengandung asam yang berasal dari proses regenerasi resin kation *exchanger* dan basa yang berasal dari proses regenerasi resin anion *exchanger*. Penanganan limbah cair ini adalah dengan proses netralisasi. Proses netralisasi dilakukan dengan *system batch* karena aliran limbah sedikit dan kualitas air buangan cukup tinggi.
b. Air buangan sanitasi mengandung bakteri-bakteri dari berbagai sumber kotoran. Penanganan limbah ini dengan menggunakan lumpur aktif dan klorin sebagai disinfektan.
c. Air limbah laboratorium diolah melalui beberapa proses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan karena mengandung zat-zat kimia. Proses pengolahan limbah cair ini adalah *physical treatment*

(pengendapan, penyaringan), *chemical treatment* (penambahan bahan kimia, pengontrolan pH) dan *biological treatment*.

46 Organisasi Perusahaan

Untuk memperlancar jalannya perusahaan, perlu dibuat struktur organisasi perusahaan sehingga pembagian tugas dan wewenang dari karyawan dapat dilaksanakan dengan baik. Pabrik metil salisilat direncanakan mempunyai :

Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)

Lapangan Usaha : Industri Metil Salisilat

Lokasi Perusahaan : Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur

Bentuk Perseroan Terbatas kekuasaan tertinggi berada ditangan rapat umum pemegang saham (RUPS) yang mempunyai hak untuk menunjuk dewan direksi sebagai penanggung jawab kegiatan perusahaan. Berikut faktor-faktor dipilihnya bentuk perusahaan tersebut :

1. Mudah untuk mendapat modal, yakni dengan cara menjual saham perusahaan
2. Kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan, karena tanggung jawab pemegang saham terbatas
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris

4. Tidak terpengaruh pada berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan
5. Para pemegang saham dapat memilih orang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman
6. Lapangan usaha lebih luas karena suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal dengan jumlah yang besar dari masyarakat, sehingga PT dapat memperluas usaha.

4.6.1 Struktur Organisasi

Struktur organisasi dalam perseroan terbatas terdiri dari pemegang saham, direksi, dan komisaris. Berikut adalah penjelasannya :

a. Pemegang Saham

Pemegang saham memiliki otoritas tertinggi dalam suatu struktur hirarki organisasi yaitu Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS), yang dilaksanakan minimum sekali dalam setahun. RUPS biasanya dihadiri oleh para pemegang saham, badan pengelola dan para direktur. Menurut (Sutarto, 2002) hak dan kuasa dari RUPS adalah sebagai berikut :

- Mengajukan pertanggung jawaban dari Dewan Komisaris dan Staff direksi melalui meeting pemegang saham.
- Dapat mengganti dewan komisaris dan staff direksi serta secara legal mengesahkan pemberhentian pemegang saham ketika mengajukan pengunduran diri pada saat meeting tersebut

- Menentukan jumlah keuntungan tahunan yang didapat untuk dibagi dan diinvestasikan.

b. Dewan Komisaris

Dewan komisaris dipilih saat RUPS untuk mewakili pemegang saham dalam mengontrol keseluruhan pabrik. Dewan direksi pertanggung jawab saat RUPS, berikut adalah tugas dewan direksi :

- Menentukan outline dari kebijakan perusahaan
- Melakukan meeting tahunan dengan pemegang saham (RUPS)
- Menanyakan laporan akuntabilitas direktur setiap periode
- Melakukan pengawasan dan supervisi terhadap setiap kegiatan dan tanggung jawab direktur

c. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi yang ditunjuk oleh dewan komisaris.

Tugas : Melaksanakan fungsi pimpinan tertinggi perusahaan, memimpin semua kegiatan pabrik secara keseluruhan, dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan pabrik.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia / Ekonomi (S-2, minimal S-1 dan berpengalaman 4 tahun dibidangnya)

Jumlah : 1 orang

Direktur Utama akan dibantu oleh 3 Direktur, yaitu :

1. Direktur Teknik dan Produksi

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

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia (S-2, minimal S-1 dan berpengalaman 4 tahun dibidangnya)

Jumlah : 1 orang

Direktur Teknik dan Produksi akan dibantu 2 Kepala Bagian :

a. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab atas jalannya operasi pabrik sehari-hari serta menjaga kelangsungan proses produksinya.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Jumlah : 1 orang

Kepala Bagian Produksi membawahi 2 Kepala Seksi, yaitu :

- Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia / Teknik Mesin

Jumlah : 1 orang

Karyawan : 5 orang *engineering* (S-1 Teknik Kimia)
12 orang operator (D3 Teknik Kimia/ SMA/SMK)

- Kepala Seksi Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, *steam*,
bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses
maupun instrumentasi

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia / Teknik Mesin

Jumlah : 1 orang

Bawahan : 3 orang *engineering* (S-1 Teknik Kimia / Teknik
Mesin) 25 orang operator (D3 Teknik Kimia/
SMA/SMK)

b. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Tugas :Memimpin aktivitas laboratorium, pengendalian
mutu, penelitian, dan pengembangan.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Jumlah :1 orang

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi 2 Kepala Seksi,
yaitu :

- Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Tugas :Menyelenggarakan pemantauan hasil (mutu) dan Pengolahan limbah

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Jumlah : 1 orang

Karyawan : 2 orang staff I (S-1 Teknik Kimia)

2 orang staff II (D-3 Teknik Kimia)

4 orang staff III (STM-Analis)

- Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan

Tugas :Mengkoordinir kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Jumlah : 1 orang

Karyawan : 2 staff I (S1 Teknik Kimia / Elektro/ Mesin)

2 staff II (D-3 Teknik Kimia/ Mesin)

2. Direktur Pemasaran dan Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah pabrik yang berhubungan dengan administrasi, keuangan, hubungan masyarakat, dan hal umum lainnya.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi (S-2, minimal S-1 dan sudah berpengalaman minimal 3 tahun dibidangnya)

Jumlah : 1 Orang

a. Kepala Bagian Pemasaran

Tugas : Memimpin pengelolaan bidang pemasaran, dan pembelian bahan baku, bahan pembantu, dan penjualan hasil.

Pendidikan : Sarjana Teknik Industri/Ekonomi Jumlah : 1 orang

Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran membawahi 2 Kepala Seksi, yaitu :

- Kepala Seksi Pembelian Bahan Baku

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab dalam hal pengadaan bahan baku dan bahan pendukung

Pendidikan : Sarjana Ekonomi/Teknik Industri

Karyawan : 3 orang staff (S-1 Ekonomi, D-3 Ekonomi, SMK/SMA)

- Kepala Seksi Pemasaran Produk

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab dalam kegiatan pemasaran produk

Pendidikan : Sarjana Teknik Industri/Ekonomi

Jumlah : 1 orang

Bawahan : 3 orang staff (D3 Ekonomi / Akuntansi)

b. Kepala Bagian Keuangan

Tugas : Memimpin pengelolaan bidang keuangan perusahaan.

Pendidikan : Sarjana Teknik Industri/Ekonomi

Jumlah : 1 orang

Kepala bagian keuangan dibantu 2 Kepala seksi, yaitu :

- Kepala Seksi Akuntansi

Tugas : Mencatat utang piutang perusahaan, mengatur administrasi kantor dan pembukuan, mengaudit masalah perpajakan

Pendidikan : Sarjana Hukum/Ekonomi

Karyawan : 4 orang staff (D-3 Ekonomi, SMK Administrasi)

- Kepala seksi Administrasi

Tugas : Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi tentang keuangan masa depan. Mengadakan perhitungan gaji dan intensif karyawan

Pendidikan : Sarjana Ekonomi/Hukum

Karyawan : 4 orang staff (D-3 Manajemen, SMK
Adiministrasi)

3. Direktur Sumber Daya Manusia dan Umum

Tugas : Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang personalia, relasi perusahaan, dan pelayanan umum. Serta mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya

Pendidikan : Sarjana Psikologi (S-2, S-1 minimal 4tahun pengalaman pada bidangnya)

Jumlah : 1 orang

Direktur sumber daya manusia dan umum dibantu 2 kepala bagian, yaitu :

a. Kepala bagian Sumber Daya Manusia

Tugas : Bertanggung jawab kepada direktur sumber daya manusia dan umum dalam bidang personalia dan pendidikan

Pendidikan : Sarjana Psikologi

Jumlah : 1 orang

Kepala bagian Sumber Daya Manusia dibantu oleh 2 kepala seksi yaitu :

- Kepala Seksi Perekrutan dan Pengembangan

Tugas : Bertanggung jawab dan bertugas melaksanakan perekrutan karyawan baru serta pengembangan sumber daya manusia

Pendidikan : Sarjana Psikologi

Karyawan : 3 orang staff (Sarjana Psikologi, SMA/SMK)

- Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasi kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian

Pendidikan : Sarjana Hukum / Psikologi

Jumlah : 1 orang

Bawahan : 4 orang staff (D3 Komunikasi/Psikologi)

b. Kepala bagian Umum

Tugas : Mengelola bidang hubungan masyarakat, keamanan, dan kesejahteraan karyawan.

Pendidikan : Sarjana Hukum/Sospol

Jumlah : 1 orang

Kepala Bagian Umum membawahi 2 Kepala Seksi, yaitu :

- Kepala Seksi Humas

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah dan masyarakat

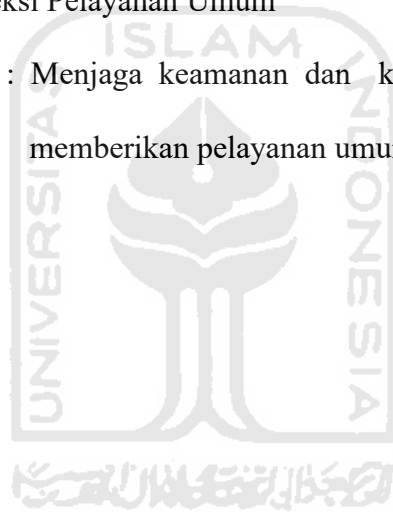
Pendidikan : Sarjana Hukum / Psikologi / Komunikasi

Jumlah : 1 orang

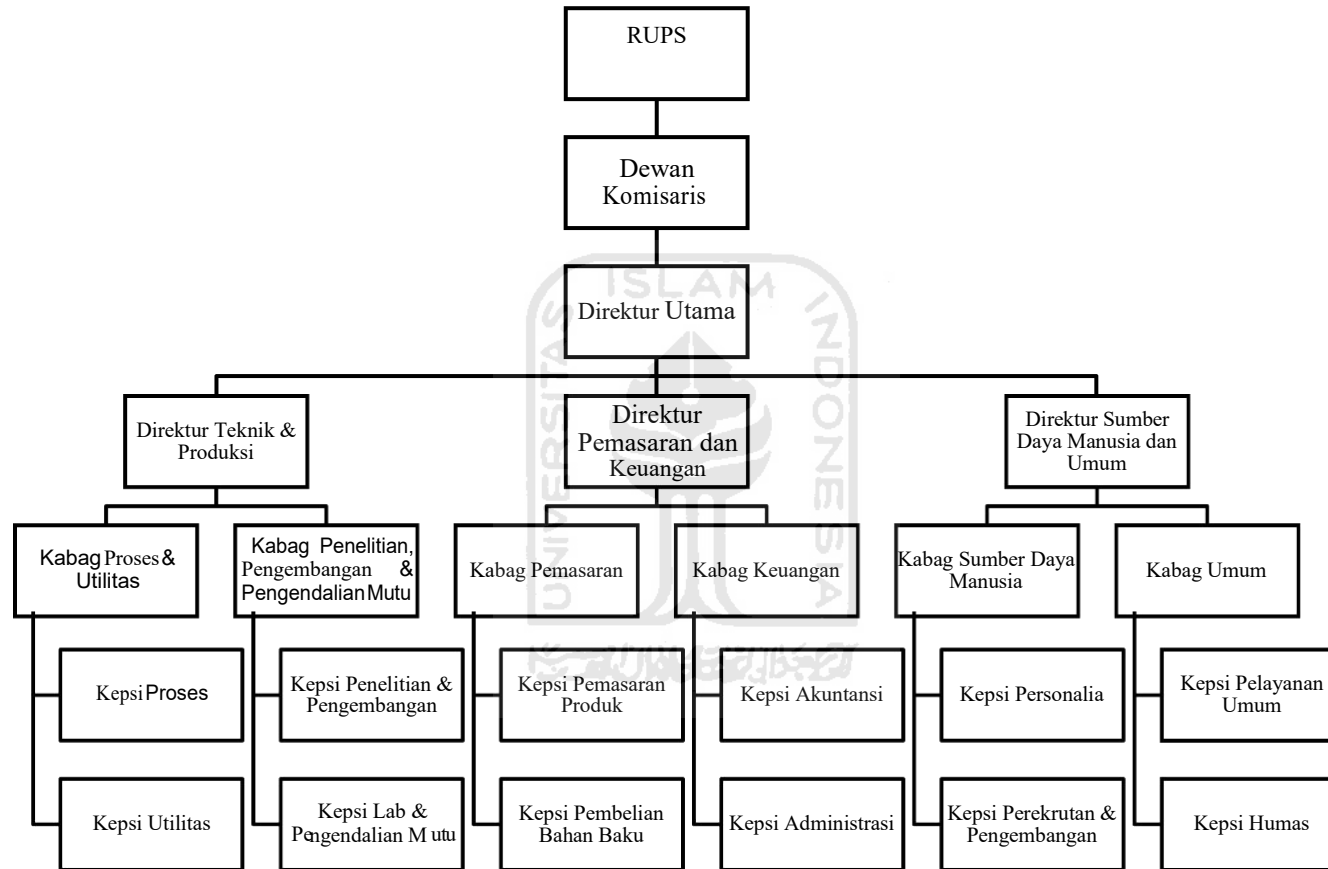
Karyawan : 3 orang staff (S-1 Ilmu Komunikasi, SMK/SMA)

- Kepala Seksi Pelayanan Umum

Tugas : Menjaga keamanan dan kebersihan pabrik, serta memberikan pelayanan umum kepada pegawai



Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Struktur Organisasi

4.6.2 Perincian Jumlah Karyawan

Penentuan jumlah karyawan harus dilakukan dengan menyesuaikan jenis proses dan jumlah unit proses agar pekerjaan dapat diselesaikan dengan efisien. Daftar kebutuhan operator tiap unit dapat dilihat pada Tabel 4.19

Tabel 4.19 Daftar Kebutuhan Operator Tiap Unit

No	Alat	Jumlah Unit	Jumlah Operator/unit/shift	Jumlah Operator/shift
Proses				
1	Mixer	2	0,2	0,4
2	Reaktor	2	0,5	1
3	Dekanter	1	0,2	0,2
4	Menara Distilasi	1	0,5	0,5
5	Netralizer	1	0,2	0,2
6	Evaporator	1	0,2	0,2
Utilitas				
1	Cation Exchanger	1	0,3	0,3
2	Anion Exchanger	1	0,3	0,3
3	Dearator	1	1	1
4	Cooling Tower	1	1	1
5	Clarifier	1	0,1	0,1
6	Sand Filter	1	0,1	0,1
7	Wastewater treatment plant	1	2	2
8	Air instrument plants	1	1	1
Total				8,3

Kebutuhan operator : 8 orang/shift

Jumlah shift : 4 shift

Jumlah operator : 32 orang

Cuti Tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan, maka hak tersebut akan hilang untuk tahun yang bersangkutan.

Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (*non-shift*), hari libur nasional dianggap hari libur. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur.

Kerja Lembur (*Over Time*)

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

4.6.3 Penggolongan Gaji

Penggajian karyawan berdasarkan tanggung jawab dan tingkat pendidikan. Gaji direksi dan karyawan dibayarkan pada tanggal 29 setiap bulannya, perincian gaji karyawan dapat dilihat pada Tabel 4.20 :

Tabel 4.20 Penggolongan Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/orang (Rp/bulan)	Gaji total (Rp/tahun)
1	Direktur Utama	1	45.000.000	540.000.000
2	Direktur	3	30.000.000	1.080.000.000
3	Kepala Bagian	6	20.000.000	1.440.000.000
4	Kepala Seksi	12	15.000.000	2.160.000.000
5	Engineer	8	7.000.000	672.000.000

Tabel 4.20 Lanjutan

6	Operator	37	5.000.000	2.232.000.000
7	Staff I	11	6.500.000	858.000.000
8	Staff II	12	5.000.000	720.000.000
9	Staff III	15	4.000.000	720.000.000
10	Teknisi	10	4.000.000	480.000.000
11	Analisis	4	4.000.000	192.000.000
12	Kepala Security	3	3.000.000	108.000.000
13	Security	15	2.500.000	450.000.000
14	Tenaga Kebersihan	10	2.000.000	240.000.000
15	Librarian	1	2.000.000	24.000.000
16	Medis	1	4.500.000	54.000.000
17	Paramedis	2	2.000.000	48.000.000
Total		151		12.018.000.000

4.6.4 Pengaliran Jam Kerja Karyawan

Pabrik Metil Salisilat beroperasi selama 24 jam dan 330 hari dalam setahun. Jam kerja karyawan dibedakan menjadi 2, yaitu :

a. Sistem Non-shift (*Normal Day*)

Sistem ini biasanya berlaku untuk karyawan yang bekerja di kantor, dan tidak berhubungan langsung dengan proses produksi. Karyawan nonshift bekerja 5 hari seminggu dan libur pada hari Sabtu, Minggu, dan hari besar, dengan jam kerja sebagai berikut :

Hari Senin s.d. Kamis : Jam kerja : 08.00 – 16.00

Istirahat : 12.00 – 13.00

Hari Jumat : Jam kerja : 08.00 – 16.30

Istirahat : 11.30 – 13.00

b. Sistem Shift

Sistem ini biasanya berlaku untuk karyawan yang bertugas di unit Produksi dan Laboratorium Produksi, sehingga perlu pengawasan secara 24 jam. Shift ini akan dibagi menjadi 3 shift kerja, yaitu :

Shift pagi : 07.00 – 15.00

Shift sore : 15.00 – 23.00

Shift malam : 23.00 – 07.00

Karyawan Shift terdiri atas 4 kelompok, yaitu A, B, C dan D. Dalam satu hari kerja, hanya 3 kelompok yang masuk, sehingga ada 1 kelompok yang libur. Pengaturan shift berdasarkan hari. Jadwal pembagian kerja (siklus) shift selama 30 hari tersaji pada Tabel 4.21

Tabel 4.21 Jadwal Shift Kerja Karyawan

Shift	Tanggal														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	I	I	I	-	-	-	III	III	III	II	II	II	I	I	I
B	II	II	II	I	I	I	-	-	-	III	III	III	II	II	II
C	III	III	III	II	II	II	I	I	I	-	-	-	III	III	III
D	-	-	-	III	III	III	II	II	II	I	I	I	-	-	-

Tabel 4.21 Lanjutan

Shift	Tanggal														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	-	-	-	III	III	III	II	II	II	I	I	I	-	-	-
B	I	I	I	-	-	-	III	III	III	II	II	II	I	I	I
C	II	II	II	I	I	I	-	-	-	III	III	III	II	II	II
D	III	III	III	II	II	II	I	I	I	-	-	-	III	III	III

4.6.5 Kesejahteraan Sosial Karyawan

1. Cuti

Tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan, maka hak tersebut akan hilang untuk tahun yang bersangkutan.

Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (*non-shift*), hari libur nasional dianggap hari libur. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur.

2. Pengobatan

Karyawan yang sakit akibat kecelakaan kerja, maka biaya pengobatan akan ditanggung oleh perusahaan. Dan biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijakan perusahaan.

3. Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi diberikan jika karyawan lebih dari 10 orang dan dengangaji diatas Rp.1.000.000 perbulan.

47 Evaluasi Ekonomi

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah suatu pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dan untuk mendapatkan perkiraan */estimation* tentang kelayakan

investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya keuntungan yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)

Meliputi :

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

2. Penentuan biaya produksi total (*Manufacturing Cost*)

Meliputi :

- a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
- b. Biaya produksi tidak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
- c. Biaya produksi Tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)

3. Pengeluaran Umum (*General Expense*)

4. Analisa Keuntungan

5. Analisa Kelayakan

Di dalam analisa ekonomi harga - harga alat maupun harga - harga lain diperhitungkan pada tahun analisa, untuk pabrik Metil Salisilat akan berdiri pada tahun 2025. Dan untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari dengan index pada tahun analisa. Data-data harga diambil dari Peter & Timmerhaus (1990), Perry (1998), dan matche.com (2014).

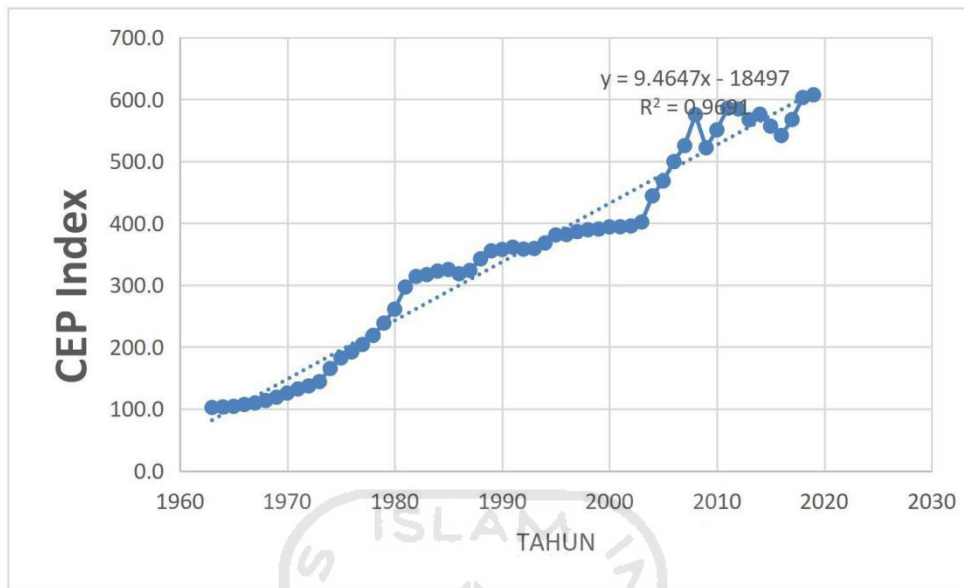
Harga indeks tahun 2025 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1963 sampai 2000, tersaji pada Tabel 4.22

Tabel 4.22 Data CEP (*Chemical Engineering Plant*) Indeks

Tahun	Indeks	Tahun	Indeks	Tahun	Indeks
1963	102,4	1982	314,0	2001	394.3
1964	103,3	1983	317,0	2002	395.6
1965	104,2	1984	322,7	2003	402
1966	107,2	1985	325,3	2004	444.2
1967	109,7	1986	318,4	2005	468.2
1968	113,7	1987	323,8	2006	499.6
1969	119,0	1988	342,5	2007	525.4
1970	125,7	1989	355,4	2008	575.4
1971	132,3	1990	357,6	2009	521.9
1972	137,2	1991	361,3	2010	550.8
1973	144,1	1992	358,2	2011	585.7
1974	165,4	1993	359,2	2012	584.6
1975	182,4	1994	368,1	2013	567.3
1976	192,1	1995	381,1	2014	576.1
1977	204,1	1996	381,7	2015	556.8
1978	218,8	1997	386,5	2016	541.7
1979	238,7	1998	389,5	2017	567.5
1980	261,2	1999	390,6	2018	603.1
1981	297,0	2000	394,1	2019	607.5

Sumber : www.matche.com

Grafik Hubungan CEP indeks dengan tahun dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Grafik Hubungan CEP Indeks dengan tahun

Hasil dari grafik tersebut dicari dengan persamaan regresi linier, yaitu

$$y = ax + b$$

Dimana :

y : variabel akibat (Dependent)

x : variabel penyebab (Independent)

a : koefisien regresi (keiringan)

b : konstanta

Nilai a dan b dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$a = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \qquad b = \frac{(\sum y)(\sum x)^2 - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

Persamaan yang diperoleh adalah :

$$y = 9,4647x - 18497$$

Dengan :

x : harga alat pada tahun X

y : CEP Indeks pada tahun X

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun didirikannya pabrik yaitu pada tahun 2025 adalah 669,02.

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi Peters & Timmerhaus (1990), Perry (1998) dan www.matche.com (2020). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan :

$$Nx = Ny \frac{Ex}{Ey} \quad (\text{Aries \& Newton, 1955})$$

Dalam hubungan ini :

Nx : Harga pembelian pada tahun pendirian pabrik

Ny : Harga pembelian pada tahun referensi

Ex : Index harga pada tahun pendirian pabrik

Ey : Index harga pada tahun referensi

4.7.1 *Capital Investment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran–pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas–fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment terdiri dari:

a. Fixed Capital Investment

Fixed Capital Investment atau modal tetap adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik secara fisik.

Pada Tabel 4.23 *fixed capital cost* meliputi

Tabel 4.23 Fixed Capital Cost

No.	Komponen	Rp
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	73.631.116.517
2	<i>Installation</i>	11.694.245.601
3	<i>Piping</i>	16.654.997.423
4	<i>Instrumentation</i>	18.345.497.236
5	<i>Insulation</i>	2.606.421.147
6	<i>Electrical</i>	4.079.043.477
7	Bangunan	22.089.334.955
8	Tanah dan pengembangan	49.444.667.478
9	<i>Utilities Total Cost</i>	16.352.816.000
<i>PHYSICAL PLANT COST (PPC)</i>		214.898.139.833
10	<i>Eng. and Costruction (20% PPC)</i>	42.979.627.967
<i>DIRECT PLANT COST (DPC)</i>		257.877.767.800
11	<i>Contractor's Fee (10% DPC)</i>	25.787.776.780
12	<i>Contingency (25% DPC)</i>	64.469.441.950
<i>FIXED CAPITAL INVESTMENT</i>		348.134.986.530

b. Working Capital Investment

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usah atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

Pada Tabel 4.24 *working capital invesment* meliputi :

Tabel 4.24 *Working Capital Invesment*

NO	Komponen	Rp
1	<i>Raw material inventory</i>	35.568.378.309
2	<i>In process inventory</i>	6.337.340.208
3	<i>Product inventory</i>	25.349.360.831
4	<i>Extended credit</i>	33.814.907.794
5	<i>Available cash</i>	54.923.615.133
<i>Working Capital Invesment (WCI)</i>		155.993.602.275

4.7.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut (Aries & Newton) pada Tabel 4.25, *Manufacturing Cost* meliputi:

a. *Direct Manufacturing Cost*

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Manufacturing Cost*

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Manufacturing Cost*

Fixed Manufacturing Cost adalah biaya – biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

Pada Tabel 4.25 *manufacturing cost* meliputi :

Tabel 4.25 Manufacturing Cost

No.	Komponen	Rp
1.	Bahan baku proses	460.662.850.959
2.	<i>Labor</i>	3.210.000.000
3.	<i>Supervisi</i>	481.500.000
4.	<i>Maintenance</i>	20.888.099.192
5.	<i>Plant supplies</i>	3.133.214.879
6.	<i>Royalties and patent</i>	8.791.876.026
7.	<i>Bahan baku utilitas</i>	77.550.286.829
<i>Direct Manufacturing Cost</i>		574.717.827.884
8.	<i>Payroll overhead</i>	642.000.000
9.	<i>Laboratory</i>	642.000.000
10.	<i>Plant overhead</i>	2.568.000.000
11.	<i>Packaging and shipping</i>	43.959.380.132
<i>Indirect Manufacturing Cost</i>		47.811380.132
12.	<i>Depreciation</i>	27.850.798.922
13.	<i>Property tax</i>	5.222.024.798
14.	<i>Insurance</i>	3.481.349.865
<i>Fixed Manufacturing Cost</i>		36.554.173.586
<i>Manufacturing Cost</i>		659.083.381.602

4.7.3 General Expense

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran–
pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak
termasuk *Manufacturing Cost*.

Pada Tabel 4.25 *general expence* meliputi :

Tabel 4.26 General Expence

No	Komponen	Rp
1	<i>Administration</i>	13.181.667.632
2	<i>Sales expense</i>	43.959.380.132
3	<i>Research</i>	35.167.504.106
4	<i>Finance</i>	20.402.894.834
General Expense		112.711.446.703

4.7.4 Analisa Keuntungan

Pendapatan per tahun = Rp. 879.187.602.639

Total *Cost* per tahun =Rp. 771.794.828.305

Keuntungan sebelum pajak =Rp. 107.392.774.333

Pajak pendapatan 25% =Rp. 26.848.193.583

Keuntungan sesudah pajak = Rp. 80.544.580.750

4.7.5 Analisa Kelayakan

Untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh suatu pabrik tergolong
besar atau tidak, maka dilakukan suatu analisa kelayakan. Beberapa cara
yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah :

a. Percent Return Of Investment (ROI)

Return Of Investment adalah kecepatan tahunan pengembalian investasi (modal) dari keuntungan. Untuk menghitung besarnya ROI maka digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{ROI} : \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100 \%$$

Besar kecilnya ROI tergantung pada derajat resiko atau kemungkinan kegagalan yang terjadi. Untuk kategori *low risk chemical industry* , minimum *acceptable ROI before tax* adalah sebesar 11% (Aries and Newton, 1955).

Hasil perhitungan untuk pabrik metil salisilat adalah :

ROI sebelum pajak : 30.85 %

ROI setelah pajak : 23.14 %

b. Pay Out Time (POT)

POT adalah jangka waktu pengembalian investasi (modal) berdasarkan keuntungan perusahaan dengan mempertimbangkan depresiasi. Berikut persamaannya :

$$\text{POT} : \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi})}$$

Untuk kategori *low risk chemical industry*, maximum *accepable POT before tax* adalah 5 tahun (Aries and Newton, 1955). Pabrik metil salisilat masuk dalam batas POT before tax, yaitu :

POT sebelum pajak : 2.57 tahun

POT setelah pajak : 3,2 tahun

c. **Break Even Point (BEP)**

Break Even Point (BEP) adalah titik perpotongan antara garis *sales* dengan total *cost*, yang menunjukkan tingkat produksi dimana *sales* akan sama dengan total *cost*. Pengoprasian pabrik di bawah kapasitas tersebut akan mengakibatkan kerugian dan pengoprasian pabrik di atas kapasitas produksi tersebut, maka pabrik akan untung.

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

Fa:	<i>Depreciation</i>	: Rp 27.850.798.922
	<i>Property taxes</i>	: Rp 5.222.024.798
	<i>Insurance</i>	: Rp 3.481.349.865
	Total Fa	: Rp 36.554.173.586

Va:	<i>Raw material</i>	:Rp 460.662.850.959
	<i>Packaging + transport</i>	:Rp 43.959.380.132
	<i>Utillies</i>	: Rp77.550.286.829
	Royalti	: Rp 8.791.876.026
	Total Va:	: Rp 590.964.393.946

Ra:	Labor	:Rp 3.210.000.000
	Payroll overhead	:Rp 642.000.000
	Supervisi	:Rp 481.500.000
	Laboratorium	:Rp 642.000.000
	General expense	:Rp 112.711.446.703
	Maintenance	:Rp 20.888.099.192
	Plant supplies	:Rp 3.133.214.879
	Plant overhead	:Rp 2.568.000.000
	Total Ra	:Rp 144.276.260.774

Sa Total penjualan : Rp 879.187.602.639

BEP = 42.64 %

d. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah suatu tingkat produksi dimana pada kondisi ini, menutup pabrik lebih menguntungkan dari pada mengoperasikannya. Keadaan ini terjadi bila *output* turun sampai dibawah BEP dan pada kondisi dimana *fixed expence* dengan selisih antara *total cost* dan *total sales*

$$\text{SDP} : \frac{(0,3 \times R_a)}{S_a - V_a - (0,7 \times R_a)} \times 100 \%$$

$$\text{SDP} = 23.12 \%$$

e. Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atas investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik (10 tahun). *Rate Of Return Based On Discounted Cash Flow* adalah laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

$$FC + WC = C \times \left[\frac{1}{(1+i)} + \frac{1}{(1+i)^2} + \frac{1}{(1+i)^3} + \frac{1}{(1+i)^4} + \dots + \frac{1}{(1+i)^{10}} \right] + \frac{WC + SV}{(1+i)^{10}}$$

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

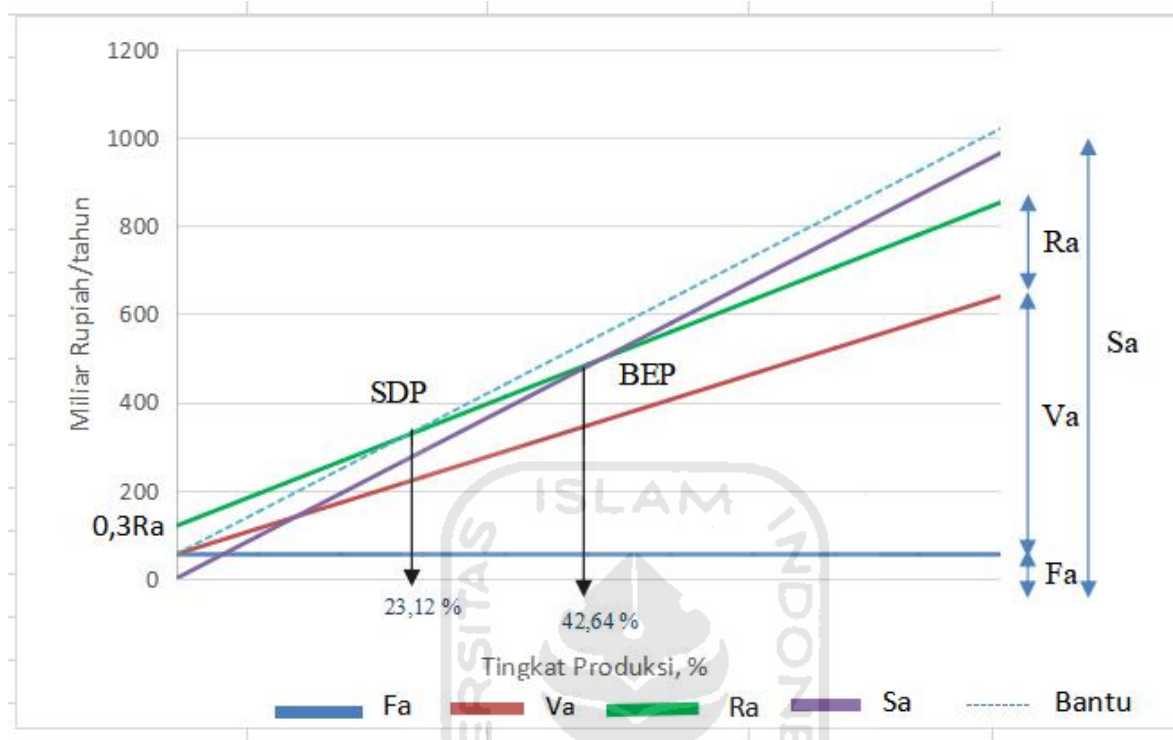
C : *Cash flow : profit after taxes + depresiasi + finance*

DFC lebih besar dibandingkan suku bunga pinjaman ($\pm 9,75\%$), sehingga memenuhi persyaratan yaitu DCF didapatkan lebih dari 1,5 kali suku bunga pinjaman bank yang berlaku.

Dengan trial and error diperoleh nilai DCF = 23.54 %



Grafik BEP dan SDP dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Grafik BEP dan SDP.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tinjauan dari bahan baku, kondisi operasi dan proses, maka pabrik metil salisilat digolongkan sebagai pabrik yang beresiko rendah (*low risk*), karena kondisi operasinya baik temperatur maupun tekanan tidak tergolong ekstrim. Serta bahan baku dan produknya memiliki tingkat toxic, flammable dan explosive rendah. Hasil analisa ekonomi pabrik metil salisilat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dapat dilihat pada tabel 5.1

Tabel 5.1 Hasil Analisa Ekonomi

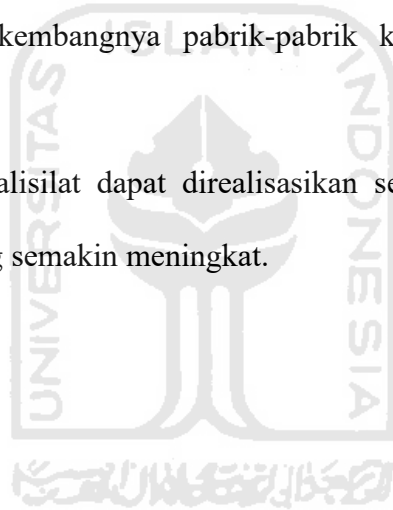
No	Parameter Kelayakan	Perhitungan	Standar kelayakan (Aries and Newton, 1955)
1	Profit sebelum pajak	Rp107,392,774,333	
2	Profit sesudah pajak	Rp80,544,580,750	
3	ROI sebelum pajak	30.85%	Low Risk
4	ROI setelah pajak	23.14%	Minimum 11 %
5	POT sebelum pajak	2.574	Low Risk
6	POT sesudah pajak	3.212	Maksimum 5 tahun
7	DCFR	23.54%	1,5 x bunga simpanan
8	BEP	42.64%	40 % - 60 %
9	SDP	23.12%	

Dari hasil analisis ekonomi dapat disimpulkan bahwa Pabrik Metil Salisilat dari Asam Salisilat dan Metanol dengan Kapasitas 20.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan dan menarik 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, 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 metil salisilat dapat direalisasikan sebagai kebutuhan dimasa mendatang yang semakin meningkat.



DAFTAR PUSTAKA

Buku :

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1954, "*Chemical Engineering Cost Estimation*",
Mc.Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Brown, G.G., 1950, "*Unit Operations*", pp. 131-143; 174-186; John Wiley and
Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, "*Chemical Engineering Design*", Vol. 6,
pp.157-161; 762-778, Pergamon Press, Oxford.
- Geankoplis, J.Christie., 1978, "*Transport Process and Unit Operation*", Prentice
Hall International.
- Gerhartz W (exec ed.). *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 5th ed.*
Volume A1: Deerfield
- Kern, D.Q., 1950, "*Process Heat Transfer*", pp. 110-115; 266-276; 468-474; 816;
828-834; 836-845, McGraw-Hill International Book Company Inc., New
York.
- Kirk, R.E., and Othmer, F. 1979, "*Enclopedia of Chemical Technology*," 4th Ed,
Vol. 3. New York.
- Mc Cabe, Smith, J.C., and Harriot, 1985, "*Unit Operation of Chemical
Engineering*", 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.
- Rase, H.F., and Holmes, J. R., 1977, "*Chemical Reactor Design for Process Plant*",
Volume One : Principles and Techniques, John Wiley and Sons, Inc., New
York.

Yaws, C.L. , 1999, "*Chemical Properties Handbook*", McGraw-Hill, New York.

Thesis :

Chandavas, Chaiya. 1997. "*Pervaporation-Assisted Esterification Of Salicylic Acid.*" Thesis, tidak diterbitkan, *Department of Chemical Engineering, Chemistry, and Environmental Science New Jersey Institute of Technology.*

Jurnal :

Dong, W.C, and Hui, W.C. 2016 "*Preparation method of environmental methyl salicylate.*"

Hong, Zhang Xu. 2008. "*Micro-wave synthetic method for preparing methyl salicylate.*"

Storhagen S *et al.* (2003). *Dentifrices and mouthwashes ingredients and their use. A report prepared at and made publicly available by the Department of pharmacology and pharmaterapy of the Institute for clinical odontology at the University of Oslo.*

Website :

www.alibaba.com, diakses tanggal 13 Juni 2020.

Badan Pusat Statistik, "*Data Impor Methyl Salicylate di Indonesia*",

www.bps.go.id, diakses tanggal 23 juli 2020.

Matche, "*Equipment Cost*", www.matche.com, diakses tanggal 15 Juni 2020.

LAMPIRAN REAKTOR (R-01)

Tugas : Mereaksikan asam salisilat dan metanol dengan bantuan katalis asam sulfat

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Kondisi Operasi

Suhu Operasi : 68°C

Tekanan : 1,5 atm

Waktu : 3,5 jam

Reaksi yang terjadi : Endotermis

Reaksi yang terjadi :



Reaksi Pembentukan Metil Salisilat

1. Menentukan kecepatan reaksi

Persamaan Laju Reaksi :

$$(-r_a) = k \cdot C_a \cdot C_b$$

$$C_a = C_{a0} (1 - X_a)$$

$$C_b = C_{b0} - C_{a0} \cdot X_a$$

$$M = \frac{C_{b0}}{C_{a0}}$$

$$C_{A_0} = \frac{F_A}{V_0}$$

Dengan :

$$(-r_A) = \text{laju reaksi } C_8H_8O_3, \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{jam}$$

$$k = \text{konstanta laju reaksi, m}^3/\text{kmol} \cdot \text{jam}$$

C_a = konsentrasi $C_7H_6O_3$, kmol/m³

C_b = konsentrasi CH_3OH , kmol/m³

Persamaan Volume Reaktor :

$$V = \frac{F_{A_0} (X_{out} - X_{in})}{-r_A}$$

$$V = \frac{F_p x C_{A0} - F_p x C_{A1}}{(-r_A)}$$

$$V = \frac{F_{A_0} \cdot X_A}{-r_A}$$

$$C_{A_0} = \frac{F_{A_0}}{V_0}$$

$$V = \frac{F_{A_0} (X_n - X_{n-1})}{-r_A}$$

$$V = \frac{F_{A_0} (X_n - X_{n-1})}{k \cdot C_A \cdot C_B}$$

$$\frac{V \cdot k \cdot C_A \cdot C_B}{F_{A_0}} = X_n - X_{n-1}$$

$$\frac{V \cdot k \cdot C_{A_0}^2 (1 - X_n)(M - X_n)}{F_{A_0}} = X_n - X_{n-1}$$

$$X_{n-1} = X_n - \frac{V \cdot k \cdot C_{A_0}^2 \cdot (1 - X_n)(M - X_n)}{V_0 \cdot C_{A_0}}$$

$$X_{n-1} = X_n - \frac{V \cdot k \cdot C_{A_0} (1 - X_n)(M - X_n)}{V_0}$$

$$v_0 = 8.275,05 \text{ L/jam}$$

$$C_{a0} = 2,1607 \text{ mol/L}$$

$$X_A = 0,95 \text{ mol/L}$$

$$k = 0,0672 \text{ mol/L}^{-1} \text{ h}^{-1}$$

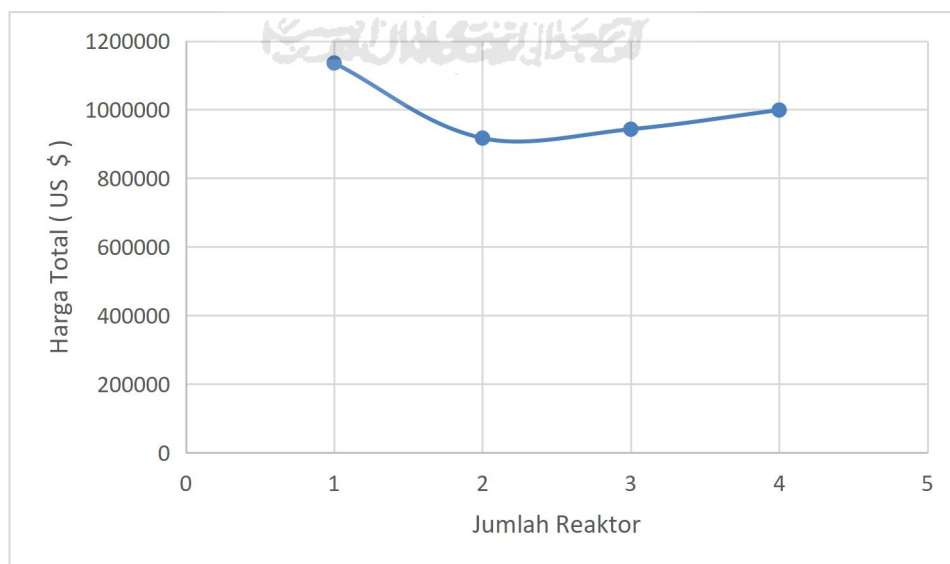
$$C_{b0} = 17,2856 \text{ mol/L}$$

$$MBA = 8$$

Tabel 1 Optimasi Reaktor

Untuk mengetahui jumlah reaktor dilakukan optimasi. Dengan menggunakan harga reaktor yang didapat dari <http://www.matche.com/equipcost/Reactor.html> untuk mempertimbangkan jumlah reaktor dengan harga minimal.

1 reaktor			3 reaktor		
xa ₁	=	0,95	xa ₃	=	0,95
xa ₀	=	0	xa ₂	=	0,87
volume reaktor	=	153.593,39 L	xa ₁	=	0,63
waktu reaksi	=	18,561 jam	xa ₀	=	0
Volume Total	=	153.593,39 L	volume reaktor	=	13.604,01
			waktu reaksi	=	1,643 jam
			Total Volume	=	40.812,043 L
2 reaktor			4 reaktor		
xa ₂	=	0,95	xa ₄	=	0,95
xa ₁	=	0,78	xa ₃	=	0,90
xa ₀	=	0	xa ₂	=	0,78
volume reaktor	=	27.732,126 L	xa ₁	=	0,53
waktu reaktor	=	3.3512 jam	xa ₀	=	0
Total Volume	=	55.464,25 L	volume reaktor	=	8.810,88 L
			waktu reaksi	=	1,0647 jam
			Total Volume	=	35.243,55 L



Grafik 1. Grafik Optimasi Reaktor

Dilihat dari segi ekonomi, jumlah reaktor berpengaruh pada harga reaktor. Dari hasil optimasi, didapatkan harga paling ekonomis dengan menggunakan 2 buah reaktor.

2. Reaktor 01

a. Data Cairan R-01

Komposisi cairan masuk reaktor T = 68°C P = 1,5 atm

Tabel 2 Komposisi Cairan Masuk R-01

Komponen	kg	wi	kmol	xi
CH3OH	4577,2480	0,5944	143,0390	0,8439
C7H6O3	2467,4227	0,3204	17,8799	0,1055
H2SO4	615,0968	0,0799	6,2765	0,0370
H2O	41,4960	0,0054	2,3053	0,0136
Total	7701,2636	1	169,5007	1

- Densitas Cairan

$$\text{Density} = A \left[B^{-\left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^n} \right]$$

Tabel 3 Densitas Cairan R-01

Komponen	wi	A	B	N	Tc	(1 - T/Tc)^n	ρ (kg/m3)	ρ.wi
CH3OH	0,5944	0,27197	0,27192	0,2331	512,58	0,77483	745,9939	443,3816
C7H6O3	0,3204	0	0	0	0	0	1443,000	462,3255
H2SO4	0,0799	0,42169	0,19356	0,28570	647.13	0,80746	1588,0487	126,8368
H2O	0,0054	0,34710	0,27400	0,28571	647.13	0,80746	987.2957	5,3197
Total	1							103,8638

(Yaws, C L,1999)

- Viskositas Cairan

$$\log(\mu) = A + \left(\frac{B}{T}\right) + (C \times T) + (D \times T^2)$$

Tabel 4 Viskositas Cairan

Komponen	Wi	A	B	C	D	μ(cp)	μ.wi
CH3OH	0.5944	-9.0562	1.25E+03	2.24E-02	-2.35E-05	0.3291	0.1956
C7H6O3	0.3204	0	0	0	0	0	0
H2SO4	0.0799	-18.7045	3.50E+03	3.31E-02	-1.70E-05	7.0745	0.5650
H2O	0.0054	-10.2158	1.79E+03	1.77E-02	-1.26E-05	0.4149	0.0022
Total	1.0000					7.8186	7.8186

b. Perancangan R-01

Volume cairan	= 27,7321 m ³
Overdesign	= 20%
Volume design	= 33,2844 m ³
Bahan yang dipakai	= Stainless Steel AISI 316
Efisiensi pengelasan (E)	= 0,8 (tabel 13.2 brownell 1959:254)
Allowable stress (f)	= 18750 psi (Coulson hal 812)
Corrosion Allowance (C)	= 0,1575 in (tabel 6, Timmerhaus,1991:542)

1) Shell

- Menghitung Diameter dan Tinggi Reaktor

Dipilih H/D = 3/2

$$D = \sqrt[3]{\frac{8V_{reaktor}}{3\pi}}$$

$$D = 119,9225 \text{ in} = 3,0460 \text{ m}$$

$$H = \frac{3}{2} \times D$$

$$H = 179,8837 \text{ in} = 4,5690 \text{ m}$$

- Menghitung Design Tekanan

$$\text{Faktor kemanan} = 10\%$$

$$P_{\text{operasi}} = 1,5 \text{ atm}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = 0,3825 \text{ atm}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \rho_{\text{campuran}} \times g \times h_c$$

$$P_{\text{design}} = P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$P_{\text{design}} = 2,2591 \text{ atm}$$

- Menghitung tebal *shell*

Berikut persamaan untuk menghitung tebal shell :

$$t_{\text{shell}} = \frac{P_{\text{desain}} \times r_i}{fE - 0.6P_{\text{desain}}} + C \quad (\text{Pers.13; hal 254; Brownell})$$

Maka tebal shell yang di dapat adalah = 0.2903 in = 0.0073 m

Dari tabel 5.7 (Brownell and Young, 1959) di dapat :

OD	= 120 in
icr	= 7,25 in
r	= 120 in
t _{shell} standar	= 0,375 in
ID _{shell}	= 119,25 in

- Menghitung Tinggi Shell

$$H_{\text{shell}} = ID_{\text{shell}} \times \frac{3}{2}$$

$$H_{\text{shell}} = 178.875 \text{ in} = 4,5434 \text{ m}$$

- Volume Shell

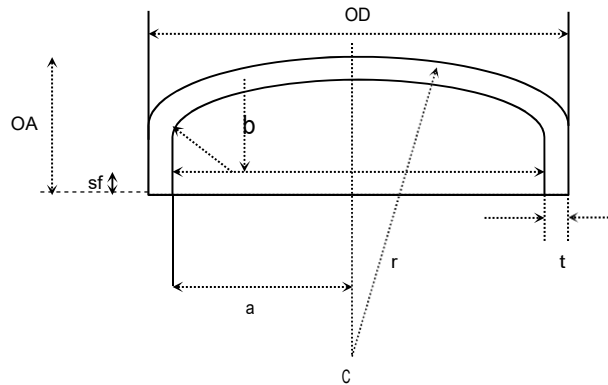
$$V_{\text{shell}} = \frac{\pi^2}{4} \times ID_{\text{shell}}^2 \times H_{\text{shell}}$$

$$V_{\text{shell}} = 32,72766586 \text{ m}$$

2) Head

- Jenis Head

Jenis : Torispherical Dished Head



Gambar 1 Head

- Tebal Head

$$t_{head} = \frac{P_{desain} \times r \times w}{fE - 0,2P_{desain}} + C$$

Digunakan persamaan dari Pers. 13.1, Brownell & Young, 1959 hal. 254

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

$$w = 1,7670$$

$$t_{head} = 0,3921 \text{ in}$$

diambil tebal_{head} standar 5/16 , dari tabel 5.6 (Brownell and Young, 1959) nilai Straight flange (sf) berkisar antara 1,5 – 3.

Maka diambil nilai sf = 2

- Volume Head

$$V_{tanpa\ sf} = 0,000049 \times ID^3$$

$$V_{tanpa\ sf} = 0,00136 \text{ m}^3$$

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} ID^2 \cdot sf$$

$$V_{sf} = 0,3658 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{head}} = V_{\text{tanpa sf}} + V_{\text{sf}}$$

$$V_{\text{head}} = 0,3672 \text{ m}^3$$

- Tinggi Head

$$H_{\text{head}} = \text{ID} \cdot D + \text{sf} + t_{\text{head}}$$

$$= (25 \% \text{ ID}_{\text{shell}}) + \text{sf} + t_{\text{head}}$$

$$= 0,6663 \text{ m}$$

- Diameter Ekuivalen

$$De = OD + \frac{OD}{42} + 2\text{sf} + \frac{2}{3} \text{icr}$$

$$De = 3,34493 \text{ m}$$

- Luas Permukaan Total

$$A_{\text{total}} = \pi \times OD \times H + \frac{\pi}{4} De^2 = 61,0499 \text{ m}^2$$

3) Pengaduk

Jenis : Radial (six blade turbine)

Berdasarkan fig. 477 (Brown, 1978) diperoleh :

$$Dt / Di = 3$$

$$Zi / Di = 0,75 - 1,3$$

$$\text{wb} / Di = 0,04$$

$$Zl / Di = 2,7 - 3,9 \quad n = 4$$

$$\text{WELH} = \frac{Sg}{Zl}$$

$$\text{jumlah pengaduk} = \frac{\text{WELH}}{ID}$$

$$N = \frac{600}{\pi \cdot Di} \sqrt{\frac{\text{WELH}}{2 \cdot Di}}$$

$$Pa = Np \cdot \rho \cdot N^3 \cdot Di^5$$

Dengan :

Dt : Diameter tangki Di : Diameter pengaduk
 Zl : Tinggi Cairan Zi : Jarak pengaduk dari dasar tangki
 Wb : Lebar baffle n : jumlah baffle
 Sg : *Specific Gravity* WELH : Water Equivalent Liquid Height
 N : Kecepatan putar pengaduk

Pa : Power Pengaduk

Dt = 119,2500 in Di = 39,7500 in

Zl = 155,0250 in Zi = 51,6750 in

wb = 6,7575 in n = 4

Sg = 0,9427 WELH = 3,7118 m

Kecepatan putar pengaduk (N) = 78.2101

rpm Diambil kecepatan standar = 78 rpm

Power Pengaduk = 15 hp

kecepatan standar = 1,30 rps

4) Jaket Pemanas R-01

Suhu steam masuk : 302oF

Suhu steam keluar : 302oF

ΔT standard : 77oF

Suhu rata-rata : 302oF

Cp air : 0,0186 btu/lb.F

ρ air : 56,3812 lb/ft³

Beban panas (Q) : 1300071,3608 btu/jam

λ steam : 908,6 btu/lb.F

- Menghitung jumlah steam yang dibutuhkan (W_t)

$$W_t = \frac{Q}{\lambda}$$

Maka $W_t = 649,0226$ kg/jam

- Menghitung kecepatan volumetrik steam (Q_v)

$$Q_v = \frac{W_t}{\rho_{air}}$$

Maka $Q_v = 0,7186$ m³/jam

- Menghitung luas perpindahan panas (A)

$$A = \frac{Q}{UD \cdot \Delta T}$$

Nilai UD diambil dari table 8 (Kern, 1965), dengan :

Hot fluid : steam

Cold Fluid : *medium organics*

UD = 50-100

Diambil nilai UD = 50

Suhu masuk reaktor (T_1) = 68°C

Suhu keluar reaktor (T_2) = 68°C

Suhu pemanas masuk (t_1) = 150°C

Suhu pemanas keluar (t_2) = 150°C

Jadi luas perpindahan panas (A) = 176,1614 ft²

- Dimensi Jacket

✓ Diameter jacket

$$\text{Tebal jacket (DD)} = \frac{P \times R}{SE - 0,6P} + C$$

$$\text{DD} = 0,8 \text{ in} = 0,0203 \text{ m}$$

(dari table 5.7 brownell)

Diameter dalam jaket (ID jaket)= OD reaktor = 120 in

Diameter luar jaket (OD jaket) = ID jaket + (2 x DD)
= 121,6 in (dari table 5.7 brownell)

✓ Tinggi jaket

Tinggi jaket = Tinggi cairan dalam shell = 119,3111 in
= 3,8075 m

3. Perancangan Pipa

Di, opt = $3,9 \times Q^{0,45} \times \rho^{0,13}$

c. Perancangan pipa umpan dari M-01

✓ Debit cairan = 6,9994 m³/jam

✓ ρ cairan = 1014,08 kg/m³

✓ Di, opt = 2,0018 in

Maka sesuai tabel 11 kern dipilih :

ID = 2.067 in

OD = 2.38in

IPS = 2 in

Ao = 3.35 in²

SN = 40

d. Perancangan pipa untuk katalis asam sulfat ke reaktor

✓ Debit cairan = 0,38073 m³/jam

✓ ρ cairan = 1648,51 kg/m³

✓ Di, opt = 0,57550 in

Maka sesuai tabel 11 kern dipilih :

ID	= 0,622 in
OD	= 0,840 in
IPS	= 0,5 in
Ao	= 0,304 in ²
SN	= 40

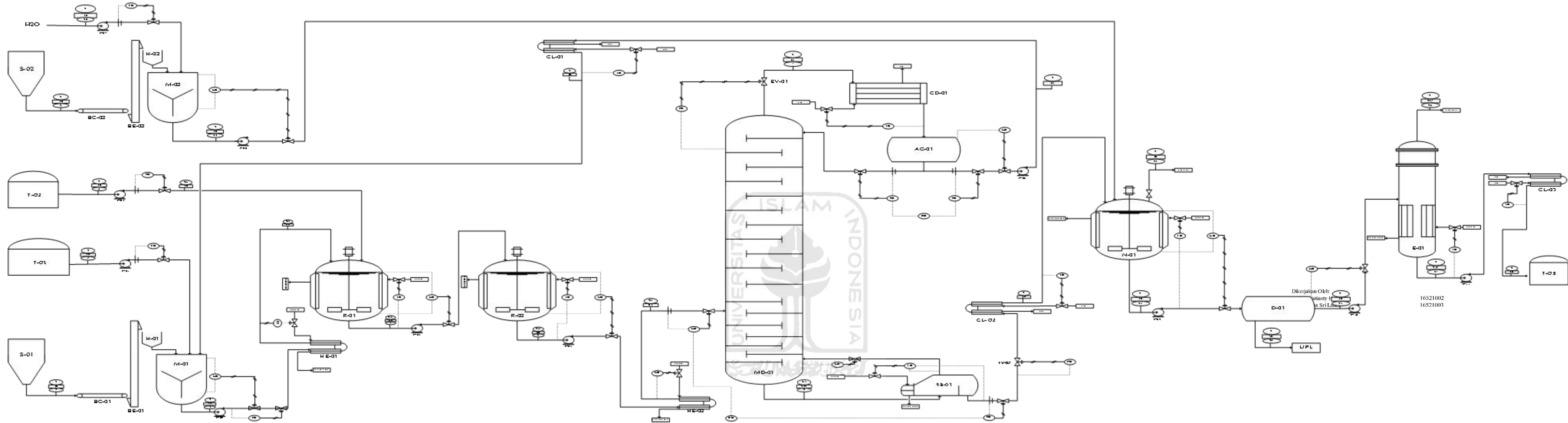
e. Perancangan pipa untuk larutan hasil reaksi dari reaktor

✓ Debit cairan	= 7,4203 m ³ /jam
✓ ρ cairan	= 1037,86 kg/m ³
✓ Di, opt	= 2.0622 in

Maka sesuai tabel 11 kern dipilih :

ID = 2,067 in	
OD	= 2,380 in
IPS	= 2 in
Ao	= 3,35 in ²
SN	= 4

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT DARI METANOL DAN ASAM SALISILAT
DENGAN KAPASITAS 20.000 TON / TAHUN**



Dikerjakan Oleh:
1. Satri Astuty Holza
2. Rahemas Sri Laude

16521002
16521003

Komponen	Nomor Arus (Kg/Jam)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
CH3OH	-	745,2332	4577,2480	-	4136,6879	4033,6998	3832,0148	201,6850	-	-	-	201,6850	-	100,8425	100,842495	89,6246	11,2179
C7H6O3	2467,4227	-	2467,4227	-	567,5072	123,3711	-	123,3711	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C8H8O3	-	-	-	-	2092,6606	2581,8539	-	2581,8539	-	-	-	2581,8539	-	9,5104	2572,3435	175,5963	2396,7472
H2SO4	-	-	-	615,0968	615,0968	615,0968	-	615,0968	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H2O	24,9235	1,1195	28,9430	12,5530	289,3111	347,2418	2,9000	344,3418	7,1989	13533,9206	13541,1195	14006,4843	-	13586,2898	420,1945	302,9470476	117,2474816
Na2CO3	-	-	-	-	-	-	-	-	712,6905	-	712,6905	-	-	-	-	-	-
CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	295,8337933	-	-	-	-
C7H5NaO3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	143,0390	-	143,0390	-
Na2SO4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	891,2628	-	891,2628	-
Total	2492,3462	746,3527	7073,6137	627,6498	7701,2636	7701,2636	3834,9148	3866,3488	719,8894	13533,9206	14253,8100	17824,3250	295,8338	14730,9445	3093,3806	568,1680	2525,2126

ALAT	KETERANGAN
AC	Accumulator
BC	Belt Conveyor
BE	Bucket Elevator
CD	Condensor
D	Decanter
E	Evaporator
EV	Expansion Valve
H	Hopper
HE	Heater
CL	Cooler
M	Mixer
MD	Menara Distilasi
N	Netralizer
P	Pompa
R	Reaktor
RB	Reboiler
S	Silo
T	Tangki Penyimpanan
UPL	Unit Pengolahan Limbah

SIMBOL	KETERANGAN
FC	Flow Controller
LC	Level Controller
PC	Pressure Controller
RC	Ratio Controller
TC	Temperature Controller
Suhu, C	Suhu, C
Tekanan, atm	Tekanan, atm
Nomor Arus	Nomor Arus
Control Valve	Control Valve
Pneumatic Signal	Pneumatic Signal
Electrical Signal	Electrical Signal
Piping	Piping
Vent	Vent

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT
DARI ASAM SALISILAT DAN METANOL
DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

Dikerjakan Oleh:
1. Satri Astuty Holza
2. Rahemas Sri Laude

Dosen Pembimbing:
1. Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T.
2. Lili Kristyanti S.T., M.Eng