

**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM METILAT DARI METANOL DAN
NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN KAPASITAS 90.000 TON/TAHUN**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Oleh :

Nama : Nanda Aprili Haque

Nama : Ridho Angkasa Putra

NIM : 1952190

NIM : 19521108

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2024

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

PRARANCANGAN PABRIK SODIUM METILAT DARI METANOL DAN NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN KAPASITAS 90.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nanda Aprili

Nama : Ridho Putra Angkasa Tjolly

NIM : 19521090

NIM : 19521108

Yogyakarta, 28 Mei 2024

Menyatakan bahwa karya ini telah disusun sesuai dengan kaidah ilmiah. Jika dikemudian hari ditemukan plagiarisme, maka kami bersedia untuk mempertanggungjawabkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya :

Yang bertanda tangan dibawah ini:



Nanda Aprili Haque

NIM. 19521090



Ridho Angkasa Putra Tjolly

NIM. 19521108

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM METILAT DARI METANOL DAN
NATRIUM HIDROKSIDA DENGAN KAPASITAS 90.000 TON/TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Nanda Aprili	Nama : Ridho Putra Angkasa Tjolly
NIM : 19521090	NIM : 19521108

Yogyakarta, 28 Mei 2024

Pembimbing



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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM METILAT DARI METANOL
DAN NAOH KAPASITAS 90.000 TON/TAHUN
PRARANCANGAN PABRIK

Oleh:
Nama : Nanda Aprili Haque
Nim 19521090

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Juli 2024

Tim Penguji,

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

Ketua



15/7/24

12 - 07 - 2024

Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.

Anggota I



12 - 07 - 2024

Ifa Puspasari, S.T., M.T., Ph.D.

Anggota II



Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Puji Syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat Rahmat dan hidayah – Nyalah penulis akhirnya dapat menyusun dan menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Prarancangan Pabrik Sodium metilat dari Metanol dan Natrium Hidroksida Dengan Kapasitas 90.000 Ton/Tahun” yang mana dilakukan untuk syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis mendapat banyak arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka dari itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak terkait, yaitu :

1. Allah SWT yang Maha Esa, karena dengan izinnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan seluruh keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan, baik secara moral maupun meterial serta nasihat dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T., IPU, ASEAN.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

4. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan akademik.
5. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan akademik.
6. Dr. Bapak Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan waktu, arahan dan bimbingannya selama penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Seluruh jajaran Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia angkatan 2019 yang selalu memberikan dukungan serta saling membagikan ilmunya.
9. Dimas Firja Al-qindy yang telah menemani, menyemangati, mendukung penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan serta masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang dapat membangun sangat penulis harapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat dipahami dan bermanfaat bagi penulis maupun orang yang membacanya.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

LEMBAR PERSEMBAHAN



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat hidayah dan karunia – Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini dengan baik. Saya sangat bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan saya segala nikmat – Nya dan salah satunya adalah saya dapat berkesempatan menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.

Pengerjaan dan penulisan Tugas Akhir ini tentunya tidak semata – mata mulus seperti harapan setiap orang. Dibalik itu semua ada ada banyak rintangan, kesulitan dan hal – hal yang ada diluar ekspektasi. Tetapi saya percaya sesuai dengan yang Allah SWT janjikan bahwa di setiap kesulitan pasti ada kemudahan. Kemudahan yang paling saya rasakan adalah bahwa Allah SWT menghadirkan orang – orang baik disekitar saya. Di lembar persembahan ini, terimakasih terbesar akan saya berikan kepada :

Orang tua dan keluarga tercinta atas segala kasih sayang yang selalu mendukung, mendoakan dan menguatkan saya dengan berbagai upaya mulai dari moril hingga materi tanpa kekurangan apapun yang saya rasakan hingga detik ini. Semua yang saya raih, termasuk gelar yang saya dapatkan sekarang tentunya berkat doa dan restu dari orangtua dan keluarga yang tidak ternilai harganya.

Bapak Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yangtelah membimbing dan membantu saya dengan sangat baik sampai saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Serta segala bentuk wejangan dan nasihat yang diberikan selama masa pengerjaan Tugas Akhir.

Dimas Firja Al-Qindy yang selalu memberikan dukungan dan semangat setiap harinya serta selalu menemani dan menjadi pendengar yang baik atas keluh keash saya selama penyusunan Tugas Akhir ini berlangsung.

Teman – teman saya Icha, Clarissa, Brisyela, Delsa, Shafa dan Ayun, serta teman – teman yang terlibat dan tidak bisa saya sebutkan Namanya satu persatu. Terimakasih sudah selalu turut membantu atas setiap kesulitan saya serta doa, dukungan, motivasi dan semangat yang diberikan selama masa perkuliahan saya.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMBANG / NOTASI / DIAGRAM.....	xii
ABSTRAK	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Penentuan Kapasitas	3
1.2.1 Prediksi Kebutuhan Pasar	3
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	7
1.2.3 Peluang Mendirikan Pabrik	8
1.3 Tinjauan Pustaka	9
1.3.1 Sodium Metilat	9
1.3.2 Macam – Macam Proses	10
1.3.3 Kegunaan Produk.....	13
1.4 Tinjauan Proses	14
1.5 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika.....	15
1.5.1 Tinjauan Termodinamika	15
1.5.2 Tinjauan Kinetika.....	16
BAB II.....	20
PERANCANGAN PRODUK	20
2.1 Spesifikasi Produk dan Bahan Baku.....	20
2.2 Pengendalian Kualitas	21
2.2.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	21
2.2.2 Pengendalian Proses	22
2.2.3 Pengendalian Waktu Produksi	24
2.2.4 Pengendalian Kualitas Produk	24
BAB III.....	26
PERANCANGAN PROSES	26
3.1 Uraian Proses.....	26

3.2 Diagram Alir Proses dan Material	29
3.2.1 Diagram Alir Kuantitatif	29
3.2.2 Diagram Alir Kualitatif	30
3.3 Spesifikasi Alat.....	31
3.3.1 Spesifikasi Alat Utama	31
3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah	33
3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpanan	40
3.3.4 Alat Transportasi Bahan Padat	42
3.3.5 Alat Transportasi Bahan Cair.....	43
3.3.6 Alat Penukar Panas	47
3.4 Neraca Massa.....	50
3.4.1 Neraca Massa Total.....	50
3.4.2 Neraca Massa Alat	51
3.5 Neraca Panas	54
3.5.1 Neraca Panas Alat	54
BAB IV	57
PERANCANGAN PABRIK.....	57
4.1 Lokasi Pendirian	57
4.1.1 Faktor Primer Penentu Lokasi Pabrik	60
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	62
4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout)	63
4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (Machine Layout).....	68
4.4 Organisasi Perusahaan	71
4.4.1 Bentuk Perusahaan.....	71
4.4.2 Struktur Organisasi	72
4.4.3 Tugas dan Wewenang Karyawan.....	72
4.4.4 Jam Kerja Karyawan.....	75
4.4.5 Gaji Karyawan	78
4.4.6 Kesejahteraan Karyawan	80
BAB V.....	82
UTILITAS.....	82
5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (Water Treatment System)	83
5.1.1 Unit Penyediaan Air.....	83
5.1.2 Unit Pengolahan Air	84
5.2 Kebutuhan Air	89

BAB VI.....	94
EVALUASI EKONOMI.....	94
6.1 Evaluasi Ekonomi.....	94
6.2 Penaksiran Harga Alat.....	95
6.3 Perhitungan Biaya.....	97
6.3.1 Dasar Perhitungan.....	97
6.3.2 Total Capital Investment.....	97
6.3.3 Total Production Cost.....	101
6.4 Analisa Kelayakan.....	107
6.4.1 Retrun On Investment (ROI).....	107
6.4.2 Pay Out Time.....	108
6.4.3 Break Even Point.....	109
6.4.4 Shut Down Point (SDP).....	111
6.4.5 Discounted Cash Flow Rate of Retrun (DCFRR).....	112
BAB VIII.....	115
KESIMPULAN DAN SARAN.....	115
7.1 KESIMPULAN.....	115
7.2 SARAN.....	117
DAFTAR PUSTAKA.....	118
LAMPIRAN 1.....	121
PERANCANGAN REAKTOR ALIR TANGKI BERPENGADUK.....	121
1. NERACA MASSA.....	123
2. NERACA PANAS.....	125
3. KINETIKA REAKSI.....	130
4. Menentukan Volume REAKTOR.....	133
5. Menghitung tebal shell dan head.....	136
6. Menghitung pengaduk dalam Reaktor.....	136
LAMPIRAN 2.....	138
<i>PROCESS FLOW DIAGRAM (PFD)</i>	138
LAMPIRAN 3.....	139

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Pabrik Biodiesel yang Telah Berdiri di Indonesia.....	4
Tabel 1. 2 Data impor sodium metilat dari tahun 2018 sampai tahun 2022.....	5
Tabel 1. 3 Kapasitas pabrik sodium metilat yang sudah berdiri di dunia.....	7
Tabel 1. 4 Perbandingan Proses Pembuatan Sodium Metilat.....	14
Tabel 1. 5 Data Komponen Nilai Konversi Kesetimbangan	18
Tabel 2. 1 Spesifikasi Produk Sodium Metilat.....	20
Tabel 3. 2 Spesifikasi Menara Distilasi	33
Tabel 3. 3 Spesifikasi Crystalizer	34
Tabel 3. 4 Spesifikasi Centrifuge	35
Tabel 3. 5 Spesifikasi Mixer.....	36
Tabel 3. 6 Spesifikasi Condenser Total.....	37
Tabel 3. 7 Spesifikasi Condenser	38
Tabel 3. 8 Spesifikasi Reboiler.....	39
Tabel 3. 9 Spesifikasi Tangki Penyimpanan (T-01) (Jumlah Alat =3).....	40
Tabel 3. 10 Spesifikasi Umum Akumulator	41
Tabel 3. 11 Spesifikasi Umum Screw Conveyor.....	42
Tabel 3. 13 Spesifikasi Umum Heater.....	47
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah	67
Tabel 4. 2 Jadwal Kerja Setiap kelompok	77
Tabel 4. 3 Jumlah Tenaga Kerja dan Penggajian	79
Tabel 5. 1 Air Sebagai Media Pendingin.....	89
Tabel 5. 2 Air Sebagai Media Pemanas.....	89
Tabel 5. 3 Daya alat Proses	92
Tabel 6. 1 Chemical Engineering Plant.....	96
Tabel 6. 2 Physical Plant Cost (PPC)	99
Tabel 6. 3 Direct Plant Cost (DPC).....	99
Tabel 6. 4 Fixed Capital Investment (FCI).....	100
Tabel 6. 5 Working Capital Investment.....	101
Tabel 6. 6 Direct Manufacturing Cost.....	102
Tabel 6. 7 Indirect Manufacturing Cost.....	103
Tabel 6. 8 Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	104
Tabel 6. 9 Manufacturing Cost (MC)	105
Tabel 6. 10 General Expense	106
Tabel 6. 11 Total Production Cost.....	106
Tabel 6. 12 Fixed Capital Cost (Fa)	110
Tabel 6. 13 Regulated Cost (Ra)	110

Tabel 6. 14 Variable Cost (Va).....	111
Tabel 6. 15 Kesimpulan Evaluasi Ekonomi	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Sodium Metilat (ton/tahun)	6
Gambar 4. 1 Peta Lokasi Pabrik	60
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik (LayOut Pabrik) Skala 1:500	66
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Produksi Pabrik.....	70
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi	73
Gambar 6. 1 Grafik Analisa Ekonomi	114

DAFTAR LAMBANG / NOTASI / DIAGRAM

T	: Temperatur, °C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
μ	: Viskositas, cP
ρ	: Densitas, kg/m ³
k_1	: Konstanta kecepatan reaksi ke kanan,
k_2	: Konstanta kecepatan reaksi ke kiri
C_A	: konsentrasi NaOH, mol/L
C_C	: konsentrasi CH ₃ ONa, mol/L
C_D	: konsentrasi H ₂ O, mol/L
Q_s	: Kebutuhan steam, kg
M_s	: Massa Steam, kg
A	: Luas penampang, ft ²
V_t	: Volume tangki, m ³
T	: Waktu, jam
P	: Power, Hp
S_g	: Specific gravity
x	: Konversi, %
V_s	: Volume Shell, m ³
V_h	: Volume head, m ³
V_t	: Volume total, m ³
D_{opt}	: Diameter optimal, m ³
ID	: Inside diameter, in
OD	: Outside diameter, in
Re	: Bilangan Reynold

f : Allowable stress, psia
B : Lebas baffle, m
L : Lebar pengaduk, m
N : Kecepatan putaran, rpm
BWG : *Birmingham wire gauge*
UD : Koefisien perpindahan panas menyeluruh setelah adanya pengotor pada HE, Btu/jam ft²°F
Rd : Faktor pengotor
 η : Efisiensi
P : Panjang, m
L : Lebar, m
ts : Tebal shell, in
th : Tebal head, in
k : Konduktivitas termal, Btu/jam ft²°F
hi : Inside film coefficient, Btu/jam ft²°F
ho : Outside film coefficient, Btu/jam ft²°F
LMTD : Long mean temperature different °F
K : Konstanta kesetimbangan
Nt : Jumlah tube
 τ : *retention time*

ABSTRAK

Dalam industri biodiesel, salah satu bahan tambahan yang penting adalah berupa campuran katalisnya. Sodium metilat merupakan salah satu contoh katalis yang biasa digunakan dalam produksi biodiesel. Sodium Metilat adalah senyawa kimia yang tersusun dari unsur – unsur karbon, oksigen dan natrium. Sodium metilat memiliki rumus kimia yaitu CH_3ONa . Pendirian pabrik sodium metilat di Indonesia cukup potensial karena tingginya produksi bahan bakar dan kebutuhan penggunaan bahan bakar di Indonesia. Produk ini diproses dengan cara mereaksikan metanol dengan NaOH menggunakan reaktor jenis tangki alir berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi pada suhu 80°C dan tekanan 1,4 atm. Bahan campuran selanjutnya harus melewati beberapa proses lanjutan seperti kristalisasi, penyaringan dan pengadukan untuk meminimalisir kadar NaOH. Hal ini dilakukan karena akan mempengaruhi harga jual dan kualitas dari produk akhir, sehingga akan dihasilkan produk akhir berupa sodium metilat 30%. Pabrik sodium metilat 30% dari campuran NaOH dan metanol akan didirikan di Kota Cilegon, Banten dengan kapasitas sebesar 90.000 ton/tahun. Pabrik kimia ini beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dengan jumlah pekerja sebanyak 314 orang. Bahan baku yang dibutuhkan adalah metanol sebanyak 109.633,3 ton/tahun dari PT Kaltim Metanol Industri dan NaOH sebanyak 54.257,79 ton/tahun dari PT. Asahimas Chemical. Dalam menjalankan proses produksi sodium metilat 30%, air dan listrik diperlukan untuk proses utilitas. Air dapat bersumber dari lingkungan sekitar dan listrik disediakan oleh PLN. Analisa kelayakan pendirian suatu pabrik dapat diketahui dengan melihat beberapa parameter, diantaranya adalah keuntungan pabrik setelah pajak yaitu Rp. 596.655.289.393,36 dengan setiap tahun total penjualan sebesar Rp. 3.555.000.000.000. Analisa kelayakan dilihat dari nilai *Return of Investment* (ROI) sesudah pajak sebesar 23,8%. *Pay of Time* (POT) setelah pajak sebesar 2,95 tahun. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) sebesar 25,66%, *Break Event Point* (BEP) sebesar 41,28%, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 13,67%. Dari parameter kelayakan diatas, dapat disimpulkan bahwa pabrik sodium metilat ini layak untuk didirikan.

Kata Kunci : Biodiesel, Kristalisasi, Metanol, NaOH, Sodium Metilat.

ABSTRACT

In the biodiesel industry, one important additive is the catalyst mixture. Sodium methylate is a common catalyst used in biodiesel production. Sodium methylate is a chemical compound composed of carbon, oxygen, and sodium. Its chemical formula is CH_3ONa . Establishing a sodium methylate plant in Indonesia is promising due to the high production of fuel and the demand for fuel in the country. The product is processed by reacting methanol with NaOH using a continuous stirred tank reactor (CSTR) at operating conditions of 80°C and 1.4 atm pressure. The mixture then undergoes further processes such as crystallization, filtration, and stirring to minimize the NaOH content. This is crucial as it affects the selling price and quality of the final product, resulting in a sodium methylate product of 30%. The sodium methylate 30% plant, derived from NaOH and methanol, will be established in Cilegon City, Banten, with a capacity of 90,000 tons per year. The chemical plant operates continuously for 330 days with 314 employees. Raw materials required include 109,633.3 tons/year of methanol from PT Kaltim Methanol Industri and 54,257.79 tons/year of NaOH from PT. Asahimas Chemical. During the production process of sodium methylate 30%, water and electricity are necessary for utility processes. Water can be sourced from the surrounding environment, and electricity is provided by PLN. The feasibility analysis of establishing such a plant considers several parameters, including post-tax profit of Rp. 596,655,289,393.36 with annual total sales of Rp. 3,555,000,000,000. The Return on Investment (ROI) after tax is 23.8%, Payoff Time (POT) after tax is 2.95 years, Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) is 25.66%, Break-Even Point (BEP) is 41.28%, and Shut Down Point (SDP) is 13.67%. Based on these feasibility parameters, it can be concluded that the sodium methylate plant is viable for establishment.

Keywords: Biodiesel, Crystallization, Methanol, NaOH, Sodium Methylate

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampai saat ini bahan bakar fosil digunakan banyak orang untuk memenuhi kebutuhannya sehari - hari. Fosil sendiri dihasilkan dari bahan yang bersifat organik dimana bahan tersebut tertimbun di dalam batuan bawah tanah dan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai, maka dari itu fosil merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui. Seiring perkembangan zaman, bahan bakar fosil ini mulai berganti karena terbatasnya ketersediaan bahan baku dan dampak buruk yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar fosil. Contohnya seperti solar yang dinilai kurang ramah lingkungan. Padahal sebenarnya ada alternatif bahan bakar lain yang dapat digunakan dan lebih ramah lingkungan seperti biodiesel

Pada tahun 2020, Indonesia adalah salah satu negara produsen biodiesel urutan ketiga terbesar di dunia, dibawah Amerika Serikat dan Brazil. Biodiesel sendiri dibuat melalui suatu proses kimia yang disebut transesterifikasi (*transesterification*) yang dimana terjadinya reaksi antara senyawa ester dengan senyawa alkohol. Selain itu terdapat juga katalis yang digunakan yang bersifat basa kuat dan biasanya katalis yang digunakan adalah NaOH, KOH dan CH₃ONa (Rahayu, 2006). Dengan katalisator sodium methylate proses kimia transesterifikasi berhasil mengkonversi minyak kelapa sawit menjadi biodiesel sebesar 94% (Supranto et al., 2015). Sodium metilat adalah

alternatif yang lebih efektif untuk meningkatkan yield dan kemurnian dari biodiesel (Aeamsukasai et al., 2020). Kebanyakan produsen penghasil biodiesel menggunakan sodium metilat (CH_3ONa) 30% dalam metanol sebagai katalis. Hal tersebut disebabkan karena CH_3ONa dapat meningkatkan yield biodiesel, mengurangi jumlah bahan baku yang dibutuhkan dan mempercepat waktu reaksi dibandingkan dengan katalis basa lainnya (Hsiao et al., 2018). Konsumsi biodiesel di Indonesia juga mengalami peningkatan yang cukup signifikan dalam 5 tahun terakhir yaitu dari tahun 2018 sebanyak 3,75 juta kilo liter dan pada tahun 2022 10,4 juta kilo liter (APROBI 2023).

Selain sebagai katalis pada industri biodiesel, kegunaan dari sodium metilat ini juga beragam, beberapa diantaranya adalah industri farmasi, pewarna dan parfum. Sangat disayangkan bahwa ternyata belum ada pabrik sodium metilat yang berdiri di Indonesia. Padahal industri tersebut memiliki prospek dan peluang yang baik untuk kesejahteraan Indonesia.

Seiring berjalannya waktu, kebutuhan konsumsi sodium metilat di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Sementara ini untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dari sodium metilat Indonesia masih mengandalkan impor dari negara lain. Hal ini jelas terlihat bahwa Indonesia mengalami ketergantungan impor dari sodium metilat, yang dimana bahan ini adalah sebagai katalis dari pembuatan biodiesel.

Berdasarkan pertimbangan pada kebutuhan sodium metilat yang ada di Indonesia, pendirian pabrik sodium metilat akan dilakukan karena beberapa alasan, yaitu :

1. Biodiesel merupakan salah satu industri terbesar di Indonesia yang dimana bahan bakunya membutuhkan sodium metilat sebagai katalisnya.
2. Belum adanya pabrik sodium metilat yang berdiri di Indonesia.
3. Kebutuhan konsumsi sodium metilat yang terus meningkat tetapi belum ada produsen lokal yang menghasilkan sodium metilat sehingga terjadi ketergantungan impor.
4. Devisa negara meningkat karena untuk memenuhi kebutuhan sodium metilat tidak perlu melakukan impor dari negara lain bahkan dapat memenuhi kebutuhan ekspor sodium metilat.
5. Membuka lapangan pekerjaan baru sehingga dapat menekan angka pengangguran dan kemiskinan yang ada di Indonesia.
6. Sebagai penyuplai pertama bahan sodium metilat dari dalam negeri dan akan memicu pembangunan pabrik sodium metilat yang lain.

1.2 Penentuan Kapasitas

1.2.1 Prediksi Kebutuhan Pasar

a. Permintaan (*Demand*)

- Ekspor

Sampai saat ini masih belum ada pabrik yang berdiri dan memproduksi sodium metilat di Indonesia, sementara untuk memenuhi kebutuhan

nya yaitu Indonesia masih mengandalkan kegiatan impor sodium metilat dari luar negeri.

- **Konsumsi Dalam Negeri**

Penggunaan dari sodium metilat di Indonesia ini dibutuhkan di beberapa bidang industri. Tapi paling banyak digunakan pada industri biodiesel. Indonesia memproduksi sebanyak 17.141.122 kL biodiesel pertahun 2023 dengan produksi paling tinggi sebanyak 7.791.322 kL di Sumatra kemudian terdapat 5.370.634 di Jawa, sebanyak 3.503.305 kL di Kalimantan dan sebanyak 475.362 kL di Sulawesi (sumber: APROBI, 2023). Tabel berikut menunjukkan beberapa industri biodiesel yang telah berdiri di Indonesia.

Tabel 1. 1 Pabrik Biodiesel yang Telah Berdiri di Indonesia

Industri	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Pelita Agung Agriindustri	230.000
PT. Bakrie Sumatera Plantation	60.000
PT. Alpha Global Cynergy	12.000
PT. Sintong Abadi	35.000
PT. Sumiasih	115.000
PT. Sinar Alam Duta Perdana II	35.000
Total	487.000

Sumber: Dunia Energi

b. Penawaran (*Supply*)

- Impor

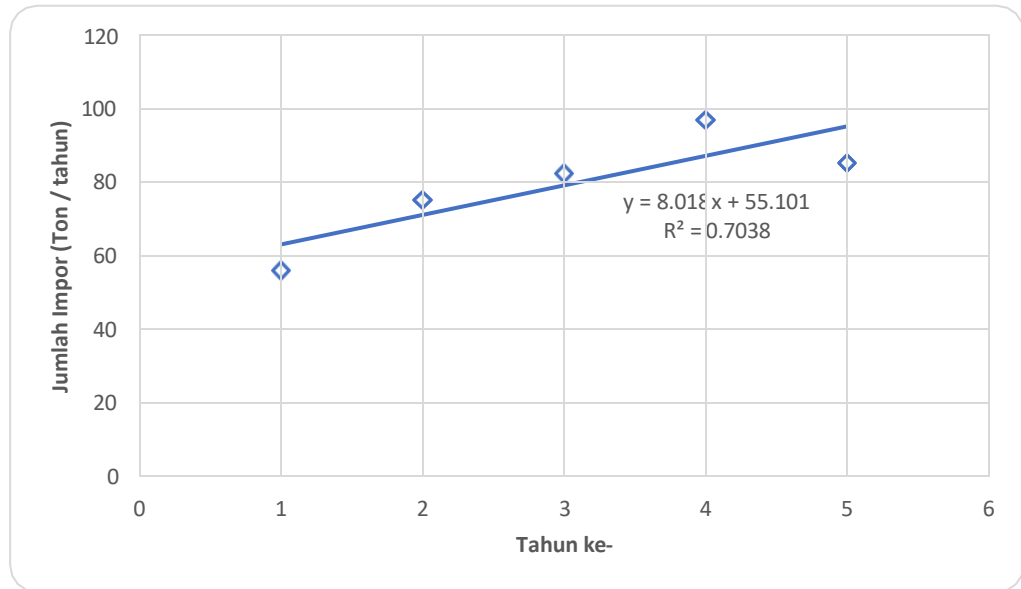
Produk sodium metilat banyak digunakan sebagai katalis dalam beberapa industri, tetapi paling banyak digunakan pada industri biodiesel. Kebutuhan sodium metilat di Indonesia dapat dilihat dari seberapa banyak impor yang dilakukan di Indonesia seperti tabel berikut :

Tabel 1. 2 Data impor sodium metilat dari tahun 2018 sampai tahun 2022

Tahun	Ton/tahun
2018	56,05
2019	75,16
2020	82,38
2021	96,93
2022	85,25

(Sumber: Badan Pusat Statistika, 2023)

Jika diperhatikan kembali, jumlah impor dari sodium metilat yang ada di Indonesia cukup tinggi. Rata – rata jumlah impor setiap tahunnya meningkat, sehingga diperoleh Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Jumlah Impor Sodium Metilat di Indonesia (ton/tahun)

Data yang diperoleh diatas dapat membantu memperkirakan impor sodium metilat di Indonesia pada tahun mendatang saat pembangunan pabrik dengan cara dihitung menggunakan persamaan $y = 8,018x + 55,101$. Dengan nilai x adalah tahun yang diperkirakan dan y adalah jumlah impor dari sodium metilat. Dengan persamaan tersebut dapat diperkirakan pada tahun 2027 atau tahun ke 10 kebutuhan impor sodium metilat di Indonesia adalah sebesar :

$$y = 8,018x + 55,101$$

$$y = 8,018 (10) + 55,101 \tag{1.1}$$

$$y = 135,28$$

- Produksi dalam negeri

Sampai saat ini di Indonesia belum memiliki pabrik yang memproduksi sodium metilat. Sehingga sebagai pertimbangan dan perbandingan, digunakan kapasitas pabrik sodium metilat di dunia

yang sudah berdiri. Dapat dilihat pabrik sodium metilat yang ada di dunia adalah sebagai berikut:

Tabel 1.3 Kapasitas pabrik sodium metilat yang sudah berdiri di dunia

Industri	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Evonik corporation	USA	90.000
BASF	Brazil	80.000
Henan SengHongFeng (SHF) Chemical	China	160.000
Anhui Jinbang	China	50.000
Zibo xhusheng chemical	China	30.000

(Sumber: Course Hero, Research and Markets., 2023)

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku menjadi hal yang sangat penting bagi suatu pabrik. Bahan baku perlu diperhatikan untuk kelangsungan produksi pabrik. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan sodium metilat adalah metanol dan NaOH. Bahan baku metanol diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri dengan kapasitas 660.000 ton/tahun yang terletak di Kalimantan Timur. Sedangkan NaOH didapatkan dari PT. Asahimas Chemical di Kota Cilegon, Banten dengan kapasitas 700.000 ton/tahun. Sementara untuk kebutuhan air akan diambil dari Sungai yang ada disekitar lokasi pabrik dengan jumlah yang tak terbatas, sesuai dengan kebutuhan pabrik sodium metilat nantinya.

1.2.3 Peluang Mendirikan Pabrik

Penentuan kapasitas pabrik dapat dicari dengan menggunakan selisih *demand* dikurangi *supply*. Data yang telah didapatkan, nilai *supply* adalah nilai impor karena nilai produksi di Indonesia tidak ada maka dianggap nol. Diperkirakan pada 10 tahun mendatang atau pada tahun 2027 pabrik sodium metilat memiliki nilai impor sebesar 135,28 ton/tahun. Untuk *demand* hanya berdasar pada nilai perkiraan konsumsi dari sodium metilat di Indonesia karena tidak ada dan dianggap nol. Sehingga, untuk menghitung kapasitas produksinya dihasilkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas} &= \textit{demand} - \textit{supply} \\ &= (\text{ekspor} + \text{konsumsi}) - (\text{impor} + \text{produksi}) \\ &= (\text{ekspor} + (\% \text{kemurnian } \text{CH}_3\text{ONa} \times \text{kapasitas pabrik biodiesel})) - \\ &\quad (\text{impor} + \text{produksi}) \\ &= (0 + (30\% \times 487.000)) - (55.101 + 0) \\ &= 146.100 - 55.101 = 90.999 \approx 90.000 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Dalam menentukan kapasitas pabrik sodium metilat dengan bahan baku metanol dan NaOH dapat ditinjau yang pertama melalui perhitungan *demand* dan *supply*, dimana dapat langsung ditetapkan kapasitas produksi sebesar 90.000 ton/tahun. Yang kedua dapat ditinjau melalui kebutuhan konsumsi sodium metilat 30% dalam negeri untuk pembuatan biodiesel cukup tinggi karena Indonesia merupakan salah satu produsen biodiesel terbesar di dunia. Yang ketiga dapat dilihat dari ketersediaan bahan baku yang memadai dan ekonomis untuk memproduksi sodium metilat. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa pendirian pabrik sodium

metilat di Indonesia dengan kapasitas sebesar 90.000 ton/tahun termasuk kedalam angka ekonomis jika ditinjau dari ketersediaan bahan baku, kebutuhan sodium metilat sebagai katalis dari pembuatan salah satu produksi terbesar di Indonesia, yaitu produksi biodiesel.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Sodium Metilat

Sodium metilat terutama terdiri dari dua komponen, natrium (Na) yang terikat pada gugus metil (CH_3) melalui atom oksigen. Sodium metilat 30% terbuat dari NaOH dan alkohol (methanol). Metanol (CH_3OH) adalah molekul sederhana yang tersusun dari gugus metil (CH_3) yang terikat pada gugus hidroksil (OH). Dalam sodium metilat 30%, NaOH biasanya dilarutkan dalam methanol untuk mencapai konsentrasi 30% berat (Hapmetal, 2024). Dalam penggunaannya, sodium metilat dapat digunakan dalam industri parfum, farmasi dan pewarna. Tetapi sodium metilat dengan kemurnian 30% biasanya digunakan menjadi katalis pada pembuatan biodiesel dalam reaksi kondensasi (PubChem, 2024).

Sodium metilat memiliki rumus kimia CH_3ONa dan juga memiliki sebutan lain yaitu *sodium methoxide*. Sodium metilat bisa didapatkan dari beberapa proses yaitu proses dengan pencampuran metanol dan NaOH, proses elektrolisis *Castner* dan *Downcell*.

Sodium metilat ini bersifat reaktif, dimana akan sangat berbahaya jika terbakar karena 70% kandungan dari sodium metilat ini adalah metanol. Untuk itu, dalam

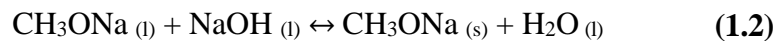
proses penyimpanannya harus dijauhkan dari api dan panas matahari secara langsung karena bersifat mudah terbakar.

1.3.2 Macam – Macam Proses

Terdapat tiga proses untuk membuat sodium metilat. Untuk menentukan proses yang paling menguntungkan dapat ditinjau dari beberapa proses dibawah ini, antara lain :

- a. Proses menggunakan metanol dan NaOH

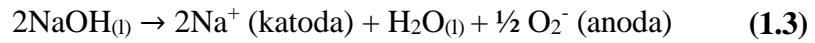
Proses ini memiliki reaksi sebagai berikut :



Salah satu metode untuk membuat sodium metilat adalah dengan mereaksikan natrium logam dengan metanol. Dimana bahan baku etanol dan NaOH akan direaksikan dengan suhu operasi sekitar 60°C – 100°C dan menggunakan tekanan atmosferik. Proses ini biasanya dilakukan dalam kolom distilasi reaktif dengan sejumlah besar gas etanol anhidrat dimasukkan ke bagian bawah kolom. Gas etanol berkontak berlawanan dengan larutan natrium hidroksida-metanol serta menghilangkan air dari fase reaksi.

b. Proses Castner

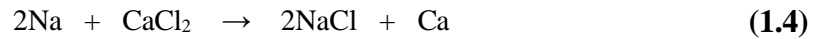
Proses Castner menggunakan reaksi sebagai berikut :



Proses castner sendiri menerapkan prinsip elektrolisis yang dilakukan dengan garam hidroksida atau NaOH. Metode ini melibatkan listrik pada reaksi kimianya. Pada proses ini, garam NaOH dipanaskan hingga leleh lalu dimasukkan kedalam sel elektrolisa. Kondisi saat operasi tidak terkontak dengan O₂ dan membutuhkan tambahan arus listrik untuk membantu proses elektrolisis. Lelehan NaOH dapat menyerap air dari udara. Air bereaksi dengan setengah natrium yang dihasilkan melalui elektrolisis, hasil arus tidak akan pernah lebih dari 50% dari hasil teoritis. Beberapa garam ditambahkan pada awalnya untuk meningkatkan konduktivitas rendaman, tetapi karbonat merupakan pengotor yang tidak diinginkan. Setelah beberapa bulan beroperasi, klorida, karbonat, dan pengotor lainnya mencapai konsentrasi yang sangat mengganggu efisiensi sel. Namun terdapat pembaruan dalam prosesnya, sel kecil dipanaskan secara eksternal untuk mempertahankan suhu pengoperasian, namun sel besar dipanaskan oleh arus elektrolisis (kirk othmer vol.22). Metode ini menggunakan suhu operasi sebesar 320°C dan tekanan nya diatas tekanan atmosfer. Efisiensi menggunakan operasi ini adalah 40%.

c. Proses Downcell

Proses Downcell menggunakan reaksi sebagai berikut :



Proses Downcell adalah proses elektrolisa dengan garam klorida menggunakan campuran garam NaCl, CaCl₂ dan BaCl₂. Pada proses ini, suhu operasi yang digunakan adalah 590°C dengan efisiensi sebesar 76%. Terdapat produk samping yang dihasilkan berupa logam yang sifatnya sebagai pengotor yaitu Ca dan Ba. Terdiri sekitar 58% berat CaCl₂ dan 42% berat NaCl. Komposisi ini merupakan kompromi antara titik leleh dan kandungan natrium. Tambahan CaCl₂ akan menurunkan titik leleh dengan mengorbankan penipisan suhu natrium pada zona elektrolisis. Suhu tinggi yang digunakan ditujukan untuk melelehkan campuran garam untuk bisa dielektrolisa. Proses dengan garam hidroksida membutuhkan suhu operasi yang relatif rendah namun menghasilkan air yang dapat menurunkan kemurnian sodium metilat. Sedangkan pada proses yang menggunakan garam klorida, suhu yang dibutuhkan lebih tinggi namun produk samping yang dihasilkan berupa logam alkali pengotor sehingga tidak mempengaruhi kualitas sodium metilat. Natrium logam ditentukan dengan cukup akurat mengukur hydrogen yang dibebaskan dengan penambahan etil alcohol. Setelah evolusi hydrogen berhenti, kelebihan asam . Alkalinitas total dihitung sebagai natriumdititrasi dengan basa (kirk othmer vol.22).

1.3.3 Kegunaan Produk

Sodium metilat atau *sodium methoxide* dikenal sebagai senyawa turunan alkohol atau alkoksida. Logam alkali seperti natrium bereaksi dengan alkohol dalam banyak cara sebagai logam yang lebih umum bereaksi dengan asam menghasilkan alkoksida dan hidrogen (Thane, 2008). Sodium metilat adalah senyawa yang sering digunakan dalam industri pembuatan biodiesel yang berperan sebagai katalis dalam pembuatannya. Menurut Leung & Yau (2017), keunggulan katalis sodium metilat adalah tidak membentuk air pada *FAME (Fatty Acid Methyl Ester)* produksi, namun memiliki nilai jual yang tinggi. Sodium metilat juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan aktif untuk produksi obat – obatan seperti anti inflamasi, antiseptic, vitamin dan anti analgesic. Selain itu, sintesis rasa, wewangian, dan bahan awal untuk perekat dan cat. Aplikasinya juga mencakup agrokimia, manufaktur dari obat-obatan (misalnya vitamin dan ibuprofen) (Granjo & Oliveira, 2016).

Tetapi di Indonesia pemanfaatan sodium metilat yang umum dan berpotensi adalah digunakan sebagai katalis biodiesel yang dimana digunakan dalam kemurnian 30%. Hal ini diperkuat dengan data yang didapatkan bahwa Indonesia memproduksi sebanyak 17.141.122 kL biodiesel pertahun 2023 dengan produksi paling tinggi sebanyak 7.791.322 kL di Sumatra kemudian terdapat 5.370.634 di Jawa, sebanyak 3.503.305 kL di Kalimantan dan sebanyak 475.362 kL di Sulawesi (sumber: APROBI, 2023).

1.4 Tinjauan Proses

Tabel 1. 4 Perbandingan Proses Pembuatan Sodium Metilat

Parameter	Metanol dan NaOH	Castner	Downcell
Bahan Baku	Metanol dan NaOH (mudah didapat)***	NaOH ****	NaCl, CaCl ₂ , BaCl ₂ **
Proses	Mereaksikan metanol dengan NaOH ****	Elektrolisis dengan garam hidroksida ***	Elektrolisis dengan garam klorida menggunakan campuran garam NaCl, CaCl ₂ , BaCl ₂ ***
Fase	Cair ****	Cair ****	Cair ****
Konversi (%)	99 *****	90 ***	91 ****
Kondisi Operasi			
- Suhu (°C)	- 80	- 320	- 590
- Tekanan (atm)	- 1 *****	- 1- 2 ****	- 1 ***
TOTAL	21	18	16

Tanda bintang pada Tabel 1.4 adalah cara untuk memilih proses dengan membuat penilaian atau pemeringkatan terhadap masing - masing parameter. Semakin banyak bintang maka proses tersebut dinilai semakin baik.

Reaksi yang melibatkan metanol dan NaOH ini dinilai efektif untuk produksi massal dan komersial. Selain karena bahan bakunya mudah didapatkan, suhu yang digunakan relatif rendah dan tekanan yang digunakan adalah tekanan atmosferik serta tidak melibatkan listrik dalam reaksinya.

Sehingga reaksi akan berlangsung lebih cepat, efisien dan akan menghemat energi.

1.5 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.5.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika bertujuan untuk mengetahui sifat reaksi (eksotermis atau endotermis) dan energi bebas reaksi (spontan atau tidak spontan). Penentuan panas reaksi yang berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan Panas reaksi pada suhu Standard (298K) :

$$\begin{aligned}\Delta H_{R_{298}} &= \Delta H_{f_p}^0 - \Delta H_{f_R}^0 \\ \Delta H_{R_{298}} &= \Delta H_{f_{CH_3ONa}} + \Delta H_{f_{H_2O}} - \Delta H_{f_{NaOH}} - 2\Delta H_{f_{CH_3OH}} \\ \Delta H_r &= -397,8000 + -241,8300 - -425,60 - -201,1700 \\ \Delta H_{r_{298}} &= 17,14 \text{ Kj/gmol} \quad 17140 \text{ J/gmol}\end{aligned}\tag{1.5}$$

Panas reaksi pada suhu T :

$$\begin{aligned}\Delta H_{r_T} &= \Delta H_{r_{298}} + \int (\Delta\alpha + \Delta\beta T + \Delta\gamma T^2 + \Delta\delta T^3)dT \\ \Delta H_r &= 21,042\end{aligned}\tag{1.6}$$

$$\Delta\beta = -3,499E - 01$$

$$\Delta\gamma = 8,225E - 04$$

$$\Delta\delta = -9,263E - 07$$

Pada suhu = 80°C → 353K

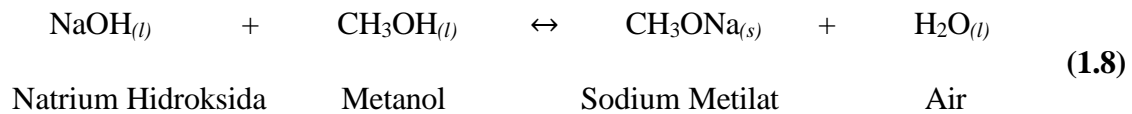
$$\begin{aligned} \Delta H_{rT} = & 17140 + 21,042(T - T_{ref}) + -350E - 01(T^2 - T_{ref}^2)/2 \\ & + 8,225E - 04(T^3 - T_{ref}^3)/3 + -9,263E - 07(T^4 \\ & - T_{ref}^4)/4 \text{ KJ/mol} \end{aligned} \quad (1.7)$$

$$\Delta H_r = 15067,58822 \text{ J/gmol} \quad (\text{tanda (+) berarti endotermis})$$

Maka reaksi diatas mempunyai pengertian pada suhu 80°C setiap 1 gmol NaOH bereaksi maka akan membutuhkan panas sebesar = 15067,5882 Joule

1.5.2 Tinjauan Kinetika

Reaksi pembentukan sodium metilat dapat terjadi yang dituliskan dengan persamaan reaksi berikut :



Reaksi yang terjadi merupakan reaksi bolak balik antara sodium metilat dengan reaktannya. Senyawa tersebut direaksikan pada fase cair – cair. Menurut literatur yang berupa jurnal penelitian mengenai pembuatan sodium metilat dari NaOH dengan proses pemisahan (Xiong, Meng et al., 2014) bahwa diperoleh kecepatan reaksi pembentukan sodium metilat sebagai berikut :

$$-r_{NaOH} = (k_1 C_A C_B - k_2 C_C D_D) \quad (1.9)$$

Dimana r dan C merupakan laju reaksi (dihitung berdasarkan konsentrasi NaOH) dan konsentrasi molar, sementara k adalah konstanta laju reaksi. Konsentrasi metanol pada reaksi ini sangat besar jika dibandingkan dengan NaOH dan dianggap

konstan. Reaksi metanol dengan NaOH membuat metanol seolah – olah konsentrasinya tidak berubah dan dianggap sebagai orde 1 semu. Maka persamaannya disederhanakan menjadi :

$$-\frac{dC_A}{dt} = (k_1 C_A - k_2 C_C C_D) \quad (1.10)$$

dimana :

$$T = 80^\circ\text{C} \rightarrow 353\text{K}$$

$$\begin{aligned} k_1 &= \text{konstanta kecepatan reaksi ke kanan} \\ &= 5,59E + 15 \exp(-11844,72/T) \\ &= 14,9589 \quad 1/\text{menit.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_2 &= \text{konstanta kecepatan reaksi ke kiri} \\ &= 2,06E - 06 \exp(-4784,67/T) \\ &= 2,6523 \quad \text{L/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A0} &= \text{konsentrasi NaOH mula – mula} \\ &= 0,55104 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{B0} &= \text{Konsentrasi CH}_3\text{OH mula – mula} \\ &= 23,867 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{D0} &= \text{konsentrasi H}_2\text{O mula – mula} \\ &= 1,3469 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

$$M = \frac{\text{mol CH}_3\text{OH}}{\text{mol NaOH}} = \frac{4331,25}{100} = 43,3125$$

Tabel 1. 5 Data Komponen Nilai Konversi Kesetimbangan

Komponen	Mula – Mula	Reaksi	Sisa
NaOH (A)	0,55104	-(0,55104X _A)	0,55104(1-X _A)
CH ₃ OH (B)	23,867	-(0,55104X _A)	23,867 – (C _{A0} X _A)
CH ₃ ONa (C)	0	0,55104X _A	0,55104X _A
H ₂ O (D)	1,3469	0,55104X _A	1,3469 + (C _{A0} X _A)

Maka pada saat setimbang $X_A = X_{Ae}$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{C_{A0}X_{Ae} C_{A0}X_{Ae}}{C_{A0} (1 - X_{Ae})}$$

$$\frac{14,9589}{0,26523} = \frac{C_{A0}(X_{Ae})^2}{(1-X_{Ae})} = 56,4007$$

$$\frac{56,4007}{0,55104} = \frac{(X_{Ae})^2}{(1 - X_{Ae})}$$

$$\frac{(X_{Ae})^2}{(1-X_{Ae})} = 102,353$$

$$X_A = (0,97) (0,99)$$

$$= 0,96$$

$$C_A = \text{konsentrasi NaOH sisa}$$

$$= C_{A0} (1-X_A) = (0,55104) (0,03293)$$

$$= 0,01814 \text{ mol/L}$$

$$\begin{aligned}
C_B &= \text{konsentrasi CH}_3\text{OH sisa} \\
&= C_{B0} - C_{A0} X_A = 23,867 - (0,55104 \times 0,96) \\
&= 23,3341 \text{ mol/L}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_C &= \text{konsentrasi CH}_3\text{ONa sisa} \\
&= C_{A0} X_A = (0,55104) (0,96) \\
&= 0,5329 \text{ mol/L}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_D &= \text{konsentrasi H}_2\text{O sisa} \\
&= C_{D0} + C_{A0} X_A = 1,3469 + (0,55104 \times 0,96) \\
&= 1,8798 \text{ mol/L}
\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan waktu reaksi adalah :

$$\tau = (V/Fv) = \frac{CA_0 \cdot X_A}{(-r_A)}$$

$$\tau = \frac{c_{A0} \cdot X_A}{(k_1 C_A - k_2 C_c C_D)}$$

$$\tau = \frac{0,55104 \times 0,96}{[14,96 - 0,00181 - 2,65 \times 0,5329 \times 1,879]}$$

$$\tau = 93,0936 \text{ menit}$$

(Xiong, Meng et al., 2014).

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk dan Bahan Baku

Tabel 2. 1 Spesifikasi Produk Sodium Metilat

Parameter	Produk	Bahan Baku	
	Sodium Metilat	Metanol	Natrium Hidroksida
Nama lain	<i>Sodium methoxide</i> , sodium metanolat	Metil alkohol	Sodium hidroksida
Rumus molekul	CH ₃ ONa	CH ₃ OH	NaOH
Warna	Tidak berwarna sampai dengan kuning muda	Tidak berwarna	Tidak berwarna
Bau	Berbau metanol	Berbau metanol	Tidak berbau
Berat molekul (g/mol)	54	32	40
Wujud	Cair	Cair	Cair
Kemurnian (%)	30	100	50
Titik lebur (°C)	2 – 6	-97,8	12
Titik didih (°C)	92	64	135
Viskositas (mPas)	64	>0,544 - <0,59	79
Densitas (pada t = 20°C, g/cm ³)	0,97	0,79	1,52

(sumber : MSDS MERCK, 2022)

2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian adalah kegiatan yang dilakukan untuk memastikan bahwa kegiatan produksi dan operasi berjalan sesuai dengan apa yang telah direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan tercapai (Munjiati, 2015). Sedangkan Pengawasan mutu merupakan usaha untuk mempertahankan mutu/kualitas barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan (Assauri, 1998). Pengendalian kualitas adalah suatu sistem dan kegiatan yang dilakukan untuk menjamin suatu tingkat atau standar kualitas mutu tertentu sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan mulai dari kualitas bahan, kualitas proses produksi, kualitas pengolahan barang setengah jadi dan barang jadi sampai standar pengiriman ke konsumen agar produk yang dihasilkan menjadi efektif dan efisien (Riadi, Muchlisin, 2020). Berdasarkan pengertian diatas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pengendalian kualitas adalah suatu kegiatan atau aktivitas yang dilakukan dengan tujuan mencapai, mempertahankan dan meningkatkan kualitas suatu produk atau jasa agar sesuai standar dan dapat memenuhi keinginan dan kebutuhan konsumen. Pengendalian kualitas yang dilakukan pada pabrik sodium metilat ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian proses dan pengendalian kualitas produk.

2.2.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Setiap proses produksi yang dilakukan tentu tidak akan lepas dari bahan baku yang digunakan. Bahan baku yang digunakan harus memenuhi standar yang sudah ditetapkan. Kualitas output produksi sebagian besar dipengaruhi oleh kualitas bahan

baku. Selain itu peningkatan kualitas juga dapat dilakukan dengan mengawasi kualitas bahan baku yang akan digunakan. kualitas bahan baku yang sesuai dengan standar diharapkan dapat menghasilkan output yang baik terhadap produknya. Kualitas bahan baku yang sesuai dengan mutu standar akan mengurangi kesalahan dan saat proses produksi berlangsung. Semakin kecil tingkat kesalahan yang dilakukan saat proses produksi, semakin kecil juga produk cacat yang dihasilkan dari proses produksi tersebut. Maka dari itu, pengendalian kualitas adalah hal yang penting untuk dilakukan untuk menjaga mutu bahan baku.

2.2.2 Pengendalian Proses

Selain melakukan pengendalian kualitas pada bahan baku, pengendalian proses produksi juga harus dilakukan. Pengendalian proses produksi adalah aktivitas yang dilakukan untuk mengawasi jalannya produksi dari bahan mentah sampai menjadi produk akhir yang sesuai dengan perencanaan dan mutu produk yang diinginkan. Pengendalian proses produksi bertujuan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik sesuai prosedur dan standar yang ditentukan. Selain itu, pengendalian kualitas pada proses produksi juga harus dilakukan agar produk memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan. Pengendalian proses produksi pada pabrik ini meliputi aliran dan sistem kontrol, diantaranya :

1. Alat Sistem Kontrol

a). Controller dan Indikator, meliputi level indikator dan level control, temperature control, temperature indicator, pressure control, flow control, flow indicator

- Level Controller (LC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan dalam suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.

- Temperature Controller (TC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati temperatur suatu alat dan bila terjadi perubahan maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu serta dapat melakukan pengendalian.

- Flow Controller (FC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati laju alir larutan atau cairan yang melalui suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.

- Expansion Valve (EV) adalah komponen yang mengatur aliran fluida pada system pendingin dengan cara mempertahankan tekanan yang diinginkan.

- Level Indicator (LI) adalah alat yang digunakan untuk mengukur atau menunjukkan tingkat atau volume suatu zat dalam tangki. Fungsinya untuk memantau dan mengontrol proses produksi atau operasi pabrik yang melibatkan penanganan cairan.

2. Aliran Sistem Kontrol

- a) Aliran pneumatik (aliran udara tekan) digunakan untuk valve dari controller ke actuator.
- b) Aliran elektrik (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke kontroler.
- c) Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk flow dari sensor ke kontroler.

2.2.3 Pengendalian Waktu Produksi

Pengendalian waktu produksi merupakan sebuah proses pemantauan terhadap status aktivitas proses untuk mengetahui kemajuan atau progres proses yang sedang dijalankan untuk mencapai kuantitas yang diinginkan.

2.2.4 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk adalah suatu aktivitas yang dilakukan untuk mengontrol dan mengawasi proses produksi secara keseluruhan dari mulai bahan mentah, bahan setengah jadi sampai produk akhir. Tujuan dari pengendalian kualitas produk adalah agar dapat memastikan proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien. Selain itu, pengendalian kualitas pada produk dilakukan agar produk dapat memenuhi spesifikasi dan standar mutunya serta dapat menekan terjadinya kerusakan produk. Dengan melakukan pengendalian kualitas maka produk akan lebih terkendali.

Sehingga jika pada proses produksi terdapat kendala, penyebabnya akan lebih mudah diketahui dan lebih mudah diselesaikan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses produksi sodium metilat melalui beberapa proses :

1. Tahap Penyimpanan Bahan Baku

Pada tahap ini, bahan baku berupa NaOH dan metanol akan disimpan sementara pada masing - masing tangki penyimpanan. Bahan baku metanol akan di simpan di tangki penyimpanan metanol (T-01) dengan tipe tangki silinder vertical dalam bentuk cair dan bersifat *volatile* (mudah menguap) dan NaOH ke tangki penyimpanan NaOH (T-02) dengan tipe tangki silinder vertical dalam bentuk cair dan bersifat *non volatile* (tidak mudah menguap). Kondisi suhu pada tangki yaitu 30°C dan tekanan atmosferik. Selanjutnya bahan akan dialirkan ke reaktor.

2. Tahap Reaksi Dalam Reaktor

Reaksi yang terjadi antara NaOH dan metanol adalah reaksi bolak - balik (*reversible*) yang akan membentuk sodium metilat sebagai produk utamanya. Reaktor yang digunakan adalah RATB (Reaktor Tangki Alir Berpengaduk) dengan suhu 80°C dan tekanan 1,4 atm. Cairan yang masuk ke reaktor (R-01) yaitu metanol dan NaOH 50% akan direaksikan didalam reaktor. Reaksi yang terjadi didalam reaktor adalah reaksi endotermis. Reaktor ini juga menggunakan *external heater* (EX-01) untuk memanaskan dan mempertahankan suhu operasi. Pada saat terjadinya

reaksi dalam reaktor, sebagian besar metanol akan menguap keatas dan sisanya akan keluar menjadi hasil bawah reaktor.

3. Tahap Pembentukan produk

Hasil keluaran reaktor (R-01) berupa sodium metilat akan dialirkan ke *crystalizer* (CR-01) dengan kondisi operasi pada suhu 64°C dan tekanan 1 atm. Proses pengkristalan yang terjadi pada alat ini adalah dengan cara menaikkan suhu sampai titik didih metanol agar dapat menguap sehingga konsentrasi sodium metilat lebih besar dari kelarutannya. Selanjutnya, Sebagian besar metanol akan dialirkan ke menara distilasi untuk *directcycle* sisanya akan dialirkan ke *mixer*. Sementara hasil bawah dari *crystalizer* akan masuk ke dalam *centrifuge* (CF-01). Kondisi operasi *centrifuge* menggunakan suhu 64°C dan tekanan atmosferik. Padatan akan dipisahkan dari campuran *slurry* dengan sentrifugal yaitu alat akan berputar dengan kecepatan tinggi sehingga padatan akan tertahan pada filter. Selanjutnya, *screw conveyor* akan membawa padatan yang keluar dari *centrifuge* menuju ke *mixer*. Lalu terdapat umpan metanol yang masuk ke *mixer* (M-01). Campuran tersebut akan dihomogenkan agar menghasilkan produk akhir berupa sodium metilat 30% dan produk akan disimpan di dalam tangki.

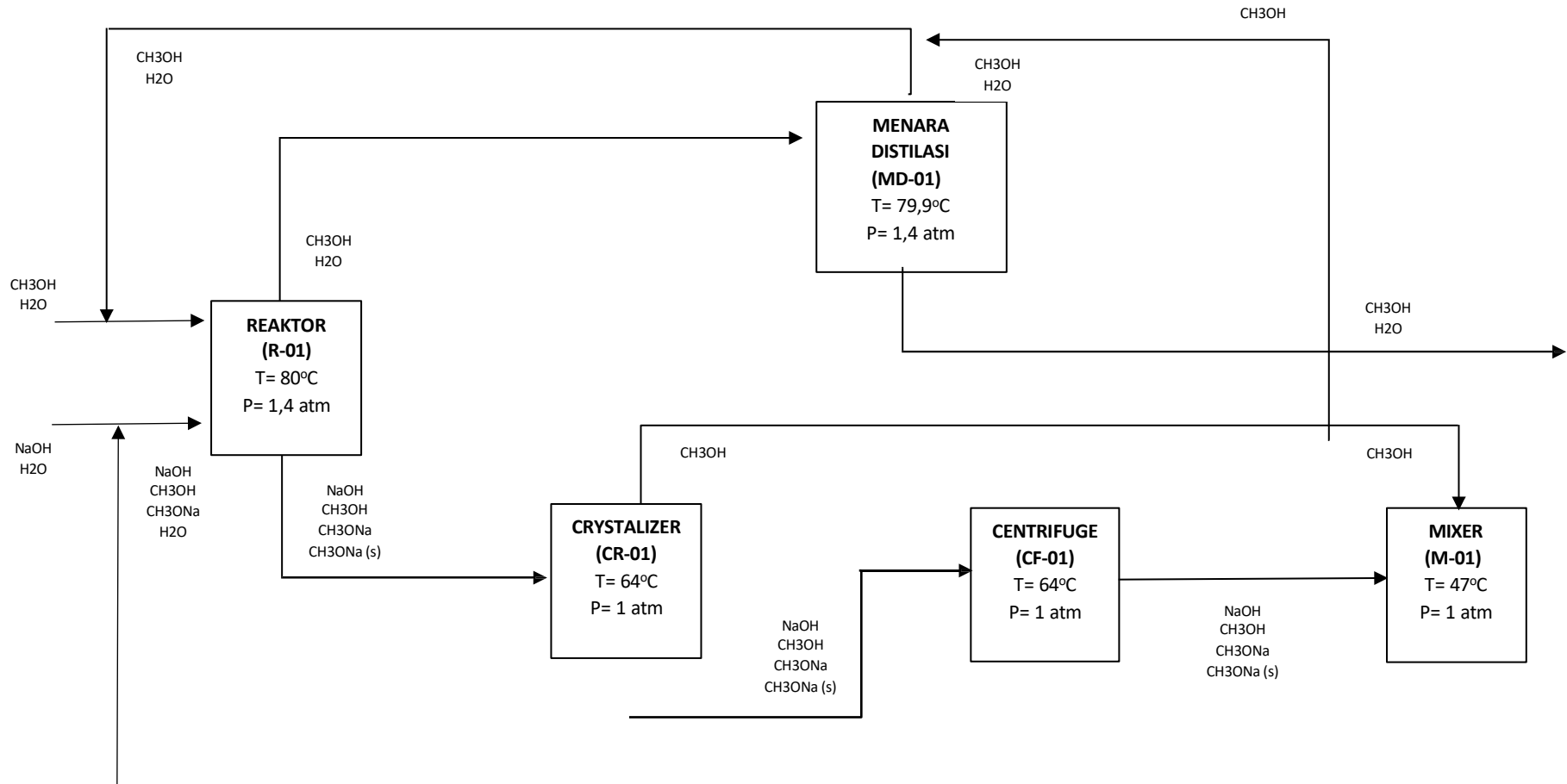
4. Tahap Pemurnian

Umpan keluaran reaktor akan masuk ke menara distilasi (MD-01) dengan kondisi suhu 80°C dan tekanan 1,4 atm. Pada saat metanol masuk ke menara distilasi, sebagian besar metanol akan menguap dan menjadi hasil

atas menara distilasi. Menara distilasi nantinya akan memurnikan metanol sesuai dengan kebutuhan. Kondisi operasi atas menara berubah, suhunya menjadi 71°C dan tekanan 1,3 atm. Sementara di bawah menara suhu operasinya adalah 108°C dan tekanan 1,5 atm. Hasil bawah menara akan dialirkan ke UPL (Unit Pembuangan Limbah) dan disimpan di dalam tangki limbah metanol (T-03) dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm.

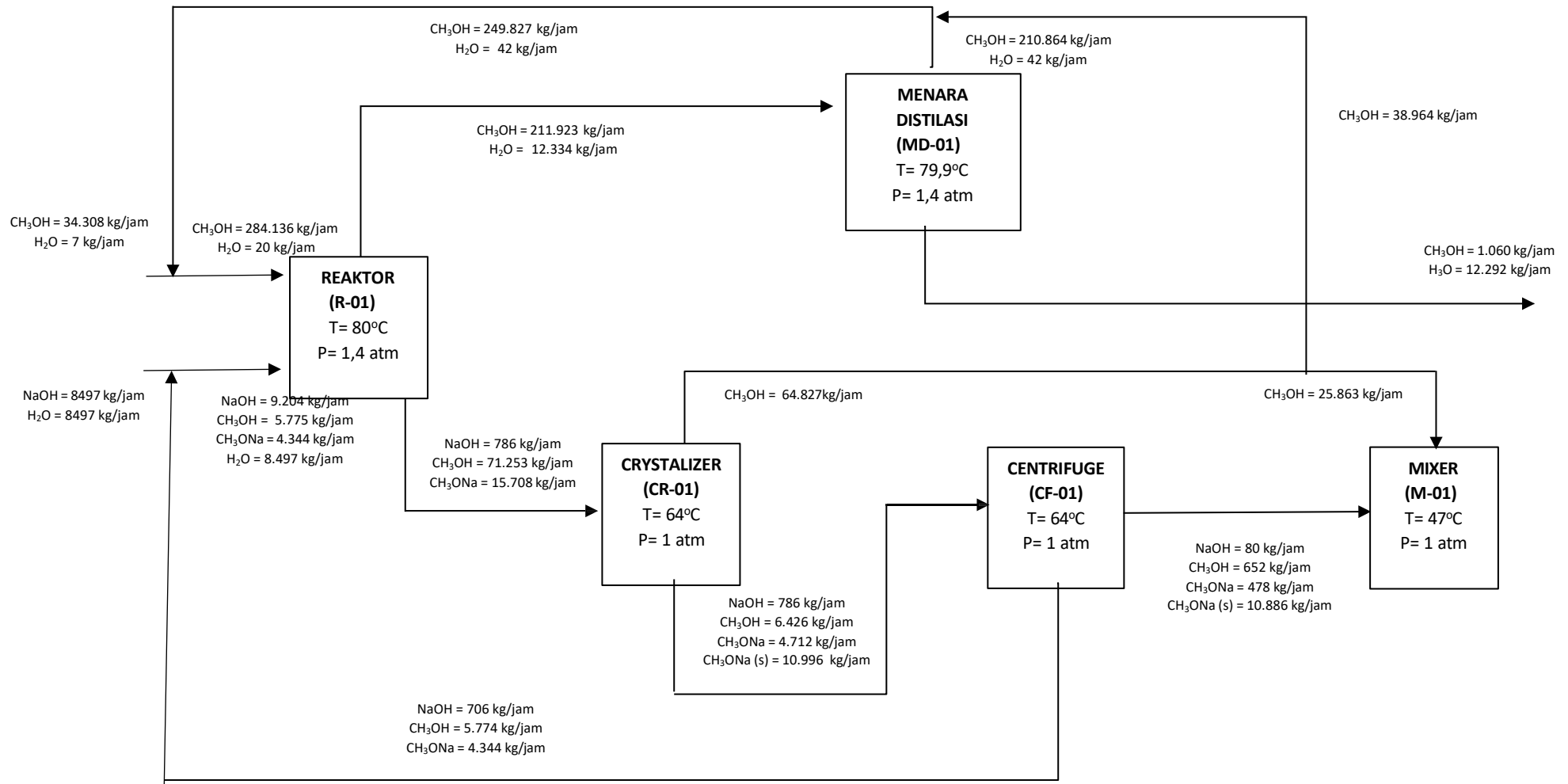
3.2 Diagram Alir Proses dan Material

3.2.1 Diagram Alir Kuantitatif



NaOH
CH₃OH
CH₃ONa

3.2.2 Diagram Alir Kualitatif



3.3 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat yang dirancang untuk pembuatan pabrik sodium metilat ini dipilih berdasarkan pertimbangan efisiensi dan optimasi prosesnya.

3.3.1 Spesifikasi Alat Utama

1. Reaktor

Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor (R-01) (Jumlah Alat=1)

Spesifikasi Umum Reaktor (R-01)	
Kode	: R-01
Fungsi	: Mereaksikan NaOH dan metanol menjadi sodium metilat
Tipe/Jenis	: Reaktor Tangki Alir Berpengaduk
Mode Operasi	: kontinyu
Jumlah	: 1 unit
Harga	: \$ 294.564
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	: 80
Tekanan (atm)	: 1,4
Kondisi Proses	: Isothermal
Konstruksi Material	
Diameter Alat (m)	: 4,62
Tinggi Alat (m)	: 6,93
Tebal <i>Shell</i> (in)	: 0,27

Tebal <i>Head</i> (in)	: 0,25
Tipe Pengaduk	: Marine dengan 3 blade
Diameter Impeller (m)	: 1,54
Tinggi Impeller (m)	: 1,54
Power/tenaga Pengadukan (Hp)	: 11,117
Jumlah <i>Baffle</i>	: 4
Lebar <i>Baffle</i> (m)	: 0,15404
Tinggi <i>Baffle</i> (m)	: 3,425741

3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah

1. Spesifikasi Menara Distilasi

Tabel 3. 1 Spesifikasi Menara Distilasi

Spesifikasi Umum Menara Distilasi (MD-01)	
Kode	: MD-01
Fungsi	: Memurnikan <i>metanol</i>
Tipe/Jenis	: <i>Sieve plate distillation tower</i>
Jumlah	: 1 unit
Harga	: \$ 569.491
Kondisi Operasi	
- Umpan	
Suhu (°C)	: 79,904
Tekanan (atm)	: 1,4
- Distilat	
Suhu (°C)	: 71,495
Tekanan (atm)	: 1,3
- Bottom	
Suhu (°C)	: 108,8
Tekanan (atm)	: 1,5
Tebal <i>shell</i> (in)	: 0.1867
Tebal <i>head</i> (in)	: 0,1796
Plate Actual	
Tinggi Menara Distilasi (m)	: 14,4
Jumlah <i>rectrifying</i>	: 9

Jumlah <i>stripping</i>	: 11
Panjang <i>weir</i> (mm)	: 0,02
Tebal <i>plate</i> (mm)	: 0.005
Diameter hole (mm)	: 0.005
Jumlah lubang	: 328
<i>Tray spacing</i> (m)	: 0,6

2. Spesifikasi *Crystalizer*

Tabel 3. 2 Spesifikasi *Crystalizer*

Spesifikasi Umum <i>Crystalizer</i> (CR-01)	
Kode	: CR-01
Fungsi	: Mengkristalkan sodium metilat menjadi padatan kristal
Tipe/Jenis	: Oslo Evaporatif <i>Crystalizer</i>
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 255.289
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	: 64
Tekanan (atm)	: 1
Konstruksi	
Diameter (m)	: 1,703
Tinggi (m)	: 3,406
Tebal <i>shell</i> (in)	: 0,1621
Tebal <i>head</i> (in)	: 0,1578
Mode Transfer Panas	
Luas Transfer Panas (sqft)	: 1002
UD (BTU/j ft ² °F)	: 250

3. Spesifikasi *Centrifuge*

Tabel 3. 3 Spesifikasi Centrifuge

Spesifikasi Umum <i>Centrifuge</i> (CF-01)	
Kode	: CF-01
Fungsi	: Memisahkan padatan Sodium metilat dari campuran slurry yang keluar dari Crystalizer
Jumlah	: 1 unit
Harga	: \$ 932.787
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	: 64
Tekanan (atm)	: 1
Dimensi <i>Bowl</i>	
Diameter <i>bowl</i> (m)	: 1,63
Panjang <i>bowl</i> (m)	: 0,7
Tebal <i>cake</i> (in)	: 2
ID <i>cake</i> (in)	: 60
Power (Hp)	: 212, 981

4. Spesifikasi *Mixer*

Tabel 3. 4 Spesifikasi Mixer

Spesifikasi Umum <i>Mixer</i> (M-01)	
Kode	: M-01
Fungsi	: Mencampurkan dan melarutkan kristal sodium metilat yang keluar dari <i>centrifuge</i> dengan pelarut <i>metanol</i> sampai homogen
Tipe/Jenis	: Tangki Alir Berpengaduk
Jumlah	: 1 unit
Harga	: \$ 137.463
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	: 47,5
Tekanan (atm)	: 1
Konstruksi dan Material	
Bahan	: Baja stainless steel
Diameter (m)	: 2,52
Tinggi (m)	: 3,78
Tebal <i>shell</i> (in)	: 0,1799
Tebal <i>head</i> (in)	: 0,1735
Diameter Pengaduk (m)	: 1,25
Lebar <i>buffle</i> (m)	: 0,251

5. Spesifikasi *Condenser* Total

Tabel 3. 5 Spesifikasi *Condenser* Total

Spesifikasi Umum <i>Condenser</i> Total (CD-01)	
Kode	: CDT-01
Fungsi	: Mengembunkan uap yang keluar dari <i>Evaporaitf Crystalizer</i>
Tipe/Jenis	: <i>Shell and tube condenser with subcooling</i>
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 24.168
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	: 64
Tekanan (atm)	: 1
Luas transfer panas (sqft)	: 4936,9
Diameter <i>shell</i> (in)	: 39
Diameter <i>Tube</i> (in)	: 0,62

6. Spesifikasi *Condenser*

Tabel 3. 6 Spesifikasi *Condenser*

Spesifikasi Umum <i>Condenser</i> (CD-02)	
Kode	: CD-01
Fungsi	: Mengembunkan uap yang keluar dari puncak menara MD-01
Tipe/Jenis	: Shell & tube <i>Condenser</i>
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 11.150
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	: 80
Tekanan (atm)	: 1,3
Luas transfer panas (sqft)	: 18698
Diameter <i>shell</i> (in)	: 60
Diameter <i>Tube</i> (in)	: 0,6

7. Spesifikasi *Reboiler*

Tabel 3. 7 Spesifikasi *Reboiler*

Spesifikasi Umum <i>Reboiler</i> (RB-01)	
Kode	: RB-01
Fungsi	: Menguapkan sebagian hasil bawah Menara Distilasi (MD-01)
Tipe/Jenis	: <i>Shell & tube Kettle Reboiler</i>
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 11.150
Kondisi Operasi	
Suhu (°C)	: 108
Tekanan (atm)	: 1,3
Luas transfer panas (sqft)	: 21227
Jumlah pipa	: 4505
Diameter <i>shell</i> (in)	: 60
Diameter <i>tube</i> (in)	: 0,62

3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpanan

1. Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Tabel 3. 8 Spesifikasi Tangki Penyimpanan (T-01) (Jumlah Alat =3)

No	Spesifikasi	Nama Alat		
		T-01	T-02	T-03
	Fungsi	Menyimpan bahan baku metanol dalam waktu 1 bulan	Menyimpan bahan baku NaOH dalam waktu 1 bulan	Menyimpan produk akhir berupa sodium metilat 30% dalam waktu 1 bulan
	Tipe/Jenis	Silinder vertikal	Silinder vertikal	Silinder vertikal
	Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit
	Bahan konstruksi	Stainless steel SA 167 grade 3	Stainless steel SA 167 grade 3	Stainless steel SA 167 grade 3
	Suhu (°C)	30	30	30
	Tekanan (atm)	1	1	1
	Diameter (m)	21,267	17,703	21,621
	Tebal <i>Shell</i> (in)	0,3053	0,3031	0,3179
	Tinggi (m)	12,19	9,75	12,19
	Harga (\$)	1.099.707	549.854	1.178.258

2. Akumulator

Tabel 3.9 Spesifikasi Umum Akumulator

No	Spesifikasi	Nama Alat	
		ACC-01	ACC-02
	Fungsi	Menampung sementara Hasil atas Menara Distilasi	Menampung sementara hasil pengembunan di dalam Condenser total
	Tipe/Jenis	Tangki Silinder Horizontal	Tangki Silinder Horizontal
	Jumlah	1	1
	Suhu (°C)	71,49	40
	Tekanan (atm)	1,3	1
	Diameter (m)	2,63	1,74
	Panjang (m)	5,26	3,48
	Tebal <i>Shell</i> (in)	0,1824	0,16679
	Tebal <i>Head</i> (in)	0,1757	0,16196
	Harga (\$)	88.369	24.547

3.3.4 Alat Transportasi Bahan Padat

1. *Screw Conveyor*

Tabel 3. 10 Spesifikasi Umum Screw Conveyor

Spesifikasi Umum (SC-01)	
Kode	: SC-01
Fungsi	: Mengangkut Kristal CH ₃ ONa dari Centrifuge menuju Mixer (M - 01)
Tipe/Jenis	: <i>Screw Conveyor</i>
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 40.257
Dimensi	
Diameter (m)	: 0,3
Panjang (m)	: 9,15
Waktu tinggal (menit)	: 2,69
Luas Penampang (ft ²)	: 0,785
Volume (ft ³)	: 23,55
Daya Motor	
Kapasitas (kg/jam)	: 4.883
Panjang (m)	: 9,15
Power (Hp)	: 0,27239

3.3.5 Alat Transportasi Bahan Cair

1. Pompa

Tabel 3. 12 Spesifikasi Umum Pompa

Spesifikasi	Nama Alat				
	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05
Fungsi	Mengalirkan metanol dari mobil tangki ke tangki penyimpanan (T-01)	Mengalirkan NaOH dari mobil tangki ke tangki penyimpanan (T-02)	Mengalirkan metanol dari tangki penyimpanan (T-01) ke reaktor (R-01)	Mengalirkan NaOH dari tangki penyimpanan (T-02) ke reaktor (R-01)	Sirkulasi untuk mengalirkan cairan ke <i>external heater</i> (EX-01) pada reaktor (R-01)
Tipe/Jenis	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal
Jumlah	1	1	1	1	1
Suhu (°C)	30	30	76,69	76,69	76,69
<i>Suction</i>					
Tinggi (m)	1	1	1	1	1
Tekanan (atm)	1,1532	1,26291	1,1532	1,2628	1,5574
<i>Discharge</i>					
Tinggi (m)	10	10	6	6	5
Tekanan (atm)	1	1	1,4	1,4	1,4
Viskositas (cp)	0,725	0,725	0,725	0,725	0,725
IPS (in)	2,5	1,5	1,5	1	6

OD (in)	2,88	1,9	1,9	1,32	6,625
ID (in)	2,649	1,61	1,61	1,049	6,065
Luas Penampang (m ²)	0,003	0,002	0,002	0,0006	0,18
Harga (\$)	\$ 5.891	\$ 2.946	\$ 3.142	\$ 1.964	\$ 24.056

Spesifikasi	Nama Alat				
	P-06	P-07	P-08	P-09	P-10
Fungsi	Mengalirkan <i>slurry</i> keluaran <i>crystalizer</i> (CR-01) ke <i>centrifuge</i> (CF-01)	Mengalirkan hasil bawah <i>centrifuge</i> (CF-01) menuju ke umpan reaktor	Mengalirkan hasil pengembunan metanol dari <i>accumulator</i> (ACC-02) ke <i>mixer</i> (M-01)	Mengalirkan hasil atas menara distilasi (MD-01) dari <i>accumulator</i> (ACC-01) menuju ke umpan reaktor	Mengalirkan hasil bawah menara distilasi (MD-01) dari <i>Reboiler</i> (RB-01) menuju ke UPL
Tipe/Jenis	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal
Jumlah	1	1	1	1	1
Suhu (°C)	76,69	76,69	76,69	76,69	76,69
<i>Suction</i>					
Tinggi (m)	1	1	1	1	1
Tekanan (atm)	1,1756	1,1699	1,1532	1,1532	1,1891
<i>Discharge</i>					
Tinggi (m)	5	5	7	5	5
Tekanan (atm)	1	1	1,4	1,2	3

Viskositas (cp)	0,725	0,725	0,725	0,725	0,725
IPS (in)	1,5	1	2,5	6	1
OD (in)	1,9	1,32	2,88	6,625	1,32
ID (in)	2,61	1,049	2,469	6,065	1,049
Luas Penampang (m ²)	0,0013	0,0005	0,0003	0,18	0,0005
Harga (\$)	2.553	2.160	5.989	28.475	2.357

Spesifikasi	Nama Alat		
	P-11	P-12	P-13
Fungsi	Mengalirkan hasil pencampuran dari <i>mixer</i> (M-01) untuk dialirkan ke tangki penyimpanan produk (T-03)	Mengalirkan hasil bawah <i>centrifuge</i> (CF-01) menuju ke umpan reaktor	Mengalirkan hasil pengembunan metanol dari <i>accumulator</i> (ACC-02) ke <i>mixer</i> (M-01)
Tipe/Jenis	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal
Jumlah	1	1	1
Suhu (°C)	76,69	30	30
<i>Suction</i>			
Tinggi (m)	1	1	1
Tekanan (atm)	1,1612	1,1891	1,1612
<i>Discharge</i>			
Tinggi (m)	10	5	5
Tekanan (atm)	1,1	1	1
Viskositas (cp)	0,725	0,725	0,725

IPS (in)	1,5	2,5	2,5
OD (in)	1,9	2,88	2,88
ID (in)	1,61	2,469	2,469
Luas Penampang (m ²)	0,0013	0,003	0,003
Harga (\$)	3.437	5.891	5.891

3.3.6 Alat Penukar Panas

1. Spesifikasi *Heater*

Tabel 3. 11 Spesifikasi Umum Heater

Spesifikasi	Nama Alat		
	HE-01	HE-02	EX-03
Fungsi	Menaikkan suhu metanol yang akan menuju ke reaktor (R-01)	Menaikkan suhu NaOH yang akan menuju ke reaktor (R-01).	Sebagai pemanas reaktor dan menjaga kestabilan suhu pada reaktor yaitu 80°C sehingga suhu tetap dalam kondisi <i>isothermal</i>
Jenis	<i>Shell and tube pipe heat exchanger</i>	<i>Double pipe heat exchanger</i>	<i>Shell and tube pipe heat exchanger</i>
Jumlah	1	1	1
Tipe	<i>Steam</i>	<i>Steam</i>	<i>Steam</i>
<i>Shell</i>			
ID (in)	: 15,25		: 48
Nt	: 124 pipa		: 2865
Pass	: 1		: 1
<i>Tube</i>			
OD, BWG	: 0,75 , 16		: 0,75 , 16
ID	: 0,62		: 0,62
Pitch	: 1 sq pitch		: 1 sq pitch
Panjang (ft)	: 16		: 16
Pass	: 2		: 1
Spesifikasi <i>Annulus</i>			
Aliran fluida		: <i>Hot fluid</i>	

Luas penampang (sqft)		: 0,0073	
ΔP (psi)		: 1,74925	
Spesifikasi <i>inner pipe</i>			
Aliran fluida		: <i>Cold fluid</i>	
Flow area (ft ²)		: 0,0021	
ΔP (psi)		: 1,61475	
Jumlah hairpin		15	
Luas transfer panas (sqft)	393,05	72,461	8803,1
<i>Dirt factor</i> (Rd)	0,006094	0,005276	0,000288
Harga (\$)	53.022	11.783	1.197.895

2. Spesifikasi Cooler

Tabel 3. 14 Spesifikasi Cooler

Spesifikasi	Nama Alat	
	C-01	C-02
Fungsi	Mendinginkan hasil bawah reaktor dari suhu 80°C ke suhu 50°C	Mendinginkan hasil bawah menara distilasi dari suhu 108°C ke suhu 35°C
Jenis	<i>Shell and tube heat exchanger</i>	<i>Shell and tube heat exchanger</i>
Tipe	Air pendingin	Air pendingin
Shell (hot fluid)		
ID (in)	: 17,25	: 17,25
Nt	: 246	: 158
Pass	: 1	: 1
Tube (cold fluid)		
OD, BWG	: 0,75 , 16	: 0,75 , 16
ID	: 0,62	: 0,62
Pitch (sqft)	: 1	: 1
Panjang (ft)	: 16	: 16
Pass	: 4	: 4
Luas transfer panas (sqft)	757,48	484,86
<i>Dirt factor (Rd)</i>	0,00631	0,006353
Jumlah	1	1
Harga (\$)	89.351	0.975

3.4 Neraca Massa

Produk : Sodium metilat 30%

Kapasitas Perancangan : 90.000 ton/tahun

Waktu operasi selama 1 tahun : 330 hari

Waktu operasi selama 1 hari : 24 jam

3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 3. 15 Neraca Massa Total

No	Komponen	Input	Output	
		Umpan (kg/jam)	Produk (kg/jam)	Limbah (kg/jam)
1	H ₂ O	8.504		12.292
2	CH ₃ OH	34.309	26.515	1060
3	NaOH	8.497	80	-
4	CH ₃ ONa		11.364	-
Subtotal		51.310	37.959	13.352
Total		51.310	51.310	

3.4.2 Neraca Massa Alat

1. Reaktor

Tabel 3. 16 Neraca Massa Reaktor

No	Komponen	Input	Output	
		Umpan (kg/jam)	Produk (kg/jam)	Hasil Atas (kg/jam)
1	NaOH	9.204	786	-
2	CH ₃ OH	289.910	71.253	211.923
3	CH ₃ ONa	4.344	15.708	-
4	H ₂ O	8.546	-	12.334
Subtotal		312.004	87.747	224.257
Total		312.004	312.004	

2. Menara Distilasi

Tabel 3. 17 Neraca Massa Menara Distilasi

No	Komponen	Input	Output	
		Umpan (kg/jam)	Distilat (kg/jam)	Bottom (kg/jam)
1	H ₂ O	12.334	42	12.292
2	CH ₃ OH	211.923	210.864	1.060
Subtotal		224.257	210.906	13.352
Total		224.257	224.257	

3 *Condenser* Total

Tabel 3. 18 Neraca Massa Condenser

No	Komponen	Input	Output
		Umpan (kg/jam)	Produk (kg/jam)
1	CH ₃ OH	64.827	64.827
Total		64.827	64.827

4 *Crystalizer*

Tabel 3. 19 Neraca Massa Crystalizer

No	Komponen	Input	Output	
		Umpan (kg/jam)	Produk (kg/jam)	Hasil Atas (kg/jam)
1	NaOH	786	786	
2	CH ₃ OH	71.253	6.426	64.827
3	CH ₃ ONa	15.708	4.712	
4	CH ₃ ONa (s)		10.996	
Subtotal		87.747	22.920	
Total		87.747	87.747	

5 *Centrifuge*

Tabel 3. 20 Neraca Massa Centrifuge

No	Komponen	Input	Output	
		Umpan (kg/jam)	Padatan Kristal (kg/jam)	Filtrat (kg/jam)
1	NaOH	786	80	706
2	CH ₃ OH	6.426	652	5.774
3	CH ₃ ONa	4.712	478	4.234
4	CH ₃ ONa (s)	10.996	10.886	110
Subtotal		22.920	12.095	10.825
Total		22.920	22.920	

6 *Mixer*

Tabel 3. 21 Neraca Massa Mixer

No	Komponen	Input		Output
		Umpan Metanol (kg/jam)	Massa Masuk (kg/jam)	Produk akhir (kg/jam)
1	NaOH		80	80
2	CH ₃ OH	25.863	652	26.515
3	CH ₃ ONa		478	11.364
4	CH ₃ ONa (s)		10.886	
Subtotal		25.863	12.096	37.959
Total		37.959		37.959

3.5 Neraca Panas

Produk : Sodium metilat 30%

Kapasitas : 90.000 ton/tahun

Waktu operasi selama 1 tahun : 330 hari

Waktu operasi selama 1 hari : 24 jam

3.5.1 Neraca Panas Alat

1. Reaktor

Tabel 3. 22 Neraca Panas Reaktor

No	Komponen	Q Input (Kj/jam)	Q Output (Kj/jam)
1	NaOH	444.118	1.021
2	H ₂ O	1.134.210	1.142.839
3	CH ₃ OH	2.485.210	16.179.998
4	CH ₃ ONa	410.282	1.568.242
5	Beban Panas Reaktor	120.750.499	-
6	Panas Penguapan	-	104.745.768
7	Panas Reaksi	-	1.586.450
Total		125.224.319	125.224.319

2. *Crystalizer*

Tabel 3.23 Neraca Panas Crystalizer

No	Komponen	Q Input (Kj/jam)	Q Output (Kj/jam)
1	NaOH	17.160	26.764
2	CH ₃ OH	1.819.304	31.360.444
3	CH ₃ ONa	658.962	310.624
4	CH ₃ ONa (s)	-	724.788
5	Beban Panas	33.663.912	-
6	Panas Pengkristalan	-	3.736.719
Total		36.159.340	36.159.340

3. *Mixer*

Tabel 3.24 Neraca Panas Mixer

No	Komponen	Q Input (Kj/jam)	Q Output (Kj/jam)
1	NaOH	2.528	1.459
2	CH ₃ OH	289.443	608.931
3	CH ₃ ONa	29.336	427.389
4	CH ₃ ONa (s)	717.541	-
Total		1.036.320	1.036.320

4. Menara Distilasi

Tabel 3.25 Neraca Panas Menara Distilasi

No	Komponen	Q Input (Kj/jam)	Q Output (Kj/jam)
1	CH ₃ OH	22.597.201	19.138.270
2	H ₃ O	1.140.848	1.740.430
3	Beban Panas <i>Reboiler</i>	143.359.683	-
4	Beban Panas <i>Condenser</i>	-	146.219.032
Total		167.097.732	167.097.732

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pendirian

Lokasi adalah hal yang terkait dengan ilmu tata ruang (spatial order) kegiatan ekonomi, atau ilmu yang menyelidiki alokasi geografis dari sumber-sumber yang potensial, serta hubungannya dengan atau pengaruhnya terhadap keberadaan berbagai macam usaha/kegiatan lain baik ekonomi maupun sosial (Tarigan, 2006). Dalam hal ini, pendirian lokasi pabrik berarti harus sangat dipertimbangkan dengan sebaik – baiknya karena hal tersebut akan mempengaruhi berjalannya suatu usaha atau proses produksi dari pabrik tersebut. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi untuk menentukan berdirinya suatu pabrik, diantaranya :

1. Lingkungan Masyarakat

Ketersediaan Masyarakat setempat untuk menerima setiap konsekuensi baik dan konsekuensi buruknya agar kedua belah pihak merasakan keamanan dan kenyamanan merupakan syarat untuk dapat atau tidaknya didirikan pabrik pada lingkungan tersebut.

2. Sumber Daya

Sumber daya yang dibutuhkan di daerah tersebut harus mencukupi kebutuhan produksi. Sumber daya ini meliputi dua hal yaitu sumber daya alam dan sumber daya manusia:

a. Sumber daya alam

Biaya produksi sangat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya harga bahan dasar dan bahan lain yang diperlukan di dalam proses produksi. Harga bahan ini dipengaruhi juga oleh biaya yang harus ditanggung supplier, dengan lokasi berdekatan maka meminimalkan biaya pengangkutan dan distribusi bahan, sehingga dapat menekan biaya transportasi.

b. Sumber daya manusia

Tersedianya tenaga kerja baik terdidik maupun terlatih yang cukup banyak merupakan faktor yang penting. Penentuan lokasi pabrik perlu dipertimbangkan dari besarnya kebutuhan baik tenaga kerja terdidik dan cakap, terlatih dan tak cakap terhadap kemungkinan tersedianya tenaga - tenaga tersebut, di sekitar daerah yang dipilih sebagai alternatif lokasi, kota-kota besar atau kota-kota industri akan lebih mudah untuk memperoleh tenaga terdidik meskipun biayanya cukup mahal.

3. Pasar

Kedekatan pasar dengan lokasi pabrik akan menguntungkan karena dapat menghemat biaya pengiriman juga memungkinkan akan memberikan pelayanan yang lebih baik.

4. Fasilitas Pengangkutan

Fasilitas pengangkutan ini meliputi alat transportasi untuk menopang proses pengangkutan dan harus menyesuaikan dengan kebutuhan pengangkutan.

5. Pembangkit Tenaga

Setiap industri sudah pasti membutuhkan pembangkit tenaga untuk menunjang berjalannya proses produksi. Sehingga perlu diperhatikan kebutuhan pembangkit tenaga juga tersedia seperti air, listrik, angin dan sebagainya.

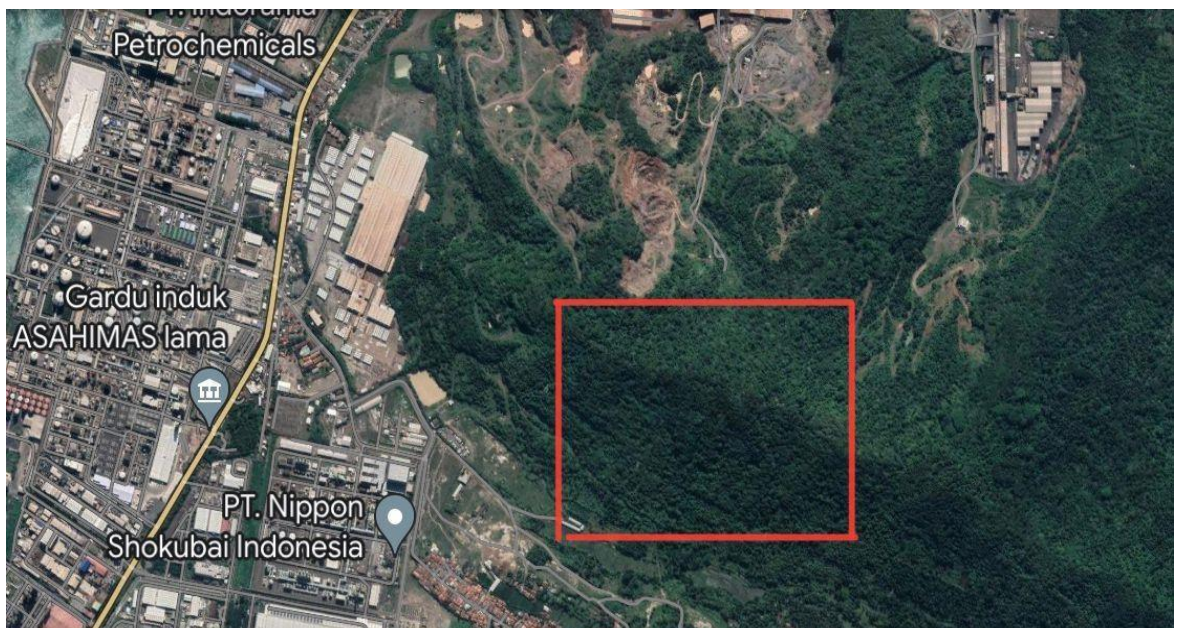
6. Tanah untuk perluasan

Tanah dipertanian biasanya mahal dan lebih sulit didapatkan karena letaknya yang sudah sedikit dan berada di pusat perekonomian. Sehingga pabrik – pabrik baru akan didirikan di pinggiran kota agar kedepannya lebih mudah melakukan perluasan tanah.

7. Fasilitas Keamanan

Lokasi pabrik berdiri harus memiliki akses yang mudah terhadap pelayanan kesehatan dan keamanan untuk agar pertolongan saat kecelakaan kerja lebih cepat dan mudah dijangkau.

Dari pertimbangan – pertimbangan tersebut maka akan ditetapkan pendirian pabrik sodium metilat di Kota Cilegon, Banten. Pemilihan lokasi tersebut sudah berdasarkan pertimbangan yang menguntungkan secara ekonomis dan teknisnya. Gambar 4.1 menunjukkan perencanaan lokasi berdirinya pabrik sodium metilat dengan kapasitas produksi sebesar 90.000 ton/tahun.



Gambar 4. 1 Peta Lokasi Pabrik

4.1.1 Faktor Primer Penentu Lokasi Pabrik

1. Penyedia Bahan Baku

Bahan baku memegang peran penting untuk menunjang proses produksi. Lokasi pabrik yang dekat dengan bahan baku itu akan menguntungkan. Penyedia bahan baku yang berupa metanol didatangkan dari PT. Kaltim Metanol Industri yang terletak di Kalimantan Timur. Sedangkan

bahan baku berupa natrium hidroksida didatangkan dari PT. Asahimas Chemical yang terletak di Kota Cilegon, Banten.

2. Daerah pemasaran produk

Sodium metilat adalah bahan kimia penting dalam proses pembuatan biodiesel. Sodium metilat secara luas digunakan sebagai bahan baku dalam produksi industri kimia lainnya yaitu dalam industri farmasi, parfum, pewarna dan pestisida . Pemilihan lokasi pabrik di Cilegon dekat dengan pabrik-pabrik yang membutuhkan Sodium metilat dalam jumlah yang cukup besar, misalnya :

- a. PT. Sinarmas Bio Energy
- b. PT. Darmex Biofuels

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan seperti air, bahan baku dan tenaga listrik dapat dipenuhi karena lokasi terletak dikawasan industri.

- a. Penyediaan listrik, diperoleh dari PLN dan generator pabrik.
- b. Penyediaan air untuk kebutuhan air minum dan sanitasi dari air sungai yang sudah di olah.

4. Transportasi

Cilegon, Banten memiliki jalur transportasi yang menghubungkan kota-kota yang berada disekitarnya. Ketersediaan transportasi baik melalui jalur laut dan darat dapat mempermudah pengangkutan baik bahan baku maupun produk. Alasannya karena di daerah tersebut sangat dekat dengan beberapa pelabuhan dan jalan tol, sehingga dapat mempermudah dalam memenuhi jalannya proses produksi dan pemasaran.

5. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang berpendidikan dan terampil diperlukan untuk dapat menjalankan proses pada pabrik dengan baik. Dengan pendirian pabrik ini diharapkan dapat mengurangi jumlah pengangguran pada masyarakat.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

1. Kebijakan Pemerintah

Daerah Banten adalah daerah yang sudah ditetapkan sebagai kawasan industri oleh pemerintah yang juga terbuka untuk investor. Hal ini sejalan dengan kebijakan pengembangan industri sehingga memberikan kemudahan mengenai pengembangan industri termasuk dalam hal perizinan, pajak dan hal lain yang berkaitan dengan pendirian usaha/pabrik.

2. Perluasan Pabrik

Pada perluasan pabrik perlu diperhatikan untuk mengantisipasi adanya penambahan kapasitas di masa yang akan datang. Oleh karena itu perlu disediakan lahan kosong sebagai antisipasi.

3. Lingkungan Masyarakat sekitar

Sikap masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik pembuatan Sodium metilat karena akan menjamin tersedianya lapangan kerja bagi mereka.

4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout)

Tata letak suatu pabrik merupakan pengaturan dan penempatan yang optimal terhadap fasilitas pabrik sehingga dapat menghasilkan kegiatan produksi yang baik. Dalam penempatan tata letak pabrik yang optimal dapat meningkatkan nilai ekonomis dari pemeliharaan. Tata letak pabrik atau disebut juga plant layout dapat diartikan sebagai tata cara peraturan fasilitas-fasilitas guna menunjang kelancaran proses produksi. Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

1. Kelancaran proses produksi lebih terjamin.
2. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai.
3. Biaya material handling menjadi lebih rendah dan menyebabkan turunnya/terhindarnya pengeluaran untuk hal-hal yang tidak penting.
4. Jika tata letak peralatan diatur sesuai dengan urutan-urutan proses maka proses produksi akan lancar, sehingga perusahaan tidak perlu membeli alat angkut tambahan sehingga lebih efisien.
5. Karyawan mendapatkan kenyamanan dalam bekerja sehingga akan meningkatkan semangat kerja yang menyebabkan meningkatnya produktivitas kerja. Hal lain yang perlu diperhatikan :

- a. Letak alat dalam ruangan yang cukup sehingga tersedia ruang gerak untuk keperluan perawatan, perbaikan maupun penggantian alat.
- b. Pengaturan tata letak diusahakan menurut urutan proses.
- c. Penempatan alat kontrol atau alat bantu pada alat maupun pipa aliran proses dapat terjangkau atau dapat terlihat jelas untuk pengawasan proses. Secara garis besar, tata letak pabrik Sodium metilat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

- 1). Pos keamanan ditempatkan dekat akses atau gerbang masuk dan keluar untuk mempermudah pengawasan terhadap orang yang memasuki atau keluar kawasan pabrik maupun pengawasan terhadap arus logistik atau bahan baku masuk dan pengiriman produk, sekaligus menjadi salah satu penjaga keamanan utama pabrik.

- 2). Area utilitas berada di dekat area proses utama agar jalur bahan utilitas ke peralatan proses lebih dekat dan mudah.

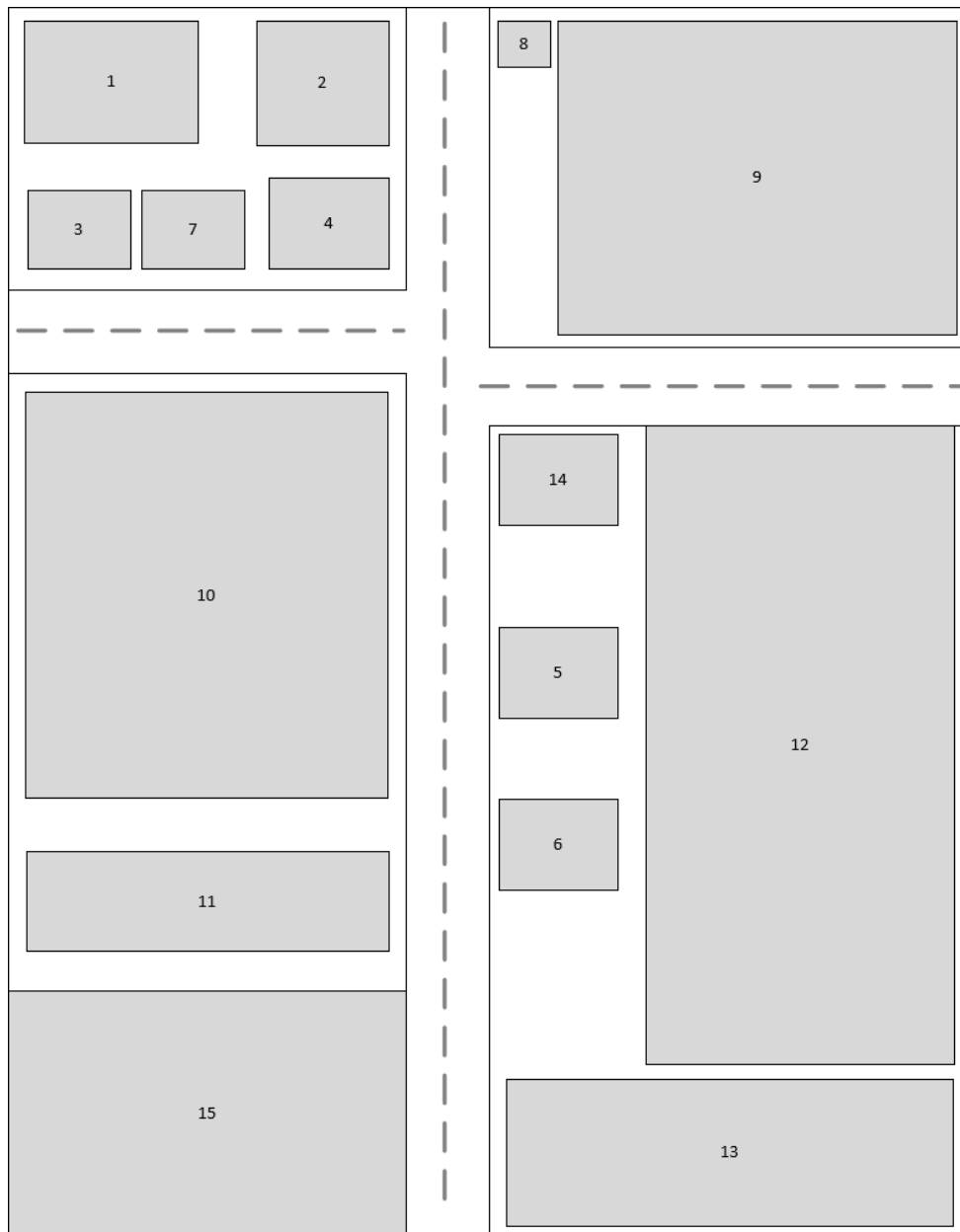
- 3). Bengkel berada di dekat daerah utilitas dan daerah proses utama untuk mempermudah pengawasan, pemeliharaan, dan perbaikan alat-alat.

- 4). Ruang generator ditempatkan di sekitar belakang pabrik agar meminimalisir tingkat kebisingan.

- 5). Mushola disediakan dalam area pabrik karena sebagian besar penduduk sekitar dan karyawan adalah umat muslim.

- 6). Taman yang cukup luas dan toilet yang tersebar di sekitar daerah pabrik untuk meningkatkan kenyamanan para karyawan dan pengunjung.
- 7). Area parkir yang luas untuk karyawan, tamu, maupun parkir truk distribusi produk.
- 8). Jalan dibuat satu arah dan memiliki jalur terpisah untuk kendaraan mobil/motor dengan truk agar pemantauan lebih mudah.
- 9). Penerangan dan ventilasi ruangan yang cukup untuk menunjang proses produksi.
- 10). Area perluasan dipertimbangkan untuk rencana pengembangan dan perluasan area tertentu dalam pabrik di masa depan.
- 11). Area parkir truck didesain memanjang dan dekat dengan lokasi loading produk sehingga waktu dan tempat untuk pengisian produk lebih efisien

Berikut layout perancangan pabrik;



Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik (Lay Out Pabrik) Skala 1:4000

Untuk keterangan setiap penomoran pada Gambar 4.2, dapat dilihat pada

Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah

Kode	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m²)
1	Gedung Pertemuan	40	25	1000
2	Gedung Perkantoran	50	15	750
3	Klinik	20	10	200
4	Kantin	20	10	200
5	Gudang	50	15	750
6	Bengkel	50	15	750
7	Masjid	25	20	500
8	Pos Jaga	15	10	150
9	Parkir dan Taman	80	75	6000
10	Area Proses	80	62	5000
11	Area Utilits	200	10	2000
12	Area Tangki	200	200	40000
13	Parkir Belakang	80	62	5000
14	Unit Pemadam	50	15	750
15	Area Perluasan	60	50	3000
Luas bangunan				66.050
Luas Tanah				132.100
Luas Total				198.150

4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (Machine Layout)

Dalam perancangan *lay out* peralatan proses ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu:

1. Aliran bahan baku

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan elevasi pipa di atas tanah, perlu dipasang pada ketinggian 3 meter atau lebih. Sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja. Disamping itu perlu diperhatikan arah aliran udara.

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu diberikan penerangan yang baik.

4. Lalu lintas manusia

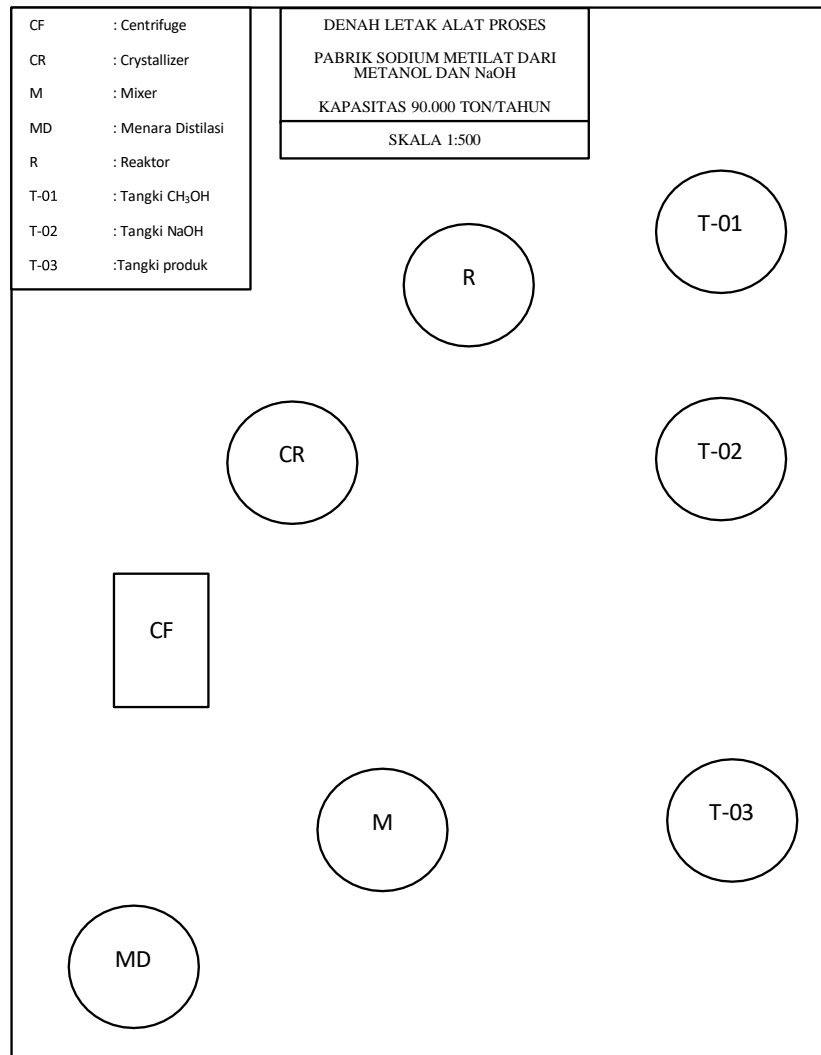
Dalam perancangan *lay out* peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah.

5. Penempatan alat proses

Dalam menempatkan peralatan proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik, sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak antar proses

Untuk alat proses yang mempunyai tekanan dan suhu operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lain sehingga apabila terjadi peledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Produksi Pabrik

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik Sodium metilat yang akan didirikan ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham. Alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT) ini adalah didasarkan dari beberapa faktor sebagai berikut :

- 1). Mudahnya dalam mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- 2). Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- 3). Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
- 4). Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.
- 5). Mudah bergerak di pasar global.

4.4.2 Struktur Organisasi

Secara garis besar, struktur organisasi perusahaan merupakan suatu tingkatan atau susunan yang berisi pembagian tugas dan peran perorangan berdasarkan jabatannya di perusahaan. Umumnya, struktur perusahaan disusun dalam bentuk bagan atau garis hirarki dan berisi deskripsi dari tiap komponen perusahaan. Dengan dibentuknya struktur perusahaan, setiap Sumber Daya Manusia (SDM) dilingkungan perusahaan memiliki peran dan fungsinya masing - masing. Tujuan utamanya adalah supaya perusahaan dapat lebih mudah dalam hal pembagian tugas dan tanggung jawab tiap individu dalam menjalankan sebuah perusahaan. Struktur organisasi membantu perusahaan untuk menempatkan individu - individu yang berpotensi dan memiliki kompeten sesuai dengan bidang serta keahliannya.

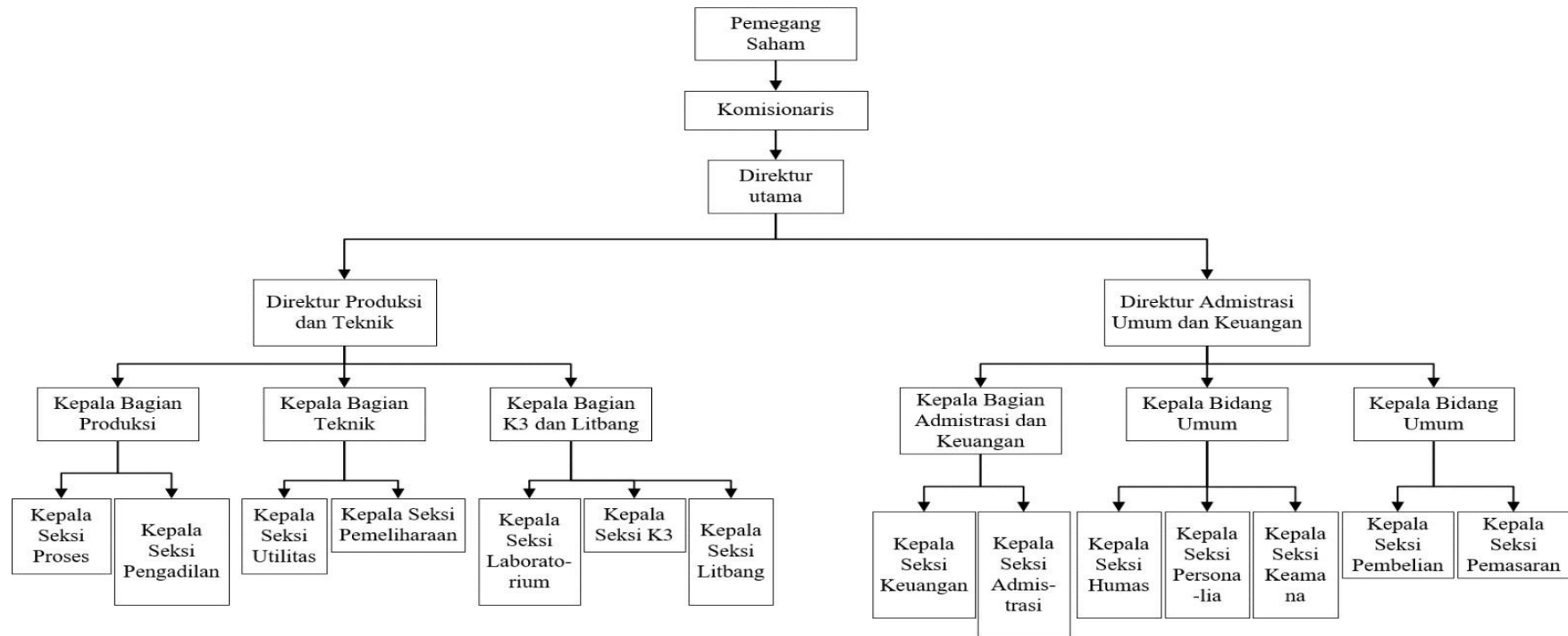
Fungsi struktur organisasi yaitu :

- a. Mendiskripsikan peran setiap individu dalam perusahaan
- b. Memperjelas alur hubungan kinerja
- c. Mendiskripsikan uraian tugas

Manfaat Struktur Organisasi Perusahaan yaitu :

- a. Terjalannya komunikasi dan kolaborasi yang baik
- b. Efisiensi operasional
- c. Meminimalisir terjadinya konflik antar karyawan
- d. Meningkatkan produktivitas karyawan

4.4.3 Tugas dan Wewenang Karyawan



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi

A. Pemegang Saham

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

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.
- b. Mengangkat dan memberhentikan direktur.
- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

A. Komisaris

Komisaris adalah seorang pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, yang bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Komisaris memiliki wewenang yaitu :

- a. Menilai dan menyetujui rencana direktur mengenai kebijakan umum, alokasi sumber dana, pengarahan pemasaran dan target perusahaan.
- b. Mengawasi dan membantu tugas direktur.

B. Dewan Direksi

- **Direktur Utama**

Direktur utama adalah pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggung jawab terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama juga bertanggung jawab kepada dewan komisaris untuk semua tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Dewan direktur utama memiliki wewenang yaitu:

a. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membentuk hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.

b. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian melalui persetujuan rapat pemegang saham.

c. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan bertanggung jawab atas pekerjaannya secara berkala atau saat masa akhir kerja pada pemegang saham.

d. Mengkoordinir kerja sama antara direktur produksi dan direktur keuangan.

- **Direktur Produksi** Direktur produksi memiliki wewenang yaitu :

- a. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi.
 - b. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian.
- Direktur Keuangan dan Umum Direktur keuangan dan umum memiliki wewenang yaitu :
 - a. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang pemasaran, keuangan, dan pelayanan umum.
 - b. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerja kepala-kepala bagian.

C. Kepala Bagian

Kepala bagian memiliki wewenang untuk mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang. Kepala bagian juga dapat bertindak sebagai staf direktur.

4.4.4 Jam Kerja Karyawan

Pabrik Sodium metilat dari Metanol akan beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam perhari. Sisa hari yang bukan merupakan libur digunakan untuk perbaikan, perawatan, dan turn around. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan menjadi dua golongan, yaitu :

1. Pegawai Non shift

Pegawai yang bekerja selama 8 jam dalam sehari dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari sabtu, minggu, dan hari besar libur. Pegawai non shift termasuk karyawan tidak langsung menangani operasi pabrik yaitu direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor atau administrasi, dan divisi-divisi dibawah tanggung non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinyu. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai non shift :

- Senin – Kamis : 08.00 – 17.00 (istirahat 12.00 – 13.00)
- Jumat : 08.00 – 17.00 (istirahat 11.30 – 13.00)

2. Pegawai shift

Yaitu pegawai yang bekerja 24 jam per hari yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses operasi pabrik yaitu kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai shift :

- Shift I (Pagi) : 08.00 – 16.00
- Shift II (Sore) : 16.00 – 24.00
- Shift III (Malam) : 24.00 – 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok. Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift. Berikut adalah jadwal kerja karyawan shift.

Tabel 4. 2 Jadwal Kerja Setiap kelompok

Kelompok	Tanggal																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	M	M	M	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
B	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
C	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
D	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S

Keterangan :

P = Shift Pagi (08.00-16.00)

S = Shift Sore (16.00-24.00)

M = Shift Malam (24.00-08.00)

L = Libur

3. Kerja Lembur (*overtime*) Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

4.4.5 Gaji Karyawan

a. Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan terbagi menjadi 3 jenis yaitu :

- a) Gaji Bulanan Merupakan gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan.
- b) Gaji Harian Merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan yang tidak tetap atau buruh harian.
- c) Gaji Lembur Merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok. Berikut merupakan rincian gaji karyawan sesuai dengan jabatan

Tabel 4. 3 Jumlah Tenaga Kerja dan Penggajian

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji Per Orang	Gaji Per Bulan	Total Gaji Per Tahun
1	Direktur	1	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000	Rp 600.000.000
2	Kepala Bagian	3	Rp 35.000.000	Rp 105.000.000	RP 1.260.000.000
3	Kepala Seksi	9	Rp 20.000.000	Rp 180.000.000	Rp 2.160.000.000
4	Staff	50	Rp 15.000.000	Rp 750.000.000	Rp 9.000.000.000
5	Operator Lapangan	172	Rp 10.000.000	Rp 1.720.000.000	Rp 20.640.000.000
6	Security	40	Rp 5.000.000	Rp 200.000.000	Rp 2.400.000.000
7	Perawat	4	Rp 7.000.000	Rp 28.000.000	Rp 336.000.000
8	Dokter	2	Rp 10.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
9	Gudang	10	Rp 5.000.000	Rp 50.000.000	Rp 600.000.000
10	Pengolahan Limbah	10	Rp 7.000.000	Rp 70.000.000	Rp 840.000.000
11	Driver	13	Rp 5.000.000	Rp 65.000.000	Rp 780.000.000
Total		314	Rp 169.000.000	Rp 3.238.000.000	Rp 38.856.000.000

4.4.6 Kesejahteraan Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa tunjangan, cuti, seragam kerja, BPJS kesehatan dan ketenagakerjaan.

1. Tunjangan Tunjangan yang diberikan kepada karyawan berupa tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan, tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan, dan tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
2. Cuti Ketentuan cuti perusahaan adalah sebagai berikut:
 - 1) Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu (1) tahun.
 - 2) Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter. 108
3. Seragam Kerja Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya, dengan peraturan pemakaian 3 hari (senin, Selasa, Rabu) menggunakan seragam kerja dan hari selebihnya dapat menggunakan baju batik pribadi.
4. BPJS Kesehatan Berdasarkan UU No. 40 Tahun 2004 tentang Sistem Jaminan Sosial Nasional dan UU No.24 Tahun 2011 BPJS Kesehatan sebagaimana

dimaksud dalam Pasal 5 ayat (2) huruf a menyelenggarakan program jaminan kesehatan. Jaminan kesehatan yang diberikan oleh perusahaan yaitu :

- 1) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
 - 2) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.
5. BPJS Ketenagakerjaan Berdasarkan UU No.40 Tahun 2004 tentang Sistem Jaminan Sosial Nasional dan UU No.24 Tahun 2011 tentang Badan Penyelenggara Jaminan Sosial, BPJS Ketenagakerjaan menyelenggarakan 4 program yakni Program 109 Jaminan Kecelakaan Kerja (JKK), Jaminan Hari Tua (JHT), Jaminan Pensiun (JP), dan Jaminan Kematian (JK). Sementara Program Jaminan Kesehatan diselenggarakan oleh BPJS Kesehatan. Berdasarkan UU tersebut, pemberi kerja (perusahaan) wajib mendaftarkan seluruh pekerjanya menjadi peserta BPJS Ketenagakerjaan secara bertahap menurut ketentuan perundang – undangan.

BAB V

UTILITAS

Unit utilitas merupakan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang adalah sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Beberapa utilitas yang diperlukan dalam perancangan pabrik sodium metilat ini, meliputi :

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

Unit ini berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan dan air sanitasi untuk air perkantoran dan lingkungan. Proses pendinginan digunakan pada *cooling*.

2. Unit Penyedia Air Pemanas (*Steam System*)

Unit ini berfungsi sebagai proses pemanasan pada heater, dan reboiler.

3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Unit ini berfungsi sebagai tenaga penggerak peralatan proses, penerangan, bahkan lingkungan pabrik. Listrik diperoleh dari PLN dan generator sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan.

4. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)

Unit ini berfungsi sebagai penyedia udara tekan atau menjalankan system instrumentasi. Udara tekan diperlukan untuk alat control pneumatik. Alat penyediaan udara tekan berupa kompresor dan tangki udara.

5. Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini berfungsi sebagai menyediakan bahan bakar penggerak generator.

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (Water Treatment System)

5.1.1 Unit Penyediaan Air

Unit penyediaan air merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas untuk menyediakan air kebutuhan industri maupun rumah tangga. Untuk memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut. Dalam perancangan pabrik sodium metilat ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai dengan beberapa pertimbangan :

- a. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relative tinggi jika dibandingkan dengan air sumur, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- b. Pengolahan air sungai relative lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahan pada umumnya lebih besar karena dalam air laut tersebut memiliki lebih banyak kandungan garam dan mineral yang perlu dipisahkan.
- c. Jumlah air di sungai lebih banyak dibandingkan dengan air sumur.

- d. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Dalam kebutuhannya, air sungai yang digunakan untuk keperluan pabrik antara lain air proses, air domestic, dan air umpan boiler. Air proses berfungsi untuk mensuplai kebutuhan air selama alat proses berjalan, sehingga tidak akan terjadi pemberhentian selama berlangsungnya proses. Air domestik berfungsi untuk memenuhi keperluan atau kebutuhan air domestik yang bertujuan untuk keperluan perkantoran dan lingkungan pabrik.

5.1.2 Unit Pengolahan Air

Dalam perancangan pabrik ini, kebutuhan air diambil dari air sungai yang jarak atau lokasinya berdekatan dengan pabrik. Air sungai yang digunakan pada lingkungan pabrik perlu dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu untuk mendapatkan spesifikasi air yang diinginkan. Tahap proses pengolahan air yang dilakukan antara lain :

- a. Pengendapan
 - b. Pengumpalan
 - c. Penyaringan
 - d. Demineralisasi
 - e. Dearasi
1. Penyaringan awal

Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari sungai harus dilakukan penyaringan terlebih dahulu agar pada proses selanjutnya dapat berlangsung dengan lancar. Penyaringan awal terhadap air sungai dilakukan agar kandungan

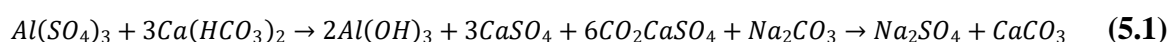
padatan seperti sampah, plastik, dan dan lain sebagainya yang terbawa oleh air dapat terpisah. Setelah dilakukan proses penyaringan awal kemudian air dialirkan menuju bak pengendap.

2. Bak pengendap

Bak pengendap bertujuan untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air yang tidak lolos dipenyaring awal dengan menggunakan gaya gravitasi.

3. Tangki Flokulator

Air sungai yang telah melalui bak pengendapan awal, kemudian dialirkan menuju tangki flokulator yang bertujuan untuk mengumpalkan koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendapan dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah tawas ($Al_2(SO_4)_3$) dan Na_2CO_3 . Adapun reaksi yang terjadi pada tangki flokulator adalah :



4. Clarifier

Air hasil proses dari tangki flokulator kemudian dialirkan menuju *clarifier* untuk memisahkan gumpalan dari tangki flokulator dengan cara mengendapkan. Air baku yang telah dialirkan ke dalam *clarifier* yang dialirannya telah diatur ini akan diaduk dengan pengaduk. Air yang keluar dari *clarifier* melalui bagian pinggir secara *overflow* sedangkan *sludge* yang

terbentuk akan mengendap secara gravitasi untuk dilanjutkan dengan proses *blowdown* secara berkala dalam waktu yang ditentukan.

5. Bak penyaring (*Sand filter*)

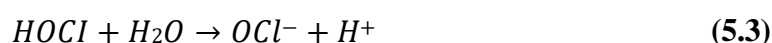
Setelah melakukan proses *clarifier*, selanjutnya air yang diperoleh dialirkan menuju bak penyaring dengan tujuan untuk menyaring partikel halus yang masih terdapat dalam air dan bekum terndapkan. Proses penyaringan dilakukan dengan menggunakan *sand filter* yang terdiri dari antrasit, pasir dan krikil sebagai media penyaring.

6. Bak air bersih

Air yang keluar dari bak penyaring kemudian dialirkan menuju bak air bersih. Di dalam bak air bersih dilakukan penginjeksikan dengan klorin (Cl_2) yang berperan sebagai oksidator dan disinfektan. Sebagai oksidator, klorin digunakan untuk menghilangkan bau dan rasa pada pengolahan air bersih. Sedangkan klorin sebagai disinfektan bertujuan untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amuba, gangguan dan lain sebagainya yang terkandung di dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi. Dalam reaksinya, klorin di dalam air akan membentuk asam hipoklorit dengan reaksi sebagai berikut :



Selanjutnya, asam hipoklorit pecah sesuai dengan reaksi berikut :



7. Tangki deklorinasi

Tangki ini bertujuan untuk menghilangkan klorin. Kerena penambahan klorin dalam bentuk gas akan menyebabkan turunnya pH air dan terjadi

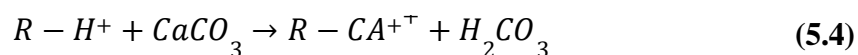
pembentukan asam kuat. Klorin juga memiliki sifat asam kuat. Klorin juga memiliki sifat yang sangat beracun yang dapat merusak kesehatan. Setelah klorin hilang, air dapat didistribusikan sebagai air pabrik dan lingkungannya.

8. Demineralisasi

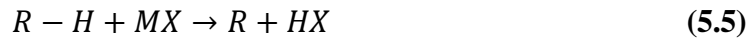
Demineralisasi merupakan salah satu teknologi proses pengolahan air untuk menghilangkan mineral dari air. Demineralisasi biasanya digunakan secara khusus untuk proses pertukaran ion dan penghilangan total kontaminan mineral ion sampai ke angka nol. Demineralisasi dilakukan dengan menggunakan resin penukaran kation (*cation exchanger*) dan penukaran anion (*anion exchanger*).

9. Tangki *cation exchanger*

Air dari bak air bersih berfungsi sebagai *make up boiler* yang selanjutnya air dialirkan menuju ke tangki *cation exchanger*. Air yang dilewatkan pada *cation exchanger* berisi resin positif sehingga ion positif tertukar dengan resin positif. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu dilakukan regenerasi. Regenerasi dilakukan dengan Dowex, karena resin dowex dapat menghasilkan HCl 33% dengan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

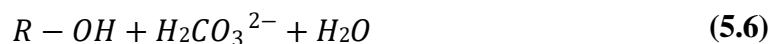


Dengan :

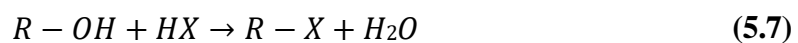
- R = Resin dowex
- R - H = Resin dowex mengikat kation
- MX = Mineral yang terkandung dalam air
- R - M = Resin dalam kondisi mengikat kation
- HX = Asam mineral yang terbentuk setelah air melewati resin kation

10. Tangki *anion exchanger*

Air yang keluar dari tangki kation kemudia diumpankan menuju tangki *anion exchanger*. Tangki ini berfungsi untuk mengikat ion negatif (anion) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu dilakukan regenerasi. Regenerasi dilakukan di Dowex, karena resin dowex dapat menghasilkan peningkatan efesiensi regenerasi dan meningkatkan kapasitas yang lebih tinggi serta mengurangi penggunaan regenerant. Proses regenerasi dowex menggunakan NaOH 40% dengan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Dengan :

- R = Resin dowex
- R – OH = Resin dowex mengikat anion
- R – X + Resin dalam kondisi mengikat anion

5.2 Kebutuhan Air

Dalam perancangan pabrik, kebutuhan air terbagi menjadi beberapa media. Antara alin sebagai media pendingin, air sebagai media *steam*, air untuk kantor, dan air untuk lingkungan.

Tabel 5. 1 Air Sebagai Media Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Cooler</i>	CL-01	49.118
<i>Cooler</i>	CL-02	19.203
<i>Condensor</i>	CD-01	1.758.286
<i>Condensor</i>	CD-02	385.840
Jumlah		2.212.447

Tabel 5. 2 Air Sebagai Media Pemanas

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Heat Exchanger</i>	HE-01	2.613
<i>Heat Exchanger</i>	HE-02	632
<i>External Exchanger</i>	EX	57.238
<i>Reboiler</i>	RB	67.933
Total		128.417

Selain sebagai bedia pendingin dan pemanas, kebutuhan air juga diperlukan untuk keperluan domestik (perkantoran) dan lingkungannya. Kebutuhan air domestik terdiri dari kebutuhan air untuk perkantoran dan kebutuhan air karyawan.

a. Kebutuhan air karyawan

Dianggap 1 orang membutuhkan 5 kg/jam air

Jumlah karyawan = 350 orang

Kebutuhan air Untuk Karyawan = 1750 kg/jam

b. Kebutuhan air keluarga

Dianggap 1 orang membutuhkan 10 kg/j air

Jumlah keluarga = 150 keluarga

Kebutuhan air untuk keluarga = 1500 kg/jam

c. Kebutuhan air lingkungan

Air untuk lingkungan meliputi kebutuhan hidran, kebutuhan taman dan kebutuhan lain-lain.

Air hydrant = 180 kg/jam (5% air untuk karyawan + keluarga)

Air taman = 180 kg/jam (5% air untuk karyawan + keluarga)

Total kebutuhan air rumah tangga dan kantor = 3960 kg/jam

Kebutuhan Total Air Keseluruhan

= 2.212.447 kg/j + 128.417 kg/j + 3960 kg/j

= 2.344.824 kg/jam

6 **Unit Penyediaan Air pemanas (*steam System*)**

Air dari tangki umpan boiler diumpankan menuju boiler untuk membangkitkan steam. Unit ini bertujuan untuk mengkupi kebutuhan steam pada proses produksi yaitu dengan menyediakan boiler dengan kebutuhan steam sebanyak 128.417 kg/jam. Steam yang berasal dari boiler digunakan sebagai media pemanas yang hasilnya berupa uap dan dimasukkan ke alat heat exchanger untuk memanaskan, kemudia hasilnya yang berupa embunan dimasukkan ke dalam tangki kondensat dan diumpankan kembali ke tangki umpan boiler.

7 **Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)**

Kebutuhan listrik di pabrik ini diperoleh dari PLN, selain dari PLN listrik cadangan didapatkan dari generator pabrik apabila listrik PLN mengalami kendala. Hal ini bertujuan agar pasokan listrik dapat berlangsung kontinyu dan tidak ada gangguan listrik yang padam. Kebutuhan listrik di pabrik antara lain :

- Listrik untuk AC
- Listrik untuk laboratorium dan bengkel
- Listrik untuk keperluan proses
- Listrik untuk penerangan

- Listrik untuk instrumentasi

Kelebihan menggunakan PLN adalah biayanya murah, sedangkan kekurangan menggunakan listrik PLN adalah kontinyu dari penyedia listrik tenaganya tidak tetap dan kurang menjamin.

Tabel 5. 3 Daya alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya (Hp)
Mixer	M-01	2.00
Pompa	P-01	2.00
	P-02	3.00
	P-03	2.00
	P-04	0.75
	P-05	3.00
	P-06	0.50
	P-07	0.50
	P-08	1.50
	P-09	5.00
	P-10	1.00
	P-11	2.00
	P-12	1.50
	P-13	1.50
Pompa Utilitas	PU-01	20.00
	PU-02	50.00
	PU-03	10.00
	PU-04	10.00
	PU-05	250.00

	PU-06	250.00
	PU-07	1.50
	PU-08	1.50
	PU-09	10.00
Fan CT	FU-06	20.00
Reaktor	R-01	15.00
Screw Conveyor	SC-01	0.50
Total		664.75

Kebutuhan listrik utilitas dan keperluan lain = 200 Hp

$$\begin{aligned}
 \text{Total kebutuhan listrik} &= 664.75 + 200.0 \text{ Hp} \\
 &= 864.75 \text{ Hp} \\
 &= 864.75 \text{ Hp} \times 0.7457 \text{ Kwatt/Hp} \\
 &= 644.24 \text{ Kwatt}
 \end{aligned}$$

8 **Unit Penyediaan Udara Instrumen (*Instrument Air System*)**

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan $2\text{m}^3/\text{jam}$.

9 **Unit Penyediaan Bahan Bakar**

Bahan bakar yang digunakan untuk keperluan pembakaran *boiler, diesel* untuk generator pembangkit listrik dan sebagainya. Bahan bakar menggunakan solar untuk industri dengan kebutuhan sebanyak 1022.30 galon/tahun.

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

6.1 Evaluasi Ekonomi

Dalam perancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu juga, analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi terdapat beberapa faktor yang ditinjau, antara lain :

- a) *Return On Investment* (ROI)
- b) *Pay Out Time* (POT)
- c) *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)
- d) *Break Event Point* (BEP)
- e) *Shut Down Point* (SDP)

Sebelum dilakukan anilisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut.

1) Penentuan modal industri (*total capital investment*)

Dalam penentuan modal industri meliputi modal tetap (*fixed capital investment*) dan modal kerja (*working capital investment*)

2) Penentuan biaya produksi total (*total production cost*)

Dalam penentuan biaya produksi total meliputi biaya pembuatan (*manufacturing cost*) dan biaya pengeluaran umum (*general expenses*)

3) Pendapatan modal

Dalam pendapatan modal, untuk mengetahui titik impasdiperlukan perkiraan terhadap biaya tetap (*fixed cost*), biaya variabel (*variable cost*), dan biaya mengambang (*regulated cost*).

6.2 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan akan mengalami perubahan yang cukup signifikan setiap tahunnya tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk memperkirakan harga peralatan pada tahun yang didirikan dan perlu diketahui indeks harga peralatan pada tahun itu juga.

Pabrik sodium metilat beroperasi selama satu tahun produksi, yaitu 300 hari dan tahun evaluasi 2027. Di dalam analisa ekonomi, harga alat maupun harga lain diperthitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa maka dilakukan pencarian indeks pada tahun analisa. Harga indeks dapat ditentukan

dengan persamaan regresi linier. Berikut adalah indeks harga yang ada dalam teknik kimia.

Tabel 6. 1 Chemical Engineering Plant

Tahun (x)	Index (y)	Tahun ke-(X ₁)
1963	102,40	1
1964	103,30	2
1965	104,20	3
1966	107,20	4
1967	109,70	5
1968	113,70	6
1969	119,00	7
1970	125,70	8
1971	132,30	9
1972	137,20	10
1973	144,10	11
1974	165,40	12
1975	182,40	13
1976	192,10	14
1977	204,10	15
1978	218,80	16
1979	238,70	17
1980	261,20	18
1981	297,00	19

Tahun (x)	Index (y)	Tahun ke-(X ₁)
1982	314,00	20
1983	317,00	21
1984	322,70	22
1985	325,30	23
1986	318,40	24
1987	323,80	25
1988	342,50	26
1989	355,40	27
1990	357,60	28
1991	361,30	29
1992	358,20	30
1993	359,20	31
1994	368,10	32
1995	381,10	33
1996	381,70	34
1997	386,50	35
1998	395,50	36
1999	390,60	37
2000	394,10	38

Sumber : www.chemengonline.com

6.3 Perhitungan Biaya

6.3.1 Dasar Perhitungan

1. Kapasitas produksi	: 90.000 ton/tahun
2. Satu tahun oprasi	: 330 hari
3. Umur pabrik	: 10 tahun
4. Tahun pendirian pabrik	2027
5. Indeks harga tahun 2027	: 135,28
6. Upah buruh asing	: \$ 20,00 / man hour
7. Upah buruh lokal	: Rp. 20.000 / man hour
8. Kurs dollar	: \$ 15.800
9. Harga produk	: Rp. 39.500 / kg
10. UMR Kota Cilegon	: Rp 4.815.102

6.3.2 Total Capital Investment

Total Capital Investment adalah total biaya pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas, penunjang dan operasi pabrik. *Total capital investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment adalah total biaya pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik, meliputi:

- *Purchased Equipment Cost*
- *Equipment Installation*
- *Piping*
- *Instrumentation*
- *Insulation*
- *Electrical*
- *Building*
- *Land and Yard Improvement*
- *Utility*
- *Engineering Cost*
- *Construction Cost*
- *Contractor fee*
- *Contigency*

$$\text{Physical Plant Cost (PCC)} = 1 + 2 + \dots + 8 + 9$$

$$\text{Direct Plant Cost (DPC)} = \text{PPC} + 10 + 11$$

$$\text{Fixed Capital Investment (FCI)} = \text{DPC} + 12 + 13$$

Tabel 6. 2 Physical Plant Cost (PPC)

No.	Komponen	\$	Rp.
1	Harga alat sampai ditempat	26.245.816	
2	Instalasi	2.645.578	12.765.964.958
3	Pemipaan	10.676.798	14.760.646.983
4	Instrumentasi	5.102.187	2.393.618.430
5	Insulasi	682.391	1.994.682.025
6	Listrik	2.551.093	1.196.809.215
7	Bangunan		198.150.000.000
8	Tanah		198.150.000.000
9	Utilitas	31.032.215	15.939.764.759
Total		78.936.079	445.351.486.370

Tabel 6. 3 Direct Plant Cost (DPC)

No.	Komponen	\$
1	Physical plant cost	78.936.079
2	Engineering & Construction (25%)	19.734.020
Total		98.670.099

Tabel 6. 4 Fixed Capital Investment (FCI)

No.	Komponen	\$	Rp.
1	Direct Plant Cost	98.670.099	556.689.357.962
2	Contractor fee (5 %)		105.783.845.816
3	Contingency (15 %)	14.800.515	83.503.403.694
Total		113.470.613	745.976.607.473

b. *Working Capital Investment*

Working capital Investment adalah total biaya pengeluaran untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu atau yang ditentukan, meliputi :

1. *Raw Material Inventory*
2. *In Process Inventori*
3. *Product Inventori*
4. *Extented Credit*
5. *Available Cash*

Tabel 6. 5 Working Capital Investment

<i>No</i>	<i>Type of Expenses</i>	<i>Biaya (Rp)</i>
<i>1</i>	<i>Raw Material Inventory</i>	197.133.467.480
<i>2</i>	<i>In Process Inventori</i>	295.700.201.219
<i>3</i>	<i>Product Inventori</i>	197.133.467.480
<i>4</i>	<i>Extented Credit</i>	394.266.934.959
<i>5</i>	<i>Available Cash</i>	197.133.467.480
Total		1.281.367.538.617

6.3.3 Total Production Cost

a. Manufacturing Cost

Manufacturing Cost adalah jumlah *direct, indirect, idan fixed manufacturing cost* yang terikat dalam pembuatan suatu produk.

1. Direct Manufacturing Cost (DMC)

Direct manufacturing Cost adalah total biaya pengeluaran yang berkaitan khusus dalam pembuatan suatu produk, meliputi :

- *Raw Material*

- *Tenaga kerja*

- *Supervisor*
- *Maintance cost*
- *Plant supplies*
- *Royalties and patent*
- *Utilities*

Tabel 6. 6 Direct Manufacturing Cost

No	<i>Type of Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material</i>	1.348.566.488.827	85.352.309
2	<i>Labor</i>	38.856.000.000	2.459.241
3	<i>Supervision</i>	3.885.600.000	245.924
4	<i>Maintance</i>	50.776.245.992	3.213.686
5	<i>Plant supplies</i>	7.616.436.899	482.053
6	<i>Royalty and patents</i>	35.550.000	2.25
7	<i>Utilities</i>	478.00.116.095	3.025.324
Total		1.963.250.887.813	94.780.787

2. *Indirect Manufacturing Cost*

Indirect Manufacturing Cost adalah total biaya pengeluaran secara akibat tidak langsung kerna operasional atau berjalannya pabrik, meliputi :

- a. *Payroll overhead*
- b. *Laboratory*
- c. *Plant overhead*
- d. *Packaging*
- e. *Shipping*

Tabel 6. 7 Indirect Manufacturing Cost

No		Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Payroll overhead</i>	5.828.400.000	368.886
2	<i>Laboratory</i>	3.885.600.000	245.924
3	<i>Plant overhead</i>	9.428.000.000	596.708
4	<i>Packaging and Shipping</i>	17.775.000.000	1.125.000
Total		46.917.000.000	2.336.518

3. *Fixed Manufacturing Cost*

Fixed manufacturing Cost adalah total biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat berpotensi maupun tidak beroperasi atau pengeluaran yang memiliki sifat tetap, tidak tergantung pada waktu maupun tingkat jumlah produksi, meliputi :

- a. Despresiasi
- b. *Properti tax*
- c. *Insurance*

Tabel 6. 8 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	<i>Type of Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	253.881.229.959	16.068.432
2	<i>Property taxes</i>	50.776.245.992	3.213.686
3	<i>Insurance</i>	50.776.245.995	3.213.686
Total		355.433.721.942	22.495.804

Tabel 6. 9 Manufacturing Cost (MC)

No	<i>Type of expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	1.963.250.887.813	94.780.787
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	46.917.000.000	2.336.518
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	355.433.721.942	22.495.804
Total		2.36.601.609.755	119.613.109

4. *General Expense*

General Expense adalah pengeluaran secara umum meliputi pengeluaran - pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk dalam manufacturing cost, meliputi :

- a. *Adimistration*
- b. *Sales expenses*
- c. *Research*
- d. *Finance*

Tabel 6. 10 General Expense

No	<i>Type of Exoenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Admistration</i>	70.968.048.293	4.491.648
2	<i>Sales</i>	118.280.080.488	7.486.081
3	<i>Finance</i>	191.008.991.910	12.089.177
4	<i>Research</i>	71.100.000.000	4.500.000
	Total	451.357.120.691	28.566.906

Tabel 6. 11 Total Production Cost

No	<i>Tpe of Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	2.365.601.609.755	149.721.621
2	<i>General Expenses (GE)</i>	451.357.120.691	28.566.906
	Total	2.816.958.730.445	178.288.527

6.4 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan bertujuan untuk layak atau tidaknya dari suatu pabrik yang akan didirikan. Evaluasi kelayakan tersebut diantara lain :

6.4.1 Return On Investment (ROI)

Return On Investment (ROI) adalah kecepatan pengembalian banyaknya modal investasi, dinyatakan dalam presentase (%) terhadap modal yang tepat

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

Batasan minimum ROI sebelum pajak untuk Industri Kimia adalah untuk low risk yaitu 11% dan high risk yaitu 44%.

Profit = sales Price – total product cost

Pajak = 20%

Hasil penjualan = Rp.3.555.000.000.000

Biaya produksi = Rp.2.816.958.730.445

Keuntungan sebelum pajak = hasil penjualan – biaya produksi

= Rp738.041.269.554

Keuntungan setelah pajak = 20% x keuntungan

= Rp590.433.015.643

ROI = Keuntungan sebelum pajak/fixed capital x
100%

ROI sebelum pajak = 29,1 %

ROI = Keuntungan setelah pajak/fixed capital x 100%

ROI sesudah pajak = 23,3%

6.4.2 Pay Out Time

Pay Out Time (POT) adalah jumlah tahun yang berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan melebihi investasi awal jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Fixed Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.

POT sebelum pajak :

$$POT = \frac{\text{fixed capital investment}}{(\text{profit after taxes} + 0,1 FCI)} \times 100\%$$

= 2,5 Tahun

POT setelah pajak :

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{profit after taxes})} \times 100\%$$

= 3 Tahun

Batasan maksimum *Pay Out Time* (POT) setelah pajak untuk skala industri kimia *Low Risk* yaitu 5 tahun dan *Higt Risk* yaitu 2 tahun.

6.4.3 Break Even Point

Break Event Point (BEP) adalah suatu titik impas (hal tersebut pabrik tidak mendapatkan keuntungan atau kerugian). Total Kapasitas pabrik pada saat *sales value* = *total cost*. Suatu pabrik akan mengalami jika beroperasi di bawah standar *Break Event Point* (BEP) dan mendapatkan keuntungan jika beroperasi diatas *Break Event Point* (BEP). Harga *Break Event Point* (BEP) pada umumnya berkisar antara 40-60% dari kapasitas.

$$BEP = \frac{Fa + (0,3xRa)}{(Sa - Va - (0,07xRa))} x 100\%$$
$$= 41,79\%$$

Keterangan :

Fa : Fixed manufakturing cost

Ra : Regulated Cost

Va : Variable cost

Sa ; Sales price

- *Fixed Cost (Fa)* adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya baik pabrik produksi ataupun tidak berproduksi.
- *Variabel Cost (Va)* adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya yang besarnya dipengaruhi total kapasitas produksi.

- *Ragulated Cost (Ra)* adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya yang besarnya proporsional dengan total kapasitas produksi. Biaya- biaya tersebut bisa menjadi biaya tetap atau menjadi biaya variabel.

Tabel 6. 12 Fixed Capital Cost (Fa)

No	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Depresiasi	253.881.229.959	16068432,2
2	<i>Property Taxes</i>	50.776.245.992	3,213,686,455
3	Asuransi	50.776.245.992	3,213,686,455
Total		355.433.721.924	22495805,19

Tabel 6. 13 Regulated Cost (Ra)

No	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Gaji Karyawan	38.856.000.000	2,459,240,506
2	<i>Payroll Overhead</i>	5.828.400.000	3,688,860,759
3	<i>Supervision</i>	3.885.600.000	2,459,240,506
4	<i>Plant Overhead</i>	19.428.000.000	1,229,620,253
5	Laboratorium	3.885.600.000	2,459,240,506
6	<i>General Expense</i>	451.357.120.691	28566906,37
7	<i>Maintance</i>	50.776.245.992	3,213,686,455
8	<i>Plant Supplies</i>	7.616.436.889	4,820,529,677
Total		581.633.403.581	36812240,73

Tabel 6. 14 Variable Cost (Va)

No	Komponen	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material</i>	1.348.556.488.827	85351676,51
2	<i>Packaging and Shipping</i>	17.775.000.000	1125000
3	<i>Utilities</i>	478.000.116.095	30253171,9
4	<i>Royalty & Patent</i>	35.550.000.000	2250000
Total		1.879.891.604.923	118980481,3

6.4.4 Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah level produksi pabrik yang mana biaya untuk mengoperasikan pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik tersebut dan membayar sejumlah fixed cost.

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

$$=13,76\%$$

6.4.5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

Evaluasi ekonomi keuntungan pabrik dengan cara *Discounted Cash Flow* menggunakan nilai uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik tersebut berakhir (*present value*). Dihitung dengan persamaan:

$$(FC+WC)(1+i)^n = CF[(1+i)^n - 1 + (1+i)^n - 2 + \dots + (1+i) + 1] + SV = WC$$

Keterangan ;

$$R = S$$

$$FC = \text{Fixed Capital}$$

$$I = \text{Discounted Cash Flow Rate}$$

$$n = \text{Umur Pabrik (10 Tahun)}$$

$$\text{Salavge Valuage} = \text{Depresiasi}$$

$$= \text{Rp}253.881.229.958,61$$

$$\text{Cash Flow} = \text{Annual Profit} + \text{Finance} + \text{Depresiasi}$$

$$= \text{Rp}1.035.323.237.521,15$$

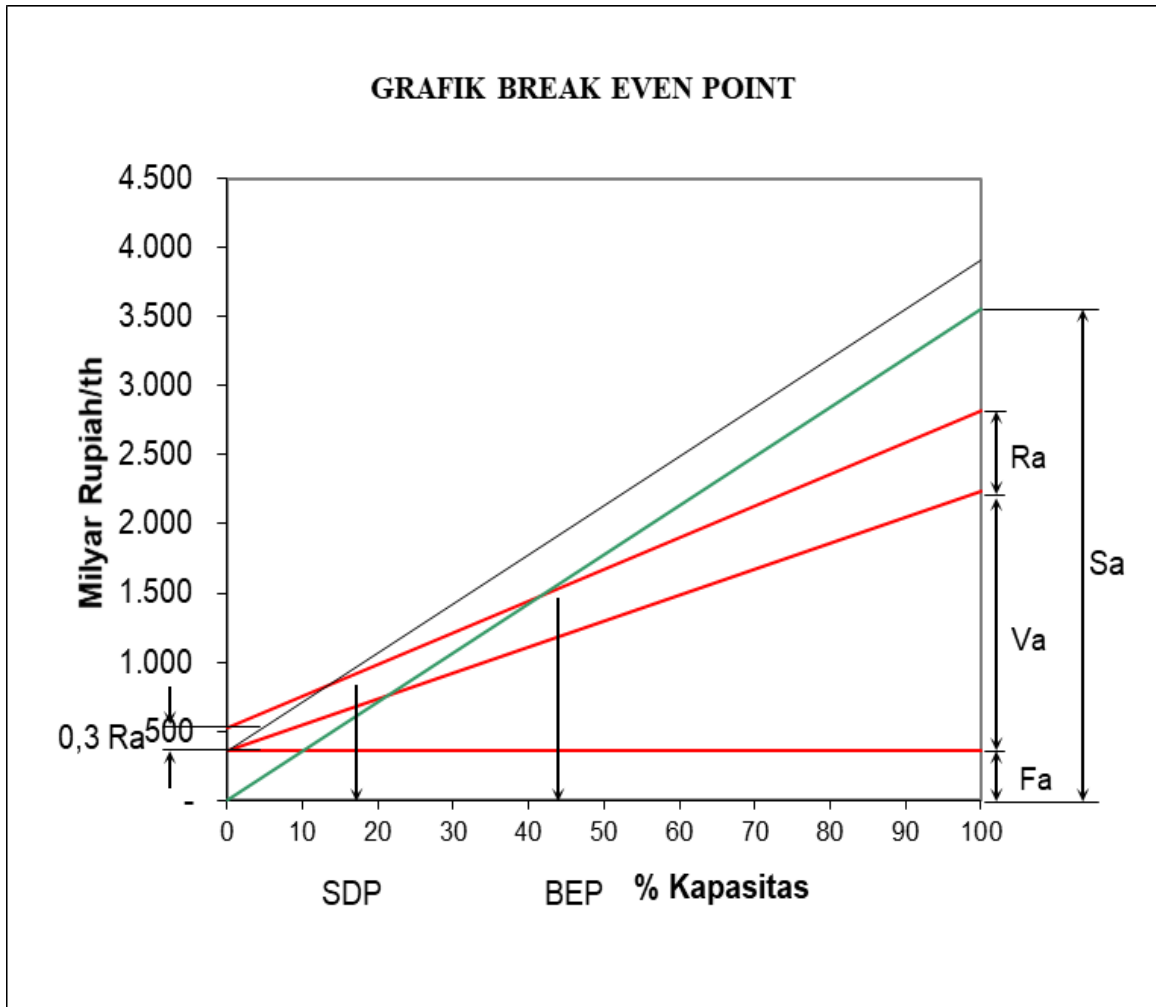
Discounted Cash Flow Rate dihitung secara trial dan error, diperoleh

Interest 25,66% (mimum 1,5 bunga deposito bank)

Tabel 6. 15 Kesimpulan Evaluasi Ekonomi

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Referensi	Layak/Tidak
ROI sebelum pajak	29,1%	ROI <i>before taxes</i> Minimum low 11%	Aries Newton,P.193	Layak
ROI setelah pajak	23,3%			
POT sebelum pajak	2,5 tahun	POT <i>before taxes</i> Maximum low 5 tahun	Aries Newton,P.196	Layak
POT setelah pajak	3 tahun			
BEP	41,79%	Kisaran 40-60%	Aries Newton	Layak
SDP	13,76%	Kisaran 20-30%		Tidak
DCFRR		>1,5 bunga bank = minimum	25,66%	

Hasil kalkulasi kelayakan ekonomi pendirian pabrik sodium metilat dari metanol dan natrium hidroksida ditampilkan sebagai berikut :



Gambar 6. 1 Grafik Analisa Ekonomi

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan dari kondisi operasi pabrik yang akan didirikan, yaitu pabrik sodium metilat merupakan industri dengan resiko rendah karena ditinjau berdasarkan uraian proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, pabrik sodium metilat tergolong pabrik dengan resiko rendah. Selain itu, pabrik sodium metilat ini didirikan dengan kapasitas yang tidak terlalu besar yaitu 90.000 ton/tahun. Sehingga berdasarkan perhitungan dan analisis yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Tujuan didirikannya pabrik sodium metilat adalah untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.
2. Prospek dari pabrik ini menjanjikan sebagai campuran katalis dalam pembuatan biodiesel yang dimana dapat mengurangi kegiatan impor biodiesel dari luar negeri.
3. Pabrik sodium metilat didirikan dengan kapasitas 90.000 ton/tahun menggunakan bahan baku metanol dari PT. Kaltim Metanol Industri yang berlokasi di Kalimantan Timur dan NaOH PT. Asahimas Chemical yang berlokasi di Cilegon, Banten.
4. Pabrik sodium metilat ini membutuhkan tenaga kerja sebanyak 314 orang.
5. Pabrik sodium metilat akan didirikan di Cilegon, Banten dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku, daerah pemasaran produk, utilitas, transportasi dan tenaga kerja.
6. Ditinjau dari penggunaan bahan baku, kapasitas dan kondisi operasi produksi sodium metilat yang akan dibangun memiliki resiko yang rendah (*low risk*).

7. Berdasarkan hasil analisis ekonomi sebagai berikut :
 - a. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 745.819.111.741,70
 - b. Keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 596.655.289.393,36
 - c. Return Of Investment sebelum pajak (ROIb) sebesar 29,8%
 - d. Return Of Investment setelah pajak (ROIa) sebesar 23,8%
 - e. Pay out time sebelum pajak (POTb) sebesar 2,5143 tahun atau sekitar 2,5 tahun
 - f. Pay out time sesudah pajak (POTa) sebesar 2,957 tahun atau hampir sekitar 3 tahun
 - g. Break even point (BEP) sebesar 41,28% h. Shut down point (SDP) sebesar 13,67%
 - i. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 25,66%.
8. Dari hasil tinjauan yang sudah dilakukan diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik sodium metilat dengan kapasitas 90.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

7.2 SARAN

Dalam perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman-pemahaman konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan dalam mendirikan suatu pabrik kimia, diantaranya :

- a. Optimasi pemilihan alat proses, alat utilitas, dan bahan baku perlu diperhatikan, sehingga keuntungan yang diperoleh dapat lebih optimal.
- b. Perancangan pabrik kimia tentu tidak dapat lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan pabrik kimia yang didirikan lebih ramah lingkungan.
- c. Produk sodium metilat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya akan semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeamsuksai, N., Mueansichai, T., Charoensuppanimit, P., Lohsoontorn, P. K., Aiouache, F., & Assabumrungrat, S. (2020). Comparison of Different Synthesis Schemes for Production of Sodium Methoxide from Methanol and Sodium Hydroxide. *Engineering Journal*.
- Aries, R. S. (1955). *chemical Engineering Cost Estimation*. New York: Mc Graw Hill Companies, Inc.
- Assauri, S. (1998). *Manajemen Operasi dan Produksi*. Jakarta.
- B. K., T. M., W. A., & S. A. (2018). SOLUBILITY OF SODIUM METHOXIDE IN PURE AND MIXED.
- Brownell, L. E., & Young, E. H. (1959). *Process Equipment Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Coulson, J. M., & Richardson, J. F. (2005). *Chemical Engineering Design*. New York: Elsevier.
- Data Ekspor Impor*. (2023). Retrieved from Badan Pusat Statistik:
<https://www.bps.go.id/id/exim>
- Froment, G. F., & Bischoff, K. B. (1979). *Chemical Reactor Analysis and Design*. John Wiley & Sons, Inc.
- Granjo, J. O., & Oliveiro, N. C. (2016). Process Simulation and Techno-Economic Analysis of the Production of Sodium Methoxide. *Industrial and Engineering Chemistry Research*.
- Hsiao, M. C., Hou, S. S., Kuo, J. Y., & Hsieh, P. H. (2018). Optimized Conversion of Waste Cooking Oil to Biodiesel Using Calcium Methoxide as Catalyst under Homogenizer System Conditions. *Energies*.
- Indonesia Biodiesel Produser*. (2022, November 1). Retrieved from APROBI:
<https://www.aprobi.or.id/wp-content/uploads/PETA-UNTUK-WEB.pdf>

- Informasi Produk*. (2023). Retrieved from ASC:
<https://www.asc.co.id/index.php/en/?idm=1&id=2>
- Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer*. Mc Graw Hill Companies, Inc.
- Leung, K. K., & Yau, Y. H. (2017). *The utilization of leftover as acid catalyst to catalyse the transesterification and esterification reactions*. Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Maloney, J. O. (1997). *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. Mc Graw Hill Companies, Inc.
- Metal, H. (2024). *Unlocking the Potential of Sodium Methylate 30% and It's Industrial Applications*.
- Munjiati, M. (2015). *Manajemen Operasi: Strategi Untuk Mencapai Keunggulan Kompetitif*. Yogyakarta.
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. Mcgraw Hill Company.
- Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., & West, R. E. (2004). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. Mcgraw Hill Company.
- Produk*. (2023). Retrieved from Kaltim Methanol Industri:
<https://kaltimmethanol.com/id/produk.html>
- PubChem. (2024, June 6). Sodium Methoxide.
- Rahayu, M. (2006). *Teknologi Proses Produksi Biodiesel*. *Geocities Archive*.
- Redaktur. (2019, December 3). 18 Perusahaan Pasok Biodiesel Program B30 ke Pertamina, Wilmar Terbesar. *Dunia Energi*.
- Redaktur. (2022, March 28). 32 Perusahaan Produsen Biodiesel Berbasis Sawit di Indonesia. *Agrikan*.
- Riadi, M. (2020). *Pengertian, tujuan, Alat Bantu dan Langkah Pengendalian Kualitas*. *Kajian Pustaka*.

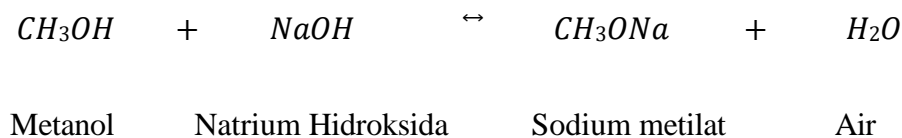
- SAFC. (2023, 08 20). *MSDS NaOH 50%*. Retrieved from Merck:
https://www.merckmillipore.com/ID/id/product/msds/MDA_CHEM-100239?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.bing.com%2F
- Sigma-Aldrich. (2022, 09 22). *MSDS Sodium Methylate 30%*. Retrieved from Merck:
<https://www.aprobi.or.id/wp-content/uploads/PETA-UNTUK-WEB.pdf>
- Smith, R. (2005). *Chemical Process Design and Integration*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Statistik, B. P. (2023). *Ekspor-impor*. Retrieved from <https://www.bps.go.id/id/exim>
- Supelco. (2024, 02 2). *MSDS Methanol*. Retrieved from Merck:
https://www.merckmillipore.com/ID/id/product/msds/MDA_CHEM-106009?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.bing.com%2F
- Supranto, Tawfiequrrahman, A., & Yinanto, D. E. (2015). Determination of The Biodiesel Production Process from Palm Fatty Acid Distillate and Methanol.
- Tarigan, R. (2006). *Ekonomi Regional: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Treybal, R. E. (1980). *Mass Transfer Operation*. Mcgraw Hill Company.
- Vatavuk, W. M. (2020, January). Updating the CE Plant Cost Index. *Chemical Engineering*.
- Vedantu. (2023). Retrieved from file:///C:/Users/Axioo/Downloads/jee-main-equilibrium-revision-notes.pdf
- Walas, S. M. (n.d.). *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Washington: Butterworth-Heinemann.
- Xiong, M., C. W., & D. S. (2014). Preparing Sodium Methoxide from Sodium Hydroxide by Reaction.
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. New York: Mc Graw Hill.

LAMPIRAN 1

PERANCANGAN REAKTOR ALIR TANGKI BERPENGADUK

Fungsi	: Mereaksikan methanol dan NaOH untuk menghasilkan campuran sodium metilat
Jenis	: Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)
Kondisi Operasi	: Tekanan = 1,4 atm Suhu = 80°C
Reaksi	: Endotermis

Reaksi pembentukan Sodium Methylate yang terjadi dapat dituliskan dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



Reaksi yang terjadi merupakan reaksi bolak balik antara sodium metilat dengan reaktannya. Senyawa tersebut direaksikan pada fase cair – cair. Menurut literatur yang berupa jurnal penelitian mengenai pembuatan sodium metilat dari NaOH dengan proses pemisahan (Xiong, Meng et al., 2014) bahwa diperoleh kecepatan reaksi pembentukan sodium metilat sebagai berikut :

$$-r_{NaOH} = (k_1 C_A C_B - k_2 C_C D_D)$$

Dimana r dan C merupakan laju reaksi (dihitung berdasarkan konsentrasi NaOH) dan konsentrasi molar, sementara k adalah konstanta laju reaksi. Konsentrasi metanol pada reaksi ini sangat besar jika dibandingkan dengan NaOH dan dianggap konstan. Pada saat bereaksi dengan NaOH membuat metanol seolah – olah konsentrasinya tidak berubah dan dianggap sebagai orde 1 semu. Maka persamaannya disederhanakan menjadi :

$$-\frac{dC_A}{dt} = (k_1' C_B - k_2 C_C C_D)$$

dimana :

$$T = 80^\circ\text{C} \rightarrow 353^\circ\text{K}$$

k_1' = konstanta kecepatan reaksi ke kanan, L/mol menit

$$= 5,59E + 15 \exp(-11844,72/T)$$

$$= 14,9589 \quad \text{L/mol menit.}$$

k_2 = konstanta kecepatan reaksi ke kiri, L/mol menit.

$$= 2,06E - 06 \exp(-4784,67/T)$$

$$= 2,6523 \quad \text{L/mol menit}$$

C_A = konsentrasi NaOH setelah bereaksi.

C_B = konsentrasi CH_3OH mol/L.

C_C = konsentrasi CH_3ONa mol/L.

C_D = konsentrasi H_2O mol/L.

Sehingga didapatkan waktu reaksi adalah :

$X_A = 0,9977$ (konversi yang didapatkan dari)

$$t = (V/Fv) = \frac{C_{A0} \cdot X_A}{(-r_A)}$$

$$t = \frac{c_{A0} \cdot X_A}{(k_1 C_A - k_2 C_C C_D)}$$

$$t = \frac{0,5538 \times 0,9977}{[14,96 \quad 0,00493 - 2,65 \quad 2,8977 \quad 0,0089]}$$

$$t = 97,5636 \text{ menit}$$

(Xiong, Meng et al., 2014)

1. NERACA MASSA :

1. Komposisi segar Umpan NaOH 50 %

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	<i>Kg/jam</i>
NaOH	40	85.6341	3425.366
H ₂ O	18	190.2981	3425.366
		275.9322	6850.731

2. Komposisi Umpan Recycle NaOH

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	<i>Kg/jam</i>
NaOH	40	7.1376	285.503
CH ₃ OH	32	83.7484	2679.949
CH ₃ ONa	54	32.7948	1770.919
		123.6808	4736.371

3. Komposisi Umpan segar CH₃OH

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	<i>Kg/jam</i>
CH ₃ OH	32	432.4943	13839.818
H ₂ O	18	0.1538	2.769
		432.6481	13842.587

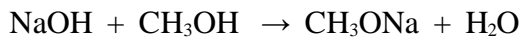
4. Komposisi Umpan Recycle CH₃OH

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	<i>Kg/jam</i>
CH ₃ OH	32	3136.6439	100372.605
H ₂ O	18	0.9449	17.008
		3137.5888	100389.612

5. Komposisi total umpan

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	<i>Kg/jam</i>
NaOH	40	92.7717	3710.869
CH ₃ OH	32	3652.8866	116892.372
CH ₃ ONa	54	32.7948	1770.919
H ₂ O	18	191.3968	3445.142
		3969.8499	125819.301

Reaksi :



6. Komposisi hasil reaksi Fase cair

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	<i>Kg/jam</i>
NaOH	40	0.2134	8.5350
CH ₃ OH	32	890.0821	28482.6261
CH ₃ ONa	54	125.3531	6769.0694
H ₂ O	18	7.6686	138.0350
		1015.6486	35260.2306

7. Komposisi hasil reaksi fase uap

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	<i>Kg/jam</i>
CH ₃ OH	32	2670.2462	85447.878
H ₂ O	18	276.2865	4973.157
		2946.5327	90421.035

2. NERACA PANAS

Data CP (Sumber : Yaws, 1999)

<i>Komponen</i>	A	B	C	D
NaOH	87.639	-4.8387E-04	-4.5423E-06	1.1860E-09
CH ₃ OH	40.152	3.1046E-01	-1.0290E-03	1.4598E-06
CH ₃ ONa	56.780	1.1435E+00	-2.9055E-03	3.0820E-06
H ₂ O	92.053	-3.9953E-02	-2.1103E-04	5.3469E-07

1. Enthalpi Umpan NaOH 50 %

T = 80 °C = 353 K

T_{ref} = 25 °C = 298 K

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	$\int Cp dT$	<i>H</i>
NaOH	58	85.6341	4787.22	409949.1285
H ₂ O	18	190.2981	4136.43	787154.4262
		275.9322		1197103.5547

2. Enthalpi umpan Recycle NaOH

$$T = 80 \text{ } ^\circ\text{C} = 353 \text{ K}$$

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

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	$\int C_p dT$	<i>H</i>
NaOH	40	7.1376	4787.22	34169.15
CH ₃ OH	32	83.7484	4544.52	380596.66
CH ₃ ONa	54	32.7948	12510.60	410282.34
		123.6808		<u>825048.15</u>

3. Enthalpi umpan segar CH₃OH

$$T = 80 \text{ } ^\circ\text{C} = 353 \text{ K}$$

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

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	$\int C_p dT$	<i>H</i>
CH ₃ OH	32	432.4943	4787.22	2070443.71
H ₂ O	18	0.1538	4136.43	636.21
		432.6481		<u>2071079.92</u>

4. Enthalpi umpan Recycle CH₃OH

$$T = 80 \text{ } ^\circ\text{C} = 353 \text{ K}$$

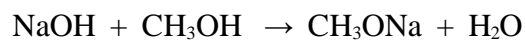
$$T_{\text{ref}} = 25 \text{ } ^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	$\int C_p dT$	<i>H</i>
CH ₃ OH	32	7.1376	4787.22	34169.15
H ₂ O	18	83.7484	4136.43	346419.29
		90.8860		<u>380588.44</u>

5. Panas Reaksi

<i>Komponen</i>	$\square Hfo$
NaOH	-425.60
CH ₃ OH	-201.17
CH ₃ ONa	-367.80
H ₂ O	-241.83

(Sumber : Yaws, 1999)



$$\begin{aligned}\Delta H\tau_{298} &= \Delta Hf_{\text{produk}} - \Delta Hf_{\text{reaktan}} \\ &= (-367.80 + -241.83) - (-425.60 + -201.17) \\ &= 17.14 \text{ Kj/mol} \\ &= 17140 \text{ Kj/Kmol (endo)}\end{aligned}$$

$$nA_o = 92.7717 \text{ KJ/mol}$$

$$XA = 0.9977$$

$$\begin{aligned}Qr &= nA_o \cdot XA \cdot Dhr_{298} \\ &= 92.7717 \text{ Kmole/jam} \times 0.9977 \times 17140 \text{ KJ/mol} \\ &= \mathbf{1586450.99 \text{ KJ/jam (Endo)}}\end{aligned}$$

6. Enthalpi Hasil reaksi fase cair

$$T = 80 \text{ } ^\circ\text{C} = 353 \text{ K}$$

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

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	$\int C_p dT$	<i>H</i>
NaOH	40	0.2134	4787.22	1021.472048
CH ₃ OH	32	890.0821	4544.52	4044999.474
CH ₃ ONa	54	125.3531	12510.60	1568242.39
1015.6486				<u>5614263.337</u>

7. Enthalpi Hasil reaksi fase uap

$$T = 80 \text{ } ^\circ\text{C} = 353 \text{ K}$$

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

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	$\int C_p dT$	<i>H</i>
CH ₃ OH	32	2670.2462	4544.52	12134998.42
H ₂ O	18	276.2865	4136.43	1142839.319
2946.5327				<u>13277837.74</u>

8. Panas Penguapan

<i>Komponen</i>	<i>BM</i>	<i>Kgmol/j</i>	<i>H_v</i>	<i>H</i>
CH ₃ OH	32	2670.2462	35140.00	93832451.43
H ₂ O	18	276.2865	39500.00	10913316.62
2946.5327				<u>104745768.1</u>

9. Beban panas reaktor

Input - output = Accumulation

$$(H1 + H2 + H3 + H4 + Qt) - (H5 + H6 + Qr) = 0$$

$$Qt = (H5 + H6 + Qr) - (H1 + H2 + H3 + H4)$$

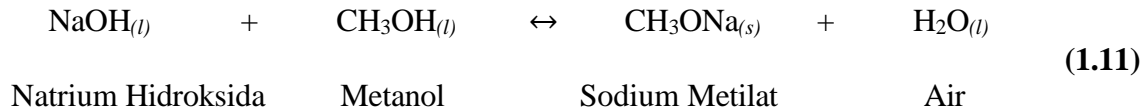
$$\begin{aligned} &= (5614263.34 + 1327783.7 + 1586450.09 + 104725768.05) \\ &\quad - (1197103.55 + 825048.15 + 2071079.92 + 380588.44) \\ &= \mathbf{120750499.2 \text{ KJ/jam}} \end{aligned}$$

Neraca panas sekitar Reaktor

Masuk		Keluar	
1. Enthalpi umpan segar NaOH		1. Enthalpi Hasil reaksi fase cair	
H1 =	1197103,55 KJ/jam	H5 =	5614263,34 KJ/jam
2. Enthalpi umpan recycle NaOH		2. Enthalpi Hasil reaksi fase uap	
H2 =	825048,15 KJ/jam	H6 =	13277837,7 KJ/jam
3. Enthalpi umpan segar CH3OH		3. Panas penguapan	
H3 =	2071079,92 KJ/jam	Qv =	104745768,05 KJ/jam
4. Enthalpi umpan Recycle CH3OH		4. Panas Reaksi	
H4 =	380588,44 KJ/jam	Qr =	1586450,09 KJ/jam
5. Beban Panas Reaktor			
Qt =	120750499,2 KJ/jam		
<hr/>		<hr/>	
	125224319,2 KJ/jam		125224319,2 KJ/jam

3. KINETIKA REAKSI

Reaksi pembentukan sodium metilat dapat terjadi yang dituliskan dengan persamaan reaksi berikut :



Reaksi yang terjadi merupakan reaksi bolak balik antara sodium metilat dengan reaktannya. Senyawa tersebut direaksikan pada fase cair – cair. Menurut literatur yang berupa jurnal penelitian mengenai pembuatan sodium metilat dari NaOH dengan proses pemisahan (Xiong, Meng et al., 2014) bahwa diperoleh kecepatan reaksi pembentukan sodium metilat sebagai berikut :

$$-r_{\text{NaOH}} = (k_1 C_A C_B - k_2 C_C D_D) \quad (1.12)$$

Dimana r dan C merupakan laju reaksi (dihitung berdasarkan konsentrasi NaOH) dan konsentrasi molar, sementara k adalah konstanta laju reaksi. Konsentrasi metanol pada reaksi ini sangat besar jika dibandingkan dengan NaOH dan dianggap konstan. Reaksi metanol dengan NaOH membuat metanol seolah – olah konsentrasinya tidak berubah dan dianggap sebagai orde 1 semu. Maka persamaannya disederhanakan menjadi :

$$-\frac{dC_A}{dt} = (k_1 C_A - k_2 C_C D_D) \quad (1.13)$$

dimana :

$$T = 80^\circ\text{C} \rightarrow 353\text{K}$$

k_1 = konstanta kecepatan reaksi ke kanan

$$= 5,59E + 15 \exp(-11844,72/T)$$

$$= 14,9589 \quad 1/\text{menit.}$$

k_2 = konstanta kecepatan reaksi ke kiri

$$= 2,06E - 06 \exp(-4784,67/T)$$

$$= 2,6523 \quad \text{L/mol}$$

C_{A0} = konsentrasi NaOH mula – mula

$$= 0,55104 \text{ mol/L}$$

C_{B0} = Konsentrasi CH₃OH mula – mula

$$= 23,867 \text{ mol/L}$$

C_{D0} = konsentrasi H₂O mula – mula

$$= 1,3469 \text{ mol/L}$$

$$M = \frac{\text{mol } CH_3OH}{\text{mol } NaOH} = \frac{4331,25}{100} = 43,3125$$

Tabel 1. 6 Data Komponen Nilai Konversi Kesenjangan

Komponen	Mula – Mula	Reaksi	Sisa
NaOH (A)	0,55104	-(0,55104X _A)	0,55104(1-X _A)
CH ₃ OH (B)	23,867	-(0,55104X _A)	23,867 – (C _{A0} X _A)
CH ₃ ONa (C)	0	0,55104X _A	0,55104X _A
H ₂ O (D)	1,3469	0,55104X _A	1,3469 + (C _{A0} X _A)

Maka pada saat setimbang $X_A = X_{Ac}$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{C_{A0} X_{Ae} C_{A0} X_{Ae}}{C_{A0} (1 - X_{Ae})}$$

$$\frac{14,9589}{0,26523} = \frac{C_{A0} (X_{Ae})^2}{(1 - X_{Ae})} = 56,4007$$

$$\frac{56,4007}{0,55104} = \frac{(X_{Ae})^2}{(1 - X_{Ae})}$$

$$\frac{(X_{Ae})^2}{(1 - X_{Ae})} = 102,353$$

$$X_A = (0,97) (0,99)$$

$$= 0,96$$

$$C_A = \text{konsentrasi NaOH sisa}$$

$$= C_{A0} (1 - X_A) = (0,55104) (0,03293)$$

$$= 0,01814 \text{ mol/L}$$

$$C_B = \text{konsentrasi CH}_3\text{OH sisa}$$

$$= C_{B0} - C_{A0} X_A = 23,867 - (0,55104 \times 0,96)$$

$$= 23,3341 \text{ mol/L}$$

$$C_C = \text{konsentrasi CH}_3\text{ONa sisa}$$

$$= C_{A0} X_A = (0,55104) (0,96)$$

$$= 0,5329 \text{ mol/L}$$

$$C_D = \text{konsentrasi H}_2\text{O sisa}$$

$$= C_{D0} + C_{A0} X_A = 1,3469 + (0,55104 \times 0,96)$$

$$= 1,8798 \text{ mol/L}$$

Sehingga didapatkan waktu reaksi adalah :

$$\tau = (V/Fv) = \frac{CA_0 \cdot X_A}{(-r_A)}$$

$$\tau = \frac{c_{A_0} \cdot X_A}{(k_1 C_A - k_2 C_c C_D)}$$

$$\tau = \frac{0,55104 \times 0,96}{[14,96 \cdot 0,0181 - 2,65 \cdot 0,5329 \cdot 1,879]}$$

$$\tau = 93,0936 \text{ menit}$$

4. Menentukan Volume REAKTOR

Volume cairan dalam reaktor

$$\frac{V}{Fv} = 97.5636$$

$$V = 1.6261 \text{ jam} \times 43259.187 \text{ Liter/jam}$$

$$= 70342.0 \text{ Liter}$$

Hold up gas ;

Kecepatan reaksi gas naik dalam cairan 1.5 m/dt-2 m/dt

(Froment & Bischoft, 1955)

Diambil kecepatan gas naik = 1.75 m/dt

Perkiraan waktu tinggal gas dalam cairan = 3 dt

Densitas gas C₂H₂ = 1.1606 Kg/m³

Kecepatan massa gas terbentuk = 90421.0353 Kg/jam

$$\text{Kecepatan volume gas} = 77909.4767 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 21.64152 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$\text{Volume gas dalam reaktor} = 21.64152 \text{ m}^3/\text{dt} \times 2 \text{ dt}$$

$$= 43.28304 \text{ m}^3$$

$$= 4328.04 \text{ Lt}$$

$$\text{Hold up} = \frac{\text{Volume gas}}{\text{Volume cair} + \text{Volume gas}}$$

$$= \frac{43283.04258}{70342.0 + 43283.04258}$$

$$= 0.38093$$

$$\text{Total volume fluida} = 70342.0 + 43283.0426$$

$$= 113625.1 \text{ Lt}$$

Volume Reaktor :

$$\text{Over design} = 25\%$$

$$\text{Volume Reaktor} = 1.25 \cdot 113625.1 \text{ Lt}$$

$$= 142031.355 \text{ Lt}$$

$$\text{Dipakai} = 142.03 \text{ m}^3$$

Ukuran Reaktor :

Reaktor berbentuk tangki silinder tegak dengan perbandingan H : D = 1.5 : 1

Volume Reaktor (V_t) = volume silinder + volume elliptical head

$$Vt = \frac{\pi D^2}{4} \frac{3}{2} D + \frac{4}{3} \pi a b c$$

$$Vt = \frac{3}{8} \pi D^3 + \frac{4}{3} \pi \frac{11}{24} D^3$$

$$Vt = \frac{11}{24} \pi D^3$$

atau

$$D = \left[\frac{24 Vt}{11 \pi} \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{24 Vt \quad 142.0314}{11 \pi} \right]^{1/3}$$

$$= 4.62 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (H)} = 1.5 \text{ m} \times 4.62 \text{ m}$$

$$= 6.93 \text{ m}$$

Diperoleh ukuran reactor :

$$\text{Diameter} = 4.62 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 6.93 \text{ m}$$

$$\text{Volume cairan dalam head} = (1/2)(\pi/12) \quad 4.62^3$$

$$= 12.9119 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume cairan dibadan reactor} = 70.34204 \text{ m}^3 - 12.9119 \text{ m}^3$$

$$= 57.4301 \text{ m}^3$$

$$\text{Tinggi cairan badan reactor} = 57.4301 \text{ m}^3 / 16.7643 \text{ m}^2$$

$$= 3.0425741 \text{ m}$$

5. Menghitung tebal shell dan head

Tebal shell :

$$\text{Tekanan operasi (p)} = 20.58 \text{ psi}$$

$$\text{Tekanan design (p)} = 24.696 \text{ psi}$$

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

$$\text{Efisiensi sambungan} = 0.85$$

$$\text{Faktor korosi} = 0.125 \text{ in}$$

$$\text{Jari-jari Reaktor} = 90.9691 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} t_{shell} &= \frac{p \cdot r_i}{S \cdot e - 0.6 \cdot p} + C \\ &= \frac{24.696 \cdot 90.969}{18750 \cdot 0.85 - 0.6 \cdot 24.696} + 0.125 \\ &= 0.2661 \text{ in } 4.26 \end{aligned}$$

Dipilih tebal shell 1 / 4 in

Tebal Head :

$$\begin{aligned} t_{head} &= \frac{0.885 \cdot p \cdot d}{2 \cdot S \cdot e - 0.2 \cdot p} + c \\ &= \frac{0.885 \cdot 24.696 \cdot 181.938}{2 \cdot 18750 \cdot 0.85 - 0.2 \cdot 24.696} + 0.125 \\ &= 0.2498 \text{ in } 4 \end{aligned}$$

Dipilih tebal shell 1 / 4 in

6. Menghitung pengaduk dalam Reaktor

Dipilih : pengaduk tipe marine dengan 3 blade

Jumlah baffle 4 buah

Dari table 477 Brown diperoleh :

$$Dt/Di = 3$$

$$Zi/Di = 0.75 - 1.3$$

$$W/Di = 0.1$$

$$\text{Diameter Impeler} = 154.04 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi Impeler} = 154.04 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar baffle} = 15.40 \text{ cm}$$

diambil :

$$zi/DI = 1$$

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

$$\text{Efisiensi} = 0.8$$

Tinggi baffle diambil sama dengan tinggi cairan bilangan Reynold dalam reactor :

$$\begin{aligned} Re &= \frac{n \cdot di^2 \rho}{\mu} \\ &= \frac{1 \cdot 154.01^2 \cdot 0.814}{0.0092} \\ &= 2098747.1 \end{aligned}$$

Dari fig. 477 brown diperoleh 0.94

$$p_o = \frac{p \cdot gc}{n^3 \rho \cdot Di^5}$$

Atau

$$p = \frac{p_o \cdot n^3 \rho \cdot Di^5}{gc}$$

$$= \frac{0.9 \cdot 1^3 \cdot 50.77615.05^5}{550 \cdot 32.17}$$

$$= 8.8937 \text{ Hp}$$

Effesiensi : 80%

$$power = \frac{p}{eff} = \frac{8.89367}{0.8}$$

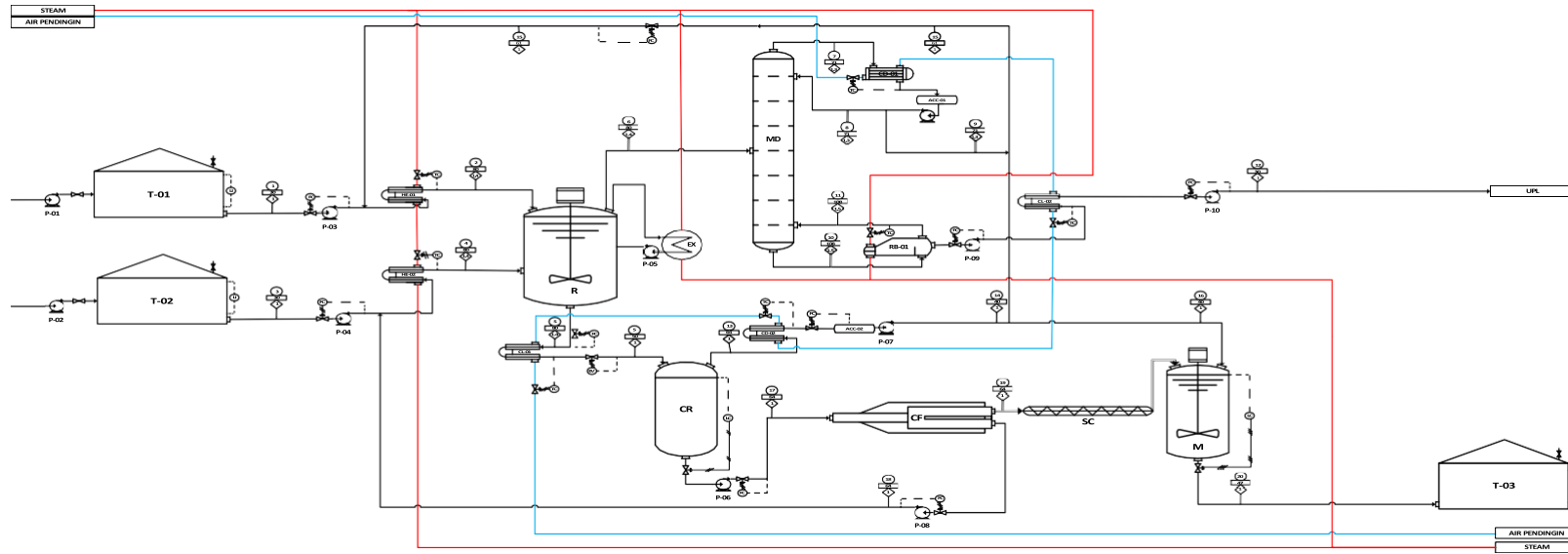
$$= 11.117 \text{ Hp}$$

Digunakan motor dengan daya = 15

LAMPIRAN 2

PROCESS FLOW DIAGRAM (PFD)

**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM METILAT DARI METANOL DAN NaOH
KAPASITAS 90.000 TON/TAHUN**



Komponen	Nomor Arus (Kg/jam)																			
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 14	Arus 15	Arus 16	Arus 17	Arus 18	Arus 19	Arus 20
CH ₃ OH	34.309	284.136		5.774	71.253	211.923	327.780	116.016	210.863	5.409	4.349	1.060	64.827	38.964	249.827	25.863	6.426	5.774	652	26.515
NaOH			8.497	9.204	76											786	706	80	80	
CH ₃ ONa				4.344	15.708												4.712	4.344	478	11.364
CH ₃ ONa (c)																	10.966		10.886	
H ₂ O	7	49	8.497	8.497		12.334	66	23	42	62.746	50.454	12.292			40					
TOTAL	34.316	284.185	16.994	27.819	87.747	224.257	327.846	116.040	210.905	68.155	54.803	13.352	64.827	38.964	249.869	25.863	22.120	10.824	12.095	37.959

Keterangan Simbol		Keterangan Alat	
EV	Expansion Valve	ACC	Accumulator
FC	Flow Control	CD	Condenser
LC	Level Control	CF	Centrifuge
LI	Level Indicator	CL	Cooler
TC	Temperature Controller	CR	Crystallizer
Keterangan Instrumen		EX	External Heater
⊖	Tekanan (cmHg)	HE	Heat Exchanger
⊖	Temperature (°C)	M	Mixer
⊖	Nomor Arus	MD	Memara Dataran
⊖	Control Valve	R	Reaktor
⊖	Sinyal Pneumatic	SC	Screw Conveyor
⊖	Sinyal Elektrik	T	Tangki
—	Piping	P	Pompa
—	Solid Stream		
—	Air Pemanas		
—	Air Pendingin		


PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI
INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2024

PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM
METILAT DARI METANOL DAN NaOH
KAPASITAS 90.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH :
Nanda Aprilia Haque (19521090)
Ridho Putra Angkasa Tjolly (19521108)

DOSEN PEMBIMBING :
Dr. Khumdan Cahyadi, S.T., M.Sc.

LAMPIRAN 3

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Nanda Aprili Haque
 NIM : 19521090
2. Nama Mahasiswa : Ridho Angkasa Putra Tjolly
 NIM : 19521108
- Judul Prarancangan *) :

PRARANCANGAN PABRIK SODIUM METILAT DARI NAOH
DARI METANOL DENGAN KAPASITA PRODUKSI 90.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 6 Oktober 2023
 Batas Akhir Bimbingan : 3 April 2024

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	20 Oktober 2023	Konsultasi Judul Tugas Akhir.	
2.	8 November 2023	Konsultasi mengenai data impor	
3.		dan ekspor	
3.	16 November 2023	Konsultasi mengenai data konsumsi	
4.	6 Desember 2023	Konsultasi mengenai kinetika dan	
		termodinamika	
5.	27 Desember 2023	Konsultasi mengenai diagram alir	
		dan neraca massa serta neraca panas	
6.	8 Januari 2024	Konsultasi mengenai alat besar	
7.	21 Februari 2024	Konsultasi mengenai alat kecil	
8.	6 Maret 2024	Konsultasi mengenai penulisan PFD.	

Disetujui Draft Penulisan :

Yogyakarta, 29 Mei 2024
 Pembimbing,

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

*) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok







- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Nanda Aprili Haque
NIM : 19521090
2. Nama Mahasiswa : Ridho Angkasa Putra Tjolly
NIM : 19521108
- Judul Prarancangan *) :

PRARANCANGAN PABRIK SODIUM METILAT DARI NAOH DAN METANOL
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 90.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 3 April 2024
Batas Akhir Bimbingan : 30 September 2024

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	3 April 2024	Konsultasi mengenai penyusunan PFD	
2.	24 April 2024	Konsultasi mengenai alat utilitas	
3.	1 Mei 2024	Konsultasi mengenai rancangan utilitas	
4.	8 Mei 2024	Konsultasi mengenai Ekorowi	
5.	16 Mei 2024	Konsultasi mengenai Lokasi Pabrik	
6.	22 Mei 2024	Konsultasi penyusunan ReuFak	

Disetujui Draft Penulisan :

Yogyakarta, 29 Mei 2024
Pembimbing,



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

*) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

