

PRA RANCANGAN PABRIK
METHYL ISOBUTYL KETONE DARI ACETONE
DENGAN KAPASITAS 7000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Oleh :

Rizal Ryandana Nugroho

19521187

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK *METHYL ISOBUTYL KETONE*DARI *ACETONE* DENGAN KAPASITAS 7000 TON/TAHUN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Rizal Ryandana Nugroho

NIM : 19521187

Yogyakarta, 30 April 2023

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

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



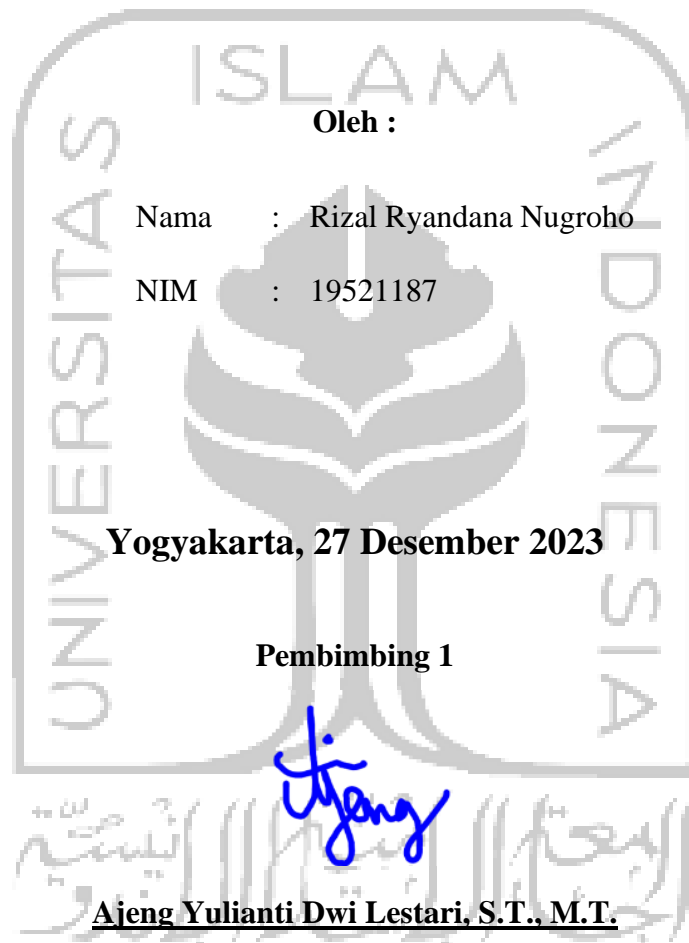
Rizal Ryandana Nugroho

19521187

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRARANCANGAN PABRIK METHYL ISOBUTYL KETONE DARI ACETONE
KAPASITAS 7.000 TON/TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK METHYL ISOBUTYL KETONE DARI
ACETONE DENGAN KAPASITAS 7000 TON/TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Rizal Ryandana Nugroho

NIM : 19521187

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 02 Februari 2024

Tim Penguji,

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

Ketua

Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.

Anggota I

Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng.

Anggota II

7 Feb 2024

7 Feb 2024

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 Wr., Wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik *methyl isobutyl ketone* dari *acetone* dengan Kapasitas 7.000 Ton/Tahun”, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik dan lancar karena tidak lepas dari dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Rahmat dan Hidayahnya yang senantiasa memberikan kemudahan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
2. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan yang tiada henti-hentinya.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Ifa Puspasari, S.T.,M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
5. Bapak Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng dan Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Teman – teman Teknik Kimia 2018 yang selalu memberikan dukungan,

semangat, dan kerja samanya.

8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

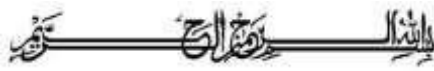
Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, terutama bagi para pembaca serta penyusun, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 30 April 2023

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas rahmat dan karunianya, karena saya telah diberikan kesempatan untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir atau skripsi ini dengan baik. Tidak lupa juga saya mengucapkan shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Muhammad *Shalallahu Alaihi Wassalam* yang senantiasa kita nantikan *syafa'at* nya di *Yaumul Akhir* kelak. Saya sangat bersyukur bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Terima kasih kepada kedua orang tua saya yang telah berkorban demi masa depan saya, terutama untuk Ibu yang paling saya sayangi, Ibu Erti Sulasih. Untuk Bapak hebat saya, Bapak Widi Nugroho, dan untuk kakak-adik saya yang juga saya sayangi, Rila Yuniar dan Rayya Nadiffa Nugroho. Terima kasih kepada keluarga saya yang telah mendoakan saya, memberi dorongan dan semangat kepada saya untuk selalu bergerak ke depan. Saya berharap bisa membahagiakan kalian suatu hari nanti.

Kepada partner saya Sabda Maulana sebagai rekan kerja perancangan pabrik, saya mengucapkan terima kasih atas waktu, ilmu, semangat, dedikasi dan dorongan selama ini. Semoga kelak kita akan menjadi pribadi yang sukses, dan semoga ilmu yang sudah kita diperoleh selama ini dapat menjadikan bekal yang bermanfaat di dunia dan akhirat. Aamiin.

Terima kasih kepada pembimbing saya, Bapak Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng atas bimbingan, arahan, semangat, dan nasehat sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Terima kasih juga kepada seluruh rekan dan keluarga saya selama di teknik kimia, yang sudah membantu dan mendukung saya dalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Semoga kalian dapat sukses dan meraih apa yang kalian cita-citakan.

(Rizal Ryandana Nugroho)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN	xvii
ABSTRAK	xix
ABSTRACT	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	2
1.2.1 Supply	2
1.3 Tinjauan Pustaka	4
1.3.1 Methyl isobutyl ketone.....	4
1.3.2 Macam-macam Proses	4
1.3.3 Pemilihan Proses	9
1.4 Tinjauan Termodinamika dan kinetika.....	11
1.4.1 Tinjauan Termodinamika.....	11
1.4.2 Tinjauan Kinetika.....	12
BAB II PERANCANGAN PRODUK	15
2.1 Spesifikasi Produk	15
2.1.1 Sifat Fisika Produk.....	15
2.1.2 Sifat Kimia Produk.....	15
2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung	17
2.2.1 Sifat Fisika Bahan Baku dan Bahan Pendukung	17
2.2.2 Sifat Kimia Bahan Baku dan Bahan Pendukung.....	17
2.3 Pengendalian.....	19
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	20

2.3.2	Pengendalian Kualitas Bahan Pendukung.....	20
2.3.3	Pengendalian Kualitas Produk	21
2.3.4	Pengendalian Proses Produksi.....	22
2.3.5	Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemindahan.....	24
BAB III PERANCANGAN PROSES.....		25
3.1	Diagram Alir Proses dan Material	25
3.1.1	Diagram Alir Kualitatif.....	25
3.1.2	Diagram Alir Kuantitatif.....	26
3.2	Uraian Proses.....	27
3.2.1	Persiapan Bahan Baku dan Bahan pembantu	27
3.2.2	Proses reaksi Pembuatan Produk.....	28
3.2.3	Proses Pemisahan dan Pemurnian Produk.....	28
3.3	Spesifikasi Alat.....	29
3.3.1	Spesifikasi Reaktor	29
3.3.2	Spesifikasi Alat Pendukung dan Pemisah	30
3.3.3	Spesifikasi Tangki Penyimpanan	33
3.3.4	Spesifikasi Alat Transportasi	35
3.3.5	Spesifikasi Alat Penukar Panas	38
3.4	Neraca Massa.....	41
3.4.1	Neraca Massa Total.....	41
3.4.2	Neraca Massa Alat	41
3.5	Neraca Panas	43
3.5.1	Neraca Panas Total.....	43
3.5.2	Neraca Panas Alat	44
BAB IV PERANCANGAN PABRIK		47
4.1	Lokasi Pabrik.....	47
4.1.1	Ketersediaan Bahan Baku	48
4.1.2	Pemasaran Produk.....	48
4.1.3	Sarana Transportasi dan Telekomunikasi	48
4.1.4	Utilitas.....	49
4.1.5	Tenaga Kerja.....	49
4.1.6	Keadaan Iklim.....	49
4.1.7	Lingkungan dan Masyarakat	49

4.1.8	Limbah Industri.....	50
4.2	Tata Letak Pabrik.....	50
4.3	Tata Letak Alat Proses.....	52
4.4	Organisasi Perusahaan.....	53
4.4.1	Bentuk Organisasi.....	53
4.4.2	Struktur Organisasi	55
4.4.3	Tugas dan Wewenang	57
4.4.4	Pengaturan Jam Kerja	61
4.4.5	Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji	63
4.4.6	Fasilitas dan Hak Karayawan.....	66
BAB V UTILITAS		68
5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	68
5.1.1	Unit Penyediaan Air.....	68
5.1.2	Unit Pengolahan Air.....	71
5.2	Unit Pembangkit Steam (Steam Generator System).....	77
5.3	Unit Pembangkit Listrik	77
5.4	Unit Penyedia Udara Tekan.....	79
5.5	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	79
5.6	Unit Pengolahan Limbah dan Air Buangan.....	80
5.7	Spesifikasi Alat Utilitas.....	80
BAB VI EVALUASI EKONOMI		93
6.1	Penaksiran Harga Alat.....	93
6.2	Dasar Perhitungan	95
6.3	Komponen Biaya	98
6.4	Analisa Keuntungan	100
6.5	Analisa Kelayakan.....	100
BAB VII PENUTUP		106
7.1	Kesimpulan.....	106
7.2	Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA.....		108
LAMPIRAN.....		110

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Kapasitas Impor Methyl Isobutyl di Indonesia	3
Tabel 1. 2 Data Kapasitas Pabrik di Dunia Tahun 2015	4
Tabel 1. 3 Perbandingan proses tiga tahap dan satu tahap(Ervan dkk, 2022).	9
Tabel 1. 4 Perbandingan proses satu tahap dengan katalis yang berbeda.....	10
Tabel 1. 5 Nilai $\Delta H_f^{\circ}298$ dan $\Delta G_f^{\circ}298$ komponen keadaan standar(Yaws, 1999).	11
Tabel 1. 6 Nilai Konstanta Kecepatan Reaksi (Bombos dkk,2000)	14
Tabel 2. 1 Spesifikasi Produk utama dan Produk samping	15
Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan baku	17
Tabel 3. 1 NM.....	26
Tabel 3. 2 Spesifikasi Heater 01	38
Tabel 3. 3 Spesifikasi Heater 02	39
Tabel 3. 4 Spesifikasi Cooler	40
Tabel 3. 5 Neraca Massa Total.....	41
Tabel 3. 6 Neraca Massa Reaktor	41
Tabel 3. 7 Neraca Massa Reaktor	42
Tabel 3. 8 Neraca Massa Menara Distilasi 01.....	42
Tabel 3. 9 Neraca Massa Menara Distilasi 02.....	42
Tabel 3. 10 Neraca Panas Total.....	43
Tabel 3. 11 Neraca Panas Heater 01	44
Tabel 3. 12 Neraca Panas Heater 02	44
Tabel 3. 13 Neraca Panas Cooler 01.....	44
Tabel 3. 14 Neraca Panas MD-01	44
Tabel 3. 15 Neraca Panas MD-02	45
Tabel 3. 16 Neraca Panas Condensor 01.....	45
Tabel 3. 17 Neraca Panas Condensor 02.....	45
Tabel 3. 18 Neraca Panas Reaktor	45
Tabel 3. 19 Neraca Panas Reboiler 01.....	46
Tabel 3. 20 Neraca Panas Reboiler 02	46
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah dan Bagunan Pabrik	50
Tabel 4. 2 Jadwal Kerja Setiap Kelompok.....	62
Tabel 4. 3 Jadwal Kerja Setiap kelompok (Lanjutan).....	62

Tabel 4. 4 Jumlah Tenaga Kerja dan Sistem Penggajian	63
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik	69
Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Pendingin	70
Tabel 5. 3 Kebutuhan Air untuk Steam.....	71
Tabel 5. 4 Daya Alat Utilitas	78
Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Pabrik	79
Tabel 5. 6 Spesifikasi Bak Pengendap Awal.....	80
Tabel 5. 7 Spesifikasi Bak Pencampur Cepat	81
Tabel 5. 8 Spesifikasi Klarifer	81
Tabel 5. 9 Spesifikasi Saringan Pasir.....	82
Tabel 5. 10 Spesifikasi Bak Air Bersih.....	82
Tabel 5. 11 Spesifikasi Bak Air Minum	83
Tabel 5. 12 Spesifikasi Menara Pendingin.....	83
Tabel 5. 13 Spesifikasi Penukar Kation	84
Tabel 5. 14 Spesifikasi Penukar Anion.....	84
Tabel 5. 15 Spesifikasi Tangki NaCl.....	85
Tabel 5. 16 Spesifikasi Tangki NaOH	85
Tabel 5. 17 Spesifikasi Tangki Umpan Boiler	86
Tabel 5. 18 Spesifikasi Tangki kondensat	86
Tabel 5. 19 Spesifikasi Kompresor Udara.....	87
Tabel 5. 20 Spesifikasi Tangki Silika	87
Tabel 5. 21 Spesifikasi Tangki Udara Tekan.....	88
Tabel 5. 22 Spesifikasi Boiler	88
Tabel 5. 23 Spesifikasi Utilitas 1	89
Tabel 5. 24 Spesifikasi Utilitas 2	89
Tabel 5. 25 Spesifikasi Utilitas 3	90
Tabel 5. 26 Spesifikasi Utilitas 4	90
Tabel 5. 27 Spesifikasi Utilitas 5	91
Tabel 5. 28 Spesifikasi Utilitas 6	92
Tabel 6. 1 Harga Indeks Alat	94
Tabel 6. 2 Harga Alat Proses	96
Tabel 6. 3 Harga Alat Utilitas (1).....	97
Tabel 6. 4 Harga Alat Utilitas (2).....	97

Tabel 6. 5 Tabel Modal Tetap.....	98
<i>Tabel 6. 6 Annual Fixed Manufacturing Cost (Fa)</i>	102
Tabel 6. 7 Annual Variable Value (Va)	102
Tabel 6. 8 Annual Variable Value (Va)	103
Tabel 6. 9 Annual Regulated Expenses (Ra)	103
Tabel 6. 10 Annual Sales Value (Sa)	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data pertumbuhan impor methyl isobutyl di Indonesia.....	3
Gambar 1. 2 Proses MIBK oleh Hibernia Scholven	6
Gambar 1. 3 Proses MIBK oleh Tokuyama	8
Gambar 2. 1 Hazard Diamond pada MIBK.....	16
Gambar 2. 2 Hazard Diamond pada Acetone.....	18
Gambar 2. 3 Hazard Diamond pada Hidrogen.....	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif Produksi Methyl isobutyl ketone	25
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif Produksi Methyl isobutyl ketone	26
Gambar 4. 1 Lokasi Pendirian Pabrik	47
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik	51
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses	52
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik MIBK.....	55
Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas.....	76
Gambar 6. 1 Grafik Evaluasi Ekonomi	105

DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T	: Temperatur, ° C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
μ	: Viskositas, cP
ρ	: Densitas, kg/m ³
m	: Massa, kg
Fv	: Laju alir, m ³ /jam
r	: Jari-jari, in
HP	: Power motor, Hp
Sg	: Spesific gravity
x	: Konversi, %
Tc	: Titik kritis, ° C
Tb	: Titik didih, ° C
Vs	: Volume shell, m ³
Vh	: Volume head, m ³
Vt	: Volume total, m ³
Dopt	: Diameter optimal, m
ID	: Inside diameter, in
OD	: Outside diameter, in
Re	: Bilangan Reynold

ϵ : Effisiensi sambungan

R_o : Radius luar (in)

D : Diamter luar (in)

t_s :Ketebalan dinding (in)

sf : *Straight flange*

ABSTRAK

Methyl isobutyl ketone atau biasa disebut 4-metil-2-pentanon dengan rumus kimia $C_6H_{12}O$ merupakan cairan jernih yang tidak berwarna dan berbau khas. *Methyl isobutyl ketone* kurang larut dalam air, namun larut dalam beberapa pelarut organik. Pada umumnya, *methyl isobutyl ketone* digunakan sebagai pelarut dalam industri cat dan thinner. Selain itu, *methyl isobutyl ketone* juga dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan tinta cetak, rubber antiozonants, dan sintesis organik. Perancangan Pabrik *methyl isobutyl ketone* dengan kapasitas 7.000 ton/tahun akan didirikan di daerah kawasan industri Gresik, Jawa Timur. Bahan baku yang digunakan adalah *acetone* dan *hidrogen* dengan metode hidrogenasi untuk menghasilkan MIBK dan pabrik akan beroperasi selama 24 jam sehari dalam 330 hari selama 1 tahun. Untuk memperoleh kapasitas sebesar 7.000 ton/tahun, dibutuhkan setidaknya 879,583 kg/jam *methyl isobutyl ketone* yang diproduksi per jamnya. Hasil evaluasi ekonomi pabrik *methyl isobutyl ketone* menunjukkan nilai total penjualan sebesar Rp 792.000.000.000,- dengan total produksi sebesar Rp 529.468.056.000,- dan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 262.531.944.000,-. Didapatkan juga hasil perhitungan ROI sebelum pajak sebesar 50,616 % dan ROI setelah pajak sebesar 40,493 %. Untuk POT sebelum pajak sebesar 1,069 tahun dan POT setelah pajak sebesar 1,199 tahun. Sementara itu, nilai BEP pabrik diperoleh antara range 40-60% yaitu sebesar 58,13 %, nilai SDP diperoleh 12,73 %, dan DCFR sebesar 35,116%. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi, dapat ditarik kesimpulan bahwa secara ekonomi pabrik *Methyl isobutyl ketone* layak untuk didirikan..

Kata Kunci : *Methyl isobutyl ketone, Asetone, Fix Bed Multitube, Hidrogenasi.*

ABSTRACT

Methyl isobutyl ketone or commonly called 4-methyl-2-pentanone with the chemical formula $C_6H_{12}O$ is a clear liquid that is colorless and has a characteristic odor. Methyl isobutyl ketone is less soluble in water, but soluble in some organic solvents. In general, Methyl isobutyl ketone is used as a solvent in the paint and thinner industry. In addition, Methyl isobutyl ketone can also be used as raw material for the manufacture of printing inks, rubber antioxidants, and organic synthetics. The design of the methyl isobutyl ketone Plant with a capacity of 7,000 tons / year will be established in the Gresik industrial area, East Java. The raw materials used are Acetone and Hydrogen with hydrogenation method to produce MIBK and the factory will operate for 24 hours per day in 330 days for 1 year. To obtain a capacity of 7,000 tons/year, at least 879,583 kg/hour of methyl isobutyl ketone is required to be produced per hour. The results of the economic evaluation of the methyl isobutyl ketone plant show a total sales value of Rp 792,000,000,000, - with a total production of Rp 529,468,056,000, - and a profit before tax of Rp 262,531,944,000, -. Also obtained the results of the calculation of ROI before tax of 50.616% and ROI after tax of 40.493%. For POT before tax amounted to 1.069 years and POT after tax amounted to 1.199 years. Meanwhile, the factory BEP value is obtained between the range of 40-60%, which is 58.13%, the SDP value is 12.73%, and the DCFR is 35.116%. Based on the results of the economic evaluation, it can be concluded that the methyl isobutyl ketone plant is economically feasible to establish.

Keywords: Methyl isobutyl ketone, Acetone, Fix Bed Multitube, Hydrogenation

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia berlangsung sangat cepat beriringan dengan adanya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK). Proses industrialisasi memungkinkan perekonomian negeri ini berkembang pesat dan semakin baik, sehingga membawa perubahan dalam struktur perekonomian nasional. Dari sekian banyak industri yang berkembang di Indonesia, industri kimia merupakan industri yang paling disoroti atas perkembangannya. Industri kimia terus berkembang secara luas dan komprehensif. Tujuan pengembangan industri kimia tidak lain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang terus meningkat dan kebutuhan industri akan berbagai bahan penunjang yang semakin meningkat. Untuk itu perlu dibangun pabrik baru yang dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Salah satunya adalah pabrik *methyl isobutyl ketone*.

Methyl isobutyl ketone atau biasa disebut 4-metil-2-pentanon dengan rumus kimia $C_6H_{12}O$ merupakan cairan jernih yang tidak berwarna dan berbau khas. *methyl isobutyl ketone* kurang larut dalam air, namun larut dalam beberapa pelarut organik. Pada umumnya, *methyl isobutyl ketone* digunakan sebagai pelarut dalam industri cat dan thinner. Selain itu, *methyl isobutyl ketone* juga dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan tinta cetak, rubber antiozonants, dan sintesis organik. Kegunaan lainnya yaitu sebagai bahan pembuat poliester, fiberglass, pelarut dalam ekstraksi metal, adhesives, semen karet, minyak mineral, dan denaturasi etil alkohol.

Methyl isobutyl ketone ini pertama kali ditemukan proses pembuatannya selama masa perang dunia kedua. Pada saat itu, permintaan akan *methyl isobutyl ketone* masih belum banyak sehingga senyawa ini belum diproduksi secara massal. *Methyl isobutyl ketone* mulai sering digunakan oleh negara-

negara Eropa pada tahun 1965 sebagai pelarut pada industri cat dan thinner. Sejak itu, permintaan akan *methyl isobutyl ketone* mulai meningkat cukup drastis.

Pada tahun 1975, proses pembuatan *methyl isobutyl ketone* ini mulai dikembangkan dan diteliti di Amerika dengan menggunakan metode hidrogenasi dalam kolom sehingga akan menghasilkan produk dengan kualitas kemurnian yang lebih tinggi daripada proses sebelumnya. Permintaan *methyl isobutyl ketone* semakin bertambah banyak di Amerika sendiri maupun di luar negeri seperti Jepang, Belanda, Brazil, Australia dan Korea. Dalam dekade tersebut, permintaan metil isobutil di dunia diperkirakan mencapai 407,855 ton/tahun dimana Amerika menyumbang permintaan metil isobutil terbanyak yaitu mencapai 176,369 ton/tahun (Mc Ketta, 1988)

Pada tahun 1986, Jepang menjadi salah satu negara pengimpor *methyl isobutyl ketone* terbanyak di dunia sehingga Jepang melakukan inovasi dengan memulai memproduksi *methyl isobutyl ketone* sendiri dan mulai melakukan ekspor ke berbagai negara di Asia. Masuknya *methyl isobutyl ketone* di Indonesia dimulai pada tahun 1991 melalui impor dari Jepang.

Pembangunan dan perluasan industri cat dan thinner yang ada di Indonesia terus mengalami perkembangan sampai saat ini sehingga kebutuhan akan *methyl isobutyl ketone* selalu meningkat tiap tahunnya. Hal ini membuat pendiri pabrik *methyl isobutyl ketone* di Indonesia memiliki potensi yang strategis dalam memiliki kebutuhan industri cat dalam negeri. Diharapkan pendirian industri *methyl isobutyl* di Indonesia dapat mengurangi kuantitas impor bahkan dapat membuka jalur perdagangan ke negara lainya.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

1.2.1 Supply

Supply suatu produk diperoleh dari impor *methyl isobutyl ketone* dan produksi *methyl isobutyl ketone* dalam negeri. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik, jumlah rata-rata impormethyl isobutyl dari tahun 2017 sampai 2021 menunjukkan angka di

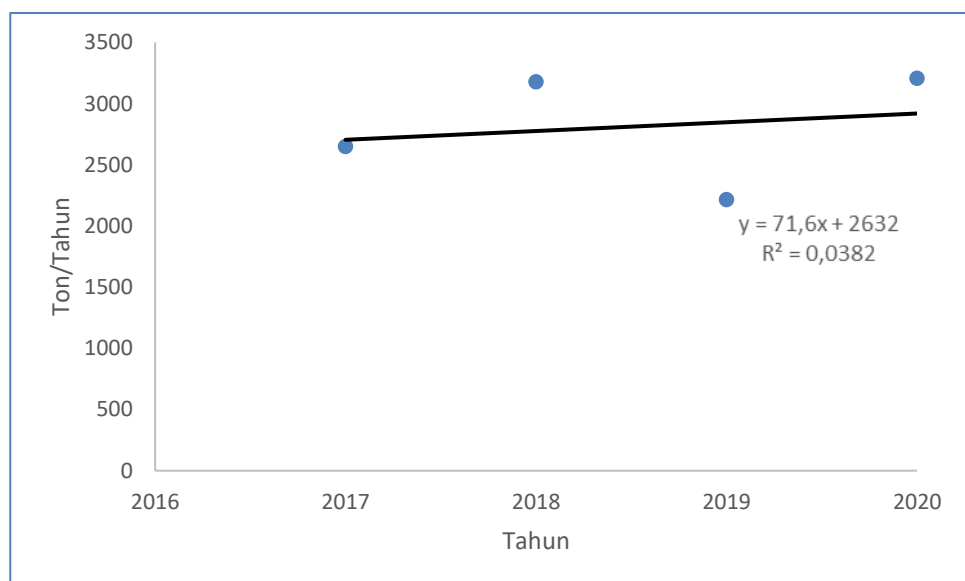
2248 ton per tahun. Dari data BPS ini menunjukkan bahwa Indonesia sangat membutuhkan peningkatan pasokan *methyl isobutyl ketone* untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta untuk mengurangi jumlah impor *methyl isobutyl ketone* tiap tahunnya. Data impor *methyl isobutyl ketone* di Indonesiadapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1. 1 Data Kapasitas Impor Methyl Isobutyl di Indonesia

TAHUN	TON/TAHUN
2017	2647,00
2018	3176,00
2019	2215,00
2020	3206,00
2021	1464,00

(Badan Pusat Statistik, 2022)

Berdasarkan data di atas, dapat diketahui bawa industri di Indonesia masih membutuhkan *methyl isobutyl ketone* dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dalam usahanya. Dari data impor di atas dapat dibuat grafik antara data tahun pada sumbu x dan data import dari sumbu y. Grafik dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Data pertumbuhan impor dari tahun 2016 sampai tahun 2020

Perkiraan impor *methyl isobutyl ketone* di Indonesia pada tahun yang akan datang saat pembangunan pabrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan $y = -71,6 \times 10 + 2632$ di mana nilai x sebagai tahun dan y sebagai jumlah impor. Dengan persamaan di atas diperkirakan untuk tahun 2027 kebutuhan impor *methyl isobutyl ketone* di Indonesia sebesar:

$$Y = (71,6 \times 10) + 2632$$

$$= 3348,00$$

Range kapasitas 50% per tahun = 1.700 ton/tahun

Berdasarkan data impor dan perhitungan regresi yang telah dilakukan, pengambilan kapasitas pabrik didasarkan dengan kebutuhan konsumsi dalam negeri pada tahun 2027 dan diharapkan bisa melakukan pemenuhan kebutuhan *methyl isobutyl ketone* di Indonesia.

Tabel 1. 2 Data Kapasitas Pabrik di Dunia Tahun 2015

Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ribu ton/tahun)
Sasol Solvents	Sasolburg, Afrika Selatan	60
Kumho P&B Chemicals (KPB)	Yeosu, Korea Selatan	55
Celanese Mexicana	La Cangrejera, Mexico	50
Shell Nederland Chemie	Pernis, Belanda	45
Dow Chemical	Institute, Us	35
Dongying Yimeide Chemical	Dongying, China	30
Jilin Chemical Group Fine Chemical	Jilin, China	30
Mitsui Chemicals	Iwakuni, Jepang	30
Rhodia Brasil	Paulinia, Brasil	25
Zhenjiang L, CY General Chemical	Zhenjiang, China	24
Arkema	La Chambre, Prancis	15
K H Neochem	Yokkaichi, Jepang	15

(Independent Commodity Intelligence Services, 2015)

Berdasarkan Tabel 1.2, kapasitas minimum produksi *methyl isobutyl ketone* di dunia adalah 15.000 ton per tahun.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Methyl isobutyl ketone

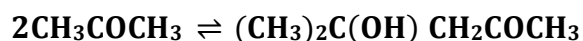
Senyawa 4-metil-2-pentanon atau umumnya disebut dengan *metil isobutil keton* (MIBK) merupakan senyawa alkanon yang biasanya digunakan sebagai zat pelarut. MIBK adalah suatu senyawa dari golongan keton yang mana keton sendiri merupakan senyawa karbonil dengan atom karbon berada pada gugus karbonil yang dihubungkan dengan dua gugus alkil atau aril (Matsjeh S., 1993).

1.3.2 Macam-macam Proses

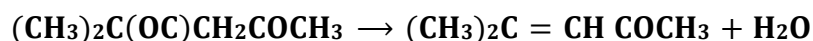
MIBK biasanya diproduksi di dalam industry dari aseton melalui beberapa cara, yaitu dengan tiga tahap dan satu tahap.

1. Proses Sintesis Tiga Tahap *methyl isobutyl ketone* (Three-Step).

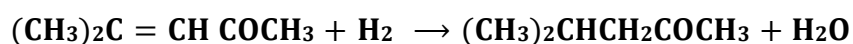
Proses ini melibatkan aldolisasi aseton untuk membentuk alcohol diaseton yang kemudian didehidrasi menjadi *mesityl oksida* untuk konversi akhir menjadi MIBK : (Onoue dkk, 1974)



DiAcetone alcohol



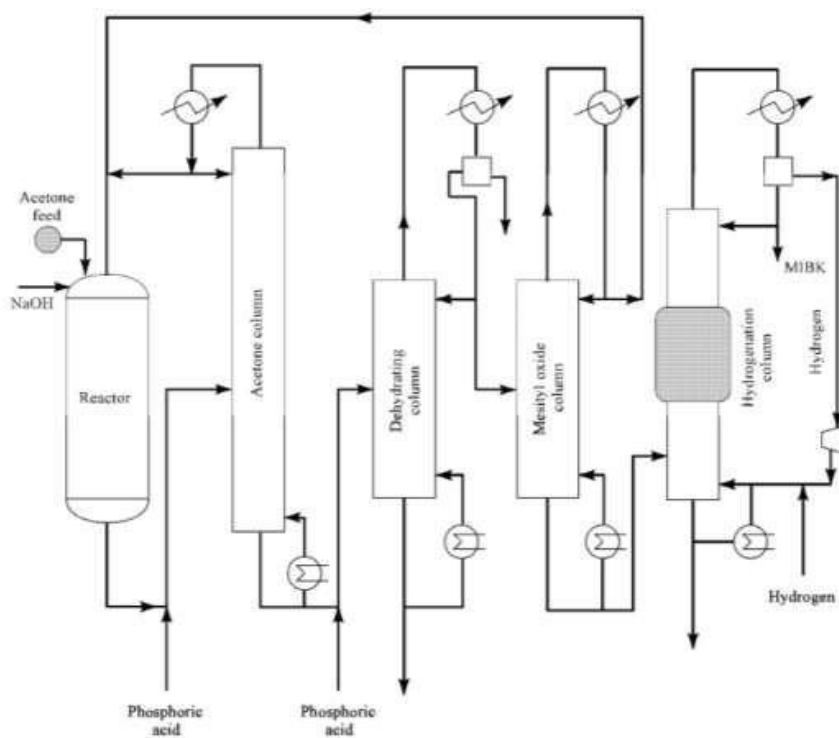
Mesityl oksida



MIBK

Proses ini digunakan untuk memproduksi MIBK secara komersial dalam skala besar. Namun, pada proses ini mengalami beberapa gangguan seperti pada tahap pertama nilai konversi aseton yang rendah, untuk tahap kedua terdapat masalah di pembentukan aseton oleh reaksi reversible *mesityl oksida* dengan air dan pada tahap akhir produksi bahan *methyl isobutyl carbinol* sebagian besar kurang bermanfaat. Oleh sebab itu, dalam beberapa tahun terakhir, banyak yang berminat untuk menggunakan proses satu tahap untuk pembentukan MIBK dari aseton dan hydrogen sebagai upaya dalam meningkatkan proses konvensional.

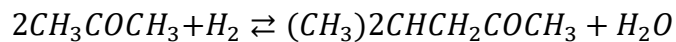
Hibernia Scholven merancang sebuah proses MIBK tiga Langkah yang diilustrasikan pada **gambar 1.2**, dimana proses ini dirancang untuk memungkinkan pemulihan antara alkohol diaseton halus dan mesityl oksida. Pada Langkah pertama aseton dan natrium hidroksida encer diumpankan terus menetus ke reactor pada suhu rendah dan dengan waktu tinggal reactor kira-kira satu jam. Produk kemudian distabilkan dengan asam fosfat dan dipisahkan dari aseton yang tidak bereaksi untuk menghasilkan aliran alkohol diaseton kasar. Lebih banyak asam fosfat ditambahkan, dan alkohol diaseton dihilangkan dan didaur ulang untuk menghasilkan aliran ekor yang mengandung 98-99% *mesityl oksida*. *Mesityl oksida* kemudian dihidrogenasi menjadi MIBK dalam distilasi reaktif yang dilakukan pada tekanan atmosfer dan 110°C. Hidrogenasi dan rektifikasi simultan dicapai dalam kolom yang dilengkapi dengan unggun katalis paladium, dan diperoleh hasil mesityl oksida ke MIBK melebihi 96%. Berikut ilustrasi rancangan Hibernia Scholven : (Kirk Othmer, 1993).



Gambar 1. 2 Proses MIBK oleh Hibernia Scholven

2. Proses Sintesis Satu Tahap *Metilisobutil* (One-Step).

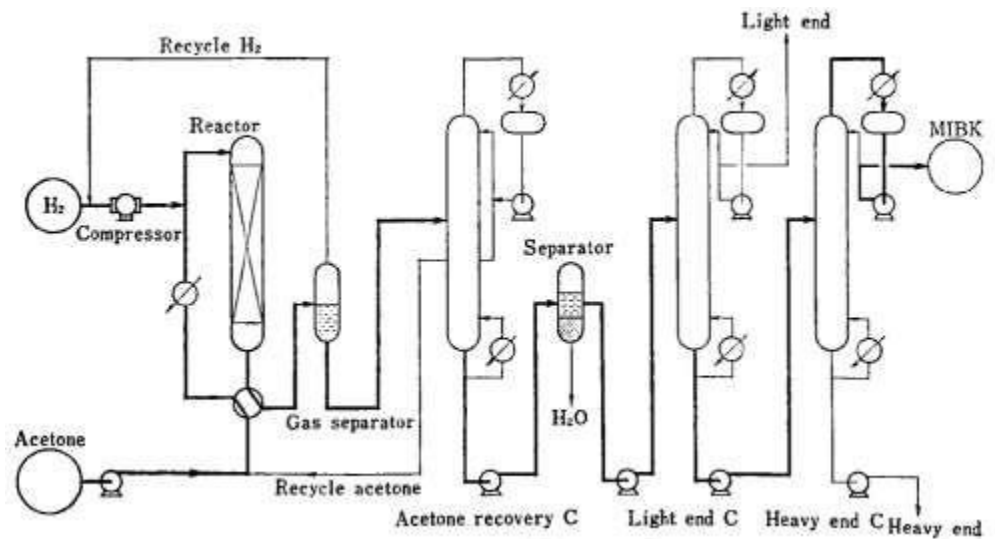
Baru-baru ini, Tokuyama Soda mengembangkan sebuah teknologi MIBK dengan satu tahapan yang dimana proses ini didasarkan pada konversi langsung aseton dan hydrogen dalam fase uap dan cair dalam reactor menggunakan katalis bifungsional yang sangat aktif. Proses aseton menjadi *methyl isobutyl ketone* untuk reaksinya dapat ditulis sebagai berikut : (Onoue dkk, 1974).



Dalam proses ini, ketika reaksi dilakukan terutama dalam waktu tinggal yang singkat atau dengan jumlah hydrogen yang tidak mencukupi, *mesityl oksida* biasanya dapat dideteksi dalam produk reaksi. Pengamatan yang dilakukan pada reaksi satu tahap ini berlangsung melalui mekanisme berurutan yang melibatkan kondensasi aseton untuk membentuk *mesityl oksida* dan selanjutnya di hidrogenasi menjadi MIBK. Menurut laporan *Klein dkk (1956)*, *mesityl oksida* dapat diperoleh langsung dengan kondensasi aseton, tetapi konversi kesetimbangannya agak rendah, misalnya 19,3% pada 140°C. Namun, dalam reaksi satu tahap, diharapkan bahwa konversi aseton sangat dalam berlangsung oleh hidrogenasi *mesityl oksida* yang ireversibelnya cepat untuk menghasilkan MIBK.

Pembuatan MIBK satu Langkah menawarkan investasi dan biaya operasi yang lebih rendah, dan menghindari konversi aseton yang rendah pada tahap pertama dan pengembalian *mesityl oksida* menjadi aseton pada tahap kedua, yang dialami dalam proses tiga tahap. Sintesis akan langsung dicapai dengan menggunakan katalis multifungsi yang mempengaruhi aldolisasi asam, dehidrasi, dan hidrogenasi. Pada **gambar 1.3** menunjukkan diagram air proses MIBK yang dirancang oleh Tokuyama. Aseton dan hydrogen dalam kisaran rasio mol H₂/aseton dari 0,2 hingga 0,4 dipanaskan terlebih dahulu dan diumpankan ke reactor katalitik unggul tetap pada 20-50 kg/cm² G dan 120-160°C. Konversi aseton berlangsung pada laju sekitar 30-40", per lintasan. Panas reaksi dihilangkan dengan pertukaran panas tidak langsung dengan media perpindahan

panas yang sesuai. Produk reaksi didinginkan dengan pertukaran panas dengan umpan aseton dan kemudian dikirim ke pemisah gas di mana hydrogen yang tidak bereaksi dipisahkan dan didaur ulang. Produk cair dari pemisah gas dikirim ke kolom pemulihan aseton di mana aseton yang tidak bereaksi dihilangkan dan didaur ulang ke stok umpan. MIBK mentah yang dikeluarkan di bagian bawah kolom pemulihan dipisahkan dari airdan dimurnikan dengan distilasi lebih lanjut. Produk sampingan utama adalah isopropanol dan diisobutil keton. Berikut ilustrasi rancangannya : (Onoue dkk, 1974).



Gambar 1. 3 Proses MIBK oleh Tokuyama

Berdasarkan beberapa proses yang dijelaskan di atas, kedua macam proses dapat dibandingkan berdasarkan suhu operasi, tekanan operasi, konversi, tahapan, faktor ekonomi, factor keamanan, dan faktor lingkungan melalui table berikut :

Tabel 1. 3 Perbandingan proses tiga tahap dan satu tahap (Ervan dkk, 2022).

Proses	Tiga Tahap	Satu Tahap
Suhu	130°C	120°C
Tekanan	30 bar	30 bar
Konversi	85% aseton, 90% Mesitil Oksida, 90% Diaseton Alcohol	32% aseton
Tahapan	Proses rumit	Proses lebih praktis
Faktor Ekonomi	Biaya yang diperlukan untuk investasi tinggi	Biaya yang diperlukan untuk investasi rendah
Faktor Keamanan	Alat yang digunakan banyak, resiko bahaya tinggi	Alat yang digunakan sedikit, resiko bahaya rendah
Faktor Lingkungan	Tidak ada limbah berbahaya,	Tidak ada limbah berbahaya

1.3.3 Pemilihan Proses

Berdasarkan dari data yang memperhatikan beberapa perbandingan dari proses pembuatan MIBK, maka pada pra rancangan ini dipilih metode satu tahap. Hal ini tentu juga mempertimbangkan dari beberapa factor seperti :

1. Prosesnya yang sangat praktis dan sederhana sehingga lebih ekonomis.
2. Nilai reaktivitas dan selektivitas yang tinggi dari reaksi fase cair dengan katalis, hasil MIBK tinggi, dan ukuran reactor dapat sangat dikurangi.
3. Prosesnya cukup fleksibel untuk menghasilkan MIBK dan mesityl oksida yang khusus dalam perbandingan tertentu dengan mengendalikan kondisi reaksi.
4. Peralatan yang digunakan dalam proses tidak memerlukan konstruksi yang khusus karena selama proses berlangsung tidak ada bahan kimia korosif yang diproduksi.

Pada proses dengan satu tahap tentu membutuhkan katalis sebagai media pelarut agar proses pembuatan MIBK dapat berlangsung. Katalis

adalah suatu bahan yang digunakan untuk mempercepat terjadinya reaksi. Namun, katalis yang digunakan tidak ikut bereaksi dan tidak mengalami perubahan secara kimia pada akhir reaksi, meskipun katalis berpengaruh terhadap laju kecepatan reaksi.

Adapun beberapa katalis yang dapat digunakan sebagai perbandingan yaitu Palladium atau Dowex 502X8-Pd¹¹, Lewatite K-2624, dan (NaOH dan Asam Fosfat).

Tabel 1. 4 Perbandingan proses satu tahap dengan katalis .

Parameter	Proses 1 (<u>Onoue dkk.</u> 1974)	Proses 2 (<u>Erwan dkk.</u> 2022)	Proses 3 (<u>Kirk Othmer.</u> 1993)
Katalis	Palladium atau Dowex 502X8-Pd ¹¹	Lewatite K-2624	NaOH dan Asam fosfat
Bahan baku	Aseton dan Hidrogen	Aseton dan Hidrogen	Aseton dan Hidrogen
Suhu Operasi	Suhu 137~140°C	Suhu 150°C	Suhu 135°C
Tekanan operasi	30 atm	10 atm	30 atm
Konversi	44,6%	32,29%	35%

Dengan melihat dan memperhatikan beberapa perbandingan proses pembuatan MIBK, maka kami memilih katalis Palladium atau Dowex 502X8-Pd¹¹ sebagai pelarut untuk mempercepat laju rekasi pada prarancangan yang kami susun dengan memperhatikan faktor berikut ini :

1. Nilai konversi yang tinggi dan tidak jauh berbeda dari reaksi fase cair dengan katalis membuat hasil nilai MIBK tinggi.
2. Katalis memiliki umur operasi yang panjang tanpa memerlukan regenerasi karena stabilitas termal dan mekanismenya, serta kondisi reaksi ringan dari proses tersebut.
3. Katalis sangat resisten terhadap pengotor yang ada dalam umpan, sehingga tidak diperlukan pemurnian aseton atau hydrogen secara khusus.
4. Suhu dan tekanan yang tidak terlalu tinggi membuat katalis lebih aman untuk digunakan.

1.4 Tinjauan Termodinamika dan kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Pembentukan *methyl isobutyl ketone* dari aseton dan hydrogen, untuk menentukan sifat reaksi dehidrogenasi methyl isobutyl ketone dapat dilakukan dengan menentukan nilai ΔH_f° dan ΔG_f° nya.

Tabel 1. 5 Nilai $\Delta H_f^\circ_{298}$ dan $\Delta G_f^\circ_{298}$ komponen keadaan standar (Yaws, 1999).

Komponen	$\Delta H_f^\circ_{298}$ (kJ/mol)	$\Delta G_f^\circ_{298}$ (kJ/mol)
H ₂	0	0
C ₃ H ₆ O	-217,57	-226,78
H ₂ O	-241,80	-240,56
C ₆ H ₁₂ O	-288,49	-304,30

- **Menentukan harga $\Delta H_f^\circ_{298,15}$**

$$\Delta H_f^\circ = \Delta H_f \text{ produk} - \Delta_f \text{ reaktan}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_f^\circ_{298,15} &= (\Delta H^\circ \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O} + \Delta H^\circ \text{H}_2\text{O}) - (\Delta H^\circ \text{ C}_3\text{H}_6\text{O} + \Delta H^\circ \text{H}_2) \\ &= (-288,49 + (-241,80)) - ((-217,57) + 0) \\ &= -312,72 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Karena harga dari $\Delta H_f^\circ_{298,15}$ bernilai negative, maka reaksinya bersifat eksotermis

- **Menentukan harga $\Delta G^{\circ}_{298,15}$**

$$\begin{aligned}\Delta G^{\circ}_{298,15} &= \Delta G \text{ produk} - \Delta G \text{ reaktan} \\ &= (\Delta G^{\circ} \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O} + \Delta G^{\circ} \text{H}_2\text{O}) - (\Delta G^{\circ} \text{ C}_3\text{H}_6\text{O} + \Delta G^{\circ} \text{H}_2) \\ &= (-304,30 + (-240,56)) - ((-226,78) + 0) \\ &= -318,08 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Karena harga dari $\Delta G^{\circ}_{298,15}$ bernilai negative, maka reaksi akan berlangsung secara spontan sehingga proses reaksi tidak membutuhkan panas.

- **Menentukan nilai konstanta kesetimbangan pada keadaan standar 298 K, persamaannya :**

$$\ln K_{298} = \frac{\Delta G}{-RT}$$

nilai R = 8,314 & T = 298

Dari persamaan tersebut, nilai K_{298} dapat dicari sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\ln K_{298} &= \frac{\Delta G^{\circ}}{-RT} \\ K_{298} &= \exp \frac{-318,08^{\circ}}{-8,314 \times 298} \\ K &= 1,136 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

- **Menentukan nilai konstanta kesetimbangan pada keadaan 315 K, persamaan :**

$$\ln \frac{K}{K^{\circ}} = - \frac{\Delta H^{\circ}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{298} \right)$$

Dari persamaan tersebut, nilai K_{315} dapat dicari sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\ln \frac{K}{K^{\circ}} &= - \frac{\Delta H^{\circ}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{298} \right) \\ \ln \frac{K}{1,136^{\circ}} &= - \frac{-312,72^{\circ}}{8,314} \left(\frac{1}{315} - \frac{1}{298} \right) \\ K_{315} &= 1,145\end{aligned}$$

$K_{315} > 1$ reaksi **irreversible**

Dengan nilai konstanta kesetimbangan yang diperoleh adalah 1,145, maka reaksi yang terjadi adalah reaksi yang bersifat **irreversible** atau searah.

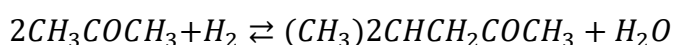
1.4.2 Tinjauan Kinetika

1. Berdasarkan Bombos, dkk (2000)

Pada pembentukan *methyl isobutyl ketone* yang menggunakan proses satu tahap ini digunakan Persamaan umum laju reaksinya adalah sebagai berikut : (Bombos dkk, 2000).

$$-r = \frac{k_1 p^2}{(1 + K_w p_w + K_{MIBK} p_{MIBK})^2}$$

Reaksi:



$$k_1 = 0.8303 \text{ [mol/ (g catalyst h MPa}^2\text{)]}$$

$$K_w = 0.0832 \text{ MPa}^{-1} ;$$

$$K_{MIBK} = 32.710 \text{ MPa}^{-1}$$

Keterangan :

$-r$ = laju reaksi mol/(g cat. h)

k_1 = konstanta laju reaksi mol/(g cat. H MPa²)

p = tekanan MPa

K_w, K_{MIBK} = konstanta kesetimbangan adsorsi MPa⁻¹

Apabila pada reaksi yang berlangsung temperature mengalami perubahan, maka dapat ditentukan percepatan reaksinya dengan persamaan Arrhenius :

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

Dimana:

k = konstanta kecepatan reaksi

A = factor frekuensi tumbukan

E = energi aktivasi, MJ/kmol

R = konstanta gas (1,987 kal/mol K)

T = temperature operasi (K) konstanta kesetimbangan reaksi

Jika suhu mengalami perubahan setiap reaksi, maka nilai k nya akan naik 2 kali lipat. Misal pada suhu 135°C naik menjadi 145°C, maka nilai k_1 : (Bombos dkk, 2000).

Tabel 1. 6 Nilai Konstanta Kecepatan Reaksi (Bombos dkk,2000)

$$k_1 = A \cdot \exp^{-E/RT}$$

T	k ₁	lnk	I/T
408,15	0,8445	-0,1690	0,00245
418,15	1,689	0,5241	0,00239

$$\ln k_1 = \ln A + \left(\frac{-E}{R}\right) \frac{1}{T}$$

$$-0,16901 = \ln A (-E/R) 0,00245 \quad \dots(1)$$

$$0,52414 = \ln A (-E/R) 0,00239 \quad \dots(2)$$

$$-0,69315 = \quad \quad \quad (-E/R) 5,85 \times 10^{-5}$$

Sehingga, nilai $(-E/R) = -11829,79$

Maka, nilai $R = 8,314 \text{ kJ/kg K}$

Nilai $E = 1422,87$

Untuk nilai k_1 diperoleh dari persamaan (1), yaitu :

$$-0,16901 = \ln A + (-28,983)$$

$$\ln A = 28,814$$

$$A = 3,267 \times 10^{12}$$

Maka, nilai $k_1 = 3,267 \times 10^{12} \exp^{-1422,88/RT}$

$$-r = \frac{A}{(1 + K_w p_w + K_{MIBK} p_{MIBK})^2}$$

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai spesifikasi dan target pada perancangan ini, maka proses pembuatan *methyl isobutyl ketone* dengan menggunakan Acetone sebagai bahan baku utamanya dapat dirancang berdasarkan variabel-variabel utama yaitu spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku dan bahan pembantu serta pengendalian proses.

2.1 Spesifikasi Produk

Berikut merupakan sifat fisika dan kimia dari produk akhir berupa *methyl isobutyl ketone* yang akan dihasilkan:

2.1.1 Sifat Fisika Produk

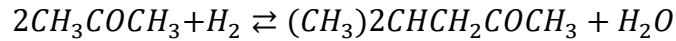
Tabel 2. 1 Spesifikasi Produk utama dan Produk samping

Spesifikasi Produk	
Spesifikasi	Bahan
	<i>MIBK (methyl isobutyl ketone)</i>
Wujud	Cairan
Rumus Molekul	$C_6H_{12}O$
Berat Molekul	100,16 g/mol
Titik Didih	116 °C
Densitas	706 g/cm ³
Spesifik Gravity, suhu 20 °C	0,802
Kadar Kemurnian	99,5%

(sumber : Yaws, Carl L., 1999)

2.1.2 Sifat Kimia Produk

Senyawa 4-metil-2-pentanon merupakan pelarut yang berupa cairan tidak berwarna, sedikit larut dalam air, dan pada umumnya larut di dalam pelarut organik.



Secara kimia, *methyl isobutyl ketone* memiliki sifat korosif, mudah terbakar, dapat menyebabkan iritasi pada mata, kulit serta saluran pernapasan. Dimana secara standar National Fire Protection Association (NFPA) 704 atau yang dapat juga disebut sebagai simbol Hazard Diamond, tingkat bahaya pada *methyl isobutyl ketone* dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Hazard Diamond pada MIBK

Berdasarkan Gmabar 2.1, *Methyl isobutyl ketone* dapat tergolong ke dalam 4 hal sebagai berikut

- a. Bahaya Kesehatan (Warna Biru)

Methyl isobutyl ketone tergolong ke dalam bahaya kesehatan pada tingkat 2. Hal ini menunjukkan bahwa *methyl isobutyl ketone* masih bersifat aman apabila berada pada pengawasan. Adapun pada keadaan darurat, *methyl isobutyl ketone* dapat menyebabkan luka atau cedera ringan

- b. Bahaya Kebakaran (Warna Merah)

Methyl isobutyl ketone tergolong ke dalam bahaya kebakaran pada tingkat 3. Hal ini menunjukkan bahwa MIBK dapat terbakar pada suhu biasa.

c. Reaktivitas (Warna Kuning)

Methyl isobutyl ketone tergolong ke dalam bahaya reaktivitas pada tingkat 1. Hal ini menunjukkan bahwa *methyl isobutyl ketone* memiliki reaktivitas yang stabil, namun pada tekanan dan suhu yang tinggi *methyl isobutyl ketone* dapat menjadi tidak stabil.

d. Peringatan Khusus (Warna Putih)

Methyl isobutyl ketone tergolong ke dalam peringatan khusus pada tingkat 0. Hal ini menunjukkan bahwa MIBK tidak memiliki peringatan khusus (Fisher, 2015).

2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

Berikut merupakan sifat kimia dari bahan baku berupa *acetone* dan, serta bahan pendukung yang merupakan katalis yang digunakan berupa Hidrogen.

2.2.1 Sifat Fisika Bahan Baku dan Bahan Pendukung

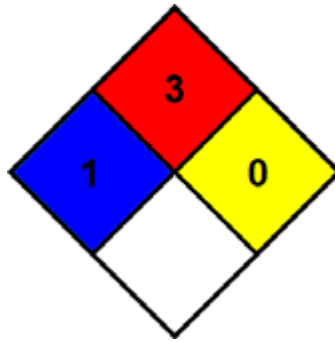
Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan baku Spesifikasi Bahan Baku

Spesifikasi Wujud	Acetone Cairan	Hidrogen Gas	Air Cairan
Rumus Molekul	C ₃ H ₆ O	H ₂	H ₂ O
Berat Molekul, g/mol	58,08 g/mol	2 g/mol	18,2 g/mol
Titik Didih, °C	56 °C	-252,879 °C	100 °C
Densitas g/cm ³	784 g/cm ³	0,00008988 g/cm ³	0,998 g/cm ³
Spesifik Gravity, pada 20°C	0,784	0,0696	0,00103
Kadar Impuritas	0,5%	0,00005%	100 %

2.2.2 Sifat Kimia Bahan Baku dan Bahan Pendukung

1. Sifat Kimia Acetone (CH₃COCH₃)

Acetone adalah bahan kimia buatan yang juga ditemukan secara alami di lingkungan. *acetone* merupakan cairan tidak berwarna, dengan bau dan rasa yang berbeda, mudah terbakar, dan larut dalam air.



Gambar 2. 2 Hazard Diamond pada Acetone

Berdasarkan Gambar 2.2 di atas, hidrogen dapat tergolong ke dalam 4 hal sebagai berikut :

- a. Bahaya Kesehatan (Warna Biru)
Acetone tergolong ke dalam bahaya kesehatan pada tingkat 1. Hal ini menunjukkan bahwa paparan zat *acetone* dapat menyebabkan iritasi arau sedikit luka meskipun tidak ada pertolongan segera.
- b. Bahaya kebakaran (Warna Merah)
Acetone tergolong ke dalam bahaya kebakaran pada tingkat 3. Hal ini menunjukkan bahwa *acetone* dapat terbakar pada suhu biasa.
- c. Reaktivitas (Warna Kuning)
Acetone tergolong ke dalam bahaya reaktivitas pada tingkat 0. Hal ini menunjukkan bahwa *acetone* memiliki kondisi yang stabil bahkan apabila dalam kondisi terbakar sekalipun.
- d. Peringatan Khusus (Warna Putih)
Acetone tidak memiliki peringatan khusus (LabChem, 2018).

2. Sifat Kimia Hidrogen (H₂)

Secara kimia, hidrogen memiliki sifat yang berbahaya, sangat mudah terbakar, dapat menimbulkan ledakan apabila bereaksi dengan udara atau apabila dipanaskan, dapat menggantikan keberadaan oksigen dalam tubuh sehingga menyebabkan mati lemas secara mendadak, serta dapat terbakar dengan nyala api yang tidak terlihat. Dimana secara standar National Fire Protection Association (NFPA) 704 atau yang dapat juga

disebut sebagai simbol Hazard Diamond, tingkat bahaya pada hidrogen dapat ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Hazard Diamond pada Hidrogen

Sehingga, berdasarkan Gambar 2.3 di atas, hidrogen dapat tergolong ke dalam 4 hal sebagai berikut :

- a. Bahaya Kesehatan (Warna Biru)
Hidrogen tergolong ke dalam bahaya kesehatan pada tingkat 0. Hal ini menunjukkan bahwa hidrogen bersifat aman. Sehingga, tidak diperlukan suatu tindakan pencegahan secara khusus
- b. Bahaya kebakaran (Warna Merah)
Hidrogen tergolong ke dalam bahaya kebakaran pada tingkat 4. Hal ini menunjukkan bahwa hidrogen memiliki sifat yang sangat mudah menguap sehingga sangat mudah menyebar di udara sekitar. Akibatnya, hidrogen dapat dengan sangat mudah terbakar bahkan pada kondisi suhu ruangan dan tekanan normal.
- c. Reaktivitas (Warna Kuning)
Hidrogen tergolong ke dalam bahaya reaktivitas pada tingkat 0. Hal ini menunjukkan bahwa hidrogen memiliki kondisi yang stabil bahkan apabila dalam kondisi terbakar sekalipun.
- d. Peringatan Khusus (Warna Putih)
Hidrogen tidak memiliki peringatan khusus (Airgas, 2020).

2.3 Pengendalian

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik pembuatan *methyl isobutyl ketone* dari Acetone ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses, pengendalian kualitas terkait waktu produksi, dan pengendalian kualitas produk. Dan untuk memperoleh dan menjaga produk agar sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan, maka produksi yang dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan Sesuai dengan tahap-tahap proses yang ada. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang memiliki mutu dan kualitas tinggi sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang telah ditetapkan. Selain itu diharapkan pula untuk waktu pemroduksian produk berjalan sesuai dengan jadwal yang ada. Oleh karena itu, harus adanya pengendalian produksi antara lain:

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku disini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas yang dihasilkan bahan baku untuk nantinya digunakan untuk membuat produk yang diinginkan. Dimana ditinjau dari beberapa pertimbangan apakah bahan baku yang ada sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu, sebelum dimulai tahap proses produksi perlu dilakukan pengecekan terkait pengujian kualitas bahan baku yang berupa Acetone (C_3H_6O), Air (H_2O) dan Hidrogen (H_2) dengan tujuan agar bahan yang digunakan dalam pembuatan produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dalam pabrik. Dan semua pengawasan terkait mutu bahan baku dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol. Dan setelah dilakukannya analisa apabila kualitas bahan baku yang ada tidak sesuai, maka kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dilakukan pengembalian kepada supplier.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Bahan Pendukung

Bahan-bahan pendukung seperti Hidrogen sebagai medium untuk proses pembuatan *methyl isobutyl ketone* di pabrik ini juga perludianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisisnya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Untuk memperoleh mutu atau kualitas produk standard maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan, serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara system control sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standard yang ada maka dilakukan analisa produk terlebih dahulu sebelum dipasarkan. Dan uji yang dilakukan adalah pengujian kemurnian produk serta komposisi komponen yang terkandung dalam produk Asam Laktat tersebut apakah sudah sesuai dan layak untuk digunakan.

Selain itu dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Sedangkan faktor internal adalah terkait kemampuan pabrik yang ingin dibangun, yaitu :

a. Kemampuan Pasar

Terdapat dua kemungkinan dimana yang pertama adalah kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal. Yang kedua kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Dari kedua kemampuan tersebut ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi. Kemudian rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan untuk tahun berikutnya. Serta bisa dilakukannya tindakan dan upaya untuk mencari daerah pemasaran lain agar produk bisa terjual.

b. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor yaitu berupa material (Bahan baku) dimana dengan pemakaian bahan baku yang memenuhi kualitas dan kuantitas, maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

Kemudian terkait manusia sebagai tenaga kerja dimana kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian yang menimpa pabrik. Oleh karena itu perlu dilakukannya semacam *training* atau pelatihan pada setiap karyawan di pabrik tersebut yang nantinya akan meningkatkan keterampilan dan cara berpikir dalam menjalankan suatu pekerjaan.

2.3.4 Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian proses produksi pabrik terdiri dari aliran dan alat-alat yang berfungsi sebagai system control. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dialakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi kesalahan dan penyimpangan terhadap proses yang sedang berjalan pada indikator yang telah di set yaitu berkaitan dengan *flow rate* bahan baku maupun produk, *level control* maupun *temperature control*, dapat diketahui atau dapat terdeteksi dari sinyal serta tanda yang diberikan yaitu bunyi alarm, nyala lampu dan tanda- tanda lain. Dan saat terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi awal hal ini bias dilakukan secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan dalam proses pemroduksian pabrik yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi yang berhubungan dengan temperature , tekanan dan sebagainya. Alat control yang harus diset pada kondisi tertentu yaitu sebagai berikut :

1. *Flow rate*

Merupakan salah satu alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

2. *Temperature control*

Merupakan salah satu alat yang pada umumnya *temperature control* memiliki *set point*/ batasan nilai suhu yang dimasukkan parameter di dalamnya. Dimana ketika nilai suhu benda (nilai aktual) yang diukur melebihi *set point* hanya selisih beberapa derajat saja, maka outputnya akan bekerja.

3. *Level control*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang telah ditetapkan atau di atur, maka akan menimbulkan isyarat atau tanda berupa nyala lampu dan bunyi alarm.

Pengendalian kualitas proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mana mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat. Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengawasan selama proses berlangsung dan pengawasan produk *Methyl isobutyl ketone* pada saat berada di tangki penyimpanan sebelum dilakukannya pendistribusian pada konsumen yang membutuhkan. Dan secara umum pengendalian kualitas atau mutu proses dilakuakn dengan menggunakan tiga metode antara lain :

1. **Pengawasan proses secara langsung**

Pada pengendalian mutu ini team *quality control* secara langsung mengawasi dari masing-masing proses, dengan cara memperhatikan perlakuan terhadap aliran bahan baku dan mesin produksi.

2. Pengawasan melalui panel kendali dan pengawasan secara otomatis

Pengendalian proses secara otomatis yang terdapat dalam mesin produksi misalnya keadaan tekanan saat terjadinya reaksi, suhu operasi reaktor, banyaknya material dalam suatu alat dan lain - lain. Apabila terjadi penyimpangan terhadap bahan baku selama proses, maka secara otomatis mesin produksi akan berhenti.

3. Pengawasan kondisi parameter mesin

Pada pengawasan proses dengan cara ini lebih ditekankan pada parameter-parameter mesin produksi yang sedang berjalan. Apabila tidak sesuai dengan standar maka harus diatur lagi *settingan* mesinnya agar memenuhi standar yang telah ditentukan

2.3.5 Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemindahan

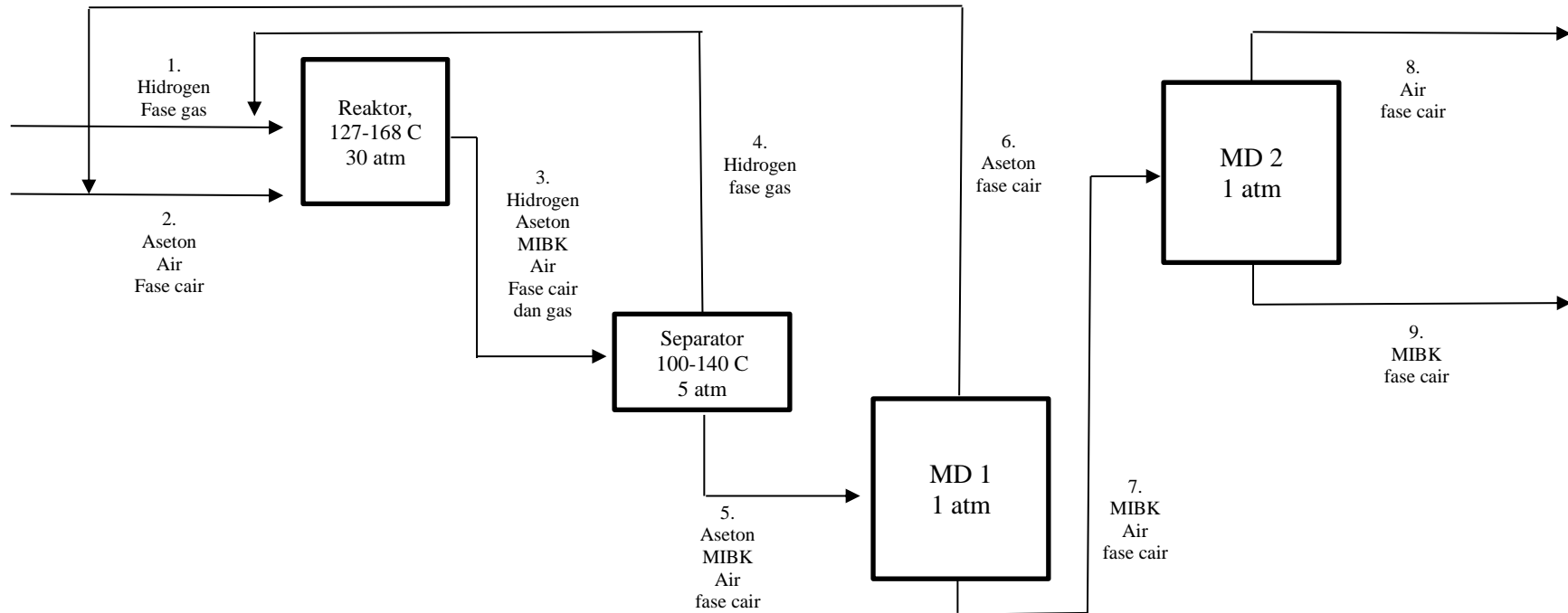
Dalam mencapai kuantitas/jumlah tertentu perlu adanya waktu tertentu yang harus diperhitungkan sebelumnya. Maka dari itu pengendalian waktu dibutuhkan untuk mengefisienkan waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung, agar nantinya produk yang dihasilkan sesuai dengan rencana dan target yang sudah dirancang

BAB III

PERANCANGAN PROSES

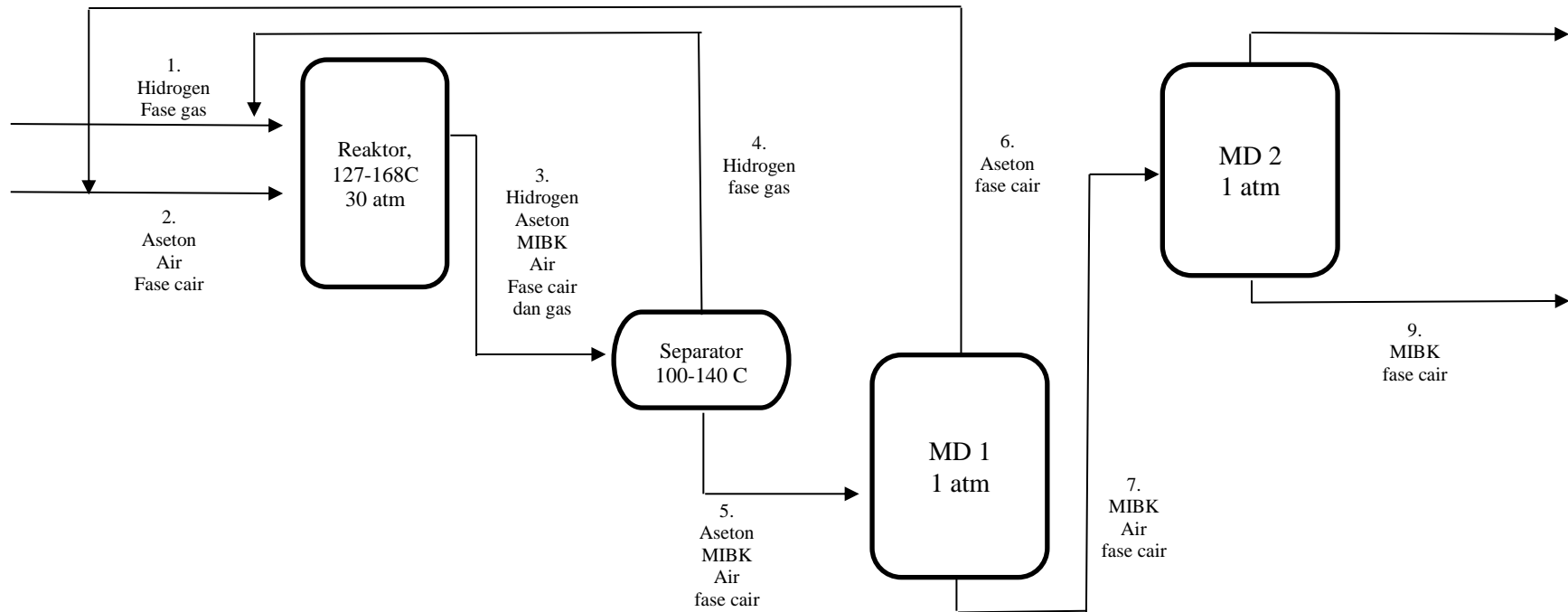
3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif Produksi *Methyl isobutyl ketone*

3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif Produksi *Methyl isobutyl ketone*

Nama	Arus 1 (kg/jam)	Arus 2 (kg/jam)	Arus 3 (kg/jam)	Arus 4 (kg/jam)	Arus 5 (kg/jam)	Arus 6 (kg/jam)	Arus 7 (kg/jam)	Arus 8 (kg/jam)	Arus 9 (kg/jam)
H ₂	17,800	0	19,501	19,501	0	0	0	0	0
C ₃ H ₆ O	0	1.029,829	839,154	0	834,958	834,958	4,196	4,196	0
H ₂ O	0	1,062	1,867	0	160,930	0,805	160,125	159,325	0,801
C ₆ H ₁₂ O	0	0	0,367	0	884,737	0,367	884,280	4,787	879,583
Total	17,800	1.903,955	1.904,322	19,501	1.884,821	836,130	1048,681	167,307	880,384

Tabel 3. 1 NM

3.2 Uraian Proses

Pembuatan *methyl isobutyl ketone* (MIBK) ini diproduksi dengan kapasitas 7.000 ton/tahun dari bahan baku *acetone* dan *hidrogen* dengan metode hidrogenasi. Dalam pembuatannya dibutuhkan medium untuk menjalankan proses hidrogenasi, adapun komponen penyusun mediumnya meliputi : H₂O. Dalam menghasilkan MIBK yang akan beroperasi selama 24 jam sehari dalam 330 hari selama 1 tahun. Proses yang terjadi dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

- a. Persiapan bahan baku dan bahan pembantu
- b. Proses reaksi pembuatan produk
- c. Proses pemisahan dan pemurnuan produk

3.2.1 Persiapan Bahan Baku dan Bahan pembantu

Adapun komponen yang digunakan sebagai bahan baku dalam penyusunan pabrik ini adalah sebagai berikut:

a) Hidrogen (H₂)

Hidrogen merupakan salah satu komponen utama yang menjalankan mekanisme pada proses hidrogenasi, dimana sebelum dimasukkan kedalam reaktor, hidrogen yang telah disimpan dalam T-01 dengan jenis spherical tank yang akan dialirkan menuju kompresor untuk menaikkan tekanan hingga 30 atm. Kemudian setelah tekanan dinaikan, gas hidrogen akan dialirkan menuju Heater-01 untuk nantinya dipanaskan menuju suhu operasi sebesar 130,15°C. Setelah itu komponen yang sudah disiapkan kedalam kondisi operasi, nantinya akan dialirkan menuju sparger untuk mengalirkan aliran gas kedalam medium proses.

b) *Acetone* (C₆H₁₂O)

Acetone merupakan bahan baku utama yang digunakan sebagai pembentukan *Methyl isobutyl ketone* , dimana *Acetone* sendiri akan disimpan pada T-02 dengan suhu operasi 1 atm dan 30°C. Saat operasi akan dimulai, *Acetone* akan dialirkan oleh pompa (P-

01) menuju heater untuk nantinya dinaikan tekanan dan suhunya sesuai dengan tekanan operasi. Kemudian Aceton yang sudah memenuhi kondisi operasi akan dialirkan menuju reactor dan bercampur dengan komponen medium yang sudah lebih dahulu masuk kedalam reaktor saat proses start-up.

3.2.2 Proses reaksi Pembuatan Produk

Dalam pembuatan *methyl isobutyl ketone* dari aceton dan Katalis Hidrogen ini, metode yang digunakan adalah Hidrogenasi. Dimana secara sederhana, komponen bahan baku nantinya akan direaksikan dengan bantuan dari Hidrogen. Pada saat pabrik akan melakukan operasi, maka Bahan baku akan dimasukkan kedalam reactor bersamaan sama hidrogen, lalu komponen aceton akan dimasukkan kedalam reaktor sesuai dengan suhu dan waktu operasi, kemudian aliran H₂ akan dimasukkan kedalam reaktor. Reaktor yang digunakan merupakan Reaktor Fixed bed yang bekerja pada suhu 130 °C-168 °C dan tekanan 30 atm. Konversi dalam reaktor mencapai 55%. Reaksi yang terjadi antara *aceton* dengan gas Hidrogen bersifat eksotermis dan kondisi operasinya non-isotermal, sehingga suhu dalam reaksi harus dipertahankan untuk menghindari terjadinya reaksi samping. Untuk menjaga suhu reaksi, maka reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin. Hasil keluaran dari reaktor yaitu produk utama berupa *methyl isobutyl ketone* serta sisa bahan baku berupa gas hidrogen dan air.

3.2.3 Proses Pemisahan dan Pemurnian Produk

Hasil keluaran atas reaktor berupa fase cair yang akan dialirkan menuju Separator. dimana alat ini berfungsi untuk memisahkan fase gas dan fase cairan. Pemisahan menggunakan Separator ini memiliki efisiensi sebesar 98%. Komponen cairan berupa MIBK, air, aceton akan dialirkan ke Cooler menuju ke Menara Distilasi (MD-01) dan 2% komponen gas akan direcycle menggunakan Blower menuju ke arus 1 (pipa gas).

Pada Menara Distilasi (MD-01) untuk memisahkan keluaran dari Separator, aceton sebagai Light Component (LK) dan Produk Methyl isobutyl ketone sebagai Heavy Component (HK). Arus keluaran dari MD-01 terdapat 2 arus, yaitu arus atas yang mengandung komponen cair sebesar 99,5% dan sedikit metil isobutyl keton. Hasil keluaran atas akan dialirkan menggunakan pompa (P-02) untuk di recycle menuju ke arus (pipa aceton). Sementara arus bawah yang mengandung banyak *methyl isobutyl ketone* serta sedikit aceton dan air, kemudian akan dialirkan menggunakan pompa (P-03) diumapkan ke Menara Distilasi (MD-02).

Pada Menara Distilasi (MD-02) untuk memisahkan keluaran dari Separator, aceton sebagai Light Component (LK) dan Produk Methyl isobutyl ketone sebagai Heavy Component (HK). Arus keluaran dari MD-01 terdapat 2 arus, yaitu arus atas yang mengandung komponen cair sebesar 99,9% dan sedikit metil isobutyl keton. Hasil keluaran atas akan dialirkan menggunakan pompa (P-02) menuju ke pihak 3. Sementara arus bawah yang mengandung banyak *methyl isobutyl ketone* serta sedikit aceton dan air, kemudian akan dialirkan menggunakan pompa (P-03) menuju tangki penyimpanan (T-03) sebagai produk utama yang memiliki spesifikasi sebesar 99,9%.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Spesifikasi Reaktor

a. Reaktor 1

Kode	: R-01
Fungsi	: Tempat mereaksikan <i>aceton, hidrogen</i> , dan air menjadi <i>methyl isobutyl ketone</i>
Jenis/Tipe	: Fixed Bed Multi Tubular
Mode Operasi	: Kontinyu
Jumlah	1
Harga	: \$ 21400

Kondisi Operasi

Suhu, cairan masuk	: 130 °C
Suhu, cairan keluar	: 168 °C
Tekanan, atm	: 30 atm
Kondisi proses	: non-isotermal

Ukuran

Bahan konstruksi	: Baja Karbon A 285
Diameter luar pipa	: 0,0525 m
Diameter dalam pipa	: 0,060 m
Jumlah pipa	: 75 batang
Diameter selongsong	: 0,788 m
Tebal selongsong	: 0,0268 m
Jarak antar baffle	: 0,1575 m
Jumlah baffle	: 17
Tebal tumpukan katalis	: 2,73 m
Suhu pendingin masuk	: 30,15 °C
Suhu pendingin keluar	: 30,57 °C

Penutup

Tinggi penutup	: 0,003 m
Tebal penutup	: 0,0198 m

Insulasi

Bahan	: hydrogen, air, acetone
Konduktivitas panas, W/m.k	: 712308,104

3.3.2 Spesifikasi Alat Pendukung dan Pemisah

1. Separator

- a. Kode : Sp-01
- b. Fungsi : Memisahkan antara fase cair dan fase gas
- c. Jenis : Vertikal Separator
- d. Material : Carbon steel SA 285 grade c
- e. Kondisi Operasi : 30 atm, 100-140 °C

Spesifikasi

- a. Volume : 2,356 m³
- b. Diameter : 1m
- c. Tinggi cairan : 0,635 m
- d. Tinggi shell : 3 m
- e. Tebal shell : 0,187 inchi

2. Menara Distilasi 1

- Kode : MD-01
- Fungsi : Memisahkan *methyl isobutyl ketone* dan *acetone* dan Sebagian besar air
- Jenis : Menara plate dengan sieve
- Tipe : Sieve tray
- Material : Carbon steel SA 283 grade c

a. Kondisi Operasi

Distilat

- Tekanan : 1 bar
- Suhu didih : 329,699 °K

Umpan

- Tekanan : 1,0502 bar
- Suhu didih : 343,9162 °K

Bottom

- Tekanan : 1,052 bar
- Suhu didih : 377,312 °K

b. Spesifikasi

- a. Diamter : 1 m
- b. Tinggi Menara : 21,278 m
- c. Tinggi ruang kosong bwh : 0,924 m
- d. Tinggi ruang kosong atas : 1m
- e. Seksi atas (rectifiying) : 56
- f. Seksi bawah (stripping) : 4

- g. Support (tinggi pemyangga) : 2 m
- h. Tebal atas dan bawah : 3/16 inci
- i. Jumlah plate ideal : 30
- j. Jumlah plate actual : 61
- k. Material : Carbon steel SA 283 grade c

c. Tray

- a. Kode : MD-01
- b. Fungsi : mengotakan gas dan cair
- c. Tipe : sieve tray
- d. Material : Carbon steel SA 283 grade c

3. Menara Distilasi 02

- Kode : MD-02
- Fungsi : Memisahkan *Methyl isobutyl ketone* dan *Acetone* dan Sebagian besar air
- Jenis : Menara plate dengan sieve
- Tipe : Sieve tray
- Material : Carbon steel SA 283 grade c

a. Kondisi Operasi

Distilat

- Tekanan : 1 bar
- Suhu didih : 372,925 K

Umpan

- Tekanan : 1,0096 bar
- Suhu didih : 379,757 K

Bottom

- Tekanan : 1,0471 bar
- Suhu didih : 390,210 K

b. Spesifikasi

- Diameter : 1 m
- Tinggi Menara : 26,4836 m

Tinggi ruang kosong bwh	: 0,940 m
Tinggi ruang kosong atas	: 1 m
Seksi atas (rectifying)	: 61
Seksi bawah (stripping)	: 3
Support (tinggi pemyangga)	: 2 m
Tebal atas dan bawah	: 3/16 inci
Jumlah plate ideal	: 54
Jumlah plate actual	: 77
Material	: Carbon steel SA 283 grade c

c. Tray

Kode	: MD-01
Fungsi	: mengontakan gas dan cair
Tipe	: sieve tray
Material	: Carbon steel SA 283 grade c

3.3.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

a. Tangki Penyimpanan Bahan Baku Hidrogen

Kode	: T-01
Fungsi	: Menyimpanan kebutuhan H ₂
Lama Penyimpanan	: 15 hari
Fasa	: Gas
Tangki	: 1 jenis
Tangki	: Slinder
Kondisi Operasi	: 30 C, 17,5 bar

Spesifikasi Tangki

Material	: Baja Karbon
Volume tangki	: 5451,205 m ³
Volume bhn yg dismpan	: 4542,671 m ³
Diameter	: 13,225
Panjang tangki	: 39,677 m

Spesifikasi Konstruksi

Material	: stainless steel. 316 ss
Faktor korosi	: 0,0015 m/ tahun
Tebal dinding	: 0,00133 m
Tebal head	: 1,9178 m

b. Tangki Penyimpanan Bahan Baku *Acetone*

Kode	: T-02
Fungsi	: Menyimpan kebutuhan Aceton
Lama Penyimpanan	: 30 hari
Fasa	: Cair
Tangki	: 1 Jenis
Tangki	: Slinder Tegak
Kondisi Operasi	: 30 C, 1 bar

Spesifikasi

Material	: carbon steel
Volume tangki	: 7229,356 barrel
Volume bahan	: 6024,463 barrel
Diameter	: 12,192 m
Tinggi	: 10,972 m
Jumlah Course	10
Tebal Shell	: 0,21 inchi
Tebal head	: ¼ inch

c. Tangki Penyimpanan Bahan Baku *metyl isobutyl ketone*

Kode	: T-03
Fungsi	: Menyimpan kebutuhan Aceton
Lama Penyimpanan	: 30 hari
Fasa	: Cair
Tangki	: 1 Jenis
Tangki	: Slinder Tegak
Kondisi Operasi	: 30 C, 1 bar

Spesifikasi

Material	: carbon steel
----------	----------------

Volume tangki	: 2723,542	barrel
Volume bahan	: 6024,463	barrel
Diameter	: 12,192	m
Tinggi	: 10,972	m
Jumlah Course	6	
Tebal Sheall	: 0,21	inchi
Tebal head	: ¼	inchi

3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi

a. Compresor

Fungsi	: Meningkatkan tekanan dan mangalirkan gas Hidrogen ke reaktor
Kode	: K-01
Bahan	: Hidrogen

Kondisi Operasi

Tekanan	: 17,5	bar
Suhu masuk	: 30	C
Suhu keluar	: 54	C
Bentuk Bahan	: Gas	
Kapasitas	: 37,301	kg/jam
Stage	2	
Jenis	: Kompresor sentrifugal	
Motor Power	: 0.371	hP

b. Blower

Fungsi	: Menghisap udara untuk diumpakan ke pipa kompresor	
Kode	: BLW-01	
Bahan	: Hidrogen	
Suhu	: 30	C
Tekanan	: 1	bar
Laju udara	: 214,800	Nm ³ /jam
Motor Power	: 37,34	hP

c. Pompa 1

Fungsi : Memompa larutan acetone dan air ke reaktor
Kode : P-01
Bahan : Acetone dan air
Viskositas : 0,0002kg/m s
Kapasitas : 0,0006 m³/s
Pump Head : 2,8 m
Suhu Fluida : 30 C
Jenis pompa : Plunger
Daya motor : 5 hP
Material : Komersial steel

d. Pompa 2

Fungsi : Memompa larutan acetone dan air ke arus 2
Kode : P-02
Bahan : Acetone dan air
Viskositas : 2,3729E-01 kg/ m s
Kapasitas : 0,0004 m³/s
Pump Head : 20,6922 m
Suhu Fluida : 56,549 C
Jenis pompa : Sentrifugal
Daya motor : 0,5 hP
Material : Komersial steel

e. Pompa 3

Fungsi : Memompa larutan Methyl isobutyl ketone
Menara distilasi 2
Kode : P-03
Bahan : Metil Isobutil Keton
Viskositas : 2.2603E-01 kg/m s
Kapasitas : 0,0004 m³/s
Pump Head : 25,48 m
Suhu Fluida : 104 C

- Jenis pompa : Sentrifugal
 Daya motor : 0,27 hP
 Material : Komersial steel
- f. Pompa 4
 Fungsi : Memompa larutan acetone dan air ke pihak 3
 Kode : P-04
 Bahan : Acetone dan air
 Viskositas : $1,6368 \times 10^{-2}$ kg/m s
 Kapasitas : $5,7 \times 10^{-5}$ m³/s
 Pump Head : 2 m
 Suhu Fluida : 65 C
 Jenis pompa : Sentrifugal
 Daya motor : 0,0097 hP
 Material : Komersial steel
- g. Pompa 5
 Fungsi : Memompa larutan Methyl isobutyl ketone tanki produk
 Kode : P-05
 Bahan : Metil Isobutil keton
 Viskositas : $2,4012 \times 10^{-1}$ kg/m s
 Kapasitas : 0,00035 m³/s
 Pump Head : 9,972 m
 Suhu Fluida : 127,78 °C
 Jenis pompa : Sentrifugal
 Daya motor : 0,1593 hP
 Material : Komersial steel

3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

a. Heater 01

Tabel 3. 2 Spesifikasi Heater 01

Fungsi	Memanaskan gas dari tangka 1 menuju reaktor	
Jenis	Double pipe	
Tipe	Steam	
Kondisi operasi	Cold	Hot
Suhu masuk	30 °C	200 °C
Suhu keluar	130 °C	200 °C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban panas	53519,801 kJ/jam	
	Mechanical design	
	Annulus (luar)	Tube (dalam)
Panjang	3,6576 m	
Hairpin	1 buah	
ID	0,0525 m	0,0525 m
OD	0,06045 m	0,06045 m
A	0,69461217 m ²	
Pressure drop	0,01961 psi	0,00703 psi
Rd	1,3534 kJ/m ² sK	

b. Heater 02

Tabel 3. 3 Spesifikasi Heater 02

Fungsi	Memanaskan cairan dari tangka 2 menuju reaktor	
Jenis	Double pipe	
Tipe	Steam	
Kondisi operasi	Cold	Hot
Suhu masuk	30 °C	200 °C
Suhu keluar	130 °C	200 °C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban panas	449192,6636 kJ/jam	
	Mechanical design	

	Annulus (luar)	Tube (dalam)
Panjang	3,6576 m	
Hairpin	10 buah	
ID	0,0525 m	0,0525 m
OD	0,06045 m	0,04216 m
A	6,251509508 m ²	
Pressure drop	0,007843 psi	14375,95 psi
Rd	0,442166 kJ/m ² sK	

a. Cooler

Tabel 3. 4 Spesifikasi Cooler

Fungsi	Mendinginkan cairan dari separator menuju Menara distilasi 1	
Jenis	Shell and tube	
Tipe	Steam	
Kondisi operasi	Cold	Hot
Suhu masuk	30 °C	168 °C
Suhu keluar	40 °C	85 °C
Tekanan	30 atm	30 atm
Beban panas	418999,755 kJ/jam	
	Mechanical design	
	Annulus (luar)	Tube (dalam)
Panjang	4,572 m	
Hairpin	4 buah	
ID	0,0525 m	0,03505 m
OD	0,06045 m	0,04216 m
A	0,189916 m ²	0,132462 m ²
Pressure drop	0,01961 psi	0,00703 psi
Rd	0,442166 kJ/m ² sK	

3.4 Neraca Massa

3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 3. 5 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Reaktor	1903.955021	1903.955021
Separator	1903.955021	1903.955021
MD-01	1884.453926	1884.453926
MD-02	1046.340901	1046.340901
Total	6738.70487	6738.70487

3.4.2 Neraca Massa Alat

a. Reaktor

Tabel 3. 6 Neraca Massa Reaktor

Komponen	input (kg/jam)			output (kg/jam)
	arus 1,4	arus 2,3	arus 5	arus 6
H ₂	37.301	0	37.301	19.501
C ₃ H ₆ O	0	1864.787	1864.787	839.154
H ₂ O	0	1.867	1.8667	160.930
C ₆ H ₁₂ O	0	0	0	884.737
Total	37.301	1867,021	1904,322	1904,322

b. Separator

Tabel 3. 7 Neraca Massa Reaktor

Komponen	input (kg/jam)	output (kg/jam)	
	arus 6	arus 7	arus 8
H ₂	19.501	19.501	0
C ₃ H ₆ O	839.154	0	839.154
H ₂ O	160.930	0	160.930
C ₆ H ₁₂ O	0,387	0	884.737
Total	1904.322	19.501	1884.821

c. Menara Distilasi 01

Tabel 3. 8 Neraca Massa Menara Distilasi 01

Komponen	input (kg/jam)	output (kg/jam)	
	arus 8	arus 9	arus 10
H ₂	0	0	0
C ₃ H ₆ O	839.154	834.958	4,196
H ₂ O	160.920	0,805	160.125
C ₆ H ₁₂ O	884.737	0,367	884,280
Total	1884.821	836,130	1048,681

d. Menara Distilasi 02

Tabel 3. 9 Neraca Massa Menara Distilasi 02

Komponen	input (kg/jam)	output (kg/jam)	
	arus 10	arus 11	arus 12
H ₂	0	0	0
C ₃ H ₆ O	4,196	4,196	0
H ₂ O	160.125	159,325	0,801
C ₆ H ₁₂ O	884,280	4,787	879. 583
Total	1048,681	167,307	880,384

3.5 Neraca Panas

3.5.1 Neraca Panas Total

Tabel 3. 10 Neraca Panas Total

Alat	Q Masuk (Kj/jam)	Q Keluar (Kj/jam)
Heater 01	56426.95	56426.95
Heater 02	473636.58	473636.58
Cooler 01	942575.10	942575.10
MD-01	327683.52	327683.52
Md-02	278460.46	278460.46
Condensor 1	969716.79	969716.79
Condensor 2	721230.81	721230.81
Reaktor	6474691.06	6474691.06
Reboiler 01	1598595.10	1598595.10
Reboiler 02	431641.68	431641.68
Total	12274658.05	12274658.05

3.5.2 Neraca Panas Alat

a. Heater 01

Tabel 3. 11 Neraca Panas Heater 01

Masuk	Kj/jam	Keluar	Kj/jam
Arus masuk	2772,81	Arus keluar	56426,9531
Pemanas	53654.1398		
Total	56426,9531	total	56426,9531

b. Heater 02

Tabel 3. 12 Neraca Panas Heater 02

Masuk	Kj/jam	Keluar	Kj/jam
Arus masuk	23274,44	Arus keluar	473636,582
Pemanas	450362,12		
Total	473636,582	total	473636,582

c. Cooler 01

Tabel 3. 13 Neraca Panas Cooler 01

Masuk	Kj/jam	Keluar	Kj/jam
Arus masuk	942575,1	Arus keluar	307790,4
		pendingin	634784,6
Total	942575,1	total	942575,1

d. MD-01

Tabel 3. 14 Neraca Panas MD-01

Masuk	Kg/jam	Keluar	Kj/jam
Arus masuk	293959,02	Distilasi	72260,7163
		Bottom	255422,807
Panas dari reboiler dan kondensor	33724,504		
Total	327683,524		327683,524

e. MD-02

Tabel 3. 15 Neraca Panas MD-02

Masuk	Kg/jam	Keluar	Kj/jam
Arus masuk	171561,8743	Distilasi	58228,078
		Bottom	220232,3827
Panas dari reboiler dan kondensor	106898,5868		
Total	278460,46		278460,46

f. Condensor 01**Tabel 3. 16 Neraca Panas Condensor 01**

Masuk	Kj/jam	Keluar	Kj/jam
Arus masuk	969716,789	Arus keluar	79973,6357
		pendingin	889743,1531
Total	969716,789	total	969716,789

g. Condensor 02**Tabel 3. 17 Neraca Panas Condensor 02**

Masuk	Kj/jam	Keluar	Kj/jam
Arus masuk	721230,805	Arus keluar	59293,8890
		pendingin	661936,916
Total	721230,805	total	721230,805

h. Reaktor**Tabel 3. 18 Neraca Panas Reaktor**

Masuk	Kj/jam	Keluar	Kj/jam
Arus masuk	6474691,06159	Arus keluar	6258446,1615
		pendingin	216244,900
Total	6474691,06159	total	6474691,06159

i. Reboiler 01

Tabel 3. 19 Neraca Panas Reboiler 01

Masuk	Kj/jam	Keluar	Kj/jam
Arus masuk	1598595,1	Arus uap	1174586,144
		Arus cair	424008,971
Total	1598595,1	total	1598595,1

j. Reboiler 02

Tabel 3. 20 Neraca Panas Reboiler 02

Masuk	Kj/jam	Keluar	Kj/jam
Arus masuk	431641,68	Arus uap	13310
		Arus cair	418331,5
Total	431641,68	total	431641,68

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Ketepatan pemilihan lokasi suatu pabrik merupakan faktor yang sangat penting sehingga harus direncanakan dengan baik dan tepat karena sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari pabrik yang akan didirikan. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah letak geografis pada suatu pabrik yang dapat memaksimalkan proses produksi dan kegiatan distribusi seminimal mungkin serta memiliki kemungkinan yang baik untuk dikembangkan, sehingga dapat menekan kebutuhan ekonomi. Selain itu, pemilihan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan perkembangan ekonomi dan sosial masyarakat disekitar lokasi. Dengan pertimbangan diatas Perancangan Pabrik *methyl isobutyl keton* kapasitas 7.000 on/tahun ini akan didirikan di daerah kawasan industry Gresik, Jawa Timur, Jawa Timur.



Gambar 4. 1 Lokasi Pendirian Pabrik

4.1.1 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku diperlukan untuk menjamin kontinuitas produksi suatu pabrik. Bahan baku dalam pembuatan pabrik *methyl isobutyl ketone* adalah *acetone* dan gas hidrogen. Dimana *acetone* diperoleh dengan mengimport dari perusahaan Bernama (Mitsui & Co., Singapura) karena di Indonesia belum dapat memproduksi sendiri. Sementara gas hidrogen diperoleh dari pembelian secara langsung pada PT. Petrokimia, Gresik yang terletak di daerah Kawasan Industri Gresik.

4.1.2 Pemasaran Produk

Target pasar produk pabrik ini adalah pemenuhan kebutuhan *methyl isobutyl ketone* dalam negeri maupun luar negeri, yang mana *methyl isobutyl ketone* digunakan sebagai komponen utama dalam produksi pembuatan tinta cetak, rubber antiozonants, dan sintesis organik. Kegunaan lainnya yaitu sebagai bahan pembuat poliester, fiberglass, pelarut dalam ekstraksi metal, adhesives, semen karet, minyak mineral, dan denaturasi etil alcohol. Target penjualan dalam negeri untuk wilayah Jawa, Sumatera dan Kalimantan, sementara target luar negeri untuk wilayah ASEAN.

4.1.3 Sarana Transportasi dan Telekomunikasi

Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik di Gresik, Jawa Tengah termasuk kawasan industri yang ditetapkan pemerintah dimana tersedia lahan dan infrastruktur yang memadai seperti jalan raya yang memudahkan transportasi maupun pendistribusian produk ke tujuan melalui jalur darat, lokasi dekat dengan pelabuhan JIPE, Manyar, Gresik dan pelabuhan Hujung Galuh yang memudahkan akses pengiriman bahan baku *import* dan pendistribusian produk untuk *eksport* ke luar negeri melalui jalur laut. Untuk telekomunikasi seperti jaringan telepon, dan internet sudah tersedia.

4.1.4 Utilitas

Untuk kelancaran operasi pabrik, perlu diperhatikan sarana-sarana pendukung seperti air, listrik dan bahan bakar, agar proses produksi dapat berjalan dengan baik. Gresik, Jawa Timur, dekat dengan sumber air yaitu sungai Bengawan Solo yang mempunyai debit air cukup besar dengan fluktuasi antara musim hujan dan musim kemarau relatif kecil. Sumber tenaga listrik dapat diperoleh dari PLN dan generator pabrik sebagai cadangan jika PLN mengalami gangguan. Bahan bakar generator yaitu solar diperoleh dari Pertamina.

4.1.5 Tenaga Kerja

Jumlah kebutuhan tenaga kerja dapat dipenuhi, baik dari sekitar lokasi maupun luar lokasi pabrik. Jumlah dan keterampilan tenaga kerja harus sesuai dengan kriteria perusahaan. Selain itu, perlu dipertimbangkan gaji minimum di daerah tersebut, jumlah waktu kerja, adanya industri lain di daerah tersebut, keanekaragaman keterampilan, pendidikan masyarakat sekitar dan lain-lain. Dengan adanya pembangunan pabrik baru di daerah tersebut diharapkan dapat menurunkan angka TPT (Tingkat Pengangguran Terbuka).

4.1.6 Keadaan Iklim

Wilayah Gresik, Jawa Timur merupakan salah satu wilayah yang direncanakan oleh pemerintah menjadi pusat pengembangan wilayah industri. Suhu rata-rata daerah tersebut sekitar 27,15°C, sehingga operasi pabrik dapat berjalan dengan lancar.

4.1.7 Lingkungan dan Masyarakat

Sikap dari masyarakat sekitar cukup baik dengan adanya pabrik baru. Hal tersebut disebabkan akan tersedianya lapangan pekerjaan bagi mereka yang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakatnya. Selain itu, pendirian pabrik ini tidak mengganggu keamanan dan keselamatan masyarakat karena dampak serta faktor-faktornya sudah dipertimbangkan sebelum berdirinya pabrik ini..

4.1.8 Limbah Industri

Limbah pabrik sudah diminimalisir dengan pengolahan limbah di area pabrik, oleh karena itu limbah di pabrik ini sudah memenuhi standar AMDAL untuk dikembalikan ke lingkungan.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik dibuat untuk keperluan memudahkan transportasi bahan baku dan produk, terdapat juga zona untuk perlindungan ketika dalam keadaan berbahaya. Tata letak pabrik bertujuan untuk mengembangkan system produksi dalam kapasitas maupun kualitas produk dengan cara yang optimal.

Adapun tabel untuk perincian luas tanah bangunan untuk perancangan pabrik sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik

No.	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1.	Area proses	100	90	9.000
2.	Area tangki bahan baku	30	15	450
3.	Area Parkir	50	30	1.500
4.	Kantor administrasi	45	25	1.125
5.	Gardu jaga	12	12	144
6.	Aula	20	15	300
7.	Kantin	30	10	300
8.	Gudang	25	17	425
9.	Perpustakaan	12	9	108
10.	Pemadam	17	13	221
11.	Poliklinik	25	11	275

12.	Bengkel	21	10	210
13.	Tempat Ibadah	30	25	750
14.	Laboratorium	17	15	255
15.	Rumah boiler	20	17	340
16.	Rumah generator	15	13	195
17.	Kantor utilitas	13	10	130
No	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m²)
18.	Taman	25	20	500
19.	Perumahan	100	70	7.000
Total		607	427	23.228

Tata letak pabrik dalam bentuk gambar :

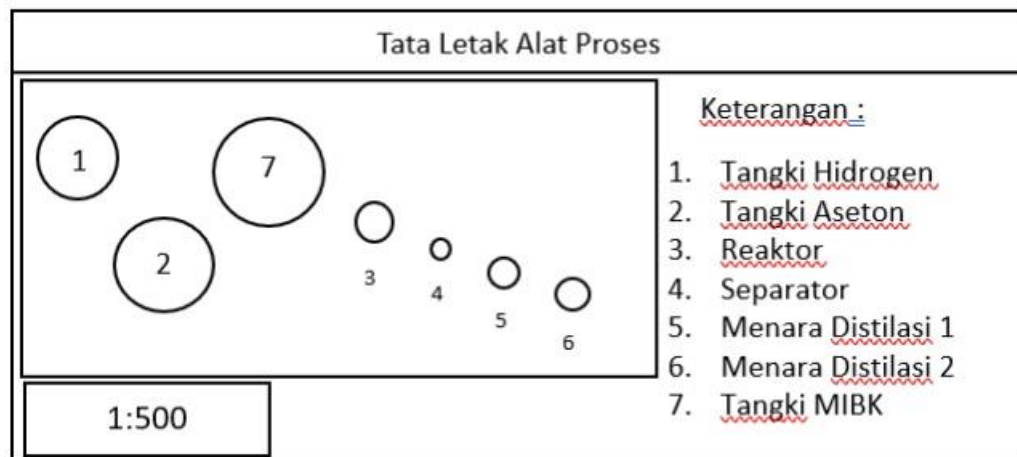


Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik

Keterangan :

- | | | |
|------------------------|--------------------|-----------------------|
| 1. Pos Jaga | 8. Tempat Ibadah | 15. Pemadam |
| 2. Taman | 9. Kantor Utilitas | 16. Bengkel |
| 3. Perumahan | 10. Laboratorium | 17. Rumah Generator |
| 4. Aula | 11. Poliklinik | 18. UPL |
| 5. Kantin | 12. Perpustakaan | 19. Rumah Boiler |
| 6. Kantor Administrasi | 13. Parkir Truk | 20. Tangki Bahan Baku |
| 7. Parkir Karyawan | 14. Gudang | 21. Area Proses |

4.3 Tata Letak Alat Proses



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses

Tata letak alat proses disesuaikan dengan fungsi dari masing – masing alat dan urutan proses kerja. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan :

1. Aliran Bahan Baku dan Produk

Proses jalannya aliran bahan baku dan produk yang baik dapat memberikan keuntungan nilai ekonomis yang optimal, dan dapat mengefisiensikan dana yang dikeluarkan serta menunjang keamanan produksi.

2. Aliran Udara

Aliran udara yang berada di dalam maupun di sekitar area proses perlu diperhatikan agar proses berlangsung dengan lancar.

3. Pencahayaan

Pencahayaan yang terdapat dalam pabrik harus memadai

mencakup seluruh area pabrik, khususnya pada tempat yang berisiko atau berbahaya.

4. Tata Lalu Lintas

Proses produksi dapat berlangsung dengan baik dan mudah apabila kelancaran lalu lintas manusia dan kendaraan diperhatikan.

5. Tata Letak Alat Proses

Kelancaran proses produksi dapat dipengaruhi dengan penempatan alat-alat proses yang tepat.

6. Jarak Antar Alat Proses

Jarak antar alat proses perlu diperhatikan, terutama alat produksi yang mudah terbakar atau ledakan harus dijauhkan dari peralatan yang lain, sehingga apabila terjadi kebakaran maupun ledakan akan meminimalisir kerusakan area dan peralatan lain,

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Organisasi

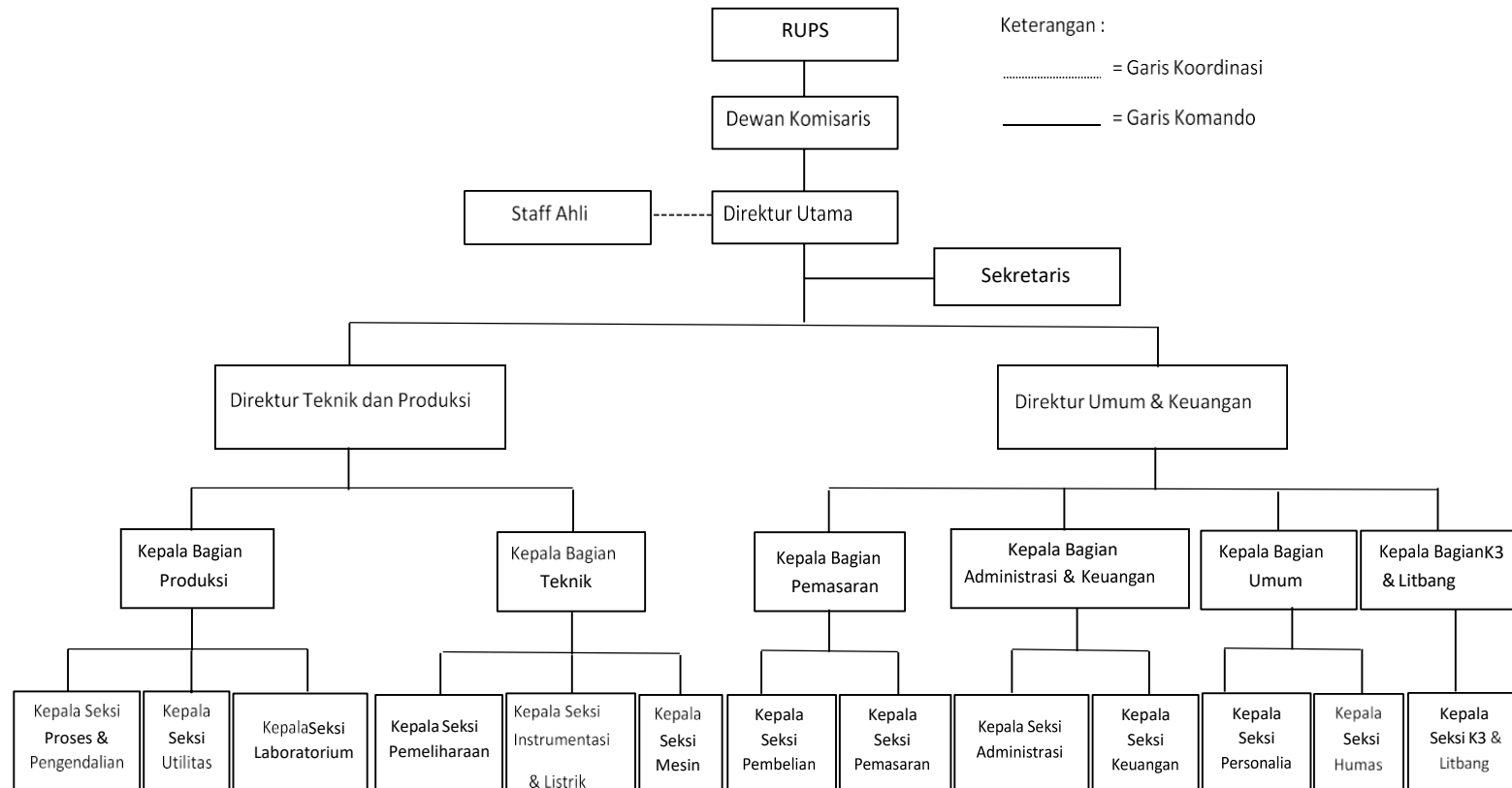
Pabrik *methyl isobutyl ketone* yang akan dibangun menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) akan memperoleh modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut berhak mengambil bagian sebesar satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disepakati dalam tiap saham. Untuk perusahaan-perusahaan yang mempunyai skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi), Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum. Beberapa faktor yang menjadi alasan dalam pemilihan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas adalah sebagai berikut :

- a. Kemudahan dalam mendapatkan modal dengan menjual saham perusahaan maupun berasal dari bank.
- b. Kelancaran produksi hanya bisa dipegang oleh pimpinan perusahaan karena tanggung jawab pemegang saham yang sangat terbatas.
- c. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik

perusahaan adalah pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.

- d. Efisiensi dari manajemen dimana para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
- e. Lapangan usaha yang lebih luas karena suatu perusahaan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat sehingga dengan modal ini dapat memperluas usahanya.
- f. Dapat dengan mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.

4.4.2 Struktur Organisasi



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik MIBK

Pada sebuah Perusahaan dalam menjalankannya membutuhkan sumber daya manusia dan juga sistem manajemen atau organisasi yang mempunyai pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat disesuaikan dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Terbentuknya struktur organisasi yang baik dapat diperoleh dari manajemen perusahaan yang baik juga. Struktur organisasi membantu perusahaan untuk mengatur dan membagi bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang, dan tanggung jawab dari masing-masing bagian atau divisi yang terbentuk di dalam perusahaan tersebut.

Bagian-bagian atau jabatan yang akan dibentuk dalam perusahaan ini dimulai dari jenjang tertinggi dimana terdapat dua bentuk struktur organisasi yang baik yaitu sistem line dan staf. Ada dua jenis kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Produksi membawahi bidang produksi, proses, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian, pemasaran, administrasi dan keuangan, personalia, humas dan keamanan serta penelitian dan

pengembangan. Direktur membawahi beberapa Kepala Bagian yang akan bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya.

Karyawan perusahaan akan terbagi menjadi beberapa kelompok regu yang akan dipimpin oleh masing-masing kepalaregu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapai tujuan perusahaan.

4.4.3 Tugas dan Wewenang

Manajemen suatu perusahaan tentu memiliki tugas, wewenang, dan tanggung jawab yang berguna untuk memperlancar jalannya perusahaan. Manajemen akan dibagi menjadi beberapa departemen seperti bagian Teknik, Produksi, Umum, Administrasi (Keuangan), Pemasaran, dan K3 (Keamanan, Kesehatan, dan Keselamatan Kerja).

1. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)

Pemegang kekuasaan tertinggi pada struktur organisasi garis dan staf adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). RUPS dihadiri oleh pemilik saham serta dewan komisaris, dan dilaksanakan minimal satu kali dalam setahun untuk terus memantau dan mengevaluasi jalannya perusahaan. Akan tetapi, apabila terjadi hal mendesak, RUPS dapat tetap dilaksanakan sesuai dengan ketentuan forum. Hak dan wewenang RUPS adalah sebagai berikut :

- a. Meminta pertanggungjawaban Dewan Komisaris

- b. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur serta mengesahkan anggota pemegang saham apabila mengundurkan diri sesuai dengan musyawarah
- c. Mengesahkan hasil-hasil kerja serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan
- d. Menetapkan besar keuntungan tahunan yang diperoleh untuk dibagikan, disimpan, atau ditanamkan kembali.

2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris dipilih RUPS yang merupakan pelaksana dari pemilik saham, sehingga bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris diantaranya sebagai berikut :

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana, dan pengarahannya pemasaran.
- b. Melaksanakan pengawasan terhadap seluruh aktivitas dan pelaksanaan tugas direktur.
- c. Membantu direktur utama dalam kegiatan yang bersifat penting

3. Direktur Utama

Direktur utama memiliki jabatan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggung jawab sepenuhnya terhadap keberhasilan perusahaan sesuai dengan target dari RUPS. Direktur utama sebagai pimpinan tertinggi dalam perusahaan memiliki tanggung jawab atas segala tindakan dan kebijaksanaan terhadap dewan komisaris. Tugas-tugas Direktur utama meliputi:

- a. Memimpin dan mengembangkan perusahaan secara efektif dan efisien.
- b. Merumuskan dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS.

- c. Mengusulkan kerjasama dengan pihak eksternal demi kepentingan perusahaan.
- d. Mewakili perusahaan untuk menjalin hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga.
- e. Merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap orang yang bekerja dalam perusahaan.

Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur Utama akan dibantu oleh Sekretaris, Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum. Berikut merupakan tugas masing-masing sebagai berikut:

1) Sekretaris

Sekretaris diangkat oleh direktur utama untuk menangani masalah surat-menyurat untuk pihak perusahaan, menangani kearsipan dan pekerjaan lain untuk membantu dalam menangani administrasi perusahaan.

2) Direktur Teknik dan Produksi

Direktur teknik dan produksi bertanggung jawab langsung terhadap direktur utama. Tugas direktur teknik dan produksi adalah memimpin semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang memiliki hubungan dengan bidang produksi, operasi, teknik, utilitas, pengembangan, pemeliharaan, pengadaan, dan laboratorium. Direktur teknik dan produksi dibantu oleh dua kepala bagian, yaitu:

a Kepala Bagian Produksi

Tugas dari kepala bagian produksi adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang produksi, proses, pengendalian, dan laboratorium. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian produksi akan dibantu oleh beberapa seksi yaitu, seksi proses & pengendalian, seksi utilitas dan seksi laboratorium.

a Kepala Bagian Teknik

Tugas dari kepala bagian teknik adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang teknik dan pemeliharaan. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian teknik dibantu oleh 3 Kepala seksi yaitu seksipemeliharaan, seksi instrumentasi & listrik serta seksi mesin.

3) Direktur Keuangan dan Umum

Direktur keuangan dan umum bertanggung jawab langsung terhadap direktur utama. Tugas direktur keuangan dan umum adalah memimpin semua kegiatan perusahaan yang berhubungan denganbidang administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja. Direktur keuangan dan umum dibantu oleh beberapa kepala bagian yaitu :

a. Kepala Bagian Pemasaran

Tugas kepala bagian pemasaran adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang pembelian bahan baku dan pemasaran produk. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian pemasaran dibantu oleh duakepala seksi, yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

b. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Tugas kepala bagian administrasi dan keuangan adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan operasional perusahaan serta pembukuan dan pengaturan gaji karyawan. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian administrasi dan keuangan dibantu oleh dua kepala seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.

c. Kepala Bagian Umum

Tugas kepala bagian umum adalah mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang personalia, humas, dan keamanan. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian umum dibantu oleh kepala seksi, yaitu seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

d. Kepala Bagian K3 dan Litbang

Tugas dari kepala bagian K3 dan litbang yaitu mengatur dan mengawasi semua pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang K3 dan litbang. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian K3 dan litbang dibantu oleh dua kepala seksi, meliputi seksi K3 dan seksi Litbang.

e. Staff Ahli

Staff ahli memiliki tugas memberi masukan, berupa saran, nasihat, dan pandangannya terhadap segala aspek operasional yang terlibat dalam perusahaan

4.4.4 Pengaturan Jam Kerja

Pabrik pembuatan metil isobutil keton direncanakan akan beroperasi selama 24 jam selama 330 hari dalam satu tahun. Berdasarkan pembagian jam kerja, karyawan perusahaan akan dibagi menjadi 2, yaitu :

1) Non – Shift

Karyawan non-shift merupakan karyawan yang tidak langsung menangani proses produksi. Karyawan non-shift akan bekerja selama 5 hari dalam seminggu dan libur pada hari Sabtu, Minggu, dan hari besar atau tanggal merah, dengan pembagian jam kerjanya :

- Senin – Kamis

Jam Kerja : 07.30 – 16.00

Istirahat : 12.00 – 13.00

• Jum'at

Jam Kerja : 07.00 – 16.00

Istirahat : 11.00 – 13.00

2) Shift

Karyawan Shift merupakan karyawan yang secara langsung menangani proses produksi. Pembagian jamnya kerjanya :

- Shift Pagi : 07.30 – 15.30
- Shift Sore : 15.30 – 22.30
- Shift Malam : 22.30 – 07.30

Karyawan shift akan dikelompokkan menjadi empat kelompok, yaitu A, B, C, dan D. Setiap kelompok akan mendapat giliran 5 hari kerja dan dua hari libur. Pembagian kelompok akan dijelaskan dalam bentuk tabel, sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Jadwal Kerja Setiap Kelompok

Kelompok	Tanggal														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
B	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
C	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
D	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S

Tabel 4. 3 Jadwal Kerja Setiap kelompok (Lanjutan)

Kelompok	Tanggal														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
B	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
C	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
D	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M

Keterangan :

A, B, C, D : Kelompok Kerja

P : Shift Pagi

S : Shift Sore

M : Shift Malam

L : Libur

4.4.5 Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji

Jumlah tenaga kerja disesuaikan dengan kebutuhan agar pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif. Berikut Tabel 4.5 merupakan rincian jumlah tenaga kerja dan sistem penggajiannya.

Tabel 4. 4 Jumlah Tenaga Kerja dan Sistem Penggajian

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Jumlah(Rp)	Gaji/Tahun (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Direktur Utama	1	40.000.000	40.000.000	480.000.000	480.000.000
2	Staff Ahli	1	18.000.000	18.000.000	216.000.000	216.000.000
3	Sekretaris	1	18.000.000	18.000.000	216.000.000	216.000.000
4	Direktur Teknik dan Produksi	1	30.000.000	30.000.000	360.000.000	360.000.000
5	Direktur Keuangan dan Umum	1	30.000.000	30.000.000	360.000.000	360.000.000
6	Kepala Bagian Umum	1	16.000.000	16.000.000	192.000.000	192.000.000
7	Kepala Bagian Pemasaran	1	16.000.000	16.000.000	192.000.000	192.000.000
8	Kepala Bagian	1	16.000.000	16.000.000	192.000.000	192.000.000
9	Kepala Bagian Teknik	1	16.000.000	16.000.000	192.000.000	192.000.000

10	Kepala Bagian Produksi	1	16.000.000	16.000.000	192.000.000	192.000.000
11	Kepala Bagian Litbang	1	16.000.000	16.000.000	192.000.000	192.000.000
12	Kepala Seksi Personalia	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
13	Kepala Seksi Humas	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
14	Kepala Seksi Keamanan	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
15	Kepala Seksi Pembelian	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
16	Kepala Seksi Pemasaran	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
17	Kepala Seksi Administrasi	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
18	Kepala Seksi Kas/Anggaran	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
19	Kepala Seksi Proses	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
20	Kepala Seksi Pengendalian	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
21	Kepala Seksi Laboratorium	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
22	Kepala Seksi Utilitas	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
23	Kepala Seksi Pengembangan	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
24	Kepala Seksi Penelitian	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
25	Kepala Seksi Instrumentasi & Listrik	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000	180.000.000
26	Karyawan Personalia	4	8.000.000	32.000.000	384.000.000	384.000.000
27	Karyawan Humas	4	8.000.000	32.000.000	384.000.000	384.000.000

28	Karyawan Pembelian	4	8.000.000	32.000.000	384.000.000	384.000.000
29	Karyawan Pemasaran	4	8.000.000	32.000.000	384.000.000	384.000.000
30	Karyawan Administrasi & Keuangan	5	8.000.000	40.000.000	480.000.000	480.000.000
31	Karyawan Proses	10	8.000.000	80.000.000	960.000.000	960.000.000
32	Karyawan Pengendalian	3	8.000.000	24.000.000	288.000.000	288.000.000
33	Karyawan Laboratorium	3	8.000.000	24.000.000	288.000.000	288.000.000
34	Karyawan Pemeliharaan	3	8.000.000	24.000.000	288.000.000	288.000.000
35	Karyawan Utilitas	8	8.000.000	64.000.000	768.000.000	768.000.000
36	Karyawan K3	4	8.000.000	32.000.000	384.000.000	384.000.000
37	Karyawan Litbang	4	8.000.000	32.000.000	384.000.000	384.000.000
38	Operator Proses	22	6.000.000	132.000.000	1.584.000.000	1.584.000.000
39	Operator Utilitas	14	6.000.000	84.000.000	1.008.000.000	1.008.000.000
40	Dokter	2	8.000.000	16.000.000	192.000.000	192.000.000
41	Perawat	4	5.000.000	20.000.000	240.000.000	240.000.000
42	Satpam	6	4.500.000	27.000.000	324.000.000	324.000.000
43	Supir	6	5.000.000	30.000.000	360.000.000	360.000.000
44	Cleaning Service	5	4.500.000	22.500.000	270.000.000	270.000.000
Total		140		1.221.500.000		14.658.000.000

Gaji karyawan dibayarkan pada tanggal 1 setiap bulannya. Apabila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji akan dilakukan sehari sebelumnya.

4.4.6 Fasilitas dan Hak Karayawan

Berikut merupakan fasilitas serta hak karyawan yang diberikan oleh perusahaan untuk menunjang aktivitas kerja karyawan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Hak Cuti

- Cuti Tahunan

Setiap karyawan dalam perusahaan mempunyai hak cuti maksimal sebanyak 12 hari dalam satu tahun. Apabila dalam waktu satu tahun tersebut hak cuti tidak digunakan, maka hak cuti akan hilang dan tidak dapat diakumulasikan untuk tahun selanjutnya.

- Cuti Massal

Setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

- Cuti Hamil

Wanita yang akan melahirkan berhak cuti selama 3 bulan dan selamacuti tersebut gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan anak kedua minimal 2 tahun.

2. Hari Libur Nasional

Untuk karyawan harian (non shift), hari libur nasional adalah hari libur kerja. Sedangkan untuk karyawan shift, pada hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari tersebut diperhitungkan sebagai hari kerja lembur (overtime).

3. Kerja Lembur

Kerja lembur dilaksanakan atas persetujuan kepala bagian apabila ada pekerjaan yang mendesak harus segera diselesaikan.

4. Pakaian Kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun. Selain itu, disediakan masker sebagai alat pengaman dalam bekerja.

5. Jamsostek

Jamsostek merupakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan yang bertujuan untuk memberikan rasa aman kepada para karyawan ketika sedang menjalankan tugasnya.

6. Penyediaan fasilitas bagi karyawan

- a. Penyediaan sarana transportasi/bus karyawan.
- b. Penyediaan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.
- c. Penyediaan fasilitas tempat ibadah yang dilengkapi dengan sarana air dan listrik.
- d. Penyediaan fasilitas koperasi karyawan.
- e. Penyediaan fasilitas kantin
- f. Memberikan tanda penghargaan dalam bentuk tanda mata kepada pekerja yang mencapai masa kerja berturut-turut 10 tahun.

BAB V

UTILITAS

Unit utilitas merupakan unit penyediaan kebutuhan untuk menunjang proses produksi agar berjalan dengan baik. Adapun fasilitas yang terdapat dalam pabrik antara lain :

1. Unit Alir Utilitas
2. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
3. Unit Pembangkit Steam
4. Unit Pembangkit Listrik
5. Unit Penyedia Udara Tekan
6. Unit Penyedia Bahan Bakar
7. Unit pengelolaan limbah

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

5.1.1 Unit Penyediaan Air

Proses produksi pada pabrik membutuhkan air sebagai sumbernya, oleh sebab itu perancangan pabrik sebaiknya berada di dekat dengan sumber air seperti air sungai, air sumur, atau air laut. Untuk perancangan pabrik metil isobutil keton akan menggunakan air sungai dari Bengawan Solo sebagai sumbernya. Sebelum digunakan, air sungai perlu dilakukan pengolahan secara fisis dan kimia agar alat-alat penukar panas terhindar dari *fouling*. Selain itu, diperlukan pertimbangan terlebih dahulu sebelum menggunakan air sungai sebagai sumber air, berikut beberapa pertimbangan yang perlu dilakukan :

- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitas yang relative tinggi, sehingga kendala kendala kekurangan air dapat dihindari.
- Pengolahan pada air sungai relative lebih mudah, sederhana, dan biaya yang relative murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya lebih mahal.

- Lokasi untuk perancangan pabrik lebih terjangkau di dekat air sungai.
- Kapasitas air sungai lebih banyak daripada air sumur.

Adapun keperluan air yang digunakan untuk kebutuhan pabrik yaitu Air Domestik.

1. Air Domestik

Domestik water adalah air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan seperti air minum, toilet, perumahan dan sebagainya. Air domestic yang digunakan harus memenuhi persyaratan, seperti :

- Air jernih
- Tidak berbau
- Tidak berasa
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik
- Tidak beracun

Berdasarkan standar WHO, kebutuhan air per orang berkisar antara 100-120 liter per hari. Untuk suatu pabrik atau kantor, kebutuhan air untuk satu orang sebesar 100 liter per hari (Sularso, 2001). Jumlah karyawan pada pabrik ini berjumlah 140 orang. Sehingga total kebutuhan air domestik sebesar:

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik

No.	Penggunaan	Jumlah (kg/jam)
1	Kantor	13.685.070
2	Mess	5.000
	Jumlah	18.685.070

2. Air Pendingin

Proses produksi yang berlangsung terus-menerus dapat membuat suhu peralatan menjadi naik sehingga membutuhkan air pendingin untuk menurunkan suhu. Air merupakan materi yang

mudah diperoleh dalam jumlah yang besar dan dapat menyerap suhu panas dengan jumlah yang relative tinggi dalam persatuan volume. Selain itu air juga mudah dalam pengolahan dan pengaturannya serta tidak terdekomposisi.

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah (kg/jam)
Condensor-01	Cd-01	14036.549
Condensor-02	Cd-02	10442.688
Cooler	C1-01	10017.878
Total		34497,115

3. Air Sanitasi

Air sanitasi diperlukan untuk kebutuhan perumahan, perkantoran, poliklinik, laboratorium, dan tempat ibadah. Sebelum digunakan, air sanitas harus memenuhi syarat secara fisika dan kimia terlebih dahulu. Air sanitasi yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan yaitu :

- Tidak berasa
- Tidak berwarna
- Tidak berbau
- Tidak beracun
- Tidak mengandung logam berat
- Tidak mengandung mikroorganisme yang berbahaya, terutama bakteri pathogen
- Memiliki kadar klor bebas sekitar 0,7 ppm

4. Air untuk Steam

Air steam merupakan media pemanas yang digunakan dalam pabrik. Sebelum digunakan, air boiler harus memenuhi persyaratan agar terhindar dari kerusakan pada peralatan sehingga mencegah terjadinya *scalling*, *fouling*, dan *foaming*. Adapun beberapa hal yang

perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan untuk boiler, yaitu:

- Zat – zat penyebab kerak

Kerak yang berada di dalam alat boiler dapat mengakibatkan turunnya efisiensi operasi dan bahkan mengakitbatkan alat tidak dapat beroperasi sama sekali. Kerak tersebut terbentuk dari garam karbonat dan silika yang terjadi karena kesadahan dan suhu yang tinggi.

- Zat – zat penyebab korosi

Korosi dapat terjadi karena air mengandung larutan asam atau gas-gas yang terlarut seperti CO₂, O₂, H₂S, dan NH₃.

- Zat – zat penyebab *foaming*

Foaming dapat terjadi pada steam karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Hal ini dapat terjadi oleh efek pembusaan pada alkalitas yang tinggi.

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air untuk Steam

Nama Alat	Kode Alat	jumlah (kg/jam)
Heater -01	He-01	19,567
Heater-02	He-02	164,228
Reboiler-01	RB-01	439,173
Reaboiler-02	RB-2	3,940
Total		627,448

5.1.2 Unit Pengolahan Air

Sumber air yang didapatkan dari Sungai Bengawan Solo tidak dapat langsung digunakan. Air sungai perlu dilakukan pengolahan sebelum dapat digunakan. Berikut tahapan pengolahan air, yaitu :

- a) Penghisapan

Air sungai perlu dilakukan pemompaan untuk menghilangkan partikel kotoran yang berukuran cukup besar. Selanjutnya air akan dialirkan menuju alat penyaringan (*screen*).

- b) Penyaringan (*Screening*)

Screening merupakan proses untuk memisahkan kotoran-kotoran yang berukuran cukup besar seperti daun, ranting, dan

sampah – sampah tanpa menggunakan bahan kimia. Sedangkan partikel kecil yang masih terbawa akan diolah pada tahap selanjutnya. Pada sisi penghisap pompa perlu dipasang saringan (*screen*) dan ditambah fasilitas pembilas untuk meminimalisir alat penyaring menjadi kotor. Setelah tahap ini, air akan ditampung di dalam *reservoir*.

c) Penggumpalan (*Koagulasi*)

Penggumpalan atau koagulasi merupakan proses penggumpalan partikel koloid akibat penambahan bahan koagulan atau zat kimia sehingga partikel-partikel tersebut akan bersifat netral dan membentuk endapan karena gravitasi. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), yang merupakan garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Sifat alkalis berguna agar proses flokulasi dapat berjalan efektif. Saat proses, perlu dilakukan ditambahkan kapur yang berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan. Sedangkan proses flokulasi bertujuan untuk menggumpalkan partikel-partikel tersebut menjadi flok dengan ukuran yang memungkinkan untuk dipisahkan dengan sedimentasi dan filtrasi.

d) Pengendapan

Pengendapan bertujuan untuk mengendapkan flok yang terbentuk dari proses koagulasi-flokulasi yang dilakukan di dalam bak pengendap. Flok yang terbentuk akan mengendap dan selanjutnya dapat dibuang (*blow down*).

e) *Sand Filter*

Air dari bak pengendap selanjutnya akan dimasukkan ke alat *sand filter* untuk difiltrasi karena masih mengandung padatan tersuspensi. Proses filtrasi bertujuan untuk menghilangkan kandungan-kandungan mineral yang terdapat di dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} dan lain-lain dengan menggunakan resin. Jika *Sand Filter* sudah kotor, maka harus dicuci (*back wash, rinse*).

f) Bak Penampung Air Bersih (*Filter Water Storage*)

Air yang sudah melalui tahap filtrasi dianggap sebagai air bersih dan akan ditampung di dalam bak penampung air bersih (*Filter Water Storage*). Air yang sudah ditampung kemudian akan didistribusikan untuk keperluan :

- Air layanan umum (*service water*)
- Air domestik
- Air untuk *cooling tower*
- Bahan baku *demin plan*

g) Demineralisasi

Tahap demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral terlarut seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan Na^{2+} yang terkandung dalam filtered water, sehingga diperoleh air bermutu tinggi sebagai air umpan boiler. Tahap demineralisasi akan dilakukan dalam dua tahap, yaitu pelunakan air dan dealkalinasi.

- Proses pelunakan air

Proses ini akan dilakukan di kation exchanger untuk menghilangkan mineral-mineral terlarut yaitu Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} , dan mineral lainnya. Mineral tersebut ditangkap oleh resin yang berjenis *hydrogen-zeolite*. Resin tersebut memiliki kapasitas untuk menangkap ion-ion, yang sewaktu-waktu resin tersebut tidak mampu untuk menangkap mineral lagi, maka akan disubjekkan ke dalam proses regenerasi resin yang dilakukan dengan penambahan asam kuat H_2SO_4 . Air keluaran dari *kation exchanger* adalah air bebas mineral yang tendensi untuk membentuk *scalling*. Selanjutnya air yang telah melewati *kation exchanger* akan disubjekkan ke dalam *anion exchanger* untuk dilakukan proses dealkalinasi.

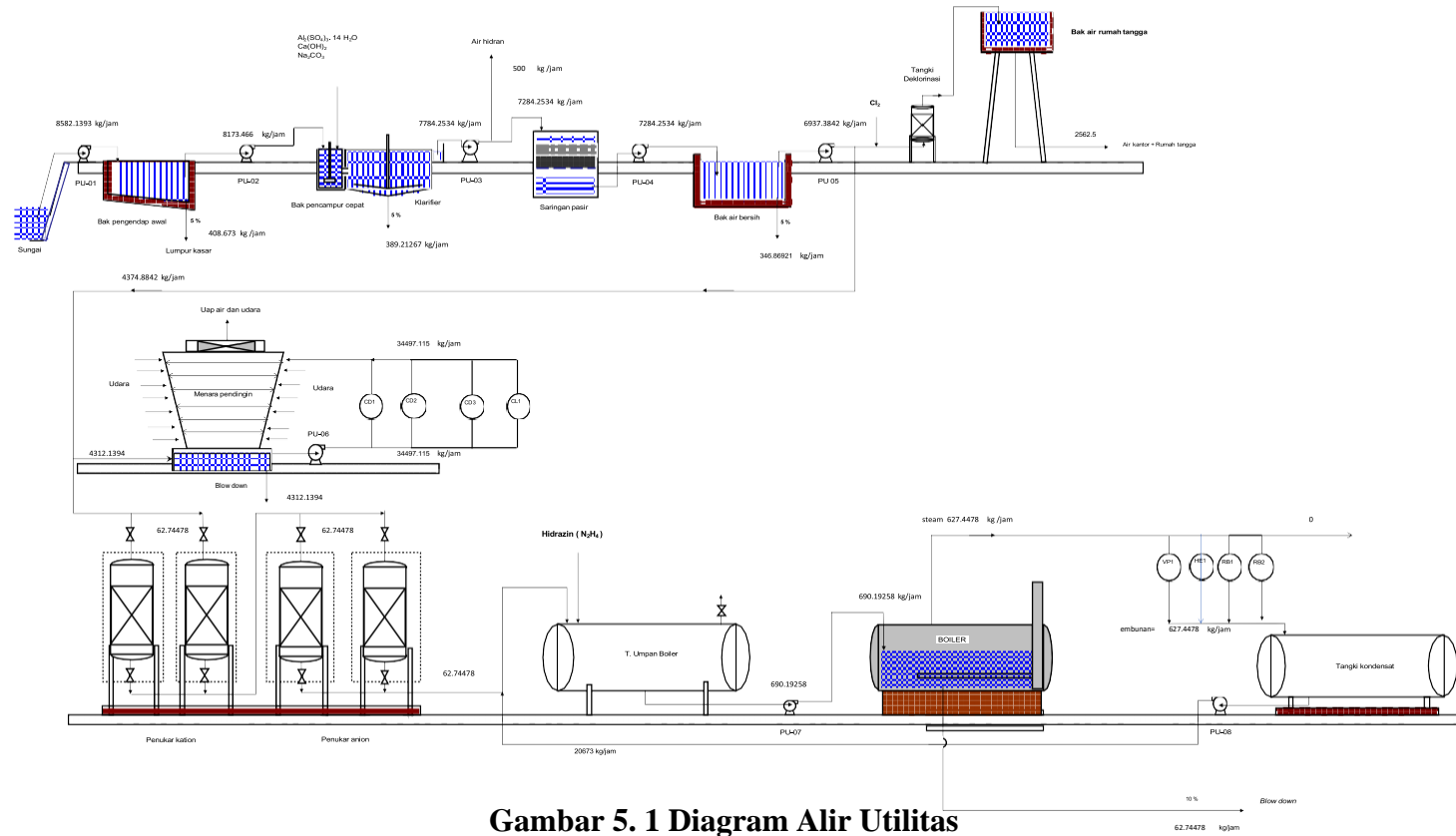
- Proses dealkalinasi

Proses ini bertujuan untuk mengikat ion-ion negatif seperti HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- , dan ion negatif lainnya. Ion negatif harus dihilangkan karena jika air dipanaskan bersifat basa, maka akan berpotensi untuk membentuk gas CO_2 yang dapat menurunkan performa boiler dan alat proses lainnya. Mekanisme proses dealkalinasi dalam menangkap ion negatif memiliki kesamaan dengan proses pelunakan air. Perbedaan tersebut dari jenis resin yang digunakan yaitu *weakly basic anion exchanger*. Jika resin sudah memenuhi kapasitas, maka resin perlu diregenerasikan dengan menambahkan basa kuat NaOH . Hasil air keluaran dari *anion exchanger* sudah dapat digunakan sebagai air proses, tetapi jika akan digunakan sebagai air umpan boiler, maka air perlu diproses lebih lanjut.

h) Deaerator

Tahap deaerator bertujuan untuk menghilangkan gas-gas terlarut di dalam air hasil keluaran proses demineralisasi, terutama gas O_2 yang berpotensi untuk menyebabkan korosi pada boiler. Korosi dapat menyebabkan kerusakan pada boiler dan berpotensi menyebabkan peledakan dikarenakan ekspansi tekanan yang tidak sesuai dengan tekanan desain. Untuk mengikat gas O_2 dan gas terlarut lainnya, maka perlu ditambahkan senyawa N_2H_4 (*hidrazin*). Setelah kandungan gas terlarut dihilangkan, maka air keluaran deaerator dapat diumpankan ke *boiler feed water*, yang kemudian diumpankan ke dalam boiler untuk proses pembangkitan air menjadisteam. Sistem *blowdown* di dalam boiler dilakukan pada periode tertentu untuk menjaga konsentrasi *suspended solid* yang terakumulasi, sehingga menghilangkan sejumlah air. Selanjutnya ditambahkan *make up water* untuk mengganti air yang hilang, agar tetap memenuhi kebutuhan proses.

UTILITAS



Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas

5.2 Unit Pembangkit Steam (Steam Generator System)

Unit pembangkit steam memiliki peran untuk memenuhi kebutuhan steam pada proses produksi metil isobutil keton, yaitu dengan menyediakan boiler (ketel uap) dengan spesifikasi sebagai berikut :

Kapasitas :

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1

Boiler yang digunakan sudah dilengkapi dengan unit *economizer safety valve* sistem dan terdapat pengaman pada bagian boiler yang bekerja secara otomatis. Umpan yang digunakan pada boiler berupa air yang berasal dari *water treatment plant* yang akan dimasukkan ke dalam boiler water tank yang terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih ikut terbawa dengan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Kandungan pH harus diatur kadarnya sekitar 10,5 – 11,5 karena jika kadar pH yang digunakan tinggi, maka korosivitasnya juga tinggi.

Selanjutnya, umpan dimasukkan terlebih dahulu ke dalam *economizer* sebelum dimasukkan ke dalam boiler. *Economizer* merupakan alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran yang keluar dari boiler dengan menaikkan temperatur air hingga 200°C, yang kemudian diumpankan ke dalam boiler. Ketika proses berlangsung di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) akan bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api, sehingga air yang berada di dalam boiler akan menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api yang membuat air menjadi mendidih. Sisa gas pembakaran akan masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap.

5.3 Unit Pembangkit Listrik

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

- Listrik untuk AC

- Listrik untuk laboratorium dan bengkel
- Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
- Listrik untuk penerangan
- Listrik untuk instrumentasi

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

Tabel 5. 4 Daya Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa	P-01	5	3,729
Pompa	P-02	0,5	0,373
Pompa	P-03	0,5	0,373
Pompa	P-04	0,5	0,373
Pompa	P-05	0,5	0,373
Kompresor	K1	0,5	0,373
Blower	BLW-01	30	22,371
Pompa	PU-01	0,5	0,373
Pompa	PU-02	0,5	0,373
Pompa	PU-03	0,5	0,373
Pompa	PU-04	0,5	0,373
Pompa	PU-05	0,5	0,373
Pompa	PU-06	0,75	0,559
Pompa	PU-07	0,5	0,373

NO	Kebutuhan (kWatt)	
1	Power Plant	159,24375
2	Utilitas	159,24375
3	Penerangan	2500
4	Kantor	2500
5	Bengkel Laboratium	2500
Jumlah		7.818,48

Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Pabrik

Udara Tekan	Udara Tekan	0,5	0,373
Menara Pendingin	CT	75	55,928
Bak Pencampuran Capet	RMT	0,5	0,373
Klarifer	KL	1,5	1,119
Total		118,75	159,24375

5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penediaan udara tekan bertugas untuk menyediakan kebutuhan udara tekan yang bersungsi untuk menggerakkan alat controller yang bekerja dengan prinsip pneumatic. Inti dari proses ini adalah untuk mengurangi berat jenis udara yang terdapat di dalam kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrument udara. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 1,2454 m³/jam dengan tekanan mencapai 4 atm.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penediaan bahan bakar memiliki peran untuk menyediakan dan memenuhi kebutuhan bahan bakar yang dipergunakan pada boiler dan generator. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan pada kedua alat adalah solar, dengan masing-masing kebutuhan sebesar 499,85009 liter/jam.

5.6 Unit Pengolahan Limbah dan Air Buangan

Produksi pada pabrik metil isobutil keton akan menghasilkan limbah berupa cairan maupun padatan. Adapun limbah pabrik yang dihasilkan, yaitu:

1. Limbah Domestik

Limbah domestik merupakan sisa air buangan dari berbagai kegiatan atau kebutuhan sehari-hari yang berasal dari perumahan, kantor, dan pabrik seperti air bekas pencucian, air masak, air sisa pembuangan toilet, dan lain-lain. Untuk limbah domestik, tidak memerlukan penanganan khusus dikarenakan limbah hasil air buangan tidak mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya untuk lingkungan. Penanganan limbah domestik hanya perlu memperhatikan kapasitas buangan yang dapat ditampung dan sudah diizinkan, serta kemana pembuangan air limbah ini.

2. Limbah Laboratorium dan Limbah Hasil Proses

Limbah hasil pembuangan laboratorium dan proses produksi tentu mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya dan dapat berdampak negatif pada lingkungan jika limbah dibuang tanpa pengolahan yang baik. Limbah harus dilakukan diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan, dengan kisaran parameter air yang sudah sesuai dengan peraturan pemerintah

5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

1. Bak Pengendapan Awal

Tabel 5. 6 Spesifikasi Bak Pengendap Awal

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Bak Pengendap Awal
Kode	: BP
Fungsi	: Mengendapkan kotoran yang terbawa dari air sungai
Bentuk	: Persegi Panjang
Bahan	: Beton Bertulang

Volume air	: 207,00638m ³
Waktu tinggal	: 24 jam
Over Design	: 20%

2. Bak Pencampuran Cepat

Tabel 5. 7 Spesifikasi Bak Pencampur Cepat

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Bak Pencampur Cepat
Kode	: RMT
Fungsi	: Mencampur bahan kimia penggumpal dan pengurang kesadahan
Bentuk	: Silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume air	: 0,13691 m ³
Waktu tinggal	: 1 menit
Over Design	: 20%

3. Klarifer

Tabel 5. 8 Spesifikasi Klarifer

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Klarifer
Kode	: KL
Fungsi	: Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran koloid yang terbawa oleh air
Bentuk	: Bak
Bahan	: Beton bertulang
Volume air	: 41,072m ³
Volume Klarifer	: 49,287 m ³
Diameter	: 10,324 m ³

Waktu tinggal	: 5 jam
Over Design	: 20%

4. Saringan Pasir

Tabel 5. 9 Spesifikasi Saringan Pasir

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Saringan Pasir
Kode	: SF
Fungsi	: Menyaring partikel – partikel halus yang ada didalamsungai
Bentuk	: Bak
Bahan	: Beton bertulang
Kecepatan penyaring	: 6,1112 m ³ /m ²
Luar Aliran	: 1,197 m ²
Diameter	: 1,0945

5. Bak Air Bersih

Tabel 5. 10 Spesifikasi Bak Air Bersih

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Bak Air Bersih
Kode	: BAB
Fungsi	: Menampung air bersih hasil penyaringan
Bentuk	: Bak
Bahan	: Beton bertulang
Volume bak	: 70,28m ³
Panjang	: 7,26 m
Lebar	: 2,42 m
Waktu tinggal	: 8 jam
Over Design	: 20%

6. Bak Air Minum

Tabel 5. 11 Spesifikasi Bak Air Minum

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Bak Air Minum
Kode	: BAM
Fungsi penyaringan	: Menampung air bersih hasil penyaringan
Bentuk	: Bak
Bahan	: Beton bertulang
Volume air	: 61,890m ³
Volume bak	: 74,17m ³
Panjang	:7,4584
Lebar	: 3m
Waktu tinggal	: 24 jam
Over Design	: 20%

7. Menara Pendingin

Tabel 5. 12 Spesifikasi Menara Pendingin

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Menara Pendingin
Kode	: CT
Fungsi	: Mendinginkan suhu air dari 50°C sampai 30°C
Jenis	: Menara Pendingin Jujut Tarik
Bahan	: Beton bertulang
Flux volume	: 4,28 m ³ /m ²
Luas penampang	:7.869m ²
Panjang	:2,805 m
Lebar	:2,805 m
Daya Penggerak	: 5 hp

8. Tangki penukar Kation

Tabel 5. 13 Spesifikasi Penukar Kation

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Penukar Kation
Kode	: TK
Fungsi	: Menghilangkan mineral yang masih terkandung dalam air
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume Resin	: 0,00915m ³
Diameter	: 0,2266 m
Tinggi Resin	: 0,2266 m
Tinggi Tangki	: 0,271
Over Design	: 20%

9. Tangki Penukar Anion

Tabel 5. 14 Spesifikasi Penukar Anion

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Penukar Anion
Kode	: TA
Fungsi	: Menghilangkan mineral yang masih terkandung dalam air
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume Resin	: 0,00293 m ³
Diameter	: 0,155 m
Tinggi Resin	: 0,155 m
Tinggi Tangki	: 0,186 m
Over Design	: 20%

10. Tangki NaCl

Tabel 5. 15 Spesifikasi Tangki NaCl

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki NaCl
Kode	: TNaCl
Fungsi	: Melarutkan NaCl untuk regenerasi penukar kation
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume Resin	: 0,1138 m ³
Volume Tangki	: 0,087 m ³
Volume Larutan	: 0,073 m ³
Massa Air	: 69,282 kg
NaCl digunakan	: 3,646 kg
Diameter	: 0,453 m
Tinggi Tangki	: 0,453m
Over Design	: 20%

11. Tangki NaOH

Tabel 5. 16 Spesifikasi Tangki NaOH

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki NaOH
Kode	: TNaOH
Fungsi	: Melarutkan NaOH untuk regenerasi penukar kation
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume Resin	: 0,036m ³
Volume Tangki	: 0,028 m ³

Volume Larutan	:0,023 m ³
Massa Air	:22,17kg
NaOH digunakan	:1,166kg
Diameter	:0,310m
Tinggi Tangki	: 0,310m
Over Design	: 20%

12. Tangki Umpan Boiler

Tabel 5. 17 Spesifikasi Tangki Umpan Boiler

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki Umpan Boiler
Kode	: TBWF
Fungsi	: Menyimpan air umpan boiler
Jenis	: Tangki silinder horizontal
Bahan	: Baja karbon
Volume air	:0,504 m ³
Volume Tangki	:0,605 m ³
Waktu Tinggal	:8 jam
Diameter	:0,635m
Panjang Tangki	: 1,91 m
Over Design	: 20%

13. Tangki Kondensat

Tabel 5. 18 Spesifikasi Tangki kondensat

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki Kondensat
Kode	: Kondensat
Fungsi	: Menyimpan air umpan boiler
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon

Volume air	:0,630 m ³
Volume Tangki	:0,75672 m ³
Waktu Tinggal	:1 jam
Diameter	:0,684m
Panjang Tangki	: 2,05m
Over Design	: 20%

14. Kompresor Udara

Tabel 5. 19 Spesifikasi Kompresor Udara

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Kompresor Udara
Fungsi	: Menekan udara
Jenis	: Kompresor sentrifugal
P1	: 1 atm
P2	: 4 atm
Jumlah Stage	1
Daya Motor	: 0,5 HP
Suhu	: 30°C

15. Tangki Silika

Tabel 5. 20 Spesifikasi Tangki Silika

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki Silika
Fungsi	: Menghilangkan uap air yang masih terkandung dalam udara
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Massa Air Diserap	:7,555kg
Massa Silika Gel	:377,785kg

Volume Silika	:0,2148 m ³
Volume Tangki	:0,3777kg
Diameter	:0,783m
Over Design	: 20%

16. Tangki Udara Tekan

Tabel 5. 21 Spesifikasi Tangki Udara Tekan

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki Udara Tekan
Fungsi	: Menampung udara tekan selama 120 menit
Jenis	: Tangki silinder horizontal
Tekanan	: 4 atm
Volume Tangki	: 1,124m ³
Diameter	: 0,781 m
Panjang	: 3 m

17. Boiler

Tabel 5. 22 Spesifikasi Boiler

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Boiler
Kode	: Boiler
Fungsi	: Menguapkan air menjadi steam
Jenis	: Boiler Lorong api
Luas	: 19,508 m ²
BBM diperlukan	:40,145 liter/jam
Beban Panas Total	:158728,3kJ/jam
Diameter dalam pipa	:0,0730m
Diameter luar pipa id	:0,0627m
Panjang pipa	:0,3048 m

18. Pompa Utilitas 1

Tabel 5. 23 Spesifikasi Utilitas 1

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-01
Fungsi	: Memompa air sungai ke bak pengendap awal
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 8582,13 kg/jam
Kecepatan Volume fluida	:0,0024 m ³ /s
Kecepatan Aliran	:0,128 m/s
Diameter dalam pipa	:0,168 m
Diameter luar pipa id	:0,154 m
Luas Aliran	:0,0154 m ²
Efisiensi Motor	:80%
Power Pompa	:0,368 hp
Power Motor	: 0,5 hp

19. Pompa Utilitas 2

Tabel 5. 24 Spesifikasi Utilitas 2

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-02
Fungsi	: Memompa air dari bak pengendap awal ke bak klarifier
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 8173,466 kg/jam
Kecepatan Volume fluida	:0,00228 m ³ /s

Kecepatan Aliran	: 0,0707m/s
Diameter dalam pipa	:0,21908 m
Diameter luar pipa id	:0,2027 m
Luas Aliran	:0,0322 m ²
Efisiensi Motor	: 82%
Power Pompa	:0,076 hp
Power Motor	: 0,5 hp

20. Pompa Utilitas 3

Tabel 5. 25 Spesifikasi Utilitas 3

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-03
Fungsi	: Memompa air dari klarifier ke saringan pasir
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 7784,2533kg/jam
Kecepatan Volume fluida	:0,0022 m ³ /s
Kecepatan Aliran	:0,067
Diameter dalam pipa	:0,2191 m
Diameter luar pipa id	:0,2027 m
Luas Aliran	:003227 m ²
Efisiensi Motor	:81 %
Power Pompa	:0,133 hp
Power Motor	: 0,5 hp

21. Pompa Utilitas 4

Tabel 5. 26 Spesifikasi Utilitas 4

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-04
Fungsi	: Memompa air dari bak air bersih ke tendon air
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 6937,38kg/jam
Kecepatan Volume fluida	:0,00194 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 0.103908538 m/s
Diameter dalam pipa	: 0.168275 m
Diameter luar pipa id	: 0.154051m
Luas Aliran	: 0.018638842 m ²
Efisiensi Motor	: 80%
Power Pompa	:0,625 hp
Power Motor	: 0,5 hp

22. Pompa Utilitas 5

Tabel 5. 27 Spesifikasi Utilitas 5

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-05
Fungsi	: Memompa air dari bak air bersih ke cooling tower
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 34497,115 kg/jam
Kecepatan Volume fluida	: 0,0096 m ³ /s
Kecepatan Aliran	:0,0629 m/s
Diameter dalam pipa	: 0,4572 m
Diameter luar pipa id	:0,44135 m
Luas Aliran	: 0,1529 m ²
Efisiensi Motor	:83%
Power Pompa	:1,927 hp
Power Motor	: 3 hp

23. Pompa Utilitas 6

Tabel 5. 28 Spesifikasi Utilitas 6

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-06
Fungsi	: Memompa air dari tangki umpan boiler ke boiler
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 690,19 kg/jam
Kecepatan Volume fluida	:0,000192 m ³ /s
Kecepatan Aliran	:0,0625 m/s
Diameter dalam pipa	:0,073 m
Diameter luar pipa id	:0,062 m
Luas Aliran	:0,0030 m ²
Efisiensi Motor	:80%
Power Pompa	:0,236 hp
Power Motor	: 0,5 hp

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Perancangan suatu pabrik memerlukan evaluasi ekonomi yang bertujuan untuk mengetahui layak atau tidaknya pabrik untuk didirikan dengan memenuhi uji kelayakan dari segi ekonomi. Evaluasi ekonomi dilakukan dengan meninjau dari kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh dalam suatu kegiatan produksi, lamanya modal penanaman investasi yang dapat dikembalikan, harga dari alat-alat yang digunakan, dan balik modal.

Adapun beberapa faktor yang ditinjau dalam menghitung evaluasi ekonomi, meliputi :

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Cost*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
4. Analisa Kelayakan Ekonomi
 - a. *Percent return on investment (ROI)*
 - b. *Pay out time (POT)*
 - c. *Break event point (BEP)*
 - d. *Shut down point (SDP)*
 - e. *Discounted cash flow (DCF)*

6.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan pada tiap alat akan berbeda setiap tahunnya. Hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh kondisi ekonomi yang mengalami kenaikan atau penurunan, sehingga akan sulit untuk menentukan harga peralatan secara pasti. Untuk itu diperlukan suatu metode yang dapat memperkirakan

harga peralatan pada tahun tertentu. Namun, untuk memperkirakan harganya, perlu mengetahui harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Untuk mengetahui harga indeks peralatan operasi, diambil referensi harga dari CEP indeks atau *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)*. Analisa harga alat dilakukan dengan pembelian alat pada tahun 2014 dengan tahun pembangunan yaitu 2027. Dalam analisa ekonomi, harga-harga alat maupun harga-harga kebutuhan pabrik lainnya diperhitungkan pada tahun analisa. Indeks harga dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 6. 1Harga Indeks Alat

No	Xi	Indeks (Yi)
1	2008	575,4
2	2009	521,9
3	2010	550,8
4	2011	585,7
5	2012	584,6
6	2013	567,3
7	2014	579,8
8	2015	556,8
9	2016	541,7
10	2017	567,5
11	2018	603,1
12	2019	579,4
13	2020	581,5
14	2021	583,6
15	2022	585,7
16	2023	587,8
17	2024	589,9
18	2025	592

(Sumber : chemengonline, Data CEPCI 2022)

Persamaan yang diperoleh adalah : $y = 2,1x - 3660,5$

Dengan menggunakan persamaan di atas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, sehingga indeks pada tahun 2027 sebesar 676,1727. Menurut Aries dan Newton (1955), untuk memperkirakan harga alat, terdapat dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan, yaitu harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga.

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (6.1)$$

Dimana :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2027

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi 2014

Nx : *Indeks* harga pada tahun 2027

Ny : *Indeks* harga pada tahun referensi 2014

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi : 7.000 Ton/Tahun

Pabrik beroperasi : 330 hari kerja

Umur Alat : 10 Tahun

Kurs mata uang : 1 \$ = Rp 14.885,20 (Per 11 September 2022)

Sumber : <https://kursdollar.org/>

Tahun pabrik didirikan : 2027

1. Perkiraan Harga Alat

Perkiraan harga peralatan akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu perkiraan harga alat proses dan perkiraan harga alat utilitas. Perkiraan harga alat yang akan digunakan dalam pabrik metil isobutil keton dapat dilihat melalui tabel berikut

Tabel 6. 2 Harga Alat Proses

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga (Rp.)	Harga (\$)
1.	Tangki Hidrogen (H ₂)	T-01	1	44.908.447.104	3.018.040,8
2.	Tangki Aseton (C ₃ H ₆ O)	T-02	1	2.232.000.000	150.000
3.	Tangki Metil Isobuti Keton (C ₆ H ₁₂ O)	T-03	1	1.190.400.000	80.000
4.	Accumulator-01 AC	C-01	1	163.680.000	11.000
5.	Accumulator-02 AC	C-02	1	141.360.000	9.500
6.	Separator	SP	1	150.288.000	10.100
7.	Menara Distilasi 1	MD-01	1	1.830.240.000	123.000
8.	Menara Distilasi 2	MD-02	1	2.105.513.750,40	141.499,575
9.	Reaktor	R-01	1	156.240.000	10.500
10.	Blower	BL-01	1	252.960.000	17.000
11.	Pompa	P-01	1	3.760.473,60	252,72
12.	Pompa	P-02	1	2.142.720	144
13.	Pompa	P-03	1	12.142.080	816
14.	Pompa	P-04	1	357.120	24
15.	Pompa	P-05	1	2.142.720	144
16.	Cooler	C-01	1	36.336.960	2.442
17.	Condensor 01	CD-01	1	238.080.000	16.000
18.	Condensor 02	CD-02	1	178.560.000	12.000
19.	Heater-01	H-01	1	7.336.137,60	493,02
20.	Heater-02	H-02	1	73.361.376	4.930,2
21.	Reboiler-01	RB-01	1	79.548.480	5.346
22.	Reboiler-02	RB-02	1	446.400.000	30.000
Total			22	54.210.552.772,80	3.643.182,315

Tabel 6. 3 Harga Alat Utilitas (1)

No.	Nama Alat	KodeAlat	Luas m ²	Harga Satuan (Rupiah)	Harga Total(Rp.)	Harga (\$)
1.	Bak Pengendap	BP	602,274	1.500.000	903.411.000	60.713,10
2.	Bak Pencampur Cepat	RMT	3,882	1.250.000	4.853.000	326,14
3.	Clarifier	Cl-01	215,571	1.250.000	269.464.000	18.109,14
4.	Saringan Pasir	Sf-01	17,674	1.250.000	22.093.000	1.484,74
5.	Bak Air Bersih	BAB	257,359	600.000	154.415.000	10.377,35
6.	Bak Air Minum	BAM	80,45	600.000	48.270.000	3.243,95
7.	Cooling Tower	CT	297,401	2.000.000	594.802.000	39.973,25
Sub Total					1.997.308.000	134.227,67

Tabel 6. 4 Harga Alat Utilitas (2)

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga Satuan (Rupiah)	Harga Total (Rp.)	Harga (\$)
1.	Kompresor Udara	KU	2	1.244.509.000	2.489.018.00	167.272,71
2.	Tangki Silika	TS	2	183.426.000	366.852.000	24.654,03
3.	Tangki Udara	TU	2	269.334.00	538.668.000	36.200,81
4.	Pompa 1	PU-01	2	313.449.000	626.898.000	42.130,24
5.	Pompa 2	PU-02	2	373.817.000	747.634.000	50.244,22

6.	Pompa 3	PU-03	2	373.817.000	747.634.000	50.244,22
7.	Pompa 4	PU-04	2	313.449.000	626.898.000	42.130,24
8.	Pompa 5	PU-05	2	612.967.000	1.225.934.000	82.388,04
9.	Pompa 6	PU-06	2	183.426.000	366.852.000	24.654,03
10.	Penukar Kation	TK-01	2	58.106.400	116.212.800	7.810,00
11.	Penukar Anion	TA-01	2	54.460.800	108.921.600	7.320,00
12.	Tangki Umpan Boiler	BFW	1	813.965.760	813.965.760	54.702,00
13.	Tangki Kondensat	T-Cond	1	1.162.797.600	1.162.797.600	78.145,00
14.	Unit Refrigerasi	UNIT RF	1	2.348.852.640	2.348.852.640	157.853,00
Sub Total					12.287.138.400	825.748,54

6.3 Komponen Biaya

1. Modal (*Capital Investment*)

Capital investment adalah total biaya yang dikeluarkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas dalam pabrik yang diperlukan dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment terdiri dari :

a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

Tabel 6. 5 Tabel Modal Tetap

No.	Perihal	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Biaya alat sampai ditempat	1.082.462.000	4.244.307
2.	Instalasi alat	856.548.000	412.408
3.	Pemipaan	1.255.599.000	13.480
4.	Instrumentasi	216.315.000	438.274
5.	Isolasi	360.657.000	111.116
6.	Instalasi listrik	81.185.000	5.454,01
7.	Bangunan	19.295.000.000	1.296.238,10
8.	Tanah dan perbaikan	230.000.000.000	15.451.400
9.	Utilitas	10.518.082.000	308.032
Sub Total		263.665.848.000	22.280.709

b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)

Working Capital Investment adalah biaya suatu usaha atau modal untuk menjalankan operasi suatu pabrik selama kurun waktu tertentu. Sumber modal untuk mendirikan pabrik dapat diperoleh dari pinjaman bank, uang pribadi, atau dari pihak investor. Tujuan akhir dari penanaman modal yaitu untuk mendapatkan keuntungan dari modal yang sudah ditanam. Adapun beberapa ciri-ciri investasi yang baik, yaitu :

- Dapat menghasilkan laba yang optimal
- Investasi cepat kembali atau balik modal
- Menganut hukum yang baik, teknologi yang memadai, aman, dan lain-lain.

2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

- a. Manufacturing cost merupakan biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan produksi suatu produk dalam pabrik, yang meliputi *Direct Cost*, *Indirect Cost*, dan *Fixed Cost* yang selalu berkaitan dengan pembuatan suatu produk.

Manufacturing Cost antara lain :

- *Direct Manufacturing Cost (DMC)*
Direct Manufacturing Cost atau biaya langsung merupakan biaya pengeluaran yang masih berkaitan langsung dalam pembuatan produk yang berhubungan dengan memproduksi suatu produk dalam pabrik.
- *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*
Indirect Manufacturing Cost atau biaya tidak langsung adalah biaya-biaya yang tidak ikut terkait langsung oleh unit produksi dalam pabrik.
- *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*
Fixed Manufacturing atau biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan oleh pabrik pada saat kondisi operasi maupun tidak. Pengeluaran yang bersifat konstan atau tetap yang tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

3. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

General expenses merupakan pengeluaran-pengeluaran yang berhubungan dengan fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk oleh Manufacturing cost. Biaya yang dikeluarkan berguna untuk kepentingan dalam kelancaran jalannya perusahaan secara keseluruhan.

6.4 Analisa Keuntungan

1. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 792.000.000.000,-

Total Production cost : Rp 529.468.056.000,-

Keuntungan : Total Penjualan – Total Biaya Produksi

= Rp 262.531.944.000,-

2. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak 20% dari keuntungan : 20% x Rp 262.531.944.000,-

= Rp 52.506.389.000,-

Keuntungan : Keuntungan Sebelum Pajak – Pajak

Rp 210.025.555.000,-

6.5 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan berfungsi untuk mengetahui laba yang diperoleh untuk mendapatkan keuntungan maksimum dan dapat melihat hasil keuntungan kecil atau besar. Untuk dapat dikatakan pabrik berpotensi atau tidak dari segi ekonomi, terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melihat suatu kelayakan pabrik, antara lain :

1. *Return on Investment (ROI)*

Return on Investment merupakan tingkat keuntungan yang diperoleh dari tingkat investasi yang dikeluarkan setiap tahunnya. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai minimum ROI before tax sebesar 11%, sedangkan pada pabrik dengan resiko tinggi mempunyai minimum ROI before tax sebesar 44%. Jumlah uang yang diterima atau hilang disebut laba/rugi atau bunga.

$$\%ROI = \frac{\textit{Profit}}{\textit{Fixed Capital Investment}} \times 100\% \quad (6.2)$$

a. ROI sebelum pajak (ROI b)

$$ROI\ b = 50,616\ \%$$

b. ROI setelah pajak (ROI a)

$$ROI\ a = 40,493\ \%$$

2. *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun dengan batas maximum 5 tahun investasi yang telah dilakukan kembali.

$$\%ROI = \frac{\textit{Fixed Capital Investment (FCI)}}{\textit{Keuntungan+Depresant}} \times 100\% \quad (6.3)$$

a. POT sebelum Pajak (POT b)

$$POT\ b = 1,069\ \text{tahun}$$

b. POT setelah pajak (POT a)

$$POT\ a = 1,199\ \text{tahun}$$

3. *Break Even Point (BEP)*

Break Even Point merupakan suatu titik yang menunjukkan sebuah tingkatan dimana biaya dan penghasilan sama jumlahnya. Break Even Point berguna untuk dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit

yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapat keuntungan. Nilai BEP pabrik kimia umumnya berada pada range 40-60%.

$$BEP = \frac{Fa+0,3Ra}{Sa-Va-0,7Ra} \times 100\% \quad (6.4)$$

Dimana :

Fa = *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra = *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va = *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa = *Annual Sales Value* pada produksi maksimum *Annual*

Tabel 6. 6 Annual Fixed Manufacturing Cost (Fa)

No.	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Depresiasi	39.549.877.000	829.142
2.	Pajak Kekayaan	52.506.389.000	3.558.883,05
3.	Asuransi	3.954.988.000	82.914
Sub Total		96.011.254.000	4.470.939.05

Tabel 6. 7 Annual Variable Value (Va)

No.	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Bahan Baku	9.838.288.000	666.839,16
2.	Kemasan	79.200.000.000	5.368.176,00
3.	Utilitas	204.423.477.000	13.855.823,27
4.	Distribusi	7.877.326.000	533.925,16
5.	Royalty dan Patent	7.920.000.000	536.817,60
Sub Total		309.259.091.000	20.961.581,19

Tabel 6. 8 Annual Variable Value (Va)

No.	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Bahan Baku	9.838.288.000	666.839,16
2.	Kemasan	79.200.000.000	5.368.176,00
3.	Utilitas	204.423.477.000	13.855.823,27
4.	Distribusi	7.877.326.000	533.925,16
5.	Royalty dan Patent	7.920.000.000	536.817,60
Sub Total		309.259.091.000	20.961.581,19

Tabel 6. 9 Annual Regulated Expenses (Ra)

No.	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Buruh	3.600.000.000	244.008
2.	Supervisi	540.000.000	36.601,2
3.	Payroll Overhead	3.600.000.000	244.008
4.	Plant Overhead	720.000.000	48.801,6
5.	Laboratorium	720.000.000	48.801,6
6.	Pengeluaran Umum	101.793.007.000	352.813
7.	Persediaan Alat	4.152.737.000	87.060
Sub Total		142.810.658.000	1.642.493,4

Tabel 6. 10 Annual Sales Value (Sa)

Nama Produk	Hasil Penjualan (Rp)	Harga (\$)
Metil Isobutil Keton	792.000.000.000	53.681.760,00
Total	792.000.000.000	53.681.760,00

Dengan menggunakan data yang sudah diperoleh pada tabel di atas, maka diperoleh nilai BEP sebesar :

$$BEP = 58,13 \%$$

A. Shut Down Point (SDP)

Shut Down merupakan suatu titik atau kondisi dimana penentuan suatu aktivitas produksi harus berhenti. Hal ini disebabkan karena variable cost yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit). Hal tersebut diakibatkan karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar fixed cost.

$$BEP = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\% \quad (6.5)$$

Diperoleh nilai SDP = 12,73 %

B. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahunnya. Didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Batasan DCFR sendiri adalah 1,5 kali dari bunga bank simpanan 5%. Jika nilai DCFR lebih besar dari bunga bank, maka dinyatakan layak.

$$\frac{(WC+FCI)x(1+i)^{10}}{CF} = ((1+i)^9 + (1+i)^8 + \dots + (1+i)1) \frac{WC+SV}{CV} \quad (6.6)$$

Dimana :

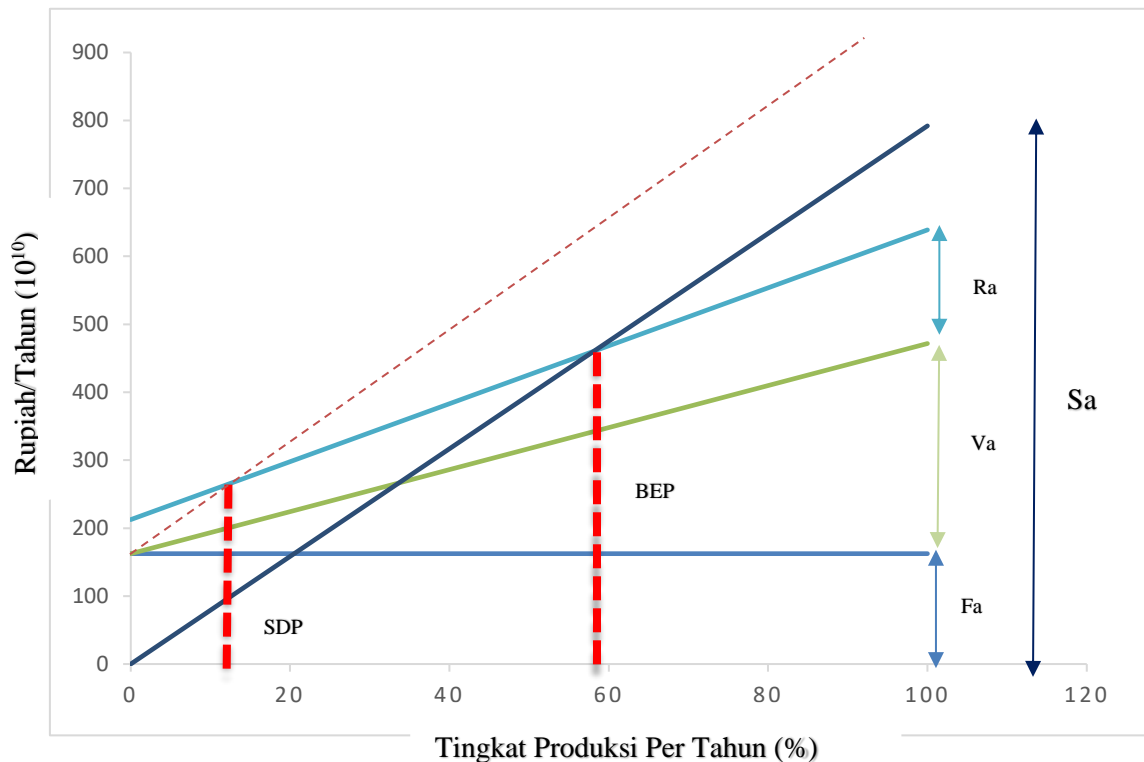
- FCI = Fixed capital investment
- WC = Working capital investment
- SV = Salvage value (depresiasi)
- n = Umur pabrik 10 tahun
- i = Nilai DCFR

Sebagai perhitungan digunakan data sebagai berikut :

- FCI = Rp 395.498.773.000,-
- WCI = Rp 134.413.811.000,-
- SV = Rp 249.295.000.000,-
- n = 10 tahun

Sehingga diperoleh *trial & error* yang dapat dihitung untuk menentukan nilai DCFR. Diperoleh nilai DCFR sebesar : 35,116%

Dengan beberapa analisa ekonomi diperoleh grafik evaluasi ekonomi sebagai berikut:



Gambar 6. 1 Grafik Evaluasi Ekonomi

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan perancangan pabrik metil isobutil keton melalui proses hidrogenasi dengan kapasitas 7.000 ton/tahun baik ditinjau secara teknis maupun ekonomi, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pabrik metil isobutil keton didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan produk dalam negeri, sehingga mengurangi jumlah impor. Selain itu juga memberikan lapangan pekerjaan dan meningkatkan kesejahteraan serta pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik metil isobutil keton didirikan di daerah kawasan industri Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah keseluruhan 23.290 m².
3. Pabrik didirikan dengan mempertimbangkan dekat dengan pelabuhan agar mudah mendapatkan bahan baku, terdapat tenaga kerja yang memadai, ketersediaan sumber air yang diambil dari sungai Bengawan Solo, dan tersedia listrik oleh PT PLN (Persero), serta mempunyai prospek yang baik karena lokasi dekat dengan perusahaan yang membutuhkan metil isobutil keton sebagai bahan baku.
4. Berdasarkan poin poin pabrik kita memiliki resiko yang tinggi ada beberapa parameter, seperti:
 - Bahan mudah terbakar (*hydrogen, acetone, metil isobutyl keton*)
 - Bahan beracun (*metil isobutyl keton, acetone*)
 - Alat proses mudah meledak dikarenakan tekanan yang sangat tinggi (direaktor dengan tekanan 30 atm)
5. Berdasarkan evaluasi ekonomi, pabrik layak untuk didirikan dengan beberapa parameter kelayakan sebagai berikut :
 - a. *Return On Investment (ROI)*
 - ROI sebelum pajak = 50,616 %
 - ROI setelah pajak = 40,493 %

b. *Pay Out Time (POT)*

- POT sebelum pajak = 1,069 tahun
- POT sesudah pajak = 1,199 tahun

Syarat POT maksimum yaitu 2 tahun sebelum pajak untuk pabrik dengan resiko tinggi.

a. *Break Event Point (BEP)*

Nilai BEP yang diperoleh sebesar 42,173 %, dengan rentang 40% - 60% untuk pabrik pada umumnya.

b. *Shut Down Point (SDP)*

Nilai SDP yang diperoleh sebesar 12,734 %.

c. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Nilai DCFR diperoleh sebesar 35,116%

7.2 **Saran**

Suatu perancangan pabrik kimia, diperlukan pengetahuan dan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik. Hal ini juga didukung dengan adanya referensi dan pranalar lainnya. Diharapkan konsep dari perancangan pabrik kimia ini dapat dipelajari secara keseluruhan dengan harapan akan menjadikan produk metil isobutil keton yang dapat direalisasikan dimasa yang akan datang, sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan dapat diekspor keluar negeri untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Airgas. 2020. *Safety Data Sheet-Hydrogen*. Pennsylvania: Airgas USA, LLC.
- Bombos, D., et al. 2000. "Reductive condensation of acetone to methyl isobutyl ketone on a bifunctional catalyst" *Chemical Papers-Slovak Academy of Sciences* 54.3 (2000): 171-176.
- Ervan, Ervan, Tan Geraldo Budiono, and Steven Halim. 2022. "Desain Proyek Pabrik Metil Isobutil Keton dari Aseton dan Hidrogen dengan Proses Hidrogenasi Kapasitas 10.000 Ton/tahun".
- Fisher, Science Education. 2015. *Safety Data Sheet-Hexamethylenediamine*. Rochester: Fisher Science Education, Inc.
- Jennifer Lyons. Charles W. White, III. 2002. *Process Equipment Cost Estimation*. EG&G Technical Services, Inc. ,West Virginia
- Kirk R.E. and Othmer, D.F. 1993. "Encyclopedia of Chemical Technology", vol.14, fourth edition, A Willey Interscience Publication, John Wiley and Sons Co., New York.
- Klein, F. G., and J. T. Banchemo. 1956. "Condensation of acetone to mesityl oxide." *Industrial & Engineering Chemistry* 48.8 (1956): 1278-1286.
- LabChem. 2018. *Acetone Safety Data Sheet*. Pennsylvania: LabChem, Inc. Matsjeh,
- Sabirin. 1993. "Kimia Organik Dasar I, Depdikbud." *Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan Pendidikan Tinggi*.
- Onoue, Yasuharu, et al. 1974. "Methylisobutyl Ketone by Direct Conversion of Acetone and Hydrogen." *Bulletin of The Japan Petroleum Institute* 16.1 :55-59.
- Perry, R.H., and Green, D. 1999. "Perry's Chemical Engineer's Hand Book", 7th ed, Mc Graw Hill Book Company Inc. New York
- Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. Mc Graw Hill Handbooks. New York.
- Yaws, C.L. 1998. "Yaws' Handbook of Thermodynamic and Physical Properties of Chemical Compounds". New York: John Wiley and Sons

LAMPIRAN
PERANCANGAN REAKTOR

Perancangan Reaktor

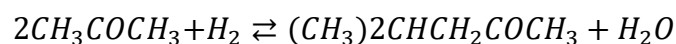
Jenis	: Fixed Bed Multitube Reaktor
Fungsi	: Tempat mereaksikan aceton, air, dan hydrogen menjadi <i>Metil Isobutyl Keton</i>
Suhu	: 130 °C-168°C
Tekanan	: 30 atm
Konversi	: 55%
Reaksi	: Eksotermis, Non Isothermal
Tujuan Perancangan	:

1. Menentukan jenis reaktor
2. Menghitung neraca massa
3. Menghitung neraca panas
4. Perancangan reaktor

Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	Massa Input (kg/jam)	Massa Output (kg/jam)
H ₂	37,03	19,50
C ₃ H ₆ O	1864,78	839,15
H ₂ O	1,866	160,92
C ₆ H ₁₂ O	0	884,36
TOTAL	1903,95	1903,95

Reaksi yang terjadi didalam reactor



A. Menentukan jenis reactor

Dipilih reactor fixed bed multitube dengan pertimbangan sebagai berikut

- Zat pereaksi berupa fase gas dengan katalis padat
- Reaksi sangat eksotermis sehingga memerlukan luas perpindahan panas yang besar agar kontak dengan pendingin optimal
- Tidak diperlukan pemisahan katalis dari gas keluaran reactor
- Umur katalis panjang 12-15 bulan
- Membutuhkan sedikit perlengkapan bantu
- Konstruksi reactor fixed bed multitube lebih sederhana jika dibandingkan dengan reactor fluidized bed sehingga biaya pembuatan, operasional, dan perawatannya relative murah.
- Pengendalian suhu relative mudah karena menggunakan tipe shell and tube.

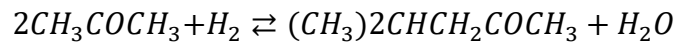
Pada perancangan reactor ada beberapa asumsi yang diambil :

- Aliran plug flow, diasumsi tidak terjadi gradient konsentrasi ke arah radial
- Disperse aksial diabaikan
- Kondisi operasi pada steady state
- Tekanan operasi konstan

B. Menghitung Neraca Massa

Komponen	Mr	INPUT		OUTPUT	
		kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam
H ₂	2	0,992	37,03	0,5158	19,50
C ₃ H ₆ O	58	1,721	1864,78	0,774	839,15
H ₂ O	18	0,100	1,866	0,4790	160,92
C ₆ H ₁₂ O	100	0	0	0,4734	884,36
TOTAL		2,7193	1903,95	2,2458	1903,95

Reaksi yang terjadi di reactor :



$$k_1 = 0.8303 \text{ [mol/ (g catalyst h MPa}^2\text{)]}$$

$$K_w = 0.0832 \text{ MPa}^{-1}$$

$$K_{MIBK} = 32.710 \text{ MPa}^{-1}$$

Pembentukan persamaan matematis

- Neraca massa untuk $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ dalam elemen volume Δv

Kecepatan massa $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ masuk - Kecepatan massa $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ keluar +
 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ yang terbentuk dalam sistem = Akumulasi

$$F_A|_Z - (F_A|_{Z+\Delta Z} + (-r_A)\Delta V) = 0$$

$$F_A|_Z - F_A|_{Z+\Delta Z} - (-r_A)\Delta V = 0$$

$$F_A|_Z - F_A|_{Z+\Delta Z} = -(-r_A)\Delta V$$

$$\lim F_A|_Z - F_A|_{Z+\Delta Z} + \frac{\Delta Z}{\Delta Z} = -(-r_A)\pi d^2/4$$

$$-dF_A|_{dz} = -(-r_A)\pi d^2/4$$

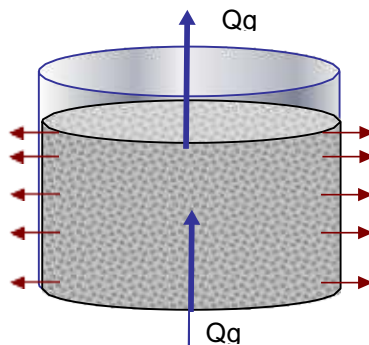
$$\frac{-dF_{A0}(1 - X_A)}{dz} = -(-r_A)\pi d^2/4$$

$$\frac{F_{A0}dX_A}{dz} = -(-r_A)\pi d^2/4$$

$$\frac{dX_A}{dz} = -\frac{(-r_A)\pi d^2}{4F_{A0}}$$

A. Neraca Panas

Neraca panas dalam elemen volume



Kecepatan panas masuk - kecepatan panas keluar + panas yang dalam sistem = Akumulasi

$$Q_{g|z} - Q_{g|z+\Delta z} + Q_r - Q_{pp} = 0$$

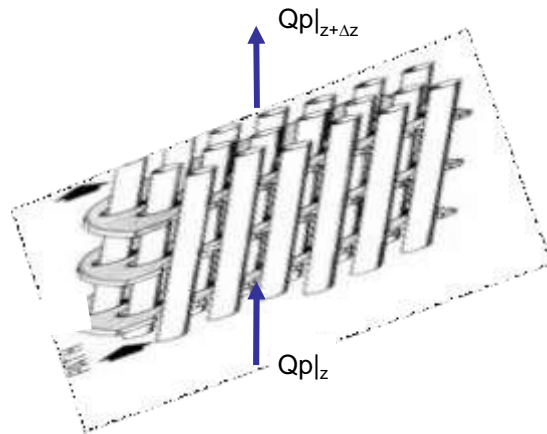
$$Q_r = (-r_1) \cdot \Delta hr_A (\pi \cdot id^{2/4}) \cdot \Delta z$$

$$\frac{-dQ_g}{dz} = -[(-r_1)\Delta hr_1 - (-r_2)\Delta hr_2] \left(\pi id^{2/4} \right) - U_d * (\pi O_d)(T_g - T_p)$$

$$Q_g = \sum fgi \ cpgi \ (T_g + T_{reff})$$

$$\frac{dT_g}{dz} = [(-r_1)\Delta hr_1 - (-r_2)\Delta hr_2] \left(\pi id^{2/4} \right) - U_d * \frac{(\pi O_d)(T_g - T_p)}{fgi \ cpgi}$$

- Neraca panas untuk media pendingin



Kecepatan panas masuk - kecepatan panas keluar + perpindahan kalor dalam sistem = akumulasi

$$Q_{p|z} - Q_{p|z+\Delta z} + U_d \pi N_{pipa} (T_g - T_p)$$

$$-dQ_{p|dz} = -u_d \pi N_{pipa} (T_g - T_p)$$

$$Q_p = f_{massp} \ cpp \ (T_g + T_{reff})$$

$$Q_p = d_{f_{massp} \ cpp} \frac{T_p + T_{reff}}{dz} = u_d \pi N_{pipa} (T_g - T_p)$$

$$\frac{dT_p}{dz} = u_d \pi \frac{N_{pipa} (T_g - T_p)}{f_{mass} \ cpp}$$

$$\frac{dT_p}{dz} = u_d \pi \frac{N_{pipa} (T_g - T_p)}{f_{mass} \ cpp}$$

- Penurunan tekanan

Persamaan penurunan tekanan dihitung dengan persamaan Tallmagade (Bird, R.B., " Transport Phenomena ", ed 2, halaman 191)

$$\frac{dP_t}{dz} = \frac{\left[150 \left(1 - \frac{\epsilon}{Rep} \right) + 4,2 \left(1 - \frac{3}{Rep} \right)^{\frac{1}{6}} \right] \left(1 - \frac{\epsilon}{3} \right) G_p}{\rho D_p}$$

Dengan hubungan:

- Dp : Diameter katalis [m]
 Gp : Flux massa [kg/m²s] Rep : Bilangan Reynold
 Pt : Tekanan [Bar]
 ε : Porositas katalis
 ρ : Rapat massa gas [kg/m³]

Hasil run runge kutta

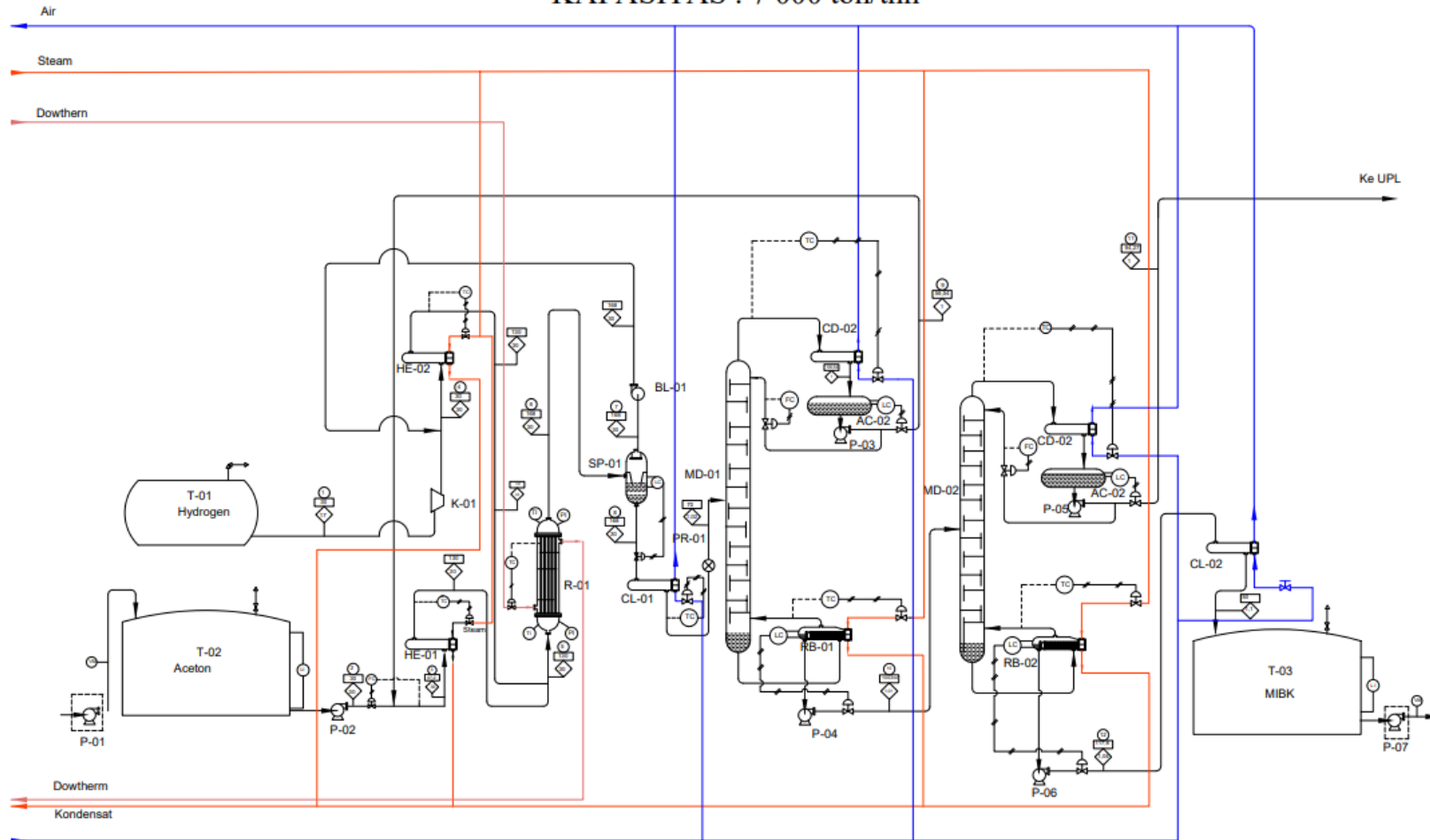
Z	X _A	T _g	T _p	P _t
0.000	0.0000	403.150	313.150	30.000
0.100	0.1021	411.335	313.163	30.000
0.200	0.1434	414.472	313.176	30.000
0.300	0.1753	416.827	313.190	30.000
0.400	0.2025	418.793	313.204	30.000
0.500	0.2267	420.516	313.219	30.000
0.600	0.2490	422.069	313.233	30.000
0.700	0.2696	423.494	313.248	30.000
0.800	0.2891	424.816	313.263	30.000
0.900	0.3075	426.055	313.278	30.000
1.000	0.3251	427.222	313.294	30.000
1.100	0.3419	428.327	313.309	30.000
1.200	0.3581	429.378	313.325	30.000
1.300	0.3737	430.380	313.341	30.000
1.400	0.3887	431.338	313.357	30.000
1.500	0.4033	432.255	313.373	30.000

1.600	0.4173	433.135	313.389	30.000
1.700	0.4310	433.980	313.406	30.000
1.800	0.4442	434.792	313.422	30.000
1.900	0.4570	435.574	313.439	30.000
2.000	0.4694	436.326	313.456	30.000
2.100	0.4815	437.051	313.473	30.000
2.200	0.4933	437.750	313.490	30.000
2.300	0.5047	438.424	313.507	30.000
2.400	0.5157	439.074	313.524	30.000
2.500	0.5265	439.701	313.541	30.000
2.600	0.5369	440.306	313.559	30.000
2.700	0.5471	440.889	313.576	30.000
2.730	0.550	441.060	313.581	30.000

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRARANCANGAN PABRIK METIL ISOBUTIL KETON DARI ACETON

KAPASITAS : 7 000 ton/thn



NERACA MASSA (kg/jam)

KOMPONEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H ₂	17,800	0,000	0,000	37,301	37,301	19,501	19,501	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
C ₂ H ₆ O	0,000	1.029,829	1.864,787	0,000	1.864,787	839,154	0,000	839,154	834,958	4,196	4,196	0,000
H ₂ O	0,000	1,062	1,867	0,000	1,867	160,930	0,000	160,930	0,805	160,125	159,325	0,801
C ₅ H ₁₀ O	0,000	0,000	0,367	0,000	0,367	884,737	0,000	884,737	0,367	884,280	4,787	879,583
JUMLAH	17,800	1.903,955	18.867,021	37,301	1.904,322	1.904,322	19,501	1.884,821	836,130	1.048,681	167,307	880,384

LEMBAGA	NO. SKEMA	REVISI
AC Akumulator		
B Blower		
CD Kondensator		
CL Pipa		
FC Pengalir		
HE Heat Exchanger		
MD Membran Distorsi		
P Pompa		
RB Reaktor		
SP Separator		
T Tangki		
UPL Unit Pengalir		



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK METIL ISOBUTIL KETON DARI ACETON DAN
HIDROGEN
KAPASITAS PRODUKSI : 7 000 TON/TAHUN

Dibuat oleh: No Induk Mahasiswa

REVISI: 1. SAKDA MULLANA 18 01 2013
2. ADELA SYANDIANA NUGROHO 19 01 197

PERSEMBAH: 1. ADENG YULIWI DWI LESTARI, S.T., MT

LAMPIRAN B

KARTU KONSULTASI PRARANCANGAN PABRIK

KARTU KONSULTASI PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Rizal Ryandana Nugroho

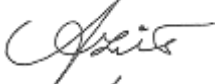
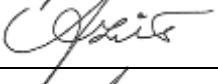
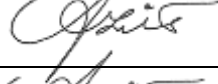
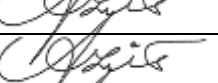
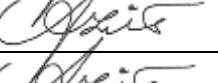
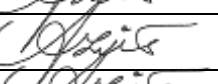
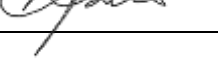
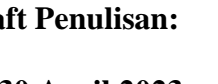

No. MHS : 19521187

Judul Prarancangan: Pra Rancangan Pabrik Metil Isobutyl Keton Dari Aceton

Dengan Kapasitas 7.000 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : **10 Oktober 2022**

Batas Akhir Bimbingan : **8 April 2023**

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	12-10-22	Perkenalan dan diskusi mengenai judul yang akan dipilih	
2	10-11-22	Penentuan kapasitas pabrik (Luaran 1)	
3	16-11-22	Pemilihan proses dan penentuan termodinamika & kinetika (Luaran 2)	
4	17-11-22	Speksifikasi bahan baku dan produk (Luaran 3)	
5	18-01-23	Bimbingan tentang Neraca Massa	
6	04-03-23	Bimbingan tentang Reaktor	
7	02-04-23	Bimbingan tentang MD sama PEFD	
8	05-04-23	Bimbingan tentang utilitas	
9	13-04-23	Bimbingan naskah	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 30 April 2023

Pembimbing,



Cholilla Tamyzi, S.T., M.Eng