

**PRARANCANGAN PABRIK SIKLOHEKSANON
DARI FENOL DAN HIDROGEN
KAPASITAS 4.800 TON/TAHUN**

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



Oleh :

Nama : Kemal Pandu Kumara

NIM :18521215

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

2025

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRARANCANGAN PABRIK SIKLOHEKSANON DARI FENOL DAN HIDROGEN KAPASITAS 4.800 TON/TAHUN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Kemal Pandu Kumara

No.Mahasiswa :18521215

Yogyakarta, 2 Juni 2025

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat,semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya

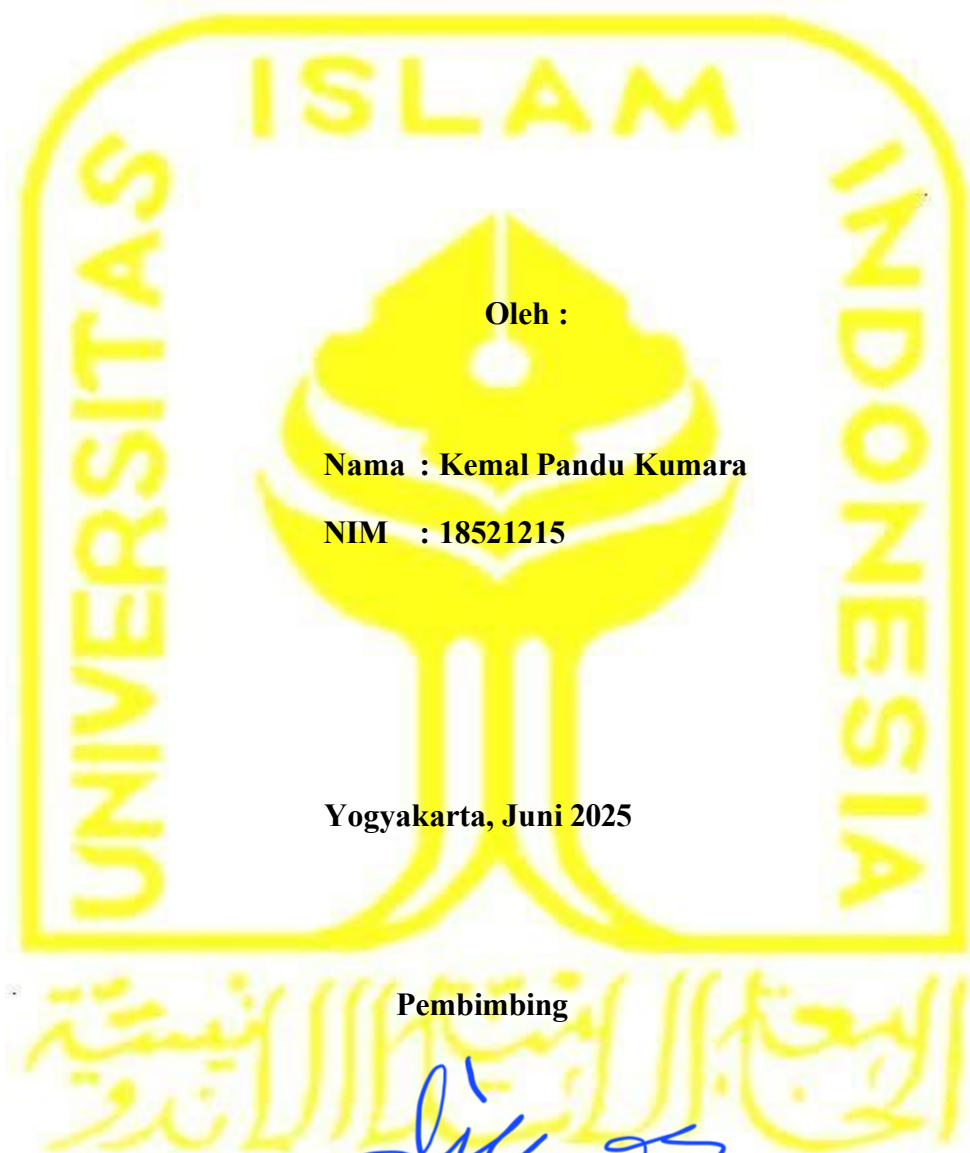


Kemal Pandu Kumara
NIM. 18521215

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRARANCANGAN PABRIK SIKLOHEKSANON DARI
FENOL DAN HIDROGEN KAPASITAS 4.800 TON/TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Kemal Pandu Kumara

NIM : 18521215

Yogyakarta, Juni 2025

Pembimbing

Diana, Dr., S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK SIKLOHEKSANON DARI FENOL DAN HIDROGEN KAPASITAS 4.800 TON/TAHUN PRARANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Kemal Pandu Kumara

NIM : 18521215

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, Juli 2025

Tim Penguji,

Dr. Diana, S.T., M.Sc.
Ketua

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

Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.
Anggota II



Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Prof. Ir. 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 dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “**PRA RANCANGAN PABRIK SIKLOHEKSANON DARI FENOL DAN HIDROGEN**”, disusun sebagai penerapan dari ilmu Teknik Kimia yang telah didapat selama kuliah, serta merupakan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena ini, melalui kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Karunia-Nya
2. Alm. Ayah, ibu dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi selama mengenyam Pendidikan S1 Teknik Kimia di Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Agus Taufiq, Ir., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir I yang telah memberikan bimbingan salam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini
5. Ibu Diana, Dr., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir II yang telah memberikan bimbingan salam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini
6. Gritantya Yunita Tobing S.KG yang selalu memberikan dukungan dan semangat serta doa agar segera terselesaikannya tugas akhir ini.
7. Teman – teman Teknik Kimia 2018 yang selalu memberikan dukungan, semangat serta doa.

8. Seluruh civitas akademik di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
9. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, Juni 2025

Penyusun
Kemal Pandu Kumara

LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirobbil'alamin

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya, karunianya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Saya sangat bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Atas kekuatan yang diberikan-Nya dan ridhonya, saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Terimakasih kepada kedua orang tua saya dan kakak yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Terimakasih telah berjuang dan berkorban demi masa depan anak yang lebih baik agar bisa membahagiakan suatu hari nanti, lembar persembahan ini tidak akan pernah cukup untuk menggambarkan rasa terimakasih saya kepada ibu bapak.

Untuk partner saya kemal sebagai partner perancangan pabrik saya ini dan sebagai partner penelitian yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyelesaian penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terimakasih atas waktu, ilmu, semangat, dedikasi, kekompakan dan dukungan selama ini.

Terima kasih kepada Bapak Agus Taufiq, Ir., M.Sc dan Ibu Diana, Dr., S.T., M.T. Selaku Dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya selama ini sehingga dapat menyelesaikannya tugas akhir dengan baik.

Dan seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Saya mengucapkan ribuan terima kasih.

Kemal Pandu Kumara

Teknik Kimia UII 20

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN	xvii
ABSTRAK.....	xix
ABSTRACT	xx
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	2
1.2.1. Supply.....	2
1.2.2 Produksi.....	2
1.2.3 Import.....	2
1.2.4 Penentuan Kapasitas	3
1.3. Tinjauan Pustaka.....	5
1.3.1. Sikloheksanon.....	5
1.3.2. Fenol.....	6
1.3.3. Reaksi Hidrogenesasi.....	6
1.3.4. Proses Pembuatan Sikloheksanon.....	7
1.4. Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	8
1.4.1. Tinjauan Termodinamika	8
1.4.2. Tinjauan Kinetika	11
BAB 2.....	13
PERANCANGAN PRODUK	13
2.1. Spesifikasi Produk	13

2.2.	Spesifikasi Bahan Baku	14
2.3.	Pengendalian Kualitas.....	15
2.3.1.	Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	15
2.3.2.	Pengendalian Kualitas Proses Produksi.....	15
2.3.3.	Pengendalian Kualitas Produk.....	16
2.3.4.	Pengendalian Waktu.....	17
BAB 3.....		18
PERANCANGAN PROSES		18
3.1.	Diagram Alir Proses dan Material	18
3.1.1.	Diagram Alir Kualitatif	18
3.1.2.	Diagram Alir Kuantitatif	19
3.2.	Uraian Proses	20
3.2.1.	Proses persiapan bahan baku	20
3.2.2.	Tahap proses produksi	20
3.2.3.	Tahap Pemisahan dan Pemurnian.....	21
3.3.	Spesifikasi Alat Utama	22
3.3.1.	Spesifikasi Reaktor (R-01)	22
3.3.2.	Spesifikasi Alat Pemisah.....	23
3.3.3.	Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan.....	25
3.3.4.	Spesifikasi Alat Transportasi Bahan.....	27
3.3.5.	Spesifikasi Alat Penukar Panas	30
3.4.	Neraca Massa.....	38
3.4.1.	Neraca Massa Reaktor	38
3.4.2.	Neraca Massa Separator (SP-01).....	38
3.4.3.	Neraca Massa Separator (SP-02).....	38
3.4.4.	Neraca Massa Menara Distilasi	39
3.4.5.	Neraca Massa Vaporizer.....	39
3.4.6.	Neraca Massa Melter	40
3.4.7.	Neraca Massa Condensor Parsial (CP-01).....	40
3.4.8.	Neraca Massa Heat Exchanger (HE-01).....	40
3.4.9.	Neraca Massa Heat Exchanger (HE-02).....	41
3.4.10.	Neraca Massa Heat Exchanger (HE-03).....	41
3.4.11.	Neraca Massa Condensor Parsial (CDP-02).....	41
3.4.12.	Neraca Massa Akumulator	42

3.4.13.	Neraca Massa Reboiler	42
3.4.14.	Neraca Massa Cooler (CL-01)	43
3.4.15.	Neraca Massa Cooler (CL-02)	43
3.4.16.	Neraca Massa Expansion Valve	43
3.5.	Neraca Panas	44
3.5.1.	Neraca Panas Reaktor	44
3.5.2.	Neraca Panas Heat Exchanger (HE-01)	44
3.5.3.	Neraca Panas Heat Exchanger (HE-02)	44
3.5.4.	Neraca Panas Heat Exchanger (HE-03)	44
3.5.5.	Neraca Panas Vaporizer	45
3.5.6.	Neraca Panas Melter	45
3.5.7.	Neraca Panas Cooler (CL-01)	45
3.5.8.	Neraca Panas Cooler (CL-02)	45
3.5.9.	Neraca Panas Condensor Parsial (CDP-01)	46
3.5.10.	Neraca Panas Condensor Parsial (CDP-02)	46
3.5.11.	Neraca Panas Menara Destilasi	46
3.5.12.	Neraca Panas Reboiler	46
BAB 4.	.....	47
PERANCANGAN PABRIK	.....	47
4.1.	Lokasi Pabrik	47
4.1.1.	Faktor Primer penentuan lokasi pabrik	47
4.1.2.	Faktor Khusus	50
4.2.	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>)	51
4.3.	Tata Letak Mesin / Alat Proses (<i>Machine Layout</i>)	54
4.3.1.	Aliran raw material dan produk	54
4.3.2.	Aliran udara	55
4.3.3.	Pencahayaan	55
4.3.4.	Lalu lintas kendaraan dan manusia	55
4.3.5.	Pertimbangan ekonomi	55
4.3.6.	Jarak alat proses	55
4.4.	Organisasi Perusahaan	56
4.4.1.	Bentuk Perusahaan	56
4.4.2.	Struktur Organisasi	57
4.4.3.	Tugas dan Wewenang	58

4.4.4.	Pembagian Jam Karyawan	62
4.4.5.	Status Karyawan.....	64
4.4.6.	Sistem Gaji Karyawan.....	65
4.4.7.	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	65
4.4.8.	Ketenagakerjaan.	69
BAB V	.....	73
UTILITAS	.....	73
5.1.	Diagram Alir Utilitas	73
5.2.	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	73
5.2.1.	Air Kebutuhan Umum	74
5.3.	Unit Pembangkit Steam (<i>Steam Generation System</i>).....	77
5.4.	Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>).....	77
5.5.	Unit Penyedia Udara Tekan	79
5.6.	Unit Penyedia Bahan Bakar	79
5.7.	Unit Pengolahan Limbah	79
5.7.1.	Limbah Cair.....	79
5.8.	Spesifikasi Alat Utilitas	80
BAB VI	.....	93
EVALUASI EKONOMI	.....	93
6.1.	Penaksiran Harga Peralatan	94
6.2.	Dasar Perhitungan.....	95
6.3.	Perhitungan Biaya.....	96
6.4.	Analisa Kelayakan	95
6.5.	Hasil Perhitungan.....	100
6.6.	Resiko Pabrik.....	109
BAB VII	.....	112
PENUTUP	.....	112
7.1.	Kesimpulan	112
7.2.	Saran	113
DAFTAR PUSTAKA	.....	114
LAMPIRAN	.....	116

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kapasitas Produksi Sikloheksanon	2
Tabel 1. 2 Data import Sikloheksanon di Indonesia.....	3
Tabel 1. 3 Konsumsi Dalam Negeri	4
Tabel 1. 4 Harga $\Delta H^{\circ}f$ masing-masing komponen.....	9
Tabel 1. 5 Harga $\Delta G^{\circ}f$ masing-masing komponen	9
Tabel 1. 6 Pengamatan data kinetik.....	11
Tabel 3. 1 Neraca Massa Reaktor	38
Tabel 3. 2 Neraca Massa SP-1.....	38
Tabel 3. 3 Neraca Massa SP-2.....	38
Tabel 3. 4 Neraca Massa Menara Distilasi	39
Tabel 3. 5 Neraca Panas Vaporizer	39
Tabel 3. 6 Neraca Massa Melter	40
Tabel 3. 7 Neraca Massa CDP-01	40
Tabel 3. 8 Neraca Massa HE-01	40
Tabel 3. 9 Neraca Massa HE-02.....	41
Tabel 3. 10 Neraca Massa HE-03	41
Tabel 3. 11 Neraca Massa CDP-02	41
Tabel 3. 12 Neraca Massa ACC	42
Tabel 3. 13 Neraca Massa Reboiler.....	42
Tabel 3. 14 Neraca Massa CL-01	43
Tabel 3. 15 Neraca Massa CL-02	43
Tabel 3. 16 Neraca Massa Expansion Valve	43
Tabel 3. 17 Neraca Panas Reaktor.....	44
Tabel 3. 18 Neraca Panas HE-01.....	44
Tabel 3. 19 Neraca Panas HE-02.....	44
Tabel 3. 20 Neraca Panas HE-03.....	44
Tabel 3. 21 Neraca Panas Vaporizer	45
Tabel 3. 22 Neraca Panas Melter.....	45
Tabel 3. 23 Neraca Panas CL-01	45
Tabel 3. 24 Neraca Panas CL-02.....	45
Tabel 3. 25 Neraca Panas CDP-01	46
Tabel 3. 26 Neraca Panas CDP-02	46
Tabel 3. 27 Neraca Panas Menara Distilasi	46
Tabel 3. 28 Neraca Panas Reboiler.....	46
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah	53
Tabel 4. 2 Jumlah dan Gaji Karyawan	65
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik.....	75
Tabel 5. 2 Total Kebutuhan Air.....	76
Tabel 5. 3 Kebutuhan Steam	77
Tabel 5. 4 Daya Alat Proses	77
Tabel 5. 5 Daya Alat Utilitas	78
Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik Pabrik	78
Tabel 5. 7 Spesifikasi Bak Pengendap Awal.....	80

Tabel 5. 8 Spesifikasi Bak Pencampur Cepat.....	80
Tabel 5. 9 Spesifikasi Klarifier.....	81
Tabel 5. 10 Spesifikasi Saringan Pasir	81
Tabel 5. 11 Spesifikasi Bak Air Bersih	82
Tabel 5. 12 Spesifikasi Bak Air Minum.....	82
Tabel 5. 13 Spesifikasi Menara Pendingin	83
Tabel 5. 14 Spesifikasi Tangki Penukar Kation	83
Tabel 5. 15 Spesifikasi Tangki Penukar Anion	84
Tabel 5. 16 Spesifikasi Tangki NaCl.....	84
Tabel 5. 17 Spesifikasi Tangki NaOH.....	85
Tabel 5. 18 Spesifikasi Tangki Umpan Boiler	85
Tabel 5. 19 Spesifikasi Tangki Kondensat	86
Tabel 5. 20 Spesifikasi Kompresor Udara	86
Tabel 5. 21 Spesifikasi Tangki Silika.....	87
Tabel 5. 22 Spesifikasi Tangki Udara Tekan	87
Tabel 5. 23 Spesifikasi Boiler	88
Tabel 5. 24 Spesifikasi Pompa Utilitas 1.....	88
Tabel 5. 25 Spesifikasi Pompa Utilitas 2.....	89
Tabel 5. 26 Spesifikasi Pompa Utilitas 3.....	89
Tabel 5. 27 Spesifikasi Pompa Utilitas 4.....	90
Tabel 5. 28 Spesifikasi Pompa Utilitas 5.....	90
Tabel 5. 29 Spesifikasi Pompa Utilitas 6.....	91
Tabel 5. 30 Spesifikasi Pompa Utilitas 7.....	92
Tabel 6. 1 Harga Indeks Alat.....	94
Tabel 6. 2 Physical Plant Cost.....	100
Tabel 6. 3 Fixed Capital Investment.....	100
Tabel 6. 4 Direct Manufacturing Cost.....	101
Tabel 6. 5 Indirect Manufacturing Cost.....	101
Tabel 6. 6 Fixed Manufacturing Cost.....	101
Tabel 6. 7 Manufacturing Cost.....	102
Tabel 6. 8 Working Capital	102
Tabel 6. 9 General Expenses	102
Tabel 6. 10 Analisa Keuntungan	103
Tabel 6. 11 Annual Fixed Cost.....	104
Tabel 6. 12 Variable Cost.....	104
Tabel 6. 13 Regulated Cost.....	104
Tabel 6. 14 Sales Cost	105
Tabel 6. 15 Analisa Kelayakan.....	106
Tabel 6. 16 Analisa Resiko Pabrik	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Kebutuhan Impor Sikloheksanon.	2
Gambar 1. 2 Grafik Data Impor Sikloheksanon	4
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik.....	47
Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Proses.....	56
Gambar 4. 3 Diagram Organisasi Perusahaan	58
Gambar 4. 4 Tata Letak Ruangan.....	68
Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas	73
Gambar 6. 1 Grafik Break Even Point.....	106

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran-1	Perancangan Reaktor
Lampiran-2	<i>Process Engineering Flow Diagram (PEFD)</i>
Lampiran-3	Kartu Konsultasi Bimbingan Prarancangan Pabrik

DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T	: Temperatur, $^{\circ}\text{C}$
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, $^{\circ}\text{C}$
Tb	: Titik didih, $^{\circ}\text{C}$
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

Ro : Radius luar (in)

D : Diamter luar (in)

ts : Ketebalan dinding (in)

sf : *Straight flange*

ABSTRAK

Pabrik Sikloheksanon dari Fenol dan Hidrogen dirancang dengan kapasitas 4.800 ton/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah Fenol Padat dari PT. Metropolitan Phenol Pratama dengan kemurnian Fenol 99% dan Air sebanyak 1%. Pabrik ini direncanakan didirikan di daerah Cilegon, Banten dengan proyeksi didirikan tahun 2026. Sikloheksanon dibuat melalui proses Hidrogenasi Fenol dengan menggunakan bantuan katalis Palladium. Proses ini berlangsung didalam reaktor *fixed bed multitube*. Reaksi berlangsung pada fase gas – gas. Reaksi didalam reaktor bersifat eksotermis, *reversible* dengan kondisi operasi *non isothermal non adiabatic* pada suhu 330°C dan tekanan 2 atm dengan konversi 98%. Pabrik Sikloheksanon ini membutuhkan bahan baku Fenol, Hidrogen dan Air sebesar 618,56 kg/jam. Hasil produk berupa Sikloheksanon sebesar 604,02 kg/jam. Kebutuhan utilitas pabrik Sikloheksanon meliputi penyediaan air yang diperoleh dari air sungai yaitu sebesar 4192,42 kg/jam, kebutuhan *steam* sebesar 1241,38 kg/jam, kebutuhan media pendingin sebesar 2021,25 kg/jam, dengan kebutuhan bahan bakar sebesar 105,66 liter/jam untuk kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan generator set sebesar 2.100 kW. Produksi akan dilakukan selama 24 jam perhari dan 330 hari per tahun. Jumlah kebutuhan tenaga kerja sebanyak 207 karyawan. Dari analisis ekonomi diperoleh investasi modal tetap sebesar Rp. 329.173.692.000 dan investasi modal kerja sebesar 122.392.174.000. Hasil Analisa ekonomi pabrik ini menunjukkan laba sebelum pajak sebesar Rp. 156.601.746.000 per tahun dan laba setelah dipotong pajak pendapatan 20% sebesar 125.281.397.000 per tahun. *Return On Investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 55,736% per tahun dan *Return On Investment (ROI)* setelah pajak sebesar 44,589% per tahun. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 1,152 tahun dan *Pay Out Time (POT)* setelah pajak selama 1,322 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 42,346%, *Shut Down Point (SDP)* sebesar 14,35% dan *Discounted Cash Flow Rate* sebesar 38,287% per tahun. Berdasarkan hasil evaluasi diatas, maka Pabrik Sikloheksanon dari Fenol dan Hidrogen dengan kapasitas 4.800 ton/tahun dinilai layak didirikan dengan resiko pabrik *High Risk* dan sudah memenuhi standar persyaratan pendirian suatu pabrik.

Kata kunci : Sikloheksanon, Fenol, Hidrogen, Fix Bed Multitube, Perancangan Pabrik.

ABSTRACT

The Cyclohexanone Plant from Phenol and Hydrogen is designed with a capacity of 4,800 tons/year. The raw materials used are Solid Phenol from PT. Metropolitan Phenol Pratama with a Phenol purity of 99% and Water as much as 1%. This plant is planned to be established in the Cilegon area, Banten with a projection to be established in 2026. Cyclohexanone is made through the Phenol Hydrogenation process using a catalyst. This process takes place in a fixed bed multitube reactor. The reaction takes place in the gas-gas phase. The reaction in the reactor is exothermic, reversible with non-isothermal non-adiabatic operating conditions at a temperature of 330°C and a pressure of 2 atm with a conversion of 98%. This Cyclohexanone plant requires raw materials of Phenol, Hydrogen and Water of 618.560 kg/hour. The product results in the form of Cyclohexanone of 604,02 kg/hour. The utility needs of the Cyclohexanone factory include the provision of water obtained from river water, which is 4192.42 kg/hour, steam requirements of 1241.38 kg/hour, the need for cooling media is 2021.25 kg/hour, with a fuel requirement of 105.66 liters/hour for electricity needs obtained from PLN and a generator set of 2,100 kW. Production will be carried out for 24 hours per day and 330 days per year. The number of workers needed is 207 employees. From the economic analysis, it was obtained that the fixed capital investment was Rp. 329,173,692,000 and the working capital investment was 122,392,174,000. The results of the economic analysis of this factory show a profit before tax of Rp. 156,601,746,000 per year and a profit after deducting 20% income tax of 125,281,397,000 per year. Return On Investment (ROI) before tax is 55.736% per year and Return On Investment (ROI) after tax is 44.589% per year. Pay Out Time (POT) before tax for 1.152 years and Pay Out Time (POT) after tax for 1.322 years. Break Even Point (BEP) of 42.346%, Shut Down Point (SDP) of 14.35% and Discounted Cash Flow Rate of 38.287% per year. Based on the evaluation results

above, the Cyclohexanone Plant from Phenol and Hydrogen with a capacity of 4,800 tons/year is considered feasible to be established with a High Risk factory risk and has met the standard requirements for establishing a factory.

Keywords: Cyclohexanone, Phenol, Hydrogen, Fixed Bed Multitube, Plant Design

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dalam proporsi ekonominya dapat dikategorikan sebagai sebuah negara industri. Pasalnya, sektor industri merupakan kontributor terbesar bagi perekonomian nasional dengan sumbangannya mencapai lebih dari 20 persen. Sebagai negara yang sedang meningkatkan sektor industri kimia maka pembangunan suatu industri kimia merupakan salah satu indikator perkembangan ekonomi di Indonesia. Menurut UN comtrade (*International Trade Statistics Database*) Indonesia merupakan salah satu negara yang hingga saat ini masih melakukan impor terhadap sikloheksanon. Kebutuhan Indonesia terhadap senyawa sikloheksanon cenderung meningkat terhitung dari tahun 2017-2021.

Salah satu industri kimia yang perlu dikembangkan di Indonesia ialah pabrik sikloheksanon, karena belum terdapatnya pabrik kimia yang menghasilkan sikloheksanon. Sehingga, urgensi untuk mendirikan pabrik sikloheksanon di Indonesia sangat tinggi untuk mengurangi kebutuhan import sikloheksanon, dan juga pabrik sikloheksanon ini menggunakan bahan baku didalam negeri. Oleh karena itu, pembangunan pabrik sikloheksanon di Indonesia akan memberikan keuntungan ekonomi.

Sebagian besar sikloheksanon digunakan dalam produksi kaprolaktam (*intermedite product* proses produksi *nylon 6*), yang merupakan perantara dalam pembuatan nilon 6. Selain itu, sikloheksanon dapat digunakan sebagai pelarut industri atau sebagai aktivator dalam reaksi oksidasi dan sebagai intermediet yang dapat digunakan untuk produksi sikloheksanon resin.

Berdasarkan berbagai macam kegunaan dari sikloheksanon tersebut, maka kebutuhan akan sikloheksanon akan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berdasarkan import yang terus dilakukan Indonesia terhadap sikloheksanon tersebut dapat dikatakan bahwa pendirian pabrik sikloheksanon di Indonesia memiliki potensi untuk terus mengalami peningkatan dan perkembangan bahkan dapat memonopoli pasar, mengingat terdapat beberapa negara yang juga melakukan

kegiatan import sikloheksanon dalam jumlah besar.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

1.2.1 Supply (Pasokan)

Supply terdiri dari produksi dalam negeri dan import.

Tabel 1.1 Kapasitas Produksi Sikloheksanon yang sudah ada

No	Pabrik	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
1	Shandong Baovi Energy	China	50000
2	Chemfine International	China	30000
3	Shandong Chemichase	China	40000
4	Zibo Aiheng New Matep	China	2000
5	Qingdao Cemo Technology Develop	China	100000
6	Shandong Aojin Chemical	China	1000000
7	Shandong Pulisi Chemical	China	5000

1.2.2 Produksi Dalam Negeri

Sampai saat ini belum ada produksi pabrik Sikloheksanon yang berdiri di Indonesia.

1.2.3 Import

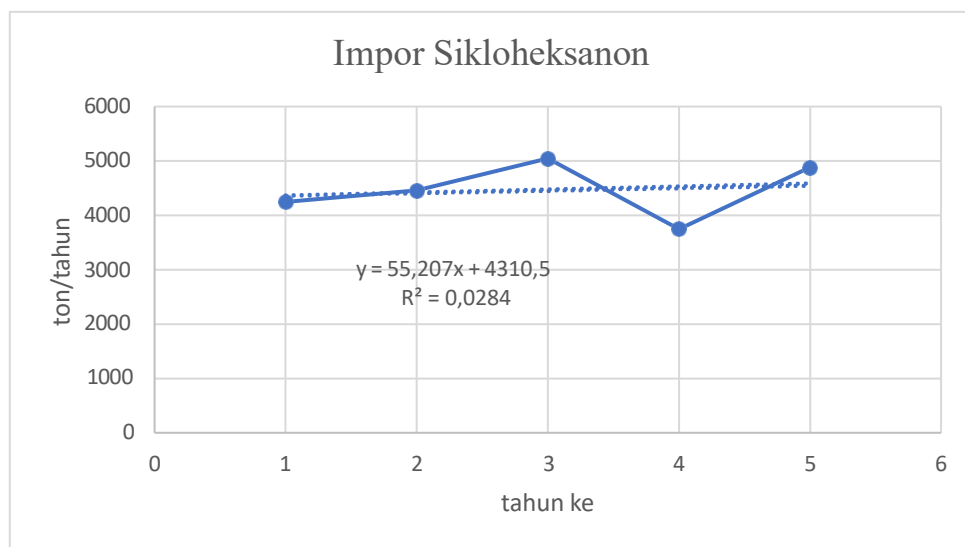
Berdasarkan data yang didapat dari Badan Pusat Statistik 2022, berikut ini adalah kebutuhan impor sikloheksanon di Indonesia dari tahun 2017-2021 dapat dilihat pada table 1.2

Tabel 1.2 Impor Sikloheksanon di Indonesia

Tahun	Jumlah ton/tahun
2017	4251,434

2018	4455,286
2019	5056,186
2020	3745,877
2021	4882,122

Sumber: Badan Pusat Statistik 2022



Gambar 1.1 Grafik Data Impor Sikloheksanon

Berdasarkan data statistik impor Sikloheksanon diatas menyatakan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang melakukan impor untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, meskipun mengalami penurunan pada tahun 2019-2020 dan mengalami peningkata kembali pada tahun 2021.

1.2.4 Penentuan Kapasitas

Perkiraan impor sikloheksanon pada 5 tahun kedepan pada saat pembangunan pabrik dapat dihitung dengan persamaan $y=55,207x+4310,5$ dimana x sebagai tahun dan y sebagai jumlah impor sikloheksanon. Sehingga pada tahun 2026 (tahun ke-10) impor Indonesia adalah:

$$\begin{aligned}
 Y &= 55,207x + 4310,5 \\
 &= 55,207(10) + 4310,5
 \end{aligned}$$

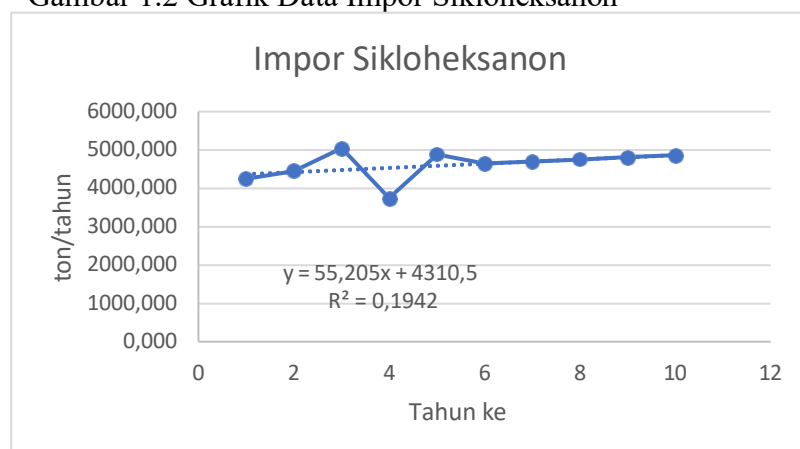
= 4862,570 ton/tahun

Dalam rancangan ini pabrik akan didirikan pada tahun 2026, selanjutnya data rill tersebut diproyeksikan melalui metode regresi linear yang hasilnya dilanjutkan pada tabel 1.3

Tabel 1.3 Impor Sikloheksanon di Indonesia

Tahun	Jumlah ton/tahun
2017	4251,434
2018	4455,286
2019	5056,186
2020	3745,877
2021	4882,122
2022	4641,742
2023	4696,949
2024	4752,156
2025	4807,363
2026	4862,570

Gambar 1.2 Grafik Data Impor Sikloheksanon



Grafik diatas dibuat menggunakan program trendline pada excel untuk

mendapat persamaannya. Rumus Kapasitas = Demand - Supply = (Konsumsi + Ekspor) - (Produksi + Import), karena belum terdapat pabrik Sikloheksanon di Indonesia, berarti tidak ada ekspor keluar negeri dan konsumsi merupakan jumlah yang di impor, sehingga rumus kapasitas menjadi Kapasitas = Import (dengan anggapan tidak ada Sikloheksanon yang berdirid di Indonesia hingga 2026).

Kapasitas pabrik sikloheksanon yang akan beroperasi pada tahun 2026 sesuai dengan data diatas adalah 4800 ton/tahun dengan pertimbangan konsumsi sikloheksanon pada 2026 diperkirakan sebesar 4862,570 ton/tahun dan hingga 2026 tidak ada pabrik yang didirikan di Indonesia.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Sikloheksanon

Sikloheksanon adalah senyawa organik yang berupa cairan berminyak dan memiliki semburat kuning untuk cahaya dan bau menyengat. Sikloheksanon memilki $C_6H_{10}O$ formula dansedikit larut dalam air dan benar-benar larut dengan pelarut umum (Liang, 2012).

Pembuatan sikloheksanon merupakan oksidasi alkohol sekunder siklik menjadi keton siklik dengan menggunakan kalium kromat sebagai oksidator dalam suasana pada asam. Kondisi optimum reaksi redoks ini yaitu pada temperature 55-60C. Pemisahan dan pemurnian sikloheksanon dari reaksi ini dapat dilakukan dengan berdasarkan sifat fisiknya (Tim Dosen Kimia Organik, 2012 : 17).

Alkohol mempunyai rumus umum ROH, dimana R merupakan alkil, alkil tersubstitusi, atau hidrokarbon siklik. Alkohol diklasifikasikan menjadi tiga kelompok yaitu alkohol primer, sekunder dan tersier. Alkohol dapat dianggap merupakan turunan dari air (H_2O), dimana satuatom hidrogenya diganti gugus alkil (Riswiyanto, 2009: 209).

Alkohol mempunyai rumus umum R-OH. Strukturnya serupa dengan air, tetapi satu hidrogennya diganti dengan satu gugus alkil. Gugus fungsi alkohol adalah gugus hidroksil, -OH. Fenol mempunyai gugus yang sama seperti alkohol, tetapi gugus fungsi melekat langsung padacincin aromatik (Hart, 2009:162).

1.3.2 Fenol

Fenol (C_6H_5OH) merupakan senyawa organik yang mempunyai gugus hidroksil yang terikat pada cincin benzena. Fenol banyak digunakan dalam hal industri petrokimia, agrokimia dan juga plastik. Fenol banyak dimanfaatkan sebagai antiseptik, desinfektan, dan pembuatan bahan pembersih lantai. Fenol memiliki sifat antiseptik sehingga digunakan di dalam bidang pembedahan untuk mensterilkan alat-alat bedah. Fenol juga banyak digunakan dalam pembuatan obat, resin sintetik, dan polimer. Selain itu, fenol dapat juga dimanfaatkan untuk meninggikan kualitas karet pada industri karet.

Penelitian yang dilakukan oleh Zhao menjelaskan bahwa reaksi HDO pada senyawa fenol menggunakan katalis Pd/C dan H_3PO_4 untuk mengeleminasi ikatan rangkap dan mengeleminasi atom O melalui empat tahapan reaksi yaitu, tahap pertama fenol mengalami reaksi hidrogenasi pada ikatan $C=C$ endosiklik menjadi sikloheksanon, tahap kedua sikloheksanon terhidrogenasi menjadi sikloheksanol, tahap ketiga sikloheksanol terdeoksigenasi menjadi sikloheksena dengan bantuan katalis H_3PO_4 dan tahap keempat yaitu sikloheksena menjadi sikloheksana dengan bantuan katalis Pd/C. Harga bahan baku fenol Rp. 817.049/Kg (Alibaba.com)

1.3.3 Reaksi Hidrodeoksigenasi

Hidrodeoksigenasi (HDO) merupakan reaksi gabungan antara hidrogenasi (reduksi ikatan rangkap) dan deoksigenasi (eliminasi atom oksigen). Reaksi tersebut terjadi dengan cara penghilangan oksigen yang ada dalam suatu senyawa melalui reaksi dehidrasi dengan menggunakan gas hidrogen. Reaksi HDO dapat terjadi secara berkesinambungan apabila dalam suatu senyawa mengandung gugus $C=C$ dan $C=O$, tergantung pada kondisi reaksi yang diberikan, seperti temperatur reaksi, jenis katalis, dan jumlah gas H_2 yang dialirkan. Harga bahan baku Hidrogen Rp. 581.838/Kg (Alibaba.com).

Dalam reaksi HDO terdapat beberapa faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil dari reaksi HDO yang antara lain yaitu :

1. Temperatur

Pada umumnya, dalam reaksi HDO menggunakan temperatur yang cukup tinggi dimana temperatur yang digunakan dapat mempengaruhi selektivitas dari produk yang dihasilkan. Semakin tinggi temperatur yang digunakan dalam reaksi HDO, maka derajat deoksigenasi semakin besar. Tingginya derajat deoksigenasi

menunjukkan bahwa oksigen dalam reaksi mengalami reduksi dan ditandai dengan terbentuknya banyak gas.

2. Katalis

Penggunaan jenis katalis yang digunakan dalam reaksi HDO dapat mempengaruhi selektivitas produk yang dihasilkan. Dalam reaksi HDO, bagian dari katalis yang sangat berpengaruh dalam reaksi adalah keberadaan sisi asam Bronsted yang terdapat pada logam yang digunakan sebagai katalis. Sisi dari asam Bronsted tersebut akan mengikat hidrogen dan melepaskan hidrogen untuk berikatan pada senyawa yang di hidrodoksigenasi dengan mudah. Selain itu, sisi asam Bronsted juga berfungsi untuk mengaktifkan gugus okso pada senyawa yang akan di hidrodoksigenasi.

3. Tekanan Gas Hidrogen

Pada reaksi HDO, tekanan tidak terlalu berpengaruh terhadap produk akhir dari reaksi HDO. Tekanan gas Hidrogen yang tinggi bertujuan untuk memastikan ketersediaan hidrogen pada katalis untuk mencegah pembentukan deposit karbon pada permukaan katalis.

1.3.4 Proses Pembuatan Sikloheksanon

Beberapa metode pembuatan Sikloheksanon yang telah digunakan :

1. Reaksi antara Anilin atau Nitrobenzene dengan Air

Reaksi amina, salah satunya anilin, dengan air menggunakan katalis hidrogenasi dapat menghasilkan sikloheksanon. Proporsi sikloheksanon meningkat dengan mengatur kondisi hidrogenasi tanpa hidrogen. Dengan proses satu tahap, menghasilkan produk sikloheksanol, sebagian kecil sikloheksanon, dan seperempat bagiannya adalah amina. Reaksi berlangsung pada suhu 200-280°C.

2. Reaksi Oksidasi Katalitik

Sikloheksanon dan sikloheksanol dihasilkan melalui oksidasi katalitik sikloheksan. Campuran antara sikloheksanon dan sikloheksanol disebut minyak KA. Minyak KA selanjutnya dapat digunakan untuk produksi asam adipat dan heksametilena diamina, yaitu zat antara dalam pembuatan nylon-6,6 (Considine, 1974).

3. Oksidasi Sikloheksan Reaksi :

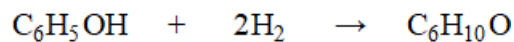


Sikloheksan Oksigen Sikloheksanol Sikloheksanon Air

Oksidasi sikloheksan dilakukan dengan mereaksikan sikloheksan dengan Oksigen menggunakan katalis asam boric. Reaksi ini akan menghasilkan campuran Sikloheksanon-sikloheksanol yang disebut KA-Oil. Konversi dari proses ini adalah dibawah 10%.

4. Hidrogenasi Fenol

Proses hidrogenasi fenol menghasilkan produk yaitu sikloheksanon. Bahan baku yang digunakan dalam proses ini adalah fenol dan gas hydrogen. Berikut reaksi yang terjadi:



Fenol Hidrogen Sikloheksanon

Proses ini melalui tahap hidrogenasi fenol dalam reaktor *mutitubular fixed bed* dengan adanya bantuan katalis, tahap pemurnian dengan menggunakan satu kolom destilasi.

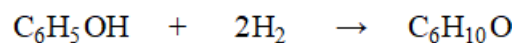
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (eksotermis/endotermis) dan arah reaksi (*reversible/irreversible*).

Reaksi pembuatan Sikloheksanon berlangsung secara eksotermis, hal ini dapat ditinjau dari ΔH reaksi (298,15 K) di bawah ini :

Reaksi :



Harga ΔH°_f masing-masing komponen pada 298,15 K dapat dilihat pada tabel 1.4.

Tabel 1.4. Harga ΔH°_f masing-masing komponen (Yaws, 1999)

Komponen	Harga $\Delta H^\circ f$ (kJ/mol)
Fenol (C ₆ H ₅ OH)	-96,4
Hidrogen (H ₂)	0
Sikloheksanon (C ₆ H ₁₀ O)	-230,12

Maka,

$$\Delta H_R(298,15 \text{ K}) = \sum \Delta H^\circ f \text{ produk} - \sum \Delta H^\circ f \text{ reaktan}$$

$$= (\Delta H^\circ f \text{ Sikloheksanon}) - (\Delta H^\circ f \text{ Fenol} + \Delta H^\circ f \text{ Hidrogen})$$

$$= (-230,12) - (-96,4 + 0) \text{ kJ/mol}$$

$$= -133,72 \text{ KJ/mol}$$

$$= -133.720 \text{ KJ/Kmol}$$

Karena harga ΔH_R 298,15 K bernilai negatif, maka reaksi bersifat eksotermis.

Tabel 1.5. Harga $\Delta G^\circ f$ masing-masing komponen (Yaws,1999)

Komponen	Harga $\Delta G^\circ f$ (kJ/mol)
Fenol (C ₆ H ₅ OH)	-31,55
Hidrogen (H ₂)	0
Sikloheksanon (C ₆ H ₁₀ O)	-90,87

Maka,

$$\begin{aligned}
\Delta G^{\circ}f(298,15\text{ K}) &= \sum \Delta G^{\circ}f \text{ produk} - \sum \Delta G^{\circ}f \text{ reaktan} \\
&= (\Delta G^{\circ}f \text{ Sikloheksanon}) - (\Delta G^{\circ}f \text{ Fenol} + \Delta G^{\circ}f \text{ Hidrogen}) \\
&= (-90,87) - (-31,55 + 0) \text{ kJ/mol} \\
&= -59,32 \text{ kJ/mol} \\
&= -59.320 \text{ kJ/Kmol}
\end{aligned}$$

Penentuan arah dari reaksi pembentukan Sikloheksanon menggunakan $\Delta G^{\circ}f$ pada suhu 298,15 K bernilai negatif (-) yang berarti bahwa reaksi bersifat spontan.

Menghitung konstanta kesetimbangan (K) standar pada 298,15 K :

$$\begin{aligned}
\Delta G^{\circ}f &= -R.T. \ln K \\
-59.320 \text{ kJ/mol} &= -(8,314:1000) \text{ kJ/mol K} \times 298 \text{ K} \times \ln K(298) \\
\ln K(298) &= (-59,320 / -(8,314 \times 10^{-3} \times 298)) \\
&= (-59,320 / -(8,314 \times 10^{-3} \times 298)) \\
&= 23,943 \\
K(298) &= 3,175
\end{aligned}$$

Untuk mengetahui arah reaksi (reversible/irreversible) dapat ditentukan dengan cara menghitung besarnya konstanta kesetimbangan pada suhu operasi 150°C (423 K) menggunakan persamaan (15.17) dari Van Ness (1997) sebagai berikut:

$$\ln \left(\frac{K}{K_{298}} \right) = \frac{\Delta H_{298\text{ K}}}{R} \times \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{Ref}} \right)$$

$$\ln \left(\frac{K}{K_{298}} \right) = \frac{-133,72}{8,314} \times \left(\frac{1}{423} - \frac{1}{298,15} \right)$$

$$\ln \left(\frac{K}{3,175} \right) = 0,0158$$

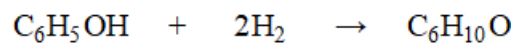
$$K = -2,99$$

Karena konstanta kesetimbangan (K) <1, hal ini berarti reaksi berjalan *reversible* (tidak searah).

1.4.1 Tinjauan Kinetika

Persamaan Arrhenius untuk mencari konstanta kecepatan reaksi pembuatan Sikloheksanon adalah sebagai berikut :

Reaksi :



Reaksi diatas merupakan reaksi orde 2 dengan persamaan kecepatan reaksi :

Persamaan kinetika :

$$-r_2 = k_1 K_A p_A (K_B p_B)^2 / (1 + K_A p_A + K_B p_B + K_C p_C + K_D p_D)^3$$

Dalam persamaan di atas simbol A, B, C, D menunjuk fenol, hidrogen, sikloheksanon dan sikloheksanol. Tabel 1.3 menyajikan parameter model pada 423 K dan 1 atm. Dengan perbandingan fenol dan hidrogen 1:3.

Tabel 1.6 Pengamatan data kinetik pada suhu 330°C dan tekanan 2 bar.

Quantity	Reaction
Ki (mol/kg.h)	877
Ka (atm)	9,3
Kb (atm)	1,1
Kc (atm)	19
Kd (atm)	8
Ai (mol/kg.s)	1234,28
Ei (kJ/kmol)	30000

(Alexandre C. Dimian and Costin Sorin Bildea,138)

Untuk mencari nilai konstanta kinetika reaksi digunakan persamaan Arrhenius yaitu:

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Keterangan:

$$k =$$

$$A = 4443408 \text{ mol/kg.h}$$

$$Ea = 30000 \text{ kJ/mol}$$

$$R = 8,314 \text{ kJ/k.mol}$$

$$T = 423 \text{ K}$$

$$k = Ae^{-\frac{Ea}{RT}}$$

$$k = 4443408e^{-\frac{30000}{8,314 \cdot 423}}$$

$$k = 877,421 \text{ mol/kg.h}$$

BAB 2

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Spesifikasi Produk	
Spesifikasi Produk	Sikloheksanon
Wujud	Cairan
Warna	Kuning pucat tak berwarna
Rumus Molekul	$C_6H_{10}O$
Berat Molekul	98,14 g/mol
Titik Didih	155,4°C
Titik Leleh	-31°C
Densitas uap	3,4(Udara=1)
Spesifikasi Gravity	0,9478 (<i>water=1</i>)
Volume Kritis	4,981 ft/lbmol
Temperatur kritis	366556°C
Tekanan Kritis	558,453 psia(37,99 atm)
Odor Threshold	0,88 ppm
Kelarutan	Larut didalam dietil eter, aseton. Larut sebagian dalam air dingin, air hangat. Kelarutan didalam air 150 g/l pada suhu 10 °C;50 g/l pada suhu 30 °C. Larut dalam alkohol dan pelarut organik lainnya.

(Material Safety Data Sheet Sikloheksanon MSDS, 2013)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Spesifikasi	Bahan Baku		
	Fenol	Hidrogen	Air
Wujud	Padat	Gas	Cair
Warna	Tanpa warna hingga merah muda terang	Tanpa warna	Tanpa warna
Rumus Molekul	C_6H_5OH	H_2	H_2O
Berat Molekul	94,113g/mol	2,016 g/mol	18,016 g/mol
Titik Didih	181,113 °C	-252,222 °C	100 °C
Titik Leleh	40,555 °C	-258,888 °C	0 °C
Densitas uap	3,24 (udara)	0,0052 lb/ft	9
Spesifikasi Gravity		0,07(udara=1)	0,997044
Volume Kritis	3,668 °C	1,041 ft/lbf	
Temperatur kritis	694,2 °C	-239,444 °C	
Tekanan Kritis	889,081 psia	187,961 psi	374
Kelarutan	Mudah larut didalam metanol, dietil eter. Larut didalam air dingin, aseton. Sangat larut di dalam alkohol, kloroform, gliserol, petroleun, karbon disulfida, volatile dan fixed oil, karbon tetraklorida, asam asetat, sulfur dioksida liquid. Hamir tidak larut di dalam petroleum ether dan sedikit larut di mineral oil.		

(Material Safety Data Sheet MSDS, 2013)

2.3. Pengendalian Kualitas

Pada pabrik sikloheksanon ini terdapat pengendalian kualitas (*Quality Control*) yang terdiri dari pengendalian bahan baku, pengendalian kualitas proses, dan pengendalian kualitas produk yang dihasilkan. Untuk menjaga dan memperoleh produk sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, maka perlunya pengawasan pengendalian agar proses berjalan sesuai dengan tahapan proses yang ada.

Proses-proses yang dijalankan diharapkan dapat menghasilkan produk dengan kualitas dan mutu yang tinggi sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang telah ditetapkan. Selain itu, 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 ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kualitas yang dihasilkan bahan baku yang nantinya digunakan untuk membuat produk yang diinginkan. Pengendalian kualitas bahan baku ini untuk memperoleh produk yang berkualitas agar bisa dipasarkan. Produk yang dihasilkan harus diketahui sejauh mana kualitasnya dan apakah sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan. Maka dari itu, sebelum proses dijalankan harus dilakukan pengecekan dan pengujian bahan baku berupa fenol dan hidrogen. Maka dari itu, melakukan pengecekan terhadap bahan baku yang berupa fenol dan hidrogen sebelum melakukan proses sangat penting agar bahan yang digunakan dalam pembuatan produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dalam pabrik.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi

Pengendalian kualitas dalam sistem produksi merupakan pengendalian kualitas terhadap proses produksi sikloheksanon untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dimulai dari bahan baku sampai menjadi produk sehingga membutuhkan alat kontrol untuk setiap proses. Pengendalian proses produksi terdiri

dari aliran dan alat-alat yang berfungsi sebagai *system control*. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Sebagai contoh proses pengendalian level cairan didalam suatu tangki yang dipengaruhi oleh aliran cairan masuk dan keluar dari tangki, tinggi tangki serta *inlet* dan *outlet* perpipaan. Beberapa alat *control* yang dijalankan yaitu *control* terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu. Alat-alat *control* yang digunakan diantaranya :

a. *Level Controller*

Level Controller merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki yang berfungsi sebagai pengendali volume cairan tangki/*vessel*. Jika belum sesuai dengan kondisi yang telah ditetapkan atau di set, maka akan menimbulkan isyarat atau tanda berupa lampu yang menyala dan bunyi alarm.

b. *Level Indicator Controller*

Level indicator controller merupakan alat yang memiliki peran mengontrol ketinggian dari larutan pada tangki alat proses

c. *Flow Rate Controller*

Flow Rate Controller merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses.

d. *Temperature Controller*

Alat ini mempunyai *set point* atau batasan nilai suhu yang dapat diatur. Ketika nilai suhu aktual yang diukur melebihi atau kurang dari *set point*-nya maka nilai yang didapatkan dari pemberitahuan itu akan diteruskan ke alat *flow rate controller* untuk dialirkan ke *steam* maupun *cooling water* dari *heat exchanger* untuk ditindak lanjuti.

e. *Weight Controller*

Alat ini mempunyai *set point* atau batasan nilai berat yang sudah ditetapkan berdasarkan batas maksimum kemampuan dari alat penampung. *weight controller* bertugas menunjukan nilai berat bahan dalam alat penampung, informasi terkait nilai yang ditunjukan ini akan diteruskan ke alat *Flow Rate Controller* untuk ditindak lebih lanjut.

f. Pressure Controller

Pressure controller merupakan *controller* yang dipasang pada alat yang memerlukan tekanan diatas tekanan atmosfer. Alat ini juga menjaga agar tekanan tidak melebihi batas tekanan suatu alat yang diatur. Biasanya dipakai pada alat dengan fase gas.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Dalam menghasilkan sikloheksanon sesuai yang diinginkan maka dibutuhkan pengendalian kualitas produk untuk memperoleh mutu produk standar dengan bahan yang berkualitas. Selain itu perlunya pengawasan terhadap variable-variabel proses yang ada melalui sistem kontrol agar tetap sesuai dengan *set point* yang sudah ditentukan sebelumnya sehingga didapatkan produk yang berkualitas tinggi. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar pabrik dan bisa dipasarkan, diperlukan pengujian terhadap spesifikasi bahan baku, kemurnian produk serta komposisi komponen produk di laboratorium.

2.3.4 Pengendalian waktu

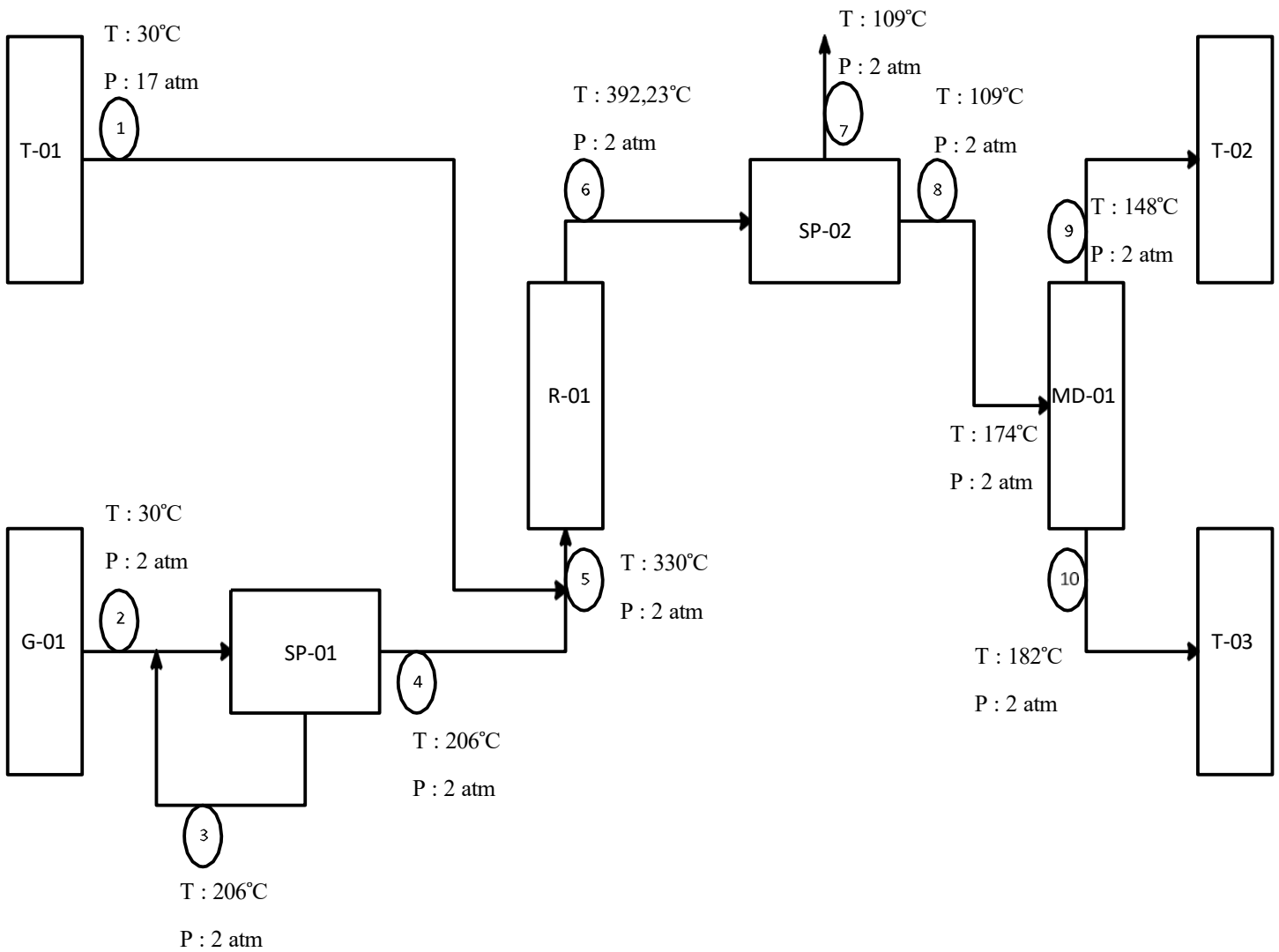
Pengendalian waktu dilakukan untuk memaksimalkan waktu yang akan digunakan selama proses produksi berlangsung, sehingga didapatkan produk sikloheksanon yang diinginkan.

BAB 3

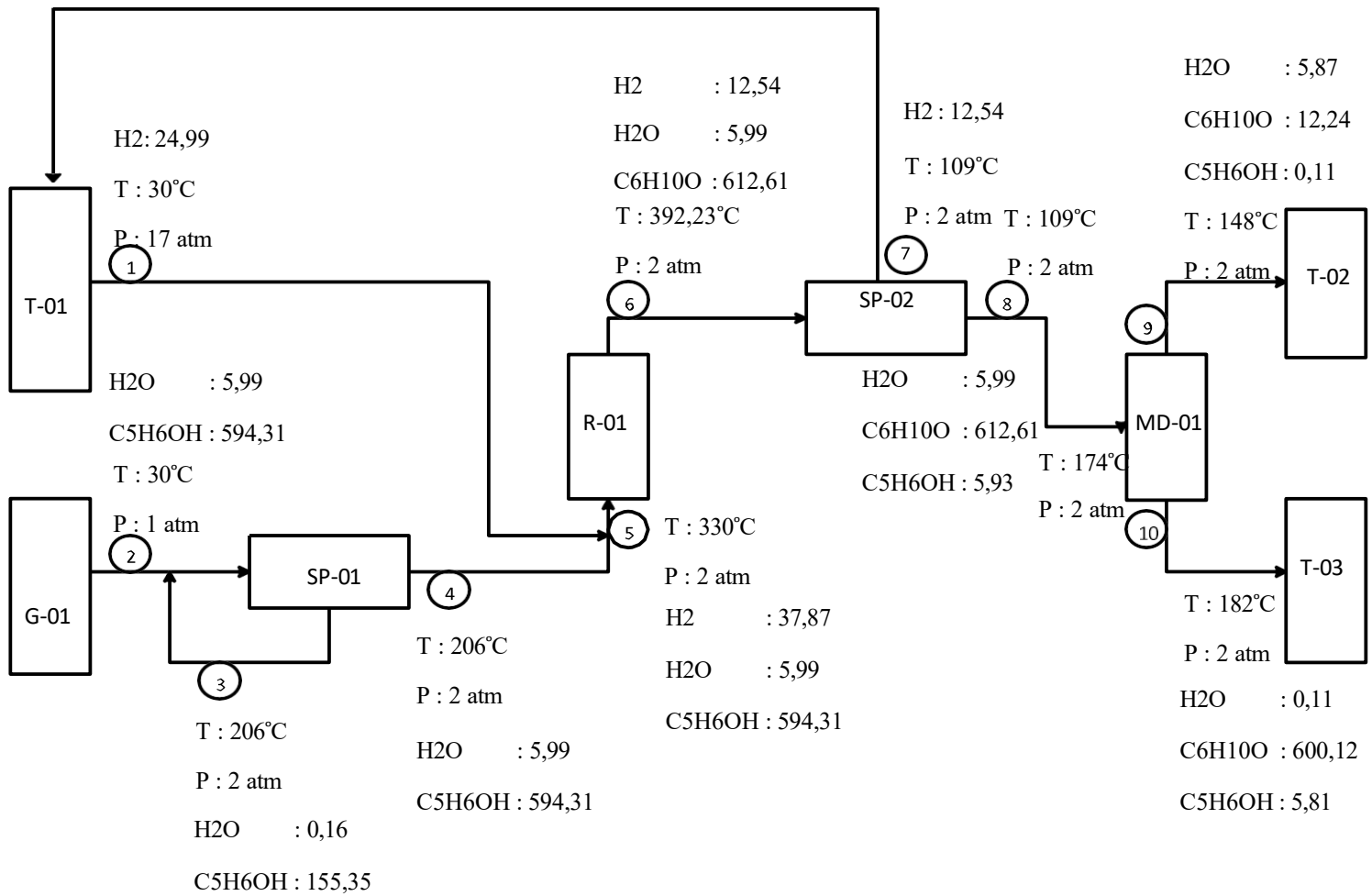
PERANCANGAN PROSES

3.1. Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



3.1.2 Diagram Alir Kualitatif



3.2. Uraian Proses

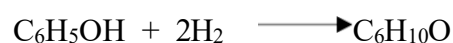
Secara umum proses pembuatan Sikloheksanon dari Fenol dan Hidrogen dapat dibagi menjadi 3 tahap, yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap reaksi pembentukan Sikloheksanon dan tahap pemisahan dan pemurnian produk.

3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa Fenol disimpan di dalam Gudang (G-01) pada suhu 30 °C dengan tekanan 1 atm dan Hidrogen dengan impuritisnya yaitu air disimpan di dalam tangki (T-01) pada suhu 30°C dan tekanan 17 atm. Bahan baku fenol dialirkan menuju Melter (ME-01) untuk diubah fasenya menjadi cair, kemudian cairan fenol tersebut diubah fasenya menjadi gas yaitu dengan diuapkan di vaporizer (V-01), selanjutnya bahan baku fenol dan air sebanyak 80% dipisahkan di Separator (SP-01) guna memisahkan gas dan cairan fenol, untuk cairan fenol di *recycle* kembali ke Vaporizer sedangkan fase gasnya diumpankan menuju reaktor, sebelum masuk ke reaktor fenol tersebut dipanaskan menggunakan *Heater* (HE-01) untuk mencapai suhu yang diinginkan di reaktor. Sedangkan bahan baku Hidrogen dialirkan dari tangki (T-01) dialirkan menuju *Exvansion Valve*(EV-01) untuk menyesuaikan tekanan yang ada dalam reaktor, kemudian dialirkan ke *Heater* (HE-02) untuk proses pemanasan guna mencapai suhu di reaktor yang diinginkan, kemudian hidrogen di umpankan menuju reaktor.

3.2.2 Tahap Proses Produksi

Aliran arus keluar dari *Heat Exchanger* pertama (HE-01) yaitu fenol dan air dengan aliran arus keluar dari *Heat Exchanger* (HE-02) yang berupa hidrogen dimasukkan kedalam reaktor yang telah berisi katalis palladium. Kemudian disemprotkan udara dengan tekanan 2 atm melewati cairan tersebut sehingga terjadi reaksi pembentukan sikloheksanon dengan perbandingan fenol dan hidrogen 1:3, reaksi yang terjadi adalah:



Jenis reaktor yang dipakai adalah *fixed bed multitube* dengan berpendingin air, mengingat reaksi yang bersifat eksotermis yang menghasilkan panas. Reaktor bekerja secara *reversible* (tidak searah). Suhu reaktor dipertahankan dengan aliran air pendingin yang disirkulasi di shell.

Suhu reaksi dipertahankan sekitar 330°C untuk mempertahankan reaksi tetap berlangsung pada fase gas sehingga mempertahankan yield pada kondisi yang diinginkan. Jika suhu reaksi terlalu rendah maka yield akan kurang daripada yang diharapkan katalis palladium. Suhu keluar reactor 392,23 °C.

3.2.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian

Selanjutnya produk dari reaktor dialirkan ke Kondensor Parsial (CD-01) yang bertujuan untuk mengembunkan gas dan sekaligus untuk mendinginkan suhu Sikloheksanon, Fenol, Hidrogen dan Air. Produk dari kondensor dilewatkan ke separator (SP-02), untuk memisahkan cairan dan gas senyawa kondensabel (Sikloheksanon, Fenol, Air) dan non Kondensabel (Hidrogen), sementara untuk hydrogen direcycle menuju Tangki Hidrogen (T-01), fenol dan air yang sudah dipisahkan di separator (SP-02) dimasukkan ke Menara Distilasi (MD-01), namun sebelum masuk ke Menara destilasi untuk memisahkan hasil atas dan hasil bawah, hasil dari separator yang berupa cairan tadi dipanaskan menggunakan *Heat Exchanger* (HE-03) untuk menyesuaikan suhu yang diinginkan di Menara destilasi. Hasil atas Menara distilasi (MD-01) dengan kemurnian sikloheksanon 98%,. Hasil dari produk yaitu Sikloheksanon dan impuritisnya dimasukkan kedalam tangki penyimpanan, untuk hasil atasnya produk sikloheksanon tersebut disimpan dalam atngki penyimpanan (T-02) sementara itu untuk hasil bawah dari destilasinya disimpan kedalam tangki penyimpanan (TP-03), dan produk siap digunakan dan siap untuk dijual.

3.3. Spesifikasi Alat Utama

3.3.1 Spesifikasi Reaktor (R-01)

Spesifikasi Umum

Kode	: R-01
Fungsi	: Tempat mereaksikan fenol dan air dengan hydrogen menjadi sikloheksanon
Jenis/Tipe	: Fixed Bed Multitube
Mode Operasi	: Continue
Jumlah	1

Kondisi Operasi

Suhu Masuk	: 330°C
Suhu Keluar	: 392,23°C
Tekanan Masuk	: 2 atm
Tekanan Keluar	: 2 atm
Pressure Drop	0
Kondisi Proses	: Non adiabatis, Non isothermal

Konstruksi dan Material

Bahan Kontruksi	: Baja karbon
Diameter Luar Pipa	: 60,452 mm
Diameter Dalam Pipa	: 52,502 mm
Jumlah Pipa	: 2965 Batang
Susunan	: 75,565 mm bujur sangkar

3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah

1. Separator

Kode	: SP-01
Fungsi	: Memisahkan antara gas dan cair dari fenol dan air
Jenis	: Vertikal Sparator

Kondisi Operasi

- Tekanan	: 2 atm
- Suhu	: 206.53 °C
Spesifikasi	: Baja karbon
Luas Penampang	: 0,6566 m ²
Diameter	: 0.91 m
Tinggi	: 2,74 m
Bahan Material	: Baja karbon
Jumlah	2

2. Separator

Kode	: SP-02
Fungsi	: Memisahkan antara gas (H ₂) dengan cair (H ₂ O, C ₆ H ₁₀ O, C ₆ H ₅ OH)
Jenis	: Vertikal Separator

Kondisi Operasi

- Tekanan	: 1 atm
- Suhu	: 109 °C

Spesifikasi	: Baja karbon
Luas Penampang	: 0,78539 m ²
Diameter	: 1 m
Tinggi	: 3 m
Bahan Material	: Baja karbon
Jumlah	1

3. Menara Destilasi

Kode	: MD-01
Fungsi	: Memisahkan sikloheksanon dari fenol dan air
Jenis	: Sieve Plate Distillation Tower
Material	: <i>Carbon steel</i>

Kondisi Operasi

a. Umpan	: Tdidih : 174°C
b. Distilat	: Tdidih : 148°C
c. Bottom	: Tdidih : 182 °C
Diameter Menara	: 1 m
Tinggi Menara	: 10 m
Jumlah Plate actual	13
Jumlah Plate actual	22
Diameter hole	: 0,00476 m
Tray spacing	: 0.3 m

Luas lubang	: 0,0393 m
Luas penampang tray	: 0,007867 m ²
Reflux operasi	: -86,34
Jumlah	1

3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan

1. Tangki

Kode	: T-01
Fungsi	: Menyimpan Hidrogen
Lama penyimpanan	: 15 hari
Fasa	: Gas
Jenis	: Tangki Silinder Horizontal
Kondisi Operasi	: 30°C, 17 atm

Spesifikasi

-Bahan Kontruksi	: Baja Karbon
-Volume Tangki	: 49,37 m ³
Diameter	: 4,57 m
Panjang Tangki	: 5,49 m
Jumlah	1

2. Tangki

Kode	: T-02
------	--------

Fungsi	: Menyimpan sikloheksanon
Lama penyimpanan	: 15
Fasa	: Cair
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Kondisi Operasi	: 50°C, 1 atm

Spesifikasi

-Bahan Kontruksi	: Baja Karbon
-Volume Tangki	: 8,188 m
Diameter	: 3,05 m
Panjang Tangki	: 3,66 m
Jumlah	: 1

3. Tangki

Kode	: T-03
Fungsi	: Menyimpan sikloheksanon
Lama penyimpanan	: 15
Fasa	: Cair
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Kondisi Operasi	: 50°C, 1 atm

Spesifikasi

-Bahan Kontruksi	: Baja Karbon
-Volume Tangki	: 279,89 m ³

Diameter	: 6,10 m
Panjang Tangki	: 12,80 m
Jumlah	1

4. Akumulator

Kode	: ACC-01
Fungsi	: Menampung embunan yang berasal dari Condensor CD-02 yang berupa campuran Sikloheksanon, Fenol dan Air
Lama Penyimpanan	: 10 menit
Fasa	Cair
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Kondisi Operasi	: 148 °C

Spesifikasi

Bahan Kontruksi	: Baja Karbon
Volume Tangki	: 0,0039 m ³
Diameter	: 0,609 m
Panjang Tangki	: 1,829 m
Jumlah	1

3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

1. Pompa

Kode	: PO-01
------	---------

Fungsi	: Memompa bahan baku fenol dan air dari melter ke vaporizer
Jenis	: Pompa Sentrifugal
Bahan Kontruksi	: Baja Komersial
Kondisi Operasi	
- Tekanan	: $P_1 = 1 \text{ atm}$ dan $P_2 = 2 \text{ atm}$
- Suhu	: $40,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Spesifikasi	
- Kapasitas	: $0,63 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Head Pompa	: $39,90 \text{ m}$
- Daya Penggerak Poros	: $421,23 \text{ Watt}$
- Daya Motor	: 1 HP
Jumlah	1

2. Pompa

Kode	: PO-02
Fungsi	: Memompa sikloheksanon, fenol dan air dari Separator SP-02 ke Heater HE-03
Jenis	: Pompa Sentrifugal
Bahan Kontruksi	: Baja Komersial
Kondisi Operasi	
- Tekanan	: $P_1 = 2 \text{ atm}$ dan $P_2 = 1 \text{ atm}$
- Suhu	: $109,22 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Spesifikasi	
- Kapasitas	: $0,62 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Head Pompa	: $375,51 \text{ m}$
- Daya Penggerak Poros	: $4017,93 \text{ Watt}$
- Daya Motor	: $6,5 \text{ HP}$
Jumlah	1

3. Pompa

Kode : PO-03
Fungsi : Memompa sikloheksanon, fenol, dan air dari akumulator ACC-01 ke bagian atas destilasi

Jenis : Pompa Sentrifugal

Bahan Kontruksi : Baja Komersial

Kondisi Operasi

- Tekanan : $P_1 = 2 \text{ atm}$ dan $P_2 = 1 \text{ atm}$

- Suhu : $148,63 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Spesifikasi

- Kapasitas : $0,02 \text{ m}^3/\text{jam}$

- Head Pompa : $57,70 \text{ m}$

- Daya Penggerak Poros : $27,64 \text{ Watt}$

- Daya Motor : $0,5 \text{ HP}$

Jumlah 1

4. Pompa

Kode : PO-04

Fungsi : Memompa sikloheksanon, fenol air dari reboiler RB-01 ke tangka penyimpanan TP-02

Jenis : Pompa Sentrifugal

Bahan Kontruksi : Baja Komersial

Kondisi Operasi

- Tekanan : $P_1 = 1 \text{ atm}$ dan $P_2 = 1 \text{ atm}$

- Suhu : $182,18 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Spesifikasi

- Kapasitas : $0,56 \text{ m}^3/\text{jam}$

- Head Pompa : $219,55 \text{ m}$

- Daya Penggerak Poros	: 2345,58 Watt
- Daya Motor	: 4 HP
Jumlah	1

3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

1. Condensor Parsial

Kode	: CD-01
Fungsi	: Mengembunkan gas Sikloheksanon, Fenol, Hidrogen dan Air
Tipe	: Shell and Tube
Beban Panas	: 735319,533kJ/jam
Suhu Masuk	: 392,23°C
Suhu Keluar	: 109,22°C
Tekanan Masuk	: 2 atm
Tekanan Keluar	: 1 atm
Bahan Konstruksi	: Baja Karbon
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,01905 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,0148336 m
Luas Permukaan	: 0,05984734 m ² /m
Panjang Tabung	: 4,8768 m
Jumlah Tabung	77
Diameter Selongsong, Ids	: 0,7112 m
Pass Tabung	1
Pitch	: 0,0238125 m in 15/16 Triangular Pitch
Pressure Drop Shell	: 4,976E-15 bar
Pressure Drop Tube	: 0,000397 bar
Jumlah	1

2. Condensor Parsial

Kode	: CD-02
Fungsi	: Mengembunkan gas ($C_6H_{10}O$, C_6H_5OH dan H_2O) dari Destilasi.
Tipe	: Shell and Tube
Beban Panas	: 1945,57 kJ/jam
Suhu Masuk	: 148,63°C
Suhu Keluar	: 127,59 °C
Tekanan Masuk	: 1 atm
Tekanan Keluar	: 1 atm
Bahan Konstruksi	: Baja Karbon
Diameter Luar Tabung, O_d	: 0,01905 m
Diameter Dalam Tabung, I_d	: 0,0148336 m
Luas Permukaan	: 0,05985 m ² /m
Panjang Tabung	: 2,4384 m
Jumlah Tabung	282
Diameter Selongsong, I_{ds}	: 0,508 m
Pass Tabung	4
Pitch	: 0,0238125 m in 15/16 Triangular Pitch
Pressure Drop Shell	: 1,05E-06 bar
Pressure Drop Tube	: 0,004003 bar
Jumlah	1

3. Pemanas HE (Steam)

Kode	: HE-01
Fungsi	: Memanaskan Fenol dan Air dari suhu 206,53°C sampai 330°C dengan media pemanas steam jenuh pada suhu 340°C
Jenis	: Shell and Tube

Suhu Masuk	: 206,53°C
Suhu Keluar	: 330°C
Beban Panas	: 761768,7831 kJ/jam
Luas Perpindahan Panas	: 26,377 m ²
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,01905 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,0148336 m
Panjang Tabung	: 2,4384 m
Luas Permukaan	: 0,05985 m ² /m
Passes Tabung	: 1
Jumlah Tabung	: 102
Diameter Selongsong, Ids	: 0,5080 m
Jumlah	: 1

4. Pemanas HE (setam)

Kode	: HE-02
Fungsi	: Memanaskan Hidrogen dari suhu 30°C sampai 330°C dengan media pemanas steam jenuh pada suhu 340°C
Jenis	: Shell and Tube
Suhu Masuk	: 30°C
Suhu Keluar	: 330°C
Beban Panas	: 212360,024 kJ/jam
Luas Perpindahan Panas	: 13,504 m ²
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,01905 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,0148336 m
Panjang Tabung	: 1,8288
Luas Permukaan	: 0,05985 m ² /m
Passes Tabung	1

Jumlah Tabung	93
Diameter Selongsong, Ids	: 0,4572 m
Jumlah	1

5. Pemanas HE (Steam)

Kode	: HE-03
Fungsi	: Memanaskan Sikloheksano, Fenol dan Air dari suhu 109,22°C sampai 152,8°C dengan media pemanas steam jenuh pada suhu 163°C
Jenis	: Shell and Tube
Suhu Masuk	: 109,216°C
Suhu Keluar	: 174,07 °C
Beban Panas	: 1628546,475 kJ/jam
Luas Perpindahan Panas	: 140,401 m ²
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,01905 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,0148336 m
Panjang Tabung	: 2,488 m
Luas Permukaan	: 0,05985 m ² /m
Passes Tabung	1
Jumlah Tabung	962
Diameter Selongsong, Ids	: 0,5080 m
Jumlah	1

6. Melter

Kode	: ME-01
Fungsi	: Meleburkan Fenol dan Air dari Gudang
Jenis	: <i>Torispherical flanged and dished head</i>

Suhu Masuk	: 30°C
Suhu Keluar	: 40,5°C
Bahan Konstruksi	: <i>stainless steel</i>
Volume Tangki	: 0,7524 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,0637126 m
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,073152 m
Diameter Selongsong	: 0,986 m
Tinggi	: 1,64 m
Tebal	: 0,069 in
Jumlah Blade	4
Jumlah Baffle	: 4
Lebar Baffle	: 0,0821 m
Lebar Blade	: 0,07 m
Putaran	: 147,628 rpm
Power	: 1,5 HP
Jumlah	1

7. Vaporizer

Kode	: VP-01
Fungsi	: Menguapkan Fenol dan Air sebanyak 599,3050861 kg/jam dengan media pemanas steam jenuh 150°C
Jenis	: Shell and Tube
Suhu Masuk	: 54,27°C
Suhu Keluar	: 206,53°C
Beban Panas	: 1072237,249 kJ/jam
Luas Perpindahan Kalor	: 77,96 m ²

Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,01483 m
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,01905 m
Luas Permukaan	: 0,05985 m ² /m
Panjang Tabung	: 5,182 m
Jumlah Tabung	: 251
Diameter Selongsong	: 1,0668 m
Pass Tabung	: 2
Jumlah	: 1

8. Cooler

Kode	: CL-01
Fungsi	: Mendinginkan cairan hasil bawah akumulator(ACC-01) sebelum masuk ke tangki penyimpanan (TP-02)
Jenis	: Shell and Tube
Suhu Masuk	: 148,63 °C
Suhu Keluar	: 50 °C
Beban Panas	: 9838,7592 kJ/jam
A. Pipa Luar	
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,060452 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,052502 m
Luas Permukaan	: 0,189916 m ² /m
B. Pipa Dalam	
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,042164 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,035052 m
Panjang Pipa	: 1,8288 m
Luas Permukaan	: 0,13246 m ² /m
Luas Aliran Anulus	: 0,0007686 m ²
Luas Aliran Inner Pipe	: 0,00216 m ²

Jumlah Tabung	1
Uc	: 0,02816 kJ/m ² s K
Ud	: 0,15065 kJ/m ² s K
Rd	: -18877 m ² s K/kJ
Jumlah	1

9. Cooler

Kode	: CL-02
Fungsi	: Mendinginkan cairan hasil bawah reboiler (RB-01) sebelum masuk ke tangka penyimpanan (TP03)
Jenis	: Shell and Tube
Suhu Masuk	: 182°C
Suhu Keluar	: 50°C
Beban Panas	: 456408,96 kJ/jam
C. Pipa Luar	
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,060452 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,052502 m
Luas Permukaan	: 0,18992 m ² /m
D. Pipa Dalam	
Diameter Luar Tabung, Od	: 0,042164 m
Diameter Dalam Tabung, Id	: 0,035052 m
Panjang Pipa	: 3,6576 m
Luas Permukaan	: 0,13246 m ² /m
Luas Aliran Anulus	: 0,0007686 m ²
Luas Aliran Inner Pipe	: 0,00216 m ²
Jumlah Tabung	1
Uc	: 0,01789 kJ/m ² s K
Ud	: 0,587495 kJ/m ² s K
Rd	: -54,206 m ² s K/kJ

Jumlah 1

10. Reboiler

Kode : RB-01
Fungsi : Menguapkan sebagian cairan yang berasal dari dasar Menara Distilasi (MD-01)
Jenis : Ketel Reboiler
Suhu Masuk : 105°C
Suhu Keluar : 182°C
Beban Panas : 310733,62 kJ/jam
Luas Perpindahan Panas : 2,3389 m²
Diameter Luar Tabung, Od : 0,01905 m
Diameter Dalam Tabung, Id : 0,0148336 m
Panjang Tabung : 2,4384
Luas Permukaan : 0,05985 m²/m
Passes Tabung 1
Jumlah Tabung 16
Diameter Selongsong, Ids : 0,2540 m
Jumlah 1

3.4. Neraca Masa

3.4.1 Neraca Massa Reaktor

Tabel 3.1 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	Kg/Jam
H ₂	36.76	12.50
H ₂ O	5.82	5.82
C ₆ H ₁₀ O	-	594.48
C ₆ H ₅ OH	575.98	5.76
Total	618.56	618.56

3.4.2 Neraca Massa Separator (SP-01)

Tabel 3.2 Neraca Massa Separator(SP-01)

Komponen	Masuk	Keluar	
	Kg/Jam	Kg/Jam	Kg/Jam
	Cair-Gas	Cair	Gas
H ₂ O	7.27	1.45	5.82
C ₆ H ₅ OH	719.97	143.99	575.98
Total	727.24	727.24	

3.4.3 Neraca Massa Separator (SP-02)

Tabel 3.3 Neraca Massa Separator(SP-02)

Komponen	Masuk	Keluar	
	Kg/Jam	Kg/Jam	Kg/Jam
	Cair-Gas	Cair	Gas
H ₂	12.50	-	12.50

H ₂ O	5.82	5.82	-
C ₆ H ₁₀ O	594.48	594.48	-
C ₆ H ₅ OH	5.76	5.76	-
Total	618.56	618.56	

3.4.4 Neraca Massa Menara Distilasi

Tabel 3.4 Neraca Massa Menara Distilasi

Komponen	Masuk	Keluar	
	Kg/Jam	Kg/Jam	Kg/Jam
		Destilat	Residu
H ₂ O	5.82	5.70	0.12
C ₆ H ₁₀ O	594.48	11.89	582.59
C ₆ H ₅ OH	5.76	0.12	5.64
Total	606.06	606.06	

3.4.5 Neraca Massa Vaporizer

Tabel 3.5 Neraca Massa Vaporizer

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	Kg/Jam
	Cair	Cair-Gas
H ₂ O	7.27	7.27
C ₆ H ₅ OH	719.97	719.97
Total	727.24	727.24

3.4.6 Neraca Massa Melter

Tabel 3.6 Neraca Massa Melter

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	Kg/Jam
H ₂ O	5.82	5.82
C ₆ H ₅ OH	575.98	575.98
Total	581.80	581.80

3.4.7 Neraca Massa Condensor Parsial (CDP-01)

Tabel 3.7 Neraca Massa Condensor Parsial

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	Kg/Jam
H ₂	12.50	12.50
H ₂ O	5.82	5.82
C ₆ H ₁₀ O	594.48	594.48
C ₆ H ₅ OH	5.76	5.76
Total	618.56	618.56

3.4.8 Neraca Massa Heat Exchanger (HE-01)

Tabel 3.8 Neraca Massa HE-01

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	Kg/Jam
H ₂ O	5.82	5.82
C ₆ H ₅ OH	575.98	575.98
Total	581.80	581.80

3.4.9 Neraca Massa Heat Exchanger (HE-02)

Tabel 3.9 Neraca Massa HE-02

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	Kg/Jam
H ₂	36.76	36.76
Total	36.76	36.76

3.4.10 Neraca Massa Heat Exchanger (HE-03)

Tabel 3.10 Neraca Massa HE-03

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	Kg/Jam
H ₂ O	5.82	5.82
C ₆ H ₁₀ O	594.48	594.48
C ₆ H ₅ OH	5.76	5.76
Total	606.06	606.06

3.4.11 Neraca Massa Condensor Parsial (CDP-02)

Tabel 3.11 Neraca Massa CDP-02

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	Kg/Jam
H ₂ O	5.70	5.70
C ₆ H ₁₀ O	11.89	11.89
C ₆ H ₅ OH	0.12	0.12
Total	17.71	17.71

3.4.12 Neraca Massa Akumulator (ACC)

Tabel 3.12 Neraca Massa ACC

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	Kg/Jam
H ₂ O	5.70	5.70
C ₆ H ₁₀ O	11.89	11.89
C ₆ H ₅ OH	0.12	0.12
Total	17.71	17.71

3.4.13 Neraca Massa Reboiler

Tabel 3.13 Neraca Massa RB

Komponen	Masuk	Keluar	
	Kg/Jam	Kg/Jam	Kg/Jam
	Cair	Cair	Gas
H ₂ O	0.22	0.12	0.11
C ₆ H ₁₀ O	678.72	582.82	95.90
C ₆ H ₅ OH	6.23	5.75	0.48
Total	685.17	685.17	

3.4.14 Neraca Massa Cooler (CL-01)

Tabel 3.14 Neraca Massa CL-01

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	Kg/Jam
H ₂ O	5.70	5.70
C ₆ H ₁₀ O	11.89	11.89
C ₆ H ₅ OH	0.12	0.12
Total	17.71	17.71

3.4.15 Neraca Massa Cooler (CL-02)

Tabel 3.15 Neraca Massa CL-02

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	Kg/Jam
H ₂ O	0.12	0.12
C ₆ H ₁₀ O	582.82	582.82
C ₆ H ₅ OH	5.75	5.75
Total	588.69	588.69

3.4.16 Neraca Massa Expansion Valve

Tabel 3.16 Neraca Massa EV

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	Kg/Jam
H ₂	24.26	24.26
Total	24.26	24.26

3.5. Neraca Panas

3.5.1 Neraca Panas Reaktor

Tabel 3.17 Neraca Panas Reaktor

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	816362.60		Q dingin out	387184.70
Q panas in	35105.85		Q Panas out	464283.76
Total	851468.45		Total	851468.45

3.5.2 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-01)

Tabel 3.18 Neraca Panas HE-01

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	2959361.52		Q dingin out	3721130.30
Q panas in	1096470.23		Q Panas out	334701.44
Total	4055831.75		Total	4055831.75

3.5.3 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-02)

Tabel 3.19 Neraca Panas HE-02

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	137491.48		Q dingin out	273554.30
Q panas in	195845.29		Q Panas out	59782.47
Total	333336.77		Total	333336.77

3.5.4 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-03)

Tabel 3.20 Neraca Panas HE-03

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	93205239.33		Q dingin out	109014022.22
Q panas in	19855394.59		Q Panas out	4046611.70
Total	113060633.92		Total	113060633.92

3.5.5 Neraca Panas Vaporizer

Tabel 3.21 Neraca Panas Vaporizer

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	103127.47		Q dingin out	1144038.61
Q panas in	1352226.03		Q Panas out	311314.89
Total	1455353.50		Total	1455353.50

3.5.6 Neraca Panas Melter

Tabel 3.22 Neraca Panas Melter

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	8720.38		Q dingin out	133865.85
Q panas in	67443222.91		Q Panas out	215108370.80
Total	67451943.29		Total	215242236.65

3.5.7 Neraca Panas Cooler (CL-01)

Tabel 3.23 Neraca Panas CL-01

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	289548.07		Q dingin out	299099.38
Q panas in	9648.01		Q Panas out	96.69
Total	299196.08		Total	299196.08

3.5.8 Neraca Panas Cooler (CL-02)

Tabel 3.24 Neraca Panas CL-02

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	13431809.04		Q dingin out	13874883.72
Q panas in	446422.83		Q Panas out	3348.14
Total	13878231.87		Total	13878231.87

3.5.9 Neraca Panas Condensor Parsial (CDP-01)

Tabel 3.25 Neraca Panas CDP-01

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	1920373.94		Q dingin out	2465160.87
Q panas in	974461.75		Q Panas out	429674.82
Total	2894835.69		Total	2894835.69

3.5.10 Neraca Panas Condensor Parsial (CDP-02)

Tabel 3.26 Neraca Panas CDP-02

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	507177.19		Q dingin out	523907.42
Q panas in	5172153.29		Q Panas out	5155423.05
Total	5679330.47		Total	5679330.47

3.5.11 Neraca Panas Menara Distilasi

Tabel 3.27 Neraca Panas MD

Panas Masuk	kJ/jam	Panas Keluar	kJ/jam
Delta H Umpan	316748.82	Delta H Bottom	314847.60
Delta H Reboiler	366465.18	Delta H Distilat	6293.57
Hilang	-345342.59	Delta H Condensor	16730.24
Sub Total	683214.00	TOTAL	337871.41
Total Masuk	337871.41		

3.5.12 Neraca Panas Reboiler

Tabel 3.28 Neraca Panas Reboiler

Panas Masuk	kJ/jam		Panas Keluar	kJ/jam
Q dingin in	13932837.51		Q dingin out	14299302.69
Q panas in	-2573.49		Q Panas out	1474.13
Total	13930264.02		Total	14300776.82

BAB 4

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan keberhasilan suatu pabrik. Banyak pertimbangan menjadi dasar dalam penentuan lokasi pabrik sehingga dapat menguntungkan perusahaan baik dari segi teknik maupun ekonomi. Pabrik Sikloheksanon dari fenol dan hidrogen ini direncanakan akan didirikan di daerah Kawasan industri di daerah Cilegon, Banten sebagai lokasi tempat didirikannya pabrik Sikloheksanon ini. Penentuan lokasi tersebut berdasarkan dekatnya lokasi dengan bahan baku fenol serta sumber air yang berasal dari daerah dekat laut lokasi tersebut.



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik

4.1.1 Faktor Primer penentuan lokasi pabrik

Beberapa factor-faktor prmer yang mempengaruhi dalam penentuan lokasi pabrik Sikloheksanon antara lain:

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang digunakan berasal dari dalam negeri. Pada dasarnya suatu pabrik sebaiknya didirikan didaerah yang dekat dengan bahan bakunya. Sehingga pengadaan serta transportasi dari bahan baku tersebut mudah diatasi dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Berikut adalah hal – hal yang perlu dipertimbangkan mengenai bahan baku sebagai berikut:

- A. Jarak sumber bahan baku dengan pabrik
- B. Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama digunakannya
- C. Bagaimana proses pembuatan, transportasi dan penyimpanannya
- D. Kemungkinan untuk mendapatkan sumber lain.

Bahan baku bisa diperoleh di daerah Cilegon dan sekitarnya. Dalam hal ini bahan baku fenol diperoleh dari PT. Metropolitan Phenol. Pratama yang berlokasi di Serang, Banten dengan kemurnian fenol sebesar 99 % dan Air 1 %. PT. Metropolitan Phenol ini mempunyai kapasitas 40.000 ton/tahun sehingga sangat mencukupi untuk kebutuhan pabrik Sikloheksanon yang akan didirikan.

2. Pemasaran

Pemasaran pabrik atau industri didirikan karena adanya permintaan akan barang atau produk yang dihasilkan. Oleh karena itu hasil produksi pabrik memerlukan adanya daerah pemasaran.

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam masalah pemasaran adalah:

- A. Kebutuhan konsumen akan produk
- B. Daerah dari pemasaran produk
- C. Jarak pemasaran dari lokasi pabrik berdiri
- D. Berapa banyak produk yang akan beredar dipasar dan bagaimana perkembangannya dimasa – masa mendatang
- E. Sistem pemasaran yang akan digunakan
- F. Direncanakan sistem penjualan untuk daerah – daerah yang jauh dari lokasi pabrik

Prioritas utama dari pemasaran pabrik sikloheksanon ini adalah untuk memenuhi kebutuhan sikloheksanon dalam negeri yang sementara ini masih import dari luar negeri, selain itu semakin berkembangnya industrialisasi di negeri lain tidak menutup kemungkinan produk sikloheksanon ini dapat bersaing di pasar luar negeri yang akan mempengaruhi devisa negara dalam bidang industrialisasi.

3. Utilitas dan Energi

Pendiri pabrik memerlukan air, tenaga listrik dan bahan bakar. Pemenuhan dalam kebutuhan air pabrik ini relative banyak antara lain digunakan untuk sanitasi, air proses dan air umpan untuk boiler. Untuk memenuhi kebutuhan air diambil dari dua macam sumber:

- A. Langsung dari sumbernya
- B. Instalasi penyediaan air

Apabila kebutuhan air ini cukup besar, maka pengambilan air langsung dari sumbernya dapat lebih ekonomis atau perpaduaan dari dua sumber diatas. Kebutuhan air untuk pabrik sikloheksanon dapat diambil dari sungai terdekat dengan perpaduan air PDAM untuk keperluan air bersih bagi karyawan

Sumber tenaga listrik untuk keperluan pabrik sikloheksanon dapat diperoleh dari PLN maupun dengan tenaga pembangkit listrik sendiri berupa generator. Sedangkan bahan bakar diperoleh dari distribusi Pertamina.

4. Iklim dan Geografis

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan tentang pemilihan lokasi pabrik dengan letak geografis dari suatu daerah, antara lain:

- A. Keadaan alam, dimana alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi dari peralatan.
- B. Keadaan angin, pada suatu situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat itu dan bagaimana akibat pada daerah tersebut.
- C. Gempa bumi yang pernah terjadi di daerah tersebut.
- D. Kemungkinan untuk perluasan dari pabrik dimasa mendatang.

5. Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah

Pendirian pabrik sikloheksanon ini di dukung oleh kebijakan pemerintah

Cilegon dalam kaitannya untuk menjadikannya pabrik sikloheksanon berdiri di Indonesia.

4.1.2 Faktor Khusus.

1. Buruh dan Tenaga kerja

Faktor buruh dan tenaga kerja merupakan faktor yang penting bagi suatu perusahaan karena berhasil atau tidaknya pencapaian dari perusahaan dipengaruhi oleh sumber daya manusia yang berkualitas. Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan tenaga kerja jika dihubungkan dengan lokasi pabrik yang akan dipilih antara lain:

- A. Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- B. Keahlian dan Pendidikan tenaga kerja yang tersedia.
- C. Peraturan buruh dan tenaga kerja.
- D. Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah

2. Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan bertujuan untuk kelancaran pengangkutan bahan baku dan pengangkutan produk dapat terjamin dengan biaya serendah mungkin dalam waktu yang relative singkat. Karena itu perlu diperhatikan beberapa fasilitas yang ada di daerah tersebut seperti:

- A. Jalan raya dapat dilalui mobil dan truk
- B. Adanya Pelabuhan

Pada pabrik sikloheksanon ini, transportasi darat maupun laut merupakan transportasi yang paling utama karena Cilegon sendiri mempunyai jalan darat dan laut yang memadai terutama sudah adanya Pelabuhan karena dekat dengan laut.

3. Lingkungan Masyarakat sekitar

Keadaan masyarakat disekitar pabrik akan mempengaruhi suatu pabrik. Berdasarkan pengamatan di sekitar lokasi pabrik sudah terdapat fasilitas – fasilitas yang memungkinkan karyawan hidup dengan layak seperti sarana Pendidikan, sarana ibadah maupun sarana lainnya. Sehingga kehidupan karyawan akan lebih tentang dalam menjamin masa depan keluarganya. Sedangkan adat istiadat masyarakat cukup baik, sehingga diharapkan operasi pabrik tidak mengalami

gangguan keamanan.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Penempatan tata letak peralatan pabrik dan fasilitasnya menjadi bagian penting dalam perancangan pabrik agar mesin berdisi sesuai dengan urutan proses. Tata letak pabrik merupakan pengaturan optimal dari seperangkat fasilitas – fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi keselamatan dan kelancaran kerja para pekerja serta keberlangsungan proses. Tata letak pabrik atau plant layout merupakan tempat kedudukan dari keseluruhan bagian yang ada didalam pabrik. Tata letak pabrik meliputi tempat perkantoran atau administrasi, tempat peralatan proses, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat unit pendukung proses, Fasilitas karyawan serta tempat lainnya yang mendukung keberlangsungan proses produksi pabrik. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa agar secara ekonomi kegiatan operasional produksi dapat berjalan secara efisien dan optimal, misalnya lalu lintas barang dan akses karyawan. Selain itu, faktor keamanan juga menjadi hal yang sangat penting. Penempatan alat-alat produksi harus ditata sedemikian rupa agar keamanan dan kenyamanan selama bekerja dapat terjamin. Perancangan tata letak pabrik yang baik memiliki keuntungan yaitu (Peters dan Timmerhaus, 2004):

- A. Mengurangi biaya produksi
- B. Meningkatkan pengawasan operasional dan proses
- C. Meningkatkan keselamatan kerja
- D. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi sehingga dapat mengurangi material handling
- E. Memberikan ruang gerak untuk mempermudah dalam perbaikan peralatan dan mesin ketika terjadi kerusakan

Secara garis besar, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa bagian seperti:

- A. Perkantoran

Daerah perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi dalam pabrik

itu sendiri. Daerah ini biasanya berada dibagian depan area pabrik.

B. Proses

Daerah ini merupakan tempat berlangsungnya kegiatan operasional produksi. Daerah ini meliputi tempat penyimpanan bahan baku dan produk, penempatan alat – alat proses dan ruang pengendalian (Control Room). Daerah ini tempat yang terpisah dengan daerah lainnya untuk tujuan keamanan.

C. Instalasi dan Utilitas

Daerah instalasi dan utilitas merupakan tempat yang menyediakan kebutuhan – kebutuhan penunjang proses, seperti kebutuhan air, steam pemanas, air pendingin, listrik dan bahan bakar.

D. Fasilitas umum

Daerah ini merupakan pusat fasilitas umum yang dapat digunakan oleh karyawan meliputi perumahan/mess, poliklinik, tempat ibadah, kantin, taman dan lain-lainnya.

E. Keamanan

Daerah keamanan dalam rangka mengantisipasi dan meminimalisir dampak yang ditimbulkan apabila terjadi ledakan asap, kebakaran, kebocoran gas beracun dan lain – lainnya. Oleh karena itu perlu disediakan alat pemadam kebakaran dibeberapa titik yang berbahaya yang dapat memicu kebakaran.

F. Pengolahan Limbah

Pendirian suatu pabrik jugaharus memperhatikan aspek kelestarian lingkungan. Untuk itu perlu adanya daerah khusus yang digunakan sebagai tempat pengolahan limbah agar tidak merusak lingkungan sekitar. Limbah produksi akan mengalami pengolahan dan pengujian lebih untuk memastikan batas komponen berbahaya yang terkandung sehingga aman jika dibuang ke lingkungan.

Posisi dari setiap bangunan pabrik harus benar – benar disesuaikan dengan proses yang berjalan dan juga mempertimbangkan faktor – faktor sebagai berikut.

- A. Penambahan perluasan lokasi atau pengembangan dari lokasi baru yang akan dikembangkan dimasa yang akan datang
- B. Urutan proses produksi dari setiap perbaikan alat dan pemeliharaan agar kondisi alat tetap terjaga.
- C. Distribusi yang ekonomis pada pengadaan air, tenaga listrik, steam proses dan bahan baku
- D. Kondisi bangunan yang meliputi luas bangunan dan konstruksi yang memadai atau memenuhi syarat yang ditentukan
- E. Keselamatan dalam bekerja dengan memperhatikan keamanan untuk menghindari terjadinya kebakaran atau kecelakaan kerja.
- F. Pembuangan limbah cair, gas maupun padatan
- G. Mempertimbangkan kemungkinan ketika terjadi perubahan tata letak mesin sehingga biaya tidak terlalu tinggi
- H. Fasilitas seperti tempat parkir, kantik, mushola diatur dengan baik sehingga tidak jauh dari tempat bekerja dan lebih tertata.

Perincian luas tanah yang digunakan sebagai tempat berdirinya pabrik diuraikan dalam table dibawah ini.

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah

NO.	LOKASI	Luas (m ²)
1.	Area Proses	7000
2.	Area Utilitas	1000
3.	Bengkel	300
4.	Gudang Peralatan	300
5.	Kantin	70
6.	Kantor Teknik dan Produksi	300
7.	Kantor Utama	700
8.	Laboratorium	180

9	Area Loading / Unloading	75
10	Parkir Utama	500
11	Parkir Truk	450
12	Litbang	100
13	Poliklinik	40
14	Pos Keamanan 1	30
15	Pos Keamanan 2	30
16	Pos Keamanan 3	30
17	Control Room	200
18	Control Utilitas	150
19	Jembatan Timbang	150
20	Masjid	200
21	Unit Pemadam Kebakaran	300
22	Perumahan / Mess	600
23	Taman 1	200
24	Taman 2	50
25	Taman 3	100
26	Jalan	5000
26	Daerah Perluasan	800
Luas Bangunan		13.855
Luas Tanah		15.900
Total		29.755

4.3 Tata Letak Mesin / Alat Proses (*Machine Layout*)

Tata letak dalam perancangan peralatan mesin atau proses pada suatu pabrik ada beberapa faktor yang harus diperhatikan agar perancangan proses yang akan disusun sesuai dengan alur yang benar yaitu :

4.3.1 Aliran raw material dan produk

Penempatan tata letak peralatan proses yang akan dirancang agar sesuai dengan alur proses sesuai ketentuan yang benar, agar juga bisa mendapatkan

keuntungan pada pabrik, seperti aspek – aspek analisis ekonomi, serta bisa membantu kelancaran dan keamanan dalam produksi.

4.3.2 Aliran udara

Aliran udara seperti gas buangan disekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini untuk menghindari terjadinya penumpukan pada area kerja yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja, selain itu perlunya memperhatikan arah hembusan angin agar gas buangan dari alat proses tidak mengarah ke pemukiman warga sekitar.

4.3.3 Pencahayaan

Pabrik ini akan berjalan atau berproduksi dalam waktu 24 jam per hari, penerangan pada area proses dalam pabrik juga harus memadai terkhusus area yang berbahaya agar tidak terjadi kejadian yang tidak diinginkan seperti kecelakaan dalam pabrik.

4.3.4 Lalu lintas kendaraan dan manusia

Lalu lintas sangat penting dalam proses berjalannya produksi, perlu diperhatikan agar semua pekerja bisa mencapai alat proses dengan cepat dan efisien sehingga mudah apabila terjadi gangguan agar bisa segera diatasi, serta jalur evakuasi apabila terjadi kebakaran atau bencana alam bisa ke tempat titik aman kumpul jalur evakuasi agar bisa menjaga keselamatan bersama.

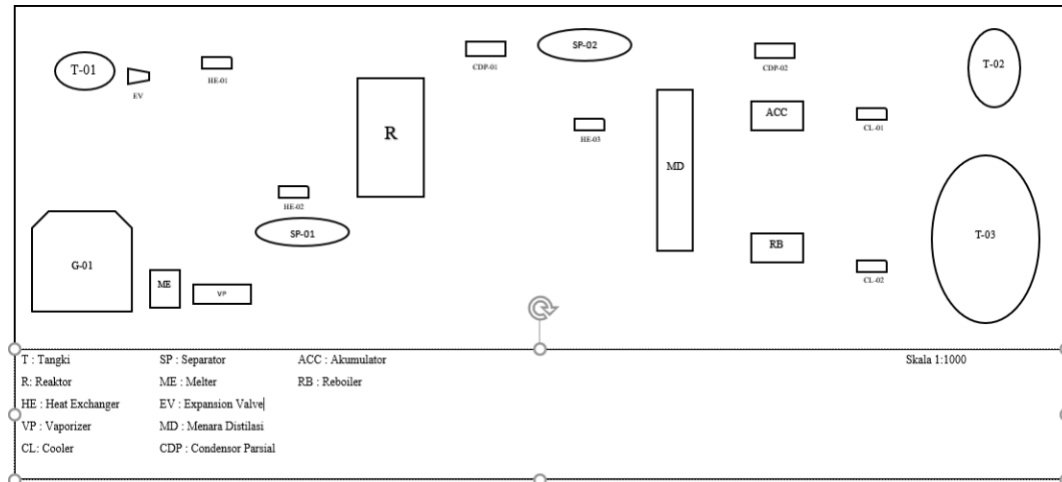
4.3.5 Pertimbangan ekonomi

Pertimbangan ekonomi untuk menempatkan alat – alat proses pada pabrik. Hal ini bertujuan untuk menekan cost biaya operasi dan perencanaan agar bisa menjamin keamanan serta kelancaran produksi sehingga bisa menggantungkan dari sisi ekonomi.

4.3.6 Jarak alat proses

Penentuan jarak dari setiap alat didalam pabrik mempunyai pertimbangan tersendiri, ada yang ditempatkan berjauhan ada juga yang sulit berdekatan. Alat proses yang memiliki tekanan suhu dan operasi yang tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya agar tidak membahayakan alat proses lainnya apabila terjadi

kebakaran atau ledakan proses tersebut.



Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Proses

4.4. Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan untuk pabrik Sikloheksanon dari Fenol dan Hidrogen ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang modal awalnya diperoleh dari penjualan saham, dimana tiap pemegang saham turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan yang berarti juga ikut memiliki perusahaan.

Direncanakan mempunyai klasifikasi sebagai berikut:

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Kapasitas Produksi	: 4800 Ton/tahun
Lapangan Usaha	: Memproduksi Sikloheksanon
Letak	: Cilegon, Banten

Bentuk perusahaan dari pabrik ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Dasar pertimbangan dari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah sebagai berikut:

- A. Mudah mendapatkan modal, selain modal dari bank, modal dapat diperoleh dari hasil penjualan saham.
- B. Perusahaan dilindungi oleh undang – undang
- C. Memiliki kebebasan untuk melakukan berbagai aktivitas bisnis, baik jenis atau bidang usaha maupun wilayah operasinya yang lebih luas dan beragam.
- D. Tanggung jawab pemegang saham hanya sebatas pada porsi saham yang dimiliki dan tidak dapat mencakup kekayaan pribadi dari pemegang saham.
- E. Mudah mengalihkan kepemilikan
- F. Proses pendirian lebih mudah
- G. Mudah mendapatkan modal, selain modal dari bank, modal dapat juga diperoleh dari penjualan saham.
- H. Demi kelancaran produksi, maka tanggung jawab setiap pemegang saham dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- I. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh oleh terhentinya pemegang saham, reksi, maupun karyawan.

4.4.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi yang jelas dan sistematis di dalam suatu perusahaan merupakan salah satu factor yang berpengaruh terhadap kelangsungan dan kemajuan perusahaan karena berhubungan langsung dengan komunikasi dan kerjasama yang baik antar karyawan sehingga operasional perusahaan dapat berjalan dengan baik. Setiap perusahaan bisa saja memiliki struktur organisasi yang berbeda – beda tergantung pada kebutuhannya masing – masing.

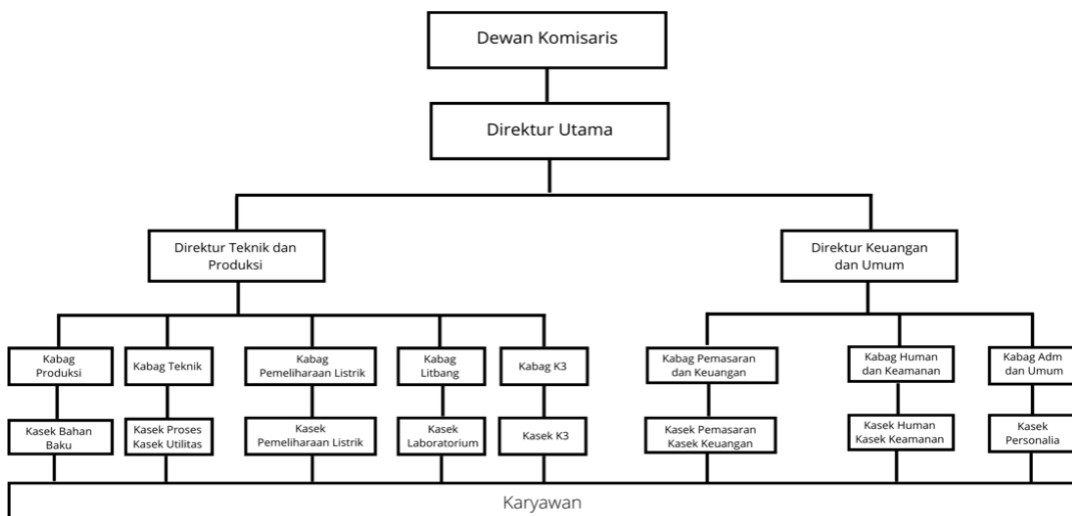
Pada pabrik Sikloheksanon ini struktur organisasi yang dipilih adalah dengan system line and staff. Kelebihan sistem ini adalah garis 210 kekuasaan lebih sederhana dan praktis.

Demikian pula dalam hal pembagian tugas kerja, seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, dimana seorang karyawan hanya bertanggung

jawab pada atasan saja. Dalam menjalankan organisasi terhadap dua kelompok yang berpengaruh pada sistem ini, yaitu:

- A. Sebagai garis atau line merupakan orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi untuk mencapai tujuan.
- B. Sebagai staff merupakan orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, berfungsi memberikan saran – saran kepada unit operasional.

Dalam menjalankan tugas dan wewenangnya, para pemegang saham yang merupakan pemilik perusahaan diwakili oleh Dewan Komisaris, sementara dalam hal tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh beberapa Direktur dibawahnya. Baik Dewan Komisaris maupun Direktur Utama dipilih oleh para pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang merupakan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan.



Gambar 4. 3 Diagram Organisasi Perusahaan

4.4.3 Tugas dan Wewenang Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan orang yang memberikan modal untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Sehingga para pemilik saham

juga merupakan pemilik perusahaan. Tugas dan Wewenang pemegang saham adalah sebagai berikut:

- A. Mengangkat dan memberikan Dewan Komisaris dan Direktur
- B. Mengesahkan hasil – hasil usaha dan neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.
- C. Mengedakan Rapat Umum Pemegang Saham minimal satu kali dalam setahun.

Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari – hari dari pemegang saham dan bertanggung jawab penuh kepada pemegang saham. Tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah sebagai berikut.

- A. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan alokasi sumber dana dan pengarahan pemasaran.
- B. Mengawasi tugas – tugas direksi
- C. Membantu direksi dalam tugas – tugas penting.

Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggung jawab penuh terhadap jalannya perusahaan kepada Dewan Komisaris. Tugas dan wewenang Direktur Utama adalah sebagai berikut:

- A. Mengatur dan melaksanakan kebijakan perusahaan
- B. Bertanggung jawab kepada dewan komisaris dan pemegang saham atas pekerjaannya pada akhir jabatannya.
- C. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan kontinuitas hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen serta karyawan.
- D. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan para pemegang saham.
- E. Mengkoordinir Kerjasama antara direktorat bagian dan seksi dibawahnya.

Direktur Utama membawahi beberapa direktorat, antara lain:

- A. Direktorat Teknik dan Produksi

Direktorat Teknik dan Produksi memiliki tugas dan wewenang dalam merumuskan kebijakan Teknik operasi serta mengawasi kesinambungan operasional pabrik. Direktorat Teknik dan produksi membawahi beberapa bagian, antara lain bagian proses dan utilitas, bagian pemeliharaan, listrik dan instrumentasi, serta bagian penelitian, pengembangan dan pengendalian mutu.

B. Direktorat Keuangan dan Pemasaran

Direktorat Keuangan dan Pemasaran memiliki tugas dan wewenang dalam Menyusun dan mengalokasikan anggaran dan pendapatan perusahaan serta melaksanakan kebijakan pemasaran. Direktorat keuangan dan pemasaran membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Keuangan dan Bagian Pemasaran

C. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum

Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum memiliki tugas dan wewenang dalam hal yang berhubungan dengan administrasi, personalia, humas, keamanan, dan keselamatan kerja. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum membawahi beberapa bagian, antara lain Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan, Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia, serta Bagian Umum dan Keamanan.

Kepala Bagian

Setiap dari kepala bagian memiliki tugas dan wewenang dalam mengatur, mengkoordinir dan mengawal pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan dan bertanggung jawab kepada direktorat yang menaunginya. Bagian – bagian tersebut terdiri dari :

A. Bagian Proses dan Utilitas

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pabrik dalam bidang proses, penyediaan bahan baku dan utilitas.

B. Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan, perawatan dan penyediaan fasilitas penunjang kegiatan produksi

C. Bagian penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

D. Bagian Keuangan

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pengelolaan keuangan, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

E. Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab terhadap kegiatan distribusi dan pemasaran produk.

F. Bagian Kesehatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan

Bertanggung jawab terhadap kesehatan dan keselamatan kerja karyawan serta pelestarian lingkungan.

G. Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan administrasi, kesekretariatan dan pengembangan sumber daya manusia

H. Bagian Umum dan Keamanan

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan masyarakat umum serta keamanan perusahaan.

Kepala Seksi

Setiap seksi memiliki tugas dan wewenang dalam melaksanakan pekerjaan dalam lingkungan seksinya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing. Setiap seksi bertanggung jawab kepada bagian yang menaunginya. Seksi-seksi tersebut terdiri dari :

A. Seksi Proses

Bertanggung jawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi dipabrik.

B. Seksi Utilitas

Bertanggung jawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi dipabrik.

C. Seksi pemeliharaan

Bertanggung jawab dalam melakukan perawatan, pemeliharaan dan

penggantian alat – alat serta fasilitas pendukung proses produksi.

D. Seksi Listrik dan Instrumentasi.

Bertanggung jawab dalam memastikan ketersediaan energi listrik dan instrumentasi yang dibutuhkan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik.

E. Seksi Penelitian dan Pengembangan

Bertanggung jawab dalam melaksanakan penelitian dan pengembangan perusahaan.

F. Seksi Labotatorium dan Pengendalian Mutu

Bertanggung jawab dalam melaksanakan pengendalian mutu bahan baku, bahan Pembantu dan Produk.

G. Seksi K3

Bertanggung jawab dalam memastikan kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja diperusahaan

H. Seksi Unit Pengolahan Limbah

Bertanggung jawab dalam melaksanakan pengolahan limbah hasil produksi

I. Seksi Tata Usaha

Bertanggung jawab dalam mengurus kebijakan teknis dibidang administrasi, kesekretiatan, perencanaan dan pelaporan, perlengkapan serta asset perusahaan.

J. Seksi Personalia

Bertanggung jawab dalam melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian dan pengembangan sumber daya manusia.

K. Seksi Hubungan Masyarakat

Bertanggung jawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan dengan pemerintah, masyarakat dan industri – industri lain.

L. Seksi Keamanan

Bertanggung jawab dalam menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

4.4.3 Pembagian Jam Karyawan

Pabrik Sikloheksanon ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari untuk perbaikan, perawatan dan *shutdown*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan dibagi dalam 2 golongan, yaitu karyawan shift dan non shift.

Karyawan Non Shift

Karyawan non shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan harian dalam 1 minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :

A. Hari Senin – Kamis

m Kerja	kl 07.00 – 16.00
m Istirahat	kl 12.00 – 13.00

B. Hari Jumat

m Kerja	kl 08.00 – 16.00
m Istirahat	kl 11.30 – 13.00

Karyawan Shift

Karyawan shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi.

Para karyawan shift akan bekerja bergantian sehari semalam dengan pengaturan sebagai berikut:

- A. Shift Pagi : pkl 07.00 – 15.00
- B. Shift Sore : pkl 15.00 – 23.00
- C. Shift Malam : pkl 23.00 – 07.00

Untuk karyawan shift ini dibagi dalam 4 regu (A/B/C/D) dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat, dan dikarenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapatkan giliran 2 hari kerja pada setiap shift secara berturut-turut kemudian 2 hari libur dan masuk lagi untuk shift berikutnya.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh factor – factor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi dan masalah absensi ini digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan. (Zamani, 1998)

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

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

Keterangan : 1,2,3, dst : Hari ke-
A,B,C,D :Regu kerja Shift
: Libur

4.4.5. Status Karyawan

Pada pabrik bioavtur ini system upah karyawan berbeda – beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut :

A. Karyawan Tetap

Karyawan tetap yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan

keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan dengan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

B. Karyawan Harian

Karyawan harian yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapatkan upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

C. Karyawan Borongan

Karyawan diagnost merupakan karyawan yang bekerja di pabrik atau perusahaan jika diperlukan saja. Karyawan ini menerima gaji borongan untuk suatu pekerjaan yang telah disetujui.

4.4.6. Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan Sikloheksanon ini terbagi menjadi tiga jenis yaitu sebagai berikut:

A. Gaji bulanan

Gaji bulanan merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan dan dibayarkan pada tanggal 1 setiap bulannya.

B. Gaji Harian

Gaji harian merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh dan karyawan Borongan.

C. Gaji Lembur

Gaji lembur merupakan gaji tambahan yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

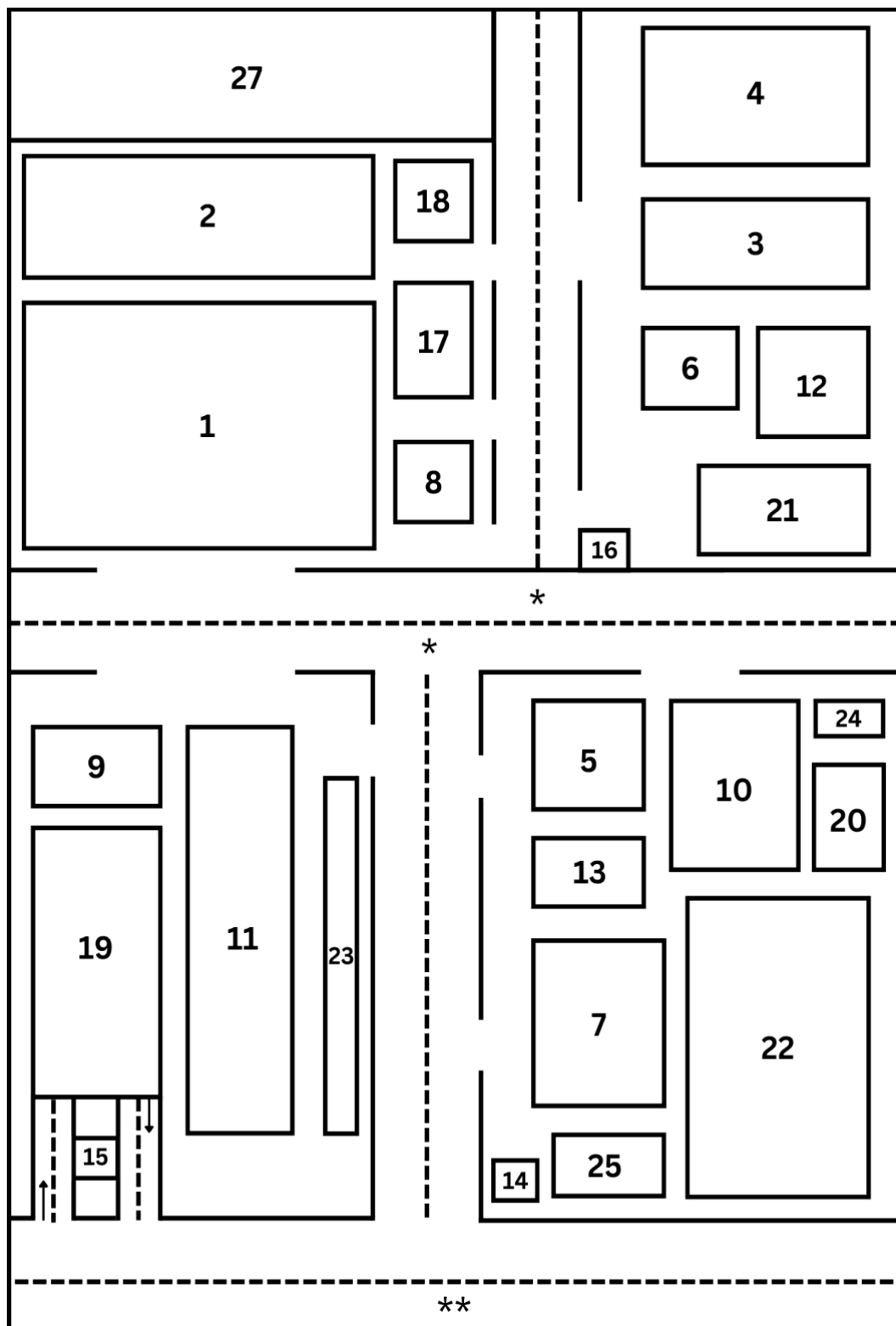
4.4.7. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

Penggolongan jabatan, jumlah karyawan, gaji dapat dilihat pada table :

Tabel 4. 2 Jumlah dan Gaji Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Pendidikan	Total Gaji
1.	Dewan Komisaris	1	S1	IDR. 50.000.000
1.	Direktur Utama	1	S1	IDR. 50.000.000
3.	Direktur Produksi dan Supply Chain	1	S1	IDR. 30.000.000
4.	Direktur Sumber Daya Manusia	1	S1	IDR. 30.000.000
5.	Direktur Keuangan dan Umum	1	S1	IDR. 30.000.000
6.	Staff Ahli	1	S1	IDR. 20.000.000
7.	Ka. Bag. Produksi	1	S1	IDR. 20.000.000
8	Ka. Bag. Teknik	1	S1	IDR. 20.000.000
9	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	S1	IDR. 20.000.000
10	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	S1	IDR. 20.000.000
11	Ka. Bag. Litbang	1	S1	IDR. 20.000.000
12	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	S1	IDR. 20.000.000
13	Ka. Bag. K3	1	S1	IDR. 20.000.000
14	Ka. Bag. Pem. Listrik dan Instrumen	1	S1	IDR. 20.000.000
15	Ka. Sek. Utilitas	1	S1	IDR. 15.000.000
16	Ka. Sek. Proses	1	S1	IDR. 15.000.000
17	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produksi	1	S1	IDR. 15.000.000
18	Ka. Sek. Listrik dan Instrumen	1	S1	IDR. 15.000.000
19	Ka. Sek. Laboratorium	1	S1	IDR. 15.000.000
20	Ka. Sek. Personalia	1	S1	IDR. 15.000.000
21	Ka. Sek. Keuangan	1	S1	IDR. 15.000.000
22	Ka. Sek. Pemasaran	1	S1	IDR. 15.000.000
23	Ka. Sek. Humas	1	S1	IDR. 15.000.000
24	Ka. Sek. Keamanan	1	S1	IDR. 15.000.000

25	Ka. Sek. K3	1	S1	IDR. 15.000.000
26	Karyawan Personalia	5	S1/D3	IDR. 35.000.000
27	Karyawan Humas	5	S1/D3	IDR. 35.000.000
28	Karyawan Keamanan	5	S1/D3	IDR. 35.000.000
29	Karyawan Litbang	5	S1/D3	IDR. 35.000.000
30	Karyawan Pembelian	5	S1/D3	IDR. 35.000.000
31	Karyawan Pemasaran	5	S1/D3	IDR. 35.000.000
32	Karyawan Administrasi	5	S1/D3	IDR. 35.000.000
33	Karyawan Kas/Anggaran	5	S1/D3	IDR. 35.000.000
34	Karyawan Proses	12	S1/D3	IDR. 84.000.000
35	Karyawan Pengendalian	6	S1/D3	IDR. 24.000.000
36	Karyawan Laboratorium	6	S1/D3	IDR. 24.000.000
37	Karyawan Pemeliharaan	6	S1/D3	IDR. 24.000.000
38	Karyawan Utilitas	12	S1/D3	IDR. 84.000.000
39	Karyawan K3	5	S1/D3	IDR. 35.000.000
40	Kepala Operator	8	S1/D3	IDR. 56.000.000
41	Operator	68	S1/D3	IDR. 340.000.000
42	Dokter	2	S1	IDR. 20.000.000
43	Perawat	2	D3	IDR. 10.000.000
44	Satpam	9	SMA/SMK	IDR. 45.000.000
45	Supir	4	SMA/SMK	IDR. 20.000.000
46	Cleaning Service	3	SMA/SMK	IDR. 12.000.000



Gambar 4. 4 Tata Letak Ruangan

Keterangan :

1. Area Proses	1. Parkir Truk	21. Unit Pemadam
2. Area Utilitas	2. Litbang	22. Mess
3. Bengkel	3. Poliklinik	23. Taman 1
4. Gudang Peralatan	4. Pos Keamanan 1	24. Taman 2
5. Kantin	5. Pos Keamanan 2	25. Taman 3
6. Kantor Teknik dan Produksi	6. Pos Keamanan 3	26. Jalan
7. Kantor Utama	7. Control Room	27. Daerah Perluasan
8. Laboratorium	8. Control Room Utilitas	* Jalan Area Pabrik
9. Area Loading/Unloading	9. Jalan Timbang	** Jalan Raya
10. Parkir Utama	10. Masjid	

4.4.8. Ketenagakerjaan

Setiap karyawan mempunyai hak dalam hal ketenagakerjaan seperti yang tertuang dalam peraturan perundang – undangan. Hak – hak tersebut antara lain:

1. Tunjangan – tunjangan karyawan terdiri dari :
 - A. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
 - B. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
 - C. Tunjangan lembur yang diberikan karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
 - D. Tunjangan hari raya (THR), diberikan sebesar nilai satu bulan gaji kepada karyawan setiap tahunnya saat menjelang hari raya Idul Fitri.
2. Hari Libur Nasional

Untuk karyawan harian (*non-shift*), hari libur nasional dihitung sebagai libur kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional dihitung sebagai kerja lembur (*Overtime*).
3. Hak Cuti

Hak cuti karyawan terdiri dari :

- A. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun. Apabila hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang ditahun tersebut.
- B. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter, termasuk kepada karyawan Wanita yang melahirkan.

4. Fasilitas Karyawan

Dalam rangka meningkatkan produktivitas karyawan, perusahaan menyediakan berbagai fasilitas yang dapat digunakan oleh karyawan untuk menjaga kondisi jasmani dan rohani karyawan, sehingga mereka tidak merasa jenuh dalam menjalankan pekerjaan sehari-hari dan kegiatan dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Fasilitas yang disediakan perusahaan meliputi:

A. Poliklinik

Poliklinik disediakan bertujuan untuk menjaga Kesehatan karyawan yang merupakan salah satu hal yang berpengaruh dalam efisiensi produksi pabrik. Poliklinik yang disediakan ditangani oleh dokter dan perawat.

B. Pakaian Kerja

Perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya kepada semua karyawan untuk menghindari kesenjangan antar karyawan. Selain itu, perusahaan menyediakan masker dan berbagai alat pelindung diri (APD) lain sebagai alat pengaman kerja.

C. Makan dan Minum

Makan dan minum disediakan sebanyak satu kali dalam sehari oleh perusahaan yakni pada jam makan siang. Makanan dan minuman direncanakan akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk perusahaan.

D. Tempat Ibadah

Tempat ibadah yang disediakan perusahaan berupa masjid, agar karyawan tetap dapat melaksanakan kewajiban rohani dan aktivitas keagamaan

lainnya.

E. Transportasi

Untuk meringankan beban pengeluaran karyawan, perusahaan menyediakan alat transportasi bagi karyawan yang tidak menggunakan transportasi pribadi berupa shuttle bus. Bus akan beroperasi di beberapa titik tempat tinggal karyawan untuk mengantar dan menjemput karyawan saat akan berangkat dan pulang bekerja.

5. Jaminan Ketenagakerjaan

Perusahaan menyediakan asuransi pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan kerja bagi karyawan yang dikelola oleh Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Tenaga Kerja (JAMSOSTEK).

Ruang lingkup jaminan sosial tenaga kerja meliputi:

A. Jaminan Kecelakaan Kerja

- Biaya pengobatan
- Biaya pemeriksaan, pengobatan dan perawatan
- Biaya rehabilitasi

Santunan berupa uang yang meliputi : santunan sementara tidak mampu bekerja, santunan cacat sebagian atau selama-lamanya, santunan cacat total untuk selama-lamanya baik fisik maupun mental dan santunan kematian .

B. Jaminan Kematian

- Biaya pemakaman
- Santunan berupa uang

C. Jaminan Hari Tua

Jaminan hari tua dibayarkan secara sekaligus atau berkala kepada tenaga kerja karena :

- Telah mencapai usia 55 (lima puluh lima tahun).
- Cacat total tetap setelah ditetapkan dokter.

Dalam hal tenaga kerja meninggal dunia, jaminan hari tua dibayarkan kepada janda atau anak yatim piatu.

D. Jaminan Pemeliharaan Kesehatan

- Rawat jalan tingkat pertama
- Rawat jalan tingkat lanjutan
- Rawat inap
- Pemeriksaan kehamilan dan pertolongan persalinan
- Penunjang diagnostic
- Pelayanan khusus
- Pelayanan gawat darurat

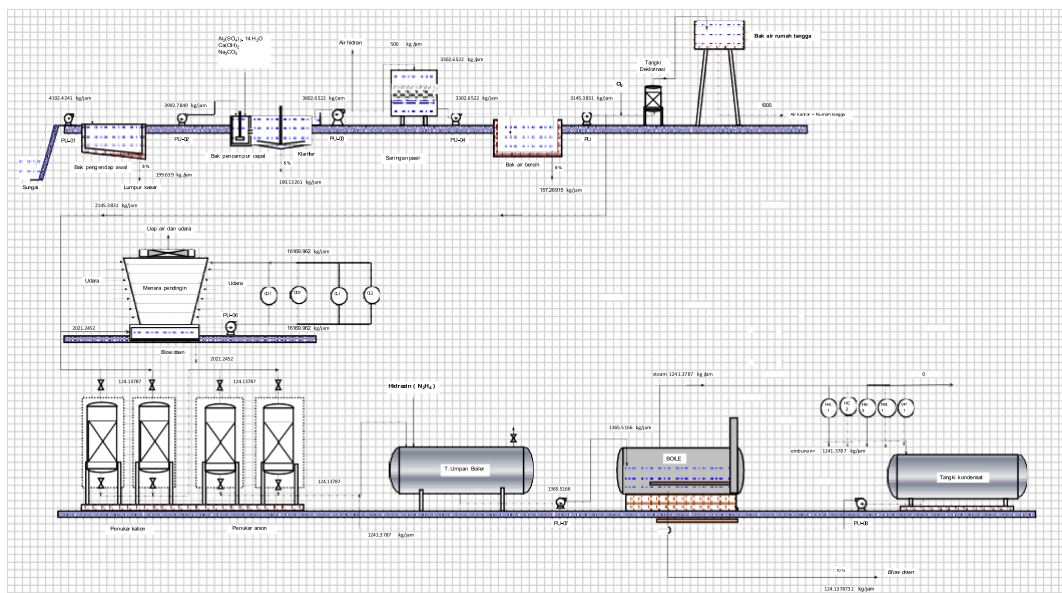
BAB 5

UTILITAS

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

1. Diagram Alir Utilitas
2. Unit penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
3. Unit Pembangkit Steam
4. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
5. Unit Penyediaan Udara Tekan (*Instrument Air System*)
6. Unit Penyediaan Bahan Bakar
7. Unit Pengolahan Limbah

5.1. Diagram Alir Utilitas



Gambar 5.1 Diagram Alir Utilitas

5.2. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air bertugas menyediakan dan mengolah air bersih yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik. Dalam perancangan pabrik sikloheksanon dari fenol dan hidrogen ini sumber air yang digunakan adalah sumber air sungai di daerah Cilegon. Berikut ini beberapa pertimbangan dalam menggunakan air sungai menjadi sumber air.

- A. Pengolahan air sungai relative lebih mudah, sederhana dan relative murah, sedangkan pengolahan air laut lebih rumit dan biaya pengolahannya biasa lebih tinggi karena lebih banyak kandungan garam mineral didalamnya yang perlu dipisahkan.
- B. Air laut merupakan sumber air kontinyu yang tinggi sehingga kekurangan air dapat dihindari.

Berikut ini merupakan kebutuhan air yang diperlukan untuk aktivitas pabrik Sikloheksanon yang akan berdiri di Cilegon, Banten.

5.2.1. Air Kebutuhan Umum

Air Domestik (*Domestic Water*)

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

Dilingkungan pabrik ada 5 mess dan setiap mess diisi 6 orang dan 78 orang pekerja saat di kantor

Jatah air untuk mess : 300 liter / orang x hari
: 375 liter / jam

Jatah air untuk Kantor : 150 liter/orang x hari
 : 7500 kg/hari
 : 312,5 kg/jam

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik

Penggunaan	Jumlah (kg/jam)
Kantor	312,5 kg/jam
Mess	375 kg/jam
Jumlah	687,5 kg/jam

Air Layanan Umum (*Service Water*)

Service water merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan layanan umum seperti bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, masjid dan lain – lain. Kriteria *service water* yang digunakan pada kebutuhan air yang digunakan untuk pemadam kebakaran apabila terjadi timbulnya api atau kebakaran suatu tempat didalam pabrik, kebutuhan air hydrant bersifat kondisional yang sewaktu – waktu dibutuhkan mendesak yang harus dipadamkan apabila terjadi kebakaran. Air sanitasi untuk memenuhi kualitas tertentu yaitu :

A. Syarat fisika meliputi :

- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak Berasa
- Bau : tidak berbau

B. Syarat kimia, meliputi :

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air
- Tidak mengandung bahan beracun
- Tidak mengandung bakteri terutama pathogen yang dapat merubah fisik air

Total perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum (*service water*) dan *hydrant* **687,5 kg/jam.**

Air Pendingin

Air pendingin merupakan air yang digunakan sebagai media pendingin pada proses produksi. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan digunakan air pendingin sebagai media pendingin antara lain :

- A. Air pendingin diperoleh dengan mudah dan dalam jumlah besar.
- B. Mudah dilakukan pengaturan dan pengolahan
- C. Memiliki daya serap terhadap panas persatuan volume cukup tinggi
- D. Tidak terdekomposisi

Namun terdapat beberapa syarat kandungan zat yang tidak diperbolehkan ada dalam air pendingin, seperti :

- A. Besi, karena dapat menyebabkan korosi
- B. Silika, karena dapat menyebabkan kerak
- C. Oksigen terlarut, karena dapat menyebabkan korosi.
- D. Minyak, karena dapat menyebabkan gangguan pada film *corrosion inhibitor*, penurunan *heat exchanger coefficient* dan menimbulkan endapan karena minyak dapat menjadi makanan bagi mikroba.

Kebutuhan air pendingin pada pabrik Sikloheksanon ini perancangan dibuat air make up sebesar **12,5%** maka kebutuhan air make up untuk pendingin menjadi sebesar **2021,25 kg/jam** dan air make up untuk boiler sebesar **10%** massa air make up untuk steam sebesar **842,15 kg/jam**

Tabel 5. 2 Total Kebutuhan Air

Penggunaan		Jumlah kg/jam
Condensor	CD-01	6171,43 kg/jam
Condensor	CD-02	400.00 kg/jam
Cooler	CL-01	202,55 kg/jam
Cooler	CL-02	9395,99 kg/jam
Jumlah		16169,96 kg/jam

5.3. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)

Unit pembangkit steam bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi. Direncanakan boiler menghasilkan steam jenuh (*saturated steam*) pada tekanan 2 atm dan suhu 330 °C.

Tabel 5. 3 Kebutuhan Steam

Penggunaan		Jumlah kg/jam
Heat Exchanger	HE-01	392,72 kg/jam
Heat Exchanger	HE-02	70,14 kg/jam
Heat Exchanger	HE-03	112,44 kg/jam
Reboiler	RB-01	173,63 kg/jam
Vaporizer	VP-01	492,45 kg/jam
Jumlah		1241,38 kg/jam

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

Kebutuhan listrik di pabrik ini diperoleh dari PLN, selain dari PLN listrik cadangan didapatkan dari generator pabrik apabila listrik 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 Proses

NO	Alat	Kode Alat	Daya
----	------	-----------	------

			HP	kWatt
1	Pompa Proses	P-01	1	0,42
2	Pompa Proses	P-02	6,5	4,02
3	Pompa Proses	P-03	0,5	0,03
4	Pompa Proses	P-04	4	2,35
TOTAL			12	6,82

Tabel 5. 5 Daya Alat Utilitas

NO	Alat	Kode Alat	Daya	
			HP	kWatt
1	Pompa Utilitas	P-01	1	0,34
2	Pompa Utilitas	P-02	1,5	0,77
3	Pompa Utilitas	P-03	0.5	0,12
4	Pompa Utilitas	P-04	0.5	0,08
5	Pompa Utilitas	P-05	1	0.51
6	Pompa Utilitas	P-06	2	1,21
7	Pompa Utilitas	P-07	5	3,10
8	Menara Pendingin	CT	2	3,80
9	Bak Pencampur Cepat	RMT	0,5	0,37
10	Klarifier	KL	0,5	0,49
TOTAL			14	10,79

Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik Pabrik

No		Kebutuhan (kWatt)
1	Power Plant	6,82 kWatt
2	Utilitas	10,79 kWatt
4	Penerangan	120 kWatt
5	Kantor	120 kWatt
6	Bengkel Laboratorium	120 kWatt

Jumlah		377,61 kWatt
---------------	--	---------------------

5.5. Unit Penyedia Udara Tekan

Pada unit penyedia udara tekan mempunyai fungsi untuk menyediakan kebutuhan udara yang dibutuhkan semua dari alat controller memenuhi kebutuhan udara tekan untuk alat – alat yang bekerja dengan prinsip pneumatic terutama alat – alat kontrol. Pada dasar proses yang terjadi pada unit ini adalah mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrument udara. Kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 0.05 m³/jam dengan tekanan 4 atm.

5.6. Unit Penyedia Bahan Bakar

Pada unit penyedia bahan bakar bertujuan menyediakan bahan bakar yang dipergunakan pada boiler dan furnace. Bahan bakar yang dibutuhkan sebanyak 105,66 liter/jam

5.7. Unit Pengolahan Limbah

Limbah merupakan bahan sisa buangan dari suatu proses produksi industri pabrik yang sudah tidak terpakai lagi. Pengolahan limbah pabrik Sikloheksanon dari Fenol dan Hidrogen ini terbagi menjadi dua jenis yaitu limbah cair dan limbah gas. Limbah dari proses produksi pabrik harus dikondisikan agar tidak terjadi pencemaran lingkungan seperti kematian ikan, merusak tanaman, keracunan pada hewan, maupun gangguan kesehatan manusia. Limbah ini diolah di Unit Pengolahan Limbah yang menghasilkan sebagai berikut :

5.7.1 Limbah Cair

Limbah cair pabrik ini adalah limbah air pengolahan Sikloheksanon. Limbah air pengolahan Sikloheksanon mengandung hidrokarbon. Limbah seperti ini dapat ditangani dengan metode Oksidasi Basah (*Wet Oxidation*) Metode oksidasi basah dapat diterapkan pada berbagai jenis limbah organik atau anorganik yang dapat dioksidasi dan larut atau tersuspensi dalam air, terutama limbah yang

bersifat racun dan memiliki kadar COD yang tinggi (Mishra dkk., 1995). karena asam formiat dapat membentuk ikatan hidrogen berganda yang kuat dalam air maupun dalam bentuk murni. Oleh karena itu, cara pengolahan limbah dengan Oksidasi basah diperlukan untuk mengolah limbah tersebut agar limbah yang dibuang ke perairan tidak menimbulkan pencemaran.

5.8. Spesifikasi Alat Utilitas

11. Bak Pengendapan Awal

Tabel 5. 7 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	: 121,35 m ³
Waktu tinggal	: 24 jam
Over Design	: 20%

12. Bak Pencampur Cepat

Tabel 5. 8 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	: 0,08 m ³
Waktu tinggal	: 1 menit

Over Design	: 20%
-------------	-------

13. Klarifier

Tabel 5. 9 Spesifikasi Klarifier

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Klarifier
Kode	: KL
Fungsi	: Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran koloid yang terbawa oleh air
Bentuk	: Bak
Bahan	: Beton bertulang
Volume air	: 20,06 m ³
Volume klarifier	: 24,08 m ³
Diameter	: 4 m ³
Waktu tinggal	: 5 jam
Over Design	: 20%

14. Saringan Pasir

Tabel 5. 10 Spesifikasi Saringan Pasir

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Saringan Pasir
Kode	: SF
Fungsi	: Menyaring partikel – partikel halus yang ada didalam sungai
Bentuk	: Bak
Bahan	: Beton bertulang
Kecepatan penyaringan	: 2,44 m ³ /m ²
Luas aliran	: 1,36 m ²
Diameter	: 1,1 m ²

15. Bak Air Bersih

Tabel 5. 11 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	: 31,86 m ³
Panjang	: 4,89 m
Lebar	: 3,26 m
Waktu tinggal	: 8 jam
Over Design	: 20%

16. Bak Air Minum

Tabel 5. 12 Spesifikasi Bak Air Minum

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Bak Air Minum
Kode	: BAM
Fungsi	: Menampung air untuk kantor pelayanan dan perumahan
Bentuk	: Bak persegi panjang
Bahan	: Beton bertulang
Volume air	: 24,12 m ³
Volume bak	: 28,94 m ³
Panjang	: 4,66 m
Lebar	: 3,11 m
Waktu tinggal	: 24 jam
Over Design	: 20%

17. Menara Pendingin

Tabel 5. 13 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 jam
Luas Penampang	: 3,80 m ²
Panjang	: 1,95 m
Lebar	: 1,95 m
Daya Penggerak	: 2 HP

18. Tangki Penukar Kation

Tabel 5. 14 Spesifikasi Tangki Penukar Kation

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki Penukar Kation
Kode	: TK
Fungsi	: Menghilangkan mineral yang masih terkandung dalam air
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume Resin	: 0,02 m ³
Diameter	: 0,28 m
Tinggi Resin	: 0,28 m
Tinggi Tangki	: 0,34 m
Over Design	: 20%

19. Tangki Penukar Anion

Tabel 5. 15 Spesifikasi Tangki Penukar Anion

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki Penukar Anion
Kode	: TA
Fungsi	: Menghilangkan mineral yang masih terkandung dalam air
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume Resin	: 0,006 m ³
Diameter	: 0,19 m
Tinggi Resin	: 0,19 m
Tinggi Tangki	: 0,23 m
Over Design	: 20%

20. Tangki NaCl

Tabel 5. 16 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	: 0,02 m ³
Volume Tangki	: 0,01 m ³
Volume Larutan	: 0,01 m ³
Massa Air	: 11,01 kg
NaCl digunakan	: 0,58 kg
Diameter	: 0,25 m
Tinggi Tangki	: 0,25 m

Over Design	: 20%
-------------	-------

21. Tangki NaOH

Tabel 5. 17 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	: 0,006 m ³
Volume Tangki	: 0,004 m ³
Volume Larutan	: 0,004 m ³
Massa Air	: 21,5 kg
NaOH digunakan	: 0,19 kg
Diameter	: 0,17 m
Tinggi Tangki	: 0,17 m
Over Design	: 20%

22. Tangki Umpan Boiler

Tabel 5. 18 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	: 0,10 m ³
Volume Tangki	: 1,20 m ³

Waktu Tinggal	: 8 jam
Diameter	: 0,8 m
Panjang Tangki	: 2,39 m
Over Design	: 20%

23. Tangki Kondensat

Tabel 5. 19 Spesifikasi Tangki Kondensat

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Tangki Kondensat
Kode	: Tkondensat
Fungsi	: Menyimpan air umpan boiler
Jenis	: Tangki silinder tegak
Bahan	: Baja karbon
Volume air	: 1,25 m ³
Volume Tangki	: 1,50 m ³
Waktu Tinggal	: 1 jam
Diameter	: 0,86 m
Panjang Tangki	: 2,58 m
Over Design	: 20%

24. Kompresor Udara

Tabel 5. 20 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

25. Tangki Silika

Tabel 5. 21 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	: 7,5 kg
Massa Silika Gel	: 377,78 kg
Volume Silika	: 0,31 m ³
Volume Tangki	: 0,37 m ³
Diameter	: 0,78 m
Over Design	: 20%

26. Tangki Udara Tekan

Tabel 5. 22 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	: 1,12 m ³
Diameter	: 1 m
Panjang	: 3 m

27. Boiler

Tabel 5. 23 Spesifikasi Boiler

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Boiler
Kode	: Boiler
Fungsi	: Menguapkan air menjadi steam
Jenis	: Boiler Lorong api
Luas	: 51,35 m ²
BBM diperlukan	: 105,66 liter/jam
Beban Panas Total	: 4178223 kJ/jam
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,06 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,07 m
Panjang Pipa	: 0,3 m

28. Pompa Utilitas

Tabel 5. 24 Spesifikasi Pompa Utilitas I

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-01
Fungsi	: Memompa air sungai ke bak pengendap awal
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 4192,42 kg/jam
Kecepatan Volume Fluida	: 0.001 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 0,54 m/s
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,06 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,05 m
Luas Aliran	: 0,002 m ²
Efisiensi Motor	: 80%

Power Pompa	: 0,45 HP
Power Motor	: 0,5 HP

29. Pompa Utilitas

Tabel 5. 25 Spesifikasi Pompa 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	: 3992,78 kg/jam
Kecepatan Volume Fluida	: 0.001 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 0,51 m/s
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,06 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,05 m
Luas Aliran	: 0,002 m ²
Efisiensi Motor	: 80%
Power Pompa	: 0,79 HP
Power Motor	: 1 HP

30. Pompa Utilitas

Tabel 5. 26 Spesifikasi Pompa Utilitas 3

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-03
Fungsi	: Memompa air dari klarifier ke saringan pasir
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 3802,65 kg/jam

Kecepatan Volume Fluida	: 0.001 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 0,48 m/s
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,06 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,05 m
Luas Aliran	: 0,002 m ²
Efisiensi Motor	: 80%
Power Pompa	: 0,16 HP
Power Motor	: 0,5 HP

31. Pompa Utilitas

Tabel 5. 27 Spesifikasi Pompa Utilitas 4

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-04
Fungsi	: Memompa air dari bak saringan pasir ke bak air bersih
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 3302,65 kg/jam
Kecepatan Volume Fluida	: 0.0009 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 0,42 m/s
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,06 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,05 m
Luas Aliran	: 0,02 m ²
Efisiensi Motor	: 80%
Power Pompa	: 0,08 HP
Power Motor	: 0,5 HP

32. Pompa Utilitas

Tabel 5. 28 Spesifikasi Pompa Utilitas 5

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-05
Fungsi	: Memompa air dari bak air bersih ke tandon air
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 3145,38 kg/jam
Kecepatan Volume Fluida	: 0,001 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 0,40 m/s
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,06 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,05 m
Luas Aliran	: 0,002 m ²
Efisiensi Motor	: 80%
Power Pompa	: 0,67 HP
Power Motor	: 1 HP

33. Pompa Utilitas

Tabel 5. 29 Spesifikasi Pompa Utilitas 6

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-06
Fungsi	: Memompa air dari bak air bersih ke cooling tower
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 16169,96 kg/jam
Kecepatan Volume Fluida	: 0,005 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 0,54 m/s
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,11 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,10 m
Luas Aliran	: 0,008 m ²

Efisiensi Motor	: 82%
Power Pompa	: 1,99 HP
Power Motor	: 2 HP

34. Pompa Utilitas

Tabel 5. 30Spesifikasi Pompa Utilitas 7

Spesifikasi Umum	
Nama alat	: Pompa Utilitas
Kode	: PU-07
Fungsi	: Memompa air dari umpan ke boiler
Jenis	: Pompa sentrifugal
Massa air	: 1365,52 kg/jam
Kecepatan Volume Fluida	: 0,0004 m ³ /s
Kecepatan Aliran	: 0,12 m/s
Diameter Dalam Pipa (Od)	: 0,07 m
Diameter Luar Pipa (Id)	: 0,06 m
Luas Aliran	: 0,003 m ²
Efisiensi Motor	: 80 %
Power Pompa	: 1,03 HP
Power Motor	: 1,5 HP

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan.

Dalam evaluasi ekonomi ini faktor – faktor yang ditinjau adalah:

1. *Return On Investment (ROI)*
2. *Payout Out Time (POT)*
3. *Discounted Cash Flow (Rate DCFR)*
4. *Break Even Point (BEP)*
5. *Shut Down Point (SDP)*

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima factor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)
Meliputi :
 - A. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - B. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)
Meliputi :
 - A. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - B. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan modal
Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :
 - A. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
 - B. Biaya variable (*Variable Cost*)

C. Biaya Mengambang (*Regulated Cost*)

6.1. Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik Sikloheksanon beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari dan tahun evaluasi pada tahun 2026. Didalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2026 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1990 sampai 2026, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 6. 1 Harga 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
19	2026	594,1

(Sumber : chemengonline, Data CEPCI 2022)

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

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, sehingga indeks pada tahun 2026 sebesar = 594,1 Harga – harga alat lainnya ditentukan juga dengan referensi (Peter & Timmerhaus, tahun 1990 dan Aries & Newton, tahun 1995). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan :

$$E_x = E_y \cdot \frac{N_x}{N_y}$$

(Aries & Newton, 1995)

Dalam hubungan ini :

E_x = Harga pembelian pada tahun 2026

E_y = Harga pembelian pada tahun referensi 2014

N_x = Index harga pada tahun 2025

N_y = Index harga pada tahun referensi 2026

6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produk Sikloheksanon : 4800 Ton/tahun

Satu tahun produksi : 330 hari

Umur Pabrik	: 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	2026
Kurs mata uang tahun 2023	: 1US\$: Rp 15,200

6,3, Perhitungan Biaya

1) Capital Investment

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

Capital investment terdiri dari :

A. Fixed Capital Investment

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

B. Working Capital Investment

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

2) Manufacturing Cost

Manufacturing Cost merupakan jumlah Direct, Indirect dan Fixed Manufacturing Cost, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries % Newton Manufacturing Cost meliputi :

A. Direct Cost

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

B. Indirect Cost

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

C. Fixed Cost

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

3) General Expense

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

6.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

1) Percent Return On Investment

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

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

2) Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah :

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

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

3) Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah :

- A. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian)
- B. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapatkan keuntungan.
- C. Kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalam hal ini :

nnual Fixed Manufacturing Cost pada produksi maksimum
nnual Regulated Expenses pada produksi maksimum
nnual Variable Value pada produksi maksimum
nnual Sales Value pada produksi maksimum

4) Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

- A. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain Variable Cost yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit)
- B. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

- C. Level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar Fixed Cost.
 - D. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.
- 5) Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)
- Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:*
- A. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
 - B. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman serta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
 - C. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR:

$$(FC + WC)(1 + i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1 + i)^N + WC + SV$$

Dimana :

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *Salvage Value*

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

N : Umur Pabrik

I : Nilai DCFR

6.5 Hasil Perhitungan

Pendirian pabrik Sikloheksanon ini memerlukan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah layak atau tidaknya pabrik ini didirikan. Hasil perhitungan disajikan pada table dibawah ini :

Tabel 6. 2 Physical Plant Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Harga alat sampai ditempat	\$.1236856	Rp.303746000
2	Instalasi alat	\$.120182	Rp.856 548000
3	Pemipaan	\$.3928	Rp.1069470000
4	Instrumentasi	\$.127720	Rp63063000
5	Isolasi	\$.32380	Rp.105039000
6	Instalasi listrik		Rp.24206000
7	Bangunan		Rp.11686250000
8	Tanah dan perbaikan		Rp.14000000000
9	Utilitas	\$.308032	Rp.5383077000
Physical Plant Cost (PPC)		\$.1829089	Rp.159510403000

$$\begin{aligned}
 \text{Direct Plant Cost (DPC)} &= \text{PPC} + \text{Engineering and Construction} \\
 &= \$2\,194\,918 \\
 &= \text{Rp.191\,412\,484\,000}
 \end{aligned}$$

Tabel 6. 3 Fixed Capital Investment

No	Fixed Capital Investment	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Direct Plant Cost	\$2\,194\,918	Rp.191412484000
2	Upah kontraktor	\$.219 492	Rp.19141248000
3	Biaya tak terduga	\$.329 238	Rp.28711873000
Jumlah		\$.2743648	Rp.239265605000

Tabel 6. 4 Direct Manufacturing Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Bahan baku		Rp.146 026 344 000.
2	Buruh		Rp.4 080 000 000.
3	Supervise		Rp.612 000 000.
4	Pemeliharaan alat	\$192 055	Rp.16 748 592 000.
5	Persediaan alat	\$28 808	Rp.2 512 289 000.
6	Royalty dan patent		Rp.5 669 482 000.
7	Utilitas		Rp.54 111 931 000.
Direct Manufacturing Cost (DMC)		\$220 863	Rp.229 760 638 000.

Tabel 6. 5 Indirect Manufacturing Cost

No	Perihal	Harga (Rp)
1	Payroll Overhead	Rp. 816 000 000.
2	Laboratorium	Rp.816 000 000.
3	Plant Overhead	Rp.4 080 000 000.
4	Kemasan	Rp.56 694 821 000.
5	Distribusi	Rp.7 877 326 000.
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		Rp.70 284 147 000.

Tabel 6. 6 Fixed Manufacturing Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Depresiasi	\$274 365	Rp.23 926 561 000.
2	Pajak Kekayaan		Rp.2 809 690 000.
3	Asuransi	\$27 436	Rp.2 392 656 000.
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		\$301 801	Rp.29 128 907 000

Tabel 6. 7 Manufacturing Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Biaya Pengolahan Langsung	\$.220 863.	Rp.229 760 638 000.
2	Biaya Pengolahan Tidak Langsung		Rp.70 284 147 000.
3	Biaya Pengolahan Tetap	\$.301 801.	Rp.29 128 907 000.
Manufacturing Cost (MC)		\$.522 664.	Rp.329 173 692 000.

Tabel 6. 8 Working Capital

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Inventory Bahan Baku		Rp.12 168 862 000.
2	Inventory Bahan Dalam Proses	\$.792.	Rp. 498 748 000.
3	Inventory Produk	\$.43 555.	Rp.27 431 141 000.
4	Kredit Perluasan	\$.87 111.	Rp.54 862 282 000.
5	Persediaan Tunai	\$. 43 555.	Rp.27 431 141 000.
Working Capital (WC)		\$.175 013.	Rp.122 392 174 000.

Tabel 6. 9 General Expenses

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Administrasi		Rp.17 008 446 000.
2	Sales dan Promosi		Rp.11 338 964 000.
3	Penelitian dan Pengembangan		Rp.14 173 705 000.
4	Finansial	\$.116 746	Rp.28 932 622 000.
General Expenses (GE)		\$.116 746	Rp.71 453 737 000.

Tabel 6. 10 Analisa Keuntungan

No	Perihal	Harga (Rp)
1	Hasil Penjualan	Rp.566 948 207 000.
2	Biaya Produksi	Rp.410 346 461 000
3	Laba sebelum pajak	Rp.156 601 746 000
4	Laba sesudah pajak	Rp.125 281 397 000
5	Pajak Pendapatan (20%)	Rp.31 320 349 000.
Analisa Keuntungan		

Analisa Kelayakan

Penjualan :

- 1 Sikloheksanon
 - Produksi : 4800 Ton/tahun
 - Harga Jual : Rp.121.600
 - Total Penjualan : Rp.566.948.207.000

A. Return Of Investment

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

ROI sebelum pajak 55,733 %

ROI sesudah pajak 44,486 %

B. Pay Out Time

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

POT sebelum pajak : 1,15 tahun

POT sesudah pajak 1,32 tahun

C. Break Even Point

Tabel 6. 11 Annual Fixed Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Depresiasi	\$. 274 365	Rp.23 926 561 000
2	Pajak Kekayaan		Rp.2 809 690 000
3	Asuransi	\$. 27 436	Rp.2 392 656 000
Annual Fixed Cost (Fa)		\$.301 801	Rp.29 128 907 000.

Tabel 6. 12 Variable Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Bahan Baku		Rp.146 026 344 000
2	Kemasan		Rp.56 694 821 000
3	Utilitas		Rp.54 111 931 000
4	Distribusi		Rp.7 877 326 000.
5	Royalty dan Patent		Rp.5 669 482 000
Variable Cost (Va)			Rp.270 379 904 000

Tabel 6. 13 Regulated Cost

No	Perihal	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Buruh		Rp.4 080 000 000
2	Payroll overhead		Rp.4 080 000 000
3	Plant overhead		Rp.816 000 000
4	Supervisi		Rp.612 000 000
5	Laboratorium		Rp. 816 000 000
6	Pengeluaran umum	\$. 116 746.	Rp.71 453 737 000
7	Pemeliharaan alat	\$. 192 055	Rp.16 748 592 000
8	Persediaan alat	\$.28 808.	Rp.2 512 289 000
Regulated Cost (Ra)		\$. 337 609	Rp.101 118 618 000

Tabel 6. 14 Sales Cost

No	Nama Produk	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Sikloheksanon		Rp.566 948 207 000
Sales Cost (sa)			Rp.566 948 207 000

Dari table diatas dapat disimpulkan :

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

$$BEP = 42.35 \%$$

D. Shut Down Point (SDP)

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

$$SDP = 14.35 \%$$

E. Discounted Cash Flow Rate

Umur Pabrik	: 10 Tahun
Fixed Capital Investment	: Rp.406 021 419 000
Working Capital	: Rp.125 052 372 000
Salvage Value (SV)	: Rp.151 686 250 000
Cash Flow	: Annual Profit + Depresiasi + Finansial
	: Rp.184 085 467 000

$$(FC + WC)(1 + i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1 + i)^N + WC + SV$$

$$R = S$$

Dengan *trial and error* diperoleh nilai $i = 38.29 \%$

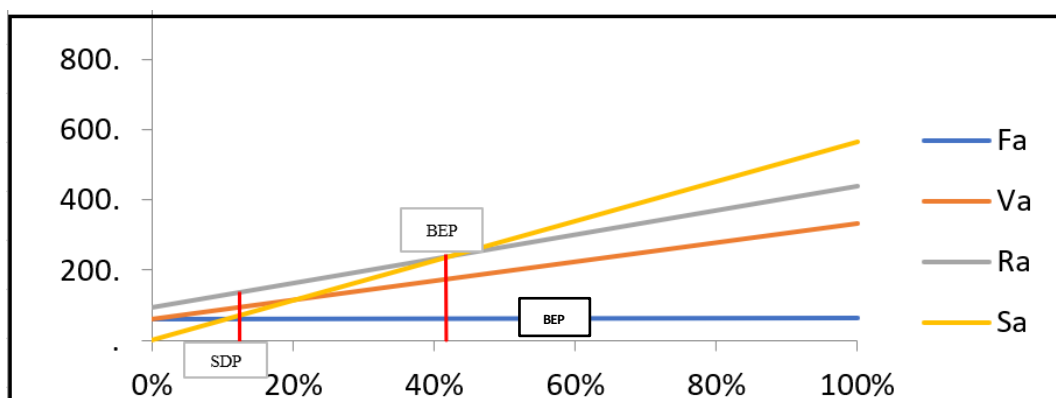
Tabel 6. 15 Analisa Kelayakan

No	Kriteria	Terhitung	Persyaratan
1	ROI sebelum pajak	55,736 %	Minimal 44 %
2	ROI sesudah pajak	44,589 %	
3	POT sebelum pajak	1,152	Maksimal 2 tahun
4	POT sesudah pajak	1,322	
5	BEP (%)	42,351 %	40 – 60 %
6	SDP (%)	14,346	
7	DCFR (%)	38,287 %	>8%(dari bunga bank)

Dari table diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik Sikloheksanon ini layak didirikan dengan hasil analisis menunjukan bahwa pabrik ini memiliki tingkat resiko tinggi (*high risk*) dengan *Return Of Investment* (ROI) minimal sebesar 44%, *Pay Out Time* (POT) maksimal sebesar 2 tahun, dan *Break Even Point* (BEP) sebesar 40 – 60%.

Hasil kalkulasi kelayakan ekonomi pendirian pabrik Sikloheksanon dari fenol dan hidrogen dapat dipahami melalui grafik sebagai berikut :

Gambar 6. 1 Grafik Break Even Point



6.6 Resiko Pabrik

Suatu pabrik harus dilihat risikonya apakah pabrik beresiko tinggi (*High Risk*) atau beresiko rendah (*Low Risk*). Resiko pabrik dapat ditinjau dari berbagai parameternya yang dapat dilihat dari table 6.16. Analisa Resiko Pabrik

Tabel 6. 16 Analisa Resiko Pabrik

No	Parameter Resiko	Deskripsi	Risk	
			Low	High
1	Kondisi Operasi	Suhu maksimal yang digunakan 392,23°C		√
		Tekanan maksimal yang digunakan 2 atm	√	√
2	Bahan baku Yang digunakan			
	Fenol	Toksisitas : Irritant		√
		Explosion Limits : lower 1,3% upper 8,6 %	√	
		Flamability : Cairan yang mudah terbakar		√
		Stabilitas : stabil pada suhu kamar	√	
	Hidrogen	Toksisitas : Irritant		√
		Explosion Limits : lower 18,3% upper 59 %		√
		Flamability : gas yang tidak mudah terbakar	√	
		Stabilitas : stabil pada suhu kamar	√	
3	Sifat produk yang dihasilkan			
	Sikloheksanon	Toksisitas : irritant		√
		Explosion Limits : lower 1,2% upper 8,1%	√	
		Flamability : Cairan dan uap mudah terbakar		√
		Stabilitas : Stabil di suhu kamar	√	
4	Regulasi pemerintah	Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan	√	

		Kerja Perkantoran dan Industri Dan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja Menetapkan Baku mutu emisi atau nilai ambang batas (NAB) untuk : CO = 29 mg/m³ CO₂ = 9000 mg/m³ Kebijakan pemerintah dalam bidang investasi, pemerintah masih membuka kesempatan investasi bagi industri Sikloheksanon di Indonesia. Hal ini terlihat dalam Daftar Negatif Investasi (DNI) yang tertuang dalam Perpres No.44 tahun 2016 Bahwa Sikloheksanon tidak termasuk dalam bidang usaha yang tertutup mutlak bagi penanam modal, sehingga masih terbuka peluang investasi untuk PMDN maupun PMA		
5	Keberadaan Pabrik	Pabrik Sikloheksanon dari fenol dan hidroen belum didirikan di Indonesia		√

Melihat parameter pada table 6.16, maka pabrik Sikloheksanon dikategorikan sebagai pabrik dengan resiko tinggi (*High Risk*)

BAB VII PENUTUP

7.1. Kesimpulan

1. Pabrik sikloheksanon ini didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi impor, memberi lapangan pekerjaan, dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik sikloheksanon dari fenol dan hidrogen dengan kapasitas 4.800 ton/tahun ini akan didirikan di Cilegon, Banten dengan pertimbangan dekat dengan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, ketersediaan air dan listrik serta mempunyai prospek yang baik karena lokasinya dekat dengan Kawasan industri. Membutuhkan bahan baku fenol dan hidrogen sekitar 618,56055 kg/jam.
3. Berdasarkan analisis ekonomi, maka didapatkan hasil sebagai berikut :
 - a. Laba yang diperoleh

Laba sebelum pajak sebesar	156 601 746 000
Laba setelah pajak (20%) sebesar	125 281 397 000
 - b. *Return On Investment* (ROI) : 55.736 %
 - c. *Pay Out Time* (POT) : 1,15 tahun
 - d. *Break Even Point* (BEP) : 42.351%
 - e. *Shut Down Point* (SDP) : 14.346 %
 - f. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) : 38.287 %
4. Reaktor yang digunakan fixed bed multitube dengan alasan reaksi yang digunakan dalam fase gas dan katalisnya padat lalu menggunakan banyak pipa (Multitube) dengan alasan reaksi berlangsung dalam suhu yang tinggi 330°C dengan tujuan mengendalikan suhu yang berlangsung di reaktor.
5. Ditentukan tekanan 2 atm dengan alasan ingin mempercepat laju reaksi yang berjalan dan ingin menentukan tinggi reaktor yang digunakan.

Menentukan suhu 330°C ditentukan dari jurnal Alexandre C. Dimian and Costin Sorin Bildea.

6. Pabrik sikloheksanon dengan tekanan 2 atm dan suhu 330°C ini layak untuk didirikan dengan hasil analisis menunjukkan bahwa pabrik ini memiliki tingkat resiko tinggi (*high risk*) dengan *Return Of Investment* (ROI) minimal sebesar 44 % per tahun, *Pay Out Time* (POT) maksimal sebesar 2 tahun, dan *Break Even Point* (BEP) sebesar 40 – 60 %. Bahan baku yang digunakan cenderung mudah terbakar, mudah dalam penyimpanan dan pengolahannya lalu proses berlangsung pada tekanan yang tinggi sehingga dibutuhkan tingkat keamanan yang terjamin.

7.2. Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik – pabrik kimia yang ramah lingkungan.

Produk sikloheksanon dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Haitamy, M. N., Kariosentono, H., Prayitno, A., Setiamika, M., Nurwati, I., Riswiyanto, R. C. A., & Brahmadi, A. (2024). Exploring the anti-inflammatory effects of *Nigella sativa* on cyclooxygenase-2 through the nuclear factor-kappa B pathway in an *Aspergillus niger*-induced otitis externa mouse model. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 15(4), 341-345.
- Nigro, N. D., Vaitkevicius, V. K., & Considine Jr, B. (1974). Combined therapy for cancer of the anal canal: a preliminary report. *Diseases of the Colon & Rectum*, 17(3), 354-356.
- Yaws, Carl L. "Chemical properties handbook: physical, thermodynamic, environmental, transport, safety, and health related properties for organic and inorganic chemicals." (*No Title*) (1999).
- Haley, R. W., Hom, J., Roland, P. S., Bryan, W. W., Van Ness, P. C., Bonte, F. J., ... & Kurt, T. L. (1997). Evaluation of neurologic function in Gulf War veterans: a blinded case-control study. *Jama*, 277(3), 223-230.
- Dimian, Alexandre C., Costin Sorin Bildea, and Anton A. Kiss. *Applications in design and simulation of sustainable chemical processes*. Elsevier, 2019.
- DATA, R. (2005). Material Safety Data Sheet (MSDS). *emergency*, 1300(500), 250.
- Peters, M. S., K. D. Timmerhaus, and R. E. West. "Heat-Transfer Equipment—Design and Costs." *Plant Design and Economics for Chemical Engineers* 5 (2004).
- Chemla, Denis, et al. "Total arterial compliance estimated by stroke volume-to-aortic pulse pressure ratio in humans." *American journal of physiology-Heart and circulatory physiology* 274.2 (1998): H500-H505.
- Saputro, E., Sanjoyo, B. A., & Ramadhanti, W. (2022). Cost Estimation of Distillation Unit at Dimethyl Ether Plant Based on Production Capacity. *BIOMEJ*, 2(1).
- Bludszuweit, C. (1995). Three-Dimensional numerical prediction of stress loading of blood particles in a centrifugal pump. *Artificial organs*, 19(7), 590-596.
- Alibaba. 2020. Price of cyclohexanone. <http://www.alibaba.com/>.
- Google Maps. 2025. My Maps. <http://www.maps.google.com/>. Diakses pada Tanggal 23 februari 2025 Pukul 20.31 WIB.

Perry's, R.H., and Green, D., 1999, Perry's Chemical Engineer's Hand Book, 7th edition, Mc. Graw Hill Book Company Inc., New York.

McKetta, J. J., and W.A. Cunningham., 1976, Encyclopedia of Chemical Processing and Design. New York: Marcen Dekker Inc.

Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D., 1991, Plant Design and Economics for Chemical Engineers 4th Ed. New York: McGraw-Hill Book Company.

Ulrich, G.D., 1984, A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics, John Wiley and Sons, Inc., New York.

Ulrich, G.D., 1984, A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics, John Wiley and Sons, Inc., New York.

Yaws, 1979, Thermodynamic and Physical Properties Data, Mc Graw Hill Book Co., Singapore.

LAMPIRAN 1

PERANCANGAN REAKTOR

1. Perancangan Reaktor

Jenis	: Fixed Bed Multitube Reaktor
Fungsi	: Tempat terjadinya fenol, hydrogen dan air menjadi sikloheksanon
Kondisi Operasi	
Suhu	: 330 °C
Tekanan	: 2 atm
Konversi	: 98%
Reaksi	: Eksotermis, Non adiabatik, Non Isothermal
Tujuan Perancangan	: 1. Menentukan jenis reaktor 2. Menghitung neraca massa 3. Menghitung neraca panas 4. Perancangan reactor

Neraca Massa Raktor

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/Jam	Kg/Jam
H ₂	36.76	12.50
H ₂ O	5.82	5.82
C ₆ H ₁₀ O	- 0	594.48
C ₆ H ₅ OH	575.98	5.76
Total	618.56	618.56

Reaksi yang terjadi didalam reactor



A. Menentukan jenis reaktor

Dipilih reaktor 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 reaktor
- Umur katalis panjang 12-15 bulan
- Membutuhkan sedikit perlengkapan bantu
- Konstruksi reaktor fixed bed multitube lebih sederhana jika dibandingkan dengan reaktor fluidized bed sehingga biaya pembuatan, operasional, dan perawatannya relative murah.
- Pengendalian suhu relative mudah karena menggunakan tipe shell and tube.

Pada perancangan reaktor ada beberapa asumsi yang diambil :

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

B. Menghitung Neraca Massa

Komponen	Masuk		Keluar	
	Kg/Jam	Kmol/Jam	Kg/jam	Kmol/jam
H ₂	36.76	18.38	12.50	6.25
H ₂ O	5.82	0.32	5.82	0.32
C ₆ H ₁₀ O	0.00	0.00	594.48	6.07
C ₆ H ₅ OH	575.98	6.13	5.76	0.06
Total	618.56	24.83	618.56	12.70

Reaksi yang terjadi di reaktor



Pembentukan persamaan matematis

Neraca massa untuk $C_6H_{10}O$ dalam elemen volume Δv

Kecepatan massa $C_6H_{10}O$ masuk - Kecepatan massa $C_6H_{10}O$ keluar + $C_6H_{10}O$ yang terbentuk dalam sistem = Akumulasi

$$F_a|_z - F_a|_{z+\Delta z} + (-r_a)\Delta v = 0$$

$$F_a|_z - F_a|_{z+\Delta z} = -(-r_a)\Delta v$$

$$\lim_{\Delta z \rightarrow 0} \frac{F_a|_z - F_a|_{z+\Delta z}}{\Delta z} = -(-r_a)\pi d^2/4$$

$$-dF_a/dz = -(-r_a)\pi d^2/4$$

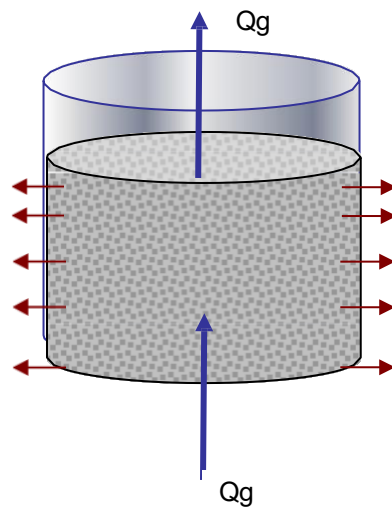
$$-dF_{a0}(1 - x_a)/dz = -(-r_a)\pi d^2/4$$

$$F_{a0} dx_a/dz = -(-r_a)\pi d^2/4$$

$$dx_a/dz = (-(-r_a)\pi d^2/4) / F_{a0}$$

C. Neraca Panas

- Neraca panas dalam elemen volume



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

$$Q_g|_z - Q_g|_{z+\Delta z} + Q_r - Q_{pp} = 0$$

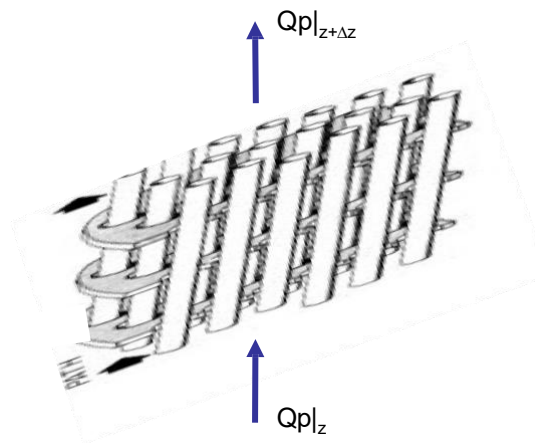
$$Q_r = (-r_1) \cdot \Delta h_{r1} \cdot (\pi \cdot Id^2/4) \cdot \Delta z$$

$$-dQ_g/dz = -[(-r_1) \Delta h_{r1} - (-r_2) \Delta h_{r2}] (\pi Id^2/4) - U_d \cdot (\pi Od) (T_g - T_p)$$

$$Q_g = \sum f g_i c_{pg_i} (T_g - T_{reff})$$

$$dT_g/dz = [(-r_1) \Delta h_{r1} - (r_2) \Delta h_{r2}] \pi I_d^2 / 4 - U_d * (\pi O_d) (T_g - T_p) / f g_i c_{pg_i}$$

- Neraca panas untuk media pendingin



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

$$Q_{p|z} - Q_{p|z+\Delta z} + U_d \pi N_{\text{pipa}} (T_g - T_p) = 0$$

$$-dQ_p/dz = -U_d \pi N_{\text{pipa}} (T_g - T_p)$$

$$Q_p = f_{\text{mass}p} c_{pp} (T_p - T_{reff})$$

$$d f_{\text{mass}p} c_{pp} (T_p - T_{reff}) / dz = U_d \pi N_{\text{pipa}} (T_g - T_p)$$

$$dT_p/dz = U_d \pi N_{\text{pipa}} (T_g - T_p) / f_{\text{mass}p} c_{pp}$$

- Penurunan tekanan

Persamaan penurunan tekanan dihitung dengan persamaan Tallmagade

(Bird, R.B., " Transport Phenomena ", ed 2, halaman 191)

$$\frac{dP_t}{dz} = \left[150 \left(\frac{1-\epsilon}{Re_p} \right) + 4.2 \left(\frac{1-\epsilon}{Re_p} \right)^{1/6} \right] \left(\frac{1-\epsilon}{\epsilon^3} \right) \frac{G p^2}{\rho D p}$$

Dengan hubungan:

D_p : Diameter katalis [m]

G_p : Flux massa [kg/m²s]

Re_p : Bilangan Reynold

P_t : Tekanan [Bar]

ϵ : Porositas katalis

ρ : Rapat massa gas [kg/m³]

- penyelesaian secara matematis

penyelesaian secara matematis menggunakan cara runge kutta

$z_0 = z_{awal}$ ' inisialisai tebal tumpukan katalis [m]

$x_{a0} = x_{aawal}$ ' inisialisai konversi ke 1

$x_{b0} = x_{bawal}$ ' inisialisai konversi ke 2

$T_{g0} = T_{gawal}$ ' inisialisai suhu operasi [K]

$T_{p0} = T_{pawal}$ ' inisialisai suhu pendingin [K]

$P_{t0} = P_{tawal}$ ' inisialisai tekanan operasi [atm]

konstanta Rungge Kutta ke 1

Call PD(x_{a0} , x_{b0} , T_{g0} , T_{p0} , P_{t0})

$k_{11} = dx_{adz} * \Delta z$ ' konstanta Rungge Kutta ke 1 terhadap konversi ke 1

$k_{12} = dx_{bdz} * \Delta z$ ' konstanta Rungge Kutta ke 1 terhadap konversi ke 2

$l_1 = dT_{gdz} * \Delta z$ ' konstanta Rungge Kutta ke 1 terhadap suhu operasi

$m_1 = dT_{pdz} * \Delta z$ ' konstanta Rungge Kutta ke 1 terhadap suhu pendingin

$n_1 = dP_{tdz} * \Delta z$ ' konstanta Rungge Kutta ke 1 terhadap tekanan operasi

konstanta Rungge Kutta ke 2

Call PD($x_{a0} + k_{11} / 2$, $x_{b0} + k_{12} / 2$, $T_{g0} + l_1 / 2$, $T_{p0} + m_1 / 2$, $P_{t0} + n_1 / 2$)

$k_{21} = dx_{adz} * \Delta z$ ' konstanta Rungge Kutta ke 2 terhadap konversi

$k_{22} = dx_{bdz} * \Delta z$ ' konstanta Rungge Kutta ke 2 terhadap konversi

$l_2 = dT_{gdz} * \Delta z$ ' konstanta Rungge Kutta ke 2 terhadap suhu operasi

$m_2 = dT_{pdz} * \Delta z$ ' konstanta Rungge Kutta ke 2 terhadap suhu pendingin

$n_2 = dP_{tdz} * \Delta z$ ' konstanta Rungge Kutta ke 2 terhadap tekanan operasi

konstanta Rungge Kutta ke 3

Call PD(xa0 + k21 / 2, xb0 + k22 / 2, Tg0 + l2 / 2, Tp0 + m2 / 2, Pt0 + N2/2)

k31 = dxadz * delz ' konstanta Rungge Kutta ke 3 terhadap konversi

k32 = dxbdz * delz ' konstanta Rungge Kutta ke 3 terhadap konversi

l3 = dTgdz * delz ' konstanta Rungge Kutta ke 3 terhadap suhu operasi

m3 = dTpdz * delz ' konstanta Rungge Kutta ke 3 terhadap suhu pendingin

n3 = dPtdz * delz ' konstanta Rungge Kutta ke 3 terhadap tekanan operasi

konstanta Rungge Kutta ke 4

Call PD(xa0 + k31, xb0 + k32, Tg0 + l3, Tp0 + m3, Pt0 + n3)

k41 = dxadz * delz ' konstanta Rungge Kutta ke 4 terhadap konversi

k42 = dxbdz * delz ' konstanta Rungge Kutta ke 4 terhadap konversi

l4 = dTgdz * delz ' konstanta Rungge Kutta ke 4 terhadap suhu operasi

m4 = dTpdz * delz ' konstanta Rungge Kutta ke 4 terhadap suhu pendingin

n4 = dPtdz * delz ' konstanta Rungge Kutta ke 4 terhadap tekanan operasi

Perhitungan ke pertambahan tebal berikutnya

z0 = z0 + delz

xa0 = xa0 + (k11 + 2 * k21 + 2 * k31 + k41) / 6

xb0 = xb0 + (k12 + 2 * k22 + 2 * k32 + k42) / 6

Tg0 = Tg0 + (l1 + 2 * l2 + 2 * l3 + l4) / 6

Tp0 = Tp0 + (m1 + 2 * m2 + 2 * m3 + m4) / 6

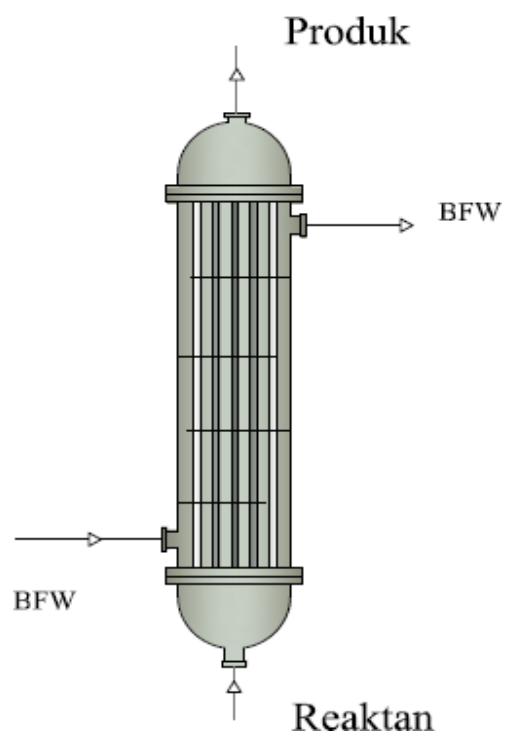
Pt0 = Pt0 + (n1 + 2 * N2 + 2 * n3 + n4) / 6

Mwav = fmassint / fmolint

Hasil run runge kutta

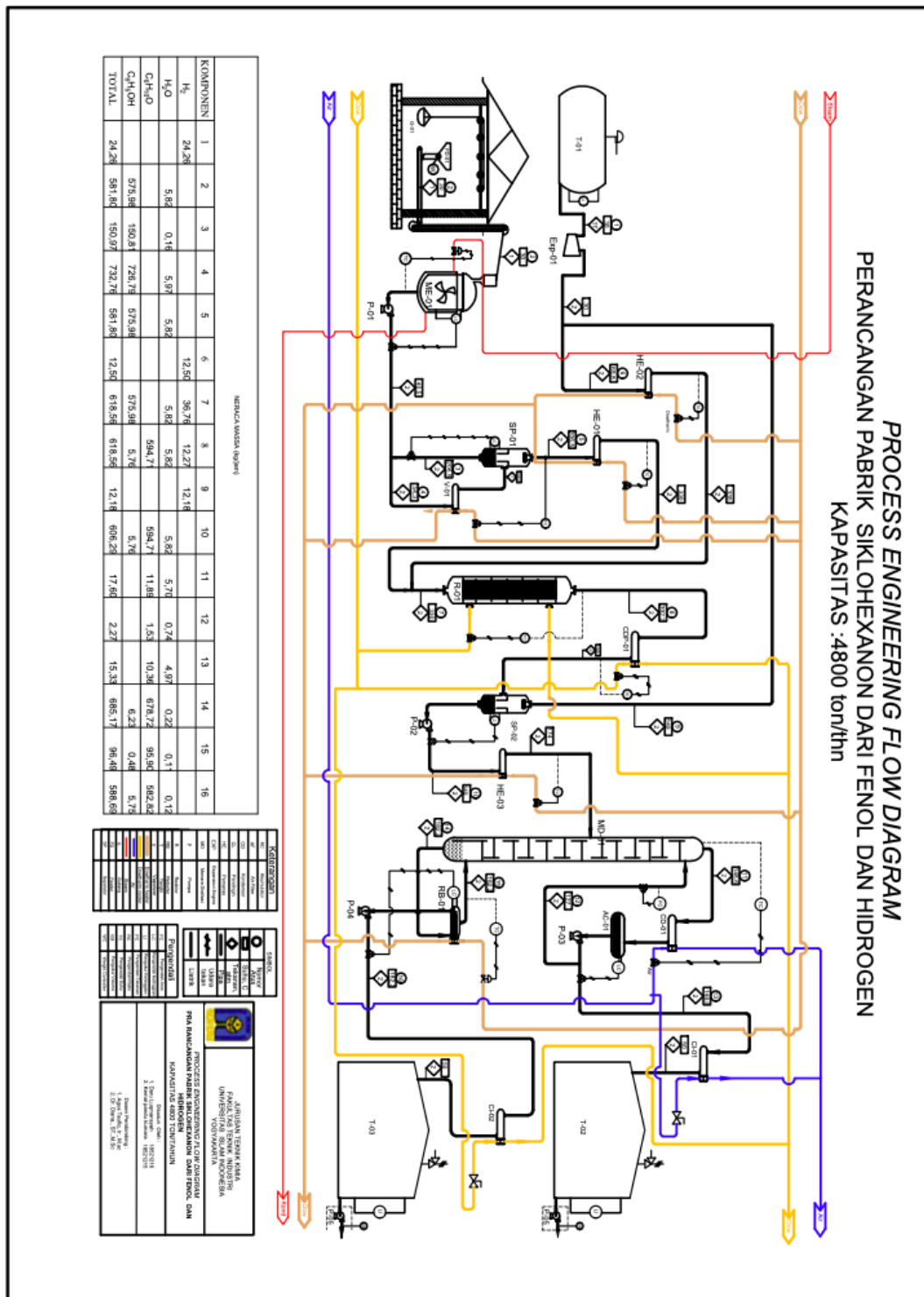
Tebal	Tp [C]	Tg [C]	Tp [C]	Pt [atm]	dELHR1
0	0	330	350	2.000	-28127.108
0.1	0.60896825	379.3184202	358.2086127	2.000	-26886.873
0.2	0.73345724	383.8704791	368.751734	2.000	-27335.499
0.3	0.79780435	385.2180269	375.5573175	2.000	-27468.454

0.4	0.83875342	386.1099008	379.8377311	2.000	-27556.485
0.5	0.86756375	386.900503	382.6371052	2.000	-27634.543
0.6	0.88908083	387.616443	384.5677081	2.000	-27705.248
0.7	0.90580056	388.2512044	385.9691939	2.000	-27767.949
0.8	0.91916361	388.8048896	387.0317807	2.000	-27822.653
0.9	0.93007028	389.2840537	387.8656854	2.000	-27870.003
1	0.93911721	389.6978365	388.5377101	2.000	-27910.897
1.1	0.94671812	390.0555545	389.0903545	2.000	-27946.255
1.2	0.95317043	390.3656489	389.5519581	2.000	-27976.909
1.3	0.95869432	390.6353748	389.9422377	2.000	-28003.575
1.4	0.96345684	390.8708214	390.2754237	2.000	-28026.853
1.5	0.96758732	391.0770524	390.5621081	2.000	-28047.245
1.6	0.97118771	391.2582716	390.8103796	2.000	-28065.164
1.7	0.97433956	391.4179774	391.0265484	2.000	-28080.957
1.8	0.97710897	391.5590944	391.2156251	2.000	-28094.913
1.9	0.97955018	391.68408	391.3816494	2.000	-28107.273
2	0.98170807	391.7950112	391.5279198	2.000	-28118.244
2.1	0.98362019	391.8936533	391.6571597	2.000	-28128.000
2.2	0.98531816	391.9815143	391.7716396	2.000	-28136.690
2.3	0.98682878	392.0598892	391.8732685	2.000	-28144.442
2.4	0.98817498	392.1298951	391.9636629	2.000	-28151.367
2.5	0.9893764	392.1925	392.0442016	2.000	-28157.559
2.557	0.99000304	392.2252004	392.086159	2.000	-28160.793



LAMPIRAN 2

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM



LAMPIRAN 3