

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
ISOPREN DARI PROPILEN
KAPASITAS 75.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Oleh:

Nama	: Danang Eko Saputro	Nama	: Firdaus Anton Saputra
No. MHS	: 99521075	No. MHS	: 99521020

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

2006

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA ISOPREN DARI PROPYLEN KAPASITAS 75.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Danang Eko Saputro Nama : Firdaus Anton Saputra
No. MHS : 99521075 No. MHS : 99521020

Tugas akhir ini telah disahkan dan disetujui

Pada tanggal Juli 2006

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



DR. H. Farham HM. Saleh, MSIE

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
ISOPREN DARI PROPILEN
KAPASITAS 75.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Danang Eko Saputro Nama : Firdaus Anton Saputra
No. MHS : 99521075 No. MHS : 99521020

**Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai
Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**

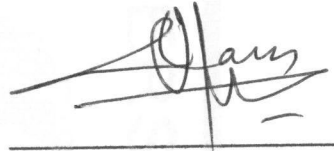
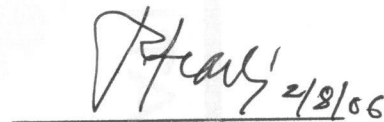
Yogyakarta, Juli 2006

Tim penguji,

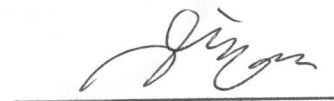
Dr. Ir. Farham HM Saleh, MSIE
Ketua

Ir. Muhadi Ayub Wasitho, M.Eng
Penguji I

Diana, ST, M.Sc
Penguji II



2/8/06

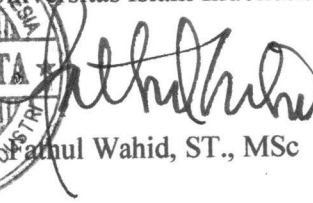


Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia




Fatmuh Wahid, ST., MSc

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr,Wb

Puji Syukur kehadiran ALLAH SWT. Atas karunia – Nya sehingga Pra rancangan Pabrik Isopren dari Propilen dengan kapasitas 75.000 ton/tahun dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Allah SWT atas Rahmat dan Karunia – Nya
2. Rasulullah Muhammad SAW, sang pembawa cahaya bagi manusia
3. Bapak Fathul Wahid, ST. MSc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
4. Ibu Dra. Kamariah Anwar.MS, selaku Kepala Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
5. Bapak DR. Farham HM.Saleh, MSIE, selaku Dosen Pembimbing dalam Pra rancangan Pabrik Kimia.
6. Orang tua kami yang selalu ikhlas memberikan motifasi dan dukungan kepada kami.
7. Semua pihak yang berhubungan dengan penyelesaian tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Kami menyadari bahwa tulisan dan isi laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kami sangat mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pembaca untuk kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata , kami berharap semoga susunan tugas akhir ini dapat berguna untuk kalangan mahasiswa pada khususnya, dan pembaca pada umumnya.

Wabillahittaufiq wal hidayah

Wassalamualaikum Wr.Wb

Jogjakarta, Juli 2006

Penulis

MOTTO

*Dia membiarkan dua larutan mengalir, yang keduanya bertemu, (tetapi) diantara keduanya
ada batas yang tidak bisa dilewati oleh masing – masingnya.*

(QS Ar Rahman : 19 – 20)

*YANG PALING BERANI ADALAH MEREKA YANG PUNYA TUJUAN PALING
JELAS DAN BERTINDAK MENYONGSONGNYA*

(THUCYDIDES)

*Yang ada di depan kita dan di belakang kita hanyalah masalah kecil dibanding yang ada di
dalam diri kita, dan apabila yang ada di dalam itu kita bawa keluar kejayaan bisa terjadi*

(Henry david Thoreau)

PERESEMBAHAN KU UNTUK YANG SELALU ADA UNTUKKU:

- PAPA DAN MAMAKU, Bp. Drs. SASONKO DAN IBU ESTY MAHARSI, yang selalu memberikan motivasi dan dukungan, serta doa untukku, semoga aku bisa membalas budi kalian berdua.
- Ibu Endang Ratih yang telah membuat ku bisa melihat dunia ini, dan menjadi yang terbaik untukmu
- Alm mbah kakung Dwijosoemargono dan mbah putri yang telah mengasuh dan membimbing ku dari SMU
- Mba ema, Mba yayuk dan dik Bondan kamu adalah saudara - saudara terbaikku semoga kalian bisa menjadi yang terbaik
- Ana Diah dwipayani terimakasih atas kebersamaannya selama ini, semoga kamu bisa menjadi wanita yang perkasa
- Resty Istia Wardani, kamu adalah seseorang yang bisa merubah ku, menemukan hal yang baru, mengembalikanku ke jalan yang terbaik, aku berdoa semoga kamu bisa terus dekat dengan ku
- Bapak DR. Farham HM. Saleh MSE, terima kasih atas wejangan dan bantuannya pak. bapak dosen terbaikku
- Firdaus anton saputra, hei teman ayo cepat kita udah tua.
- Anak-anak kos G + R 'boim, luky, sarno, feby, polo, agus tek si, sugi, dan banyak lagi yang tidak bisa aku sebutin nih. Terima kasih dan newmenin selama 7 tahun di jogja sama banget ya, dan terima kasih buat pinjaman sepatu ama baju nya ya.
- Levi, sahabat sekaligus teman baru q u are my best friend.
- Mah sum, pak sukar, dan bang kimpul terima kasih atas segalanya selama di yogya

- Semua orang yang mengenal aku, warga kampung sodadi, seakan berat meninggalkan rumah keduaku.
- Dosen - dosen Teknik Kimia UJI
- Teman - teman ku angkatan 99 udah pada lulus ya, selamat menempuh hidup baru.

DAFTAR ISI

	hal
Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Pegesahan Penguji.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Motto.....	vi
Persembahan.....	vii
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel.....	x
Daftar gambar.....	xi
Abstraksi.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	1
BAB II PERENCANAAN PRODUK	
2.1 Spesifikasi Produk.....	7
2.2 Spesifikasi Bahan.....	8
2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu.....	8
2.4 Pengendalian Kualitas.....	9
BAB III PERANCANGAN PROSES	
3.1 Uraian Proses.....	11

3.2 Metoda Penentuan Perancangan.....	12
3.3 Spesifikasi Alat.....	16
3.4 Perencanaan Produksi.....	35
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	
4.1 Lokasi Pabrik.....	37
4.2 Tata Letak Pabrik.....	39
4.3 Tata Letak Alat.....	44
4.4 Perawatan.....	46
4.5 Utilitas.....	49
4.6 Organisasi Perusahaan.....	71
4.7 Evaluasi Ekonomi.....	94
BAB V PENUTUP.....	125
5.1 Kesimpulan.....	125
DAFTAR PUSTAKA.....	xiii
LAMPIRAN.....	xiv

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Neraca massa Total.....	12
Tabel 3.2 Neraca massa Reaktor.....	13
Tabel 3.3 Neraca massa Reaktor 2.....	13
Tabel 3.4 Neraca massa Reaktor 3.....	14
Tabel 3.5 Neraca massa Menara Distilasi 1	14
Tabel 3.6 Neraca massa Separator 1	15
Tabel 3.7 Neraca massa Separator 2	15
Tabel 3.8 Neraca Panas	15
Tabel 4.1 Kebutuhan Air Pendingin	52
Tabel 4.2 Kebutuhan Steam.....	53
Tabel 4.3 Kebutuhan Perkantoran dan Service.....	53
Tabel 4.4 Rencana Pembagian Jam Kerja Karyawan	84
Tabel 4.5 Jabatan dan Prasyarat.....	85
Tabel 4.6 Rencana Pengupahan Tenaga Kerja berdasarkan Golongan..	87
Tabel 4.7 Perkembangan Indeks Harga.....	95
Tabel 4.8 Purchased Equipment Cost (PEC) Alat Proses.....	97
Tabel 4.9 Purchased Equipment Cost (PEC) Alat- Alat Utilitas.....	100
Tabel 4.10 Harga Alat- alat Utilitas yang dibuat di Lokasi Pabrik (local)	101
Tabel 4.11 Total Biaya Utilitas	106
Tabel 4.12 Labour Cost	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar Tata Letak Pabrik.....	44
Gambar Tata Letak Alat Proses.....	46
Gambar Diagram Alir Kuantitatif.....	48
Gambar Diagram Alir kualitatif.....	49
Gambar Unit Pengolahan air.....	54
Gambar Struktur Organisasi.....	82
Gambar Grafik BEP.....	124

ABSTRAKSI

Pabrik isopren dari propilen dengan kapasitas 75.000 Ton/ Tahun, direncanakan akan didirikan didaerah Cilegon Jawa Barat, diatas tanah seluas 50.000 m² dengan kerja 187 orang.

Isopren dibuat dari propilen dengan tiga tahapan proses utama yaitu proses dimerisasi Propilen menjadi 2-metil-1-pentene pada fase uap didalam reactor fixed bed dengan menggunakan katalisator tri-propil Alumunium pada suhu 480° K dan tekanan 15,4 atm. Tahap kedua adalah proses Isomerisasi 2-metil-1-pentene menjadi 2-metil-2-pentene pada fase uap yang dilakukan didalam reactor fixed bed dengan katalisator Silica-Alumina pada suhu 460° K dan tekanan 20 atm. Tahap ketiga yaitu proses proses perengkahan 2-metil-2-pentene menjadi isoprene dan gas metana yang dilakukan didalam reactor Furnace pada suhu 650° C dan tekanan 5 atm dan untuk pemurnian produk digunakan menara destilasi.

Bahan baku yang diperlukan adalah propilen dengan kemurnian 95% sebanyak 15.113,9 Kg/jam. Air yang diperlukan sebanyak 79.303,065 kg/jam yang diolah dari sungai krenceng Cilegon. Kebutuhan steam sebanyak 6.115,687 kg/jam dipenuhi dari sebuah boiler dan kebutuhan listrik sebesar 280 Kwatt dibangkitkan dari generator.

Pabrik Isopren dari propilen memerlukan modal tetap Rp 155.665.158.500 dan modal kerja Rp 406.305.399.600 dengan BEP = 42,25 %, SDP = 22,704 % dan POT setelah pajak = 1,64 tahun dan DCF = 27,34 %.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini kebutuhan akan bahan-bahan kimia semakin meningkat, untuk memenuhi kebutuhan tersebut perlu diusahakan berdirinya industri-industri yang mendukung terpenuhinya kebutuhan tersebut.

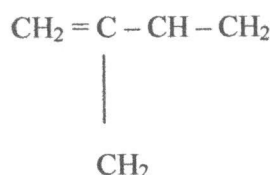
Isopren merupakan bahan kimia yang banyak digunakan dalam industri pembuatan karet sintesis. Sebagaimana halnya karet alam yang merupakan *cis Polyisopren* 90 % atau lebih dalam karet sintesis akan menjadikan sifat-sifat karet sintesis mendekati sifat karet alam.

Mengingat kebutuhan isopren di dalam negeri masih import, maka dengan dibangunnya pabrik ini berarti mengurangi ketergantungan isopren dari negara lain. Di samping itu dapat menambah pemasukan keuangan negara dari sektor pajak, mengurangi jumlah pengangguran dan memacu timbulnya industri-industri lain yang menggunakan isopren sebagai bahan bakunya.

1.2. Tinjauan Pustaka

Isopren pada suhu ruang merupakan cairan yang tidak berwarna, tidak larut dalam air, tetapi mudah larut di dalam alkohol, ether dan pelarut organik yang lain. Kegunaan daripada isopren yang sangat berarti adalah untuk bahan baku pembuatan karet sintesis.

Pada tahun 1860 William mengatakan bahwa isopren diambil dari produk *Pyrolysis* karet alam, para ahli telah berupaya mengulangi proses untuk membuat karet dari isopren. Pada tahun 1879, Bouchartdat membuat karet sintesis isopren dengan mengolah asam Hydrocloric tetapi tidak berhasil, pada tahun 1954 – 1955 diketahui bahwa struktur karet alam hampir sama dengan poly (*cis*-1,4 isoprene). Pada awal tahun 1949 polyisopren dengan kadar 90% telah disintesis menggunakan katalis lithium. Pada tahun 1884, struktur isopren baru dikenal yaitu :



Isopren atau 2-metil-1,3-Butadiena termasuk grup diolefin yang tidak berwarna dan tidak mudah menguap. Dalam skala komersial pertama-tama diperkenalkan dan dikembangkan oleh *Goodyear Tire and Rubber Company* dan *Scientific Design Company*.

Macam-macam pembuatan isopren

Ada 5 proses yang memungkinkan pengembangan industri isopren, tiga di antaranya digolongkan sebagai proses sintesis dan dua yang lainnya digolongkan tipe refinery.

A. Tipe sintesis meliputi :

1. Metil Etil Keton Formaldehid

Dalam proses ini atom karbon formaldehide dalam reaksi kondensasi. Akhirnya atom karbon hidroksi keton dihidrogenasi menjadi glikol dan glikol dihidrogenasi menjadi isopren.

2. Aceton – Acetilen

Atom karbon acetilen dikombinasi dengan atom karbon aceton dalam reaksi kondensasi menghasilkan metil butinol, lalu dihidrogenasi menjadi butenol kemudian dihidrogenasi menjadi isopren.

3. Isobutilen – Formaldehide

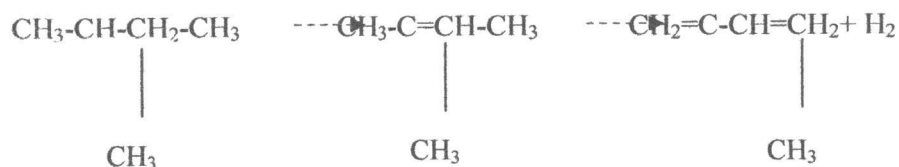
Isibutilen direaksikan menjadi formaldehide dalam reaksi kondensasi menjadi dimetil dioksal kemudian diuraikan menjadi isopren, formaldehide dan air.

B. Tipe Refineri meliputi :

1. Proses Hodry Dehydrogenasion

Berdasarkan Digresanmo (1961) bahan baku yang digunakan adalah isopentana dan proses yang dipakai adalah Dchydrogenation.

Reaksinya adalah sebagai berikut :



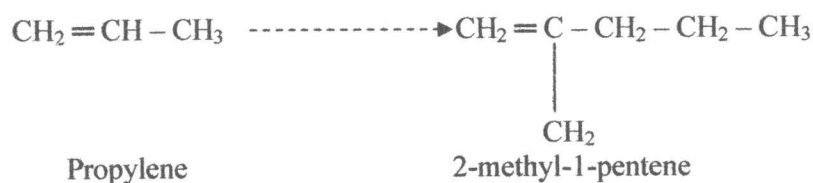
Reaksi di atas adalah berlangsung secara eksotermis, proses Dehydrogenation tersebut dilakukan dalam reaktor Fixed Bed Multitubular dengan menggunakan katalisator Anromia Alumina pada temperatur $538^{\circ}\text{C} - 621^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 1 – 5 Atm. Kemudian produk isopren diperoleh dengan pemurnian pada menara distilasi.

2. Proses Goodyear

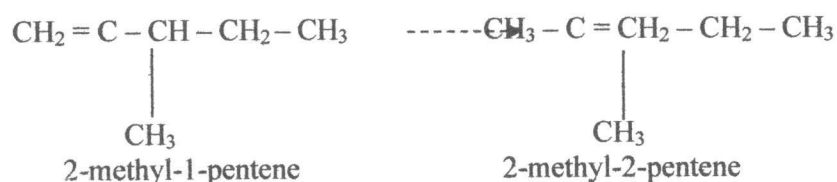
Berdasarkan garman (1965) bahan baku yang dipergunakan adalah Propylene. Prosesnya terdiri dari tiga langkah antara lain : Dimerization, Isomerization dan Perengkahan.

Reaksinya adalah sebagai berikut :

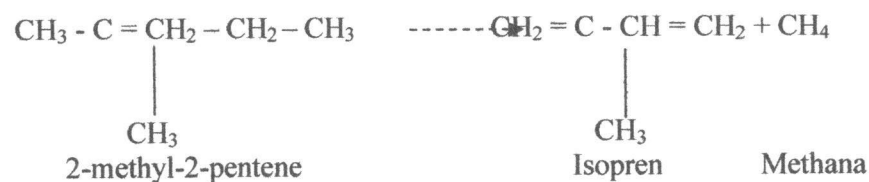
a Dimerization



b Isomerization



c Perengkahan



Dari penelitian yang dilakukan oleh *Goodyear Tire and Rubber Company* dan *Scientific Design Company* diketahui bahwa Propylene Dimer Pyrolysis merupakan proses yang lebih layak dari proses-proses lain. Hal ini ditinjau dari bahan baku propilen yang mudah didapat dalam jumlah yang besar. Hampir semua isopren yang diproduksi dipergunakan untuk bahan dasar pembuatan *cis* Polyisopren, *trans* Polyisopren dan *butyl rubber*.

Karet alam adalah 100 % *cis* Polyisopren sedangkan sintesis *cis* Polyisopren mempunyai 90 % atau lebih unit isopren dalam konfigurasi *cis*, sehingga sifat-sifatnya hampir mendekati dengan sifat-sifat karet alam.

Bila dilihat dari segi ekonomis, menurut *Goodyear Tire and Rubber Company* dan *Scientific Design Company*, capital cost dari sintesis *cis* Polyisopren lebih rendah dibandingkan capital cost dari styrene butadiene rubber (SBR). Hal ini merupakan suatu proyek yang cerah untuk dikembangkan dalam menghadapi persaingan karet alam dan sintesis.

Proses dimerisasi propilen dikembangkan oleh *Goodyear Tire and Rubber Company* dan *Scientific Design Company*, dalam tiga tahap. Dimulai dengan tahap dimerisasi propilen menjadi 2-metil-1-pentena. Kondisi proses kontinyu pada tekanan 200 – 300 psi, temperatur 150 – 250 °C yang dilakukan pada reaktor fixed bed multibular dengan menggunakan katalisator tri-propil Aluminium. Pada kondisi ini tingkat konversi mencapai 98,5 %.

Tahap kedua adalah proses isomerisasi 2-metil-1-pentena menjadi 2-metil-2-pentena pada kondisi tekanan 250 – 300 psi dan temperatur 150 – 250 °C. Reaksi dilakukan secara kontinyu dalam reaktor fixed bed multibular

dengan menggunakan katalisator Silica alumina. Pada kondisi ini tingkat konversi dapat mencapai 93 %.

Tahap terakhir proses ini adalah perengkahan 2-metil-2-pentena. Reaksi ini terjadi dalam sebuah reaktor cracking furnace menggunakan temperatur reaksi antara 650 – 850 °C. Gas hasil reaksi dilewatkan dalam sistem Quencher untuk mengalami perengkahan lebih lanjut menjadi isopren dan methana, kemudian isopren dimurnikan dengan destilasi menjadi polymerization grade isopren.

Selanjutnya dipilih proses Goodyear dengan pertimbangan bahwa proses Goodyear merupakan proses yang lebih layak dari proses- proses yang lain yang mempunyai tekanan dan temperatur yang sesuai.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. SPESIFIKASI PRODUK

1. Hasil Utama

Isopren (C_5H_8)

Rumus Molekul : $CH_2C(CH_3)CHCH_2$

Komposisi : 99 %

Boiling Point, $^{\circ}C$: 34,1

Melting Point pada 1 atm, $^{\circ}C$: - 145,9

Kenampakan : Cairan

Density, lb/cuft : 42,81

Berat Molekul : 68,11

Critical Temperature, $^{\circ}C$: 211,1

Critical Pressure, atm : 37,4

Panas Laten Penguapan, BTU/lb : 156

2. Hasil Sampling

a. Methana (CH_4)

Kenampakan : Gas

Boiling Point : - 161,4

Density, lb/cuft : 16,6

b. 2-metil-2-penten

Kenampakan : Cairan

Boiling Point : 67,5

Density, lb/cuft : 41,25

c. Propana (C_3H_8)

Kenampakan : Cairan

Boiling Point, $^{\circ}C$: - 47,5

Density, lb/cuft : 31,68

2.2. SPESIFIKASI BAHAN

2.2.1 Spesifikasi Bahan Baku

Propylene ($CH_3CH=CH_2$)

Kenampakan : Gas yang tidak berwarna dan sedikit berbau

Berat Molekul : 42

Boiling Point, $^{\circ}C$: - 47,7

Melting Point, $^{\circ}C$: - 185

Density, lb/cuft : 31,94

Critical temperatur, $^{\circ}C$: 91,9

Critical pressure, atm : 45,4

Critical density, g/ml : 0,233

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

Katalisator $SiO_2 - Al_2O_3$

Komposisi : 90% SiO_2 - 10 % Al_2O_3

Kenampakan : Padatan

Density, lb/cuft : 173,78

Melting point, °C	: 36,5
Katalisator Tripropil Alumunium	
Kenampakan	: Padatan
Bentuk	: Silinder
Panas jenis, Kcal/Kg °C	: 83
Densitas pda 1 atm 25 °C, kg/m ³	: 830

2.4 PENGENDALIAN KUALITAS

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kulaitas bahan baku yang diperoleh. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diaharapkan. Evaluasi yang digunakan yaitu standard yang hamper sama dengan standar Amerika yaitu ASTM 1972.

Adapun parameter yang diukur adalah :

- a. Kemurnian dari bahan baku Propylene
- b. Kandungan di dalam Propylene
- c. Kadar air
- d. Kadar pengotor

2.4.2 Pengendalian Kualitas Produk

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan produksi diharapkan dapat menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar

jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian kualitas sebagai berikut :

a. Pengendalian kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor/analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan Kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain - lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi, selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi, karena diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Bahan baku propilen gas dengan komposisi 95% mol propilen dan 5% mol propana diumpankan ke vaporizer untuk menaikkan suhu dan mengubah fase cair ke fase uap sebagai umpan reaktor dimerisasi (R-01). Reaktor yang digunakan adalah reaktor fixed bed dengan menggunakan katalisator tri-propil Alumunium, pada kondisi operasi suhu 280°C dan tekanan 15,4 atm.

Gas hasil reaktor dilewatkan kondensor dan dipisahkan pada separator (S-01). Hasil atas berupa propilen dan propana yang tidak bercaksi digunakan sebagai bahan bakar pada furnace. Hasil bawah berupa 2-metil-1metil-pentena diumpankan pada reaktor fixed bed (R-02) dengan katalis *silica alumina*.

Di dalam reaktor terjadi proses isomerisasi 2-metil-1-pentena menjadi 2-metil-2-pentena dengan suhu operasi 260°C dan tekanan 20 atm. Gas yang dihasilkan ini kemudian direngkahkan dalam reaktor furnace (R-03) menjadi isopren dan metana dengan suhu operasi 650°C , agar tidak mengalami perengkahan lebih lanjut gas yang akan keluar dari reaktor furnace dilewatkan Menara Quencher diimbunkan pada kondensor dan dipisahkan pada separator (S-02). Hasil atas ditampung sebagai hasil samping berupa cairan methane dan propana.

Hasil bawah sebagai umpan menara distilasi (MD-01) untuk memisahkan isopren dari fraksi beratnya. Hasil atas menara distilasi diembunkan pada kondensor dan didinginkan pada cooler untuk ditampung sebagai produk utama pada tangki penampung (T-04). Hasil bawah menara ditampung pada tangki penampung hasil samping (T-05).

3.2 METODA PENENTUAN PERANCANGAN

Setting perencanaan pendirian pabrik Isopren dari bahan baku Propylene dengan kapasitas 75.000 ton/tahun meliputi Neraca massa, Neraca panas dan spesifikasi alat.

3.2.1 Neraca Massa

Tabel 3.1 Neraca Massa Total (satuan dalam kg/jam)

Komponen	Masuk	Keluar
C ₃ H ₆	14.324.,1	286,48
C ₃ H ₈	789,8	789,8
2M1P	-	1.973,81
2M2P	-	003,19
C ₅ H ₈	-	9.277,69
CH ₄	-	2.182,97
TOTAL	15.113,9	15.113,9

3.2.2 Neraca Massa Peralat

Tabel 3.2 Neraca Massa Reaktor 01 (satuan dalam kg/jam)

Komponen	Masuk	Keluar
C ₃ H ₆	14.324,10	286,48
C ₃ H ₈	789,80	789,80
2M1P	-	14.037,62
Total	15.113,90	15.113,90

Tabel 3.3 Neraca Massa Separator 1 (satuan dalam kg/jam)

Komponen	Umpan	Produk Atas	Produk Bawah
C ₃ H ₆	286,48	82,57	203,91
C ₃ H ₈	789,80	504,04	285,76
2M1P	14.037,62	924,78	13.112,83
TOTAL	15.113,90	1.511,39	13.602,50

Tabel 3.4 Neraca Massa Reaktor 02

Komponen	Masuk	Keluar
C ₃ H ₆	203,91	203,91
C ₃ H ₈	285,76	285,76
2M1P	13.112,83	1.049,03

Lanjutan Tabel 3.4 Neraca Massa Reaktor 02

2M2P	-	12.063,80
Total	13.602,50	13.602,50

Tabel 3.5 Neraca Massa Reaktor 03

Komponen	Masuk	Keluar
C ₃ H ₆	203,91	203,91
C ₃ H ₈	285,76	285,76
2M1P	1.049,03	1.049,03
2M2P	12.063,80	603,19
CH ₄	-	2.182,97
C ₅ H ₈	-	9.277,64
Total	13.602,50	13.602,50

Tabel 3.6 Neraca Massa Separator 2 (satuan dalam kg/jam)

Komponen	Masuk	Produk Atas	Produk Bawah
C ₃ H ₆	203,91	203,91	1.049,03
C ₃ H ₈	285,76	285,76	603,19
2M1P	1.049,03	2.182,97	9.227,64
2M2P	603,19	-	-
CH ₄	2.182,97	-	-

Lanjutan Tabel 3.6 Neraca Massa Separator 2 (satuan dalam kg/jam)

C ₅ H ₈	9.277,64	-	-
TOTAL	13.602,50	2.672,64	10.929,86

Tabel 3.7 Neraca massa Menara Distilasi 01 (satuan dalam kg/jam)

Komponen	Umpan	Produk Atas	Produk Bawah
2MIP	1.049,03	142,02	907,01
2M2P	603,19	142,02	461,17
C ₅ H ₈	9.277,64	9.185,66	91,98
Total	10.929,86	9.469,70	1.460,16

3.2.3 NERACA PANAS

1. Vaporizer (Vp – 01)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
C ₃ H ₆	= 1.808.246,148	C ₃ H ₆	= 2.248.252,711
C ₃ H ₈	= 95.170,850	C ₃ H ₈	= 118.329,090
Q Steam	= 2.954.647,284	Q recycle	= 236.658,180
	+	Q latent	= 2.254.824,301+
Total	= 4.858.004,282	Total	= 4.858.004,282

2. Heater (He - 01)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
C_3H_6	= 4.390.335,797	C_3H_6	= 5.649.888,377
C_3H_8	= 231.070,305	C_3H_8	= 297.362,546
Q Steam	= 1.325.844,821 +		+
Total	= 5.947.250,923	Total	= 5.947.250,923

3. Reaktor (R-01)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
C_3H_6	= 5.649.888,377	C_3H_6	= 108.031,555
C_3H_8	= 297.362,546	C_3H_8	= 297.833,434
ΔH_{RT}	= 7.945.219,560	2M1P	= 5.293.583,915
		Q pendingin	= 7.905.562,163
	+	Losses	= 387.459,416 +
Total	= 13.892.470,483	Total	= 13.892.470,483

4. Condensor (CD-01)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
		Uap	
C_3H_6	= 52.026,99	C_3H_6	= 22.879,023
C_3H_8	= 143.439,039	C_3H_8	= 139.622,622
2M1P	= 2.549.340,814	2M1P	= 256.243,948

		Cair	
		C_3H_6	= 26.030,126
		C_3H_8	= 36.478,686
		2M1P	= 1.673.917,982
	+	Q pendingin	= 589.594,459 +
Total	=	2.744.806,846	Total = 2.744.806,846

5. Vaporizer (Vp-02)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
C_3H_6	= 26.030,126	C_3H_6	= 33.281,389
C_3H_8	= 36.478,686	C_3H_8	= 46.640,624
2M1P	= 1.673.917,982	2M1P	= 2.140.224,588
Q steam	= 2.180.115,828	Q recycle	= 610.838.895
	+	Q latent	= 1.535.557,126 +
Total	= 3.916.542,622	Total	= 3.916.542,622

6. HEATER (HE-02)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
C_3H_6	= 56.299,390	C_3H_6	= 60.608,748
C_3H_8	= 78.902,680	C_3H_8	= 84.937,256
2M1P	= 3.620.501,557	2M1P	= 4.585.189,620
Q steam	= 975.031,897 +		+
Total	= 4.730.735,624	Total	= 4.730.735,624

7. REAKTOR (R-02)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
C_3H_6	= 60.608,748	C_3H_6	= 54.385,374
C_3H_8	= 84.937,256	C_3H_8	= 76.215,803
2M1P	= 4.585.189,620	2M1P	= 279.789,560
Δ HRT	= 1.515.736,944	2M2P	= 3.217.567,928
		Q pendingin	= 2.323.096,991
		+ Losses	= 149.870,908+
Total	= 6.100.926,564	Total	= 6.100.926,564

8. FURNACE (R-03)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
C_3H_6	= 54.385,374	C_3H_6	= 134.322,879
C_3H_8	= 76.215,803	C_3H_8	= 188.240,429
2M1P	= 279.789,560	2M1P	= 691.033,936
2M2P	= 3.217.567,928	2M2P	= 397.343,031
Beban panas furnace:		CH_4	= 2.888.001,154
	= 21.568.456,810	C_5H_8	= 7.214.023,062
		Δ HRT	= 12.309.995,570
		+ Losses	= 1.373.455,414 +
Total	= 25.196.415,475	Total	= 25.196.415,475

9. Menara Quencher (QC-01)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
C ₃ H ₆	= 134.322,879	C ₃ H ₆	= 36.145,679
C ₃ H ₈	= 188.240,429	C ₃ H ₈	= 50.654,648
2M1P	= 691.033,936	2M1P	= 185.954,107
2M2P	= 397.343,031	2M2P	= 106.923,213
CH ₄	= 2.888.001,154	CH ₄	= 386.959,607
C ₅ H ₈	= 7.214.023,062	C ₅ H ₈	= 1.644.579,220
Oil	= 300.730,404	Oil atas	= 847.647,144
		Oil bawah	= 8.554.831,277 +
<hr/>		<hr/>	
Total	= 11.813.694,895	Total	= 11.813.694,895

10. Cooler (CI-01)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
Oil	= 847.647,144	Oil	= 30.073,040
		Q pendingin	= 817.574,104 +
<hr/>		<hr/>	
Total	= 847.647,144	Total	= 847.647,144

11. Cooler (CI-02)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
Oil	= 4.810.840,724	Oil	= 169.455,433
		Q pendingin	= 4.641.385,291 +
<hr/>		<hr/>	
Total	= 4.810.840,724	Total	= 4.810.840,724

12. Condensor (CD-02)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
C_3H_6	= 36.145,679	Cair	
C_3H_8	= 50.654,648	2M1P	= 19.433,649
2M1P	= 185.954,107	2M2P	= 11.724,236
2M2P	= 106.923,312	C_5H_8	= 145.022,094
CH_4	= 386.959,607	Uap	
C_5H_8	= 1.644.579,220	C_3H_6	= 7.237,465
		C_3H_8	= 9.681,575
		CH_4	= 203.387,855
		+ Q pendingin = 2.014.729,600 +	
Total = 2.411.216,474		Total = 2.411.216,474	

13. MENARA DISTILASI (MD-01)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
		Hasil bawah	
2M1P	= 19.433,649	2M1P	= 25.956,874
2M2P	= 11.724,236	2M2P	= 13.847,308
C_5H_8	= 145.022,094	C_5H_8	= 2.221,308
Q pemanas	= 1.193.999,472	Hasil atas	
		2M1P	= 2.553,773
		2M2P	= 2.679,454
		C_5H_8	= 139.371,735

$$\begin{array}{rcl}
 & & + \quad Q_{cd} = 1.183.549,735 + \\
 \hline
 \text{Total} & = 1.370.179,452 & \text{Total} = 1.370.179,452
 \end{array}$$

14. Cooler (CI-03)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
2M1P	= 2.553,773	2M1P	= 2.086,410
2M2P	= 2.679,454	2M2P	= 2.189,097
C ₅ H ₈	= 179.371,300	C ₅ H ₈	= 114.823,161
		+	Q Pendingin = 25.505,859 +
Total	= 144.604,527	Total	= 144.604,527

15. Cooler (CI-03)

Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)	
2M1P	= 25.956,874	2M1P	= 21.163,725
2M2P	= 13.847,308	2M2P	= 7.108,474
C ₅ H ₈	= 2.221,308	C ₅ H ₈	= 1.139,068
		+	Q pendingin = 12.614,223 +
Total	= 42.025,490	Total	= 42.025,490

3.3 SPESIFIKAI ALAT

Spesifikasi peralatan pada perancangan pabrik Isopren dari propilen dengan kapasitas 75.000 ton/tahun meliputi :

1. Reaktor (R – 01)

Fungsi : Tempat terjadinya reaksi dimerisasi propilen (C_3H_6) menjadi 2-metil-1-penten dengan menggunakan katalis tri propile-alumunium ($(C_3H_7)_3Al$.

Jenis : Reaktor Fixed Bed Multitubular

Kondisi Operasi :

Suhu : $473 - 523^0 K$

Tekanan : $13 - 15,4 atm$

Ukuran :

Diameter : 1,1801 meter

Tinggi : 6 meter

Susunan Pipa : Triangular Pitch

Jumlah Pipa : 117

Jarak Pipa : 9,042 cm

Tabal Head : $\frac{3}{4} in$

Tebal Isolasi : 4,39 cm

Bahan : SA-212 grade B

Jumlah : 1 buah

2. Reaktor (R – 02)

Fungsi	: Tempat mengisomerisasi 2-metil-1-penten menjadi 2-metil-2-penten dengan katalis Silica-alumina.
Jenis	: Reaktor Fixed Bed Multitubular
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 420 – 510 ° K
Tekanan	: 19 – 24 atm
Ukuran	:
Diameter	: 1,104 meter
Tinggi	: 4,8046 meter
Susunan Pipa	: Triangular Pitch
Jumlah Pipa	: 160 buah
Jarak Pipa	: 9,042 cm
Tebal Head	: $\frac{3}{4}$ in
Tebal Isolasi	: 10 cm
Bahan	: SA-212 grade B
Jumlah	: 1 buah



3. Reaktor Furnace (R – 03)

Fungsi	: Sebagai alat perengkah 2-metil-2-penten menjadi isopren (C ₅ H ₈) dan metana (C ₄).
Jenis	: Plug Flow Cracking Furnace

Kondisi Operasi :

Suhu : 650 – 800 ° C

Tekanan : 5 atm

Luas transfer panas : 2560,568 m²

Jumlah Pipa : 55 buah

4. Menara Quencher (QC – 01)

Fungsi : Mendinginkan secara tiba-tiba gas hasil reaktor
furnace menggunakan cara kontak langsung
dengan “quenching oil”.

Waktu Tinggal : 1 menit

Kondisi Operasi :

Suhu : 149 ° C

Tekanan : 5 atm

Ukuran :

Diameter : 3,05 meter

Tinggi : 12,19 meter

Tebal dinding : 3/16 in

Tinggi cairan : 0,032 meter

Bahan : SA-212 grade B

Jumlah : 1 buah

5. Menara Distilasi (MD – 01)

Fungsi : Memisahkan C_5H_8 dari campuran 2m1p dan 2m2p.

Jenis : Sieve Tray

Kondisi Operasi :

Suhu atas : $36,72^{\circ}C$

Suhu bawah : $58,44^{\circ}C$

Suhu umpan : $37,83^{\circ}C$

Tekanan atas : 1 atm

Tekanan bwh : 1 atm

Tek. Umpan : 1 atm

Ukuran :

Diameter : 1,341 meter

Tinggi : 12,5 meter

Jumlah Plate : 23 buah

Bahan : Baja karbon

Jumlah : 1 buah

6. Vaporizer (VP – 01)

Fungsi : Menguapkan propilen cair dari tangki penyimpanan.

Jenis : Shell and tube

Pemanas : produk reaktor (R – 01)

Luas transfer panas : $1762,05 \text{ ft}^2$

Spesifikasi HE :

Shell side		Tube side
ID	: 31 in	OD : 1 “, 1 ^{1/4} ” triangular pitch
Baffle	: 7,75 in	L : 16 ft : 454 buah
Passes	: 1 buah	Passes : 2 buah
Bahan	: Baja karbon SA-283 grade C	
Jumlah	: 1 buah	

7. Vaporizer (VP – 02)

Fungsi : Menguapkan propilen dimer (2M1P) cair dari separator (S-01) tangki penyimpanan.

Jenis : Shell and tube

Pemanas : Steam

Luas transfer panas : 2469,035 ft²

Spesifikasi HE :

Shell side		Tube side
ID	: 31 in	OD : ¾ “, 1” triangular pitch
Baffle	: 7,75 in	L : 18 ft : 728 buah
Passes	: 1 buah	Passes : 2 buah
Bahan	: Baja karbon SA-283 grade C	
Jumlah	: 1 buah	

8. Separator (S – 04)

Fungsi : Memisahkan komponen cairan dan uap yang keluar dari vaporizer (VP – 01)

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Kondisi Operasi :

Suhu : 100⁰ C

Tekanan : 15 atm

Ukuran :

Diameter : 8 ft

Tinggi : 7,315 meter

Bahan : Baja karbon SA-283 grade C

Jumlah : 1 buah

9. Separator (S – 05)

Fungsi : Memisahkan komponen cairan dan uap yang keluar dari vaporizer (VP – 02)

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Kondisi Operasi :

Suhu : 130⁰ C

Tekanan : 20 atm

Ukuran :

Diameter : 4 ft

Tinggi : 3,658 meter

Bahan : Baja karbon SA-283 grade C

Jumlah : 1 buah

10. Heater (HE – 01)

Fungsi : Memanaskan cairan yang keluar dari separator (S-01) dari suhu 100°C menjadi 207°C .

Jenis : Shell and tube

Pemanas : Steam

Luas transfer panas : $2090,256\text{ ft}^2$

Spesifikasi HE :

Shell side

Tube side

ID : 31 in

OD : 1 “, $1^{1/4}$ ” triangular pitch

Baffle : 7,75 in

L : 18 ft ; Nt : 454 buah

Passes : 1 buah

Passes : 2 buah

Bahan : Baja karbon SA-283 grade C

Jumlah : 1 buah

11. Heater (HE – 02)

Fungsi : Memanaskan cairan yang keluar dari separator (S – 05) dari 130°C menjadi 177°C .

Jenis : Shell and tube

Pemanas : Steam

Luas transfer panas : $232,067\text{ ft}^2$

Spesifikasi HE :

Shell side

Tube side

ID	: 15 ¼ in	OD : ¾ “, 1” triangular pitch
Baffle	: 7,75 in	L : 12 ft : Nt : 138 buah
Passes	: 1 buah	Passes : 2 buah
Bahan	: Baja karbon SA-283 grade C	
Jumlah	: 1 buah	

12. Separator (S – 01)

Fungsi	: Memisahkan komponen cairan dan uap yang keluar dari Condensor (CD – 01)	
Jenis	: Tangki Horizontal	
Kondisi Operasi	:	
Suhu	: 65 ° C	
Tekanan	: 15 atm	
Ukuran	:	
Diameter	: 1,2 meter	
Panjang	: 4,8 meter	
Bahan	: Baja karbon SA-283 grade C	
Jumlah	: 1 buah	



13. Separator (S – 02)

Fungsi	: Memisahkan oil quench yang terbawa oleh uap yang keluar dari menara Quencher (MQ)	
Jenis	: Tangki Silinder Tegak	
Waktu tinggal	: 4 menit	
Kondisi Operasi	:	

Suhu	: 149 ⁰ C
Tekanan	: 5 atm
Ukuran	:
Diameter	: 10 ft
Tinggi	: 9,146 meter
Bahan	: Baja karbon SA-283 grade C
Jumlah	: 1 buah

14. Separator (S – 03)

Fungsi	: Memisahkan komponen cairan dan uap yang keluar dari Condensor (CDS - 02)
Jenis	: Tangki Horizontal
Waktu tinggal	: 4 menit
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 37,8 ⁰ C
Tekanan	: 4,9 atm
Ukuran	:
Diameter	: 1,9 meter
Tinggi	: 7,5 meter
Bahan	: Baja karbon SA-283 grade C
Jumlah	: 1 buah

15. Condensor Subcooler (CDS – 01)

Fungsi : Mengembunkan sebagian gas yang keluar dari
Vaporizer (VP – 01) dari suhu 100°C menjadi 65°C .

Jenis : Shell and tube

Luas transfer panas : $625,108\text{ ft}^2$

Spesifikasi :

Shell side

Tube side

ID : $19\frac{1}{4}\text{ in}$

OD : $\frac{3}{4}\text{ "}$, 1" triangular pitch

Baffle : 4,81 in

L : 16 ft : Nt : 250 buah

Passes : 1 buah

Passes : 2 buah

Bahan : Baja karbon SA-283 grade C

Jumlah : 1 buah

16. Condensor Subcooler (CDS – 02)

Fungsi : Mengembunkan gas-gas yang keluar dari separator
(S – 02) dari suhu 149°C menjadi 40°C .

Jenis : Shell and tube

Luas transfer panas : $1390,318\text{ ft}^2$

Spesifikasi :

Shell side

Tube side

ID : 25 in

OD : $\frac{3}{4}\text{ "}$, 1" triangular pitch

Baffle : 6,25 in

L : 18 ft : Nt : 452 buah

Passes : 1 buah

Passes : 2 buah

Bahan : Baja karbon SA-283 grade C

Jumlah : 1 buah

17. Condensor (CD – 01)

Fungsi : Mengembunkan gas yang keluar dari menara
Destilasi (MD) pada $36,72^{\circ}\text{C}$.

Jenis : Shell and tube

Luas transfer panas : $1296,939\text{ ft}^2$

Spesifikasi :

Shell side

ID : 29 in

Buffle : 7,25 in

Passes : 1 buah

Tube side

OD : $\frac{3}{4}$ ", 1" triangular pitch

L : 12 ft : Nt : 604 buah

Passes : 2 buah

Bahan : Baja karbon SA-283 grade C

Jumlah : 1 buah

18. Cooler (C1 – 01)

Fungsi : Mendinginkan oil quench yang keluar dari menara
Distilasi (MD) dari suhu $115,74^{\circ}\text{C}$ menjadi 30°C

Jenis : Shell and tube

Luas transfer panas : $3453,798\text{ ft}^2$

Spesifikasi :

Shell side

ID : 37 in

Buffle : 9,25 in

Tube side

OD : $\frac{3}{4}$ ", 1" triangular pitch

L : 18 ft : Nt : 1044 buah

Passes : 1 buah Passes : 2 buah
Bahan : Baja karbon SA-283 grade C
Jumlah : 1 buah

19. Cooler (CL – 02)

Fungsi : Mendinginkan oil quench yang keluar dari separator (S – 02) dari suhu 149°C menjadi 30°C .

Jenis : Shell and tube

Luas transfer panas : $589,63\text{ ft}^2$

Spesifikasi :

Shell side	Tube side
ID : $19\frac{3}{4}\text{ in}$	OD : $\frac{3}{4}\text{ "}$, 1" triangular pitch
Baffle : 4,81 in	L : 12 ft : Nt : 250 buah
Passes : 1 buah	Passes : 2 buah
Bahan : Baja karbon SA-283 grade C	
Jumlah : 1 buah	

20. Cooler (CL – 03)

Fungsi : Mendinginkan isopren yang keluar dari Accumulator (A) pada suhu $36,72^{\circ}\text{C}$ menjadi 30°C .

Jenis : Shell and tube

Luas transfer panas : $536,243\text{ ft}^2$

Spesifikasi :

Shell side	Tube side
ID : 17 ¾ in	OD : ¾ “, 1” triangular pitch
Baffle : 43,1 in	L : 16 ft : Nt : 198 buah
Passes : 1 buah	Passes : 2 buah
Bahan : Baja karbon SA-283 grade C	
Jumlah : 1 buah	

21. Cooler (CL – 04)

Fungsi : Mendinginkan 2-metil-2-pentene yang keluar dari Reboiler (RB - 01) dari suhu 58,4 ° C menjadi 30 ° C.

Jenis : Shell and tube

Luas transfer panas : 111,6977 ft²

Spesifikasi :

Shell side	Tube side
ID : 10 in	OD : ¾ “, 1” triangular pitch
Baffle : 2,5 in	L : 16 ft : Nt : 52 buah
Passes : 1 buah	Passes : 2 buah
Bahan : Baja karbon SA-283 grade C	
Jumlah : 1 buah	

22. Reboiler (RB – 01)

Fungsi : Memisahkan dan menguapkan hasil dasar kolom distilasi menjadi hasil bawah dan fase uap yang dikembalikan ke kolom distilasi.

Jenis : Shell and tube

Luas transfer panas : 485,039 ft

Pemanas : Oil Quench

Spesifikasi :

Shell side

Tube side

ID : 17 ¼ in

OD : 1 “, 1 ¼ ” triangular

pitch

Baffle : 4,3125 in

L : 16 ft : Nt : 118 buah

Passes : 1 buah

Passes : 2 buah

Bahan : Baja karbon SA-283 grade C

Jumlah : 1 buah

23. Accumulator (AC – 01)

Fungsi : Tempat menampung sementara hasil embunan
condensor (CD-01)

Jenis : Tangki Silinder Horizontal

Waktu tinggal : 5 menit

Kondisi Operasi :

Ukuran :

Diameter : 2,343 ft

Panjang : 14,058 ft

Tebal : 3/16 in

Bahan : Baja karbon SA-283 grade C

Jumlah : 1 buah

24. Tangki (T – 01)

Fungsi : Tempat menyimpan bahan baku propilen selama
15 hari.

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Kondisi Penyimpanan :

Suhu : 30⁰ C

Tekanan : 15 atm

Ukuran :

Diameter : 9,687 meter

Tinggi : 3,229 meter

Tebal : 2,25 in

Bahan : Carbon Steel SA-212 grade B

Jumlah : 2 buah

25. Tangki (T – 02)

Fungsi : Tempat menyimpan oil quench selama siklus kerja.

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Kondisi Penyimpanan :

Suhu : 30⁰ C

Tekanan : 1 atm

Ukuran :

Diameter : 1,17 meter

Tinggi : 2,34 meter

Tebal : ¼ in

Bahan : Carbon Steel SA-285 grade C

Jumlah : 1 buah

26. Tangki (T – 03)

Fungsi : Tempat menyimpan hasil samping methana selama
15 hari.

Jenis : Tangki Silinder Horizontal.

Kondisi Penyimpanan :

Suhu : $37,8^{\circ}\text{C}$

Tekanan : 4,8 atm

Ukuran :

Diameter : 4,634 meter

Tinggi : 13,9 meter

Tebal : $\frac{1}{4}$ in

Bahan : Carbon Steel SA-212 grade B

Jumlah : 1 buah

27. Tangki (T – 04)

Fungsi : Tempat menyimpan hasil utama isopren (C_3H_8)
selama 15 hari.

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Kondisi Penyimpanan :

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Ukuran :

Diameter	: 65 meter
Tinggi	: 38 meter
Tebal	: ½ in
Bahan	: Carbon Steel SA-285 grade C
Jumlah	: 2 buah

28. Tangki (T – 05)

Fungsi : Tempat menyimpan hasil samping propilen selama 15 hari.

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Kondisi Penyimpanan :

Suhu : 30⁰ C

Tekanan : 11 atm

Ukuran :

Diameter : 83 meter

Tinggi : 50 meter

Tebal : 1 in

Bahan : Carbon Steel SA-212 grade B

Jumlah : 2 buah

29. Pompa (P – 01)

Fungsi : Memompakan cairan propilen (C₃H₈) dari tangki penyimpanan (T – 01) ke Reaktor (R – 01)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 98,29 gpm

Head	: 59,082 ft
Hp	: 2 Hp
Effisiensi pompa	: 67 %
Effisiensi motor	: 82 %
Motor Induksi	: AC, 220 – 240 Volt, 3 Phase, Normal Torgue Squirrel Cage, 3000 rpm.
Bahan	: Cast Iron
Jumlah	: 2 buah

30. Pompa (P – 02)

Fungsi	: Memompakan cairan propilen dimer (2M1P) dari separator (S – 01) ke Reaktor (R – 02)
Jenis	: Pompa Centrifugal
Kapasitas	: 87,9 gpm
Head	: 159,94 ft
Hp	: 8 Hp
Effisiensi pompa	: 63 %
Effisiensi motor	: 85 %
Motor Induksi	: AC, 220 – 240 Volt, 3 Phase, Normal Torgue Squirrel Cage, 5000 rpm.
Bahan	: Cast Iron
Jumlah	: 2 buah

31. Pompa (P – 03)

Fungsi	: Memompakan oil quench dari tangki penyimpanan (T – 02) ke puncak menara quencher.
Jenis	: Pompa Centrifugal
Kapasitas	: 0,614 gpm
Head	: 106,5 ft
Hp	: ½ Hp
Effisiensi pompa	: 30 %
Effisiensi motor	: 80 %
Motor Induksi	: AC, 220 – 240 Volt, 3 Phase, Normal Torgue Squirrel Cage, 7000 rpm.
Bahan	: Cast Iron
Jumlah	: 2 buah

32. Pompa (P – 04)

Fungsi	: Memompakan oil quench yang keluar dari dasar menara quencher ke puncak menara quencher.
Jenis	: Pompa Centrifugal
Kapasitas	: 6,166 gpm
Head	: 132,8 ft
Hp	: ½ Hp
Effisiensi pompa	: 38 %
Effisiensi motor	: 80 %

Motor Induksi : AC, 220 – 240 Volt, 3 Phase, Normal Torque
Squirrel Cage, 4500 rpm.

Bahan : Cast Iron

Jumlah : 2 buah

33. Pompa (P – 05)

Fungsi : Memompakan cairan yang terdapat dalam
accumulator ke tangki penyimpanan (T – 04).

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 60,751 gpm

Head : 104,88 ft

Hp : 1 Hp

Effisiensi pompa : 60 %

Effisiensi motor : 81 %

Motor Induksi : AC, 220 – 240 Volt, 3 Phase, Normal Torque
Squirrel Cage, 3000 rpm.

Bahan : Cast Iron

Jumlah : 2 buah

34. Pompa (P – 06)

Fungsi : Memompakan cairan propilen dimer dari menara
distilasi ke tangki penyimpanan (T – 05).

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 9,381 gpm

Head : 93,65 ft



Hp	: ½ Hp
Effisiensi pompa	: 40 %
Effisiensi motor	: 80 %
Motor Induksi	: AC, 220 – 240 Volt, 3 Phase, Normal Torgue Squirrel Cage, 3000 rpm.
Bahan	: Cast Iron
Jumlah	: 2 buah

3.4 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor internal dan faktor eksternal, yang dimaksud faktor eksternal adalah kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik dalam menghasilkan jumlah produk.

a. Kemampuan pasar

Kemampuan pasar dibagi menjadi 2 kemungkinan

1. kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik maka rencana produksi disusun secara maksimal
 2. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.
-

Ada 3 alternatif yang dapat diambil yaitu ;

1. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan produksi atau pasar diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
2. Rencan produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
3. mencari daerah pemasaran lain.

b. Kemampuan pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

1. Material

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

2. manusia (tenaga kerja).

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik untuk itu diperlukan pelatihan atau training pada ,karyawawn agar ketrampilannya meningkat.

3. Mesin (Peralatan)

Ada 2 hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan yaitu : jam kerja mesin efektif dan kemapuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatau alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 LOKASI PABRIK

Lokasi pabrik merupakan salah satu yang paling penting dalam pendirian suatu pabrik untuk kelangsungan operasi pabrik. Banyak pertimbangan yang menjadi dasar dalam menentukan lokasi pabrik antara lain : letak pabrik dengan sumber bahan baku dan bahan pembantu, letak pabrik dengan pasar penunjang, transportasi, dan tenaga kerja, kondisi sosial dan kemungkinan pengembangan di masa mendatang. Hal utama yang harus diperhatikan adalah suatu pabrik harus dilokasikan sedemikian rupa sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimla mungkin serta memiliki kemungkinan yang baik untuk dikembangkan.

Berdasarkan faktor – faktor tersebut diatas maka lokasi pabrik Isopren ditetapkan di Cilegon, Jawa Barat dengan pertimbangan berikut ;

4.1.1 Faktor Utama

Faktor utama ini memengaruhi secara langsung tujuan utama pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk. Faktor – faktor utama meliputi :

a. Penyediaan Bahan Baku

Penyediaan bahan baku relative mudah karena bahan baku Isopren tidak perlu diimpor, bahan baku ini dapat di peroleh dari P.T Candra Asri yang terletak di daerah Cilegon.

b. Pemasaran

Lokasi pabrik yang merupakan kawasan industri dan dekat kota – kota besar seperti Bandung, Tangerang dan Jakarta sehingga dapat menunjang pemasaran dari produk pabrik Isopren ini.

c. Transportasi

Pengangkutan bahan baku dan produk mudah karena lokasi pabrik terletak di pinggir jalan raya yang menghubungkan antar propinsi cukup dekat dengan pelabuhan Merak.

d. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar serta listrik, karena daerah Cilegon merupakan kawasan industri, maka kebutuhan utilitas diharapkan dapat terpenuhi dengan mudah. Kebutuhan air didapat dari sungai Krenceng.

e. Tenaga Kerja

Sebagian besar tenaga kerja yang di butuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan dan menengah. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik mengingat banyaknya sekolah kejuruan yang mengarah ke dunia industri sekitar lokasi.

f. Faktor Iklim

Cilegon seperti di daerah lain di Indonesia beriklim tropis yang tidak menimbulkan masalah dalam mengoperasikan pabrik. Sedangkan untuk karakteristik lokasi daerah Cilegon merupakan tanah daratan.

4.1.2 Faktor Penunjang

Faktor Penunjang tidak secara langsung berperan dalam proses industri akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor – faktor penunjang meliputi ;

a. Perluasan areal Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan industri Cilegon, yang relatif tidak padat penduduknya sehingga masih memungkinkan untuk perluasan areal pabrik.

b. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

c. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana kesehatan, pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan Perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2 TATA LETAK PABRIK

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian- bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan dan tempat penyimpanan bahan baku dan produk. Ditinjau dari segi hubungan yang satu dengan yang lain tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik pabrik dapat efisien dan kelancaran produksi dapat dijamin kelancarannya. Dalam penentuan tata letak pabrik harus

diperhatikan penempatan alat- alat produksi sehingga keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi.

Selain peralatan yang tercantum dalam flow sheet proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain sebagainya harus terletak pada bagian yang seefisien mungkin, terutama ditinjau dari segi lalu lintas barang, control, dan keamanan, dan ekonomi. Selain itu yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah penempatan alat- alat produksi sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kenyamanan. Hal –hal yang diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

a. Perluasan Pabrik

Perluasan pabrik dan penambahan bangunan di masa mendatang harus sudah masuk dalam pertimbangan awal, sehingga jumlah areal khusus sudah harus dipersiapkan sebagai perluasan pabrik bila suatu saat dimungkinkan pabrik menambah peralatannya untuk menambah kapasitas.

b. Keamanan

Faktor terberat dalam menentukan tata letak pabrik adalah faktor keamanan, yaitu keamanan terhadap bahaya kebakaran, ledakan, asap atau pun gas beracun. Sehingga meskipun sudah dilengkapi dengan alat – alat pengaman seperti Hydrant, penahan ledakan, maupun asuransi pabrik, namun faktor – faktor pencegah harus tetap diadakan dengan maksud memudahkan system pertolongan jika sewaktu –waktu terjadi hal

– hal yang tidak diinginkan, misalnya penyimpan bahan baku dan produk pada areal khusus, juga pemberian jarak antar ruang yang cukup untuk tempat – tempat rawan.

c. Luas areal yang tersedia

Harga tanah menjadi faktor yang membatasi kemampuan penyediaan areal, sehingga bila harga tanah sedemikian tinggi maka kadang – kadang diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemakaian uang.

d. Bangunan

Bangunan yang ada secara fisik harus memenuhi standardan perlengkapan yang amenyertainya seperti ventilasi, intalsi,dan lain – lain nya tersedia dan memenuhi syarat.

e. Penempatan Instalasi dan Utilitas

Distribusi gas, udara, air dan listrik memerlukan instalasi pada setiap pabrik, sehingga keteraturan penempatan intalsi akan membantu kemudahan kerja dan maintenance.

f. Jaringan Jalan Raya

Untuk pengangkutan bahan, keperluan perbaikan, pemeliharaan dan keselamatan kerja, maka diantara daerah proses dibuat jalan yang cukup utk memeudahkan mobil keluar masuk, sehingga bila terjadi suatu bencana maka tidak akan mengalami kesulitan dalam menanggulangnya
Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama yaitu :

- 1). Daerah Administrasi /perkantoran laboratorium dan fasilitas pendukung

Areal ini terdiri dari ;

- Daerah Administrasi sebagai pusat administrasi dan keuangan pabrik
- Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk
- Fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti : poliklinik, kantin, aula, dan masjid

- 2). Daerah proses dan perluasan

Merupakan lokasi alat – alat proses diletakan untuk kegiatan produksi dan perluasannya

- 3). Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi

- 4). Daerah Utilitas dari pemadam kebakaran

Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

Dalam uraian diatas maka didapat disimpulkan bahwa tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

- a. Mengadakan integrasi terhadap semua faktor yang mempengaruhi produk.
- b. Mengalirkan kerja dalam pabrik sesuai jalannya alir proses
- c. Mengerjakan perpindahan bahan sedikit mungkin

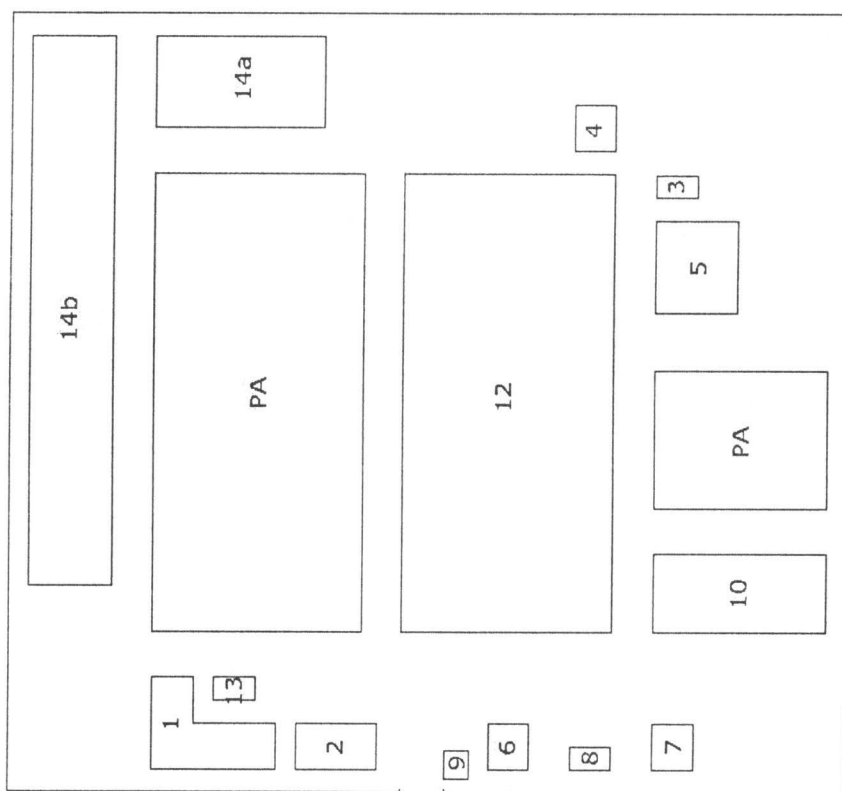
- d. Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan
- e. Menggunakan areal secara efektif

Gambar peta situasi pabrik dapat dilihat dalam gambar tata letak pabrik
(plant lay out) Isopren dengan kapasitas 75.000 ton /tahun

Keterangan Gambar :

1. Kantor
 2. Aula
 3. Laboratorium
 4. Ruang Kontrol
 5. Bengkel dan Gudang
 6. Poliklinik
 7. Musholah
 8. Kantin
 9. Pos Penjaga
 10. Utilitas
 12. Area Proses
 13. Taman
 14. Perumahan Karyawan
 - a. 4 buah rumah $a = 200 \text{ m}^2$
 - b. 16 buah rumah $a = 150 \text{ m}^2$
- PA = Perluasan Area

SKALA 1 : 1000



4.3 TATA LETAK ALAT

Dalam perancangan tata letak peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

a. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. perlu juga diperhatikan elevasi pipa, dimana untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

b. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan kerja. Juga perlu diperhatikan arah hembusan angin.

c. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat – tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi

d. Lalu Lintas Manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika

terjadi gangguan alat proses maka harus cepat diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

e. Tata Letak Proses

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

f. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya.

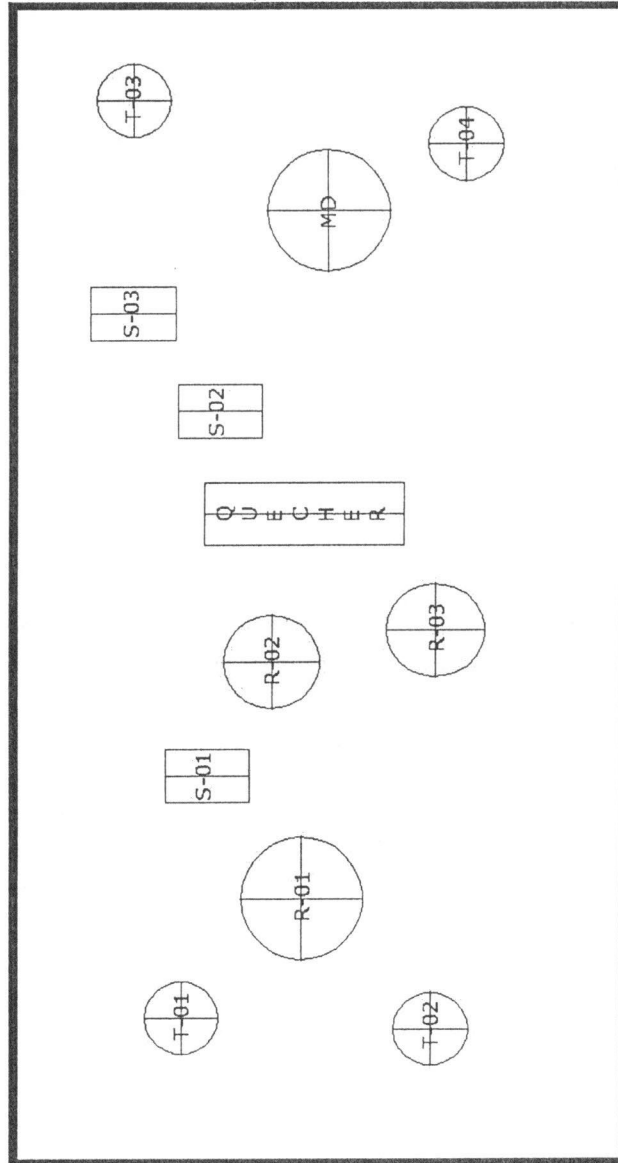
Tata letak proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga

1. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
2. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
3. Biaya material handling menjajajajjadi rendah, sehingga menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk kapital yang tidak penting
4. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi, lancar maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal
5. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja

Berikut gambar peta situasi pabrik dapat dilihat dalam gambar 4.2 tata letak alat (equipment lay out) Isopren dengan kapasitas 75.000 ton/tahun

TATA LETAK ALAT PROSES

SKALA 1 : 150



KETERANGAN :

R Reaktor
MD Menara Distilasi
S Separator
Q Quencher
T Tangki

4.4 PERAWATAN (MAINTENANCE)

Maintenance berguna untuk menjaga sarana untuk fasilitas perlatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan degan lancar dan produktifityas menjadi tinggi sehingga akan mencapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodic dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingtga alat – alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat – alat berproduksi secara kontiyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Peralatan alat – alat proses dialkukan dengan prosedur yang tepat hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap – tiap alat perawatan mesin tiap – tiap alat meliputi :

a. Over haul 1x 1 tahun

Merupkan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian – bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan pada kondisi semula

b. Perbaikan

Merupakan kegiatan maintenance yang bersifat memperbaiki bagian – bagian alat.hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan

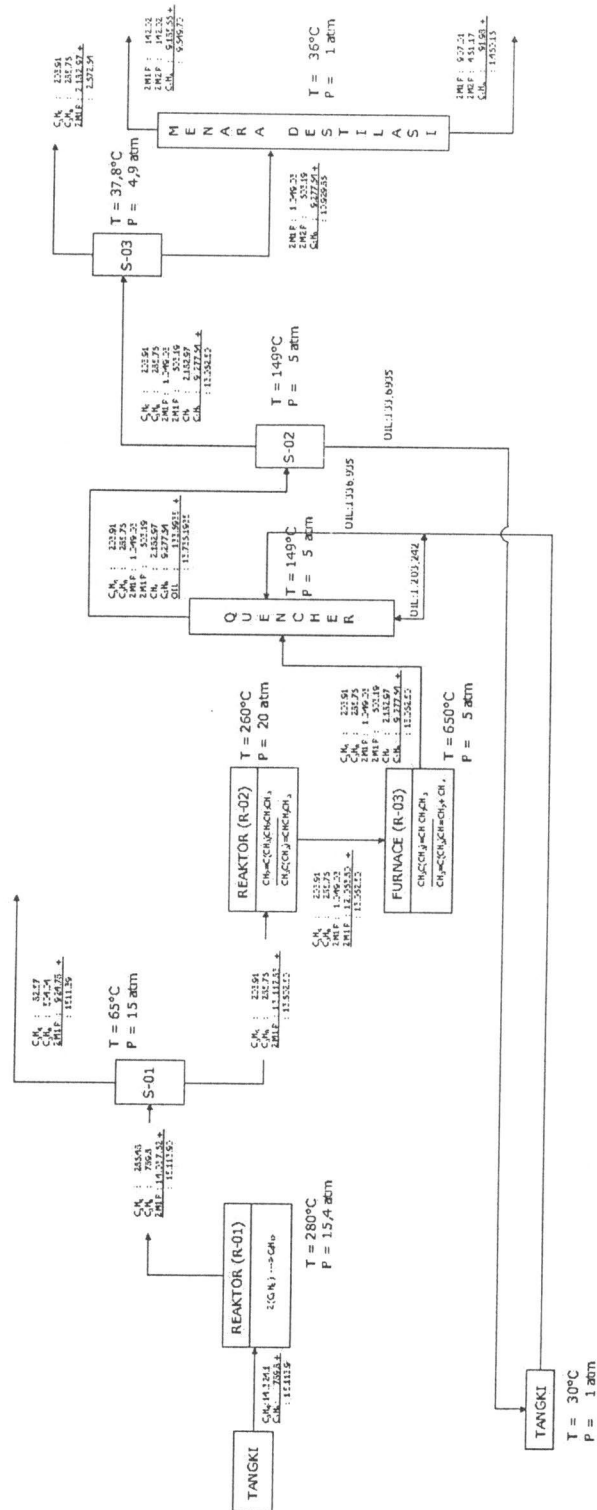
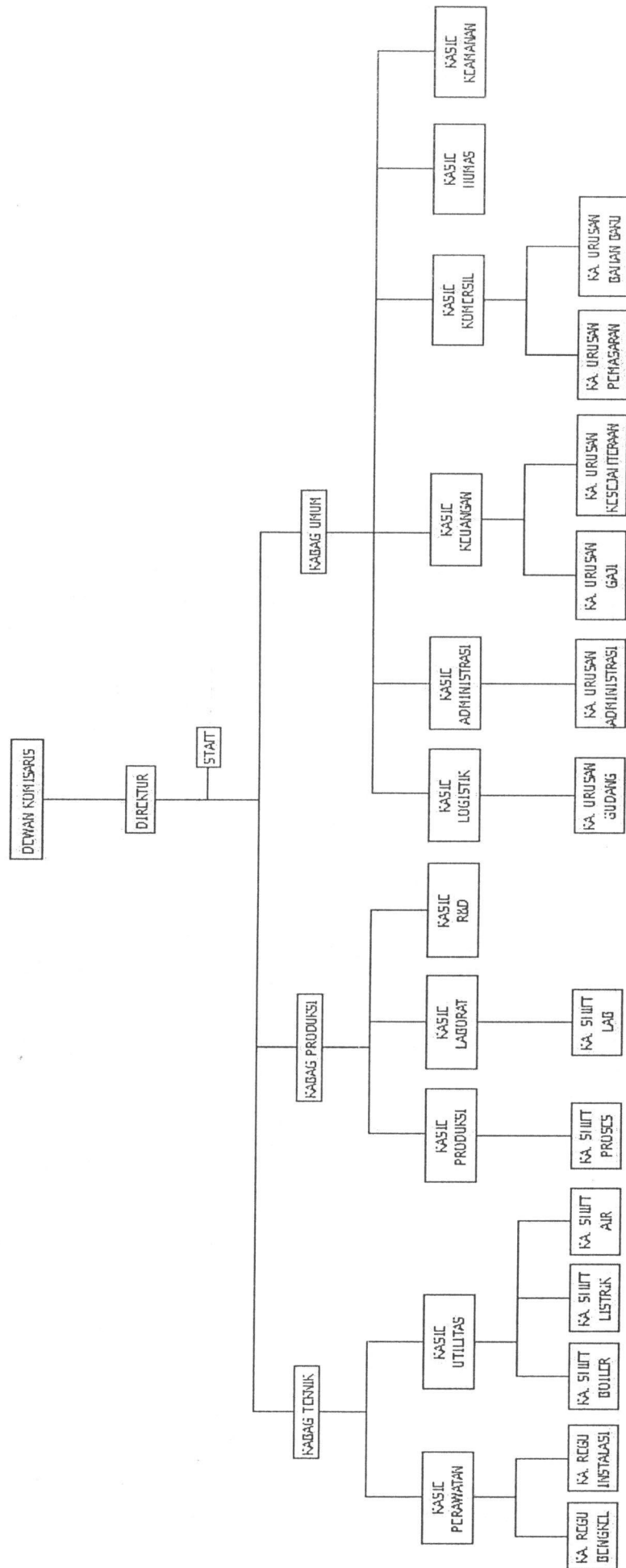


DIAGRAM ALIR KUALITATIF PABRIK ISOPREN DARI PROPILLEN (KG/JAM)

KAPASITAS : 75.000 TON/TAHUN

STRUKTUR ORGANISASI PABRIK ISOPREN



Faktor –faktor yang mempengaruhi maintenance :

1. Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan

2. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan rusakn alat sehingga alat akan sering dibersihkan

3. Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.5 UTILITAS

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai dengan keinginan.

Salah satu faktor yang menunjang suatu proses produksi di dalam pabrik yaitu penyediaan utilitas,yang meliputi :

1. Unit Penyediaan air dan Pengolahan air
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit listrik
4. Unit Penyediaan bahan baker

4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air di suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau, maupun air laut sebagai sumbernya.

Dalam perancangan pabrik Isopren ini, sumber air yang digunakan berasal dari Sungai Krenceng. Penggunaan air dari Sungai Krenceng sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Biaya lebih rendah dibanding biaya dari sumber air lainnya
2. Jumlah air Sungai Krenceng lebih banyak dibanding dari air sumur
3. Letak sungai yang melewati lokasi pabrik

Air yang diperlukan pabrik digunakan untuk ;

1. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor – faktor berikut :

- a. Air merupakan materi yang diperoleh dalam jumlah besar
- b. Mudah Dalam Pengolahan dan pengaturanya
- c. Dapat menyerap dalam jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume
- d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperature pendingin
- e. Tidak terdekomposisi

2. Air Umpan Boiler

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

a. Zat – zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi asam yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan asam, gas terlarut masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar

b. Zat yang menyebabkan kerak (scale forming)

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesalahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam karbonat dan silica

c. Zat yang menyebabkan foaming

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

3. Air Sanitasi

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

a. Syarat Fisika :suhu, warna, bau, Rasa

b. Syarat Kimia

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik t yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri, terutama bakteri yang pathogen.

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi :

a. Clarifer

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada disekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan disfektan maupun dengan penggunaan ion exchanger.

b. Penyaringan

Air dari clarifer dimasukkan ke dalam sand filter untuk menahan/ menyaring partikel – partikel solid yang lolos atau terbawa bersama air dari clarifer. Air keluar dari sand filter dengan turbidity kira –kira 2 ppm dialirkan kedalam suatu tangki penampung (filter water reservoir). Air bersih kemudian di distribusikan ke menara air dan unit dimineralisasi. Sand filter akan berkurang kemampuan penyaringannya oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan back washing.

c. Dimineralisasi

Untuk umpan ketel dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam – garam murni terlarut. Proses dimineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion – ion yang terkandung pada filtered water sehingga

konduktifitasnya di bawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

d. Pendingin dan Menara pendingin

Air yang telah digunakan dalam cooler, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada cooling tower. Air yang didinginkan dalam cooling tower adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit – unit pendingin pabrik.

e. Pengendapan Lumpur

Dilakukan dengan jalan mengalirkan dan menampung air sungai kedalam bak penampung dan membiarkannya beberapa saat. Dalam hal ini Lumpur dan pasir dapat mengendap karena adanya gaya gravitasi bumi.

f. Flokulasi

Pada Tahap ini dilakukan pengendapan partikel – partikel yang tidak mengendap secara gravitasi. Pengendapannya dilakukan dengan penambahan zat kimia seperti Alum [$Al_2(SO_4)$] kedalam air.

g. Clorinasi

Untuk menjadi proses menjadi air minum, air perlu dikenakan proses clorinasi dengan menggunakan gas clor atau kaporit, untuk membunuh kuman dan bakteri didalam air. Disamping itu kesdahan air juga harus diturunkan atau pelunakan air dengan proses Ion exchanger.

h. Penghilangan O₂

Untuk air umpan boiler, air perlu ditambahkan hidrasin yang berfungsi sebagai pengikat O₂ didalam air. Adanya Oksigen dalam air dapat menyebabkan korosi di dalam boiler, selain Hidrasin biasanya perlu ditambahkan phosphate yang berfungsi untuk menghindari terbentuknya kerak dalam boiler.

4.5.1.1 Perhitungan Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air pendingin

Tabel 4.1 Kebutuhan Air Pendingin (Kg/jam)

No	Nama alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	Condensor (CD-01)	6434,7517 kg/jam
2	Condensor (CD-02)	18882,364 kg/jam
3	Condensor (CD-03)	97268,628 kg/jam
4	Cooler (CI-01)	116065,459 kg/jam
5	Cooler(CI-02)	26637,004 kg/jam
6	Cooler (CI-03)	3153,556 kg/jam
7	Cooler (CI-04)	6376,465 kg/jam
	Jumlah	276818,2277 kg/jam

Air pendingin dimanfaatkan kembali sebanyak 75%,make up yang diperlukan 25% sehingga :

$$\begin{aligned}\text{Make up air pendingin} &= 25\% \times \text{kebutuhan air pendingin} \\ &= 25\% \times 276818,2277 \text{ kg/jam} \\ &= 69204,557 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

2. Kebutuhan air pembangkit Steam

Tabel 4.2 Kebutuhan Steam

No	Nama Alat	Kebutuhan Steam (kg/jam)
1	Heater	9690,321 Kg/jam
2	Heater	2177,259 Kg/jam
3	Vaporizer	4248,107 Kg/jam
	Jumlah	16115,687 Kg/jam

$$\begin{aligned}\text{Make up air umpan boiler} &= 20\% \times \text{total kebutuhan} \\ &= 20\% \times 20144,609 \\ &= 4028,9218 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

3. Air untuk Kebutuhan Perkantoran dan Service

Tabel 4.3 Kebutuhan Perkantoran dan service

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Perumahan	500 kg/jam
2	Karyawan	520,853 kg/jam
3	Service	4020,833 kg/jam
	Jumlah	5049,586 kg/jam

Total Kebutuhan Air Keseluruhan :

- | | |
|--|---------------------|
| 1. Kebutuhan Air Pendingin | = 69204,567 kg/jam |
| 2. Kebutuhan Air untuk Steam | = 4028,9218 kg/jam |
| 3. Kebutuhan Air Perkantoran dan Service | = 5049,586 kg/jam + |
| Total | = 79303,065 kg/jam |

4.5.2 Unit Pembangkit Steam

Untuk memenuhi kebutuhan steam pada proses produksi, digunakan boiler, jumlah steam yang dibutuhkan 16115,687 kg/jam, suhu yang dihasilkan 422,6°F, jumlah udara yang dibutuhkan untuk pembakaran boiler 45736,986 lb jam.

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve system* dan pengaman – pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari water treatment plant yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu, dengan jalan menambahkan bahan- bahan kimia kedalam boiler feed water tank. Selain itu juga perlu diatur PHnya yaitu sekitar 10,5- 11,5 karena pada PH yang terlalu rendah korosifitasnya tinggi.

Sebelum masuk boiler, umpan dimasukkan dahulu kedalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas hisap pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Didalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100° – 120° C, kemudian diumpankan kedalam boiler.

4.5.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power- power yang dinilai penting seperti boiler, kompresor, pompa, dan cooling tower. Pada operasi sehari- hari digunakan tenaga listrik dari PLN untuk penerangan dan diesel untuk menggerakkan penggerak alat proses tetapi apabila PLN mengalami pemadaman operasinya akan menggunakan sepenuhnya tenaga listrik dari diesel. Diesel yang digunakan sebanyak 2 buah dengan menggunakan generator dengan daya 140 KW dengan efisiensi motor 80 % tenaga diesel yang diperlukan 250 Hp.

4.5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar disini terutama untuk keperluan boiler dan generator pembangkit listrik. Jenis bahan baker yang digunakan untuk boiler adalah fuel oil, dengan heating value 18.500 Btu/lb. Sedangkan bahan bakar untuk generator pembangkit listrik digunakan minyak diesel jenis IDO dengan heating value 19.800 Btu/ lb dengan kebutuhan sebanyak 18,225 kg/ jam.

4.5.5 Spesifikasi Alat Utilitas

1. POMPA (PU-01)

Fungsi	: memompakan air sungai kedalam bak pengendap
Jenis	: pompa sentrifugal
Kapasitas	: 349,2 gpm
Head pompa	: 16,164 ft
Tenaga pompa	: 3 HP
Efisiensi pompa	: 82%
Efisiensi motor	: 83%
Motor induksi	: AC, 220- 240 Volt, 3 phase normal torque squirrel cage, 300 rpm
Bahan	: cast iron
Jumlah	: 2 buah

2. POMPA (PU-02)

Fungsi	: memompakan air sungai ke tangki Clarifer
Jenis	: pompa sentrifugal
Kapasitas	: 349,2 gpm
Head pompa	: 46,652 ft
Tenaga pompa	: 6 HP
Efisiensi pompa	: 85%
Efisiensi motor	: 83%

Danang Eko Suputra (99521075)
Firdaus Anton Suputra (99521020)

Motor induksi : AC, 220- 240 Volt, 3 phase normal torque squirrel
cage, 300 rpm
Bahan : cast iron
Jumlah : 2 buah

3. POMPA (PU-03)

Fungsi : memompakan air dari tangki penyangkai ke bak air
bersih
Jenis : pompa sentrifugal
Kapasitas : 349,2 gpm
Head pompa : 21,71 ft
Tenaga pompa : 3 HP
Efisiensi pompa : 82%
Efisiensi motor : 84%
Motor induksi : AC, 220- 240 Volt, 3 phase normal torque squirrel
cage, 300 rpm
Bahan : cast iron
Jumlah : 2 buah



4. POMPA (PU-04)

Fungsi : memompakan dari bak air bersih ke bak air service
Jenis : pompa sentrifugal
Kapasitas : 26,726 gpm
Head pompa : 7,283 ft

Tenaga pompa	: 0,5 HP
Efisiensi pompa	: 58%
Efisiensi motor	: 80%
Motor induksi	: AC, 220- 240 Volt, 3 phase normal torque squirrel cage, 300 rpm
Bahan	: cast iron
Jumlah	: 2 buah

5. POMPA (PU-05)

Fungsi	: memompakan air dari bak penampung air bersih ke tangki penukar ion dan bak air pendingin
Jenis	: pompa sentrifugal
Kapasitas	: 303,605 gpm
Head pompa	: 11,10 ft
Tenaga pompa	: 5HP
Efisiensi pompa	: 81%
Efisiensi motor	: 84%
Motor induksi	: AC, 220- 240 Volt, 3 phase normal torque squirrel cage, 300 rpm
Bahan	: cast iron
Jumlah	: 2 buah

6. POMPA (PU-06)

Fungsi	: Memompakan NaCl ke tangki kation exchanger
Jenis	: pompa sentrifugal

Kapasitas	: 1,811 gpm
Head pompa	: 10,38 ft
Tenaga pompa	: 0,5 HP
Efisiensi pompa	: 30 %
Efisiensi motor	: 80%
Motor induksi	: AC, 220- 240 Volt, 3 phase normal torque squirrel cage, 300 rpm
Bahan	: cast iron
Jumlah	: 2 buah

7. POMPA (PU-07)

Fungsi	: memompakan NaOH ke tangki anion exchanger
Jenis	: pompa sentrifugal
Kapasitas	: 3,961 gpm
Head pompa	: 10,5 ft
Tenaga pompa	: 0,5 HP
Efisiensi pompa	: 30%
Efisiensi motor	: 80%
Motor induksi	: AC, 220- 240 Volt, 3 phase normal torque squirrel cage, 300 rpm
Bahan	: cast iron
Jumlah	: 2 buah

8. POMPA (PU-08)

Fungsi	: memompakan air dari tangki umpan boiler ke tangki kondensat
Jenis	: pompa sentrifugal
Kapasitas	: 20,145 gpm
Head pompa	: 823, 0662 ft
Tenaga pompa	: 9HP
Efisiensi pompa	: 48%
Efisiensi motor	: 87%
Motor induksi	: AC, 220- 240 Volt, 3 phase normal torque squirrel cage, 300 rpm
Bahan	: cast iron
Jumlah	: 2 buah

9. POMPA (PU-09)

Fungsi	: memompakan air dari tangki kondensat ke boiler
Jenis	: pompa sentrifugal
Kapasitas	: 100,726 gpm
Head pompa	: 12, 08 ft
Tenaga pompa	: 0,5 HP
Efisiensi pompa	: 65%
Efisiensi motor	: 80%
Motor induksi	: AC, 220- 240 Volt, 3 phase normal torque squirrel cage, 300 rpm

Bahan : cast iron

Jumlah : 2 buah

10. POMPA (PU-10)

Fungsi : memompakan air dari bak air pendingin ke alat-alat proses

Jenis : pompa sentrifugal

Kapasitas : 643,06 gpm

Head pompa : 61,918 ft

Tenaga pompa : 12 HP

Efisiensi pompa : 93%

Efisiensi motor : 90%

Motor induksi : AC, 220- 240 Volt, 3 phase normal torque squirrel cage, 300 rpm

Bahan : cast iron

Jumlah : 2 buah

11. POMPA (PU-11)

Fungsi : memompakan air dari bak air pendingin ke cooling tower

Jenis : pompa sentrifugal

Kapasitas : 643,06 gpm

Head pompa : 21,417 ft

Tenaga pompa : 4HP

Efisiensi pompa : 93%

Efisiensi motor	: 86%
Motor induksi	: AC, 220- 240 Volt, 3 phase normal torque squirrel cage, 300 rpm
Bahan	: cast iron
Jumlah	: 2 buah

12. POMPA (PU-12)

Fungsi	: memompakan air yang telah didinginkan pada cooling tower ke bak air pendingin
Jenis	: pompa sentrifugal
Kapasitas	: 643,06 gpm
Head pompa	: 2,353 ft
Tenaga pompa	: 0,5 HP
Efisiensi pompa	: 93%
Efisiensi motor	: 81%
Motor induksi	: AC, 220- 240 Volt, 3 phase normal torque squirrel cage, 300 rpm
Bahan	: cast iron
Jumlah	: 2 buah

13. Bak Pengendap (BU -01)

Fungsi	: Untuk menampung dan mengendapkan kotoran kasar seperti Lumpur dan pasir yang terikut dalam air.
Jenis	: Bak Persegi Panjang

Volume	: 190,327 m ³
Tinggi	: 2,876 m
Panjang	: 11,504 m
Lebar	: 5,752 m
Bahan	: Semen beton
Jumlah	: 2 buah

14. CLARIFIER (TU -01)

Fungsi	: Mengendapkan Lumpur dan pasir yang terbawa oleh air sungai
Jenis	: Tangki silinder tegak
Volume Tangki	: 380,655 m ³
Tinggi	: 7,856 m
Diameter	: 7,856 m
Waktu Tinggal	: 4 jam
Bahan	: Semen beton
Jumlah	: 1 buah

15. Bak Saringan Pasir (BU - 02)

Fungsi	: Untuk Menyaring kotoran yang ada dalam air, yang belum terendapkan dalam clarifier.
Jenis	: Bak Silinder Horizontal
Volume	: 342,59 m ³
Tinggi	: 4,4755 m
Diameter	: 4,4755 m

Bahan : semen beton

Jumlah : 1 buah

16. Bak Penampung Air Bersih (BU – 03)

Fungsi : untuk menampung air bersih yang keluar dari bak saringan pasir.

Jenis : Bak Silinder Tegak

Volume : 342,59 m³

Tinggi : 4,778 m

Diameter : 9,557 m

Tebal : 0,25 m

Bahan : Semen Beton

Jumlah : 1 buah

17. Bak Air Pendingin (BU – 04)

Fungsi : untuk menampung air pendingin yang berasal dari cooling tower dan make up water

Jenis : Bak Silinder Tegak

Volume : 249,137 m³

Tinggi : 4,297 m

Diameter : 8,954 m

Tebal : 0,25 m

Bahan : Semen Beton

Jumlah : 1 buah

18. COOLING TOWER (CT)

Fungsi	: Untuk mendinginkan kembali air pendingin bekas dari suhu 55 ⁰ C sampai suhu 30 ⁰ sebanyak 146038,904 kg/jam
Jenis	: Mechanical Induction Craft
Luas	: 304,732 ft ²
Panjang	: 5,321 m
Lebar	: 5,321m
Jumlah	: 1 buah

19. Tangki Kation exchanger (TU – 02)

Fungsi	: untuk mengikat kation (ion positif) dengan menggunakan resin asam
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Kapasitas	: 21,291 galon/menit
Jenis Resin	: Natural Greend Sand Zeolit
Volume resin	: 63,869 Cuft
Tinggi bed	: 9 ft
Diameter Tangki	: 2,083 ft
Tinggi tangki	: 3,5 m
Tebal	: 0,75 in
Bahan	: Baja carbon SA – 283 Grade D
Jumlah	: 1 buah

20. Tangki Anion Exchanger (TU – 03)

Fungsi	: Untuk mengikat anion dengan menggunakan resin basa (NaCl)
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Kapasitas	: 21,292 gallon /menit
Volume resin	: 10,646 cuft
Tinggi bed	: 2,5 ft
Diameter Tangki	: 1.757 ft
Tinggi tangki	: 5 ft
Tebal	: 0,75 in
Bahan	: Baja carbon SA – 238 Grade D
Jumlah	: 2 buah

21. Tangki Air Lunak (BU – 05)

Fungsi	: untuk menampung air lunak yang berasal dari ion exchanger untuk umpan boiler
Jenis	: tangki silinder horizontal
Suhu	: 30 C
Tekanan	: 1 atm
Volume	: 512,293 cu ft
Dimeter tangki	: 10,93 ft
Panjang	: 5,465 ft
Tebal	: 0,75 in
Bahan	: baja Carbon

Jumlah : 1 buah

22. Bak Air Service (BU - 06)

Fungsi : untuk menampung air minum dan air service

Jenis : bak silinder tegak

Volume : 124,25 meter kubik

Tinggi tangki : 3,408 m

Diameter tangki : 6,815 m

Tebal : 25 cm

Bahan : semen beton

Jumlah : 1 buah

23. Tangki Alum [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$]

Fungsi : untuk menampung alum yang berguna untuk
mempercepat pengendapan kotoran yang berupa
partikel - partikel halus

Jenis : tangki silinder tegak

Volume : 1036,038 Cuft

Tinggi Tangki : 3.343 m

Dimeter : 3,343 m

Tebal : 0.75 in

Bahan : Baja Carbon SA -- 283 grade C

Jumlah : 1 buah

24. Tangki Soda Abu (Na_2CO_3)

Fungsi	: untuk menampung soda abu yang berguna untuk mereaksikan Alum Dan membentuk endapan $\text{Al}(\text{OH})_3$
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Volume Tangki	: 414,415 Cuft
Tinggi	: 2,463 m
Diameter	: 2,463 mn
Tebal	: 0,75 in
Bahan	: Baja Carbon SA – 283 Grade C
Jumlah	: 1 buah

25. Tangki HIDROPHOSPHAT ($\text{NaH}_2\text{PO}_4\text{H}_2\text{O}$)

Fungsi	: Untuk Menampung Natrium Hidrophosphat yang berguna untuk mencegah terjadinya kerak pada boiler
Jenis	: tangki silinder tegak
Volume	: 184,431 cuft
Tinggi	: 1,881 m
Diameter	: 1,881 m
Tebal	: 0,75 in
Bahan	: Baja Carbon SA – 283 grade C
Jumlah	: 1 buah

26. Tangki NaOH

Fungsi	: Untuk Menampung NaOH yang berguna untuk meregenerasi anion
Jenis	: tangki silinder tegak
Volume	: 244,825 cuft
Tinggi	: 2,067 m
Diameter	: 2,067 m
Tebal	: 0,25 in
Bahan	: Baja carbon SA -- 238 grade C
Jumlah	: 1 buah

27. Tangki NaCl

Fungsi	: Untuk menampung NaCl yang berguna untuk meregenerasi kation
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Volume	: 111, 948 cuft
Tinggi	: 1,593 meter
Diameter	: 1,593 meter
Tebal	: 0,25 in
Bahan	: Baja Carbon SA – 283 grade C
Jumlah	: 1 buah

28. Tangki CHLORIN

Fungsi	: Untuk menampung chlorine yang berguna untuk membunuh kuman dan mencegah timbulnya lumut.
--------	--

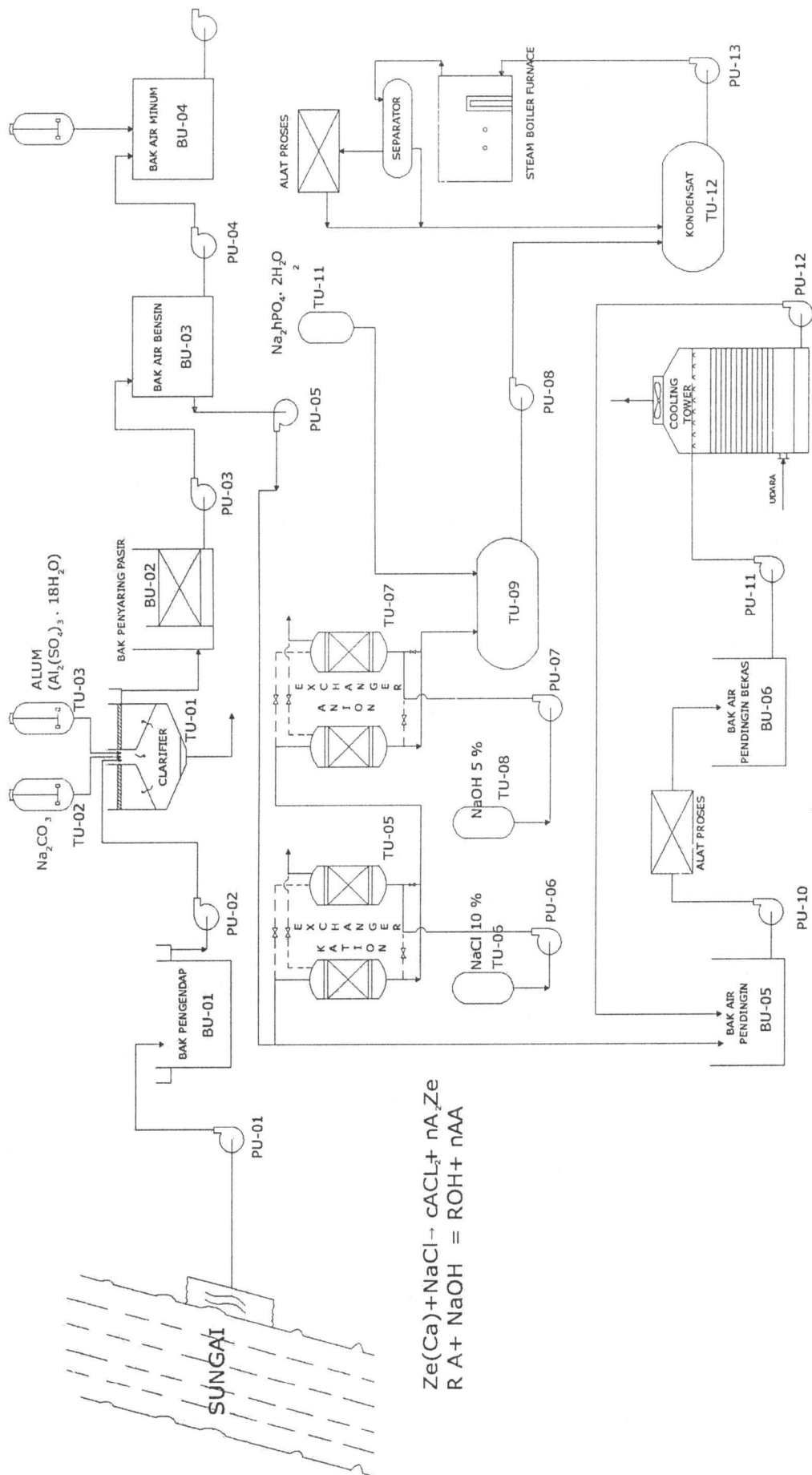
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Tinggi	: 1 m
Diameter	: 0,5 m
Tebal	: 0,75 in
Bahan	: Baja Carbon SA- 283 grade C
Jumlah	: 1 buah

29. Tangki kondensat

Fungsi	: Untuk menampung air kondensat unit proses dan disiapkan untuk umpan pembangkit uap
Jenis	: tangki silinder tegak
Volume	: 860,44 cuft
Panjang	: 10,19 m
Diameter	: 1,699 m
Tebal	: 1,16666 in
Bahan	: Baja carbon SA – 283 grade C
Jumlah	: 1 buah

30. Tangki Fuel Oil

Fungsi	: Untuk menampung bahan baker fuel oil untuk 7 hari proses kerja
Jenis	: Tangki Silinder tegak
Volume	: 9147,663 cuft
Tinggi	: 6,91 m
Diameter	: 6,91 m



PROSES PENGOLAHAN AIR

Tebal	: 1 in
Baha	: Baja carbon SA - 212 grade C
Jumlah	: 1 buah

31. Tangki Diesel Oil

Fungsi	: untuk menampung bahan bakar diesel selama 30 hari kerja
Jenis	: tangki silinder tegak
Volume	: 898,0625 cuft
Tinggi	: 3,188 m
Diameter	: 3,188 m
Tebal	: 1 in
Bahan	: baja carbon SA- 212 Grade C
Jumlah	: 1 buah

4.6. ORGANISASI PERUSAHAAN

4.6.1 . Bentuk Perusahaan

Pabrik Isopren dari Propilen kapasitas 75.000 ton/tahun yang akan didirikan direncanakan mempunyai :

1. Bentuk perusahaan : Perseroan terbatas (PT)
2. Lokasi Perusahaan : Kawasan Industri Cilegon

Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut menagambil bagian

sebanyak satu saham atau lebih.dalm perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyettor penuh jumlah yang disebutkann tiap saham.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan perseroan terbatas adalah didasarkan aaatas beberapa faktor,antara lain sebagai berikut :

1. mudah untuk mendapatkan modal,yaitu dengan menjual saham perusahaan
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pengurus perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu nsama lain, pemilik perusahaan adalh pemegang saham terbanyak, sedanagkan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staf yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staf, dan karyawan perusahaan.
5. Efisiensi manajemen, pemegang saham dapat memilih orang sebagai dewan komisaris beserta direktur yang cakap dan berpengalaman.
6. lapangan usaha lebih luas. Suatu perusahaan perseroan, terbatas dapat menarik modal yang besar dari masyarakat,sehingga dpat memperluas usahanya.

4.6.2. Struktur Organisasi.

Organisasi merupakan suatu wadah atau alat dimana orang - orang yang mempunyai suatu visi melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang

diharapkan. Struktur organisasi adalah gambaran secara sistematis tentang tugas dan tanggung jawab serta hubungan antara bagian – bagian dalam perusahaan. Dengan adanya struktur organisasi dengan diketahui wewenang dan tanggung jawab masing – masing personil atas jabatan yang disandanginya, sehingga dapat bekerja sesuai dengan tugas dan wewenangnya.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

- a. Perumusan tujuan perusahaan jelas.
- b. Pendelegasian wewenang.
- c. Pembagian tugas kerja yang jelas
- d. Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- e. Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan.
- f. Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap azas – azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik yaitu : sistem lini dan staf, pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapt dlam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan aja.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang – orang yang ahli dalam bidangnya. Staff ahli akan memeberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawasan tercapai tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang
2. sebagai bahan orientasi pejabat
3. penempatan pegawai yang lebih tepat
4. penyusunan program pengembangan manajemen
5. mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Selanjutnya struktur organisasi yang digunakan sistem line dan staff.

4.6.3. Tugas dan Wewenang

Dengan sistem pembagian tugas menurut wewenang akan memudahkan dalam penyelesaian tugas dan pekerjaan yang menjadi tanggung jawab setiap anggota organisasi .

a. Pemegang saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang menguimpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Pemilik saham terbanyak adalah pemilik perusahaan, kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham (RUPS). Adapun keputusan yang dihasilkan rapat adalah :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. mengangkat dan memberhentikan Direktur Perusahaan
3. mengesahkan hasil – hasil serta neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.

b. Dewan Komisaris

Tugas dan wewenangnya :

1. mengatur dan mengkoordinir kepentingan para pemegang saham dan penentu kebijakan kepentingan perusahaan.
2. Sesuai dengan ketentuan yang digariskan dalam anggaran perusahaan.
3. Memberikan penilaian dan mewakili para pemegang saham atas pengesahan neraca dan perhitungan rugi laba tahunan serta laporan lain yang disampaikan oleh direksi.
4. Bertanggung jawab atas stabilitas jalannya perusahaan dalam jangka panjang, baik bersifat ekstern maupun intern.

c. Direktur

Tugas dan wewenangnya :

1. Pejabat tinggi, memimpin perusahaan bersama – sama manajer
2. mengusahakan tercapainya tujuan perusahaan sesuai dengan anggaran dasar
3. Memutuskan besarnya gaji dan upah
4. memberikan pengawasan, pengarahan dan petunjuk guna mendapatkan suatu langkah kerja yang baik.
5. mengambil keputusan dipenuhi atau tidaknya jumlah produksi yang dilakukan.
6. bertanggung jawab atas berjalannya seluruh kegiatan perusahaan kepada dewan komisaris.

d. Staff Ahli dan R&D

1. Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga – tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan direksi dalam menjalankan tugasnya dengan baik yang berhubungan dengan tehnik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada direktur sesuai dengan bidangnya.

Tugas dan wewenangnya :

1. memberikan saran dan perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi bidang tehnik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran – saan dalam bidang hokum.

2. Staff R&D

Staff R&D bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang penelitian dan pengembangan.

Tugas dan wewenangnya :

1. Memperbaiki proses perancangan, perencanaan alat dan pengembangan produksi.
2. Meningkatkan mutu produksi.
3. Meningkatkan efisiensi kerja.

e. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis- garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan.

Kepala bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Produksi

Tugas dan wewenangnya:

- Kepala bagian produksi bertanggung jawab kepada manajer operasional dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.
- Mengadakan kerja sama dengan pihak luar dalam hal pengadaan bahan baku, memberikan laporan mengenai hasil produksi kepada manajer operasional serta menjaga kualitas produksi.
- Merencanakan pembagian tugas karyawan
- Mengawasi cara kerja karyawan yang menjadi tanggung jawabnya.
- Menjaga agar kondisi ruangan (RH) agar tetap dalam keadaan yang diinginkan
- Mengatur pembagian istirahat karyawan agar tidak mengganggu kelancaran produksi.
- Memperhatikan masalah- masalah yang terjadi dan segera diantisipasi agar proses dapat berjalan sesuai yang direncanakan
- Bekerja sama dengan pihak lain guna kelancaran proses produksi
- Bertanggung jawab atas hasil produk yang telah diproduksi.

2. Kepala Bagian Utilitas

Tugas dan wewenangnya:

- Memimpin dan mengkoordinir pelaksanaan operasional dalam pengadaan utilitas, tenaga, dan instrumentasi
- Bertanggung jawab kepada manajer operasional atas hal-hal yang dilakukan bawahannya dalam menjalankan tugasnya masing-masing
- Mengkoordinir supervisor yang menjadi bawahannya

3. Kepala Bagian Maintenance membawahi:

- Supervisor pemeliharaan peralatan

Tugas Supervisor pemeliharaan peralatan antara lain:

- 1) Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- 2) Memperbaiki peralatan pabrik.

- Supervisor pengadaan peralatan

Tugas Supervisor pengadaan peralatan antara lain:

- 1) Merencanakan penggantian peralatan
- 2) Menentukan spesifikasi peralatan pengganti atau peralatan baru yang akan digunakan

4. Kepala Bagian Quality Assurance (QA)

Tugas dan wewenangnya:

- Menetapkan standar kualitas dari produk yang dihasilkan perusahaan

- Penghubung antara konsumen dengan pihak perusahaan untuk masalah komplain produk
- Merencanakan perbaikan produk yang mengalami kerusakan
- Melaksanakan pengawasan dan mengkoordinir proses Quality control

Kepala bagian Quality Assurance (QA) membawahi:

1. Supervisor Laboratorium

- 1) Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- 2) Mengawasi dan menganalisa produk
- 3) Mengawasi kualitas buangan pabrik

5. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Kepala bagian keuangan dan pemasaran bertanggung jawab kepada manajer keuangan dan umum dalam bidang keuangan dan pemasaran.

- Supervisor pembelian

Tugas Supervisor pembelian antara lain:

- 1) Merencanakan besarnya kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu yang akan dibeli
- 2) Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan

3) Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang

- Supervisor pemasaran

Tugas Supervisor pemasaran antara lain:

1. merencanakan strategi penjualan hasil produksi
2. mengatur distribusi barang dari gudang

- Supervisor keuangan

Tugas Supervisor keuangan antara lain:

1. mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan
2. menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan

6. Kepala Bagian Personalia dan Umum

Kepala bagian personalia dan umum bertanggung jawab kepada manajer keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Personalia dan Umum membawahi:

- . Supervisor Personalia
- . Supervisor Humas
- . Supervisor Keamanan

f. Supervisor

Supervisor adalah pelaksana dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para kepala bagian masing – masing, agar diperoleh hasil uang maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Supervisor akan membawahi staf, setiap supervisor bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing – masing sesuai dengan tugasnya.

Tugas dan wewenangnya :

1. Merencanakan rekrutmen dan pembinaan karyawan guna pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM) perusahaan.
2. Mengarahkan staf dan karyawan secara langsung untuk mencapai sasaran perusahaan.
3. Mengadakan pertemuan perorangan maupun kelompok untuk menciptakan hubungan yang baik, sehingga menimbulkan suasana yang menyenangkan dengan tidak meninggalkan peraturan – peraturan yang telah ditetapkan perusahaan.
4. Memberikan motivasi kepada seluruh staff dan karyawan agar bekerja dengan kesadaran dan tanggung jawab serta mematuhi peraturan yang telah ditetapkan.
5. memberikan teguran dan peringatan apabila terjadi pelanggaran.
6. Mengadakan pembinaan disiplin kerja.
7. Melaksanakan absensi staff dan karyawan

8. Bertanggung jawab atas pengawasan, kebersihan, keamanan dan ketertiban perusahaan.
9. Melaksanakan kerja sama dan hubungan yang baik dengan perusahaan lain atau masyarakat sekitar.
10. Bertanggung jawab atas semua kegiatan yang berhubungan dengan karyawan, perusahaan lain dan masyarakat sekitar.

4.6.4 Ketenagakerjaan.

Suatu perusahaan dapat berkembang dengan baik jika didukung oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mendukung berkembangnya perusahaan adalah pemakaian sumber daya manusia untuk ditempatkan pada bidang -- bidang pekerjaan sesuai keahlian. Faktor tenaga kerja merupakan faktor yang sangat menunjang dalam kelangsungan berjalannya proses produksi dan menjamin beroperasinya alat – alat dalam pabrik. Untuk itu harus dijaga hubungan antara karyawan dengan perusahaan, karena hubungan yang harmonis menimbulkan semangat kerja dan dapat meningkatkan produktifitas kerjanya, yang pada akhirnya akan meningkatkan produktifitas perusahaan.

Hubungan itu dapat terealisasi dengan baik jika adanya komunikasi erat fasilitas – fasilitas yang diberikan perusahaan kepada karyawan. Salah satu contoh nyata dalam sistem pengupahan yang sesuai upah minimum regional (UMR) sehingga kesejahteraan dapat ditingkatkan.

Sistem upah karyawan perusahaan ini berbeda – beda tergantung status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut statusnya karyawan suatu perusahaan dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

1. Karyawan Tetap

Karyawan Tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan Harian

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

3. Karyawan Borongan

Karyawan yang akan digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja, sistem upah yang diterima berupa upah borongan untuk suatu perusahaan.

Pabrik isoprene ini direncanakan beroperasi setiap hari, dengan jam efektif selama 24 jam/hari. Adapun karyawan yang bekerja dibagi menjadi dua kelompok, yaitu :

b. Karyawan Non shift

Karyawan non shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah : Direktur, staf ahli, manajer, kepala bagian serta staff yang berada di kantor. Karyawan non shift dalam seminggu bekerja 6 hari, dengan pembagian jam kerja sebagai berikut :

Hari senin – jumat	: jam 08.00 – 16.00
Hari sabtu	: jam 08.00 – 12.00
Istirahat	: jam 12.00 – 13.00

Istirahat hari jum'at : jam 11.30 – 13.00

b. Karyawan Shift

Adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian – bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi.

Karyawan shift dibagi menjadi 4 group, yang bekerja dalam 3 shift.

Pembagian jam kerja shift adalah sebagai berikut :

Shift I : jam 06.00 – jam 14.00

Shift II : jam 14.00 – jam 22.00

Shift III : jam 22.00 – 06.00

Adapun pengaturan kerja setiap group, yaitu masing – masing group bekerja selama tiga hari pada jam kerja yang berbeda – beda setiap grup mendapat libur 1 hari setelah mereka bekerja selama tiga hari kerja. Jadwal pembagian siklus kerja shift selama 10 hari adalah sebagai berikut:

tabel 4.4 Rencana Pembagian Jam Kerja Karyawan

Hari	Group Shift			
	A	B	C	D
1	I	–	II	III
2	I	II	–	III
3	I	II	III	–
4	–	II	III	I
5	II	–	III	I
6	II	III	-	I

Lanjutan Tabel 4.4 Rencana Pembagian Jam Kerja Karyawan

7	II	III	I	—
8	—	III	I	II
9	III	—	I	II
10	III	I	—	II

4.6.5. Kesejahteraan Karyawan

Pemberian upah yang akan dibayarkan kepada pekerja direncanakan diatur menurut tingkat pendidikan, status pekerja dan tingkat golongan. Upah minimum pekerja tidak kurang dari upah minimum regional yang diberlakukan oleh pemerintah daerah setempat, tingginya golongan yang disandang seorang karyawan menentukan besarnya gaji pokok yang diterima oleh karyawan tersebut. Karyawan akan mendapatkan kenaikan golongan secara berkala menurut masa kerja, jenjang pendidikan dan prestasi kerja karyawan.

Tabel 4.5 Jabatan dan Prasyarat

No	Jabatan	Prasyarat
1	Direktur	Sarjana Teknik Kimia (pengalaman $\pm$ 5 tahun)
2	Kabag operasional	Sarjana Teknik Kimia (pengalaman $\pm$ 3 tahun)
3	Kabag keuangan & umum	Sarjana Ekonomi

4	Sekretaris	Akademi Sekretaris
5	Kabag shift Master	Sarjana Teknik Kimia
6	Kabag produksi	Sarjana Teknik Kimia
7	Kabag Personalia & umum	Sarjana Psikologi
8	Kabag Pemasaran	Sarjana Ekonomi
9	Kabag. Administrasi & keuangan	Sarjana Ekonomi
10	Kabag. Maintenance	Sarjana Teknik Kimia
11	Kabag.Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
12	Kabag Quality Assurance	Sarjana Teknik Kimia
13	Supervisor Personalia	Sarjana Psikologi
14	Supervisor Humas	Sarjana Komunikasi
15	Supervisor Keamanan	Sarjana Muda/dll
16	Supervisor Pembelian	Sarjana Teknik Kimia
17	Supervisor keuangan	Sarjana Ekonomi
18	Supervisor pemeliharaan	Sarjana Teknik Mesin
19	Supervisor pengadaan	Sarjana Teknik Kimia
20	Supervisor produksi	Sarjana teknik Kimia
21	Supervisor Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
22	Supervisor Laboratorium	Sarjana MIPA Kimia
23	Staff personalia	Sarjana Muda Psikologi
24	Staff humas	Sarjana Muda Psikologi
25	Staff keuangan	Sarjana Muda Ekonomi

26	Staff Administrasi	Sarjana Muda Ekonomi
27	Staff pemasaran	Sarjana Muda Ekonomi
28	Staff pembelian	Sarjana Muda Ekonomi
29	Staff laboratorium	Sarjana Muda Kimia
30	Staff pengadaan	Sarjana Muda Kimia
31	Staff utilitas	Sarjana Muda Kimia
32	Staff produksi	Sarjana Muda Kimia
33	Medis	Dokter
34	Satpam	SMU sederajat
35	Sopir	SMU
36	Cleaning service	SMU
37	Perawat	Akademi perwatan
38	Staff pemeliharaan	Sarjana Muda

Tabel 4.6 Rencana Pengupahan Tenaga kerja berdasarkan Golongan

Jabatan	Non	A	B	C	D	jml	Gaji /BLN	Total gaji
Direktur	1					1	Rp 12.000.000	Rp 12.000.000
Staf Ahli	2					2	Rp 5,000,000	Rp 10,000,000
Sekretaris	1					1	Rp 2,000,000	Rp 2,000,000
Kabag operasional	1					1	Rp 7,000,000	Rp 7,000,000
Kabag shift		1	1	1	1	4	Rp 4,500,000	Rp 18,000,000

Kabag produksi	1						Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
Spv produksi	1						Rp 3,500,000	Rp 3,500,000
Staf	1	11	11	11	11	45	Rp 1,200,000	Rp 54,000,000
Kabag maintenance	1					1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
Spv pemeliharaan	1					1	Rp 3,500,000	Rp 3,500,000
Staf	1	1	1	1	1	5	Rp 1,200,000	Rp 6,000,000
S.pengadaan	1					1	Rp 3,500,000	Rp 3,500,000
Staf	1					1	Rp 1,200,000	Rp 1,200,000
Kabag utilitas	1					1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
Spv.utilitas	1					1	Rp 3,500,000	Rp 3,500,000
Staf	1	2	2	2	2	9	Rp 1,200,000	Rp 10,800,000
Kabag QA	1					1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
Spv lab	1					1	Rp 3,500,000	Rp 3,500,000
Staf	1	2	2	2	2	9	Rp 1,200,000	Rp 10,800,000
Kabag keuangan	1					1	Rp 7,000,000	Rp 7,000,000
Kabag pemasaran	1					1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
Spv	1					1	Rp 3,500,000	Rp 3,500,000

pemasaran								
Staf	2					2	Rp 1,500,000	Rp 3,000,000
Spv pembelian	1					1	Rp 3,500,000	Rp 3,500,000
Staf	2					2	Rp 1,500,000	Rp 3,000,000
Kabag perss & umum	1					1	Rp 4,500,000	Rp 4,500,000
Spv pemasaran	1					1	Rp 3,500,000	Rp 3,500,000
Staf	2					2	Rp 1,500,000	Rp 3,000,000
Spv keamanan	1					1	Rp 3,500,000	Rp 3,500,000
Staf	0	4	4	4	4	16	Rp 800,000	Rp 12.800,000
Spv humas	1					1	Rp 3,500,000	Rp 3,500,000
Staf	1					1	Rp 1,500,000	Rp 4,500,000
Medis	0					0	Rp 1,800,000	Rp 1,800,000
Perawat		1	1	1	1	4	Rp 700,000	Rp 2,800,000
Sopir	4					4	Rp 600,000	Rp 2,400,000
Pesuruh	3					3	Rp 500,000	Rp 1,500,000
Cleaning service	6					6	Rp 400,000	Rp 2,400,000
Tukang kebun	1					1	Rp 400,000	Rp 800,000
Total						135		Rp 271,600,000

4..6.7 Fasilitas Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat merangsang kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jemu dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan.

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah:

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh Dokter dan Perawat.

b. Pakaian Kerja

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

c. Makan dan Minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan.

d. Koperasi

Koperasi karyawan didirikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan tiap tahun, yaitu menjelang Hari Raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan Kerohanian

Perusahaan membangun tempat ibadah (masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transport tiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak Cuti

1. Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

2. Cuti Massal

Setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya idul fitri selama 4 hari kerja

3. Cuti Hamil

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

4.6.8. Manajemen Produksi.

Manajemen Produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk proses bahan baku dengan mengatur penggunaan faktor – faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan – penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitanya dengan pengendalian. Dimana perencanaan ini merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

4.6.9. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi perlu dilakukan adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai standar, dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat dengan jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

a. Pengendalian kualitas.

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi, kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahuidari hasil monitor atau analisa pada laboratorium pemeriksaan.

b. Pengendalian kuantitas.

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kesalahan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan faktor lain yang dapat menghambat proses produksi. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

c. Pengendalian waktu.

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian bahan proses.

Bila ingin mencapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan baku untuk proses harus mencukupi. Oleh karena itu diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

4.7. EVALUASI EKONOMI

Evaluasi ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak dan layak untuk didirikan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik Isopren ini dapat dibuat evaluasi atau penilaian atas investasi yang ditinjau dengan metode :

- Return on investment
- Pay Out Tim
- Break Even Point
- Shut Down Point
- Discounted cash Flow Rate

Untuk meninjau faktor – faktor diatas perlu dibedakan penaksiran terhadap faktor :

1. Penaksiran Modal Industri (Total Capital Investment) :

- a. Modal Tetap (Fixed Capital Investment)
- b. Modal Kerja (Working Capital)

2. Penentuan Biaya Produksi Total

- a. Biaya Pembuatan (Manufacturing Cost)
- b. Biaya Pengeluaran (General Expense)

3. Total Pendapatan

4. Analisa kelayakan.

4.7.1. Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun sebelumnya dikalikan rasio indeks harga.

Di dalam Evaluasi ekonomi semua harga diperhitungkan dengan harga pada tahun evaluasi. Sebagai perbandingan perhitungan digunakan “Chemical Engineering Plant Cost “. Dengan data yang telah dikonversikan.

Tabel 4.7 Perkembangan Indeks Harga

TAHUN	INDEKS
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7

1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3

Sumber : <http://www.che.com>

Daftar harga peralatan dibaca pada. Aries Newton, Chemical Engineering
Cost Estimation”

Perkiraan harga peralatan pada tahun evaluasi dipakai rumus

$$Ex = Ey \left(\frac{Nx}{Ny} \right)$$

Dimana :

Ny : Harga indeks untuk tahun y

Nx : harga indeks untuk tahun x

Ex : Harga alat untuk tahun x

Ey : Harga alat untuk tahun Y

Jika suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva
spesifikasi, maka harga alat tersebut diperkirakan dengan rumus ;

$$Eb = Ea \left(\frac{Cb}{Ca} \right)^{0,6}$$

Dimana :

Ea : Harga alat a

Eb : Harga alat b

Ca : Kapasitas alat a

Cb : Kapasitas Alat b

Nilai tukar mata uang Dollar terhadap rupiah berdasarkan Harian KOMPAS tanggal 18 mei 2006 adalah US\$ = 9000

Pabrik direncanakan didirikan tahun 2009, sebagai perbandingan harga digunakan harga alat – alat pada tahun 1954 dari grafik Aries & Newton dengan indeks harga alat = 86,1. indeks harga dari tahun 1987 – 2001 diperoleh dari <http://www.che.com>. Dari ekstrapolasi data indeks menggunakan regresi linier

$$Y = aX + b$$

Dengan :

Y : Harga Indeks

a : slope

b : Intercept dengan sumbu Y

didapat indeks harga untuk tahun 2009 = 436,8641,

Tabel 4.7 Purchased Equipment Cost (PEC) Alat Proses

Kode	Nama alat	Jumlah	Harga Satuan (\$)	Harga Total (\$)
R-01	Reactor Dimerisasi	1	317746.8	317746.8
R-02	Reactor	1	297256.8	297256.8

	Isomerisasi			
R-03	Reactor Furnace	1	113307	113307
HE-01	Heater	1	63806.4	63806.4
HE-02	Heater	1	24687	24687
VP-01	Vaporizer	1	70896	70896
VP-02	Vaporizer	1	81024	81024
CL-01	Cooler	1	9083.64	9083.64
CL-02	Cooler	1	6981.43	6981.43
CL-03	Cooler	1	5180.27	5180.27
CL-04	Cooler	1	5408.66	5408.66
T-01	Tangki B. Baku	2	244084.8	488169.6
T-02	Tangki oil quench	1	5064	5064
T-03	Tangki produk	2	55704	111408
T-04	Tangki produk	2	242312.4	484624.8
T-05	Tangki produk	2	455760	911520
CDS-01	Cond. Sub cooler	1	11191.44	11191.44

Danang Eko Saputra (99521075)
Firdaus Anton Saputra (99521020)

CDS-02	Cond. Sub cooler	1	10026.72	10026.72
CD-01	Condenser	1	52159.2	52159.2
S-01	Separator	1	10549.48	10549.48
S-02	Separator	1	12530.23	12530.23
S-03	Separator	1	11494.18	11494.18
S-04	Separator	1	13718.89	13718.89
S-05	Separator	1	13718.89	13718.89
RB-01	Reboiler	1	18348.95	18348.95
MD-01	Menara Destilasi	1	31787.55	31787.55
AC-01	Accumulator	1	13931.71	13931.71
QC	Menara quencher	1	87100.8	87100.8
P-A	Pompa	2	1944.58	3889.16
P-B	Pompa	2	1519.2	3038.4
P-C	Pompa	2	1012.8	2025.6
P-D	Pompa	2	1012.8	2025.6
P-E	Pompa	2	1012.8	2025.6
P-01	Pompa	2	1944.58	3889.16
P-02	Pompa	2	1797.72	3595.44
P-03	Pompa	2	1012.8	2025.6

P-04	Pompa	2	1012.8	2025.6
P-05	Pompa	2	1519.2	3038.4
P-06	Pompa	2	1027.99	2055.98
Total				3.312.356,98

Tabel 4.9 Purchased Equipment Cost Alat- Alat Utilitas

Kode	Nama alat	Jumlah	Harga Satuan (\$)	Harga Total (\$)
TU-01	Clarifier	1	30,384	30,384
TU- 02	Tangki Carbonat	1	10,229.28	10229,28
TU- 03	Tangki Allum	1	17,977.20	17,977.20
TU- 04	Tangki Kaporit	1	4,781.19	4,781.19
TU – 05	T. Kation Exch	2	4864,20	9368,40
TU – 06	Tangki NaCl	1	5494,44	5494,44
TU- 07	T. Anion Exch	2	2354,44	4709,52
TU – 08	Tangki NaOH	1	8912,64	8912,64
TU – 09	T. umpan Boiler	1	12280,20	12280,20
TU – 10	T. Na ₂ SO ₃	1	7018,70	7018.7
TU – 11	T. Na ₂ HPO ₄	1	7018,7	7018,7
TU-12	Tangki kondensat	1	16458	16458
TU-13	Tangki Fuel Oil	1	55704	55704
TU-14	Tangki Diesel Oil	1	15192	15192

CT	Cooling Tower	1	1038,12	1038,13
FCT	Fan cooling	1	12913,20	12913,20
GU	Generator	3	253200	253200
BU	Boiler	1	405120	401520
BLU	Blower	2	12660	253200
PU-01	Pompa	2	3367.56	6735.12
PU-02	Pompa	2	3367.56	6735.12
PU-03	Pompa	2	3367.56	6735.12
PU-04	Pompa	2	1331.83	2663.66
PU-05	Pompa	2	3038.4	6076.8
PU-06	Pompa	2	1012.8	2025.6
PU-07	Pompa	2	1012.8	2025.6
PU-08	Pompa	2	1190.04	2380.08
PU-09	Pompa	2	1959.77	3919.54
PU-10	Pompa	2	5114.64	10229.28
PU-11	Pompa	2	5114.64	10229.28
PU-12	Pompa	2	5114.64	10229.28
				1.707.384,07

Tabel 4.10 harga alat – alat utilitas yang dibuat di lokasi pabrik (local)

Kode alat	Nama alat	Jumlah	Harga (Rp)	Harga Total (Rp)
BU-01	Bak pengendap	2	10.500.000	21.000.000

BU-02	Bak Saringan pasir	1	20.000.000	20.000.000
BU-03	Bak air bersih	1	10.000.000	10.000.000
BU-04	Bak air pendingin	1	10.000.000	10.000.000
BU-05	Bak air servis	1	10.000.000	10.000.000
BU – 06	Bak Pend bekas	1	10.000.000	10.000.000
Total				81.000.000

4.7.2 Perhitungan Evaluasi Ekonomi

Tabel Perhitungan Evaluasi Ekonomi

Spesifikasi untuk Tenaga kerja adalah sebagai berikut :

1. Buruh asing : buruh Indonesia = 5 : 95
2. Upah pekerja asing = \$ 20/jam
3. Upah pekerja local = Rp 10.000/jam
4. manhour asing – manhour local = 1 : 3

No	Jenis Biaya	Dollar (\$)	Rupiah (Rp)
1	Purchased Equipment cost		
	Harga alat di Negara pembuat	3,312,356.98	
	Biaya Administrasi 1%	33,123.5698	
	Biaya Transportasi 25%	828,089.25	
	Biaya pembongkaran dan transportasi 2%	66,247.14	

	Delivering Equipment Cost	4,239,816.94	
2	Instalasion Cost 43% PEC Harga Material 11 % PEC Pekerja 32% PEC : Asing Lokal	 364,359.27 52,997.71	 1.510.434.735
3	Piping cost PEC Harga Material 49% PEC Pekerja 37% PEC Asing Local	 1,623,054.92 61,278.6	 1.746.440.100
4	Instrumentasion Cost Harga Material 24%PEC Pekerja 6% PEC Asing Local	 794,965.68 9,937.07	 283.206.495
5	Insulation Cost Material 3% PEC Pekerja 5% PEC Asing Lokal	 99,370.71 8,280.89	 236.005.365

6	Electrical Cost	198,741.42	
	Material 6% PEC		
	Pekerja 4% PEC	6,624.71	
	Asing		188.804.205
	Lokal		
7	Land and Building		
	Luas tanah yang digunakan 5000 m ²		
	Harga Tanah diperkirakan Rp 300.000/m ²		
	Biaya perbaikan tanah 10% dari harga tanah		1.500.000.000
	Total land and building cost		18.166.250E+10

8. Utility Cost

a. DEC (Delivery Equipment Cost)

Harga Peralatan di Negara pembuat PEC = US\$ 1.707.384,07

Biaya pengangkutan sampai pelabuhan 25%PEC = US\$ 426.846,018

Biaya bongkar 2%PEC = US\$ 34.147,68

Biaya Administrasi 1%PEC = US\$ 17.073,842

Maka Delivering Equipment Cost (DEC) = US\$ 2.185.451,61

b. Instalation Cost (biaya instalasi)

Biaya Instalasi 43% PEC

- Material = 11% x PEC
= 11% x \$ 1.707.384,07
= \$ 187.812,25
- Pekerja = 32% x PEC : \$ 20/jam
= 27318,15 jam
- Upah pekerja asing = 0,05 x 27318,15 x \$ 20/jam
= \$ 27318,15
- Upah pekerja Indonesia = 0,95 x 27318,15 x Rp 10.000/jam
= Rp. 778.567.275

Total Biaya Instalasi = US\$ 215,130.4 + Rp. 778.567.225

c. Instrument Cost (Biaya Instrumentasi)

Biaya Instrumentasi 30% PEC

- Material = 24% x PEC
= US\$ 836,618.19
- Pekerja = 6% x PEC : \$ 20/jam
= 5122,15 jam
- Upah pekerja asing = 0,05 x 5122,15 jam x \$ 20/jam
= US\$ 5.122,15
- Upah pekerja Indonesia = 0,95 x 5122,15 jam x Rp. 10.000/jam
= Rp.145.981.275

Total Biaya Instrumentasi = US\$ 414.894,33 + Rp. 145.981.275

d. Insulation Cost (Biaya isolasi)

Biaya isolasi 8% PEC

- Material = 3% x PEC
= US\$ 51.221,52
- Pekerja = 5% x PEC : (\$ 20/jam)
= 4268,46 jam
- Upah pekerja asing = 0,05 x 4268,46 jam x US\$ 20/jam
= US\$ 4,268.48
- Upah pekerja Indonesia = 0,95 x 4268,48 jam x Rp. 10.000/jam
= Rp. 121.651.680

Total Biaya isolasi = US\$ 55,490.00 + Rp 121.651.680

Tabel 4.11 Total biaya Utilitas

No		US\$	Rp
1	PEC		33.750.000
2	DEC	2,185,451.61	
3	Instalation Cost	215,130.40	778.567.275
4	Piping Cost	868,204.80	900.218.385
5	Instrumentation Cost	414,894.33	145.981.275
6	Insulation Cost	55,490.00	121.651.680

Total Biaya utilitas = US\$ 3,739,171.14 + Rp. 1.980.168.615

Total Fixed Capital Investment

- DEC	= US\$ 4,239,816.94
- Instalation Cost	= US\$ 417,356.98 + Rp. 1.510.434.735
- Piping Cost	= US\$ 1,684,333.52 + Rp. 1.746.440.100
- Instrumentation Cost	= US\$ 804,902.75 + Rp. 283.206.495
- Insulation Cost	= US\$ 107,651.60 + Rp. 236.005.365
- Electrical Cost	= US\$ 205,366.13 + Rp. 188.804.235
- Building Cost	= + Rp. 1.666.250.000
- Land & Improvement Cost	= + Rp.16.500.000.000
- Uility Cost	= US\$ 3,739,171.41 + Rp. 1.980.168.615
Physical Plant Cost (PPC)	= US\$ 11,198,599.33 + Rp. 24.111.309.545
Engineering & Construntion Cost 20% PPC	
	= US\$ 2,239,719.87 + Rp. 4.822.261.908

Direct Plant Cost (DPC)	= US\$ 13,438,312.2 + Rp. 28.933.571.453
Connstractor fee 5% DPC	= US\$ 671,915.96 + Rp.1.446.678.453
Contingency Cost 15% DPC	= US\$ 2,015,747.88 + Rp. 4.340.035.718

Total Fixed Capital = US\$ 16,125,983.04 + Rp. 34.720.285.744

FCI dalam Rupiah = US\$ 16,125,938.04 x (Rp. 9000/\$) + 34.720.285.744
= Rp. 3,592973109 x 10¹⁰

4.7.3. Manufacturing Cost

Dengan ketentuan sebagai berikut :

Dalam 1 hari pabrik beroperasi selama 24 jam

Dalam 1 tahun pabrik beroperasi selama 330 hari

1. Direct Manufacturing Cost

a. Raw Material (bahan baku)

- Propylen :

Kebutuhan : 15113,9 kg/jam

Harga : \$ 0,4811/lb

Kebutuhan per tahun :

$= (15113,9 \text{ kg/jam}) \times (2,2046 \text{ lb/kg}) \times (24 \text{ jam}) \times (330 \text{ hari})$

$= 263.895.223,2 \text{ lb/tahun}$

- Bahan pembantu

- Katalis Tripropil – Alluminium

Kebutuhan : 465,89 kg/tahun

Harga : 0,2081/lb

Biaya pertahun :

$= (465,89 \text{ kg/tahun}) \times (2,2046 \text{ lb/kg}) \times (\text{US\$}0,2081/\text{lb})$

$= \text{US\$ } 213.74/\text{tahun}$

- Katalis Silica – Alumina

Kebutuhan : 327,968 kg/tahun

Harga : 0,1671/lb

Biaya pertahun :

$$= (327,968 \text{ kg/tahun}) \times (2,2046 \text{ lb/kg}) \times (\text{US\$ } 0,1671/\text{lb})$$

$$= \$ 120.82/\text{tahun}$$

Total biaya Raw Material :

$$= (\text{US\$ } 126,959,991.9 + \text{US\$ } 120.82 + \text{US\$ } 213,74)$$

$$= \text{US\$ } 126,960,326.46 \times (\text{Rp.}9000/1\$)$$

$$= \text{Rp.}1.142.642.938.000$$

b. Labour Cost

Tabel 4.12 Labour Cost

Jabatan	Jumlah	Gaji/bulan (Rp)	Gaji/Tahun (Rp)
Direktur	1	5.000.000	60.000.000
Kepala bagian	3	3.500.000	126.000.000
Kepala seksi	11	3.000.000	396.000.000
Kepala regu	3	2.000.000	72.000.000
Kepala urusan	6	2.000.000	144.000.000
Supervisor	6	1.500.000	108.000.000
Kepala shift	4	2.500.000	120.000.000
Karyawan	152	800.000	1.459.200.000

$$\text{Total Labour Cost/tahun} = \text{Rp. } 2.485.200.000$$

c. Supervision Cost

Supervision Cost 10% Labour Cost :

$$= \text{Rp. } 248.520.000$$

d. Biaya perawatan (Maintenance Cost)

$$= 6\% \times \text{Fixed Capital Investment}$$

$$= \text{Rp.} 9.399.909.510,00$$

e. Plant Supliest Cost

$$= 10\% \times \text{manufacturing cost}$$

$$= \text{Rp.} 933.990.951$$

f. Utilities Cost

- Allum

$$\text{Kebutuhan} = 2.716 \text{ kg/ jam}$$

$$\text{Harga} = \text{Rp } 350/ \text{ kg}$$

Biaya 1 tahun

$$= (2.716 \text{ kg/ jam }) (24 \text{ jam }) (330 \text{ hari }) (\text{Rp } 350/ \text{ kg })$$

$$= \text{Rp } 7.528.752$$

- NaOH

$$\text{Kebutuhan} = 277.184 \text{ kg/ tahun}$$

$$\text{Harga} = \text{Rp } 700/ \text{ kg}$$

Biaya 1 tahun

$$= (277.184 \text{ kg/ tahun }) (\text{Rp } 700/ \text{ kg })$$

$$= \text{Rp } 194.028,98$$

- Gas Clor

$$\text{Kebutuhan} = 1067,62 \text{ kg/ tahun}$$

$$\text{Harga} = \text{Rp } 950/ \text{ kg}$$

Biaya 1 tahun

= (1067,62 kg/ tahun) (Rp 950/ kg)

= Rp 1.014.239

- NaOH_2CO_3

Kebutuhan = 1.358 kg/ jam

Harga = Rp 650 / kg

Biaya 1 tahun

= (1.358 kg/ jam) (24 jam) (330 hari) (Rp 650/ kg)

= Rp 6.990.984

- NaCl

Kebutuhan = 253,49 kg/ tahun

Harga = Rp 300/ kg

Biaya 1 tahun

= (253,49 kg/ tahun) (Rp 300/ kg)

= Rp 76.047

- Na_2SO_3 :

Kebutuhan = 0,121 kg/jam

Harga = Rp 600/kg

Biaya pertahun :

= (0,121 kg/jam) (24 jam) (330 hari) (600/kg)

= Rp.574.992,00

- NaH_2PO_4 :

Kebutuhan = 0,121 kg/jam

Harga = Rp.900/kg

Biaya pertahun

= (0,121 kg/jam) (24 jam) (330 hari) (900/kg)

= Rp. 862.488

- Bahan bakar

Kebutuhan = 1228,49 liter/jam

Harga = 4500/liter

Biaya per tahun :

= (1228,48 l/jam) (24jam) (330 hari) (3250/liter)

= Rp.47.783.027.200

- Minyak diesel

Kebutuhan = 28,256 liter/jam

Harga = 2750/liter

Biaya dalam 1 tahun :

= (28,256 liter/jam) (24 jam) (330 hari) (Rp.3500/liter)

= Rp.783.256.320,00

- Quench oil

Kebutuhan = 150 kg/tahun = 155,5 liter/tahun

Harga = Rp.10.000/liter

Biaya dalam 1 tahun

= (155,5 liter/tahun) (Rp.10.000/liter)

= Rp.15.550.000

- Downtern :

Kebutuhan = 35.676.687,94 BTU/jam

Harga = US\$ 35,448

= Rp.319.032.000

Total utilities cost = Rp.4.470.040.882

g. Royalties and Patent

= 2% x sales price

Sales Price:

- Produksi Isopren = 75.000 ton/ tahun

= 75.000.000 kg/ tahun

Harga jual Isopren = \$ 0.9865 / lb

= \$ 2,1748 / kg

Total harga jual isoprene dalam 1 tahun

= (75.000.000 kg/ tahun) (\$2,1748/ kg)

= Rp 1.223.325.000.000

- Produksi Methana = 21.167.308,8 kg/ tahun

Harga jual methana 1500/ kg

Total harga jual methane dalam 1 tahun

= (21.167.308,8 kg/ tahun) (Rp 1500/ kg)

= Rp 31.750.963.200

- Produksi propylene dimmer

= 11.564.467,2 kg/ tahun

Harga jual = US\$ 1,245/ kg

Total harga penjualan propylene dimmer dalam 1 tahun

= (11.564.467,2 kg/ tahun) (US\$ 1,245 kg)

= Rp 107.983.212.500

Total penjualan produk

= Rp 1.363.059.176.000

Maka royalties and patent = Rp 27.261.183.520

Total Direct Manufacturing Cost

- Raw material = Rp 952.202.448.500

- Labour cost = Rp 2.485.200.000

- Supervision cost = Rp 248.520.000

- Maintenance cost = Rp 9.339.909.510

- Plant supplies = Rp 933.990.951

- Utilities = Rp 4.740.040.882

- Royalties and patent = Rp 27.261.183.520 +

Total Direct manufacturing cost = Rp 997.211.293.300

2. Indirect Manufacturing Cost

- a. Payroll Overhead (15% Labour Cost)

= 15 % (Rp 2.485.200.000)

= Rp 372.780.000

b. Laboratory (15% Labour Cost)

= 15 % (Rp 2.485.200.000)

= Rp 372.780.000

c. Plant Overhead (75% Labour Cost)

= 75 % (Rp 2.485.200.000)

= Rp 1.863.900.000

d. Packaging and shipping (3% Sales Price)

= 3% (Rp 1.363.059.176.000)

= Rp 40.891.775.280

Maka total Indirect Manufacturing Cost

= Rp 43.501.235.280

3. Fixed Manufacturing Cost

a. Depresiation = 10% x Fixed Cost

= Rp. 15.566.515.850

b. Property Taxes = 1% x Fixed Cost

= Rp. 1.566.651.585

c. Insurance = 1% X Fixed Cost

= Rp.1.566.651.585

Maka Total Fixed Manufacturing Cost

= Rp . 18.679.819.020



Total Manufacturing Cost :

- Direct Manufacturing Cost	= Rp.997.211.293.300
- Indirect Manufacturing Cost	= Rp. 43.501.235.280
- Fixed Manufacturing Cost	= Rp. 18.679.819.020
Total Manufacturing Cost	= Rp. 1.059.392.347.600

4.7.4 Working Capital Investment

a. Raw Material Investment

Persediaan bahan baku untuk 1 bulan produksi

$$= 30/330 \times \text{Rp. } 952.202.448.500$$

$$= \text{Rp. } 86.560.858.950$$

b. Inventory process

Dianggap process bersiklus selama 1 hari

$$= 1/330 \times \text{Rp. } 1.059.392.347.600$$

$$= \text{Rp. } 3.210.279.839$$

c. Product Inventory

Persediaan Product dianggap 1 bulan produksi

$$= 30/330 \times \text{Rp. } 1.059.392.347.600$$

$$= \text{Rp. } 96.308.395.180$$

d. Extended Credit

Persediaan untuk menutup penjualan yang belum di bayar, dianggap sama dengan satu bulan produksi

$$= 30/330 \times \text{Rp. } 1.363.059.176.000$$

$$= \text{Rp. } 123.914.470.500$$

e. Available Cost

Dipakai 1 bulan Manufacturing Cost

$$= 30/330 \times \text{Rp. } 1.059.392.347.600$$

$$= \text{Rp. } 96.308.395.180$$

Maka Total Working Capital Investment

$$= \text{Rp. } 406.305.399.600$$

Total Fixed Capital Investment

$$= \text{Fixed Capital} + \text{Working Capital Investment}$$

$$= \text{Rp. } 155.665.158.500 + \text{Rp. } 406.305.399.600$$

4.7.5 General Expense

a. Administration 3% dari sales price

$$= 3\% \times \text{Rp. } 1.363.059.176.000$$

$$= \text{Rp. } 40.891.775.280$$

b. Finance (9% dari fixed capital + 12% dari working capital)

$$= \text{Rp. } 62.766.512.220$$

c. Sales 3% dari sales price

$$= 3\% \times \text{Rp. } 1.363.059.176.000$$

$$= \text{Rp. } 40.891.775.280$$

d. Research 2% dari sales price

$$= 2\% \times 1.363.059.176.000$$

$$= \text{Rp. } 27.261.183.520$$

$$\text{Maka total General Expense} = \text{Rp. } 171.811.246.300$$

4.7.6 Production Cost

$$\begin{aligned}\text{Production Cost} &= \text{Manufacturing Cost} + \text{General Expense} \\ &= \text{Rp. 1.231.203.593.000}\end{aligned}$$

4.7.7 Profit

a. Keuntungan sebelum pajak

$$\begin{aligned}&= \text{harga jual produk} - \text{total production cost} \\ &= \text{Rp. 131.855.583.000}\end{aligned}$$

b. Keuntungan setelah pajak

$$\begin{aligned}&= \text{Pajak penghasilan 40\% sebelum Pajak} \\ &= 40\% \times \text{Rp. 131.855.583.000} \\ &= \text{Rp. 52.742.233.200}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Profit After Tax} &= \text{Laba sebelum pajak} - \text{pajak penghasilan} \\ &= \text{Rp. 79.113.349.800}\end{aligned}$$

4.7.8 Analisa Kelayakan

a. Rate of Investment (ROI)

Merupakan perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan

1. ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned}&= (\text{Profit before tax} / \text{Fixed Capital}) \times 100\% \\ &= (\text{Rp. 131.855.583.000} / \text{Rp. 155.665.158.500}) \times 100\% \\ &= 25,705\%\end{aligned}$$

2. ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} &= (\text{Profit after tax} / \text{Fixed capital}) \times 100\% \\ &= (\text{Rp. } 79.113.349.800 / \text{Rp. } 155.6655.158.500) \times 100\% \\ &= 18,823 \% \end{aligned}$$

b. Pay Out Time (POT)

Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun.

1. POT sebelum pajak

$$POT = IF / (Pb.rb + 0,1 \times IF)$$

Dimana

POT = Pay Out Time

IF = Fixed Capital

Pb.rb = Profit before tax

Pb.ra = Profit after tax

$$\begin{aligned} POT &= \frac{(Rp 155.665.158.500)}{(Rp 13.185.558.300 + (0,1 \times 155.665.158.500))} \\ &= 1,056 \text{ tahun} \end{aligned}$$

2. POT setelah pajak

$$\begin{aligned} POT &= IF / (Pb.ra + 0,1 \times IF) \\ &= 1,644 \text{ tahun} \end{aligned}$$

c. Break Event Point

Merupakan titik batas produksi dimana, pabrik dikatakan tidak untung atau rugi

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

Dimana

Fa = Annual Fixed Expenses at max production

Ra = Annual Regulated expenses at max production

Sa = Annual sales value at max production

Ra = Annual max production

Z = annual Rate production

Va = Annual variable expences at max production

Rincian Fixed Cost

- Depreciation	= Rp. 15.566.518.850
- Property Tax	= Rp. 1.566.651.585
- Insurances	= Rp. 1.566.651.585 +

Total = Rp. 18.679.819.020

Rincian Variable Cost

- Raw Material	= Rp. 952.202.448.500
- Utilitas	= Rp. 4.740.040.882
- Royalties & Patent	= Rp. 27.261.183.520 +

Total = Rp. 984.203.672.902

Rincian Regulated Expences

- Labour	= Rp. 2.485.200.000
- Payroll Overhead	= Rp. 372.780.000
- Supervision	= Rp. 248.520.000
- Laboratory	= Rp. 372.780.000
- General Expences	= Rp. 171.811.246.300
- Maintenance	= Rp. 9.339.909.510
- Plant supplies	= Rp. 933.990.951
- Plant Overhead	= Rp. 1.863.900.000 +
<hr/>	
Total	= Rp. 187.428.326.761

$$BEP = \frac{(Rp186.798.191.020) + (0,3 \times Rp187.428.326.761)}{(Rp1.363.059.176.000) - (Rp984.203.672.902) - (0,7 \times (Rp187.428.326.761))} \times 100\%$$
$$= 42,25\%$$

d. Shut Down Point (SDP)

Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti beroperasi.

$$SDP = 0,3Ra / (Sa - Va - (0,7 \times Ra)) \times 100\%$$
$$= \frac{0,3 \times (187.428.326.761)}{247.655.674.400} \times 100\%$$
$$= 22,704\%$$

e. Discounted Cash Flow (DCF)

Fixed Capital Investment = Rp. 155.665.158.500

Working Capital = Rp. 406.305.399.600

Diperkirakan umur alat (n) = 10 tahun

Salvage value pada akhir service life ditaksir 10% dari fixed capital
Invesment

$$\begin{aligned}SV &= 0,1 \times \text{FCI} \\ &= \text{Rp. } 15.566.515.850\end{aligned}$$

Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan investasi yang tak kembali pada setiap akhir tahun selama umur ekonomi

$$\begin{aligned}S &= (\text{FC} \times \text{WC}) \times (1 + i)^{n - (\text{sv} +)} \\ R &= \text{CF} \times (1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i) + 1\end{aligned}$$

Dimana :

S = Nilai modal pada waktu mendatang setelah dikoreksi dengan salvage value dan working capital

R = Cash Flow berdasarkan pendapatan akhir tahun.

CF= Cash Flow setelah pajak berdasarkan atas total Income minus total cost kecuali depresiasi dan finance

n = umur alat

keuntungan setelah pajak = Rp 79.113.349.800

depresiasi = Rp 15.566.515.850

Finance = Rp 62.766.512.220 +

Cash Flow = Rp 157.446.377.870

$$\frac{FC + WC}{CF} = \frac{561.970.558.100}{157.446.377.870} = 3,57 = x$$

$$\frac{SV + WC}{CF} = \frac{421.871.915.450}{157.446.377.870} = 2,8 = y$$

Maka persamaannya menjadi:

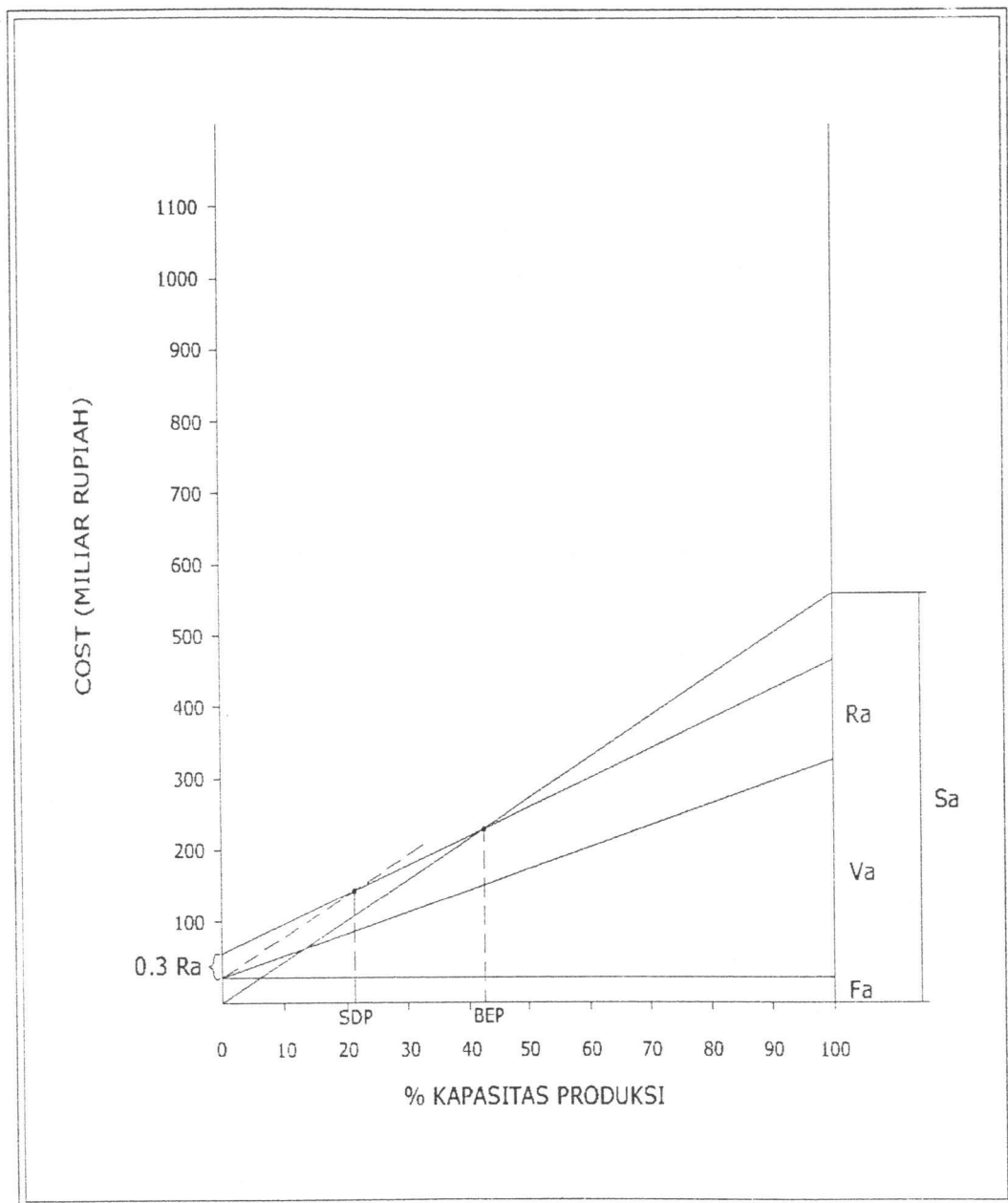
$$3,57(1+i)^{10} - \{(1+i)^9 + (1+i)^8 + \dots + (1+i)^1 + 1\} = 2,68$$

Dilakukan trial harga I, sehingga ruas kiri = ruas kanan.

Untuk $i = 0,2734$, maka

Hasil trial dan error didapat $i = 0,2734$

DCF = 27,34%



GRAFIK BREAK EVENT POINT

REAKTOR DIMERISASI

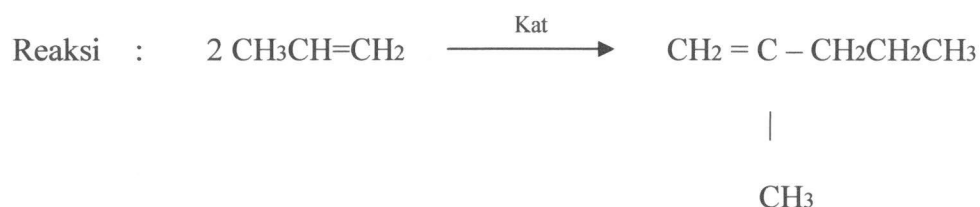
(R – 01)

Tugas : Mereaksikan propilen (C_3H_6) menjadi propilen dimmer (α metal- I pentene)

Jenis : Reaktor fixed bed multitubular

Kondisi Operasi : $P = 12 - 15,4 \text{ atm}$

$T = 473 - 153^\circ \text{ K}$



Katalis yang digunakan : Tripropil – Alumunium ((C_3H_7)₃Al)

Persamaan kecepatan reaksi :

Reaksi merupakan reaksi orde 2 yang berfase gas

$$- \Gamma A = K \cdot C_A^2$$

Jika dianggap berlaku persamaan gas ideal, maka konsentrasi gas dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C_A = \frac{Y_A \cdot P_t}{R \cdot T}$$

Maka persamaan kecepatan reaksi menjadi:

$$- \Gamma A = K \cdot \left[\frac{Y_A \cdot P_t}{R \cdot T} \right]^2$$

Dimana, $K = 4,237520 \times 10^{-16} \cdot e^{(-13626/T)}$

(US. Patent 3111547 , 1963)

(Magness, JF . at,al “Manufacturing of Isoprene “, 1963)

Dengan :

- ΓA = Kecepatan reaksi, $\text{kmol}^2 / \text{det}$

K = Konstanta kecepatan reaksi, det^{-1}

Y_A = fraksi mol

Pt = Tekanan operasi , atm

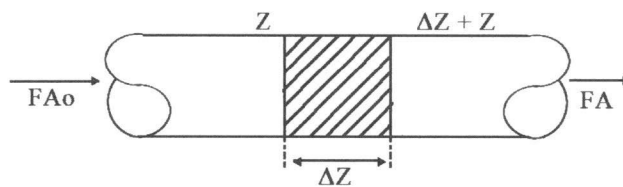
T = Suhu operasi, °K

R = Konstanta tetapan gas ideal $l \cdot atm / kmol \cdot ^\circ K$

> Korelasi antara konversi terhadap panjang pipa.

Dapat di cari berdasarkan neraca massa :

Bila reaksi berlangsung Steady State dalam sebuah pipa reaktor setebal ΔZ dengan konversi yang terjadi X_A



Bahan masuk - Bahan keluar - Propilen bereaksi = ACC

$$F_{AO} (1-X_A)|_Z - F_{AO} (1-X_A)|_{Z+\Delta Z} - \frac{\pi}{4} \cdot \rho_B \cdot \Delta Z (-\Gamma_A) \cdot ID^2 = 0$$

$$\lim_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{F_{AO} (1-X_A)|_{Z+\Delta Z} - F_{AO} (1-X_A)|_Z}{\Delta Z} = -\frac{\pi}{4} \rho_B (-\Gamma_A) ID^2$$

$$- F_{AO} \frac{dx_A}{dZ} = - \frac{\pi}{4} \cdot \rho_B \cdot \Delta Z (-\Gamma_A) \cdot ID^2$$

$$\frac{dx_A}{dZ} = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot \rho_B \cdot (-\Gamma_A) ID^2}{F_{AO}}$$

Untuk Nt jumlah pipa ;

$$\frac{dx_A}{dZ} = \frac{\pi/4 \cdot \rho_B \cdot (-\Gamma A) ID^2 \cdot Nt}{F_{AO}}$$

Dimana :

ρ_B = Bulk density, kg/m^3

ΓA = Kecepatan Reaksi

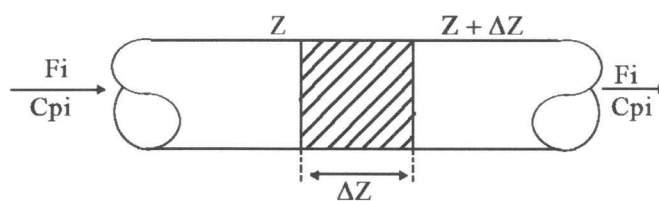
ID = Diameter dalam pipa, m

F_{AO} = Kecepatan Propilen Masuk, $kgmol/det$

> Korelasi antara suhu reactor dengan panjang pipa.

Dapat dicari berdasarkan neraca panas

Neraca panas pada keadaan Steady state berlangsung di dalam sebuah pipa reactor;



Panas masuk – panas keluar + panas reaksi + panas sekeliling = panas ACC

$$\sum F_i \cdot C_{pi} T|_Z - \sum F_i \cdot C_{pi} T|_{Z+\Delta Z} + (-\Delta HR)(-\Gamma A)A \cdot \rho \Delta Z + U_D \cdot \pi \cdot D_e \Delta Z (T_s - T) = 0$$

$$\lim_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{\sum F_i \cdot C_{pi} T|_{Z+\Delta Z} - \sum F_i \cdot C_{pi} T|_Z}{\Delta Z} = (-\Delta HR)(-\Gamma A)A \cdot \rho - U_D \cdot D_e \cdot \pi (T - T_S)$$

$$\sum F_i \cdot C_{pi} \frac{dT}{dZ} = (-\Delta HR)(-\Gamma A)A \cdot \rho - U_D \cdot \pi \cdot D_e (T - T_S)$$

$$\frac{dT}{dZ} = \frac{(-\Delta HR)(-\Gamma A)A \cdot \rho - U_D \cdot \pi \cdot D_e (T - T_S)}{\sum F_i C_{pi}}$$

$$= \frac{F_{AO} \frac{dXA}{dZ} (-\Delta HR) - U_D \cdot \pi \cdot D_e (T - T_S)}{\sum F_i C_{pi}}$$

Untuk Nt buah pipa ;

$$\frac{dT}{dZ} = \frac{F_{AO} \frac{dXA}{dZ} (-\Delta HR) - U_D \cdot \pi \cdot D_e (T - T_S) \cdot Nt}{\sum F_i C_{pi}}$$

Dimana :

ΔH_R = Panas reaksi , $Kcal/kgmol$

T = Suhu reactor, $^{\circ}K$

T_S = Suhu pendingin, $^{\circ}K$

U_D = koefisien transfer panas dari reactor ke pendingin. $Kcal/J \cdot M^2 \cdot ^{\circ}K$

C_{pi} = Kapasitas panas komponen I, $Kcal/Kmol \cdot ^{\circ}K$

D_e = Diameter ekuivalen pipa, m

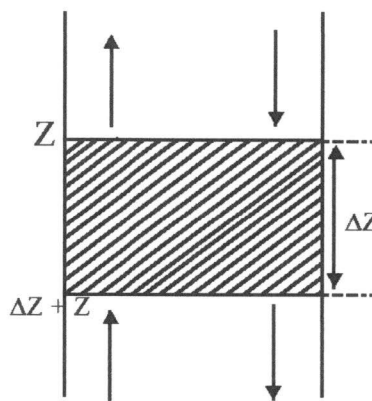
> **Korelasi antara suhu pendingin dengan panjang pipa.**

Dapat dicari dengan neraca panas dari pendingin.

Reaksi yang terjadi didalam tube adalah reaksi eksotermis.

Karenanya untuk menyerap panas yang timbul digunakan pendingin

Air dengan arah aliran berlawanan (Counter Current) didalam Shell



Neraca panas pendingin dalam keadaan Steady State

Panas masuk – Panas keluar – Panas yang diambil pendingin = 0

$$M_s \cdot C_{ps} \cdot T_s|_{Z+\Delta Z} - M_s \cdot C_{ps} \cdot T_s|_Z - U_D \cdot \pi \cdot D_e \Delta Z (T_s - T) = 0$$

$$\lim_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{M_s \cdot C_{ps} \cdot T_s|_{Z+\Delta Z} - M_s \cdot C_{ps} \cdot T_s|_Z}{\Delta Z} = U_D \cdot \pi \cdot D_e (T_s - T)$$

$$M_s \cdot C_{ps} \frac{dT_s}{dZ} = U_D \cdot \pi \cdot D_e (T_s - T)$$

Untuk Nt buah pipa ;

$$\frac{dT_s}{dZ} = \frac{U_D \cdot \pi \cdot D_e (T_s - T) \cdot N_t}{M_s \cdot C_{ps}}$$

Dimana ;

M_s = Aliran massa pendingin ; Kg/jam

C_{ps} = Kapasitas panas pendingin, $\text{Kcal}/\text{kg}^\circ\text{C}$

T_s = Temperatur pendingin, $^\circ\text{K}$

U_D = Koefisien transfer panas, $\text{Kg}/\text{jam} \cdot \text{meter} \cdot ^\circ\text{K}$

D_e = diameter ekuivalen pipa, Meter

> Korelasi antara tekanan dengan panjang pipa

Didapat dari rumus untuk pressure drop pada pipa dengan bahan isian

$$\frac{dP}{dZ} = \frac{-G_r \times (1 - \varepsilon_p)}{1,3173 \cdot 10^{12} \cdot \rho_G \cdot D_p \cdot gc \cdot \varepsilon_p^3} \times \left[\frac{150 \times (1 - \varepsilon_p) \cdot \mu g}{D_p} + 1,75 \times G_T \right]$$

(wallas , P-194)

Dimana ;

G_T = Mass velocity , $\text{Kg}/\text{m}^2 \cdot \text{det}$

ρ_G = Densitas gas, Kg/m^3

D_p = Diameter partikel , m

ε_p = Porositas katalis

μ_g = Viscositas gas, $\frac{Kg}{m \cdot \text{det}}$

gc = Kecepatan gravitasi, $\frac{m}{\text{det}^2}$

$\frac{dP}{dZ}$ = Pressure drop perpenjang pipa, atm

> Panas reaksi

Kapasitas panas, $\frac{Kcal}{kgmol \cdot ^\circ K}$

Propilen, $C_p = 3,253 + 0,045116 T - 1,374 \cdot 10^{-5} T^2$

Propana, $C_p = 2,410 + 0,057175 T - 1,7533 \cdot 10^{-5} T^2$

2M1P, $C_p = 4,895 + 0,090113 T - 2,8039 \cdot 10^{-5} T^2$

$$\Delta C_p = \sum C_p \text{ Product} - \sum C_p \text{ reaktan}$$

$$= C_p \cdot C_6H_{12} - 2C_p \cdot C_3H_6$$

Cp product = $4,895 + 0,090113 T - 2,8039 \cdot 10^{-5} T^2$

Cp reaktan = $6,509 + 0,090232 T - 2,748 \cdot 10^{-5} T^2$

$$= -1,611 - 0,119 \cdot 10^{-3} T - 0,0559 \cdot 10^{-5} T^2$$

Panas pembentukan pada $T = 298^{\circ} \text{K}$

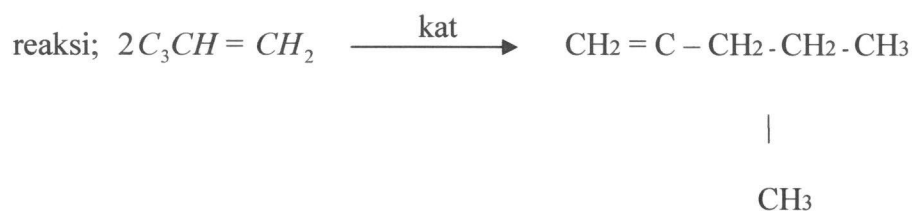
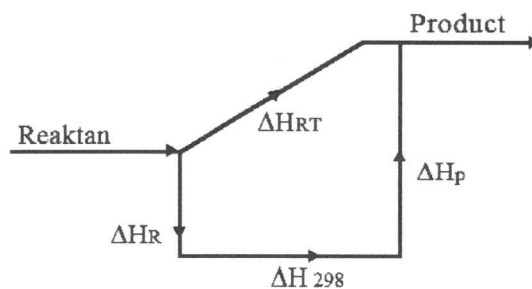
$$\Delta H_f C_3H_6 = 4,879 \text{ Kcal/gmol}$$

$$\Delta H_f C_6H_{12} = -13,80 \text{ Kcal/gmol}$$

$$\Delta H_f 298 = \sum \Delta H_f \text{ product} - \sum \Delta H_f \text{ reaktan}$$

$$= -13,80 - 2 (4,879)$$

$$= -23,558 \text{ Kcal/gmol} = -23558 \text{ Kcal/kgmol}$$



$$\Delta H_{RT} = \Delta H_{298} + \Delta H_P - \Delta H_R$$

$$= \Delta H_{298} + \int_{298}^T \Delta C_p dT$$

$$= -23558 + \int_{298}^T (-1,611 - 0,119 \cdot 10^{-3} T - 0,0559 \cdot 10^{-5} T^2) dT$$

$$\Delta H_{RT} = (-23000 - 1,611 T - 0,0595 \cdot 10^{-3} T - 0,1863 \cdot 10^{-6} T^2) \text{ Kcal/kgmol}$$

> Katalisator

Jenis : Tripropil Alumunium (C₃H₇)₃Al

Bentuk : Silinder

$$\text{Bulk density (} \tau_B \text{ Bulk)} = 90,055 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} = 1,4425 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} = 1442,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Ukuran diameter partikel / pellet (} D_p \text{)} = 0,762 \text{ cm} = 0,3 \text{ inc}$$

$$\text{Bed porosity } \varepsilon_p = 0,47$$

Diameter pipa reactor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas dapat berjalan dengan baik, mengingat reaksi yang terjadi sangat eksotermis. Untuk itu dipilih aliran gas dalam pipa adalah turbulen agar koefisien perpindahan panas lebih besar.

Pengaruh ratio $\frac{D_p}{D_t}$ terhadap koefisien perpindahan panas dalam pipa yang berisi butir-butir katalis dibanding dengan pipa kosong yaitu $\frac{h_w}{h}$ telah diteliti oleh Colburn (Smith, Hal 571) yaitu:

$\frac{D_p}{D_t}$	:	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
<hr/>							
$\frac{h_w}{h}$	:	5,5	7,0	7,8	7,5	7,0	6,6

Dipilih $\frac{h_w}{h}$ Pada harga maximum yaitu pada harga $\frac{D_p}{D_t} = 0,15$

Dimana ; $\frac{h_w}{h}$: Koef. perpindahan panas pipa berisi katalis

h : Koef. perpindahan panas pada pipa kosong

D_p : Diameter katalisator

D_t : Diameter tube

Sehingga ;

$$\frac{D_p}{D_t} = 0,15$$

$$D_p = 0,762$$



$$Dt = 0,762 / 0,15$$

$$= 5,08$$

$$\approx 2 \text{ inc}$$

Dari perhitungan tersebut diambil ukuran pipa standard agar koefisien perpindahan panasnya bagus.

Dari table A-31 Mc. Adam, hal 488 dipilih pipa sbb:

Nominal pipe size	: 2 inc	: 5,076 cm
Outside Diameter	: 2,375 inc	: 6,028 cm
Inside Diameter	: 1,929 inc	: 4,921 cm
Flow area per pipe	: 2,95 inc ²	: 1,903 · 10 ⁻³ m ²
Surface $\frac{ft^2}{ft}$	: 0,508 $\frac{ft^2}{ft}$	
Schedule number	: 80	

→ Viscositas masing-masing komponen ditentukan dengan persamaan ;

$$\mu_i = 4,53 \cdot 10^{-5} M_i^{1/2} \left(\frac{P_{ci}}{T_{ci}} \right)^{2/3} \cdot T^{0,782}$$

Dimana; μ_i = Viscositas komponen i, poise $\frac{gr}{cm \cdot det}$

M_i = Berat molekul komponen i, $\frac{kg}{kgmol}$

P_{ci} = Tekanan kritis komponen i, $^{\circ}K$

T = Suhu operasi, $^{\circ}K$

Komponen	BM	$T_c \cdot ^{\circ}K$	$P_c \cdot atm$	Fraksi mol
C_3H_6	42	364,9	46	0,9521
C_3H_8	44	370	42	0,0479
C_6H_{12}	84	429,88	287	0

$$\mu_{C_3H_6} = 7,38 \times 10^{-6} (T)^{0,782} \frac{kg}{m \cdot det}$$

$$\mu_{C_3H_8} = 7,0446 \times 10^{-6} (T)^{0,782} \frac{kg}{m \cdot det}$$

$$\mu_{C_6H_{12}} = 6,4705 \times 10^{-6} (T)^{0,782} \frac{kg}{m \cdot det}$$

>Sifat-sifat fisis komponen

* Fraksi mol komponen *

$$F_A = F_{AO} (1 - X_A) \quad F_A, F_B, F_C \quad = \text{Laju alir massa komponen}$$

$$F_B = F_{BO} \quad F_{AO}, F_{BO}, F_{CO} \quad = \text{Laju alir massa komponen}$$

$$F_C = F_{CO} + 0,5 (F_{AO}, X_A) \quad \text{mula mula}$$

$$F_T = F_A + F_B + F_C \quad X_A \quad = \text{Konversi}$$

$$Y_A = \frac{F_A}{F_T} \quad F_T \quad = \text{Laju alir massa total}$$

$$Y_B = \frac{F_B}{F_T} \quad Y_A, Y_B, Y_T \quad = \text{Fraksi mol komponen}$$

$$Y_C = \frac{F_C}{F_T} \quad BM_{avg} \quad = \text{Berat molekul rata-rata}$$

$$BM_{avg} = (Y_A \cdot BM_A) + (Y_B \cdot BM_B) + (Y_C \cdot BM_C)$$

$$F_A = 0,09474 \times (1 - 0,98) = 1,8948 \times 10^{-3} \quad kmol/det$$

$$F_B = F_{BO} = 0,004961 \quad kmol/det$$

$$F_C = 0 + 0,5 \times (0,09474 \times 0,98) = 0,04642 \quad kmol/det \quad +$$

$$-F_T = 0,053278 \quad \text{kmol/det}$$

$$Y_A = 1,8948 \times 10^{-3} / 0,053278 = 0,03556$$

$$Y_B = 0,004961 / 0,053278 = 0,093115$$

$$Y_C = 0,04642 / 0,053278 = 0,87128$$

$$BM_{Avg} = (0,03556 \times 42) + (0,093115 \times 44) + (0,87128 \times 84)$$

$$= 78,788 \quad \text{kg/kgmol}$$

*** Molal heat Capacity (Cp), $\frac{Kcal}{Kmol \cdot ^\circ K}$ ***

$$C_3H_6 = A \quad ; \quad C_3H_8 = B \quad ; \quad C_6H_{12} = C$$

$$Cp_A = 3,253 + 0,045116 T - 1,374 \times 10^{-5} T^2$$

$$Cp_B = 2,41 + 0,057195 T - 1,753 \times 10^{-5} T^2$$

$$Cp_C = 4,895 + 0,090113 T - 2,8039 \times 10^{-5} T^2$$

$$Cp_{\text{steam (Downterm A)}} = 7,256 - 0,032298 T_s + 3,81 \times 10^{-5} T_s^2$$

$$Cp_{\text{steam}} \Rightarrow Cp_{\text{pendingin}}, \quad \frac{Kcal}{Kg \cdot ^\circ K}$$

$$F \cdot C_p = F_A \cdot C_{pA} + F_B \cdot C_{pB} + F_C \cdot C_{pC}$$

$$= \text{Jumlah panas terbentuk } (Kcal/det)$$

Untuk $T = 480^\circ K$; $T_s = 460$ maka

$$C_p A = 21,6855 \quad Kcal/Kmol \qquad C_p C = 41,575 \quad Kcal/Kmol$$

$$C_p B = 25,752 \quad Kcal/Kmol \qquad C_p S = 14,137 \quad Kcal/Kg$$

$$F_{cp} = 2,0369 \quad Kcal/det$$

*** Viscositas, $\frac{Kg}{m \cdot det}$ ***

$$\mu_A = 7,375 \times 10^{-6} \times (T)^{0,782} = 9,18790 \times 10^{-4} \quad Kg/m \cdot det$$

$$\mu_A = 7,044 \times 10^{-6} \times (T)^{0,782} = 8,77554 \times 10^{-4} \quad Kg/m \cdot det$$

$$\mu_C = 6,4705 \times 10^{-6} \times (T)^{0,782} = 8,085 \times 10^{-4} \quad Kg/m \cdot det$$

$$\mu_S = 3,05 \times 10^{-8} T_s = 1,3886 \times 10^{-5} \quad Kg/m \cdot det$$

$$\mu_{cam} = \frac{\sum (y_i \cdot BM_i^{0,5} \cdot \mu_i)}{\sum (y_i \cdot BM_i^{0,5})}$$

$$= \frac{(y_A \cdot BM_A^{0,5} \cdot \mu_A) + (y_B \cdot BM_B^{0,5} \cdot \mu_B)}{(y_A \cdot BM_A^{0,5}) + (y_B \cdot BM_B^{0,5})}$$

μ_{cam} = Viscositas campuran

$$= 8,6072 \times 10^{-4} \text{ Kg/m} \cdot \text{det}$$

*** Konduktivitas thermal, $\text{Kcal/m} \cdot \text{det}^0 \text{K}$ ***

$$K_A = \mu_A \times (C_{PA} + 1,22302) = 2,1048 \times 10^{-2}$$

$$K_B = \mu_B \times (C_{PB} + 0,885) = 2,33754 \times 10^{-2}$$

$$K_C = \mu_C \times (C_{PC} + 0,885) = 982,5796$$

$$K_S = \mu_S \times (C_{PS} + 0,133765) = 1,98164 \times 10^{-4}$$

$$K_{cam} = \frac{\sum (y_i \cdot BM_i^{1/3} \cdot K_i)}{\sum (y_i \cdot BM_i^{1/3})}$$

$$= \frac{(y_A \cdot BM_A^{1/3} \cdot K_A) + (y_B \cdot BM_B^{1/3} \cdot K_B) + (y_C \cdot BM_C^{1/3} \cdot K_C)}{(y_A \cdot BM_A^{1/3}) + (y_B \cdot BM_B^{1/3}) + (y_C \cdot BM_C^{1/3})}$$

$$= 3,1 \times 10^{-2} \text{ Kcal/m} \cdot \text{det}^0 \text{K}$$

> Spesifikasi Shell & Tube <

ID = Inside diameter = 0,0491 m

OD = Outside diameter = 0,06028 m

DR = Diameter rata-rata = $(ID + OD) / 2 = 0,054745$ m

Nt = jumlah tube = 117 buah

Pc = Pitch / Jarak antar tube = $1,5 \times OD = 0,09042$ m

Cl = Clearance / Jarak antar tube = $Pc - OD = 0,03014$ m

De = Diameter ekuivalen

$$= 4 \times \frac{\left(Pc^2 - \frac{\pi \cdot OD^2}{4} \right)}{\pi \cdot OD} = 0,112497 \text{ m}$$

FAT = Flow area tube = $\left(\frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \right) = 1,901 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

IDS = inside diameter shell = $\sqrt{\frac{(4 \cdot Nt \cdot Pc^2)}{(\pi \cdot 0,875)}} = 1,1801$ m

B = Baffle Spacing = $IDS \times 0,25 = 0,295$ m

FAS = Luas Panjang Ekuivalen Shell = $\frac{IDS \times B \times Cl}{Pc} = 0,11605 \text{ m}^2$

MG = Massa total umpan masuk

$$= 4,197 \text{ Kg/det}$$

GT = Laju alir umpan tiap tube = $\frac{M_G}{Nt \times F_{AT}} = 18,8718 \text{ Kg/m}^2 \text{ det}$

Ms = Kecepatan massa pendingin masuk shell = $5,5 \text{ Kg/det}$

G_s = laju alir pendingin masuk shell

$$= \frac{M_s}{F_{AS}} = 47,393 \text{ Kg/m}^2 \text{ det}$$

*** Bilangan Reynold & Prandtl ***

$$\text{Re tube} = \frac{D_p \cdot G_T \cdot F_R}{\mu_{cam}}$$

$$\text{Re shell} = \frac{D_e \cdot G_s}{\mu_s}$$

$$\text{Pr shell} = \frac{C_{PS} \cdot \mu_s}{K_s}$$

D_p = Diameter partikel = 0,00762

F_R = Faktor bilangan reynold

Cara mendapatkannya yaitu : menentukan bed porosity (ε_p) Untuk bentuk katalisator yang dipakai.

Dengan ε_p didapatkan spericity (Ψ) .

Dengan ε_p dan Ψ —————> di dapat F_R

$$\varepsilon_p = 0,47$$

Dari fig 223, Brown ; untuk $\varepsilon_p = 0,47$ —————> $\Psi = 0,9$

Dari fig 219, Brown ; untuk $\varepsilon_p = 0,47$ dan $\Psi = 0,9$ didapat F_R = 48

$$\text{Re tube} = \frac{(0,00762) \times (918,8718) \times (48)}{(8,6072 \times 10^4)} = 8019,5034$$

$$Re_{shell} = \frac{(0,0112497) \times (47,393)}{(1,3886 \times 10^{-5})} = 380844,03125$$

$$Pr_{shell} = \frac{(14,137) \times (1,3886 \times 10^{-5})}{(1,98164 \times 10^{-4})} = 0,991$$

*** Koefisien transfer Panas overall, $\frac{Kcal}{m^2 \cdot det} {}^0 K *$**

$$Hi = 0,831 \times \left(\frac{K_{cam}}{ID} \right) \times (Re_t)^{0,9} \times e^{\frac{-6Dp}{OD}}$$

$$Ho = \frac{0,36 \times K_s \times (Re_s)^{0,55} \times (Pr_s)^{1/3}}{De}$$

$$H_{so} = Hi \times \left(\frac{ID}{OD} \right)$$

$$U_c = \frac{H_{io} \times Ho}{H_{io} + Ho}$$

$$U_D = \frac{U_c}{1 + Rd \cdot U_c}$$

Hi = Koefisien Konveksi Inside

Ho = Koefisien Konveksi Outside

Hio =

Uc = Koefisien overall pada pipa bersih

UD = Koefisien overall pada pipa kotor

Rd = Dirty faktor (Kern, P.845)

Untuk uap organik, $Rd = 0,0005 \text{ Ft}^2 \cdot \text{Jam} \cdot {}^0 F / \text{BTU}$

Untuk cairan organik, $R_d = 0,001 \text{ Ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot ^\circ\text{F} / \text{BTU}$

$$R_d \text{ total} = 0,0015 \text{ Ft}^2 \cdot \text{Jam} \cdot ^\circ\text{F} / \text{BTU}$$

$$= 4,3857 \text{ m}^2 \cdot \text{det} \cdot ^\circ\text{K} / \text{Kcal}$$

$$H_i = 800,289$$

$$H_o = 0,7418$$

$$H_{io} = 654,3289$$

$$U_c = 0,72923$$

$$U_D = 0,1737$$

*** Kecepatan reaksi dan enthalpi reaksi ***

$$K_R = 4,37521 \times 10^{16} \times e^{(-13626/T)}$$

$$R_A = K_R (Y_A \times (P / RT))^2$$

$$\Delta H_R = (-23000 - 1,611 T - 0,0595 \times 10^{-3} T^2 - 0,1863 \times 10^{-6} T^3)$$

$$K_R = \text{Konstanta kecepatan reaksi}$$

$$R_A = \text{Kecepatan reaksi}$$

$$\Delta H_R = \text{Enthalpi reaksi}$$

$$P = 15,4 \text{ atm}$$

$$R = 82,057 \text{ l.atm} / \text{Kgmol} \cdot ^\circ\text{K}$$

$$T = 480 ^\circ\text{K}$$

$$K_R = 5429,01$$

$$R_A = 1,1425 \times 10^{-1} \text{ Kgmol} / \text{det}$$

$$\Delta H_R = -23771,782 \text{ Kcal} / \text{Kgmol}$$

$$\frac{dX_A}{dZ} = 3,8711 \times 10^{-3}$$

$$\frac{dT}{dZ} = -9,663 \times 10^{-3}$$

$$\frac{dT_s}{dZ} = -3,821 \times 10^{-1}$$

$$\frac{dP}{dZ} = -1,279 \times 10^{-9}$$

> **Kecepatan Volumetris gas masuk reaktor**

$$V_{(0)} = \frac{Z.n.R.T}{P} \text{ dimana } Z = 1 \text{ untuk gas ideal}$$

$$= \frac{(1)(359 \text{ kgmol})(82,057)(480)}{(15,4 \text{ atm})}$$

$$= 918219,43 \text{ l/Jam}$$

Kecepatan linear umpan masuk tiap pipa dicari dengan cara:

$$V = \frac{V_o}{(A.Nt)}$$

$$= \frac{(918219,43 \text{ l / jam})(0,001 \text{ m}^3 / \text{l})}{(1,901 \times 10^{-3} \text{ m}^2)(117)}$$

$$= 4128,369 \text{ m / jam} = 1,14681 \text{ m / det}$$

Kecepatan maksimum suatu fluida yang melewati suatu padatan berpori dicari dengan persamaan 14 (Brown, P.76)

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{4(\rho_B - \rho_G) \cdot g \cdot D_p}{3 \cdot \rho_G \cdot fD}}$$

Dari fig.70 Brown hal 76 didapat $fD = 3$

Dimana;

$$\text{Bulk density (} \rho_B \text{)} = 1,4425 \text{ gr/cm}^3 = 1442,5 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Density gas umpan (} \rho_G \text{)} = 0,01646 \text{ kg / l} = 16,46 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{Diameter partikel (} D_p \text{)} = 0,762 \text{ cm} = 0,00762 \text{ m}$$

$$\text{Konstanta gravitasi (} g \text{)} = 9,81 \text{ m / dt}^2$$

Sehingga,

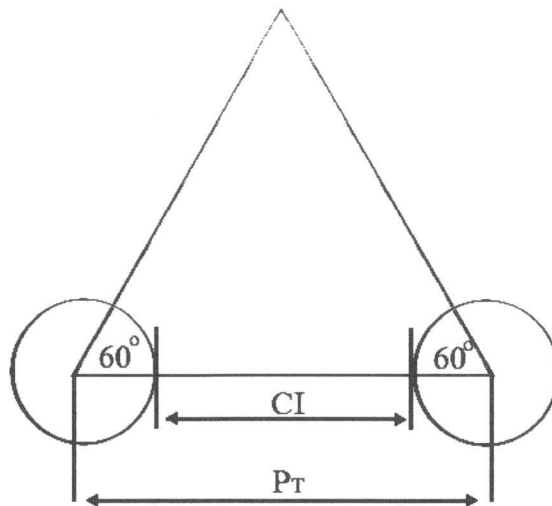
$$V_{\max} = 1,69 \text{ m / det}$$

Dari perhitungan diatas ternyata $V_o < V_{\max}$, sehingga kecepatan perancangan dapat diterima.

> **Susunan Pipa**

Pipa yang digunakan disusun secara “Triangular Pitch” mengingat reaktor yang digunakan tidak memerlukan pembersihan

Jumlah pipa dalam reaktor = 117 buah



$$CI = \frac{OD}{2} = 3,014 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$P_T = OD + CI = 9,042 \times 10^{-2} \text{ m}$$

> **Menentukan diameter reaktor (I_{DR})**

$$I_{DR} = \sqrt{\frac{4 \times Nt \times P_t^2}{\pi \times 0,875}}$$

$$= 118,01 \text{ cm} = 1,1801 \text{ m}$$

> **Menghitung tebal reaktor**

Dari Brownell & Young "Process Equipment Design"

$$t_o = \frac{P.r}{f.E - 0,6P} + C$$

$$\begin{aligned}\text{Tekanan perancangan} &= 1,2 \times \text{tekanan operasi} \\ &= 18,48 \text{ atm} = 266,122 \text{ Psia}\end{aligned}$$

Dipakai bahan Carbon steel, 3A. 212 grade B. Dengan :

$$F_{all} = 17500 \text{ Psi}$$

$$E = 0,85$$

$$C = 0,125 \text{ inc}$$

$$r = (ID/2) = 0,59 \text{ m} = 23,228 \text{ inc}$$

$$\begin{aligned}t_s &= \frac{(266,12)(23,228)}{(17.500)(0,85) - 0,6(266,12)} + 0,125 \\ &= 0,481 \text{ inc}\end{aligned}$$

Dipakai tebal pelat standar, $t_s = \frac{1}{2} \text{ inc}$

Outside diameter shell reaktor

$$\begin{aligned}Ods &= IDs + 2. \text{tebal Shell} \\ &= 47,46 \text{ inc} = 1,193 \text{ meter}\end{aligned}$$

> Tebal Head

Dipakai bentuk head "Elliptical Dish Head" 2:1

$$\begin{aligned}t_o &= \frac{P.r}{f.E - 0,6P} + C \\ &= \frac{(266,12).(46,46)}{2(17500)(0,85) - 0,2(266,12)} + 0,125 \\ &= 0,541 \text{ inc}\end{aligned}$$

Dipakai tebal pelat standar, $t_h = 0,75$ inc

>Volume reaktor

$$\text{Volume reaktor} = \text{Volume shell} + 2 \cdot \text{Volume head}$$

$$= \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot L + 2 \cdot \frac{\pi}{24} \cdot ID^3$$

$$\text{Tinggi bed} = 4,5 \text{ m} = 177,165 \text{ inc}$$

$$\text{Tinggi pipa} = 1,2 \times \text{tinggi bed (overall design = 20 \%)}$$

$$= 5,4 \text{ m} = 212,598 \text{ inc}$$

$$\text{Tinggi reaktor} = L_{\text{pipa}} + 2 \cdot \text{tinggi head}$$

$$= 5,4 + 2 \cdot ODs/4$$

$$= 5,4 + 2 \cdot 1,193 / 4$$

$$= 6 \text{ m} = 236,22 \text{ inc}$$

$$\therefore \text{Volume reaktor} = \frac{\pi}{4} (46,46)^2 (236,22) + \frac{\pi}{12} (46,46)^3$$

$$= 426720,0121 \text{ inc}^3$$

$$= 7 \text{ m}^3$$

> Jumlah katalisator

$$\text{Volume katalisator} = N_t \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot L$$

$$= (117) \frac{\pi}{4} \cdot (1,939)^2 (177,165)$$

$$= 61208,155 \text{ inc}^3$$

$$= 1,003 \text{ m}^3 = 1003027,974 \text{ cm}^3$$

$$\text{Berat katalisator} = V \cdot \rho_B (1 - V_g)$$

V = Volume katalisator

ρ_B = Bulk density = 1,4425 gr/cm³

V_g = Void volume

ε = Porositas katalisator = 0,47

dengan pers 8.10 Smith,

$$V_g = \frac{\varepsilon}{\left(\frac{1}{\rho_B}\right)} = \frac{0,47}{\left(\frac{1}{1,4425}\right)} = 0,687$$

$$\text{Berat katalisator} = (1003027,974)(1,4425)(1-0,678)$$

$$= 465891,4485 \text{ gr}$$

$$= 465,89145 \text{ kg}$$

Neraca Panas Sekitar Reaktor

Basis = 1 jam operasi

Panas masuk :

$$\begin{aligned} Q_{in} &= \sum m \int_{298}^{480} C_p \cdot dT \\ &= 1231602,76 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

Panas keluar :

$$\begin{aligned} Q_{out} &= \sum m \int_{298}^{460} C_p \cdot dT \\ &= 1029369,884 \text{ Kcal} \end{aligned}$$



Panas reaksi :

$$\begin{aligned} Q_{\text{reaksi}} &= \Delta H_R \times m \\ &= 23771,748 \text{ kcal/kgmol} \times 334,229 \text{ kgmol} \\ &= 7.945.219,56 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

Panas keluar :

Panas ini diambil oleh pendingin

$$C_p \text{ pendingin} = 7,256 - 0,0032298 T_s + 3,81 \times 10^{-5} T_s^2 \text{ kcal/kg}^0\text{k}$$

$$\begin{aligned} Q &= \sum m \int_{429,4913}^{460} C_p \cdot dT \\ &= 19800 (4232,1932 - 3824,64) \\ &= 8.069.553,36 \text{ kcal} \end{aligned}$$

Panas masuk + Panas reaksi = Panas keluar + Panas sekeliling

$$1.231.602,76 + 7.945.219,56 = 1.029.369,884 + P. \text{ sekeliling}$$

$$\text{Panas sekeliling} = 8147452,436 \text{ kcal}$$

$$P. \text{ diambil pendingin} = \underline{8069553,36 \text{ kcal}} \quad _$$

$$\begin{aligned} P. \text{ yang hilang} &= 77.889,076 \text{ kcal} \\ &= 309.123,3175 \text{ BTU} \end{aligned}$$

Panas yang hilang ini digunakan sebagai dasar perhitungan tebal isolasi

Tebal Isolasi Reaktor

$$\text{Suhu reaktor} = 480 ^\circ\text{K} = 404 ^\circ\text{F}$$

$$\text{Bahan konstruksi} = \text{Carbon steel SA 212 Grade B}$$



Harga konduktivitas bahan (k)	= 22 BTU/jam ft ² (°F/ft)
Bahan isolasi	= Asbestos – Cement boards
Harga konduktivitas isolasi (k)	= 0,446 BTU/jam ft ² (°F / ft)
Diameter dalam (ID)	= 1,1801 m = 3,872 ft
Diameter luar	= 1,193 m = 3,914 ft
Bentuk head	= Elliptical Dished Head
Luas head	= $\frac{\pi}{4} (1,22 \times ID)^2$
Luas shell	= $\pi \times ID \times L$

Perhitungan isolasi

T_1 = Suhu dinding bagian dalam reaktor

T_2 = Suhu dinding bagian luar reaktor

T_3 = Suhu dinding isolasi

T_{ud} = Suhu udara luar, 303 °K = 86 °F

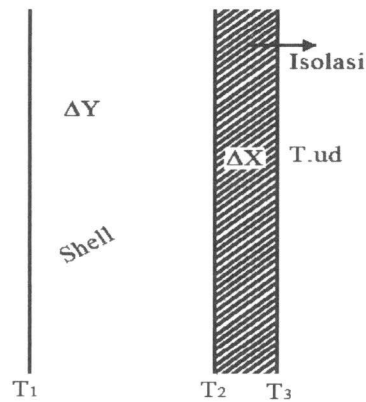
T_R = Suhu operasi reaktor, 480 °K = 404,6 °F

ΔY = Tebal dinding shell, 0,00645 m = 0,0212 ft

Q_1 = Perpindahan panas secara konduksi dari dinding reaktor bagian dalam ke dinding bagian luar.

Q_2 = Perpindahan panas secara konduksi dari dinding reaktor bagian luar kedinding isolasi.

Q_3 = Perpindahan panas secara konveksi dari dinding isolasi ke udara luar



> Menghitung Q_1

Luas shell dan head tanpa isolasi (A_1)

$$A_1 = 2 \times \frac{\pi}{4} (1,22 \times 3,872)^2 + (\pi \times 3,872 \times 19,685)$$

$$= 274,366 \text{ ft}^2$$

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

$$Q_1 = K_B A_1 dT/dY$$

$$309.123,3175 = 22 \times 274,366 \times \frac{404,6 - T_2}{0,0212}$$

$$51,2128 = \frac{404,6 - T_2}{0,0212}$$

$$1,086 = 404,6 - T_2$$

$$T_2 = 403,514 \text{ } ^\circ\text{F}$$

> Menghitung Q_2

$$A_2 = 2 \times \frac{\pi}{4} (1,22 \times 3,914)^2 + (\pi \times 3,914 \times 19,685)$$

$$= 277,87 \text{ ft}^2$$

$$Q_2 = K_{is} \times A_2 \times dT / dY$$

$$309.123.3175 = 0,446 \times 277,87 \times \left[\frac{404,6 - T_2}{\Delta x} \right]$$

$$2494,337 = \left[\frac{404,6 - T_2}{\Delta x} \right]$$

$$\Delta x = 0,1618 - 4,01 \times 10^{-4} t_3 \dots\dots\dots(1)$$

Dimana Δx = tebal isolasi

> Menghitung Q_3

Untuk konveksi bebas dari silinder vertikal ke udara dipakai rumus:

$$h_c = 0,19 (\Delta T)^{1/3} \quad (\text{mc. Adam, hal 173})$$

$$= 0,19 (T_3 - T_{ud})^{1/3}$$

$$A_3 = 2 \times \frac{\pi}{4} \times (1,22 \times (3,914 + 2 \Delta x))^2 + \pi \times (3,914 + \Delta x) (19,685)$$

$$= 1,57 \times (4,775 + 2,44 \Delta x)^2 + 241,928 + 123,622 \Delta x$$

$$Q_3 = h_c \cdot A_3 \cdot \Delta T$$

$$= 0,19 (T_3 - T_{ud})^{1/3} [1,57 (4,775 + 2,44 \Delta x)^2 + 241,928 + 123,622 \Delta x]$$

$$(T_3 - T_{ud}) \dots\dots\dots(2)$$

Pers (1) &(2) diselesaikan dengan trial T sehingga didapatkan harga yang tepat.

Dari perhitungan didapat:

$$T_3 = 104,356 \text{ oF}$$

$$\Delta x = 0,119953 \text{ ft} = 0,0366 \text{ m} = 3,66 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}\text{Tebal perancangan} &= 1,2 \times \text{tebal perhitungan} \\ &= 4,39 \text{ cm}\end{aligned}$$

Diameter Pipa Umpan dan Pipa Product

$$\begin{aligned} \text{Jumlah umpan masuk} &= \text{jumlah product keluar} \\ &= 4,1983 \text{ kg/det} \quad = 15113,9 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Densitas gas = 32 kg/m^3

$$\text{Kecepatan volume gas} = 472,31 \text{ m}^3/\text{jam} = 277,98 \text{ cuft}/\text{menit}$$

Dari fig 13-2, Peter and Timer haus, hal 527 didapat,

Diameter optimum 23,7 inc

Dipilih :

Pipa dengan nominal pipe size = 24

Schedule number = 80

OD (diameter luar) = 24 inc

ID (diameter dalam) = 23,25 inc

Diameter pipa pendingin masuk dan keluar

$$\text{Kecepatan volume} = 19800 \text{ kg / j} = 6,033 \text{ cuft/menit}$$

Diameter optimum = 18,5 inc

Dipilih : Nominal pipe size = 20

Schedule number = 80

OD (diameter luar) = 20 inc

ID (diameter dalam) = 19,25 inc