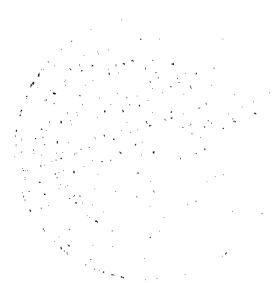


**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
CUMENE DARI PROPYLENE DAN BENZENE
DENGAN KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Oleh:

Nama : Amil Amrillah
No. Mahasiswa : 02 521 073

Nama : PujiRistiyanti
No. Mahasiswa : 02 521 202

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

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK CUMENE DARI PROPYLENE DAN BENZENE KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR



Oleh :

Nama	: Amil Amrillah	Nama	: Puji Ristiyanti
No. Mahasiswa	: 02 521 073	No. Mahasiswa	: 02 521 202

Jogjakarta, Januari 2007

Pembimbing

Ir. Arief Budiman, MS., D.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA CUMENE DARI PROPYLENE DAN BENZENE DENGAN KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama	: Amil Amrillah	Nama	: Puji Ristiyanti
No. Mahasiswa	: 02 521 073	No. Mahasiswa	: 02 521 202

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah satu Syarat untuk
memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

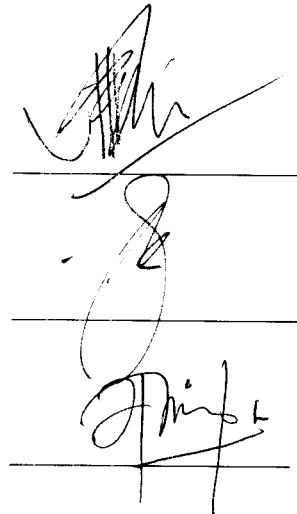
Yogyakarta, ...Januari 2007

Tim Penguji

Ir. Arief Budiman, MS., D.Eng
Ketua

Ir. H. Bachrun Sutrisno, M.Sc
Anggota

Ariany Zulkania, ST., M.Eng
Anggota II



Mengetahui,
Kajur Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Hj. Kamariah Anwar MS



KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr.Wb.

Puji syukur penyusun panjatkan kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan dengan baik dan lancar tugas pra rancangan pabrik kimia dengan judul **“PRA RANCANGAN PABRIK CUMENE DARI PROPYLENE DAN BENZENE KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN”**. Salawat serta salam selalu terlimpahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad SAW, keluarga serta para sahabat, ulama dan pengikutnya.

Tugas pra rancangan pabrik kimia ini merupakan salah satu syarat yang harus dilaksanakan mahasiswa jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta dalam menyelesaikan pendidikan pada jenjang strata-I (S-I).

Pada kesempatan kali ini, penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Fathul Wahid, ST, MSc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
2. Ibu Dra. Hj. Kamariah Anwar MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia



“Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun”

3. Bapak Ir. Arief Budiman, MS., D.Eng., selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama penyusunan tugas akhir ini
4. Kedua Orang Tua dan keluarga yang telah memberikan dorongan, semangat dan doa yang tiada hentinya.
5. Teman-teman kos yang sudah memberikan keceriaan dan makna seorang sahabat
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini

Pada akhirnya penyusun mengharapkan agar tugas akhir ini dapat bermanfaat dan penyusun menyadari bahwa di dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, sehingga penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi mencapai hasil yang lebih baik.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Yogyakarta, Januari 2007

Penyusun



Ku persembahkan karya kecil ini untuk :
dan yang selalu mendoakan
dan mencurahkan kasih sayangnya tanpa
batas pada Ananda.



MOTTO

Barang siapa yang akan meraih ilmu jika memiliki ke-
hasan, semangat, ketabahan, bekal, bimbingan
dan proses yang terus tiada henti.
(syair sahabat Ali r.a)

Barang siapa yang hari ini sama dengan hari kemarin maka dia
termasuk orang-orang yang merugi.
(HR Dailami)

Berubahan tidak dapat dipastikan akan memperbaiki sesuatu,
tetapi untuk menjadi lebih baik sesuatu harus berubah.
(George C. Lichtenberg)

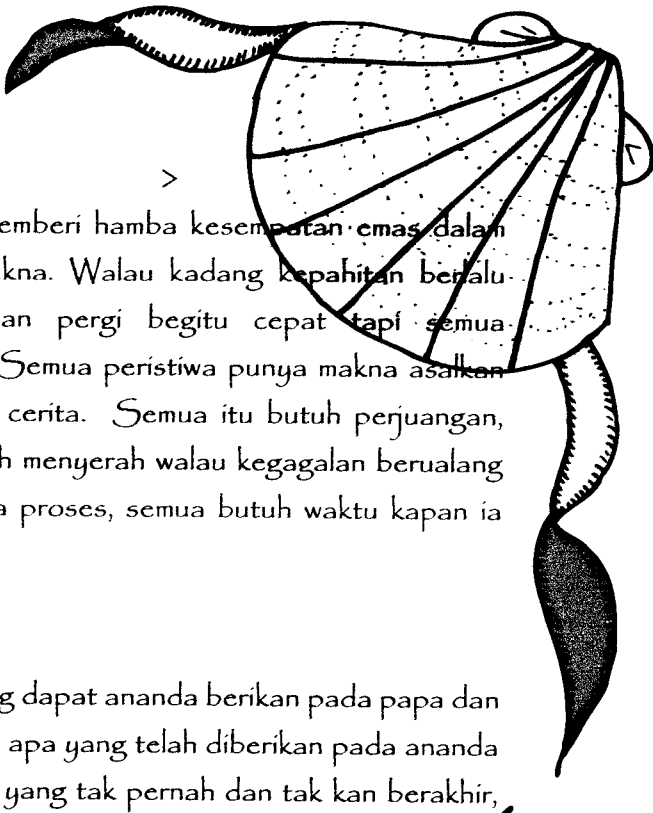
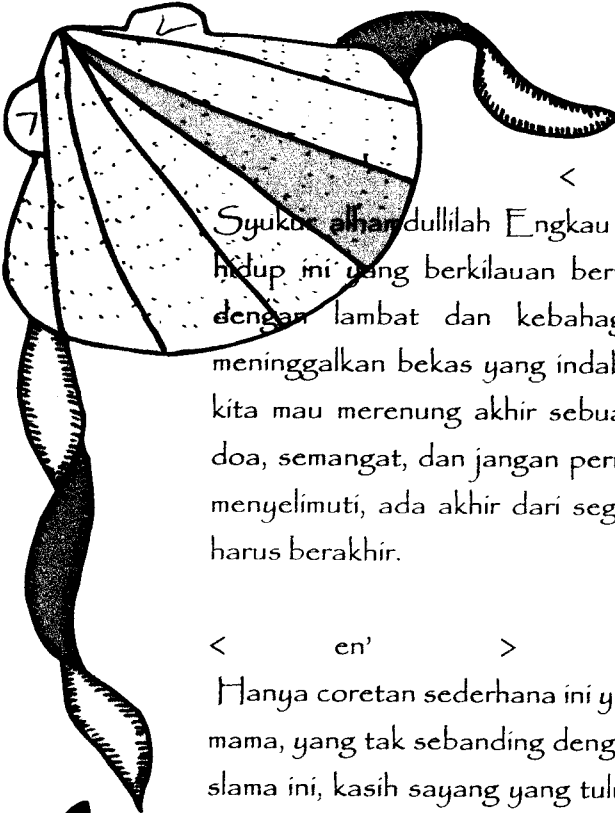
If you want to get many things finally you get nothing

Tidak penting berapa kali kita gagal
yang bapa kali banyak kita berusaha bengkak dari kegagalan.

Sedih ibarat hujan, kesedihan ibarat matahari, tapi kita
tuh keduanya jika ingin melihat pelangi esok hari.

(Puji)

PUJI THANKS TO



< >

Syukkur alhamdulillah Engkau memberi hamba kesempatan emas dalam hidup ini yang berkilauan bermakna. Walau kadang kepahitan berlalu dengan lambat dan kebahagiaan pergi begitu cepat tapi semua meninggalkan bekas yang indah. Semua peristiwa punya makna asalkan kita mau merenung akhir sebuah cerita. Semua itu butuh perjuangan, doa, semangat, dan jangan pernah menyerah walau kegagalan berulang menyelimuti, ada akhir dari segala proses, semua butuh waktu kapan ia harus berakhir.

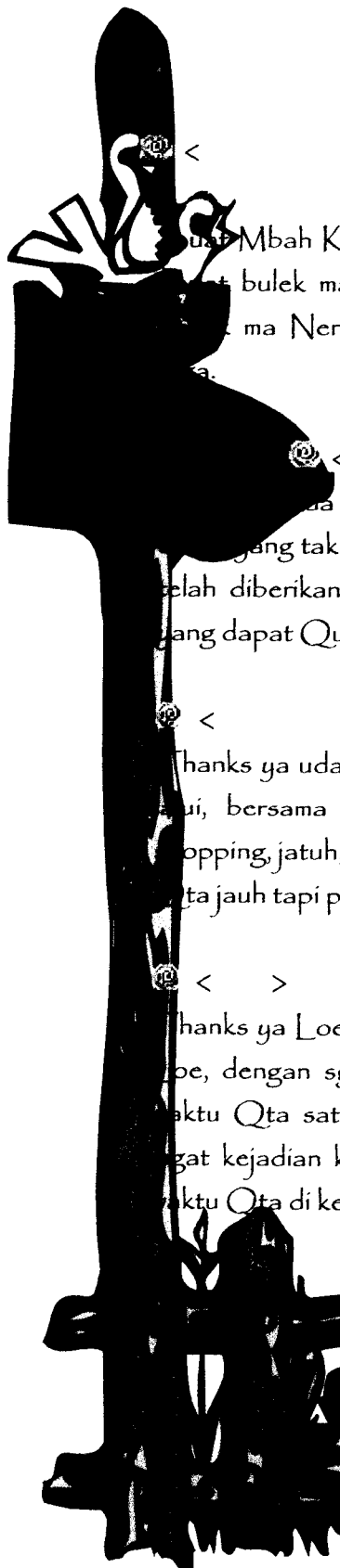
< en' >

Hanya coretan sederhana ini yang dapat ananda berikan pada papa dan mama, yang tak sebanding dengan apa yang telah diberikan pada ananda selama ini, kasih sayang yang tulus yang tak pernah dan tak kan berakhir, doa yang slalu teriring dalam setiap sujud, serta segala materi yang mengalir tak terhitung berapa banyaknya. **MAKASIH** atas segala yang telah papa dan mama berikan pada ananda. Semoga ananda selalu menjadi seseorang yang slalu lebih baik setiap saat dan dapat memberikan sepercik kebahagiaan pada papa dan mama.

< en' >

Ayo semangat cari ilmu, perjalanan masih panjang. Makasih atas doa kalian dan support nya. Semoga kita bertiga menjadi bagian orang-orang yang sukses dan berhasil kelak dan memberikan sepercik kebahagiaan pada papa dan mama.





<

en'

>

Buat Mbah Kakung en Mbah Uti makasih semua doa dan supportnya. Buat bulek makasih semuanya, udah ngejagaain Uji slama disini. Buat ma Nenek makasih udah ngejagain uji waktu SMA en doanya

<

or

>

Ma semua guru en dosen Qu dari TK - Kuliah serta orang-orang yang tak dapat Qu sebutin satu persatu, atas semua ilmu nya yang telah diberikan pada Qu, semoga kelak menjadi salah satu bekal Qu yang dapat Qu persembahkan untuk orang yang membutuhkannya.

<

=

>

Thanks ya udah jadi sohib Qu, terlalu banyak kisah persahabatan Qta hui, bersama mu tanpa basa basi itulah kata yang tepat. Hujan,opping, jatuh, krisis, curhat, belajar, nangis en de el....el. Walau sekarang Qta jauh tapi persahabatan Qta slalu ada dihati.

<

>

Thanks ya Loe udah jadi sahabat Gue, Sorry ya Gue slalu ngerepotin Loe, dengan sgala persoalan alat-alat elektronik yang rusak. Btw dlu waktu Qta satu kost sore-sore ngerujuk ingat ga...en yang slalu Gue ingat kejadian kita ber-3 (Loe, Gue, Mak nYak) di kos Anyelir yang waktu Qta di kerjain ma Mba itu...tu. Semoga Qta slalu menjadi sahabat.

👤 < , en >

Gimana kabar kalian friends? walau Qta sama2 di yogya qta jarang ketemu yach, maklum Qu terasing sendiri disini en jauh gtu entar dech Qu silaturahmi tempat kalian oc.

👤 < >

Makasih yach dee udah jadi sahabat Uji, ingat kan tentang sgala cerita Qta. Key In bareng yang slalu berakhir dengan gerasah-gerusuh, en yang ngantri lama-lama eh taunya di serobot ma orang itu...tu. Moge entar Qta ketemu di sana en dee masih bersama nya.

👤 < >

Mungkin hanya kebetulan atau apalah...,Qta kenal gara-gara maling menyatukan persahabatan ya gaa ?? . Thanks en maaf banget Uji slalu ngerepotin Erick dengan persoalan ini atau itu.

👤 < >

AMIL IDA, LIA, AJI, KRIS selalu semangat walau ngantri en minggu depan di ACC nya tapi finally happy ending. Makasih atas semua kebersamaannya. Maaf ya kalo ada salah Que.

👤 < >

Thanks yach mas udah doa in en support uji, btw cerita nya lucu jga, en nasehatnya keren banget yang tentang berbuat baik itu lho...

< en' >

Cayoo friends pasti bisa, minum kopi biar ga tidur ya ga. Kapan nich Qta di Jamur lagi.

< >

Thanks yach mas udah doa in en support uji, btw cerita nya lucu juga. Mas chatnya keren banget yang tentang berbuat baik itu lho...

< >

Secara Qta udah jalan berdua udah dech mekan aja yang ingat, Enak juga kontong buatan Qta pas lebaran walaupun pecah santan gitu, tapi habis boo. Thanks ya ka' udah nemenin uji kemana-mana slama ni.

< >

Klo kamu ada di sini ga tau dech pasti ngeledekin gitu, tapi slama bimbingan ga ada yang rebut kyak kamu sepi juga.

< en >

Thanks yach atas semua informasi ilmu nya yang secara cuma-cuma en ga da di

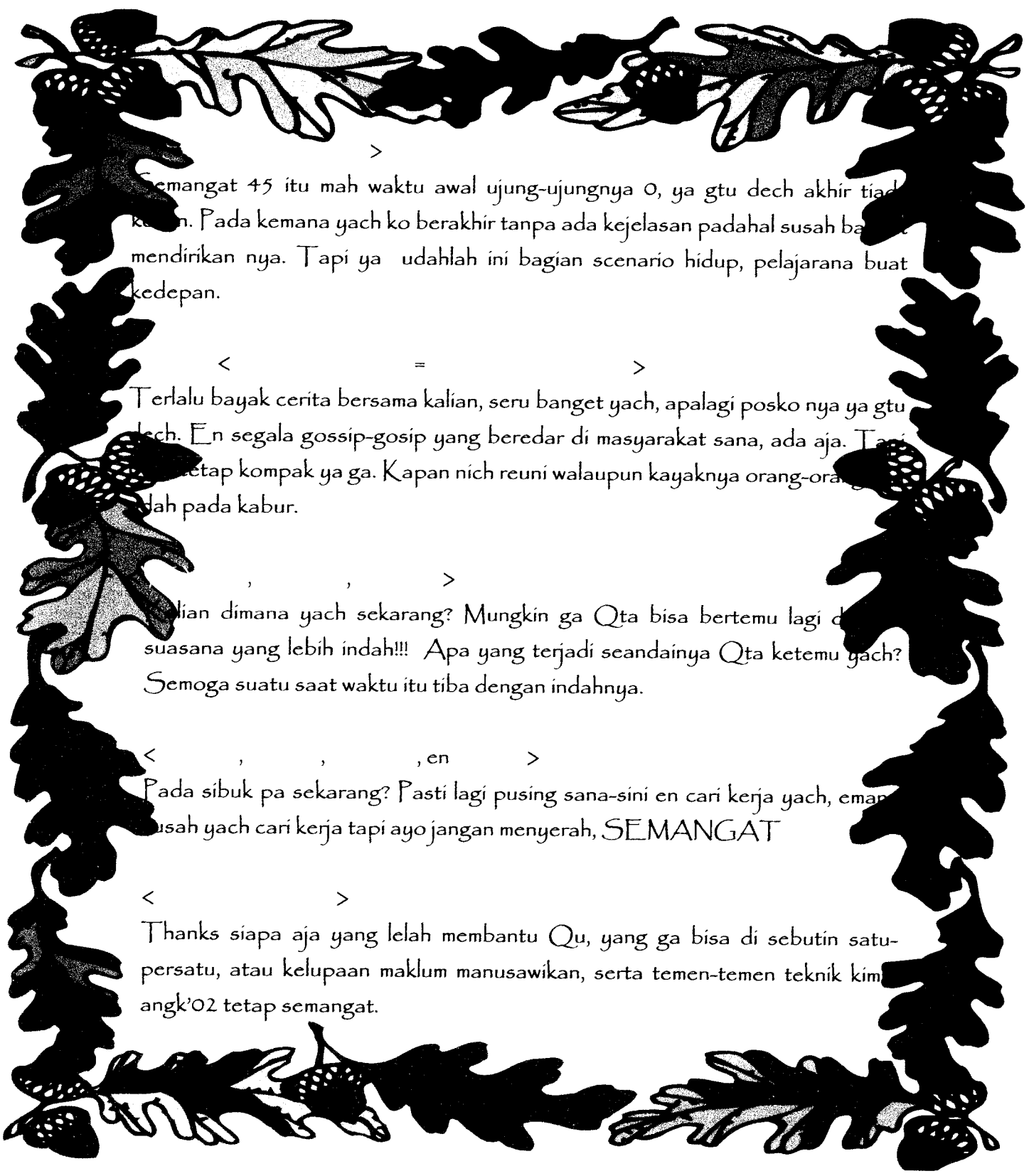
< >

ya van, tanpa moe Januari tiada arti, ternyata lagu Glean Fredly bukti disini juga (berakhir di januari), dengan sgala keindahan. Secara 3 kali gitu lho akhirnya lulus juga.

< >

Mba maturnuwun jee tempat en computernya, entar uji maen tempat mbak lagi klo semua urusan selese.





>

Semangat 45 itu mah waktu awal ujung-ujungnya O, ya gtu dech akhir tiad
kenn. Pada kemana yach ko berakhir tanpa ada kejelasan padahal susah ba
mendirikan nya. Tapi ya udahlah ini bagian scenario hidup, pelajaran buat
kedepan.

< = >

Terlalu bayak cerita bersama kalian, seru banget yach, apalagi posko nya ya gtu
dech. En segala gossip-gossip yang beredar di masyarakat sana, ada aja. Tapi
tetap kompak ya ga. Kapan nich reuni walaupun kayaknya orang-orang
dah pada kabur.

, , >

lian dimana yach sekarang? Mungkin ga Qta bisa bertemu lagi d
suasana yang lebih indah!!! Apa yang terjadi seandainya Qta ketemu yach?
Semoga suatu saat waktu itu tiba dengan indahnya.

< , , , en >

Pada sibuk pa sekarang? Pasti lagi pusing sana-sini en cari kerja yach, emang
usah yach cari kerja tapi ayo jangan menyerah, SEMANGAT

< >

Thanks siapa aja yang lelah membantu Qu, yang ga bisa di sebutin satu-
persatu, atau kelupaan maklum manusawikan, serta temen-temen teknik kim
angk'02 tetap semangat.

DAFTAR ISI

Lembar Judul	i
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	ii
Lembar Pengesahan Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Penguji	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	xi
Abstract	xii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Kapasitas Rancangan	3
1.3. Tinjauan Pustaka	7

BAB II. PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Bahan Baku	19
2.2. Spesifikasi Produk	20
2.3. Pengendalian Kualitas	22

BAB III. PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses	26
3.2. Spesifikasi Alat Proses	30
3.3. Perencanaan Produksi	77

BAB IV. PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik	85
4.2. Tata Letak Pabrik	89
4.3. Tata Letak Alat Proses	94
4.4. Utilitas	98
4.5. Organisasi Perusahaan	127
4.6. Analisa Ekonomi	139

BAB V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan	155
-----------------	-----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN MENARA DISTILLASI

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data impor cumene di Indonesia	3
Tabel 1.2	Data impor phenol dan acetone di Indonesia.....	4
Tabel 1.3	Data produsen cumene di dunia.....	5
Tabel 1.4	Data produsen cumene di dunia.....	6
Tabel.1.5	Macam katalis untuk reaksi alkilasi pembuatan cumene.....	13
Tabel 3.1	Neraca massa di sekitar <i>mixer</i> propylene (M-01).....	78
Tabel 3.2	Neraca massa di sekitar <i>vaporizer</i> propylene (V-01).....	78
Tabel 3.3	Neraca massa di sekitar <i>separator</i> propylene (SP-01).....	78
Tabel 3.4	Neraca massa di sekitar mixer benzene (M-02).....	79
Tabel 3.5	Neraca massa di sekitar <i>vaporizer</i> benzene (V-02).....	79
Tabel 3.6	Neraca massa di sekitar <i>separator</i> benzene (SP-02).....	80
Tabel 3.7	Neraca massa di sekitar <i>reaktor</i> (R-01).....	80
Tabel 3.8	Neraca massa di sekitar <i>flash drum</i> (FD-03).....	81
Tabel 3.9	Neraca massa di sekitar <i>separator</i> (S-04).....	81
Tabel 3.10	Neraca massa di sekitar <i>menara distilasi</i> (MD-01).....	82
Tabel 3.11	Neraca massa di sekitar <i>menara distilasi</i> (MD-02).....	82
Tabel 3.12	Neraca panas di sekitar Reaktor.....	83
Tabel 3.13	Neraca panas di sekitar MD – 01	83
Tabel 3.14	Neraca panas di sekitar MD – 02.....	84
Tabel 4.1	Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik	97
Tabel 4.2	Kebutuhan Air Pendingin.....	105

Tabel 4.3	Kebutuhan Steam	106
Tabel 4.5	Jabatan dan Prasyarat Karyawan	135
Tabel 4.6	Penggolongan Gaji Menurut Jabatan	136
Tabel 4.7	Physical Plant Cost (PPC)	147
Tabel 4.8	Direct Plant Cost (DPC)	147
Tabel 4.9	Fixed Capital Investment (FCI)	148
Tabel 4.10	Direct Manufacturing Cost (DMC)	148
Tabel 4.11	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	149
Tabel 4.12	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	149
Tabel 4.13	Total Manufacturing Cost (MC)	149
Tabel 4.14	Working Capital (WC)	150
Tabel 4.15	General Expense	150
Tabel 4.16	Total Biaya Produksi	150
Tabel 4.17	Fixed Cost (Fa)	151
Tabel 4.18	Variable Cost (Va)	151
Tabel 4.19	Regulated Cost (Ra)	152

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Produk-produk Kimia Organik dari Bahan Baku Cumene.....	2
Gambar 4.1 Lay Out Pabrik.....	93
Gambar 4.2 Peralatan Proses Tampak Atas	96
Gambar 4.3 Bagan Proses pengolahan Air.....	126
Gambar 4.4 Srtuktur Organisasi.....	134
Gambar 4.5 Grafik Analisa BEP	158
Gambar 4.6 Diagram Alir Kualitatif.....	159
Gambar 4.7 Diagram Alir Kuantitatif.....	160



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

INTISARI

Cumene (C_9H_{12}), merupakan bahan *intermediate* yang sebagian besar digunakan sebagai bahan baku pembuatan phenol, aseton. Sisanya digunakan sebagai solvent, dan zat aditif.

Pabrik cumene ini, direncanakan akan didirikan di kawasan Industri Cilacap dengan kapasitas 250.000 ton/tahun, dan akan menempati area tanah seluas 21712 m². Pabrik ini akan beroperasi 24 jam/hari selama 330 hari dalam setahun.

Bahan baku yang digunakan adalah benzene dan propylene. Benzene diperoleh dari kilang paraxylene Cilacap dengan kemurnian 99,95 %, impuritasnya berupa toluene 0,05%. Sedangkan propylene diperoleh dari PT. Chandra Asri di Cilegon, dengan kemurnian 99,5 %, dengan impuritas propane 0,5 %. Produk cumene diperoleh dengan kemurnian 99,9 %, dengan impuritas berupa toluena 0,04% dan diisopropylbenzene (DIPB) 0,02%.

Prarancangan pabrik cumene ini, menggunakan proses UOP, karena proses ini menghasilkan produk cumene dengan kualitas yang paling baik dan banyak dipakai oleh pabrik yang sudah berdiri di luar negri. Benzene dan propylene dalam fase uap menggunakan katalis asam phosphat-kieselguhr. Reaksi bersifat eksotermis dan berlangsung dalam reaktor fixed bed multi tube yang beroperasi pada suhu 275 °C dan tekanan 18 atm. Untuk mempertahankan suhu reaksi digunakan dowthrem A. Perbandingan mol benzene : propylene 2 : 1 untuk mendapatkan konversi 99% terhadap propylene. Pada proses pembuatan cumene terdiri dari empat tahap yaitu: tahap penyimpanan bahan baku, tahap preparasi bahan baku, tahap reaksi, tahap separasi dan purifikasi.

Kebutuhan utilitas : air sebanyak 3.996,67 kg/jam, steam sebanyak 34.579,51 kg/jam, listrik 7156,232 KW dan bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan generator sebesar 226 lt/jam, sedangkan untuk boiler sebesar 6796,92 lt/jam.

Bentuk badan usaha pabrik cumene adalah Perseroan Terbatas (PT), dengan sistim organisasi line and staff, dan dapat menyerap tenaga kerja sebanyak 175 orang.

Dari analisa kelayakan ekonomi, diperoleh Return on Investment (ROI) sebelum pajak 79,9 %, dan sesudah pajak 39,95 %. Waktu pengambilan modal (POT) sebelum pajak 1,11 tahun, sesudah pajak 2 tahun. Titik impas (BEP) sebesar 42,07 % dan SDP 32,75 %. Discounted Cash Flow (DCF) diperoleh sebesar 37 %, atau satu setengah kali lebih besar dari bunga deposito (8 – 10%) dalam keadaan ekonomi normal.

Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik cumene dengan kapasitas 250.000 ton/tahun ini cukup layak untuk dikaji lebih lanjut.

Amil Amrillah (02 521 073)

Puji Ristiyanti (02 521 202)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Selama ini, penggunaan bahan kimia dari Isopropyl benzene (Cumene) seperti phenol, phenolic resin dan aceton, oleh industri-industri di Indonesia masih mengimpor dari Italia, Jerman dan Belanda. Krisis multi dimensi yang melanda Indonesia sampai sekarang, belum juga pulih, ditandai dengan semakin terpuruknya nilai tukar rupiah terhadap dollar. Hal ini berakibat pada industri yang memakai bahan baku impor tidak dapat bertahan, sehingga menyadarkan kita untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor.

Sejak tahun 1950, Cumene dengan rumus molekul C_9H_{12} yang merupakan senyawa aromatik bercincin tunggal dengan kenampakan cairan tak berwarna dan berbau seperti produk aromatik yang khas, mulai menjadi salah satu produk petrokimia yang pertumbuhannya terus meningkat seiring semakin besar manfaatnya bagi industri barang-barang sintetis. Sebagian besar produk Cumene ini, digunakan sebagai bahan antara untuk pembuatan phenol 50% dan aceton 48%, sedangkan sisanya 2% untuk pembuatan solvent, zat aditif dan beberapa zat lainnya.

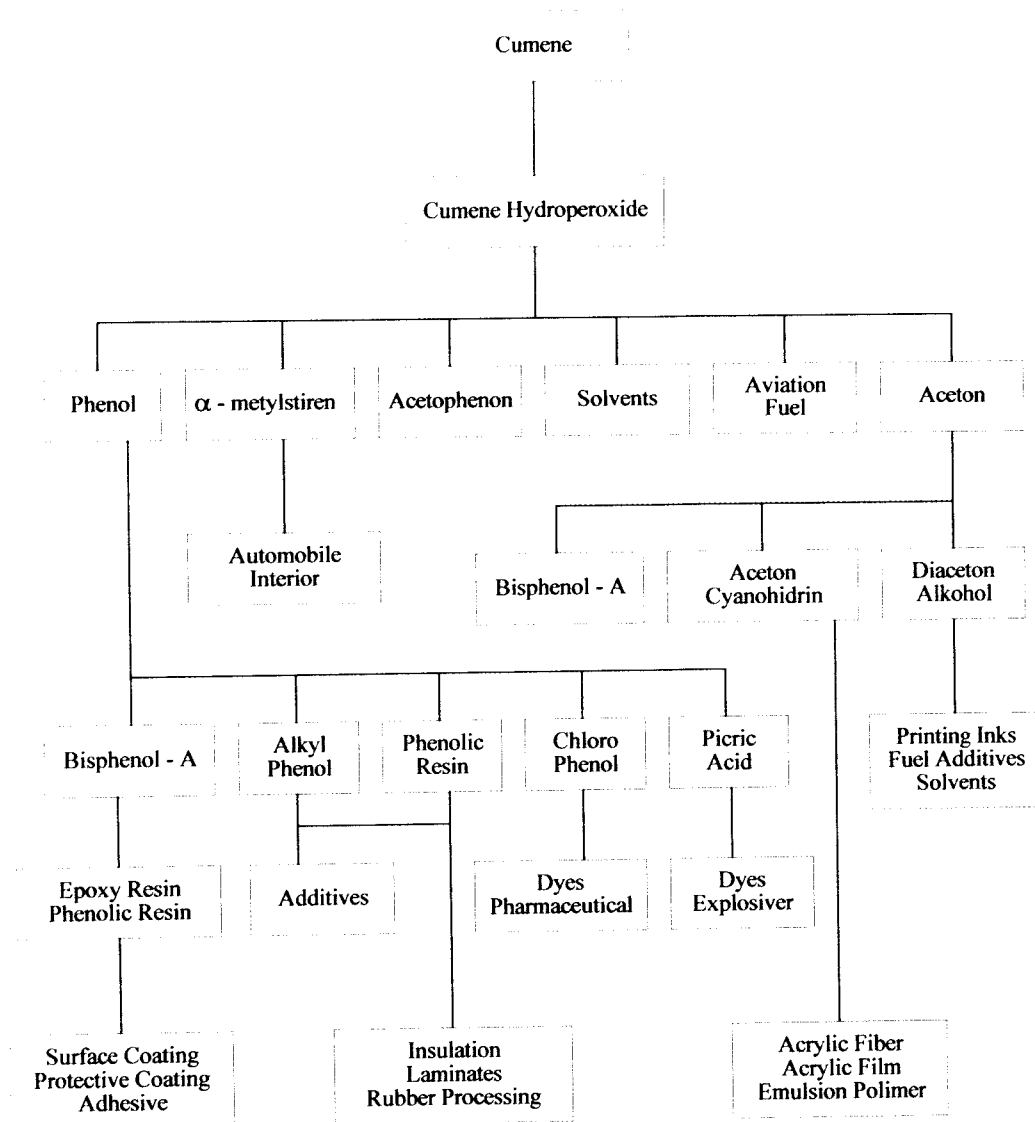
Maka perlu bagi Indonesia untuk mendirikan pabrik cumene sendiri, dengan harapan, kita dapat memasarkan produk-produk dari bahan baku cumene dengan harga yang jauh lebih murah, sekaligus dapat mempertahankan pasar



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

dalam negeri serta dapat melakukan diversifikasi produk yang bernilai ekonom lebih tinggi untuk memperbaiki perekonomian dan menambah pendapatan bangsa.

Gambar 1.1. Produk-produk kimia organik dari bahan baku cumene





"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

1.1.1 Penentuan Kapasitas Rancangan

Dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik, kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimum atau sama dengan kapasitas pabrik yang sudah berjalan. Selain itu, penentuan kapasitas rancangan, mampu mendekati kebutuhan dalam negeri.

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik Cumene, yaitu:

a. Proyeksi kebutuhan Cumene di Indonesia

Data statistik menunjukkan bahwa impor Cumene mengalami peningkatan dengan kenaikan 1,59 % per tahun nanti mencapai 250.000 ton. Perkembangan impor Cumene di Indonesia selama periode 1999 – 2004 adalah sebagai berikut:

Tabel 1.1. Data impor cumene di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton)
1999	304.675,2
2000	264,237.3
2001	99.804,6
2002	299.144,1
2003	293.216,9
2004	297.960.1

(Sumber: Data impor Biro Pusat Statistik)



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tabel 1.2. Data impor phenol dan aceton di Indonesia

Tahun	Phenol (ton/th)	Acetone (ton/th)
1999	2.581,577	12.815,848
2000	5.969.704	10.494,524
2001	4.627,675	9.084,971
2002	1.587,923	10.998,835
2003	1.222,541	12.758.199
2004	637,531	13.401,124

(Sumber: Data impor Biro Pusat Statistik)

b. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku pembuatan Cumene yaitu berupa benzene dan propylene, yang dapat diperoleh dari dalam negeri sendiri, sehingga tidak tergantung dari negara lain. Bahan baku propylene disediakan oleh PT. Chandra Asri Petrochemical di Cilegon dengan kapasitas 240.000 ton/tahun. Sedangkan bahan baku benzene disediakan oleh kilang paraxylene di Cilacap dengan kapasitas 120.000 ton/tahun. Dan kilang Pertamina Balongan, Dengan demikian, bahan baku cukup tersedia dan mudah memperolehnya.

c. Skala komersial pabrik yang didirikan

Berdasarkan pertimbangan skala komersial, kapasitas minimal yang masih dapat memberikan keuntungan jika didirikan pabrik Cumene dari bahan baku benzene dan propylene adalah 5.000 ton/tahun (Dow Chemical, US) dan kapasitas terbesar adalah 400.000 ton/th (Celanese, Co. US). Beberapa produsen cumene lain disajikan dalam tabel sebagai berikut :



**"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"**

Tabel 1.3 Data produsen cumene di dunia

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton / tahun)
Dow Chemical	Midland, A.S.	5.000
Zagrab	Yugoslavia	8.000
Novo Kuibyshek	Rusia	25.000
SIR	Italia	30.000
Shell	USA	36.000
Chevron	USA	40.000
Borzesti	Rumania	42.000
Clark	USA	45.000
BP. Chemical	United Kingdom	50.000
Gulf	Kanada	60.000
Marathon	USA	63.000
Texaco	USA	68.000
Grozy	Rusia	85.000
Rhone-Progil	France	100.000
Mitsubishi	Jepang	110.000
Huls	Germany	120.000
Gulf	Holland	150.000
Saras	Italy	180.000
Veba	Germany	200.000
Moutedison	Italy	220.000
Celanese	USA	290.000

(Sumber : WWW. Jhon.Mc.Ketta. Com)



**"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"**

Tabel 1.4 Data produsen cumene di dunia

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton / tahun)
INA-Organsko Kemijsk	Eropa Timur	15.600
Amoco Chemical	Amerika Utara	23.000
Herdillia Chemical	Asia Oceania	29.000
Demex	Amerika Latin	40.000
Hindustan Organic CH	Asia Oceania	45.000
Yecimientos Petrolif	Amerika Latin	46.000
Neftochim	Eropa Timur	50.000
Kemtec Petrochemical	Amerika Utara	52.000
Coostak Chem	Amerika Utara	68.000
Leuna Werke	Eropa Barat	85.000
Ici Chemical and Poly	Eropa Barat	135.000
Ertisa SA	Eropa barat	170.000
Unipar Uniao De In	Eropa latin	173.000
Nurachem	Eropa Barat	200.000
Enichem Anic	Eropa Barat	240.000
Formosa Chemical	Asia Oacenia	270.000
Enichem	Eropa barat	280.000
Dow Benelux	Eropa Barat	340.000
Ruhl Oel	Eropa Barat	400.000

(Sumber : WWW. The.innovation-group.Com)

Berdasarkan ketiga pertimbangan tersebut diatas, maka untuk perancangan awal pabrik Cumene ini, ditetapkan kapasitas sebesar 250.000 ton / th.

Dengan kapasitas ini diharapkan :

- , Dari Perhitungan Regresi linear Maka diperkirakan kebutuhan Cumene pada tahun 2010 yang belum mampu dipenuhi Sebanyak 259.839,7074 ton , Dari



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Proyeksi Kebutuhan dalam negeri pada tahun 2010 tersebut dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri yang mengalami peningkatan sebesar 1.59 % per tahun

- Dapat membuka kesempatan berdirinya industri lain yang menggunakan cumene sebagai bahan baku.
- Dapat memberikan keuntungan, karena kapasitas secara komersial yang masih memberikan keuntungan adalah 5.000 hingga 400.000 ton per tahun.

1.1.2 Kegunaan Produk

Produk cumene telah banyak digunakan dalam industri, antara lain sebagai:

- Bahan baku pembuatan phenol dan aseton
- Bahan baku industri plastik
- Bahan baku pembuatan acetophenone
- Zat aditif pada bahan bakar untuk meningkatkan kemampuan mesin piston pesawat terbang
- Solvent pada industri cat
- Bahan intermediet untuk pembuatan resin dan asam terephthalat

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1 Macam-macam proses

Dalam pembuatan cumene ada beberapa proses yang digunakan, beberapa diantara proses tersebut adalah :



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

➤ Pembuatan cumene dengan proses AlCl_3 dari Monsanto

Pembuatan cumene dengan proses AlCl_3 dari Monsanto ini terbagi dalam tiga unit yaitu unit alkilasi, unit pembuangan katalis dan unit pemurnian. Umpan yang terdiri dari *fresh* benzene, *recycle* benzene, propylene dan katalis AlCl_3 , masuk ke dalam reaktor.

Reaksinya merupakan reaksi eksotermis yang panasnya dibuang melalui sirkulasi air pendingin yang melewati reaktor. Cumene, propylene, DIPB dan benzene yang tidak bereaksi, keluar dari reaktor dialirkan ke unit pemurnian yang terdiri dari kolom *depropanizer*, kolom benzene dan kolom cumene. Sedangkan AlCl_3 yang sudah terpakai dialirkan ke unit pembuangan katalis.

➤ Pembuatan cumene dengan proses AlCl_3 dari Lummus Crest

Proses ini terdiri dari beberapa unit yaitu unit alkilasi/transalkilasi, unit persiapan katalis, unit netralisasi dan unit pemurnian. *Fresh* benzene, *dry* benzene dan propylene, dialirkan ke dalam reaktor alkilasi disertai dengan pencampuran katalis AlCl_3 . Hasil reaksi yang berupa cumene, propane, DIPB dan benzene yang tidak bereaksi, dimasukkan ke dalam reaktor transalkilasi bersama-sama dengan DIPB recycle.

Di reaktor transalkilasi, DIPB yang masuk akan diubah menjadi cumene, sehingga melalui proses ini cumene yang dihasilkan akan lebih banyak bila dibandingkan dengan teknologi proses yang terdahulu. Kemudian dari hasil reaktor transalkilasi dialirkan ke unit netralisasi agar dapat dipisahkan dari katalis yang sudah terpakai. Setelah bebas dari



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

katalis, lalu diumpankan ke unit pemurnian yang terdiri dari kolom *depropanizer*, kolom benzene, kolom DIPB dan kolom cumene. Produk akhir yang dihasilkan terdiri dari cumene, propane dan produk aroma berat.

➤ Proses Mobil / Badger

Pada proses ini, pembuatan cumene dari benzene dan propylene menggunakan katalis zeolite (dari Mobil), reaktor alkilasi bentuk *fixed bed*, reaktor transalkilasi dan kolom destilasi. Propylene cair, *fresh* benzene dan *recycle* benzene dicampur dan diumpankan ke dalam reaktor alkilasi dimana propylene bereaksi dengan sempurna. *Recycle* DIPB (diisopropyl benzene) dan benzene diumpankan ke reaktor transalkilasi sehingga bereaksi dan menghasilkan cumene tambahan.

Hasil dari reaktor alkilasi masuk ke kolom *depropanizer*, sedangkan hasil reaktor transkilasi dan hasil bawah *depropanizer*, masuk ke kolom benzene, menghasilkan *benzene* recycle dan *crude* cumene, dimana hasil atas adalah cumene dan hasil bawah berupa DIPB dialirkan ke kolom DIPB. Hasil atasnya berupa DIPB (di-*recycle* kembali) dan hasil bawahnya adalah TIPB (triisopropyl benzene).

➤ Proses CD Tech

Ciri khusus dari proses ini adalah adanya kolom katalitik destilasi (kolom CD) yang mengkombinasikan antara reaksi kimia dan fraksinasi dalam satu unit operasi, dimana fraksinasi terletak pada bagian bawah



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

kolom. Uap dari kolom CD dikondensasikan, sekaligus untuk memisahkan propane maupun propylene yang tidak bereaksi.

Kemudian dikembalikan sebagai *refluk*. *Fresh* benzene dicampur dengan arus *refluk* tersebut, kemudian dimasukkan ke dalam kolom CD untuk direaksikan dengan propylene dan sebagian lagi dimasukkan ke *transalkylator*. Propylene dan benzene dalam kolom CD bereaksi, sehingga menghasilkan cumene dan PIPB. Hasil bawah dari kolom CD dimasukkan dalam kolom destilasi dengan hasil atas adalah cumene, sedangkan hasil bawah dimasukkan dalam kolom destilasi selanjutnya, untuk memisahkan PIPB dari aromatik berat.

DIPB dimasukkan dalam *transalkylator* untuk direaksikan dengan benzene untuk menghasilkan cumene tambahan. Produk dari *transalkylator*, dimasukkan kembali pada reaktor CD bagian bawah, untuk pemisahan lebih lanjut.

➤ Proses SPA dalam fase gas oleh UOP

Dalam proses ini UOP menggunakan Asam Fosfor Padat (*Solid Phosphoric Acid* / SPA) sebagai katalis. Reaktor alkilasi yang digunakan adalah jenis *fixed bed* dengan kondisi operasi suhu 275 °C dan tekanan 18 atm. Hasil reaksi dialirkan ke *flash drum* untuk memisahkan propane dari cumene, DIPB, dan benzene. Cairan dari *flash drum* dialirkan ke *menara distilasi- 01*. Di Menara distilasi, umpan yang terdiri dari benzene, cumene, dan DIPB dipisahkan. Pada bagian atas kolom akan keluar benzene dan sebagian kecil cumene, dan DIPB. Aliran pada bagian atas



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

kolom selanjutnya dikembalikan untuk bersama-sama dengan fresh benzene masuk *reaktor fixed multitube*. Untuk aliran bawahnya yang sebagian besar terdiri dari cumene selanjutnya dialirkan ke *menara distilasi-02* untuk dipisahkan dari fraksi-fraksi berat lainnya. Kemurnian produk cumene sebesar 99,9% mol.

Dari Semua proses yang ada proses Proses SPA dalam Fase gas oleh UOP dipilih dengan pertimbangan

- ❖ Memberikan Kemurnian Produk yang besar yaitu 99.9% mol
- ❖ Tidak membutuhkan reactor tambahan untuk mendapatkan cumene yang besar
- ❖ Lebih Sempel dalam perancangan alat

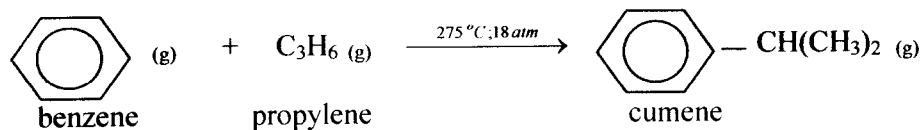
(John Mc. Ketta, 1983)

1.2.2 Konsep Proses

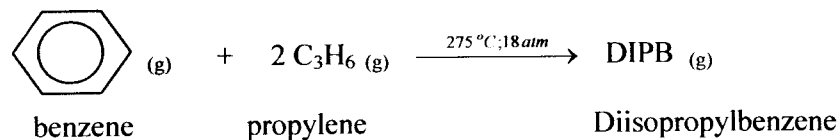
a. Dasar Reaksi

Reaksi pembentukan cumene merupakan reaksi alkylasi, yaitu apabila benzene direaksikan dengan suatu Haloalkana dengan katalisator suatu asam Lewis.

Reaksi utama :



Reaksi samping :

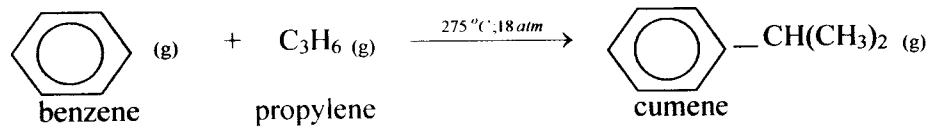




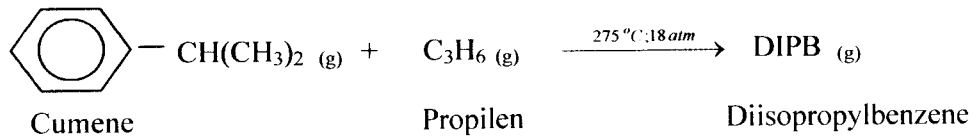
"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Dari referensi lain didapatkan reaksi yang berbeda dimana Cumene yang dihasilkan bereaksi dengan propilen untuk membentuk DiPB

Reaksi utama :



Reaksi samping :



Konversi propilene untuk reaksi di atas adalah 99% dengan rasio selektivitas mol produk cumene : DIPB = 31:1 (E. L. Kugler, 1995). Dan perbandingan mol benzene dan Propilen adalah 2:1 untuk menghasilkan DiPB seminimal mungkin.

Reaksi pembentukan cumene bersifat eksotermis dengan panas yang dihasilkan sebesar 23784,689 kal/mol. Reaksi berjalan dengan baik, pada reaktor *fixed bed multi tube* fase gas

1.2.3 Pemakaian Katalis

Proses pembuatan cumene dari reaksi alkilasi antara benzene dan propilene akan berjalan lebih baik dengan bantuan katalis. Katalis berfungsi untuk menurunkan energi aktivasi dan mempercepat reaksi. Berbagai macam katalis dapat digunakan dalam proses pembuatan cumene.



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Dengan menggunakan katalis asam phosphat Kieselguhr yang berbentuk *spherical* padat ini, konversi maksimum yang dihasilkan adalah 99 % terhadap propylene.

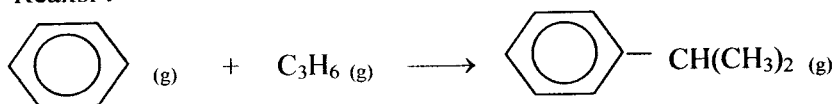
Tabel. 1.5. Macam katalis untuk reaksi alkilasi pembuatan cumene

Kelompok	Contoh	Tipe Asam
<i>Acidic halides</i>	AlCl_3 , AlBr_3 , SnCl_2 , SbCl_3 , FeCl_3	<i>Lewis acids</i>
<i>Metal alkyls and alkoxides</i>	AlR_3 , BR_3 , ZnR_3 , Al(OPh)_3	<i>Lewis acids</i>
<i>Proton acids</i>	HCl , HCl-AlCl_3 , H_2SO_4 , HF_2 , H_3PO_4	<i>Bronsted acid</i>
<i>Acidic oxides and sulfides</i>	Zeolit (e.g., ZMS-5), aluminosilicates	<i>Bronsted/Lewis acid</i>
<i>Supported acids</i>	H_3PO_4 Kieselguhr, SiO_2 , HF_2 , Al_2O_3 ,	<i>Bronsted/Lewis acid</i>
<i>Cation-exchanger resins</i>	permutit Q, Amberlite IR 112, Dowes 50	<i>Bronsted acid</i>

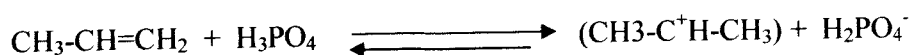
1.2.4 Mekanisme Reaksi

Secara umum mekanisme reaksi alkilasi antara benzene dan propylene dapat dijelaskan dengan konsep karbokation sebagai berikut:

Reaksi :



Tahap 1. Pembentukan elektrofil, suatu karbokation.



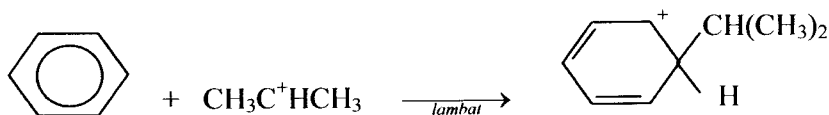
karbokation sekunder yang lebih stabil



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

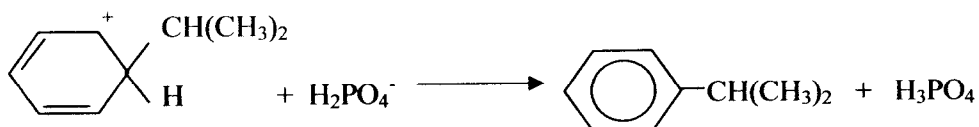
Dengan adanya katalis asam phosphat, maka propilen akan tersubstitusi secara elektrofilik membentuk ion carbonium yang merupakan radikal bebas.

Tahap 2. Serangan elektrofilik pada benzene $\text{CH}(\text{CH}_3)_2$



Ion carbonium yang terjadi, akan menyerang sebuah atom H pada gugus benzene, membentuk ion arhenium.

Tahap 3. Eliminasi sebuah ion hidrogen, sehingga dihasilkan cumene.



Ion arhenium akan bereaksi dengan H_2PO_4 menghasilkan cumene.

1.2.5 Kondisi Operasi

Dari hasil percobaan yang dilakukan oleh perusahaan pemegang lisensi proses, yaitu Universal Oil Product (UOP), ada beberapa variabel yang berpengaruh terhadap konversi, yaitu :

1. Temperatur

Kondisi operasi dipilih suhu reaksi 275°C karena pada suhu ini, diperoleh konversi total propylene yang paling besar yaitu 99%. Suhu maksimum yang digunakan pada reaksi ini dibatasi sampai 300°C , mengingat katalis asam phosphat pada suhu di atas 300°C akan menguap.



2. Tekanan

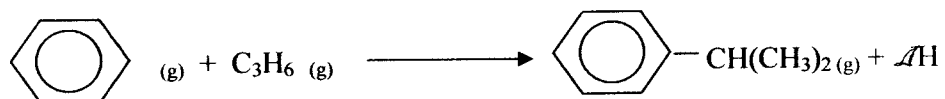
Untuk skala komersial yang menguntungkan dipilih tekanan 250 psi (18 atm), karena untuk selektivitas yang sama, jika dipilih tekanan yang lebih besar, akan didapatkan keuntungan yang sedikit. Hal ini karena selektivitas yang diperoleh tetap sama dengan tekanan operasi 250 psi.

3. Perbandingan Mol Reaktan

Besarnya perbandingan mol umpan akan berpengaruh pada konversi propilene dan pembentukan reaksi samping DIPB. Semakin besar perbandingan mol umpan, maka akan menurunkan DIPB yang terbentuk. Dipilihnya perbandingan mol umpan propilene dan benzene yaitu 1 : 2, karena jika perbandingannya sangat tinggi, maka laju produksi cumene yang dihasilkan per unit reaksi adalah rendah.

1.2.6 Tinjauan Thermodinamika

Ditinjau dari segi thermodinamika reaksi pembentukan cumene dari benzene dan propilene menghasilkan panas sebesar :



$$\Delta H_{298} = -23784,689 \text{ kal/mol}$$

$$\Delta H_{548} = -18218,8057 \text{ kal/mol}$$

Dari ΔH tersebut dapat dilihat bahwa reaksi pembentukan cumene adalah reaksi eksotermis.



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Untuk energi bebas dari data diperoleh G° untuk reaksi pembentukan cumene adalah 35803 kal/mol. Maka pada suhu 298 °K harga konstanta kesetimbangan K:

$$K_o = \exp(-G/RT) = 1,82 \times 10^{26}$$

Pada suhu operasi tertentu berlaku rumus : $\ln K/K_o = -H_r/R$

$$(1/T - 1/298)$$

Panas reaksi pada 548 °K = -18218,8057 kal/mol. Diperoleh harga K = $1,457 \cdot 10^{20}$. Dilihat dari derajat kesetimbangan pada reaksi pembentukan cumene dengan rumus :

$$K = \frac{y_{C_9H_{12}}}{y_{C_6H_6} \cdot y_{C_3H_6}} = \frac{\left(\frac{x}{2-x}\right)}{\left(\frac{1-x}{2-x}\right)\left(\frac{1-x}{2-x}\right)}$$

$$1,457 \cdot 10^{20} \cdot x^2 - 2,914 \cdot 10^{20} \cdot x + 1,457 \cdot 10^{20} = 0$$

Dengan rumus ABC diperoleh harga :

$$x_1 = 1,0265$$

$$x_2 = 1,0012$$

Karena harga K sangat besar dan x lebih besar dari 1, maka reaksi alkilasi antara benzene dengan propilene pada proses ini merupakan reaksi ireversibel (searah).

1.2.7 Tinjauan Kinetika

Ditinjau dari segi kinetika diketahui bahwa harga k ditentukan dari persamaan Arrhenius.



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

$$k = A.e^{\frac{-E_a}{RT}}$$

dimana :

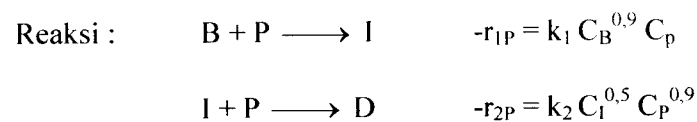
k = konstanta kecepatan reaksi

Ea = energi aktivasi

A = frekuensi tumbukan

T = suhu

R = konstanta gas ideal



Dari referensi didapatkan harga k sebagai berikut:

$$k_1 = 3,5 \times 10^4 \exp \left(\frac{-24.90}{RT} \right) \text{ mole / g cat.s}$$

$$k_2 = 2,9 \times 10^6 \exp \left(\frac{-35.08}{RT} \right) \text{ mole / g cat.s}$$

T dalam satuan Kelvin

B = benzene

P = propylene

I = isopropil benzene (cumene)

D = diisopropil benzene

Chemical Marketing Reporter Production of Cumene



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi adalah :

1. Suhu

Semakin tinggi suhu, maka harga k akan semakin besar sehingga reaksi berjalan semakin cepat.

2. Katalis

Adanya katalis dalam reaksi akan menurunkan energi aktivasi, sehingga akan menyebabkan harga konstanta kecepatan reaksi naik, sehingga reaksi akan berjalan lebih cepat



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan produk

2.1.1. Bahan Baku

1. Propylene

➤ Sifat fisis

Berat molekul	= 42,08
Titik beku (°C)	= -185
Titik didih (°C)	= - 47.56
Suhu kritis (°C)	= 91,4
Tekanan kritis (atm)	= 45,6
Volume kritis (cm ³ /mol)	= 181,0
Density (gr/cm ³) pada 223 K	= 0,612
Enthalpi pembentukan standar (kJ/mol)	= 20,42
Energi Gibbs pembentukan standar (kJ/mol)	= 62,72
Panas penguapan (pada 25 °C), KJ/mol	= 33,899
Panas pembakaran, KJ/mol	= 3,2676 .10 ³
Indeks bias (n)	= 1,3567
Kelarutan (pada 20 °C, 1 atm) ml gas/100 ml solven	
- Air	= 44,6
- Etanol	= 1250



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

- Asam asetat = 524,5

2. Benzene

➤ Sifat Fisis

Berat molekul	= 78,11
Titik beku (°C)	= 5,53
Titik didih (°C)	= 80,24
Suhu kritis (°C)	= 289,01
Density (gr / cm ³)	
pada 20 °C	= 0,8789
pada 25 °C	= 0,8736
Tekanan kritis (atm)	= 48,9
Volume kritis (cm ³ / mol)	= 259,0
Panas penguapan (kJ / mol)	= 33,899
Panas pembakaran (kJ / mol)	= 3,2676 x 10 ³
Tekanan uap (kPa) pada 25 +°C	= 12,6
Kelarutan (pada 20 °C) gr/100 gr air	= 0,18
Indeks bias (n)	= 1,3567

2.1.2. Spesifikasi Produk

Berat molekul	= 120,19
Titik beku (°C)	= -96,03
Titik didih (°C)	= 152,56
Suhu kritis (°C)	= 351,4



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tekanan kritis (kPa)	= 3220
Density cairan (gr / cc)	
➤ pada 0 °C	= 0,8786
➤ pada 20 °C	= 0,8619
➤ pada 40 °C	= 0,8450
Panas pembentukan (cair 25 °C), J/ mol	= -44,150
Energi bebas (uap 25 °C), J/ mol	= 137,0
Viskositas (mPa.s)	
➤ pada 0 °C	= 1,076
➤ pada 20 °C	= 0,791
➤ pada 40 °C	= 0,612
Tekanan uap, kPa	
➤ pada 35 °C	= 1
➤ pada 120 °C	= 37
➤ pada 180 °C	= 185
Konduktivitas panas pada 25 °C (W / mk)	= 0,124
Tegangan permukaan pada 20 °C (mN / m)	= 2
Panas penguapan (J / mol)	= 312
Indeks bias (n)	= 1,4195

2.1.3. Spesifikasi Katalis

Bahan aktif	: asam phosphat
Carrier	: Kieselguhr



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Bentuk	: <i>spherical</i> padat
Diameter partikel	: 0,3 cm
Komposisi	: 62,5 % - 65 % P_2O_5 dan 35 % - 37,5 % SiO_2
Densitas	: 1,600 gr/cm ³

2.2 Pengendalian Kualitas

Kualitas merupakan salah satu daya tarik konsumen terhadap suatu produksi. Oleh sebab itu mempertahankan mutu barang merupakan salah satu hal yang terpenting yang memerlukan perhatian khusus dari perusahaan. Menyadari pentingnya mempertahankan kualitas tersebut, maka pabrik Cumene membentuk bagian yang mengendalikan mutu tersebut, yaitu laboratorium. Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan peran yang lain adalah pengendalian pencemaran lingkungan, baik udara maupun limbah cair. Dengan data yang diperoleh dari laboratorium maka proses produksi akan dapat selalu dikontrol dan dijaga mutu produk sesuai dengan spesifikasi bahan yang diharapkan.

Tugas laboratorium, antara lain :

1. Memeriksa bahan baku dan bahan penolong yang akan digunakan
2. Memeriksa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
3. Melakukan riset/penelitian yang ada kaitannya dengan proses produksi
4. Memeriksa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik



2.2.1 Program Kerja Laboratorium

Dalam upaya pengendalian mutu produk pabrik cumene ini, dilakukan pengoptimalan aktivitas laboratorium. Analisa yang dilakukan meliputi analisa bahan baku, analisa bahan dalam aliran proses dan aliran produk.

1. Analisa Bahan Baku

Meliputi : warna, density, viskositas, spesifik gravity, titik didih dan kemurnian masing-masing bahan baku.

2. Analisa Bahan dalam aliran proses

Meliputi : viskositas, berat jenis serta kandungan bahan

3. Analisa Produk

Untuk analisa produk aniline dilakukan analisa kemurniannya

4. Analisa Unit Utilitas

- Analisa feed water, yang dianalisa meliputi OD (*Demand Oxygen*), pH, *Hardness* (kesadahan), total solid, *suspended solid*, oil dan *organic matter*
- Analisa terhadap air bebas mineral serat kation dan anion exchanger
- Analisa cooling water
- Analisa BFW, meliputi : alkalinitas total, sodium phospat, chloride, pH, oil dan organic matter dan total solid
- analisa sanitasi, meliputi : pH, klor sisa dan kekeruhan



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik dibagi menjadi 3 bagian :

1. Laboratorium Pengamatan

Kerja dan tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua stream yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan *Certificate of Quality* untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk.

2. Laboratorium Analitik

Kerja dan tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimia bahan baku, bahan penunjang, produk akhir, produk samping, analisa air yang merupakan bahan pembantu, termasuk kerak dan bahan kimia yang digunakan.

3. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Perlindungan Lingkungan

Kerja dan tugas harian laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material terkait dalam proses untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian terhadap kondisi lingkungan terhadap pengaruh keberadaan pabrik serta mengadakan pengembangannya untuk mengatasi masalah-masalah yang timbul akibat dari adanya proses industri.



2.2.2. Metode Analisa

Metode kerja untuk analisa dikerjakan sesuai dengan instruksi kerja yang disusun dengan acuan dari berbagai standar analisa antara lain ASTM, SII, JIS

2.2.3. Alat-alat Utama Laboratorium

a. *Water Content Tester*

Digunakan untuk menganalisa kadar air dalam produk

b. *Viskosimeter Bath*

Digunakan untuk mengukur viskositas produk keluar reactor

c. *Hydrometer*

Digunakan untuk mengukur spesifik gravity

d. *Gas Chromatography (GC)*

Digunakan untuk menganalisa bahan baku dan produk

e. *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)*

Digunakan untuk menganalisa kandungan logam berat, terutama untuk air di unit utilitas

f.. pH meter

Alat untuk mengukur pH di unit utilitas



BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Pada proses pembuatan cumene ini, dibagi dalam beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap penyimpanan/*storage* bahan baku
2. Tahap preparasi bahan baku
3. Tahap reaksi
4. Tahap separasi dan purifikasi produk

➤ Tahap penyimpanan / *storage* bahan baku

Propylene (fase cair) disimpan dalam tangki silinder horizontal dengan bentuk elliptical head (T-01), pada kondisi suhu 30 °C dan tekanan 12 atm. Sedangkan benzene dalam fase cair, disimpan dalam tangki silinder vertikal conical head (T-02) pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm.

Dengan tenaga dari pompa sentrifugal (P-03), propylene dialirkan ke tangki pencampur umpan propylene (M-01) agar didapatkan campuran propylene yang homogen. Didalam tangki ini, terjadi pencampuran dengan propylene recycle yang dihasilkan dari bawah (SP-01) pada suhu 30.6 °C. Begitu juga dengan benzene dialirkan dengan pompa sentrifugal (P-06), ke tangki (M-02) yang recycle nya berasal dari (SP-04) dengan suhu 80,19 °C dan hasil atas MD-01 dengan suhu 80 °C. dimana suhu campuran menjadi 77.02 °C



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

➤ Tahap preparasi bahan baku

Pada proses ini bahan baku diubah secara fisik agar sesuai dengan kondisi reaktor (R-01). Propylene dari tangki (T-01) yang bekerja pada tekanan 12 atm dan suhu 30 °C, dialirkan ke *pre-vaporizer* (V-01) menggunakan pompa sentrifugal (P-04). Keluar dari vaporizer (V-01) diperoleh propylene dengan kondisi uap jenuh pada suhu 30.08 °C.

Sedangkan umpan benzene dari tangki pencampur (M-02) yang telah homogen dialirkan ke *pre-heater vaporizer* (VP-02) yang tekanan 1 atm dan suhu 80 °C. Menggunakan pompa sentrifuga (P-07). Kemudian dialirkan ke (SP-02) untuk pemisahan antara fase uap dan cair.

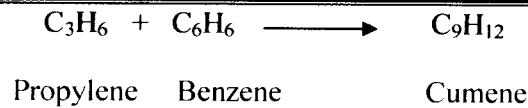
Uap benzene dan propylene dari hasil separator sebelum masuk Reaktor dinaikan suhu di Heater hingga menjadi masing-masing 275°C, kemudian langsung diumpankan ke reaktor (R-01) melewati kompresor dengan kondisi masing-masing zat sama dengan kondisi operasi reaktor yaitu 18 atm

➤ Tahap reaksi

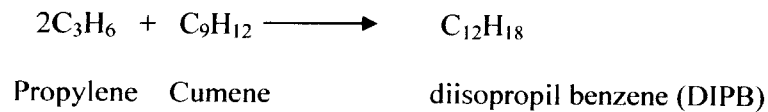
Uap benzene dan propylene dicampur dalam reaktor dengan perbandingan umpan benzene : propylene = 2 : 1 untuk menghasilkan konversi produk yang tinggi dan menekan sekecil mungkin produk samping dalam reaktor. Reaksi pembentukan cumene dilakukan dalam reaktor reaktor *fixed bed multi tube* (R-01) yang di dalam pipa-pipanya diisi katalisator asam phosphat-kieselguhr. Reaksi berlangsung pada tekanan 18 atm dan suhu 275 °C. Didalam tube-tube reaktor ini terjadi reaksi alkilasi benzene dengan propylene menjadi cumene. Menurut reaksi :



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"



Selain itu dihasilkan pula produk samping berupa diisopropil benzene (DIPB). Menurut reaksi :



Reaksi benzene dengan propilene membentuk cumene berlangsung secara eksotermis. Untuk tujuan pendinginan dengan menyerap panas hasil reaksi ini digunakan air bertekanan yang disirkulasikan pada bagian *shell* reaktor sehingga memberikan transfer panas yang baik. Produk keluar dari reaktor pada suhu 267,88°C dan tekanan 18 atm

➤ Tahap separasi dan purifikasi produk

Tahap ini merupakan tahap pemisahan dan pemurnian dari produk hasil reaksi agar diperoleh kemurnian yang sesuai dengan spesifikasi pasar. Produk hasil reaktor *diturunkan tekanannya dengan exvander valve* tekanannya *menjadi* 1,6 atm kemudian diturunkan suhunya menjadi 107 °C dengan Coler dan di ubah fasenya dengan (C-01) kemudian diumpankan ke *flash drum (FD)* untuk memisahkan sebagian besar gas propilene dan propane yang keluar sebagai *flue gas*. Selanjutnya campuran gas ini akan keluar pada bagian atas, sedangkan campuran yang berupa cairan keluar sebagai produk bagian bawah.

Produk bawah yang ada dalam kondisi cair jenuh, dialirkan ke (MD-01). Hasil atas kolom destilasi dengan suhu 80°C dan tekanan 1 atm mengandung



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

benzene dan toluene dengan kondisi uap jenuh di kondensasikan terlebih dahulu di (C-02), ditampung sementara di accumulator untuk diambil sebagai reflux. Hasil bawah kolom destilasi benzene (D-01) sebagian diuapkan dalam *reboiler* (RB-01) dan dikembalikan lagi ke dalam kolom destilasi. Cairan yang keluar dari bagian bawah kolom destilasi berada pada keadaan cair jenuh dengan tekanan 1,2 atm dan suhu 156 °C. kemudian dinaikan suhunya dengan (HE-09) menjadi 167 °C dialirkan ke (MD-02)

Hasil atas kolom destilasi cumene pada kondisi uap jenuh yang mengandung cumene 99,9%. Hasil atas tersebut dikondensasikan dalam kondensor (C-02) menghasilkan kondensat cumene dengan tekanan 1.3 atm dan suhu 160 °C yang ditampung dalam akumulator (AC-02). Sebagian kondensat direfluks dan sisanya dialirkan menuju tangki penyimpanan dengan bantuan pompa sentrifugal (P-014), kemudian produk cumene yang keluar didinginkan hingga 30 °C dengan dan disimpan dalam *storage tank* (T-04) pada tekanan 1 atm dan suhu kamar.

Hasil bawah kolom destilasi cumene (MD-02) sebagian besar berupa diisopropil benzene (DIPB). Sebagian hasil bawah tersebut diuapkan dalam *reboiler* (RB-02) dan dikembalikan lagi ke dalam kolom. Cairan yang keluar dari bagian bawah kolom dengan tekanan 1,7 atm dan suhu 176 °C, dialirkan menuju tangki penyimpanan dengan bantuan pompa sentrifugal (P-08), diturunkan tekananya menjadi 1 atm kemudian didinginkan hingga 30 °C dengan Cooler dan disimpan dalam *storage tank* (T-03) pada tekanan 1 atm



3.2. Spesifikasi Alat Proses

1. Tangki Bahan Baku Propylene (T-01)

Fungsi	:Menyimpan bahan baku propylene sebanyak 13254,615 kg/jam
Tipe	:Silinder Horizontal dengan alas datar dan atap elliptical
Material konstruksi	: Carbon Steel SA-283 grade C
Kondisi penyimpanan :	cair
Waktu penyimpanan	: 30 hari
Suhu penyimpanan	: 30° C
Tekanan operasi	: 12 atm
Tekanan desain	: 13.2 atm
Jumlah	: 2 buah
Volume	: 47160,9921 bbl
Tinggi	: 36.2 ft
Diameter	: 96.5 ft
Tebal shell	:
Course 1	= 0,26 in
Course 2	= 0,41 in
Course 3	= 0,57 in
Course 4	= 0,72 in
Course 5	= 0,87 in
Course 6	= 1,1 in



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tebal head : 1,48 in

Tinggi head : 50 ft

2. Tangki Bahan Baku Benzene (T-02)

Fungsi : Menyimpan bahan baku benzene sebanyak
23669,6 kg/jam

Tipe : Silinder vertical dengan alas datar dan atap
conical

Material konstruksi : Carbon Steel SA-283 grade C

Kondisi penyimpanan : cair

Waktu penyimpanan : 30 hari

Suhu penyimpanan : 30° C

Tekanan operasi : 1 atm

Tekanan desain : 1,1 atm

Jumlah: 4 buah

Volume : 42109,5586 bbl

Tinggi : 34 ft

Diameter : 92 ft

Tebal shell :

- Course 1 = 0,27 in
- Course 2 = 0,46 in
- Course 3 = 0,64 in
- Course 4 = 1,83 in



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

-
- Course 5 = 1,01 in
 - Course 6 = 1,20 in
- Tebal head : 1,75 in
- Tinggi head : 60 ft

3. Tangki Produk Cumene (T-03)

- Fungsi : Menyimpan produk Cumene sebanyak 31565,7 kg/jam
- Tipe : Silinder vertikal dengan alas datar dan atap conical
- Material konstruksi : Carbon Steel SA-283 grade C
- Kondisi penyimpanan : cair
- Waktu penyimpanan : 30 hari
- Suhu penyimpanan : 30° C
- Tekanan operasi : 1 atm
- Tekanan desain : 1,1 atm
- Jumlah : 2 buah
- Volume : 58,0445 bbl
- Tinggi : 3,8781 ft
- Diameter : 10,3417 ft
- Tebal shell** :
- Course 1 = 0,25 in
 - Course 2 = 0,40 in



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

• Course 3	= 0,56 in
• Course 4	= 0,71 in
• Course 5	= 0,86 in
• Course 6	= 1,02 in
Tebal head	: 1,4804 in
Tinggi head	: 50 ft

4. Tangki Produk DIPB (T-04)

Fungsi	: Menyimpan produk DIPB sebanyak 5115,28 kg/jam
Tipe	: Silinder vertikal dengan alas datar dan atap conical
Material konstruksi	: Carbon Steel SA-283 grade C
Kondisi penyimpanan	: cair
Waktu penyimpanan	: 30 hari
Suhu penyimpanan	: 30° C
Tekanan operasi	: 1 atm
Tekanan desain	: 1,1 atm
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 634,5248 bbl
Tinggi	: 8,6070 ft
Diameter	: 22,9521 ft



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tebal shell	:
• Course 1	= 0,25 in
• Course 2	= 0,40 in
• Course 3	= 0,56 in
• Course 4	= 0,71 in
• Course 5	= 0,86 in
• Course 6	= 1,02 in
Tebal head	: 1,4804 in
Tinggi head	: 50 ft

5. Mixer (M-01)

Fungsi	: Mencampur bahan baku, recycle dari hasil bawah separator sebanyak 16568,28 kg/jam
Tipe	: Tangki silinder tegak berpengaduk
Material konstruksi	: Carbon Steel SA-283 grade C
Suhu penyimpanan	: 30.6° C
Tekanan operasi	: 13 atm
Tekanan desain	: 14.3 atm
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 2.97 m ³
Diameter	: 1,24 m
Tinggi	: 2,47 m
Tebal	: 3/16 in (= 0.0048 m)



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Pengaduk

Jenis	: Marine Propeller with 3 blade
Jumlah	: 4 buah
Diameter Impeller	: 0,0337 m
Lebar Impeller	: 0,0076 m
Panjang Impeller	: 0,0084 m
Jumlah baffle	: 4 buah
Lebar baffle	: 0,0084 m
Power pengaduk	: 1 Hp

6. Mixer (M-02)

Fungsi	: Mencampur bahan baku, recycle dari hasil bawah separator dan hasil atas MD -01 sebanyak 48822,83 kg/jam
Tipe	: Tangki silinder tegak berpengaduk
Material konstruksi	: Carbon Steel SA-283 grade C
Suhu penyimpanan	: 77.02° C
Tekanan operasi	: 1 atm
Tekanan desain	: 1,1 atm
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 9.76 m ³
Diameter	: 6 ft



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tinggi	: 12.01 ft
Tebal	: 3/16 in (= 0.0048 m)

Pengaduk

Jenis	: Marine Propeller with 3 blade
Jumlah	: 4 buah
Diameter Impeller	: 0,0508 m
Lebar Impeller	: 0,01143 m
Panjang Impeller	: 0,0127 m
Jumlah baffle	: 4 buah
Lebar baffle	: 0,0127 m
Power pengaduk	: 1 Hp

7. Vaporizer Propylene (V-01)

Fungsi	:Menguapkan umpan propylen yang berasal dari mixer-01
Jumlah	: 1 buah
Tipe	: shell and tube
Material Konstruksi	: Carbon steel SA 283 grade C
Shell side	:
• ID	= 15 in
• Jumlah pass	= 1
• ΔP	= 0,001 psi



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tube side	:
• OD	= 0,75 in
• ID	= 0,53 in
• BWG	= 12
• Pitch	= 1 in
• Susunan	= triangular pitch
• Jumlah pass	= 2
• Jumlah tube	= 196
• Panjang tube	= 16 ft
• ΔP	= 0,01 psi
Uc	: 256,96 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
Ud	: 151,01 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
Rd	: 0,005 (hr)(ft ²)(°F)/Btu

8. Vaporizer Benzene (V-02)

Fungsi	: Menguapkan umpan Benzen yang berasal dari mixer-02
Jumlah	: 1 buah
Tipe	: shell and tube
Material Konstruksi	: Carbon steel SA 283 grade C
Shell side	:
• ID	= 15 in
• Jumlah pass	= 1



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

• ΔP	= 0,0000023 psi
Tube side	:
• OD	= 0,75 in
• ID	= 0,53 in
• BWG	= 12
• Pitch	= 1 in
• Susunan	= triangular pitch
• Jumlah pass	= 2
• Jumlah tube	= 1974
• Panjang tube	= 16 ft
• ΔP	= 0,0000994 psi
Uc	: 256,96 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
Ud	: 151,01 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
Rd	: 0,005 (hr)(ft ²)(°F)/Btu

9. Separator Drum (S-01)

Fungsi	:Memisahkan uap dan cairan hasil vaporizer sebelum masuk reactor sebesar 16568,28 kg/jam
Type	: Vertical separator single stage
Jumlah	: 1 buah



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Kondisi operasi	:
• Tekanan operasi	= 1 atm
• Tekanan desain	= 1,1 atm
• Suhu operasi	= -47°C
Bahan konstruksi	: carbon steel SA 283 Grade C
Diameter	: 1,2045 m
Tinggi	: 12,1346 m
Tebal shell	: 0,1538 in
Tebal head	: 0,1496 in

10. Separator Drum (S-02)

Fungsi : Memisahkan uap dan cairan hasil vaporizer sebelum masuk reactor sebesar 58822,83 kg/jam

Type : Vertical separator single stage

jumlah : 1 buah

Kondisi operasi	:
• Tekanan operasi	= 1 atm
• Tekanan desain	= 1,1 atm
• Suhu operasi	= 80,19 °C

Bahan konstruksi : carbon steel SA 283 Grade C

Diameter : 0,3706 m

Tinggi : 1,25204 m



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tebal shell : 0,1538 in

Tebal head : 0,1496 in

11. Flash Drum (FD)

Fungsi : Memisahkan uap dan cairan yang berasal dari condenser-01 sebesar 60313,255 kg/jam

Type : horizontal drum

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi = 1,6 atm
- Tekanan desain = 1,76 atm
- Suhu operasi = 107 °C

Bahan konstruksi : carbon steel SA 283 Grade C

Diameter : 3,7983 m

Tinggi : 11,3950 m

Tebal shell : 2,1788 in

Tebal head : 0,2269 in

12. Separator Drum (S-04)

Fungsi : Memisahkan uap dan cairan hasil atas flash drum sebesar 4899,105 kg/jam

Type : horizontal drum

Jumlah : 1 buah



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Kondisi operasi	:
• Tekanan operasi	= 1,6 atm
• Tekanan desain	= 1,76 atm
• Suhu operasi	= 50 °C
Bahan konstruksi	: carbon steel SA 283 Grade C
Diameter	: 1,1335 m
Tinggi	: 3,4007 m
Tebal shell	: 0,7331 in
Tebal head	: 0,0672 in

13. Reaktor (R-01)

Fungsi	:Mereaksikan benzene dengan propylene untuk menghasilkan cumene menggunakan katalis asam phospat – Kieselghur
Jenis	: Fixed bed multi tube
Jumlah	: 1
Konstruksi Material	: Carbon steel SA-283 grade C
Kondisi operasi	:
• Tekanan operasi	= 18 atm
• Tekanan desain	= 19,8 atm
• Suhu operasi	= 275 °C
• Fase reaksi	= gas



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Katalis	:
• Jenis	= asam phospat – Kieselghur
• Diameter	= 3 mm (0,0098 ft)
• Bentuk	= Spherical
• Density	= 1600 kg/m ³ (99,88474 lb/ft ³)
Shell	:
• ID	= 33,9431 in (2,8285 ft)
• OD	= 35,1861 in (4,5 ft)
• Tebal	= 0,625 in (0.052ft)
• ΔPs	= 0,0035 psi
Tube	:
• Jumlah	= 118
• ID	= 2,067 in (0.17225 ft)
• OD	= 2,38 in (0.19833ft)
• Panjang	= 26,57475 ft
• Susunan	= Triangular pitch
• ΔPt	= 0,3982 psi
Head	:
• Bentuk	= Torispherical head
• Tebal	= 0,6144 in (0,0512 ft)
• Tinggi	= 0.7071 ft
Volume Reaktor	: 166,9108 ft ³
Tinggi Reaktor	: 27,9890 ft



14. Menara Destilasi (MD-01)

Fungsi	: Memisahkan produk cumene dari umpan sebanyak 55414,15 kg/jam
Tipe	: Sieve tray
Bahan konstruksi	: Carbon Steel SA-283 Grade C
Plate	: 42 plate
Lokasi feed	: antara tray 21 dan 22
Tray spacing	: 13,77949 in = 0,35 m
Dimensi	:
• Tinggi menara	= 19,704 m
• Diameter atas	= 2,7792 m
• Diameter bawah	= 3,4959 m
• Tebal shell	= 0,2441 in
• Tebal head	:
➤ Puncak	= 0.1250 in
➤ Dasar	= 0.1250 in
• Tinggi head	:
➤ Puncak	= 0,5340 m
➤ Dasar	= 0.6483 m



15. Menara Destilasi (D-02)

Fungsi	: Memisahkan produk cumene dari DIPB sebanyak 36680,98 kg/jam
Tipe	: Sieve tray
Bahan konstruksi	: Carbon Steel SA-283 Grade C
Plate	: 17 plate
Lokasi feed	: antara tray 8 dan 9
Tray spacing	: 13,77949 in = 0,35 m
Dimensi	:
• Tinggi menara	= 7,9305 m
• Diameter atas	= 3,0822 m
• Diameter bawah	= 1,1521 m
• Tebal shell	= 0,2706 in
• Tebal head	:
➤ Puncak	= 0,1250 in
➤ Dasar	= 0,1250 in
• Tinggi head	:
➤ Puncak	= 0.2465 m
➤ Dasar	= 0.2465 m



16. Heater (HE-01)

Fungsi	:Memanaskan komponen hasil atas SP-01 sebelum masuk HE-02 dari 31.08°C menjadi 87°C
Jenis	:Double pipe heat exchanger.
Panjang	: 12 ft
Fluida dingin	: Campuran multikomponen
Suhu	: 87.94°F
OD	: 2.38 in
ID	: 2.067 in
Pressure drop	: 0.0018 psi
Fluida panas	: Steam
Suhu	: 212 °F
OD	: 2.88 in
ID	: 2.469 in
Pressure drop	: 1,02 psi

17. Heater (HE-02)

Fungsi	: Memanaskan komponen hasil atas SP-01 sebelum masuk HE-03 dari 87°C menjadi 155°C
Jenis	: Double pipe heat exchanger.
Panjang	: 12 ft



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Fluida dingin : Campuran multikomponen

Suhu : 188.6 F
OD : 1.66 in
ID : 1.38 in
Pressure drop : 0.000576 psi

Fluida panas : Steam

Suhu : 476.96 °F
OD : 2.38 in
ID : 2.067 in
Pressure drop : 1,02 psi

18. Heater (HE-03)

Fungsi :Memanaskan komponen hasil atas SP-01
sebelum masuk HE-04 dari 155 °C menjadi
221 °C

Jenis :Double pipe heat exchanger.

Panjang : 12 ft

Fluida dingin : Campuran multikomponen

Suhu : 311 F
OD : 1.66 in
ID : 1.38 in
Pressure drop : 0.00012 psi



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Fluida panas	: Steam
Suhu	: 586.994 °F
OD	: 2.38 in
ID	: 2.067 in
Pressure drop	: 1,02 psi

19. Heater (HE-04)

Fungsi :Memanaskan komponen hasil atas SP-01
sebelum masuk HE-02 dari 221°C menjadi
275°C

Jenis :Double pipe heat exchanger.

Panjang : 12 ft

Fluida dingin : Campuran multikomponen

Suhu : 429.8 F

OD : 1.66 in

ID : 1.38 in

Pressure drop : 0.00057 psi

Fluida panas : Steam

Suhu : 635.81 °F

OD : 2.38 in

ID : 2.067 in

Pressure drop : 1,02 psi



20. Heater (HE-05)

Fungsi	:Untuk memanaskan komponen sebelum masuk ke (HE-06) dari suhu 80.19°C menjadi 160°C
Jenis	:Double pipe heat exchanger.
Panjang	:12 ft
Fluida dingin	:Campuran multikomponen
Suhu	:176.342 F
OD	:1.66 in
ID	:1.38 in
Pressure drop	: 0,0457 psi
Fluida panas	: Steam
Suhu	: 586.4 °F
OD	: 0,0731 m
ID	: 0,0627 m
Pressure drop	: 0,879 psi

21. Heater (HE-06)

Fungsi	:Untuk memanaskan komponen sebelum masuk ke (HE-07) dari suhu 160°C menjadi 220°C
Jenis	:Double pipe heat exchanger.
Panjang	: 12 ft



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Fluida dingin	: Campuran multikomponen
----------------------	---------------------------------

Suhu	: 320 F
OD	: 1.66 in
ID	: 1.38 in
Pressure drop	: 0.188 psi

Fluida panas	: Steam
---------------------	----------------

Suhu	: 586.58 °F
OD	: 2.88 in
ID	: 2.469 in
Pressure drop	: 0,879 psi

22. Heater (HE-07)

Fungsi	: Untuk memanaskan komponen sebelum masuk ke reaktor dari suhu 220°C menjadi 275°C
--------	--

Jenis	: Double pipe heat exchanger.
-------	-------------------------------

Panjang	: 12 ft
---------	---------

Fluida dingin	: Campuran multikomponen
----------------------	---------------------------------

Suhu	: 428 F
OD	: 1.66 in
ID	: 1.38 in
Pressure drop	: 0.0139 psi



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Fluida panas	: Steam
Suhu	: 635.9 °F
OD	: 2.88 in
ID	: 2.469 in
Pressure drop	: 0,00879 psi

23. Heater (HE-08)

Fungsi : Untuk memanaskan komponen sebelum masuk ke (MD-02) dari suhu 156°C menjadi 167°C

Jenis : Double pipe heat exchanger.

Panjang : 12 ft

Fluida dingin : Campuran multikomponen

Suhu : 312.8 F

OD : 1.66 in

ID : 1.38 in

Pressure drop : 0.004432 psi

Fluida panas : Steam

Suhu : 476.96 °F

OD : 2.88 in

ID : 2.469 in

Pressure drop : 0,879 psi



24. Kompresor

Fungsi	:Menaikan tekanan campuran gas dari 1 atm ke 18 atm
Tipe	: Centrifugal pump
Stage	: 4 stage
Kapasitas	: 132967,8 lb/jam
Power pompa	: 1,5 HP

25. Ekspander Valve

Fungsi	:Menurunkan tekanan setelah keluar dari reactor, dari 18 atm menjadi 1,6 atm
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 11277,25 lb/jam
Power pompa	: 0,5 HP

26. Cooler (CL-01)

Fungsi	:Untuk mendinginkan hasil reaktor sebanyak 60313,255 kg/jam dari suhu 275 °C menjadi suhu 180 °C.
Jenis	:Double pipe heat exchanger
Shell	
Temperature	: 86 °F
Fluida dingin	: H ₂ O



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

ID shell : 15,25 in (=0,38735 m)

Baffle space : 3,05 in (=0,07747 m)

Pressure drop : 0,073 psi

Tube

Temperature : 514,184 °F

Fluida panas : Campuran multikomponen

OD : 3/4 in (= 0,0191 m)

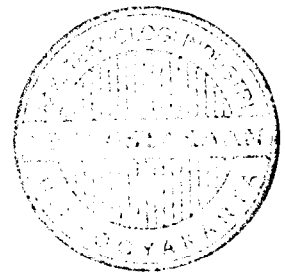
Panjang : 12 ft (=3,6576 m)

Jumlah : 73 buah

Pitch : 15/16 inc (= 0,0238 m)

Pressure drop : 0,056 psi

Jumlah : 1 buah



27. Cooler (CL-02)

Fungsi : Untuk mendinginkan hasil reaktor sebanyak
60313,255 kg/jam dari suhu 180 °C menjadi
suhu 107 °C.

Jenis : Double pipe heat exchanger

Shell

Temperature : 86 °F

Fluida dingin : H₂O

ID shell : 15,25 in (=0,38735 m)

Baffle space : 3,05 in (=0,07747 m)



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Pressure drop : 0,073 psi

Tube

Temperature : 356 °F

Fluida panas : Campuran multikomponen

OD : 3/4 in (= 0,0191 m)

Panjang : 12 ft (=3,6576 m)

Jumlah : 70 buah

Pitch : 15/16 inc (= 0,0238 m)

Pressure drop : 0,056 psi

Jumlah : 1 buah

28. Cooler (CL-03)

Fungsi : Untuk mendinginkan hasil atas FD
sebanyak 4899.105 kg/jam dari suhu 107°C
menjadi suhu 50 °C.

Jenis : Double pipe heat exchanger

Shell

Temperature : 86 °F

Fluida dingin : H₂O

ID shell : 15,25 in (=0,38735 m)

Baffle space : 3,05 in (=0,07747 m)

Pressure drop : 0,073 psi



Tube

Temperature	: 224.6 °F
Fluida panas	: Campuran multikomponen
OD	: 3/4 in (= 0,0191 m)
Panjang	: 12 ft (=3,6576 m)
Jumlah	: 47 buah
Pitch	: 15/16 inc (= 0,0238 m)
Pressure drop	: 0,056 psi
Jumlah	: 1 buah

29. Cooler (CL-04)

Fungsi : Untuk mendinginkan hasil atas MD-02 sebanyak 31565.7 kg/jam dari suhu 160°C menjadi suhu 80°C.

Jenis : Double pipe heat exchanger

Shell

Temperature	: 86 °F
Fluida dingin	: H ₂ O
ID shell	: 13,25 in (=0,33655 m)
Baffle space	: 2,65 in (=0,06731 m)
Pressure drop	: 4,08 psi

Tube

Temperature	: 320 °F
-------------	----------



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Fluida panas	: Campuran multikomponen
OD	: 3/4 in (= 0,0191 m)
Panjang	: 12 ft (=3,6576 m)
Jumlah	: 46 buah
Pitch	: 15/16 inc (= 0,0238 m)
Pressure drop	: 0,055 psi
Jumlah	: 1 buah

30. Cooler (CL-05)

Fungsi : Untuk mendinginkan hasil atas MD-02 sebanyak 31565.7 kg/jam dari suhu 80°C menjadi suhu 30°C.

Jenis : Double pipe heat exchanger

Shell

Temperature : 86 °F

Fluida dingin : H₂O

ID shell : 13,25 in (=0,33655 m)

Baffle space : 2,65 in (=0,06731 m)

Pressure drop : 4,08 psi

Tube

Temperature : 176 °F

Fluida panas : Campuran multikomponen

OD : 3/4 in (= 0,0191 m)



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Panjang	: 12 ft (=3,6576 m)
Jumlah	: 38 buah
Pitch	: 15/16 inc (= 0,0238 m)
Pressure drop	: 0,055 psi
Jumlah	: 1 buah

31. Cooler (CL-06)

Fungsi : Untuk mendinginkan hasil bawah MD-02 sebanyak 5115,28 kg/jam dari suhu 195.47 °C menjadi suhu 115°C.

Jenis : Double pipe heat exchanger

Shell

Temperature : 86 °F

Fluida dingin : H₂O

ID shell : 8 in (= 0,2032 m)

Baffle space : 1,6 in (= 0,04064 m)

Pressure drop : 0,653 psi

Tube

Temperature : 348.8 °F

Fluida panas : Campuran multikomponen

OD : 3/4 in (= 0,0191 m)

Panjang : 12 ft (=3,6576 m)

Jumlah : 56 buah



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Pitch	: 15/16 inc (= 0,0238 m)
Pressure drop	: 0,161 psi
Jumlah	: 1 buah

32. Cooler (CL-07)

Fungsi : Untuk mendinginkan hasil bawah MD-02 sebanyak 5115,28 kg/jam dari suhu 115 °C menjadi suhu 30°C.

Jenis : Double pipe heat exchanger

Shell

Temperature : 86 °F

Fluida dingin : H₂O

ID shell : 8 in (= 0,2032 m)

Baffle space : 1,6 in (= 0,04064 m)

Pressure drop : 0,653 psi

Tube

Temperature : 194 °F

Fluida panas : Campuran multikomponen

OD : 3/4 in (= 0,0191 m)

Panjang : 12 ft (= 3,6576 m)

Jumlah : 42 buah

Pitch : 15/16 inc (= 0,0238 m)

Pressure drop : 0,161 psi



Jumlah : 1 buah

33. Kondensor (C-01)

Fungsi : Mengembunkan hasil yang keluar dari
reactor sebanyak 60313,255 kg/jam

Tipe : shell and tube

Jumlah : 1 buah

Material Konstruksi : Carbon Steel SA-283 grade C

Shell side :

- ID = 12 in (= 0,3048 m)
- Baffle spacing = 2.4 in (= 0.06096 m)
- Passes = 2
- ΔP shell = 0,0212 psi

Tube side :

- OD = 3/4 in (=0,75 m)
- ID = 0,62 in (=0,0157 m)
- BWG = 16
- jumlah tube = 111
- panjang = 12 ft
- Pitch = triangular pitch
- Passes = 2
- ΔP_t = 1,485 psi



Uc	: 169,2656 Btu/jam ft ² oF
Ud	: 79,79 Btu/jam ft ² °F
Rd	: 0,0066

34. Kondensor (C-02)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas yang keluar dari
MD-01 sebanyak 18733,17 kg/jam

Tipe : shell and tube

Jumlah : 1 buah

Material Konstruksi : Carbon Steel SA-283 grade C

Shell side :

- ID = 12 in (= 0,3048 m)
- Baffle spacing = 2,4 in (= 0.06096 m)
- Passes = 2
- ΔP shell = 0,0251 psi

Tube side :

- OD = 3/4 in (=0,75 m)
- ID = 0,62 in (=0,0157 m)
- BWG = 16
- jumlah tube = 102
- panjang = 12 ft
- Pitch = triangular pitch
- Passes = 2
- ΔPt = 1,0614 psi



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Uc : 116.050, Btu/jam ft² oF

Ud : 75 Btu/jam ft² °F

Rd : 0,0047

35. Kondensor (C-03)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas yang keluar dari
MD-02 sebanyak 31565,7 kg/jam

Tipe : shell and tube

Jumlah : 1 buah

Material Konstruksi : Carbon Steel SA-283 grade C

Shell side :

- ID = 13 1/4 in (=0,3655 m)
- Baffle spacing = 2,65 in(=0,06731 m)
- Passes = 2
- ΔP shell = 0,3064 psi

Tube side :

- OD = 3/4 in (= 0,75 m)
- ID = 0,62 in (=0,0157 m)
- BWG = 16
- jumlah tube = 113
- panjang = 12 ft
- Pitch = triangular pitch
- Passes = 2
- ΔPt = 0,1140 psi



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Uc	: 218,8121 Btu/jam ft ² oF
Ud	: 150 Btu/jam ft ² °F
Rd	: 0,002

36. Kondensor (C-04)

Fungsi : Mengembunkan hasil yang keluar dari
flash drum sebanyak 4899,105 kg/jam

Tipe : shell and tube

Jumlah : 1 buah

Material Konstruksi : Carbon Steel SA-283 grade C

Shell side :

- ID = 12 in (= 0,3048 m)
- Baffle spacing = 2,4 in (= 0.06096 m)
- Passes = 2
- ΔP shell = 0,3542 psi

Tube side :

- OD = 3/4 in (= 0,75 m)
- ID = 0,62 in (=0,0157 m)
- BWG = 16
- jumlah tube = 101
- panjang = 12 ft
- Pitch = triangular pitch
- Passes = 2
- ΔP_t = 0,2512 psi



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Uc	: 165,9082 Btu/jam ft ² oF
Ud	: 130 Btu/jam ft ² °F
Rd	: 0,0017

37. Reboiler (RB-01)

Fungsi : Menguapkan bottom product menara distilasi -01

Jumlah : 1 buah

Tipe : kettle reboiler

Material Konstruksi : Carbon steel SA 283 grade C

Shell side :

- ID = 23 1/4 in
- Jumlah pass = 1
- ΔPs = 0,5365 psi

Tube side :

- OD = 3/4 in
- ID = 0,62 in
- BWG = 16
- Pitch = 1 in
- Susunan = triangular pitch
- Jumlah pass = 2
- Jumlah tube = 188
- Panjang tube = 12 ft
- ΔPt = 0,5365 psi



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Uc	: 250 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
Ud	: 130,91 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
Rd	: 0,0036 (hr)(ft ²)(°F)/Btu

38. Reboiler (RB-02)

Fungsi	: Menguapkan bottom product menara distilasi -02
Jumlah	: 1 buah
Tipe	: kettle reboiler
Material Konstruksi	: Carbon steel SA 283 grade C
Shell side	:
• ID	= 23 1/4 in
• Jumlah pass	= 1
• ΔPs	= 0,6613 psi
Tube side	:
• OD	= 3/4 in
• ID	= 0,62 in
• BWG	= 16
• Pitch	= 1 in
• Susunan	= triangular pitch
• Jumlah pass	= 2
• Jumlah tube	= 1442
• Panjang tube	= 12 ft



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

• ΔP_t	= 0,6613 psi
U_c	: 250 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
U_d	: 131,1769 Btu/(hr)(ft ²)(°F)
R_d	: 0,00362 (hr)(ft ²)(°F)/Btu

39. Pompa - 01

Fungsi	: Mengalirkan bahan baku dari pembelian ke tangki penyimpanan propylene
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 13254.615 kg/jam
Power pompa	: 1 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 6 in
• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in
• OD	= 6,625 in
• Bahan	= Commercial Steel Pipe

40. Pompa - 02

Fungsi	: Mengalirkan komponen dari tangki penyimpanan ke mixer
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 13254.615 kg/jam



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Power pompa	: 1 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 6 in
• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in
• OD	= 6,625 in
• Bahan	= Commercial Steel Pipe

41. Pompa - 03

Fungsi	:Mengalirkan komponen dari mixer ke Vaporizer
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 16586.28 kg/jam
Power pompa	: 1 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 6 in
• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in
• OD	= 6,625 in
• Bahan	= Commercial Steel Pipe



42. Pompa - 04

Fungsi	: Mengalirkan komponen dari hasil bawah separator ke mixer
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 3313.65 kg/jam
Power pompa	: 1 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 2,5 in
• Sch	= 40
• ID	= 2,469 in
• OD	= 2,88 in
• Bahan	= Commercial Steel Pipe

43. Pompa - 05

Fungsi	: Mengalirkan benzene dari pembelian ke penyimpampanan
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 23669.6 kg/jam
Power pompa	: 2,5 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 4 in
• Sch	= 40
• ID	= 4,5 in



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

-
- OD = 4,026 in
 - Bahan = Commercial Steel Pipe

44. Pompa - 06

Fungsi : Mengalirkan bahan baku dari tangki penyimpanan ke mixer

Tipe : Centrifugal pump

Kapasitas : 23669.6 kg/jam

Power pompa : 2.5 HP

Pipa yang digunakan :

- D nominal size = 6 in
- Sch = 40
- ID = 6,065 in
- OD = 6,625 in
- Bahan = Commercial Steel Pipe

45. Pompa - 07

Fungsi : Mengalirkan Cairan umpan dari mixer ke vaporizer

Tipe : Centrifugal pump

Kapasitas : 58822.83 lb/jam

Power pompa : 6 HP

Pipa yang digunakan :



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

- D nominal size = 6 in
- Sch = 40
- ID = 6,065 in
- OD = 6,625 in
- Bahan = Commercial Steel Pipe

46. Pompa - 08

Fungsi : Mengalirkan umpan dari separator ke mixer

Tipe : Centrifugal pump

Kapasitas : 11764.19 kg/jam

Power pompa : 1 HP

Pipa yang digunakan :

- D nominal size = 4 in
- Sch = 40
- ID = 4,026 in
- OD = 4,5 in
- Bahan = Commercial Steel Pipe

47. Pompa - 09

Fungsi : Mengalirkan cairan dari hasil bawah Flash
Drum ke MD-01

Tipe : Centrifugal pump

Kapasitas : 55414.15 kg/jam



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Power pompa	: 4 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 6 in
• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in
• OD	= 6,25 in
• Bahan	= Commercial Steel Pipe

48. Pompa - 10

Fungsi	: Mengalirkan komponen dari separator 04 ke mixer
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 4655.87 kg/jam
Power pompa	: 1 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 6 in
• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in
• OD	= 6,25 in
• Bahan	= Commercial Steel Pipe



49. Pompa - 11

Fungsi	: Mengalirkan umpan dari hasil atas MD-01 ke mixer
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 18709.82 kg/jam
Power pompa	: 1.5 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 2,5 in
• Sch	= 40
• ID	= 2,469 in
• OD	= 2,88 in
Bahan	= Commercial Steel Pipe

50. Pompa - 12

Fungsi	: Mengalirkan komponen dari hasil bawah MD – 01 ke reboiler
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 36680.98 kg/jam
Power pompa	: 2,5 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 4 in
• Sch	= 40



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

- ID = 4,026 in
- OD = 4,5 in
- Bahan = Commercial Steel Pipe

51. Pompa - 13

- Fungsi : Mengalirkan komponen dari hasil bawah MD -01 dari reboiler ke HE-07
- Tipe : Centrifugal pump
- Kapasitas : 36680.98 kg/jam
- Power pompa : 2,5 HP
- Pipa yang digunakan :
- D nominal size = 6 in
 - Sch = 40
 - ID = 6,065 in
 - OD = 6,25 in
- Bahan = Commercial Steel Pipe

52. Pompa - 14

- Fungsi : Mengalirkan komponen dari HE-07 ke MD-02
- Tipe : Centrifugal pump
- Kapasitas : 36680.98 kg/jam
- Power pompa : 2,5 HP
- Pipa yang digunakan :



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

• D nominal size	= 6 in
• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in
• OD	= 6,625 in
Bahan	= Commercial Steel Pipe

53. Pompa - 15

Fungsi	:Mengalirkan komponen dari hasil atas MD - 02 ke CL-03
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 31565.7 kg/jam
Power pompa	: 2,5 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 6 in
• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in
• OD	= 6,625 in
Bahan	= Commercial Steel Pipe

54. Pompa - 16

Fungsi	:Mengalirkan komponen dari CL-03 ke CL- 04
Tipe	: Centrifugal pump



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Kapasitas	: 31565.7 kg/jam
Power pompa	: 2,5 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 6 in
• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in
• OD	= 6,625 in
Bahan	= Commercial Steel Pipe

55. Pompa - 17

Fungsi	: Mengalirkan komponen dari hasil CL-04 ke tangki Cumene
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 31565.7 kg/jam
Power pompa	: 2,5 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 6 in
• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in
• OD	= 6,625 in
Bahan	= Commercial Steel Pipe



56. Pompa - 18

Fungsi	: Mengalirkan komponen dari bawah MD - 02 ke RB-01
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 5115.28 kg/jam
Power pompa	: 0,5 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 6 in
• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in
• OD	= 6,625 in
Bahan	= Commercial Steel Pipe

57. Pompa - 19

Fungsi	: Mengalirkan komponen dari RB-02 ke CL- 05
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 5115.28 kg/jam
Power pompa	: 0,5 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 6 in
• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

• OD = 6,625 in

Bahan = Commercial Steel Pipe

58. Pompa - 20

Fungsi : Mengalirkan komponen dari CL-05 ke CL-06

Tipe : Centrifugal pump

Kapasitas : 5115.28 kg/jam

Power pompa : 0,5 HP

Pipa yang digunakan :

• D nominal size = 6 in

• Sch = 40

• ID = 6,065 in

• OD = 6,625 in

Bahan = Commercial Steel Pipe

59. Pompa - 21

Fungsi : Mengalirkan komponen dari CL-06 ke tangki DiPB

Tipe : Centrifugal pump

Kapasitas : 5115.28 kg/jam

Power pompa : 0,5 HP

Pipa yang digunakan :

• D nominal size = 6 in



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in
• OD	= 6,625 in
Bahan	= Commercial Steel Pipe

60. Pompa - 22

Fungsi	:Mengalirkan komponen dari tangki Cumene ke Distribusi
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 31565.7 kg/jam
Power pompa	: 2.5 HP
Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 6 in
• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in
• OD	= 6,625 in
Bahan	= Commercial Steel Pipe

61. Pompa - 23

Fungsi	:Mengalirkan komponen dari tangki DiPB ke Distribusi
Tipe	: Centrifugal pump
Kapasitas	: 5115.28 kg/jam
Power pompa	: 0.5 HP



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Pipa yang digunakan	:
• D nominal size	= 6 in
• Sch	= 40
• ID	= 6,065 in
• OD	= 6,625 in
Bahan	= Commercial Steel Pipe

3.3. Perencanaan Produksi

Dalam pra perancangan pabrik cumene dari propylene dan benzene ini, variabel yang berpengaruh dalam metode perancangan pabrik yaitu neraca massa dan neraca panas.



3.3.1. Neraca massa

1. Neraca massa total di sekitar *mixer* propylene (M-01)

Tabel 3.1 Neraca massa di sekitar *mixer* propylene (M-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
C ₃ H ₆	13188,64	3297,17	16485,85
C ₃ H ₈	65,935	16,495	82,43
	13254,615	3313,665	
Jumlah	16568,28		16568,28

2. Neraca massa total di sekitar *vaporizer* propylene (V-01)

Tabel 3.2 Neraca massa di sekitar *vaporizer* propylene (V-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
C ₃ H ₆	16485,85	16485,85
C ₃ H ₈	82,43	82,43
Jumlah	16568,28	16568,28

3. Neraca massa total di sekitar *separator* propylene (S-01)

Tabel 3.3 Neraca massa di sekitar *separator* propylene (S-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
C ₃ H ₆	16485,85	3297,17	13188,68
C ₃ H ₈	82,43	16,495	65,935
		3313,665	13254,615
Jumlah	16568,28	16568,28	



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

4. Neraca massa total di sekitar *mixer* benzene (M-02)

Tabel 3.4. Neraca massa di sekitar *mixer* benzene (M-02)

Komponen	Input (kg/jam)			Output (kg/jam)
C ₃ H ₆	23645,95	1,32	-	1,32
C ₃ H ₈	23,65	0,6	-	0,6
C ₆ H ₆	-	23363,77	11752,43	58762,15
C ₇ H ₈	-	23,35	11,76	58,76
	23669,6	2338,04	11764,19	
Jumlah	58822,83			58822,83

5. Neraca massa total di sekitar *vaporizer* benzene (V-02)

Tabel 3.5. Neraca massa di sekitar *vaporizer* benzene (V-02)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
C ₃ H ₆	1,32	1,32
C ₃ H ₈	0,6	0,6
C ₆ H ₆	58762,15	58762,15
C ₇ H ₈	58,76	58,76
Jumlah	58822,83	58822,83



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

6. Neraca massa total di sekitar *separator* benzene (S-02)

Tabel 3.6. Neraca massa di sekitar *separator* benzene (S-02)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
C ₃ H ₆	1,32	-	1,32
C ₃ H ₈	0,6	-	0,6
C ₆ H ₆	58762,15	11752,43	47009,72
C ₇ H ₈	58,76	11,76	47
		11764,19	47058,64
Jumlah	58822,83	58822,83	

7. Neraca massa total di sekitar *reaktor* (R-01)

Tabel 3.7. Neraca massa di sekitar *reaktor* (R-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
C ₃ H ₆	13190	131,61
C ₃ H ₈	66,535	66,535
C ₆ H ₆	47009,72	23504,8
C ₇ H ₈	47	47
C ₉ H ₁₂	-	35037,91
C ₁₂ H ₁₈	-	1525,4
Jumlah	60313,255	60313,255



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

8. Neraca massa total di sekitar *flash drum* (S-03)

Tabel 3.8. Neraca massa di sekitar *flash drum* (S-03)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
C ₃ H ₆	131,61	131,61	-
C ₃ H ₈	66,535	66,535	-
C ₆ H ₆	23504,8	4700,96	18803,84
C ₇ H ₈	47	-	47
C ₉ H ₁₂	35037,91	-	35037,91
C ₁₂ H ₁₈	1525,4	-	1525,4
		4899,105	55414,15
Jumlah	60313,255	60313,255	

9. Neraca massa total di sekitar *separator* (S-04)

Tabel 3.9. Neraca massa di sekitar *separator* (S-04)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
C ₃ H ₆	131,61	130,29	1,32
C ₃ H ₈	66,535	65,935	0,6
C ₆ H ₆	4700,96	47,01	4653,95
		243,235	4655,87
Jumlah	4899,105	4899,105	



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

10. Neraca massa total di sekitar *menara distilasi* (MD-01)

Tabel 3.10. Neraca massa di sekitar *menara distilasi* (MD-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
C ₆ H ₆	18803,84	18709,82	94,02
C ₇ H ₈	47	23,35	23,65
C ₉ H ₁₂	35037,91	-	35037,91
C ₁₂ H ₁₈	1525,4	-	1525,4
		18733,17	36680,98
Jumlah	55414,15	55414,15	

11. Neraca massa total di sekitar *menara distilasi* (MD-02)

Tabel 3.11. Neraca massa di sekitar *menara distilasi* (MD-02)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
C ₆ H ₆	94,02	6,3	87,72
C ₇ H ₈	23,65	9,5	14,15
C ₉ H ₁₂	35037,91	31534,12	3503,79
C ₁₂ H ₁₈	1525,4	15,78	1509,62
		31565,7	5115,28
Jumlah	36680,98	36680,98	



3.3.2. Neraca panas

1. Neraca panas total Reaktor (R – 01)

Tabel 3.12. Neraca panas di sekitar Reaktor

Komponen	Q in (Kjoule/Jam)	Q Out (Kjoule/Jam)
C ₃ H ₆	65.452,5312	49.152,4236
C ₃ H ₈	23.298.2639	23.298,2639
C ₆ H ₆	24.392.117,630	13.355.786,5818
C ₇ H ₈	12.076.165,6	12.076.165,6
C ₉ H ₁₂	-	8.863.262,0087
C ₁₂ H ₁₈	-	189.381,1488
Jumlah	22.492.938,6	22.492.938,6

2. Neraca panas total Menara Distilasi (MD – 01)

Tabel 3.13. Neraca panas di sekitar MD - 01

Komponen	Q in (Kjoule/Jam)	Q Out (Kjoule/Jam)
C ₆ H ₆	1232567,2806	1232567,2806
C ₇ H ₈	3212,4710	3212,4710
C ₉ H ₁₂	2583087,6144	2583087,6144
C ₁₂ H ₁₈	120744,4394	120744,4394
Jumlah	3932611,8053	3932611,8053



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

3. Neraca panas total Menara Distilasi (MD – 02)

Tabel 3.14 Neraca panas di sekitar MD - 02

Komponen	Q in (Kjoule/Jam)	Q Out (Kjoule/Jam)
C ₆ H ₆	3155,9142	3155,9142
C ₇ H ₈	4971,4796	4971,4796
C ₉ H ₁₂	17847272,03	17847272,03
C ₁₂ H ₁₈	9584,0782	9584,0782
Jumlah	17864989,5	17864989,5



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

Dalam perencanaan berdirinya pabrik, maka perlu diperhatikan dan ditinjau lokasi dan letak pabrik, hal ini sangat berpengaruh terhadap kelangsungan produksi pabrik. Dalam menentukan lokasi dan letak pabrik harus dipertimbangkan beberapa kemungkinan sehingga dapat memberikan nilai tambah bagi perusahaan dan kepentingan rakyat banyak baik dari segi teknik maupun ekonomi, lingkungan, sosial dan kemasyarakatan.

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik pada wilayah tertentu didasarkan atas berbagai pertimbangan yang tepat terhadap semua faktor-faktor yang memiliki nilai strategis dalam pendirian dan pengoperasian pabrik. Faktor yang berpengaruh dalam penentuan lokasi dan tata letak pabrik :

1. Penyediaan Bahan Baku

Kesediaan bahan baku untuk produksi dapat terpenuhi dengan jumlah yang dibutuhkan untuk proses produksi dengan pertimbangan kesediaan bahan baku dapat selalu tersedia untuk menjaga kontinuitas proses produksi dan transportasi produk dan bahan baku. Penyediaan bahan baku ditinjau dari kontinuitas penyediaan bahan baku yang tersedia



2. Penyediaan Air

Kebutuhan air sangatlah mendasar, dalam proses produksi produksi, air merupakan faktor penting dalam menunjang proses produksi maka pemilihan lokasi pabrik diusahakan dekat dengan sumber air, bias berupa sungai, sumur artesis dan laut. Dari beberapa faktor tersebut maka dipilih tempat yang dekat dengan sungai sebagai tempat sumber air yang melimpah dan pertamina yang menghasilkan bahan baker dan memiliki fasilitas pelabuhan sehingga mempermudah pengangkutan bahan baku dan hasil produksi

3. Pemasaran

Dalam proses produksi yang menghasilkan produk jadi perlu diadakan sebuah transaksi pemasaran produk yang disesuaikan dengan kebutuhan dalam negeri dan luar negeri, sehingga kebutuhan akan produk dapat ditingkatkan sejalan dengan perkembangan pasar

4. Transportasi

Dalam proses produksi pabrik, transportasi adalah faktor utama yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pabrik dan kebutuhan pasar. Transportasi dapat berupa transportasi darat maupun laut

5. Lokasi

Lokasi pabrik diusahakan berada di daerah yang luas, sehingga dapat dipergunakan untuk perluasan dan pengembangn pabrik nantinya. Lokasi pabrik hendaknya terletak di daerah yang bebas banjir, gempa, dan



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

longsor. Sebab kondisi dan kestabilan tanah akan mempengaruhi kondisi fisik bangunan

6. Bahan Bakar

Bahan bakar harus tersedia cukup untuk menjaga kelangsungan proses produksi pabrik. Bahan bakar dapat terpenuhi dari produksi Pertamina

7. Tenaga Listrik

Tenaga listrik harus tersedia cukup untuk menjaga kelangsungan proses produksi pabrik. Tenaga listrik dapat terpenuhi dari PLN dan ditambah dengan generator pembangkit listrik

8. Tenaga Kerja

Di lokasi pendirian pabrik diusahakan dapat memberikan kemudahan akan tenaga kerja pilihan. Di Indonesia tenaga kerja cukup banyak sehingga penyediaan tenaga kerja tidak begitu sulit diperoleh

9. Limbah Pabrik

Efek samping proses produksi adalah dihasilkannya limbah. Oleh karena itu perlu diperhatikan masalah penanganan limbah, demi menjaga kelestarian lingkungan hidup

Dari pertimbangan diatas, Lokasi pabrik Cumene ini, ditetapkan di kawasan Cilacap, Jawa Tengah. Ditinjau dari segi geografis dan ekonomis, lokasinya cukup strategis, karena ada beberapa faktor yang mendukung, yaitu:



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

➤ Dekat dengan sumber bahan baku

Bahan baku pembuatan Cumene yang berupa Benzen dipenuhi oleh PT. Pertamina UP Cilacap, yang berdekatan dengan Laut dan sarana transportasi memadai, sehingga masalah pengangkutan cukup mudah dan biaya relatif lebih murah.

➤ Pemasaran produk

Lokasi pabrik di Cilacap ini, sangat strategis untuk pemasaran terutama bagi industri barang-barang sintetis di dalam negeri (Jakarta, Cilegon, Merak, Serang dan Tangerang) maupun ekspor ke luar negeri, karena dekat dengan pelabuhan yang memadai.

➤ Sarana transportasi

Pengiriman bahan baku yang masuk ke pabrik maupun pengiriman produk ke konsumen (dalam dan luar negeri), dapat berjalan lancar dan secara ekonomis lebih menguntungkan, karena letak pabrik dekat dengan Laut yang tentunya bisa dengan Transportasi laut, Pelabuhan Tanjung perak dan Tanjung emas sebagai pelabuhan penyeberangan, bisa lewat darat terlebih dahulu kemudian ke pelabuhan, transportasi darat juga sangat memadai dengan jalan raya sepanjang Merak sampai Banyuwangi

➤ Penyediaan bahan bakar dan energi

Daerah Cilacap dekat dengan Pertamina UP Cilacap merupakan kawasan industri sehingga penyediaan bahan bakar maupun energi dapat dipenuhi. Demikian pula dengan penyediaan listrik diambilkan dari listrik PLN maupun dari Generator yang dimiliki Sendiri



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

➤ Penyediaan air

Lokasi yang dipilih berdekatan dengan Sungai besar sehingga kebutuhan air sebagai cooling water dapat terpenuhi.

➤ Tenaga kerja

Tenaga kerja yang handal dan berpengalaman di bidangnya, dapat direkrut dari tenaga kerja lokal dan mahasiswa-mahasiswa Indonesia.

➤ Faktor-faktor lain

Daerah Cilacap merupakan kawasan industri yang telah ditetapkan oleh pemerintah, sehingga faktor-faktor lain seperti lingkungan, sosial dan perluasan pabrik, telah disiapkan dengan baik.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penimbunan bahan, baik bahan baku maupun produk, ditinjau dari segi hubungan satu dengan yang lain.

Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik efisien dan kelancaran proses produksi dapat terjamin. Jadi dalam penentuan tata letak pabrik harus dipikirkan penempatan alat-alat produksi sehingga keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan dapat dipenuhi.

Selain peralatan yang tercantum didalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, laboratorium, kantin, *fire-safety*



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

dan K-3, pos penjagaan dan sebagainya hendaknya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu, ditinjau dari segi lalu-lintasnya barang, kontrol dan keamanan

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah :

1. Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan

Perluasan pabrik ini harus sudah masuk dalam perhitungan sejak awal supaya masalah kebutuhan tempat tidak timbul dimasa yang akan datang. Sejumlah area khusus sudah disiapkan untuk dipakai sebagai perluasan pabrik, penambahan peralatan untuk menambah kapasitas pabrik ataupun mengolah produknya sendiri ke produk lain.

2. Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan asap/gas beracun harus benar-benar diperhatikan di dalam penentuan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengaman seperti hidran, penampung air yang cukup, penahan ledakan. Tangki penyimpan bahan ataupun produk berbahaya harus diletakkan di areal yang khusus serta perlu adanya jarak antara bangunan yang satu dengan yang lain guna memberikan petolongan dan menyediakan jalan bagi para karyawan untuk menyelamatkan diri.

3. Luas daerah yang tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyediaan area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah amat tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

peralatan tertentu diletakkan di atas peralatan yang lain ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

4. Instalasi dan utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatannya. Penempatan pesawat proses sedemikian rupa sehingga, petugas dapat dengan mudah mencapainya dan dapat menjamin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

Secara garis besar, lay out pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama sebagai berikut:

1. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendali proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual.

2. Daerah proses

Merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung.

3. Daerah pegudangan umum, bengkel dan garasi

Gudang merupakan daerah dimana seluruh peralatan pabrik disimpan sementara waktu. Bengkel dan garasi merupakan daerah dimana alat-alat transportasi baik yang masih berfungsi atau yang sedang mengalami perbaikan disimpan sementara waktu juga.



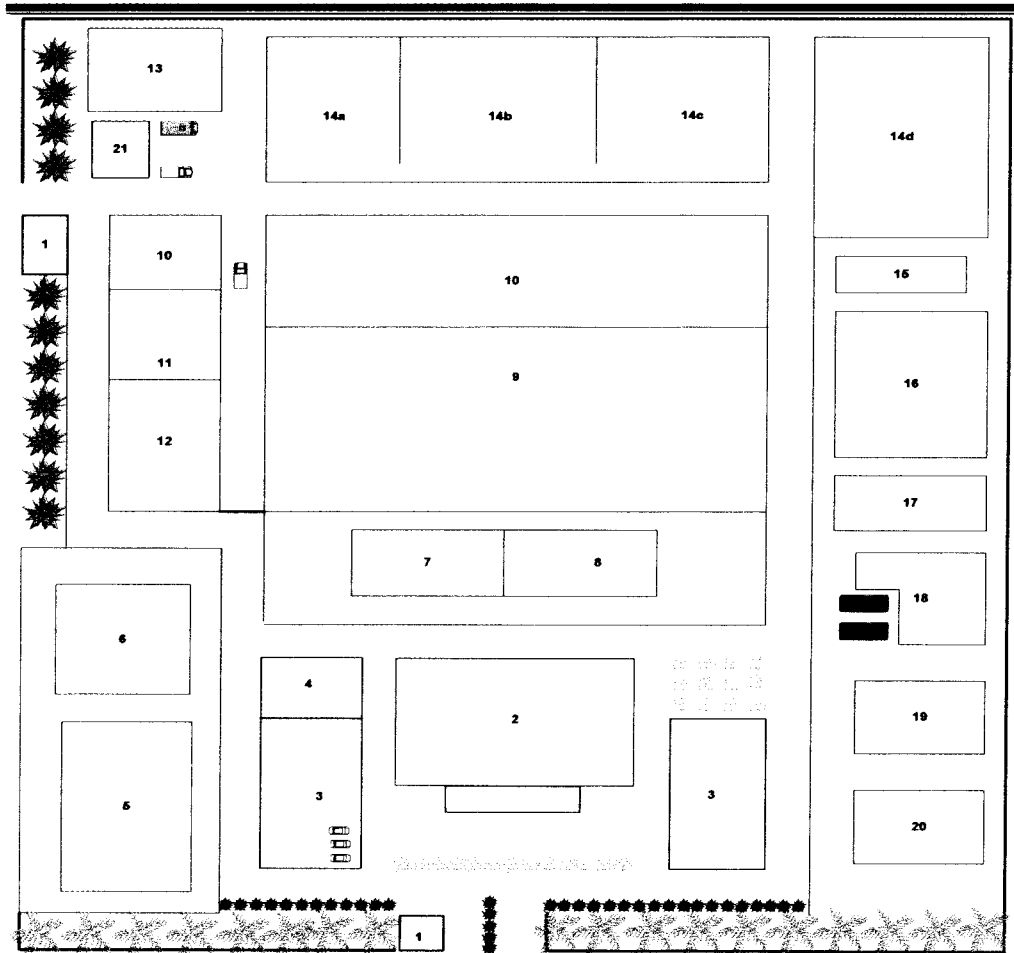
"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

4. Daerah utilitas

Merupakan daerah dimana sarana pendukung proses, seperti penyediaan air, steam, listrik dan unit pengolahan limbah.



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"



Skala 1: 1000

Gambar 4.1. Lay Out Pabrik

Keterangan :

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| 1. Pos keamanan | 14. Utilitas |
| 2. Kantor Pusat | a.B.Bakar dan Dowterm |
| 3. Parkir mobil | b.Steam |
| 4. Poliklinik | c.Listrik dan Udara Tekan |
| 5. Parkir motor | d.Pengolahan Air |
| 6. Kantin | 15.Gudang Utilitas |
| 7. Ruang kontrol | 16.pengolahan Limbah |
| 8. Laboratorium | 17.Bengkel |
| 9. Area proses | 18.K3 dan Kebakaran |
| 10. Area Perluasan | 19.Mushola |
| 11. Produk | 20.Aula |
| 12. Bahan Baku | 21.Unit Taransportasi |
| 13. Gudang | |



4.3. Tata Letak Peralatan Proses

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

1. Aliran bahan baku dan produk

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

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan agar lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada satu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, yang berakibat membahayakan keselamatan pekerja. Di samping itu perlu diperhatikan arah hembusan angin.

3. Cahaya

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

4. Lalu lintas Manusia

Dalam perancangan, lay out peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Sehingga jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, juga keamanan pekerja selama bekerja perlu diperhatikan.



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

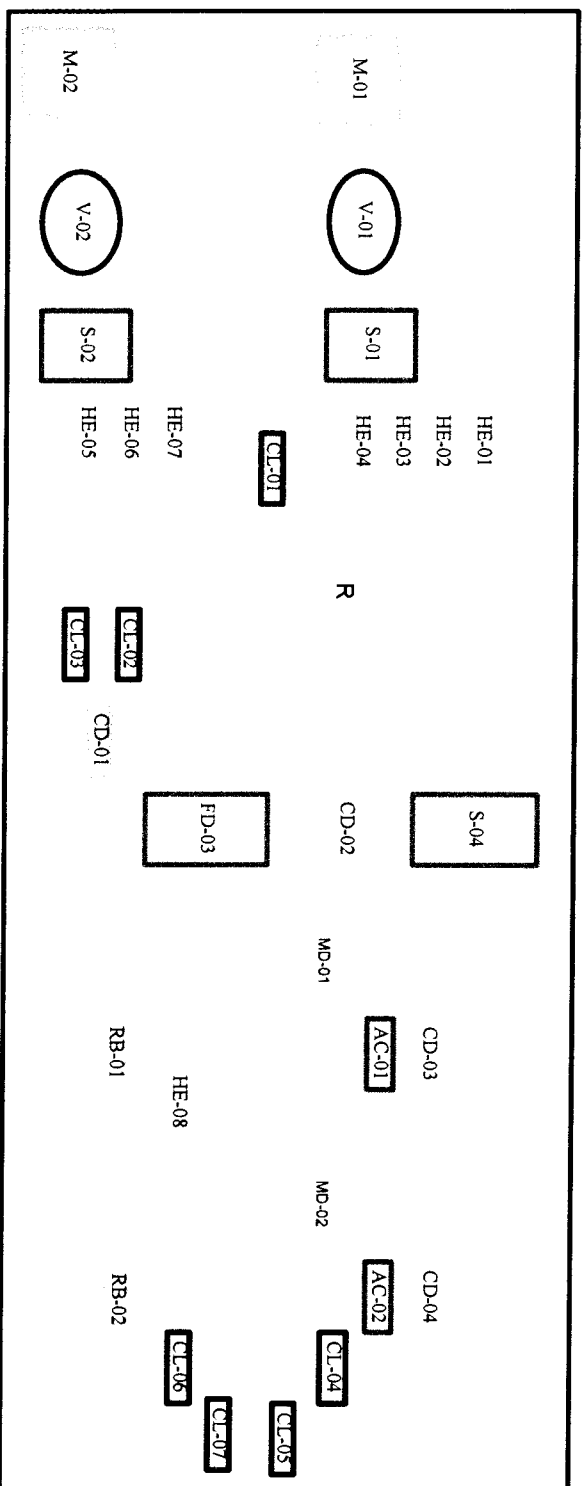
5. Pertimbangan ekonomi

Dalam perancangan alat-alat proses perlu diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik, yang akhirnya memberikan keuntungan dari segi ekonomi.

6. Jarak antar alat proses

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

"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"



Keterangan :

- M = Mixer
- V = Vaporizer
- SP = Separator
- FD = Flash Drum
- HE = Heater
- R = Reaktor
- CL = Cooler
- CD = Kondensor
- MD = Menara Distilasi
- ACC = Accumulator
- T = Tangki

Tangki Bahan Baku

Tangki Produk

Gambar 4.2 Peralatan Proses Tampak Atas



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tabel 4.1. Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik

No	Lokasi	Ukuran	Luas (m ²)
1	Pos Keamanan a	(5 x 5)	25
	b	(5 x 5)	25
2	Perkantoran	(32 x 30) - (5 x 5)	935
3	Perpustakaan	(10 x 12)	120
4	Masjid	(15 x 12)	180
5	Kantin dan koperasi	(15 x 12)	180
6	Gedung serba guna	(30 x 12)	360
7	Tempat parkir a	(72 x 16)	1152
	b	(20 x 20) - (5 x 5)	375
8	Poliklinik	(20 x 10)	200
9	Mess Karyawan	(20 x 35)	700
10	Gudang	(20 x 15)	300
11	Bengkel	(20 x 10)	200
12	Pemadam Kebakaran	(20 x 10)	200
13	Laboratorium	(20 x 10)	200
14	Area Tangki a. bahan baku	(30 x 28)	840
	b. produk	(30 x 6)	180
15	Area Proses	(40 x 34) - (20 x 5)	1260
16	Ruang kontrol	(20 x 5)	100
17	Utilitas	(40 x 14)	560
18	Pengolahan Limbah	(40 x 14)	560
19	Perluasan Pabrik	(120 x 40) + (34 x 20)	5480
20	Jalan dan taman	(184 x 118) - (No.1 s/d 19)	7580
21	Luas Tanah	(No.1 s/d 20)	21712
22	Luas Bangunan	No.21 - (No.1 s/d 18)	13060



4.5 UTILITAS

Di industri kimia, 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 yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik cumene ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai. Penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Biaya lebih rendah dibanding biaya dari sumber air lainnya.
2. Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
3. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

1. Air Pendingin

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

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

2. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

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

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , dan H_2S . O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-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 akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a. Syarat fisika, meliputi:

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

b. Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri.

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi:

1. Proses Pengendapan Awal (Sedimentasi)

- Sedimentasi merupakan proses pengendapan partikel-partikel padat yang terdapat didalam air yang menyebabkan kekeruhan berupa lumpur atau zat padat lainnya.



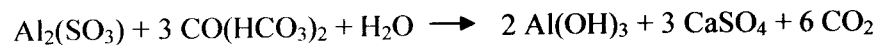
"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

- Tujuan sedimentasi antara lain untuk mengurangi kekeruhan, kasadahan dan menghemat bahan kimia yang digunakan untuk pemurnian air.

2. Proses Koagulasi

- Bertujuan untuk mengurangi turbidity (kekeruhan) air. Proses koagulasi dilakukan dengan penambahan tawas atau Poly aluminium clorida (PAC) dan soda abu.

- Reaksi yang terjadi adalah :



- Tawas yang terhidrolisa akan membentuk endapan $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang disebut flok dan akan mengendap.
- Faktor koagulasi adalah :
 - a. Macam dan dosis bahan
 - b. Suhu
 - c. Derajat Keasaman
 - d. Pengadukan
 - e. Pemberian waktu untuk mengumpal

3. Proses Flokulasi

- Proses terbentuknya inti flok-flok (endapan lumpur) karena adanya penambahan bahan koagulan sehingga partikel-partikel zat padat yang terlarut akan menjadi berat dan akan mengendap secara kimia. Sedangkan air yang jernih berada pada bagian atas.



- Faktor flokulasi adalah :
 - a. Penambahan bahan kimia
 - b. Pengadukkan yang sempurna
 - c. Kontak yang baik

4. Proses Desinfeksi

- Adalah proses pembunuhan kuman yang bersifat patogen (penyebab penyakit). Proses ini dilakukan pada proses pengolahan air minum.
- Dengan desinfeksi diharapkan air terbebas dari kuman yang dapat membahayakan kesehatan. Didalam air gas klor yang bereaksi dengan air akan membentuk hipoklorid (HOCl) dan asam klorida (HCl).



5. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

a. Cation Exchanger

Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion

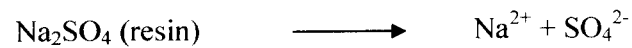
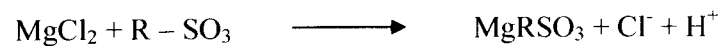
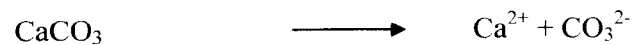


"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

H^+ sehingga air yang akan keluar dari cation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

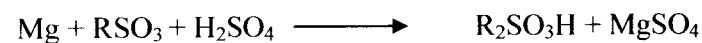
Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat.

Reaksi:



b. Anion Exchanger

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

Reaksi:

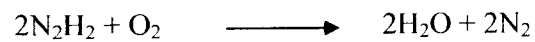




c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan kedalam *deaerator* dan diinjeksikan *Hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi:



Kedalam *deaerator* juga dimasukan *low steam kondensat* yang berfungsi sebagai media pemanas.

Air yang keluar dari *deaerator* ini di dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler*. (*boiler feed water*)



4.5.2 Perhitungan Kebutuhan Air

1) Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4.2. Kebutuhan air untuk pendingin (kg/jam)

No	Nama Alat	Kebutuhan air (kg/jam)
1	Heat Exchanger (CL-01)	10,673.64
2	Heat Exchanger (CL-02)	7,788.80
3	Heat Exchanger (CL-03)	4,065.00
4	Heat Exchanger (CL-04)	5,962.70
5	Heat Exchanger (CL-05)	1,744.74
6	Heat Exchanger (CL-06)	3,586.35
7	Heat Exchanger (CL-07)	1,392.66
8	Condenser - 01	53,923.34
9	Condenser - 02	40,270.36
10	Condenser - 03	34,025.72
11	Condenser - 04	1,075,184.89
TOTAL		1,238,618.20

Air pendingin 80% dimanfaatkan kembali, diasumsikan make up yang diperlukan 20%, sehingga:

$$\text{Make up air pendingin} = 20 \% \times 1.238.618,20 \text{ kg/jam} = 247.723,6409 \text{ kg/jam}$$



2) Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Tabel 4.3. Kebutuhan steam

No	Nama Alat	Kebutuhan air (kg/jam)
1	Heat Exchanger (HE-01)	6,839.16
2	Heat Exchanger (HE-02)	2,855.33
3	Heat Exchanger (HE-03)	7,555.45
4	Heat Exchanger (HE-04)	3,039.79
5	Heat Exchanger (HE-05)	5,412.22
6	Heat Exchanger (HE-06)	5,855.59
7	Heat Exchanger (HE-07)	4,877.31
8	Heat Exchanger (HE-08)	2,454.03
9	Vaporizer - 01	17,777.16
10	Vaporizer - 02	45,215.35
11	Reboiler - 01	6,780.97
12	Reboiler - 02	64,255.74
	TOTAL	172,918.12

Air pembangkit steam 80% dimanfaatkan kembali, diasumsikan make up yang diperlukan 20%, sehingga :

$$\text{Make up Steam} = 20 \% \times 172.918,12 \text{ kg/jam} = 34.583,623 \text{ kg/jam}$$

3) Air Untuk Keperluan Perkantoran dan Pabrik

Kebutuhan air masing-masing orang diperkirakan = 175 orang

Kebutuhan air untuk karyawan = 150 lt/hr



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tabel 4.4. Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga

No	Nama Alat	Kebutuhan air (kg/jam)
1	Karyawan	1,093.75
2	Kantor	716.67
3	Rumah Tangga	1,822.92
TOTAL		3,633.33

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air total} &= (1,093.75 + 716.67 + 1,822.92) \text{ kg/jam} \\ &= 3,633.33 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\text{Diambil angka keamanan 10\%} = 1,1 \times 3,633.33 = 3,996.67 \text{ kg/jam}$$

4.5.3 Unit Pembangkit Steam

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (boiler) dengan spesifikasi:

- Kapasitas : 34.579,51 kg/jam
- Tekanan : 250 psi
- Jenis : Fire Tube Boiler
- Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit economizer safety valve sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari water treatment plant yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica, O₂, Ca, Mg yang mungkin masih terikut, dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam boiler feed water tank.



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu ke dalam economizer, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100 -102⁰C, kemudian diumpankan ke boiler.

Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (burner) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke economizer sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke steam header untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.5.4 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power-power yang dinilai penting, antara lain boiler, compressor, pompa, dan cooling tower. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah:

- Kapasitas : 7156,232 KWatt
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Prinsip kerja dari diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik 50% dan diesel 50%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

4.5.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (Industrial Diesel Oil) yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah Medium Furnace Oil yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

4.5.7 Spesifikasi Alat-alat Utilitas

1. Pompa Utilitas (PU – 01)

Fungsi	: Mengalirkan air dari sungai kedalam bak pengendap sebanyak 314.534,6570 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume	: 1.384,89 gpm
Kecepatan Linear	: 4.61 ft/dtk
Head pompa	: 50,48 ft



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tenaga pompa	: 2.1 Hp
Tenaga motor	: 2,5 Hp
Jumlah	: 1 buah

2. Pompa Utilitas (PU– 02)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak pengendap kedalam bak floakulator sebanyak 314.534,6570 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume	: 1.384,89 gpm
Kecepatan Linear	: 4.61 ft/dtk
Head pompa	: 50.4801 ft
Tenaga pompa	: 2,2 Hp
Tenaga motor	: 2,5 Hp
Jumlah	: 1 buah

3. Pompa Utilitas (PU– 03)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak floakulator kedalam clarifier sebanyak 314.534,6570 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume	: 1.384,89 gpm
Kecepatan Linear	: 4.61 ft/dtk
Head pompa	: 45.55 ft
Tenaga pompa	: 2,4 Hp



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tenaga motor : 3 Hp
Jumlah : 1 buah

4. Pompa Utilitas (PU – 04)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap kedalam bak saringan pasir sebanyak 314.534,6570 kg/jam
Jenis : Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume : 1.384,89 gpm
Kecepatan Linear : 4.61 ft/dtk
Head pompa : 45.5496 ft
Tenaga pompa : 2,4 Hp
Tenaga motor : 3 Hp
Jumlah : 1 buah

5. Pompa Utilitas (PU– 05)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak saringan pasir kedalam bak penampung air bersih sebanyak 314.534,6570 kg/jam
Jenis : Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume : 1.384,89 gpm
Kecepatan Linear : 4,61 ft/dtk
Head pompa : 47.27 ft
Tenaga pompa : 2,4 Hp



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tenaga motor : 3Hp
Jumlah : 1 buah

6. Pompa Utilitas (PU – 06)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih kedalam kantor, proses, pembangkit steam sebanyak 1.810,42 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Kecepatan Volume : 7,9713 gpm

Kecepatan Linear : 4,61 ft/dtk

Head pompa : 47.27 ft

Tenaga pompa : 0,1 Hp

Tenaga motor : 0,2 Hp

Jumlah : 1 buah

7. Pompa Utilitas (PU – 07)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pendingin kedalam pabrik sebanyak 247.723,6409 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Kecepatan Volume : 1.090,73 gpm

Kecepatan Linear : 3.0430 ft/dtk

Head pompa : 47,96 ft

Tenaga pompa : 1,6 Hp



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tenaga motor : 2 Hp
Jumlah : 1 buah

8. Pompa Utilitas (PU – 08)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pendingin ke cooling
tower sebanyak 198.178,9127 kg/jam
Jenis : Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume : 872,5813 gpm
Kecepatan Linear : 3,1 ft/dtk
Head pompa : 49,78 ft
Tenaga pompa : 1,4 Hp
Tenaga motor : 2 Hp
Jumlah : 1 buah

9. Pompa Utilitas (PU – 09)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki anion ke tangki kation
sebanyak 247.723,6409 kg/jam
Jenis : Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume : 1.090,7266 gpm
Kecepatan Linear : 3,04 ft/dtk
Head pompa : 43,07 ft
Tenaga pompa : 1,5 Hp



**"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"**

Tenaga motor : 2 Hp
Jumlah : 1 buah

10. Pompa Utilitas (PU – 10)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki anion kedalam tangki
kation sebanyak 247.723,6409 kg/jam
Jenis : Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume : 1.090,7266 gpm
Kecepatan Linear : 3,04 ft/dtk
Head pompa : 43,07 ft
Tenaga pompa : 1,5Hp
Tenaga motor : 2 Hp
Jumlah : 1 buah

11. Pompa Utilitas (PU – 11)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki deaerator ke tangki
umpan boiler sebanyak 247.723,6409 kg/jam
Jenis : Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume : 1.090,7266 gpm
Kecepatan Linear : 3,04 ft/dtk
Head pompa : 43,07 ft
Tenaga pompa : 1,5 Hp



**"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"**

Tenaga motor : 2 Hp
Jumlah : 1 buah

12. Pompa Utilitas (PU – 12)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki umpan boiler kedalam
boiler sebanyak 247.723,6409 kg/jam
Jenis : Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume : 1.090,7266 gpm
Kecepatan Linear : 3,04 ft/dtk
Head pompa : 43,07 ft
Tenaga pompa : 1,5 Hp
Tenaga motor : 2 Hp
Jumlah : 1 buah

13. Pompa Utilitas (PU – 13)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki kaporit kedalam
tangki desinfektan sebanyak 3.633,333 kg/jam
Jenis : Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume : 15,9976 gpm
Kecepatan Linear : 1,75 ft/dtk
Head pompa : 42,21 ft
Tenaga pompa : 1,5 Hp



Tenaga motor : 2 Hp
Jumlah : 1 buah

14. Pompa Utilitas (PU – 14)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki desinfektan ke bak
sanitasi sebanyak 3,633.33 kg/jam
Jenis : Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume : 15,9976 gpm
Kecepatan Linear : 1,75ft/dtk
Head pompa : 42,21 ft
Tenaga pompa : 1,5 Hp
Tenaga motor : 2 Hp
Jumlah : 1 buah

15. Pompa Utilitas (PU – 15)

Fungsi : Mengalirkan air dari cooling tower sebanyak
247.723,64 kg/jam
Jenis : Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume : 1.090,7266 gpm
Kecepatan Linear : 11 ft/dtk
Head pompa : 44,2 ft
Tenaga pompa : 1,5 Hp



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tenaga motor	: 2 Hp
Jumlah	: 1 buah

16. Bak Pengendap Awal

Fungsi	: Menampung dan menyediakan air untuk diolah sebanyak 314.534,66 kg/jam dengan waktu tinggal selama 4 jam.
Jenis	: Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Panjang	: 27,4751 m
Lebar	: 13,7376 m
Tinggi	: 4 m
Volume	: 1.509,7664 m ³
Jumlah	: 1

17. Flokulator

Fungsi	: Mencampur koagulan dengan air dari bak pengendap, sebanyak 314.534,66 kg/jam dengan waktu tinggal selama 1 jam.
Jenis	: Bak silinder tegak
Diameter	: 7,8 m
Tinggi	: 7,8 m
Volume	: 377,44 m ³



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Power pengaduk : 0.2 Hp

Jumlah : 1

18. Clarifier

Fungsi : Mengendapkan flokulator untuk mendapatkan air jernih air sebanyak 314.534,66 kg/jam dengan waktu tinggal selama 1 jam.

Jenis : Bak silinder tegak dengan tutup kerucut

Diameter : 7,8 m

Tinggi : 10,4 m

Volume : 377,44 m³

Waktu tinggal : 1 jam

Jumlah : 1

19. Bak Saringan Pasir

Fungsi : Menyaring koloid-koloid yang lolos dari clarifier.

Debit : 1.384,8953 gpm

Tinggi : 0,4 m

Volume : 3,46 m³

Panjang : 2,92 m

Lebar : 2,92 m

Ukuran pasir rata-rata : 28 mesh



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tinggi lapisan pasir : 0,33 m

Jumlah : 1

20. Bak Penampung Air Bersih

Fungsi : Menampung air bersih yang keluar dari bak saringan pasir sebanyak 314.534,6570 kg/jam.

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Tinggi : 4 m

Volume : 754,58 m³

Panjang : 19,42 m

Lebar : 9,7 m

Jumlah : 1

21. Bak Penampung Air Kantor dan Rumah Tangga

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan kantor dan rumah tangga sebanyak 1810.4167 kg/jam

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Tinggi : 3 m

Volume : 26,07 m³

Panjang : 4,1689 m

Lebar : 2 m

Jumlah : 1



22. Bak Penampung Air Pendingin

Fungsi	: Menampung air untuk keperluan proses yang membutuhkan air pendingin sebanyak 247.723,6409 kg/jam
Jenis	: Bak empat persegi panjang beton bertulang
Tinggi	: 2 m
Volume	: 594,53 m ³
Panjang	: 48,77 m
Lebar	: 24,38 m
Jumlah	: 1

23. Cooling Tower

Fungsi	: Mendinginkan air pendingin yang telah dipakai dalam proses pabrik sebanyak 198.178,9127 kg/jam
Jenis	: Cooling tower induced draft.
Tinggi	: 2 m
Ground area	: 40,53 m ²
Panjang	: 6,4 m
Lebar	: 6,4 m
Jumlah	: 1



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

24. Blower Cooling Tower

Fungsi	: Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan.
Kebutuhan udara	: 26.776,0112 ft ³ /jam
Power pompa	: 64,9 Hp
Power motor	: 72 Hp
Jumlah	: 1

25. Kation Exchanger

Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air sebanyak 247.723,6409 kg/jam yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg.
Jenis	: silinder tegak
Tinggi	: 2 m
Volume	: 64,34 m ³
Diameter	: 6,6 m
Tebal	: 0,0077 m
Jumlah	: 2

26. Anion Exchanger

Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air sebanyak 247.723,6409 kg/jam yang disebabkan oleh anion-anion seperti Cl, SO ₄ dan NO ₃ .
--------	---



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Jenis	: silinder tegak
Tinggi	: 2 m
Volume	: 64,34 m ³
Diameter	: 6,6 m
Tebal	: 0,0077 m
Jumlah	: 2

27. Tangki Deaerator

Fungsi : Membebaskan gas CO₂ dan O₂ dari air
247723.6409 kg/jam sebanyak yang telah
dilunakkan dalam anion dan kation exchanger
dengan larutan Na₂SO₄.

Jenis	: Bak silinder tegak
Tinggi	: 11,48 m
Volume	: 1.189,0735 m ³
Diameter	: 11,48 m
Jenis pengaduk	: Marine propeller 3 blade.
Power pengaduk	: 191 Hp
Jumlah	: 1

28. Tangki Umpan Boiler

Fungsi : Menampung umpan boiler sebanyak 247.723,6409
kg/jam.



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Jenis	: Tangki silinder tegak
Tinggi	: 9,1 m
Volume	: 594,5367 m ³
Diameter	: 9,1 m
Jumlah	: 1

29. Tangki Larutan Kaporit

Fungsi : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan di kantor dan rumah tangga.

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan air : 3.633,3333 kg/jam

Kadar Clorine dalam : 49,6%

Kaporit

Kebutuhan kaporit : 0.0293 kg/jam

Tinggi : 0,86 m

Volume : 0,5 m³

Diameter : 0,86 m

Jumlah : 1

30. Tangki Desinfektan

Fungsi : Membunuh bakteri yang dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga.



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Jenis	: Tangki silinder tegak
Tinggi	: 1,8 m
Volume	: 4,36 m ³
Diameter	: 1,8 m
Jumlah	: 1

31. Tangki Larutan NaCl

Fungsi	: Membuat larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger.
Jenis	: Tangki silinder tegak
Kebutuhan NaCl	: 3.277,42 ft ³ /hari.
Tinggi	: 5,2 m
Volume	: 111,36 m ³
Diameter	: 5,2 m
Jumlah	: 1

32. Tangki Larutan NaOH

Fungsi	: Membuat larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger.
Jenis	: Tangki silinder tegak
Kebutuhan NaOH	: 910,4 ft ³ /hari.
Tinggi	: 3,4 m
Volume	: 30,93 m ³



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Diameter : 3,4 m

Jumlah : 1

33. Tangki Larutan Na_2CO_3

Fungsi : Melarutkan Na_2CO_3 yang berfungsi sebagai koagulan

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan Na_2CO_3 : 930 kg/mnt.

Tinggi : 7,8 m

Volume : 377,44 m³

Diameter : 7,8 m

Jumlah : 1

34. Tangki Larutan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Fungsi : Melarutkan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ yang berfungsi sebagai koagulan pada flokulator.

Jenis : Tangki silinder tegak

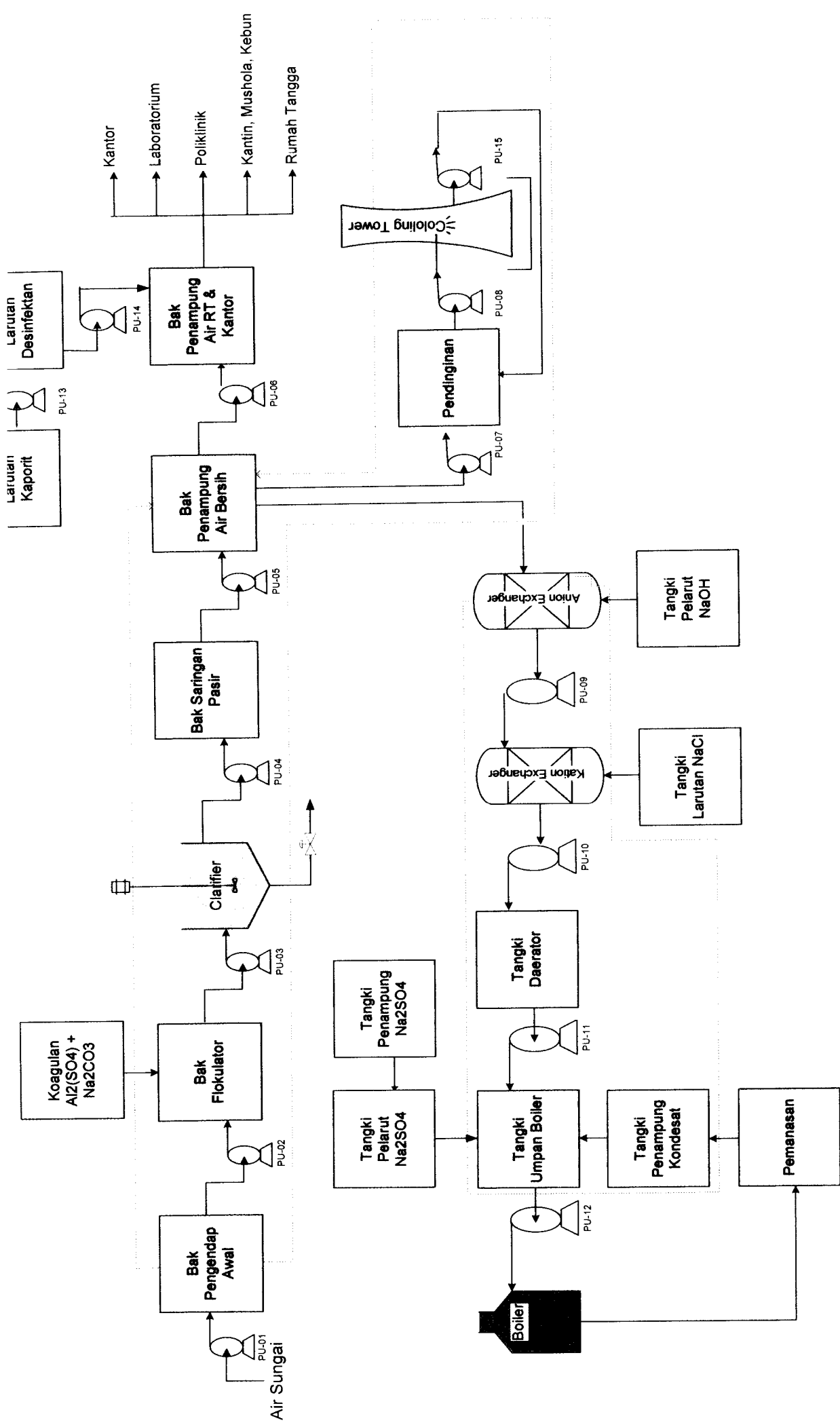
Kebutuhan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$: 1548 kg/mnt.

Tinggi : 7,8 m

Volume : 599,56 m³

Diameter : 7,8 m

Jumlah : 1



Gambar 4.3 Bagan Proses Pengolahan Air



4.6 Organisasi Perusahaan

4.6.1. Bentuk Badan Hukum Perusahaan

Dengan mempertimbangkan segi hukum serta modal yang dipakai untuk mendirikan pabrik Cumene, maka dipilih bentuk perusahaan terbatas (PT). Keuntungan dari PT adalah sebagai berikut :

- a. Kontinuitas perusahaan lebih terjamin karena perusahaan tidak bergantung pada satu pihak sebab kepemilikan dapat berganti-ganti
- b. Dari segi hukum, kekayaan perusahaan jelas terpisah dari kekayaan pribadi pemegang saham
- c. Pengolahan perusahaan dilakukan secara professional, karena pembagian tugas dan tanggung jawab pengurus perusahaan serta pemegang saham diatur secara jelas
- d. Pemegang saham menanggung resiko perusahaan hanya terbatas sebesar dana yang disertakan di perseroan terbatas
- e. Dana yang disetorkan dikonversikan dalam bentuk saham dan relatif mudah untuk diperjual belikan apabila telah "go public"

4.6.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Untuk mendapatkan suatu sistem terbaik, maka perlu diperhatikan beberapa pedoman antara lain :

- a. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

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



Dengan berpegangan pada pedoman tersebut, maka dipilih struktur organisasi yang baik. Struktur organisasinya adalah sistem garis, yaitu setiap bawahan hanya mempunyai satu tanggung jawab kepada atasannya dan sebaliknya tiap atasan hanya mempunyai satu garis perintah kepada bawahannya.

Ada 2 kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi sistem garis ini :

1. Sebagai garis atau lini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada perusahaan unit operasional

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas untuk sehari-hari diwakili oleh dewan komisaris.



4.6.3. Deskripsi Tugas

4.6.3.1. Tugas Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang atau badan hukum lainnya yang menanamkan modal di perusahaan. Dalam pendirian perusahaan, para pemegang saham merupakan pemilik perusahaan. Kekuasaan pemilik perusahaan dinyatakan dalam RUPS. Dalam RUPS ditetapkan antara lain :

- Garis besar haluan perusahaan, yang meyangkut jenis bidang usaha, besar modal, kepengurusan, nama perusahaan dan lain-lain. Biasanya hal tersebut ditetapkan pada saat pendirian perusahaan yang tercantum pada akte pendirian
- Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Dewan Direksi
- Menetapkan besarnya gaji dan fasilitas Dewan Komisaris dan Dewan Direksi
- Mengesahkan Rancangan Anggaran Belanja (RAB) yang diajukan dan dilaksanakan oleh Dewan Direksi
- Menetapkan ruang lingkup atau batasan hak dan wewenang Dewan Komisaris atau Dewan Direksi
- Menerima atau menolak pertanggungjawaban Dewan Direksi dalam RUPS tahunan
- Menetapkan jumlah saham, baik yang akan ditambahkan maupun yang akan dijual kepada masyarakat umum



4.6.3.2. Tugas Pokok Organisasi Perusahaan

Tugas pokok organisasi perusahaan adalah melakukan pengawasan dalam lingkungan organisasi terhadap pelaksanaan tugas semua unsur agar dapat berjalan sesuai rencana peraturan yang telah berlaku, baik tugas yang bersifat rutin maupun tugas pembangunan.

4.6.3.3. Fungsi Organisasi

1. Pemeriksaan terhadap semua unsur di lingkungan organisasi yang dipandang perlu meliputi bidang umum, teknik dan produksi.
2. Mempersiapkan rencana, perumusan dan penyusunan kebijakan. Serta mengolah, menelaah dan mengkoordinasi.

4.5.3.4. Susunan Organisasi

1. Dewan Komisaris

Merupakan lembaga organisasi tertinggi. Terdiri dari wakil pemerintah, wakil pihak konsorium dan direktur utama.

Fungsi Dewan Komisaris adalah :

- a. Menetapkan kebijakan secara terpisah sesuai dengan kebijakan umum pemerintah
- b. Melakukan pengawasan terhadap direksi
- c. Membuat dan merubah peraturan, sesuai dengan peraturan pemerintah



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Direktur utama dalam dewan komisaris dimaksudkan untuk dapat memberikan informasi langsung sehingga semua persoalan dapat diselesaikan dengan cepat dan tepat.

2. Direktur Utama

Fungsi Direktur Utama :

- a. Melaksanakan kebijakan dewan komisaris
- b. Mengendalikan kebijakan umum dalam operasi dan perencanaan program perusahaan
- c. Memberikan laporan hal-hal yang berkaitan dalam kegiatan perusahaan pada dewan komisaris
- d. Mengambil inisiatif dan membuat kebijaksanaan, dalam hal ini aktivitas wewenang keluar seorang dirut lebih leluasa, misalnya membuat perjanjian dan kontrak kerjasama dengan pihak-pihak di luar organisasi
- e. Memberikan penilaian terhadap perusahaan, efisiensi prosedur dari sistem, apabila dianggap perlu dapat mengadakan modifikasi
- f. Mengadakan peraturan-peraturan baru yang ditugaskan oleh dewan komisaris atau seperti yang tercantum dalam peraturan yang berlaku

3. Direktur Teknik dan Produksi

Fungsi direktur teknik dan produksi :

- a. Merumuskan kebijaksanaan teknis mengenai operasi pabrik serta memberikan penilaian mengenai produk



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

- b. Melaksanakan pengawasan secara teknik mengenai operasi pabrik serta memberikan penilaian mengenai produk

Direktur Teknik dan Produksi membawahi :

1. Kepala bagian produksi

Kepala bagian produksi bertanggung jawab langsung membawahi :

- Seksi Proses
- Seksi Laboratorium

2. Kepala bagian teknik

Kepala bagian utilitas bertanggung jawab membawahi :

- Seksi Pemeliharaan
- Seksi Utilitas

4. Direktur Umum

Fungsi Direktur Umum :

- a. Memelihara dalam bidang administrasi, umum dan keuangan.
Hasil-hasil pelaksanaan tugas dan operasional
- b. Menguji serta menilai hasil laporan berkala tiap unsur yang dibawah sesuai petunjuk dari dirut
- c. Mengusut mengenai kebenaran laporan mengenai hambatan, penyimpangan atau penyalahgunaan di bidang administrasi umum dan keuangan

Direktur Umum membawahi :

1. Kepala bagian administrasi dan keuangan

- Seksi Administrasi



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

- Seksi Personalia dan kepegawaian

- Seksi Keuangan

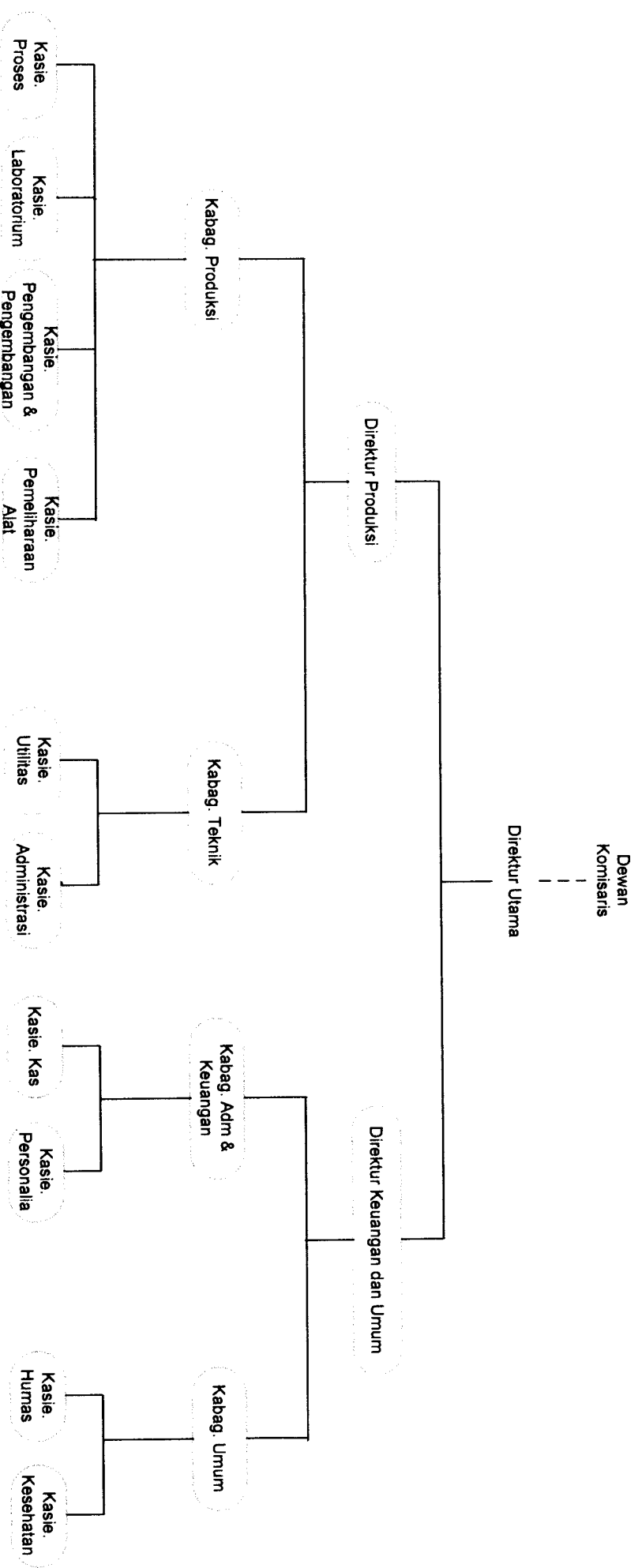
2. Kepala Bagian Umum

- Seksi Humas dan pemasaran

- Seksi Keselamatan dan kesehatan kerja

- Seksi Keamanan

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN





4.6.3.5. Klasifikasi Pegawai

Jenjang kepegawaian terutama berdasarkan latar belakang pendidikan formal. Untuk beberapa jabatan penting masih ditambah persyaratan lain, diantaranya adalah pengalaman kerja, kepribadian, pendidikan khusus serta beberapa persyaratan lainnya.

4.6.4. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.6.4.1 Penggolongan Jabatan

Tabel 4.5 Jabatan dan Prasyarat

No	JABATAN	KLASIFIKASI
1	Direktur	S1 – T. Kimia
2	Kepala Bidang Produksi	S1 – T. Kimia
3	Kepala Bidang Keuangan dan umum	S1 – Ekonomi
	Kepala Bagian Produksi	S1 – T. Kimia
	Kepala Bagian Teknik	S1 – T. Kimia
	Kepala Bagian Administrasi	S1 – Ekonomi
	Kepala Bagian Umum	S1- Sospol
	Kepala Seksi	Sarjana Muda
	Operator	STM / SLTA / SMU
	Sekretaris	Akademi Sekretaris
	Dokter	Sarjana Kedokteran
	Perawat	Akademi Perawat
	Lain-lain	SMP, SMU, Sederajat



4.6.4.2. Penggolongan Jumlah Karyawan dan Gaji

Tabel 4.6 Penggolongan Gaji menurut Jabatan

No	JABATAN	JUMLAH	GAJI/BULAN
1	Direktur	1	30.000.000,00
2	Staf Ahli	3	15.000.000,00
3	Kepala Bidang Produksi	6	6.000.000,00
4	Kepala Bidang Keuangan dan umum	6	6.000.000,00
5	Dokter	1	2.000.000,00
6	Sekretaris	4	1.500.000,00
7	Karyawan non proses	18	1.250.000,00
8	Perawat	2	1.000.000,00
9	Satpam	10	700.000,00
10	Sopir	4	500.000,00
11	Cleaning service & Pesuruh	10	400.000,00
	TOTAL		192.500.000,00

Gaji diberikan setiap akhir bulan berupa gaji tetap dengan tunjangan-tunjangan yang ada. Besarnya gaji tetap ditentukan oleh golongan dan jabatan, juga berdasarkan tanggung jawab pekerjaan masing-masing.

Adapun susunan gaji adalah :

1. Gaji tetap
2. Tunjangan hari tua
3. Tunjangan transportasi



4. Tunjangan makan siang
5. Tunjangan hari raya
6. Asuransi tenaga kerja

4.6.5. Jam Kerja Karyawan

Pabrik Cumene ini direncanakan beroperasi selama 24 jam sehari secara kontinue. Jumlah hari kerja selama setahun adalah 330 hari. Hari-hari yang lainnya digunakan untuk perawatan dan perbaikan. Dalam kerjanya, karyawan dibedakan menjadi 2 yaitu Karyawan staff dan karyawan shift.

a. Karyawan Staff

Karyawan staff berlaku 6 hari kerja dalam seminggu dan libur pada hari minggu dan hari-hari libur nasional. Jadi total kerjanya 40 jam seminggu, dengan aturan sebagai berikut :

Jam kerja : 08.00 – 16.00 WIB

Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB

Hari Sabtu : 08.00 – 12.00 WIB

b. Karyawan Shift

Bagi karyawan shift, setiap 3 hari kerja mendapat libur 1 hari dan masuk shift secara bergantian waktunya. Kelompok kerja shift ini dibagi menjadi 3 shift sehari, masing-masing shift bekerja selama 8 jam.

Shift I : 07.00 – 15.00 WIB

Shift II : 15.00 – 23.00 WIB

Shift III : 23.00 – 07.00 WIB



4.6.6. Kesejahteraan sosial

Selain menerima gaji setiap bulan, para karyawan juga mendapatkan tunjangan serta fasilitas yang berupa :

1. Tunjangan

- a. Tunjangan jabatan yang diberikan kepada karyawan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan
- b. Tunjangan Lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun
- b. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan surat keterangan dokter

3. Jaminan Kesehatan

Perusahaan mendirikan poliklinik untuk menjaga kesehatan karyawan serta menanggulangi keadaan darurat jika terjadi kecelakaan, yaitu dengan menyediakan tenaga paramedic sesuai shiftnya. Selain itu untuk kepentingan karyawan dan keluarganya perusahaan menyediakan dokter perusahaan.

4. Jaminan Keselamatan Kerja

Perusahaan menyediakan fasilitas keselamatan kerja untuk karyawan berupa perlengkapan-perengkapan, seperti :

- Helm/topi pengaman



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

- Kaca mata pelindung
- Sarung tangan khusus
- Sepatu khusus di lapangan

5. Jaminan Asuransi

Perusahaan mengikutsertakan seluruh karyawan dalam program Jaminan Sosial Tenaga Kerja (JAMSOSTEK) sesuai dengan ketentuan yang dibuat oleh pemerintah.

6. Fasilitas-fasilitas yang lain

Fasilitas-fasilitas lainnya adalah sarana ibadah, sarana rekreasi, perumahan bagi karyawan serta adanya srikat buruh yang akan melindungi hak-hak karyawan dalam perusahaan.

4.7 Evaluasi Ekonomi

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik ethyl ether ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan metode:

1. *Return Of Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow rate Of Return*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas:
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Production Cost*) yang terdiri atas:
 - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
3. Total Pendapatan.

4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan

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

Harga indeks tahun 2010 diperkirakan secara garis dengan menggunakan data indeks dari tahun 1954 sampai 2002 :

CEP Indeks 1987 = 324 (www.che.com & Peter Timmerhaus,1990)

CEP Indeks 1988 = 343

CEP Indeks 1989 = 355

CEP Indeks 1990 = 357,6

CEP Indeks 1991 = 361,3



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

CEP Indeks 1992 = 358,2

CEP Indeks 1993 = 359,2

CEP Indeks 1994 = 368,1

CEP Indeks 1995 = 381,1

CEP Indeks 1996 = 381,7

CEP Indeks 1997 = 386,5

CEP Indeks 1998 = 389,5

CEP Indeks 1999 = 390,6

CEP Indeks 2000 = 394,1

CEP Indeks 2001 = 394,3

CEP Indeks 2002 = 394,4

Harga pada tahun 2010 dapat dicari sebagai berikut:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

E_x = harga alat pada tahun X

E_y = harga alat pada tahun Y

N_x = nilai indeks tahun X

N_y = nilai indeks tahun Y

Untuk jenis alat yang sama tapi kapasitas berbeda, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut:

$$E_b = E_a \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^x$$



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Dimana:

E_a = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

E_b = Harga alat dengan kapasitas dicari.

C_a = Kapasitas alat A.

C_b = Kapasitas alat B.

x = Eksponen.

Indeks harga alat pada tahun 2010 dengan ekstrapolasi diperoleh sebesar 441

4.7.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi	= 250.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan	= 2010
Harga propylene	= Rp 3.600/kg
Harga benzene	= Rp 2.300/kg
Harga cumene	= Rp 5.200/kg
Harga H_3PO_4	= Rp 6100/kg

4.7.3 Perhitungan Biaya

1. Capital Investment

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya.

Capital investment meliputi:



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

- a. *Fixed Capital Investment* adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya.
- b. *Working Capital* adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. Manufacturing Cost

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah direct, indirect dan fixed manufacturing cost yang berkaitan dengan produk.

- a. *Direct Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.
- b. *Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.
- c. *Fixed Cost* adalah biaya-biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

3. General Expense

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk manufacturing cost.



4.7.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan.

Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah :

1. Percent Return of Investment (ROI)

Return of Investment adalah biaya *fixed capital* yang kembali pertahun atau tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{FCI} \times 100\%$$

FCI = Fixed Capital Investment

2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan sebuah penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

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

3. Break Even Point (BEP)

Break even point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

sales value sama dengan total cost. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dengan:

Fa = Annual Fixed Manufacturing Cost pada produksi minimum

Ra = Annual Regulated Expense pada produksi minimum

Va = Annual Variabel Value pada produksi minimum

Sa = Annual Sales Value pada produksi minimum

4. Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar fixed cost.

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

5. Discounted Cash Flow of Return (DCFR)

Evaluasi keuntungan dengan cara *discounted cash flow* menggunakan nilai uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*present value*).

Dihitung dengan persamaan :

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

Dengan :



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

FC = *Fixed Capital*

WC = *Working Capital*

SV = *Salvage Value (nilai tanah)*

CF = *Annual Cash Flow (profit after taxes + depresiasi + finance)*

i = *Discounted cash flow*

n = *Umur pabrik (tahun)*

4.7.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik Ethyl Ether memerlukan rencana PPC, FC, MC, General Expense. Hasil rancangan masing-masing, disajikan dalam bentuk tabel.



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tabel 4.7. Physical Plant Cost (PPC)

No	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Alat sampai ditempat	1,857,639.93	-
2	Instalasi	2,249,856.12	22,498,561,214.76
3	Pemipaan	4,174,303.35	41,743,033,473.18
4	Instrumentasi	686,454.10	6,864,540,971.84
5	Isolasi	407,086.27	4,070,862,683.19
6	Listrik	580,498.95	5,804,989,491.78
7	Bangunan	-	650,000.00
8	Tanah dan Perbaikan	-	8,489,000,000.00
9	Utilitas	1,548,033.27	1,000,000.00
Total		11,503,871.99	89,472,637,834.75

Tabel 4.8 Direct Plant Cost (DPC)

No	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	PPC	10,554,248.80	43,456,945,949.81
2	Engineering dan Construction	2,110,849.76	8,691,389,189.96
Total		12,665,098.56	52,148,335,139.77



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tabel 4.9 Fixed Capital Investment (FCI)

No	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	DPC	12,665,098.56	52,148,335,139.77
2	Constactor's fee	633,254.93	2,607,416,756.99
3	Contingency	1,899,764.78	7,822,250,270.97
Total		15,198,118.27	62,578,002,167.73

Tabel 4.10 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	Jenis Biaya	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Raw Material	-	162,153,482,544.
2	Labour Cost	-	7,296,000,000.00
3	Supervisor/pengawas	-	729,600,000.00
4	Maintenance/pemeliharaan	-	34,329,469,584.30
5	Plant supplies	-	5,149,420,437.64
6	Royalties and patents	-	28,880,070,546.74
7	Utilitas	-	114,283,706,903.88
Total			352,821,750,016.56



**"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"**

Tabel 4.11. Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Jenis biaya	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Payroll overhead	-	1,824,000,000.00
2	Laboratory	-	729,600,000.00
3	Plant overhead	-	3,648,000,000.00
4	Packaging and shipping	-	433,201,058,201.06
Total			439,402,658,201.06

Tabel 4.12. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Jenis biaya	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Depresiasi	-	21,455,918,490.19
2	Property taxes	-	4,291,183,698.04
3	Asuransi	-	2,145,591,849.02
Total			27,892,694,037.25

Tabel 4.13. Total Manufacturing Cost (MC)

No	Komponen	Rp
1	Direct Manufacturing Cost (DMC)	352,821,750,016.56
2	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	439,402,658,201.06
3	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	27,892,694,037.25
Total MC		820,117,102,254.87



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tabel 4.14. Working capital (WC)

No	Komponen	Rp
1	Raw material inventory	162,153,482,544.42
2	In process inventory	3,699,472,617.73
3	Product inventory	25,433,874,246.87
4	Extended credit	240,667,254,556.14
5	Available cash	203,470,993,974.95
Total		635,425,077,940.11

Tabel 4.15. General expense

No	Komponen	Rp
1	Administrasi	57,760,141,093.47
2	Sales	86,640,211,640.21
3	Research	115,520,282,186.95
4	Finance	148,540,934,07.82
Total		274,774,728,328.45

Tabel 4.16. Total biaya produksi

No	Komponen	Rp
1	Manufacturing Cost	2,441,651,927,699.43
2	General Expense	274,774,728,328.46
Total		2,716,426,656,027.89



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene
dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tabel 4.17. Fixed cost (Fa)

No	Fixed Capital (Fa)	Rp
1	Depreciation	21,455,918,490.19
2	Property taxes	4,291,183,698.04
3	Insurance	2,145,591,849.02
Total		27,892,694,037.24

Tabel 4.18. Variable cost (Va)

No	Komponen	Rp
1	Biaya bahan baku	1,783,688,307,988.57
2	Utilitas	114,283,706,903.88
3	Royalties and Patents	28,880,070,546.74
Total		1,926,852,085,439.19



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

Tabel 4.19. Regulated cost (Ra)

No	Komponen	Rp
1	Labor	7,296,000,000.00
2	Payroll Overhead	1,824,000,000.00
3	Plant Overhead	3,648,000,000.00
4	Supervisi	729,600,000.00
5	Laboratorium	729,600,000.00
6	General Expense	274,774,728,328.46
7	Maintenance	34,329,469,584.30
8	Plant supplies	5,149,420,437.64
Total		328,480,818,350.40

Keuntungan

Harga Jual = Rp 2,888,007,054,673.72

Total Cost = Rp 2,716,426,656,027.89

Keuntungan sebelum pajak = Rp 171,580,398,645.84

Keuntungan setelah pajak = Rp 85,790,199,322.92

Analisa Kelayakan Ekonomi

4.7.6 Percent Return on Investment (ROI)

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

ROI sebelum pajak = 79,9 % (Pabrik resiko tinggi 44%, Aris N Tab.24)

ROI sesudah pajak = 39,95 %



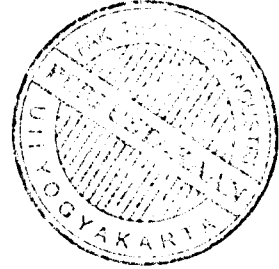
4.7.7 Pay Out Time (POT)

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

POT sebelum pajak = 1,11 tahun (Pabrik resiko tinggi < 2 thn, Aris N

Tab.55)

POT sesudah pajak = 2 tahun



4.7.8 Break Even Point (BEP)

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

BEP =

$$\frac{(27.892.694.037,24 + (0,3 \times 328.480.818.350,4))}{(2.88.007.054.673,72 - 1.926.852.085.439,19 - (0,7 \times 328.480.818.350,4))} \times 100\%$$

= 42,07 % (kisaran antar 40%-60%)

4.7.9 Shut Down Point (SDP)

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

SDP =

$$\frac{(0,3 \times 328.480.818.350,4)}{(288.007.054.673,72 - 1.926.852.085.439,19 - (0,7 \times 328.480.818.350,4))} \times 100\%$$

= 32,75 %



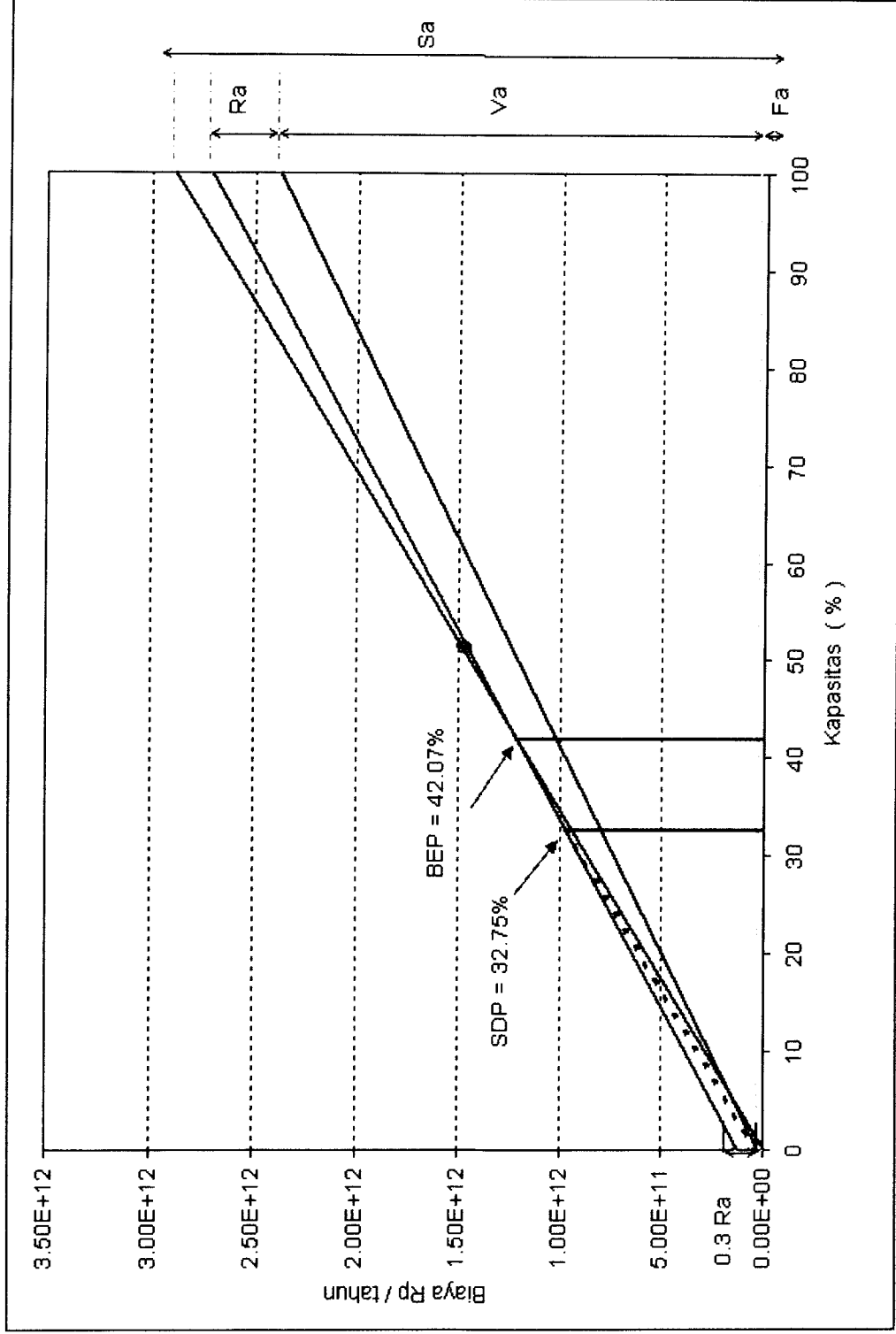
4.7.10 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Discounted cash flow dihitung dengan persamaan :

$$\frac{(WC+FCI)(1+i)^{10}}{R} = \frac{CF [(1+i)^9 + (1+i)^8 + \dots + (1+i) + 1] + (WC+SV)}{S}$$

Dengan cara trial dan error untuk mencari harga i , diperoleh DCFR (i) sebesar : 37 %. Harus lebih besar dari suku bunga saat ini yaitu 8 – 10 %

"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"





BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dalam pra perancangan pabrik cumene dari propylene dan benzene dengan kapasitas 250.000 ton/tahun dapat disimpulkan :

1. Pendirian pabrik Cumene dengan kapasitas 250.000 ton/tahun dilatar belakangi oleh :
 - a. Cenderung meningkatnya kebutuhan cumen setiap tahunnya di Indonesia
 - b. Pabrik cumen dikategorikan berisiko tinggi karena belum didirikan di Indonesia, menggunakan peralatan proses yang banyak, dan tekanan proses yang tinggi.
 - c. Selain itu pendirian pabrik cumene juga dapat memberikan lapangan kerja bagi Sumber Daya Manusia (SDM) yang makin tinggi tingkat penganggurannya.
2. Perancangan produk cumene dirancang berdasarkan variable utama, yaitu : spesifikasi bahan baku, spesifikasi produk serta dilakukan penyettingan yang tepat agar prosesnya lebih efektif dan efisien untuk mendapatkan kualitas produk cumene yang diinginkan.



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

3. Hasil analisa ekonomi adalah sebagai berikut :

- Keuntungan yang diperoleh :

Keuntungan sebelum pajak = Rp 171,536,190,622.49

Keuntungan setelah pajak = Rp 85,768,095,311.25

(Syarat keuntungan sebelum pajak sebanyak 50%)

- Return Of Investment (ROI)

ROI sebelum pajak = 79,80 %

ROI setelah pajak = 39,95 %

(Syarat ROI sebelum pajak, pabrik resiko tinggi 44%, Aris N, Tab.24)

- Pay Out Time (POT)

POT sebelum pajak = 1,11 tahun

POT setelah pajak = 2 tahun

(Syarat POT sebelum pajak, pabrik resiko tinggi <2 thn, Aris N, Tab 55)

- Break Even Point (BEP) pada 42,07 %

(Syarat BEP untuk pabrik kimia umumnya 40%-60%)

- Shut Down Point (SDP) pada 32,75 %.

- DCFRR adalah 37% lebih besar dari suku bunga saat ini 10% - 8%.

Karena nilai DCFRR dapat memberikan gambaran pada investor bahwa meraka lebih baik menginvestkan dana dipabrik cumene dengan nilai yang lebih tinggi , dari pada di bank .



"Pra Rancangan Pabrik Cumene dari Propylene dan Benzene dengan Kapasitas 250.000 Ton/Tahun"

- DCFRR merupakan suku bunga bank deposito.
4. Dari hasil analisa ekonomi dan syarat kelayakan diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik cumene dari propylene dan benzene layak didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", McGraw-Hill Book Company, New York.
- Biro Pusat Statistik, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia, Impor Menurut Jenis Barang dan Negara Asaf*", Jakarta.
- Brown, G.G., 1950, "*Unit Operation*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979, "*Process Equipment Design*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, "*Chemical Engineering*", Vol. 6, Pergamon Press, Oxford.
- Evans, F.L., 1979, "*Equipment Design Handbook*", Vol. 1, 2nd ed., Gulf Publishing Co., Houston.
- Faith, W.L., Keyes, D.B., and Clark, R.L., 1957, "*Industrial Chemistry*", John Wiley and Sons, London.
- Hougen, O., and Watson, 1959, "*Chemical Proses Principles, Kinetic and Catalysis*", John Wiley and Sons, Inc., London.
- Kern, D.Q., 1950, "*Process Heat Transfer*", McGraw-Hill International Book Company, Inc., New York.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1952, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 3rd ed., Vol. 4, The Inter Science Encyclopedia, Inc., New York.
- Ludwig, E.E., 1965, "*Applied Process Design and Petrochemical Plants*", Vol. 1 – 3, Gulf Publishing Co., Houston.

- Mc. Ketta, John, 1983, "*Encyclopedia of Chemical Process and Design*",
"Cumene", Marshall Dekker Inc., New York.
- Perry, R.H. and Green, D.W., 1984, "*Perry's Chemical Engineers' Handbook*",
6th ed., McGraw-Hill Book Company, New York.
- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 1980, "*Plant Design and Economic for
Chemical Engineers*", 3rd ed., McGraw-Hill, Auckland.
- Powell, S.T., 1954, "*Water Conditioning for Industry*", McGraw-Hill Book
Company, Tokyo.
- Rase, H.F. and Barrow, M.H., 1957, "*Project Engineering of Process Plants*",
John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Smith, J.M. and Van Ness, H.C., 1975, "*Introduction to Chemical Engineering
Thermodynamic*", 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, Kogakusha,
Tokyo.
- Treybal, R.E., 1981, "*Mass Transfer Operation*", 3rd ed., McGraw-Hill Book
Company, Singapore.
- Turton, R., Bailie C.R., Wallace, W.B., and Shaeiwitz, J.A., 1955, "*Analysis,
Synthesis, and Design of Chemical Processes* ", Project 5, Problem at
the Cumene Production Facility, Unit 800.
- Ulrich, G.D., 1984, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and
Economics*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Yaws, C.L., 1952, "*Thermodynamics and Physical Property Data*", Gulf
Publishing Co., Houston, Texas.

MENARA DISTILASI-01

Fungsi : Memisahkan benzene dari cumene dan DiPB.

- Tujuan :
1. Menentukan kondisi operasi
 2. Menentukan tipe bahan konstruksi kolom.
 3. Menghitung jumlah plate.
 4. Menentukan dimensi kolom.

Persamaan Antoine

komponen	BM	Ln Po = (A- ((B)/(T+C)))			Tb (°C)
		A	B	C	
C3H6	42.08	15.7027	1807.5300	-26.1500	-47.56
C3H8	44.1	15.7260	1872.4600	-25.1600	-41.89
C6H6	78.11	15.9008	2788.5200	-52.3600	80.24
C7H8	92.14	16.0137	3096.5300	-53.6700	110.78
C9H12	120.19	15.9722	3363.6000	-63.3700	152.56
C12H18	162.28	16.0947	3850.2200	-75.4100	210.65

(Yaws, Carl L, 1999)

Umpan masuk menara (F)

komponen	kg/jam	kmol/jam	fraksi mol
C6H6	18803.84	240.74	0.44
C7H8	47	0.51	0.00
C9H12	35037.91	291.52	0.54
C12H18	1525.4	9.40	0.02
Σ	55414.15	542.17	1

Hasil atas menara (D)

komponen	kg/jam	kmol/jam	fraksi mol
C6H6	18709.82	239.53	1.00
C7H8	23.35	0.25	0.00
C9H12	0	0	0
C12H18	0	0	0
Σ	18733.17	239.78512	1

Hasil bawah menara (B)

komponen	kg/jam	kmol/jam	fraksi mol
C6H6	94.02	1.20	0.00
C7H8	23.65	0.26	0.00
C9H12	35037.91	291.52	0.96
C12H18	1525.40	9.40	0.03
Σ	36680.98	302.38	1.00

1. Kondisi Operasi Atas

Persamaan Antoine $\ln P_o = (A - (B)/(T+C))$

Kondisi operasi atas menara terjadi pada keadaan Dew Point (titik embun) $\sum X_i = \sum (y_i/k_i) = 1$

Kondisi operasi : $P = 1.0 \text{ atm} = 760.0000 \text{ mmHg}$
 $T = 80.0000 \text{ }^\circ\text{C} = 353.1500 \text{ K}$

komponen	Kmol/jam	fraksi mol, x_i	P_o	$k_i = P_o/P_t$	$y_i = x_i \cdot k_i$	$\alpha = k_i/k_{hk}$
C6H6	239.53	1.00	757.59	1.00	1.00	2.60
C7H8	0.25	0.00	291.20	0.38	0.00	1.00
C9H12	0.00	0.00	78.63	0.10	0.00	0.27
C12H18	0.00	0.00	9.32	0.01	0.00	0.03
Σ	239.79	1.00	1136.74	1.50	1.00	3.90

2. Kondisi Operasi Bawah

Kondisi operasi bawah menara terjadi pada keadaan Bubble point (titik didih), $\sum y_i = \sum (k_i \cdot x_i) = 1$
 maka $\sum y_i = \sum x_i \cdot k_i$

Kondisi operasi : $P = 1.2 \text{ atm} = 912.0000 \text{ mmHg}$
 $T = 156.00 \text{ }^\circ\text{C} = 429.1500 \text{ K}$

komponen	Kmol/jam	fraksi mol, x_i	P_o	$k_i = P_o/P_t$	$y_i = x_i \cdot k_i$	$\alpha = k_i/k_{hk}$
C6H6	1.2037	0.0040	4,915.13	5.3894	0.0215	2.0818
C7H8	0.2567	0.0008	2,361.00	2.5888	0.0022	1.0000
C9H12	291.5210	0.9641	877.00	0.9616	0.9271	0.3715
C12H18	9.3998	0.0311	183.16	0.2008	0.0062	0.0776
Σ	302.3812	1.0000	8,336.30	9.1407	1.0	3.5308

3. Kondisi Operasi Umpan

Kondisi operasi umpan menara terjadi pada keadaan Bubble Point (titik didih), $\sum y_i = \sum (k_i \cdot x_i) = 1$
 maka $\sum y_i = \sum x_i \cdot k_i$

Kondisi operasi : $P = 1.1 \text{ atm} = 836 \text{ mmHg}$
 $T = 107.0000 \text{ }^\circ\text{C} = 380.1500 \text{ K}$

komponen	fraksi mol, x_i	P_o	$k_i = P_o/P_t$	$y_i = x_i \cdot k_i$	$\alpha = k_i/k_{hk}$
C6H6	0.44	1625.82	1.94	0.86	2.37
C7H8	0.00	684.79	0.82	0.00	1.00
C9H12	0.54	211.47	0.25	0.14	0.31
C12H18	0.02	31.83	0.04	0.00	0.05
Total	1.00	2553.91	3.05	1.00	3.73

LK : Light Komponen Benzena
 HK : Heavy Komponen Toluena

$$\begin{aligned}\alpha_{lk} &= (\alpha_{Bzn,D} \cdot \alpha_{Bzn,B})^{0,5} & \alpha_{hk} &= (\alpha_{Tln,D} \cdot \alpha_{Tln,B})^{0,5} \\ &= 2.3272 & &= 1.0000\end{aligned}$$

A. Menentukan Jumlah Plate dan Feed Plate

1. Perhitungan Reflux Minimum (Rmin)

Dari persamaan Underwood 9.165 :

umpan masuk menara pada keadaan bubble point (titik didih) sehingga $q=1$ (cair jenuh)

$$(1-q) = \sum((\alpha_i \cdot X_{if})/(\alpha_j - \theta))$$

komponen	α atas	α bawah	α rata-rata
C6H6	2.6016	2.0818	2.3417
C7H8	1.0000	1.0000	1.0000
C9H12	0.2700	0.3715	0.3207
C12H18	0.0320	0.0776	0.0548

dengan cara trial dan error didapat nilai θ :

θ	hasil
0.60800	0.000

dari metode trial dan error didapat n 0.6080

$$\begin{aligned}R_{min} + 1 &= \sum((\alpha_{id} \cdot X_{id})/(\alpha_j - \theta)) \\ &= 1.3063 \\ R_{min} &= 0.3063 \\ R &= 1.25 R_{min} \\ &= 0.3829\end{aligned}$$

2. Jumlah Plate Minimum

$$\begin{aligned}(\alpha_{lk} \cdot \alpha_{hk})_{avg} &= (\alpha_{lk} \cdot \alpha_{hk})^{0,5} \\ &= 1.5255\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_{min} &= \frac{\log\left(\frac{X_{lk}}{X_{hk}}\right)_d \cdot \left(\frac{X_{hk}}{X_{lk}}\right)_b}{\log \alpha_{avg}} \\ &= 12.5635\end{aligned}$$

3. Penentuan jumlah plate

Persamaan yang cukup akurat menjabarkan korelasi Gilliland ini adalah persamaan Molokanov. (Walus, S.M., P.397)

$$Y = \frac{N - N_m}{N + 1} = 1 - \exp\left[\left(\frac{1 + 54.4X}{11 + 117.7X}\right)\left(\frac{X - 1}{X^{0.5}}\right)\right]$$

Dengan : $X = (R - R_m) / (R + 0.0554)$
Diperoleh : $Y = 0.6013$

Maka jumlah plate :

33.0165

$$N = (N_m + Y) / (1 - Y) =$$

komponen	μ	X	$\mu * X$
C6H6	0.0008	0.4440	0.0004
C7H8	0.0006	0.0009	0.0000
C9H12	0.2212	0.5377	0.118939
C12H18	0.0003	0.0173	0.0000
Total		1.0000	0.1193

Efficiency plate, E_o

$$\mu_{camp} = 0.1193 \text{ cp}$$

$$E_o = 51 - 32.5 \log(\mu_{camp} \cdot \alpha_{avg}) \quad (\text{Coulson \& Richardson, P.442})$$

$$= 75.0481 \% \quad 0.7505$$

Jumlah Plate Aktual (perancangan)

$$N_{actual} = N / E_o$$

$$= 43.9938 \approx 43 \text{ plate}$$

$$= 42 \text{ plate}$$

Jumlah plate tanpa reboiler

4. Letak Feed Plate

$$\log \frac{N_r}{N_s} = 0.206 \log \left[\left(\frac{B}{D} \right) \left(\frac{X_f, H_k}{X_f, L_k} \right) \left(\frac{X_b, L_k}{X_d, H_k} \right)^2 \right]$$

dimana :

N_r : Jumlah plate umpan dihitung dari atas (top)

N_s : Jumlah plate umpan dihitung dari bawah (bottom)

$$N_r / N_s = 0.9433$$

$$N_r + N_s = N_{act} - 1$$

$$N_s = 21.0983$$

Jadi feed terletak antara plate 21 dengan 22

B. Menentukan Dimensi Menara

Tray spacing (T_s) : 0.3 - 0.6 m

(Coulson & Richardson, P.448)

Diambil tray spacing (T) 0.35 m

1. Menentukan Diameter

dicari berdasarkan kec uap max (pers 11.79 & 11.80 coulson)

$$U_v = (0.1711 s^{-2} + 0.271 s - 0.047) \left[\frac{(\rho_L - \rho_v)}{\rho_v} \right]^{0.5}$$

$$D_c = \sqrt{\frac{4 V_w}{\pi \cdot \rho_v \cdot U_v}}$$

- U_v = kecepatan uap masuk yang diijinkan berdasarkan luas tampang total menara, m/s
 V_w = kecepatan uap/cairan maksimum, m/s
 l_s = plate spacing, m
 D_c = Diameter kolom, m

Enriching section

densitas cairan (ρ_L)

Komponen	xi	$\rho(\text{kg/m}^3)$	xi . ρ
C6H6	0.9989	796.0	795.1587
C7H8	0.0011	769.0	0.812723
C9H12	0	794.6	0
C12H18	0	823.9	0
Σ	1.0000		795.9715

densitas cairan (ρ_L) = 795.9715 kg/m³
 BM_{camp} = 78.1248 kg/kmol
 densitas uap (ρ_v) $\frac{BM_{camp} \cdot P}{R \cdot T}$ = 0.0027 kg/lit 2.6960 kg/m³
 Kecepatan cair (v) = $R \cdot B$ 91.8039 kmol/jam
 Kecepatan uap (L) = $v + B$ 331.5890 kmol/jam

U_v = 0.4555 m/s
 V_w = 25905.34 kg/jam 7.1959 kg/s
 D_c = 2.7322 m 8.9641 ft

Stripping section

densitas cairan (ρ_L)

Komponen	xi	$\rho(\text{kg/m}^3)$	xi . ρ
C6H6	0.0040	796.0	3.1686
C7H8	0.0008	769.0	0.6528
C9H12	0.9641	794.6	766.0616
C12H18	0.0311	823.9	25.6117
Σ	1.0000		795.4947

densitas cairan (ρ_L) = 795.4947 kg/m³
 BM_{camp} = 121.3071 kg/kmol
 densitas uap (ρ_v) $\frac{BM_{camp} \cdot P}{R \cdot T}$ = 0.0041 kg/lit 4.1338 kg/m³
 Kecepatan uap (v) = F = 115.7694 kmol/jam
 Kecepatan cair (L) = v = 418.1506 kmol/jam

$$\begin{aligned}
 U_v &= 0.3674 \text{ m/s} \\
 V_w &= 50724.63 \text{ kg/jam} & 14.0902 \text{ kg/s} \\
 D_c &= 3.4379 \text{ m} & 11.2791 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

2. Perancangan plate

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter coloum} &= \\
 \text{Luas penempang colour} &= \\
 \text{Luas Downcomer (} A_d \text{)} &= \\
 \text{Luas net area (} A_n \text{) = } A_c &= \\
 \text{Luas aktif area } A_a = A_c &= \\
 \text{Luas hole area } A_h = 0. &=
 \end{aligned}$$

seksi enriching	seksi stripping
2.7322 m	3.4379 m
5.8602 m ²	9.2779 m ²
0.7032 m ²	1.1133 m ²
5.1569 m ²	8.1646 m ²
4.4537 m ²	7.0512 m ²
0.4454 m ²	0.7051 m ²

a. Panjang weir

Panjang weir (tw) merupakan fungsi A_d/A_c yang telah digrafikan (fig 11.31, coulson) untuk : $A_d = 0.12ac$, didapat 0.76

seksi enriching

$$tw = 2.0765 \text{ m}$$

seksi stripping

$$tw = 2.6128 \text{ m}$$

dalam perancangan dipilih

$$\begin{aligned}
 \text{ke weir height (hw)} &= 50 \text{ mm} = 0.05 \text{ m} \\
 \text{le diameter (Dh)} &= 5 \text{ mm} = 0.005 \text{ m} \\
 \text{plate thickness / tebal plate} &= 5 \text{ mm} = 0.005 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b. Check weeping

seksi Enriching

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan uap (v)} &= (F &= 25,905.34 \text{ kg/jam} & 7.1959 \text{ kg/s} \\
 \text{Kecepatan cair (L)} &= R &= 7,172.17 \text{ kg/jam} & 1.9923 \text{ kg/s} \\
 \text{max } L_w &= &= 1.9923 \text{ kg/s}
 \end{aligned}$$

turn down rate diambil 0.8

how = wet crest, mm cairan

$$\text{max how} = 750 \left[\frac{L_w}{\rho \cdot tw} \right]^{2/3} = 8.4945 \text{ mm liquid}$$

$$\text{min } L_w = 6.7956 \text{ mm liquid}$$

$$\text{min how} = 750 \left[\frac{L_w}{\rho \cdot tw} \right]^{2/3} = 16.5151 \text{ mm liquid}$$

$$\text{min how} + hw = 66.5151 \text{ mm}$$

dari Fig 11.30 diperoleh 30.4

dari persamaan 11.84 coulson, kecepatan uap min design :

$$U_{hmin} = \frac{[K_2 - 0.9(254 - dh)]}{(\rho v)^{0.5}}$$

$$U_{hmin} = 4.5948 \text{ m/s}$$

kecepatan fase uap

$$\begin{aligned} Q_v &= (V \cdot \text{BM vapour}) / \rho_v \\ &= 9608.81 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 2.6691 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

kecepatan uap minimum

$$\begin{aligned} V_h &= (0.8 Q_v) / A_h \\ &= 4.7944 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$V_h > U_{hmin}$ sehingga tidak terjadi weeping

seksi Stripping

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan uap (v)} &= F &= 14,043.65 \text{ kg/jam} & 3.9010 \text{ kg/s} \\ \text{Kecepatan cair (L)} &= \text{v} &= 50,724.63 \text{ kg/jam} & 14.0902 \text{ kg/s} \\ \text{max Lw} & &= 14.0902 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

turn down rate diambil 0.7

how = wet crest, mm cairan

$$\text{max how} = 750 \left[\frac{L_w}{\rho \cdot t_w} \right]^{2/3} = 26.8645 \text{ mm liquid}$$

$$\text{min Lw} = 18.8051 \text{ mm liquid}$$

$$\text{min how} = 750 \left[\frac{L_w}{\rho \cdot t_w} \right]^{2/3} = 32.5650 \text{ mm liquid}$$

$$\text{min how} + \text{hw} = 82.5650 \text{ mm}$$

dari Fig 11.30 diperoleh 30.6

dari persamaan 11.84 coulson, kecepatan uap min design :

$$U_{hmin} = \frac{[K_2 - 0.9(254 - d_h)]}{(\rho_v)^{0.5}}$$

$$U_{h \text{ min}} = 3.8091 \text{ m/s}$$

kecepatan fase uap

$$\begin{aligned} Q_v &= (V \cdot \text{BM vapour}) / \rho_v \\ &= 3397.28 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0.9437 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

c. Plate Pressure Drop

$$\text{Dry platedrop(hd)} = 51 \cdot \left[\frac{U_h}{C_o} \right]^2 \cdot \frac{\rho_v}{\rho_L} \quad (\text{coulson \& Richardson p 468 pers 11.88})$$

U_h = kec uap melalui hole, m/s

C_o = koef discharge sieve plate

C_o mrpk fungsi tebal plate, d hole dan perbandingan area hole dan active area (coulson p468)

Seksi Enriching

kecepatan uap max melalui hole

kecepatan uap max melalui hole

$$U_{h \max} = Q_v / A_h \\ = 2.1189 \text{ m/s}$$

$$A_h / A_p \approx h / A_a = 0.1 \\ \text{tebal plate} / d_h = 1$$

dari fig 11.34, p 467, coulson, diper 0.84

$$h_d = 1.0991 \text{ mm liquid}$$

$$\text{Residu Head (hr)} = \frac{12.5 \cdot 10^3}{\rho_L} \quad (\text{coulson \& Richardson p 468 pers 11.89})$$

$$h_r = 15.7041 \text{ mm liquid}$$

$$\begin{aligned} \text{Total plate drop (ht)} &= h_d + (h_w + h_{ow}) + h_r \\ &= 75.2977 \text{ mm liquid} \end{aligned}$$

seksi Stripping

kecepatan uap max melalui hole

$$U_{h \max} = Q_v / A_h \\ = 1.3383 \text{ m/s}$$

$$A_h / A_p = h / A_a = 0.1 \\ \text{tebal plate} / d_h = 1$$

dari fig 11.34, p 467, coulson, diper 0.84

$$h_d = 0.6728 \text{ mm liquid}$$

$$\text{Residu Head (hr)} = \frac{12.5 \cdot 10^3}{\rho_L} \quad (\text{coulson \& Richardson p 468 pers 11.89})$$

$$h_r = 15.7135 \text{ mm liquid}$$

$$\begin{aligned} \text{Total plate drop (ht)} &= h_d + (h_w + h_{ow}) + h_r \\ &= 93.2413 \text{ mm liquid} \end{aligned}$$

d. Total Pressure Drop

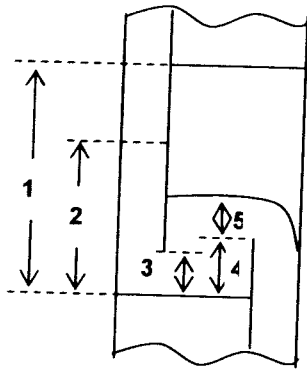
dipilih harga ht yang paling besar, yaitu dari seksi enriching

$$h_t = 75.2977 \text{ mm liquid}$$

$$\Delta P_t = 9.81 \cdot 10^{-3} \cdot h_t \cdot \rho_L$$

$$= 587.9608 \text{ Pa} \quad : \quad 0.0058 \text{ atm}$$

3. Downcomer liquid back-up



Keterangan :

1. t_s = tray spacing
2. h_b = downcomer back-up, diukur dr permukaan plate, m
3. h_{ap} = tinggi celah antara dinding downcomer dgn plate
4. h_w = tinggi weir
5. h_{ow} = ketinggian cairan diatas weir

lead loss in the downcomer

$$h_{ap} = h_w - (5-10 \text{ mm})$$

$$\text{diambil } h_{ap} = h_w - 10 \text{ mm}$$

$$= 40 \text{ mm}$$

(Coulson pers 11.93 p 469)

$$= 0.04 \text{ m}$$

luas di bawah downcomer (A_{ap})

$$h_{ap} \cdot T_w$$

Top

Bottom

$$A_{ap} = 0.0831 \text{ m}^2$$

$$0.1045 \text{ m}^2$$

$$A_d = 0.7032 \text{ m}^2$$

$$1.1133 \text{ m}^2$$

$$A_{ap} = A_m$$

$$h_{dc} = 166 \left[\frac{L_{wd}}{\rho L A_m} \right]^2$$

(Coulson p 468 pers 11.92)

dimana :

L_{wd} = kec alir cairan pd downcomer

h_{dc} = head loss pd downcomer

$$\text{Top } h_{dc} = 0.1509 \text{ mm}$$

$$h_b = (h_w + h_{ow} \text{ max}) + h_t + h_{dc}$$

$$= 133.9432 \text{ mm} \quad 0.1339 \text{ m}$$

utk menghindari flooding sebaiknya $h_b < 0.5 (t_s + t_w)$

$$0.5 (T_s + t) = 1.2133 \text{ m}$$

memenuhi

$$\text{bottom } h_{dc} = 4.7680 \text{ mm}$$

$$h_b = (h_w + h_{ow} \text{ max}) + h_t + h_{dc}$$

$$= 174.8738 \text{ mm} \quad 0.1749 \text{ m}$$

a. Chek resident Time

$$\text{Min resint time} = 3 \text{ detik}$$

$$tr = \frac{Ad \cdot hb \cdot \rho_L}{Lwd}$$

(Coulson pers 11.95 p 470)

$$\text{Top tr} = 37.6323 \text{ s}$$

$$\text{Bottom tr} = 10.9920 \text{ s}$$

b. Maximum vapour velocity

$$F_{LV} = \frac{Lw}{Vw} \cdot \sqrt{\frac{\rho_V}{\rho_L}}$$

(Coulson p 460 pers 11.82)

dimana :

Lw = kec aliran cairan kg/s

Vw = kec aliran uap kg/s

Flv = faktor aliran cairan uap

$$uf = k \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_V}{\rho_V}}$$

(Coulson p 454 pers 11.81)

dimana :

uf = kec floading uap m/s

k = konstanta yg mrpk fungsi Flv dan Lt

Seksi enriching

$$Flv = 0.0161$$

dari fig 11.27 coulson untuk tray spacing 0.35 m 0.06

karena maximal superficial velocity terjadi pada keadaan floading maka :

$$uf = 1.0292 \text{ m/s}$$

agar tidak terjadi floading superficial velocity 85%

$$uf = 0.8748 \text{ m/s}$$

Seksi stripping

$$Flv = 0.2604$$

dari fig 11.27 coulson untuk tray spacing 0.35 m 0.06

$$uf = 0.8302 \text{ m/s}$$

agar tidak terjadi floading superficial velocity 85%

$$uf = 0.7056 \text{ m/s}$$

c. Check entrainment

$$\% \text{ floding} = \left(\frac{Uv}{Uf} \right) 100\%$$

$$Uv = Qv / An$$

Seksi enriching

$$\begin{aligned}U_v &= 0.5176 \text{ m/s} \\ \% \text{ floding} &= 50.2888 \% \\ \text{dari fig 11.29 coulson} \\ \% \text{ floding} &= 50.2888 \text{ dan Flv} = 0.0161 \\ \psi &= 0.004 \\ \text{syarat} &: \psi < 0.1 \text{ - memenuhi}\end{aligned}$$

Seksi stripping

$$\begin{aligned}U_v &= 0.1156 \text{ m/s} \\ \% \text{ floding} &= 16.3800 \% \\ \text{dari fig 11.29 coulson} \\ \% \text{ floding} &= 16.3800 \text{ dan Flv} = 0.2604 \\ y &= 0.008 \text{ memenuhi}\end{aligned}$$

4. Menentukan Tebal Dinding Menara

a. Tebal Shell

Diameter menara

- Seksi enriching 2.7322 m = 107.5688 in
 - Seksi stripping 3.4379 m = 135.3495 in
- Tekanan Perancangan 1,1 P operasi = 17.7870 Psia

Bahan konstruksi = Carbon steel SA 283 grade C

- allowable stress (f) 12.650 psia (Brownell, P.251)
- factor friksi 0.125 in
- efisiensi sambungan 0.8

Tebal shell (ts)

$$ts = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0.6P} + c \quad (\text{Brownell, P.254})$$

Seksi enriching

$$ts = 0.2196 \text{ in}$$

dipakai tebal shell stand 1/4 in

$$OD = ID + 2t \quad 108.0688 \text{ in} = 2.7449 \text{ m}$$

Dari tabel 5.7, Brownell - Young, OD yang sesuai 108 in

$$ID \text{ koreksi} = OD - 2t \quad 107.5000 \text{ in} = 2.7305 \text{ m}$$

Seksi stripping

$$ts = 0.2441 \text{ in}$$

dipakai tebal shell stand 1/4 in

$$OD = ID + 2t \quad 135.8495 \text{ in} = 3.4506 \text{ m}$$

Dari tabel 5.7, Brownell - Young, OD yang sesuai 138 in

$$ID \text{ koreksi} = OD - 2t \quad 137.5000 \text{ in} = 3.4925 \text{ m}$$

b. Tebal Head*(Brownell, pers.13.12)*

Bentuk head = torispherical dished head

$$th = \frac{0.885 r_i}{f \cdot E \cdot 0.6} + c$$

$$th = 0.1250 \text{ in}$$

dipilih tebal standart (3/16 in

c. Menentukan Jarak Puncak dengan Straight Flange

Dari tabel 5.6, Brownell, straight flange (sf) antara (1,5-2,5)

dipilih straight flange (2 in

Dari tabel 5.7, Brownell - Young, diperoleh :

		Seksi enriching	Seksi stripping
ri	=	102 in	132 in
icr	=	7 in	8 in
icr / OI		0.0637	0.0634
a	=	53.7844 in	67.6747 in
AB	=	47 2/7 in	59 2/7 in
BC	=	95 1/2 in	123 5/8 in
AC	= $\sqrt{AB^2}$	82.9725 in	108.4743 in
b	=	19.0275 in	23.5257 in
Hh	= b + sf	21.0275 in	25.5257 in

5. Menentukan Tinggi Menara

$$\text{Volume head bottom} = 0.000049 \text{ II } 121.4970 \text{ in}^3 = 0.0020 \text{ m}^3$$

$$Q \text{ bottom} = L / \rho L = 0.0177 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\theta = 37.6323 \text{ s}$$

$$\text{Vol cairan} = Q / tr = 0.6666 \text{ m}^3$$

$$\text{tinggi cairan} = (\text{Vol cairan} - \text{Vol head}) / A_c$$

$$= 0.0716 \text{ m}$$

$$\text{Tray spacing (Ts)} = 0.4 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi kolom} = (N_{act} - 1) \cdot Ts = 14.7 \text{ m}$$

$$\text{Ruang kosong diatas plate pertama} = 10\% \cdot \text{tinggi kolom}$$

$$= 1.4700 \text{ m}$$

$$\text{Ruang kosong dibawah plate terakhir} = 15\% \text{ tinggi kolom}$$

$$= 2.2050 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi menara} = 18.3750 \text{ m}$$

$$Hh \text{ top} + Hh \text{ bottom} = 46.5532 \text{ in} = 1.1825 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi total menara} = 19.5575 \text{ m}$$

6. Nozzel

$$D_{opt} = 226 W_m^{0.5} \rho^{-0.3}$$

(R.K. Sinnott, Chem Eng Vol.6)

dimana :

D_{opt} = diameter optimum, mm

W_m = kec. umpan masuk/keluar, kg/s

ρ = densitas gas umpan, kg/m³

a. Pipa Pemasukan Umpan Menara Distilasi

Komponen	y_i	ρ (kg/m ³)	$y_i \cdot \rho$
C ₆ H ₆	0.4440	796.0	353.4439
C ₇ H ₈	0.0009	768.0	0.7226
C ₉ H ₁₂	0.537697	794.6	427.2538
C ₁₂ H ₁₈	0.017337	823.9	14.28436
Σ	1.0000		795.7046

$$\rho = 795.7046 \text{ kg/m}^3$$

$$W_m = 15.3928 \text{ kg/s}$$

$$D_{opt} = 85.6060 \text{ mm} \quad 3.3703 \text{ in}$$

$$\text{dipakai pipa dengan ukuran ID} = 4.026 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 4.500 \text{ in}$$

b. Pipa Pemasukan Refluks Menara Distilasi

$$\rho = 4.1338 \text{ kg/m}^3$$

$$W_m = 3.9010 \text{ kg/s}$$

$$D_{opt} = 271.6285 \text{ mm} \quad 10.6940 \text{ in}$$

$$\text{dipakai pipa dengan ukuran ID} = 10.020 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 10.750 \text{ in}$$

e. Pipa Pengeluaran Cairan Dasar

$$\rho = 795.4947 \text{ kg/m}^3$$

$$W_m = 14.0902 \text{ kg/s}$$

$$D_{opt} = 81.9113 \text{ mm} \quad 3.2248 \text{ in}$$

$$\text{dipakai pipa dengan ukuran ID} = 4.026 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 4.500 \text{ in}$$

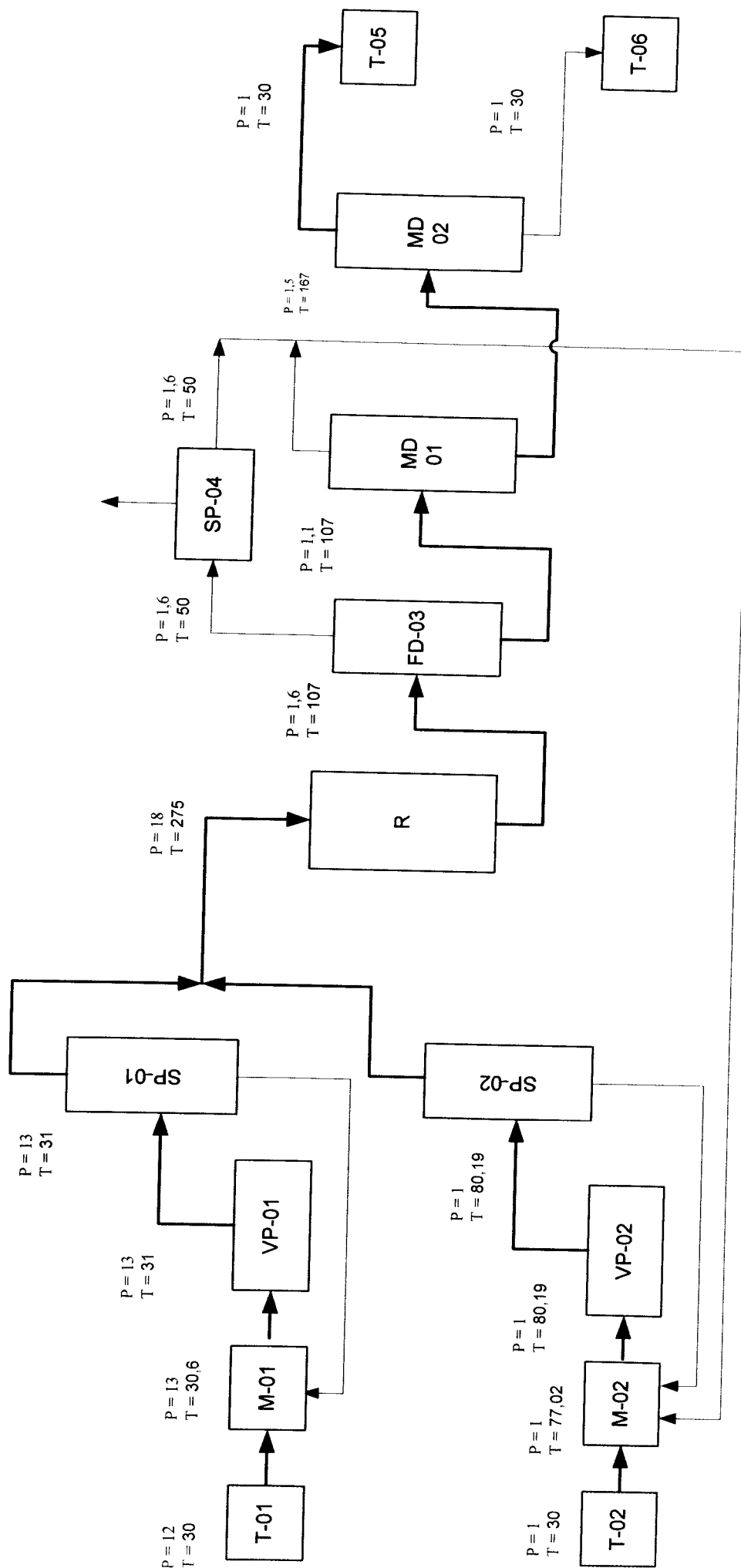
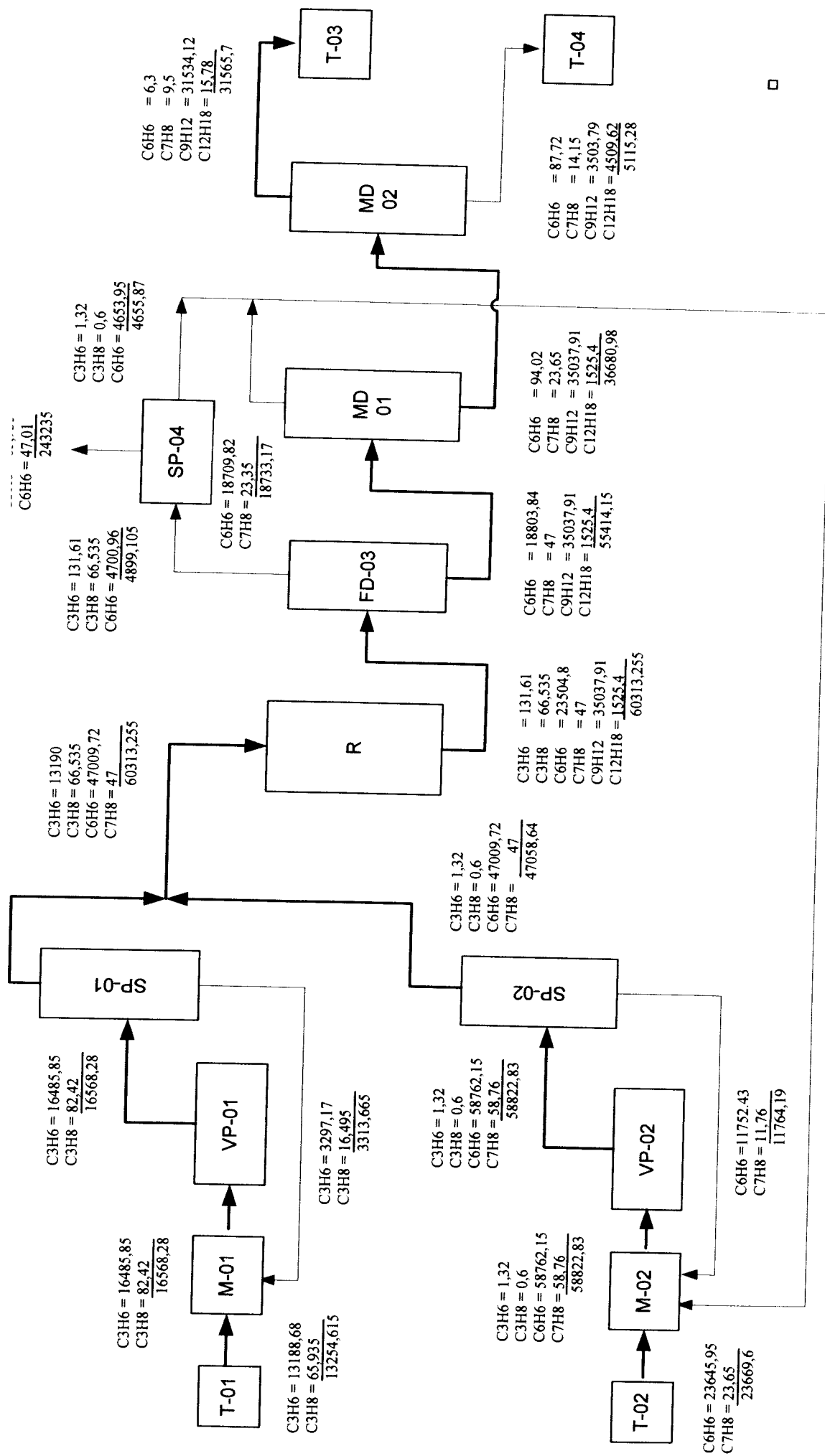


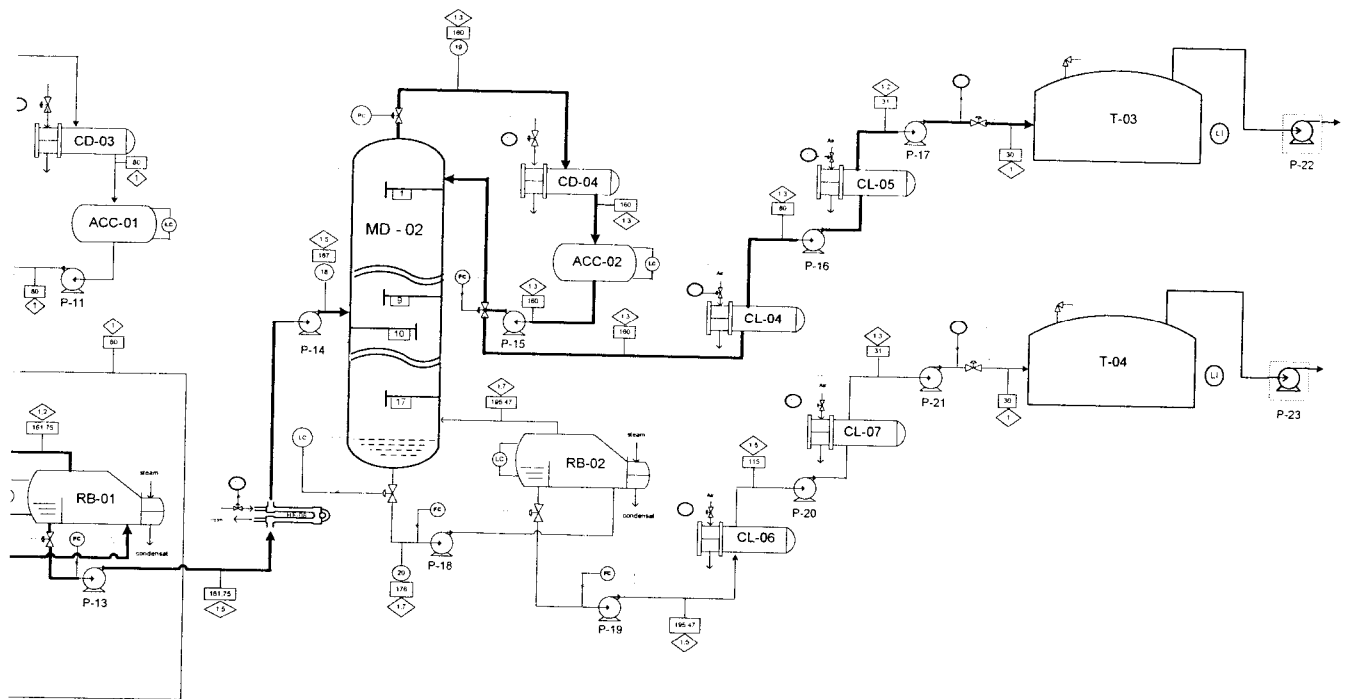
Diagram Alir Kualitatif



C3H6 = 1,32
 C3H8 = 0,6
 C6H6 = 23363,77
 C7H8 = 23,35
 23389,04

Diagram Alir Kualitatif

CUMENE



No. T Y Date T Dibuat oleh Revisi (C) m) dan	 JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA	
	PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRARANCANGAN PABRIK CUMENE DARI BENZEN DAN PROPYLEN KAPASITAS PRODUKSI : 250.000 TON/TAHUN	
	Dikerjakan oleh :	
	N A M A :	No. Mhs. :
	1. AMIL AMRILLAH 2. PUJI RISTYANTI	02 521 073 02 521 202
DOSEN PEMBIMBING : Ir. Arnel Budiman MS., D.Eng.		

