

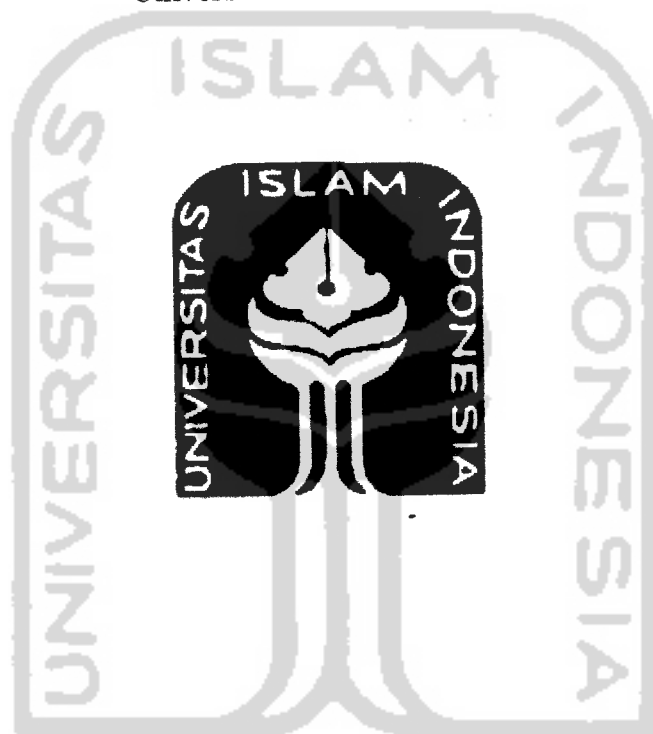
**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA  
SIKLOHEKSENA dari BENZENA dan HIDROGEN  
KAPASITAS 150.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada**

**Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**



**Disusun Oleh:**

**Nama : Lyana Prasulistiani**

**No. Mahasiswa : 02 521 245**

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2007**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRA RANCANGAN PABRIK *SIKLOHEKSANA*  
DARI *BENZENA* DAN *HIDROGEN*  
KAPASITAS 150.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

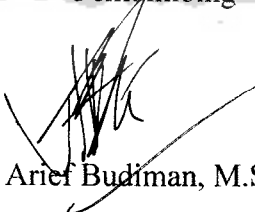
**Nama : Lyana Prasulistiani**

**No. Mahasiswa : 02 521 245**



Yogyakarta, Juli 2007

Pembimbing

  
Ir. Arief Budiman, M.S., D.Eng

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**PRA RANCANGAN PABRIK SIKLOHEKSANA  
DARI BENZENA DAN HIDROGEN  
KAPASITAS 150.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

Nama : Lyana Prasulistiani

No.Mahasiswa : 02 521 245

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi  
Industri Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, Juli 2007

Tim Penguji

Ir. Arief Budiman, M.S., D.Eng  
Ketua

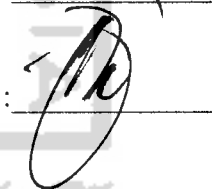
Dr. Ir. Farham HM. Saleh, M.Sc  
Anggota I

Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc  
Anggota II

Tanda Tangan

: 

: 

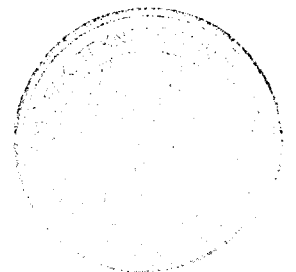
: 

Mengetahui,



Ketua Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia

Dra. Kamariah Anwar, MS.



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Lyana Prasulistiani  
No. Mahasiswa : 02 521 245

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

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

Yogyakarta, juli 2007

Lyana Prasulistiani

## KATA PENGANTAR



*Assalamualaikum Wr., Wb.*

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sahabat serta para pengikutnya.

Penyusunan tugas akhir yang berjudul **“Pra Rancangan Pabrik Kimia Sikloheksana dari Benzena dan Hidrogen Kapasitas 150.000 Ton/Tahun”**, merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Dengan terselesaikannya laporan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Fathul Wahid, ST, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dra. Kamariah Anwar, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Ir. Arief Budiman, MS., D.Eng., selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan serta waktu yang telah diberikan.
4. Seluruh civitas akademika di lingkungan jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

5. Semua pihak yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya laporan ini.

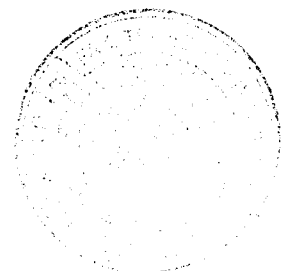
Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini, karena penyusun sadar masih banyak kekurangan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

*Wassalamualaikum Wr.,Wb.*



Jogjakarta, Juli 2007

Penyusun



## MOTTO

*Dan Aku (Allah) tidak menciptakan jin dan manusia melainkan supaya mereka menyembah (beribadah) kepada-Ku. (Q.S. : Adz-Dzaariyaat : 56)*

*Dan hendaklah diantara kamu sekalian merasakan khawatir apabila meninggalkan generasi penerusmu menjadi generasi yang lemah/rapuh, maka bertakwalah kamu sekalian pada Allah dan hendaklah kamu selalu berkata yang jujur/adil/benar. (Q.S. : Annisa : 9)*

*Dan Kami telah menyingkirkan bebanmu, Beban yang memberatkan punggungmu dan kami angkat martabatmu. Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan. Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan. Bila selesai tugas, mulailah dengan sungguh- sungguh dan hanya kepada Allah SWT hendaknya engkau berharap. (Q.S. : Asy syarh : 2-8)*

*Waspadalah ! Telah banyak orang dibinasakan oleh angan-angannya, yakni, ucapan tanpa perbuatan, pengetahuan tanpa kesabaran dan iman tanpa keyakinan. (Hasan Al-Basri)*

*Hidup sekali untuk dipertaruhkan, berhati-hatilah kamu sekalian dalam mempergunakan waktu selama hidupmu. (KHA. Dahlan)*

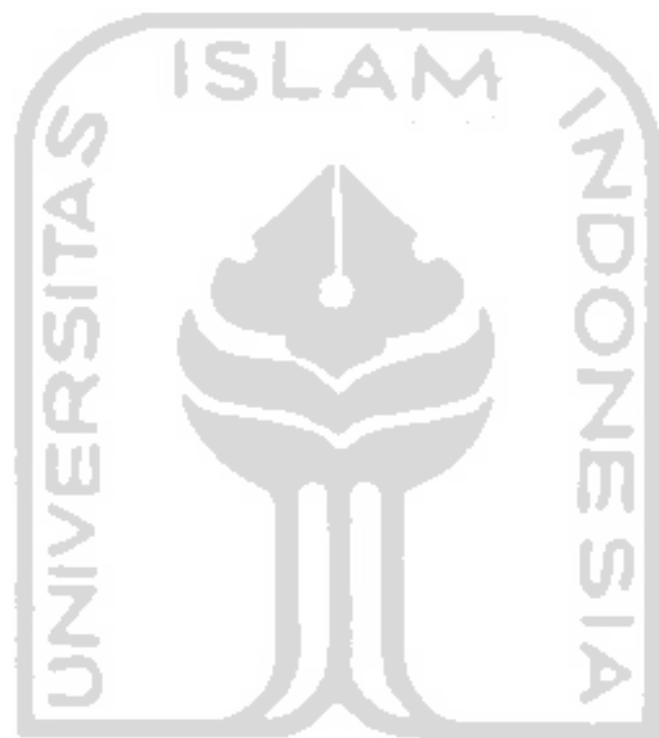
*Tuntutlah ilmu sejak dari buaian sampai masuk ke liang kubur  
(Hadist Rasul)*



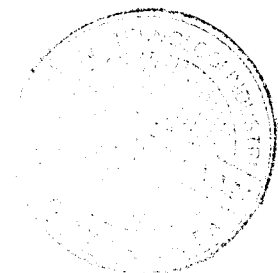


## PERSEMBAHAN

- *Allah SWT yang telah memberikan limpahan rohmah dan karunia-NYA kepada baik umur yang panjang, kesehatan, dan semuanya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas skripsi ini khususnya dan pendidikan kuliah Sarjana Strata – 1 (S1) umumnya.*
- *Ayahanda dan Ibunda tercinta atas semua curahan kasih sayang, doa, dan bantuan materil kepada saya sehingga saya dapat menjalankan masa pendidikan ini, dan yang terpenting adalah dorongan dari mereka yang membuat saya selalu semangat. Sekali lagi saya ucapkan Terima Kasih. Tiada kata yang dapat diucapkan selain ucapan Terima Kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak dan Ibu tercinta. Semoga Allah selalu memberikan umur yang panjang. (Amin)*
- *Suamiku Rustiono Maradona, ST dan putriku Adehya Nadine Azzahra Rusti, yang selalu membantu dan memberikan semangat yang begitu dalam kepada aku. Semua yang aku peroleh ini akan aku persembahkan kepada kalian.*  
*Kalian Hidupku dan kalian Cintaku. Dengan itu semua akan aku berikan Hidupku dan Cintaku pada kalian. (See How Much I Love You)*
- *Adikku Wulung Andy Kuncoro, ingatlah perjalanan hidupmu masih panjang, jangan pernah takut badai, karena kau sedang mengemudikan kapalmu. Jangan takut untuk mengambil langkah panjang. Kau tidak*



جامعة الإسلام في إندونيسيا



bisa menyebrangi jurang dengan dua lompatan pendek, Apapun itu percayalah kami selalu disampingmu.

✍ *Eyangku atas kasih sayang, pengorbanan, kesabaran, dan segala doa tulus karena telah merawat & membesarkanku.*

✍ *Buleku Nur Hayati, makasih atas dukungan dan perhatiannya walaupun aku sering dimarahi.*

✍ *Bapak dan Ibu mertua ku, dengan sepenuh hati dan seganap jiwaku terima kasih.*

✍ *Pembimbingku bapak Ir. Arief Budiman, M.S., D.Eng, atas bimbingan serta waktunya yang telah diberikan.*



**Thank' s To :**

Paternerku Ida, makacih ya untuk persahabatan, dan kerjasamanya.  
Makasih karena selalu ngertiin aku, mungkin saat ini kamu lagi di uji  
Allah, tapi aku yakin kamu mampu menyelamatkan rumah tanggamu  
(semangat ya jeng).

Temen-temenku TeKim'02 terutama Madil untuk dokumentasinya yang  
gagal hiks..., Chen2 makasih Notebook nya.  
Anak-anak Widya kost Putri Utik, Mami, Kule, Bosif, Eny, Fajar, Neny,  
Angga, de' Tika, Lisna.

Keluarga besar Mapala Unisi, terutama GC 27 Kulas ingat kuliahmu  
sory aku maju pendadaran dulu, Ragos urus kuliahmu katanya mo lulus  
akhir tahun ini (jangan omdo...!!). "Pantang Kembali Sebelum Tercapai  
Puncak Idaman", Kik...Kik...Kik...

Temen-temen Ex\_Moe Toe: kak Reza, Dewok, Rahmat, Yuli, Lia kapan  
dunk kita reunion.

Keluarga besar Raden Ayu Sri Mulyani TejoHADiningrat.  
Mba Ika udah jagain Nadine cempfu, jangan suka digangguin ya mba,...  
MbokDe Kardi makasih juga dah ngerawat Nadine waktu bayi, maaf  
klo saya sering nggak nurut.

Semua Warga Mantren terutama Perumahan Taman Kahuripan.  
Pak Ang Tjuk Sin dan Bu Ani untuk rumah yang sudah dikontrakkan ke  
saya "natur suwun sanget".

Pakde & Bude Nandang makasih udah nganter waktu bersalin, makasih juga untuk imunisasi Nadine.

Keluarga besar almarhum eyang CH.Suharti terutama mba Setya,mas Nanang, mba Sapto. Makasih atas rasa kekeluargaan yang telah diberikan.

Pakde&Bude Heri, Om Agung, Kak Lisa&A' Andi, Bude Roni, Mba Mery, Ayu, karena udah menjadi tetangga yang sanagat baik.

Anak-anak taman kahuripan gitu loh...Sophie, Bella, Rama, Nada, Lala, Tasya, Atis, Febri jangan suka ngerumpi apalagi berantem 'n diem-dieman. Duffa (jangan rewel ya...)





جامعة الإسلام في إندونيسيا

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN KEASLIAN HASIL PRA RANCANGAN PABRIK</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I</b> <b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Kapasitas Perancangan .....	3
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	4
1.4 Tinjauan Proses .....	5
<b>BAB II</b> <b>PERANCANGAN PRODUK</b> .....	<b>7</b>
2.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	7
2.2 Pengendalian kualitas.....	10
<b>BAB III</b> <b>PERANCANGAN PROSES</b> .....	<b>13</b>
3.1 Uraian Proses .....	13
3.2 Spesifikasi Alat .....	15
3.3 Perencanaan Produksi .....	44



<b>BAB IV</b>	<b>PERANCANGAN PABRIK .....</b>	<b>54</b>
	4.1 Lokasi Pabrik .....	54
	4.2 Tata Letak Pabrik ( <i>Plant Layout</i> ) .....	56
	4.3 Tata Letak Alat Proses ( <i>Machines Layout</i> ) .....	61
	4.4 Unit Pendukung Proses ( <i>Utilitas</i> ) .....	64
	4.5 Pelayanan Teknik ( <i>utilitas</i> ) .....	83
	4.6 Laboratorium .....	96
	4.7 Keselamatan dan Kesehatan Kerja .....	100
	4.8 Organisasi Perusahaan .....	101
	4.9 Gaji Kepegawaian dan Sistem Gaji .....	114
	4.10 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	115
	4.11 Pembagian Jabatan .....	117
	4.12 Perincian Jumlah Karyawan .....	118
	4.13 Kesejahteraan Karyawan .....	119
	4.15 Tata Letak Pabrik dan Peralatan .....	121
	4.16 Analisa Ekonomi .....	123
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>135</b>
	5.1 Kesimpulan .....	135
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>137</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>139</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Ekspor dan Impor Sikloheksana .....	2
Tabel 4.14	Neraca Massa Overall .....	47
Tabel 4.15	Neraca Massa Reaktor .....	48
Tabel 4.16	Neraca Massa Separator.....	49
Tabel 4.17	Neraca Massa Menara Distilasi (01).....	49
Tabel 4.18	Neraca Massa Menara Distilasi (02).....	50
Tabel 4.19	Neraca Panas Reaktor .....	50
Tabel 4.20	Neraca Panas Heater-01 .....	51
Tabel 4.21	Neraca Panas Heater-02 .....	51
Tabel 4.22	Neraca Panas Heater-03 .....	51
Tabel 4.23	Neraca Panas Heater-04 .....	52
Tabel 4.24	Neraca Panas Menara Distilasi (01).....	52
Tabel 4.25	Neraca Panas Menara Distilasi (01).....	53
Tabel 4.2	Kebutuhan Air Pendingin .....	89
Tabel 4.3	Kebutuhan Steam .....	89
Tabel 4.4	Kebutuhan listrik alat proses.....	91
Tabel 4.5	Kebutuhan listrik utilitas.....	91
Tabel 4.6	Gaji karyawan pabrik per bulan.....	115
Tabel 4.7	Jadwal Kerja Karyawan Shift .....	117
Tabel 4.8	Perincian Jumlah Karyawan .....	118
Tabel 4.9	Perkembangan Indeks Harga .....	125

Tabel 4.10	Fixed Capital Investment .....	130
Tabel 4.11	Working Capital .....	131
Tabel 4.12	Manufacturing Cost .....	131
Tabel 4.13.	General Expense .....	132



## INTISARI

*Perancangan pabrik Sikloheksana dari Benzena dan Hidrogen dengan kapasitas 150.000 ton/tahun dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan akan Sikloheksena.*

*Pertimbangan berbagai faktor terutama dalam masalah kemudahan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk menyebabkan pemilihan lokasi pabrik ditetapkan di Cilacap, Jawa Tengah. Pra Rancangan Pabrik Sikloheksana direncanakan didirikan pada tahun 2010. Bahan baku Benzena diperoleh dari Pertamina UP-IV Cilacap dan Hidrogen dari Pertamina UP-VI Balongan.*

*Proses pembuatan Sikloheksana dengan bahan pembantu katalis nickel, berlangsung pada Reaktor Fixed Bed Multitube, dalam kondisi eksotermis pada temperatur 300 °C dan tekanan 20 atm*

*Pabrik ini membutuhkan Benzena sebesar 25.341,6 kg/jam, Hidrogen sebanyak 2.071,4 kg/jam, katalis nickel sebanyak 9.553,6834 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebanyak 69.252,81348 kg/jam yang diperoleh dari air sungai, penyediaan steam sebesar 12.892,2756 kg/jam, penyediaan bahan bakar sebesar 11.138,9261 m<sup>3</sup>/jam, kebutuhan listrik 169,83 Kwatt yang diperoleh dari PLN*

*Modal tetap FCI yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Sikloheksena ini sebesar Rp 688.699.471.473 ; modal kerja (WC) sebesar Rp 476.407.139.712; keuntungan sebelum pajak dan zakat yang diperoleh pertahun sebesar Rp 207.284.808.040; keuntungan setelah pajak dan zkat pertahun sebesar Rp 103.932.404.020 dan dari hasil perhitungan ekonomi diperoleh ROI sebelum pajak sebesar 30 %, ROI setelah pajak sebesar 15 %, POT sebelum pajak selama 2,55 tahun, POT setelah pajak selama 4,15 tahun, BEP sebesar 49,78 %, SDP sebesar 31,52 % dan DCFR sebesar 52,25 %. Berdasarkan perhitungan diatas, maka pabrik Sikloheksana ini cukup layak untuk didirikan.*

## ABSTRACT

*Pre-Design of Cyclohexane from Benzene and Hydrogen with the capacities 150.000 ton / year intended to fulfill requirement of Cyclohexane.*

*Consideration various factor especially in ready amenity problem raw material and product marketing cause the location choice factory specified in Cilacap, Central Java. Pre-Design of Cyclohexane planned to be founded in the year 2010. Raw material of Benzene obtained from Pertamina UP-IV Cilacap and Hydrogen from Pertamina UP-VI Balongan.*

*Pre-Design of Cyclohexane from Benzene and Hydrogen with 150,000 Ton/year capacities. Cyclohexane with nickel as catalyst .Tank Reactor, exothermic with temperature 300 °C and in the pressure 20 atm.*

*This factory need Benzene 25,341.6 kg/hour, Hidrogen 2,071.4 kg/hour, nickel as catalyst are 9,553.6384 kg/hour. The auxiliary utilities process are consist of water 69,252.81348 kg/hour which can get from the river, 12,892.2756 kg/hour steam, 11,138.9261 m<sup>3</sup>/hour fuel, electricity 169.83 Kwatt .*

*The fixed capital investment (FCI) that is needed to build this Cyclohexane are Rp 688,699,471,473 working capital investment (WCI) are Rp 476,407,139,712, the benefit that got before tax and zakat per year are Rp 207,284,808,040 the benefit that got after tax and zakat per year are Rp 103,932,404,020. The result of economic calculation got return of investment (ROI) before tax are 30 %, ROI after tax are 15 %, pay out time (POT) before tax are 2.55 year, POT after tax are 4.15 year, break event point (BEP) are 49.78 %, shut down point (SDP) are 31.52 % and discount cash flow rate (DCFR) are 52.25 %.*

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Krisis ekonomi dan politik yang terjadi di Indonesia, negara-negara ASEAN, dan Jepang telah memperburuk tata dunia baru perekonomian internasional. Dampak paling besar dirasakan oleh negara-negara dunia ketiga akibat permainan kekuatan ekonomi negara-negara industri kuat. Tingkat inflasi yang tinggi, pertumbuhan ekonomi yang negatif, dan depresiasi rupiah terhadap dollar yang terus memburuk menunjukkan lemahnya kekuatan ekonomi nasional dalam menghadapi persaingan regional maupun internasional.

Merupakan kondisi syarat tidak saja bagi Indonesia, namun juga bagi seluruh dunia untuk selalu memperkuat basis politik dan ekonomi agar dapat memenangkan persaingan atau setidaknya bertahan hidup dan mempertahankan tingkat pertumbuhan pada batas yang wajar. Adalah mutlak untuk mengatasi krisis, mereduksi pesimistis sampai batas tertentu dan menangani semua permasalahan sampai batas maksimal kemampuan bangsa Indonesia.

Kekuatan ekonomi Indonesia akan meningkat jika mampu menghasilkan sendiri sebagian besar barang-barang kebutuhan utama, termasuk didalamnya produk-produk industri. Pendirian pabrik sikloheksana perlu dipertimbangkan karena merupakan bahan penting

diatas ditetapkan perancangan pabrik sebesar 150.000 ton/tahun yang akan didirikan tahun 2010.

### **1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi pabrik sangat menentukan kedudukan perusahaan dalam persaingan dan ikut mempengaruhi kelangsungan hidup perusahaan. Hal ini berarti dalam menentukan lokasi pabrik perlu dipertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi biaya produksi dan distribusi sehingga dapat ditekan seminimal mungkin. Lokasi pabrik sedapat mungkin dipilih untuk memberikan kemungkinan perluasan dan penambahan kapasitas terpasang serta jaminan keamanan terhadap kemungkinan-kemungkinan buruk yang akan terjadi. Pemilihan lokasi yang tepat, strategis, dan menguntungkan secara ekonomi akan memberikan keuntungan maksimal terhadap perusahaan.

Dari beberapa kawasan industri yang terdapat di Indonesia, dipilih daerah cilacap,jawa tengah dengan pertimbangan sebagai berikut:

#### **1.3.1. Ketersediaan bahan baku**

Bahan baku merupakan hal utama dalam pengoperasian pabrik. Karena pabrik beroperasi atau tidak tergantung pada ketersediaan bahan baku. Pabrik sikloheksana ini akan didirikan di cilacap,jawa tengah karena dekat dengan sumber bahan baku. Bahan baku sikloheksana diperoleh dari pertamina UP-IV cilacap dan hydrogen dari UP-VI balongan.

### 1.3.2. Pemasaran

Cilacap saat ini merupakan kawasan industri yang sedang berkembang dan terletak didekat kota-kota besar di pulau Jawa, Sumatra dan Kalimantan sehingga pemasarannya cukup baik.

### 1.3.3. Fasilitas Transportasi

Pengangkutan bahan baku dan produk relatif mudah karena lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan Tanjung Intan serta transportasi darat yang baik.

### 1.3.4. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja untuk tenaga buruh, karyawan, maupun tenaga ahli sangat mudah didapatkan di daerah Cilacap maupun daerah sekitarnya. Karena selain daerah industri juga merupakan daerah pendidikan.

### 1.3.5. Persediaan Air

Untuk daerah Cilacap kebutuhan air dapat dipenuhi dari Sungai Serayu.

## 1.4. Tinjauan Proses

### 1.4.1. Macam-macam Proses

Proses pembuatan sikloheksan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:



### 1. Hidrogenasi benzana

Reaksi antara benzene dan hydrogen dalam fase gas dengan katalis nikel dengan menggunakan reactor Fixed Bed Multitube.

### 2. Recovery fraksi minyak bumi

Reaksi antara benzene dalam fase cair dan hydrogen dalam fase gas dengan katalis nikel menggunakan reactor trickle bed.

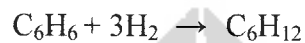
Proses pembuatan Sikloheksana yang digunakan adalah hidrogenasi benzena dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan baku yang tersedia untuk proses hidrogenasi benzene lebih banyak dari pada proses Recovery fraksi minyak bumi.
2. Proses hidrogenasi benzena lebih ekonomis untuk produksi sikloheksana dalam skala besar.
3. Proses hidrogenasi benzena akan menghasilkan sikloheksana dengan kemurnian tinggi.
4. Proses hidrogenasi benzen paling banyak digunakan di dunia industri.

Reaksi hidrogenasi merupakan reaksi katalitik dengan katalisator nikel dan tanpa reaksi samping. suhu reaksi antara 300-350 °C dan tekanan 20-30 atm. Reaksi yang terjadi sangat endotermis, sehingga dialirkan pendingin dalam shell untuk menjaga kondisi operasi agar tidak melebihi suhu 350 °C.

(Kirk, R. E. and Othmer, D. F., 1985)

Reaksi:



Reaksi pembuatan sikloheksana pada fase gas dengan menggunakan reaktor Fixed Bed Multitube, konversi benzena saat reaksi 95-98 %.

#### 1.4.2. Kegunaan Produk

Kegunaan produk sikloheksana diantaranya adalah:

1. Sebagai bahan dasar untuk membuat nylon 6 dan nylon 66 pada industri tekstil.
2. Sebagai pelarut eter selulosa, lemak dan karet.

## BAB II

## PERANCANGAN PRODUK

## 2.1. Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pembantu, dan Produk

## 2.1.1. Bahan Baku

## 1. Benzena

Rumus molekul	: $C_6H_6$
Berat molekul	: 78,12
Fase	: Cair
komposisi	: 99,7 % $C_6H_6$ 0.3 % $C_7H_8$
Densitas	: 0,885 g/ml
Kapasitas panas	: $8,101+0,11336T+7,2108E-0,5T^2+1,704E-0,8T^3$
Suhu kritis	: 288,5 °C
Suhu didih	: 80,1 °C
Tekanan kritis	: 47,7 atm
Volume kritis	: 259 cc/gmol

## 2. Toluena

Rumus molekul	: $C_7H_8$
Berat molekul	: 92,14
Fase	: Cair

Kapasitas panas	: $-5,817+0,1224T-6,605E-0,5T^2+1.173E-0,8T^3$
Suhu kritis	: $320,6 \text{ } ^\circ\text{C}$
Suhu didih	: $110,629 \text{ } ^\circ\text{C}$
Tekanan kritis	: $40,6 \text{ atm}$
Volume kritis	: $316 \text{ cc/gmol}$

### 3. Hidrogen

Rumus molekul	: $\text{H}_2$
Berat molekul	: $2,016$
Fase	: Cair
Komposisi	: $99,7\% \text{ H}_2$ $0,3\% \text{ CH}_4$
Kapasitas panas	: $6,483+2,215E-0,3T-3,298E-0,6T^2+1,826E-0,9T^3$
Suhu kritis	: $-239,9 \text{ } ^\circ\text{C}$
Suhu didih	: $-257,72 \text{ } ^\circ\text{C}$
Tekanan kritis	: $12,8 \text{ atm}$
Volume kritis	: $65 \text{ cc/gmol}$

### 4. Methana

Rumus molekul	: $\text{CH}_4$
Berat molekul	: $16,04$
Fase	: Cair

Kapasitas panas	: $4,598+1,225E-0,2+2,860E-0,6T^2,703E0,9T^3$
Suhu kritis	: $-82,5^{\circ}\text{C}$
Suhu didih	: $-161,5^{\circ}\text{C}$
Tekanan kritis	: 45,8 atm
Volume kritis	: 99 cc/gmol

### 2.1.2. Bahan Pembantu (Katalis)

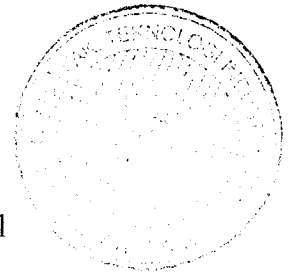
Jenis	: Nikel
Komposisi	: 49 % nikel 46,7 % Grap 4,3 % Alumunium
Bentuk	: silinder
Ukuran	
Diameter	: 4,5 mm
Panjang	: 5,5 mm
Bulk Density	: 1,179 g/ml
Konduktivitas thermal	: $3,9E-0,4 \text{ kal/cm.det. } ^{\circ}\text{C}$

### 2.1.3. Produk

Sikloheksana

Rumus molekul	: $\text{C}_6\text{H}_{12}$
Berat molekul	: 84,16
Fase	: Cair
Komposisi	: 0,77% $\text{C}_6\text{H}_6$

	0.2% C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>
	99,03% C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>
Densitas	: 0.778 g/ml
Kapasitas panas	: 13,027+0,1467T-6,027E- 0,5T <sup>2</sup> +3,156E-0,9T <sup>3</sup>
Suhu kritis	: 281 °C
Suhu didih	: 80,9 °C
Tekanan kritis	: 40,4 atm
Volume kritis	: 308 cc/gmol



## 2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk jadi, penting juga dilakukan pengawasan mutu air yang digunakan untuk menunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau diset terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standart, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku sesuai dengan spesifikasi.

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

1. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan.

2. Pengendalian Kuantitas

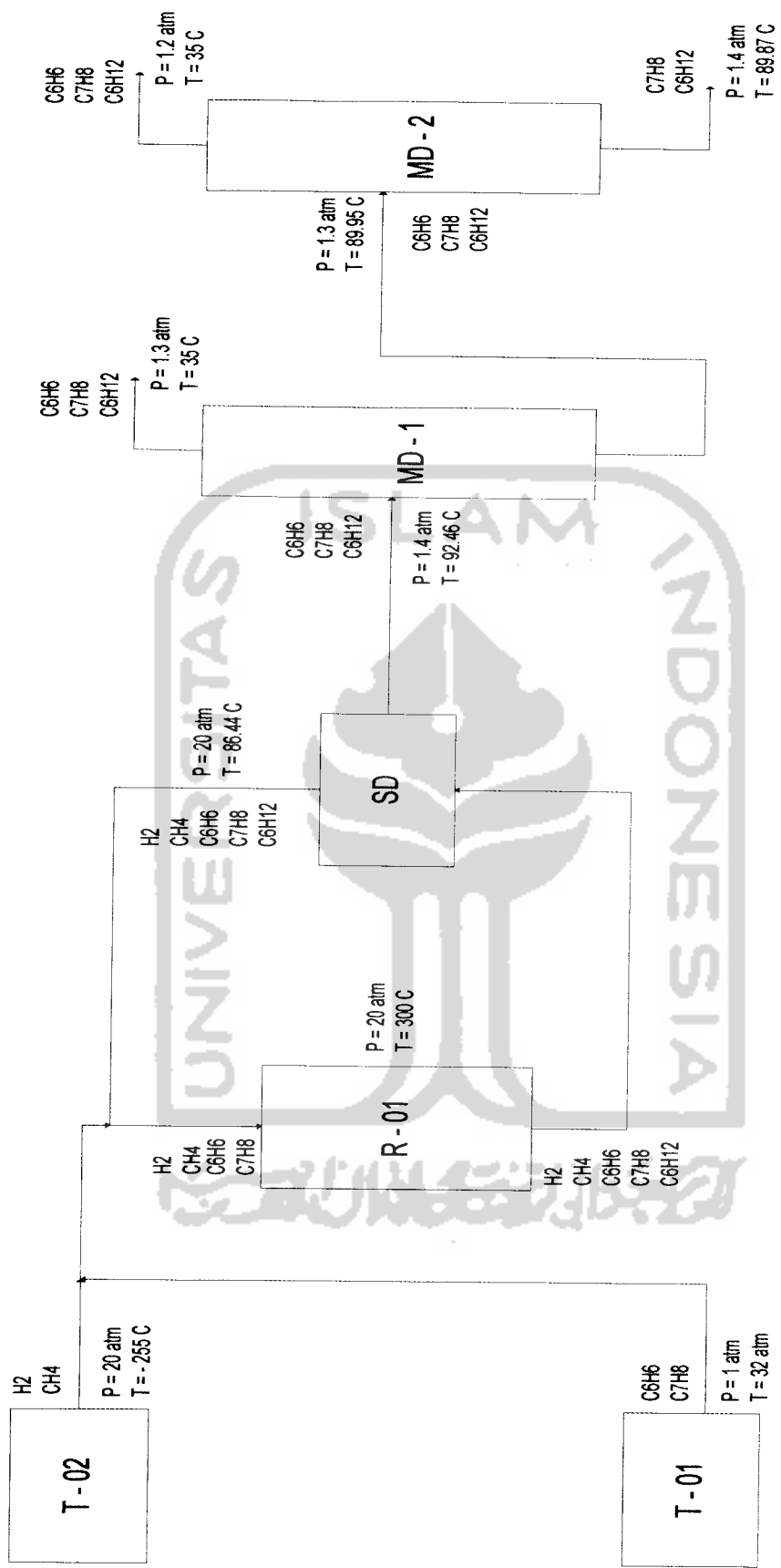
Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi perusahaan.

3. Pengendalian Waktu

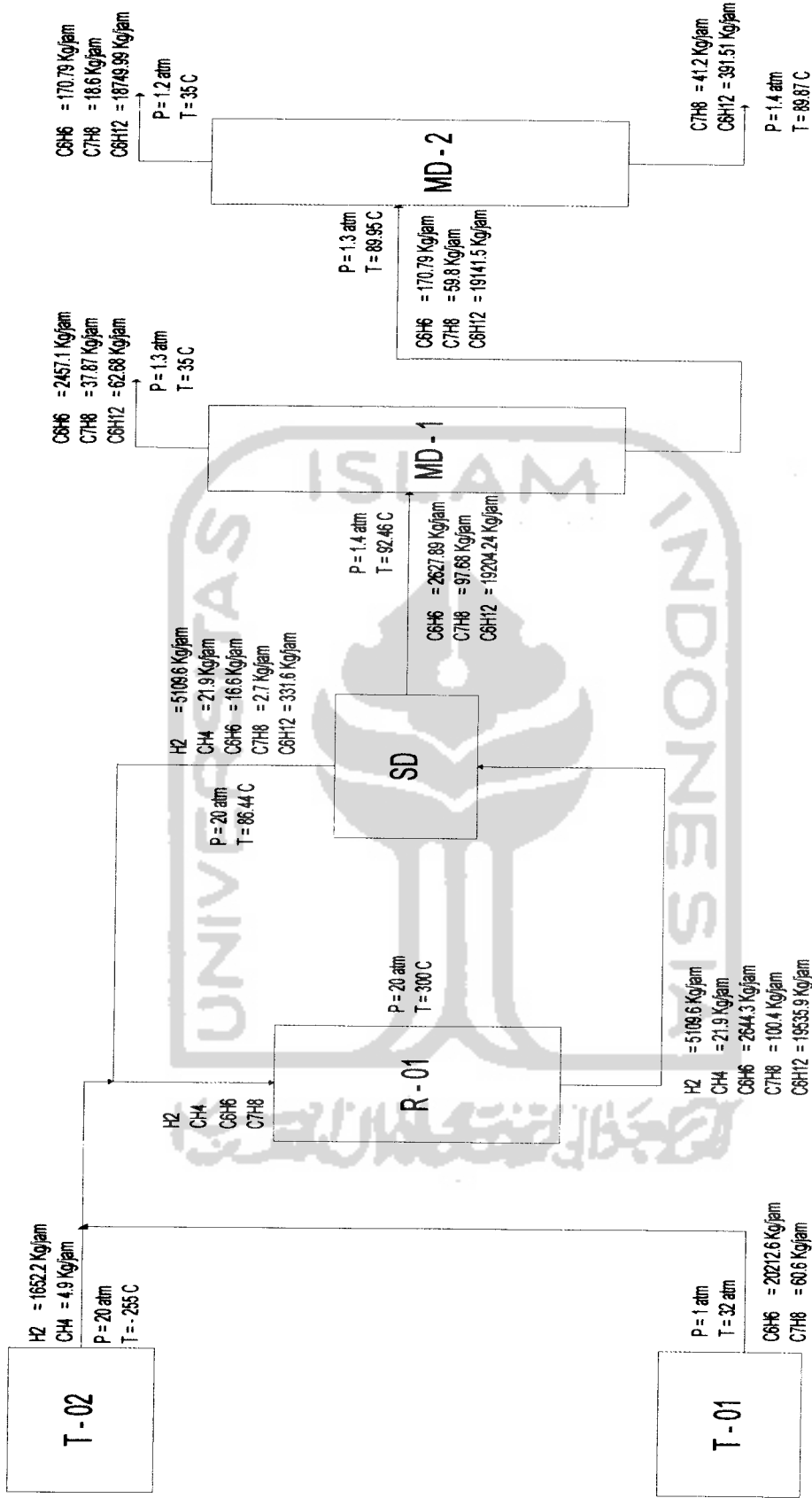
Untuk mencapai kualitas tertentu juga perlu adanya waktu tertentu.

4. Pengendalian Bahan Proses

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







## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

##### 3.1.1 Langkah proses

Pada proses pembuatan sikloheksana dari benzena dan hidrogen yang merupakan proses hidrogenasi benzena, dibagi dalam tiga tahap, yaitu :

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan sikloheksana
3. Tahap pemisahan

##### 3.1.2 Penyiapan Bahan Baku

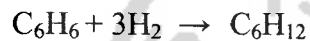
Benzena cair dari tanki penyimpanan (T-01) pada suhu 32 °C dan tekanan 1 atm di alirkan bersama hasil bawah separator (Sp-01) yaitu berupa cairan dengan pompa (P-01) menuju vapourizer (Vp-01) untuk dipisahkan antara gas dan cairan dengan separator (Sp-01). Dengan hasil atas yang berupa uap benzene.

Umpan hidrogen dari tangki penyimpanan (T-02) pada suhu -255°C dan tekanan 20 atm di uapkan dengan vapourizer-02 (Vp-02) yang pada akhirnya dipisahkan antara uap dalam separator -02 (Sp-02). Hasil bawah bercampur dengan hidrogen cair, sedangkan hasil atas dipanaskan dengan pemanas (Heat Exchanger) bersama dengan hasil atas separator -01 (Sp-01) dan hasil recycle

separator-03 (Sp-03) sampai suhu 300<sup>0</sup>C, kemudian diumpankan ke reaktor (R-01)

### 3.1.3 Mekanisme Reaksi

Reaksi pembentukan sikloheksana dilakukan dalam reaktor *Fixed Bed Multitube* ( R- 01) yang berlangsung pada suhu 300<sup>0</sup>C dan tekanan 20. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Konversi yang terjadi adalah 95% dan berlangsung pada fase gas dengan bantuan katalis nikel. Suhu gas produk reaktor sekitar 356,49<sup>0</sup>C dan tekanan 20 atm. Gas tersebut kemudian didinginkan dengan cooler (Cl-01) sehingga dihasilkan campuran uap dan cairan akan dipisahkan dengan separator (Sp-03). Separator yang digunakan berupa separator horizontal untuk memisahkan antara uap dan cairannya. Dengan kondisi operasi 68<sup>0</sup>C dan tekanan 1 atm. Fase gas didaur ulang (recycle) kemudian dicampur dengan umpan benzena dan hidrogen, dan separator (SP-03) dipanaskan dengan heater (HE-04) sampai suhu 92,46<sup>0</sup>C selanjutnya dialirkan menuju menara destilasi (MD-01), kemudian dari menara destilasi (MD-01) akan didinginkan dengan cooler (Cl-03) sampai dengan suhu 89.95<sup>0</sup>C kemudian diumpankan ke menara destilasi (MD-02) .

### 3.1.3 Pemurnian Hasil

Hasil bawah menara distilasi (MD-02) dapat di manfaatkan sebagai bahan bakar .Sedangkan hasil atas menara destilasi diturunkan suhunya di dalam cooler

(C1-04). Kemudian disimpan di dalam tanki penyimpanan produk (T-04) yang berupa cairan benzena, toluene, dan sikloheksena .

### 3.1.4 Penentuan Kapasitas

Prediksi konsumsi sikloheksena di Indonesia selalu mengalami kenaikan yang berarti. Hal ini berhubungan erat dengan perkembangan sektor industri, penggunaan sikloheksana baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu. Kapasitas rancangan ditetapkan 150.000 ton/tahun, waktu operasi 330 hari/tahun. Dengan pertimbangan sebagian untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sebagian sebagai komoditi ekspor karena konsumsi dunia masih cukup besar dan selalu mengalami kenaikan.

## 3.2. Spesifikasi Alat Proses

### 1. Reaktor-01 (R-01)

Fungsi : Mereaksikan Benzena dan hidrogen menjadi sikloheksana dengan konversio 95% sebanyak 27412,10 kg/jam.

Type : Reaktor Fixed Bed Multitube

Jumlah: 1 buah

Kondisi Operasi :

- Tekanan : 20 atm
- Suhu : 300 °C.

Dimensi :

- Diameter : 4,2752m
- Tinggi : 12,2816 m
- Volume : 159,316 m<sup>3</sup>

- Jumlah pipa : 4000
- Tebal shell : 1,1250 in
- Tebal head : 2,4507 in

Tube :

- Panjang : 12.2816 m
- Diameter luar : 5,08 m
- Diameter dalam: 4,22 m

Pendingin :

- Jenis : Dowtherm A
- Suhu masuk : 563 <sup>0</sup>K
- Suhu keluar : 611,612 <sup>0</sup>K

Katalisator :

- Bentuk : Silinder
- Diameter : 0,4544 cm
- Bulk density : 1,179 gr/ml

Bahan Reaktor : Carbon Steels SA – 285 Grade C

## 2. Tangki penyimpanan-01 (T –01)

Fungsi : Penampung bahan baku benzena untuk persediaan 15 hari

Tipe : Silinder Vertical

Bahan : Carbon Steel SA – 283 Grade C, Double Welded Butt Joint

Jumlah: 11 buah

Kondisi operasi :

- Suhu : 32<sup>0</sup>C
- Tekanan : 1 atm
- Kapasitas : 25341.6 kg
- Ukuran alat :
- Diameter : 19.766 ft
- Panjang : 7,412 ft
- Tebal shell : 0,23 in
- Tebal head : 0,147 in

### 3. Tangki Penyimpanan-02 (T-02)

Fungsi : Menampung bahan baku hidrogen selama 15 hari

Tipe : Silinder Horizontal dengan head Ellipzoidal

Bahan : Carbon Steels SA- 212 Grade B, Double Welded Butt Joint

Jumlah: 11 buah

Kondisi operasi :

- Suhu : -255<sup>0</sup>C
- Tekanan : 20 atm
- Kapasitas : 2071.4 kg
- Ukuran alat :
- Tebal head : 0.126 in
- Tebal shell : 0.450 in
- Diameter : 19,877 ft
- Tinggi : 7,454 m

#### 4. Tangki Penyimpanan-03 (T-03)

Fungsi: Menampung Hasil atas MD-01

Tipe : Siinder tegak

Bahan : Carbon stell SA-283 Grade C, Double Welded Butt joint

Jumlah : 2 buah

Volume

Kondisi operasi :

- Suhu : 32<sup>0</sup>C
- Tekanan : 1 atm
- Kapasitas : 920754 kg
- Ukuran alat :
- Diameter : 16,25 ft
- Tinggi : 6,096 ft
- Tebal shell : 0,128 in
- Tebal head : 0,144 in

#### 5. Tangki Penyimpanan-04 (T-04)

Fungsi: Menampung Produk Sikloheksena

Tipe : Siinder tegak

Bahan : Carbon stell SA-283 Grade C, Double Welded Butt joint

Jumlah : 9 buah

Volume

Kondisi operasi :

- Suhu : 35<sup>0</sup>C
- Tekanan : 1 atm
- Kapasitas : 18938,94kg
- Ukuran alat :
- Diameter : 19,698 ft
- Tinggi : 7,387 ft
- Tebal shell : 0,133 in
- Tebal head : 0,1148 in

#### 6. Menara Distilasi-01 ( MD-01 )

Fungsi : Memisahkan sikloheksana dari benzena dan hidrogen berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan distilat sebanyak 2557,65 kg/jam dan bottom sebanyak 19372,16 kg/jam.

Tipe : Sieve plate distillation tower

Bahan : Carbon steel SA-178 Grade C

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

- Puncak Menara P : 1,3 atm  
    T : 89,87 <sup>0</sup>C
- Dasar Menara P : 1,5 atm  
    T : 95,04 <sup>0</sup>C



▪ Umpan Menara P : 1,4 atm

T : 92,46 °C

Dimensi Menara :

▪ Diameter Atas : 1,830 m

▪ Diameter Bawah : 1,830 m

▪ Jumlah Tray : 7

▪ Tray Spacing : 0,4 m

▪ Tinggi Kolom : 6,4 m

▪ Tebal Head : 0.3125 in

▪ Tinggi Head : 0.365 m

#### 7. Menara Distilasi-02 ( MD-02 )

Fungsi : Memisahkan sikloheksana dari benzene dan hydrogen berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan distilat sebanyak 18938,94 kg/jam dan bottom sebanyak 433,15 kg/jam.

Tipe : Sieve plate distillation tower

Bahan : Carbon steel SA-178 Grade C

Jumlah: 1 buah

Kondisi Operasi :

▪ Puncak Menara P : 1,2 atm

T : 87,11 °C

- Dasar Menara P : 1,4 atm  
T : 94,62 °C
- Umpan Menara P : 1,3 atm  
T : 89,95 °C

Dimensi Menara :

- Diameter Atas : 2,841 m
- Diameter Bawah : 2,841 m
- Jumlah Tray : 7
- Tray Spacing : 0,4 m
- Tinggi Kolom : 6,4 m
- Tebal Head : 0.275 in
- Tinggi Head : 0.873 m

#### 8. Separator -01 (SP-01)

Fungsi : Memisahkan Fase gas dan cair hasil penguapan dari  
vapourizer-01

Type : Vertikal Drum Separator

Bahan : Carbon Steels SA-283 Grade C

Jumlah: 1 buah

Kondisi Operasi :

- Suhu : 86,41 °C
- Tekanan : 20 atm

Ukuran Alat :

- Diameter : 0,762 m
- Tebal : 0,6137 in
- Tinggi Tangki : 22,58 m

#### 9. Separator – 02 (SP-02)

Fungsi : Memisahkan Fase gas dan cair hasil penguapan pada vapourizer-02 dengan waktu tinggal 2 menit.

Type : Vertikal Drum Separator

Bahan : Carbon Steels SA-283 Grade C

Jumlah: 1 buah

Kondisi Operasi :

- Suhu :  $-198,49^{\circ}\text{C}$
- Tekanan : 20 atm
- Ukuran Alat :
- Diameter : 0,762 m
- Tebal : 0.1875 in
- Tinggi Tangki : 22,95 m

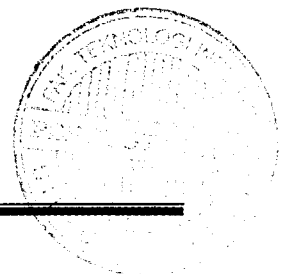
#### 10. Separator -03 (Sp-03)

Fungsi : Memisahkan Fase gas dan cair hasil output reaktor

Type : Horizontal Drum Separator

Bahan : Carbon Steels SA-283 Grade C

Jumlah: 1 buah



Kondisi Operasi :

- Suhu masuk :  $86^{\circ}\text{C}$

- Tekanan : 1,4 atm

Ukuran Alat :

- Diameter : 0,862 m

- Tebal : 1,0625 in

- Tinggi Tangki : 2,586 m.

#### 11. Vaporizer-01 (VP-01)

Fungsi : Merubah fase umpan dari cair ke uap sebesar 25341,64 kg/jam pada suhu  $86,45^{\circ}\text{C}$  sebelum masuk reaktor.

Type : Shell and Tube Heat Exchanger

Bahan : Carbon Steel

Jumlah: 1 buah

Kondisi Operasi :

- Suhu masuk :  $32^{\circ}\text{C}$

- Suhu Keluar :  $86,45^{\circ}\text{C}$

- Tekanan : 1,2 atm

Ukuran Alat :

Shell Side

- ID : 27 in

- Baffle Space : 5,4 in

- Pass : 1
- Tube Side
- OD : 1 in
- ID : 0.834 in
- Pass : 2

## 12. Vapourizer-02 ( Vp-02)

Fungsi : Merubah fase umpan dari cair ke uap sebesar 2071,40kg/jam pada suhu  $-198,49^{\circ}\text{C}$  sebelum masuk reaktor.

Type : Shell and Tube Heat Exchanger

Bahan : Carbon Steel

Jumlah: 1 buah

Kondisi Operasi :

- Suhu masuk :  $-198,59^{\circ}\text{C}$
- Suhu Keluar :  $86^{\circ}\text{C}$
- Tekanan : 20 atm

Ukuran Alat :

Shell Side

- ID : 27 in
- Baffle Space : 5,4 in
- Pass : 1

Tube Side

- OD : 1 in
- ID : 0.834 in
- Pass : 2

### 13. Accumulator(AC-01)

Fungsi : menampung kondensat dari kondensor(CD-01) sebesar

Type : Tangki silinder horizontal

Bahan : Baja Stainless Steel SA Grade B, Tipe 304,

Komposisi 12% cr dan 8% Ni.

Jumlah: 1 buah

Kondisi Operasi :

- Suhu operasi: 89,87 °C
- Tekanan : 1,3 atm
- Waktu tinggal : 15 menit

Ukuran Alat :

- Diameter Tangki: 0,393 m
- Panjang Tangki: 2,601 m
- Tebal Tangki : 0,1875

### 14. Accumulator(AC-02)

Fungsi : menampung kondensat dari kondensor(CD-02) sebesar

Type : Tangki silinder horizontal

Bahan : Baja Stainless Steel SA Grade B, Tipe 304,

Komposisi 12% cr dan 8% Ni.

Jumlah: 1 buah

Kondisi Operasi :

- Suhu operasi: 89,87 °C
- Tekanan : 1,3 atm
- Waktu tinggal : 15 menit

Ukuran Alat :

- Diameter Tanki: 0,786 m
- Panjang Tangki: 5,105 m
- Tebal Tangki : 0,1875

#### 15. Reboiler (RE-01)

Fungsi : Menguapkan hasil bawah menara distilasi sebesar  
19372,16 kg/jam .

Tipe : Kettle Reboiler

Bahan : Stainless steel

Jumlah: 1 buah

Kondisi Operasi :

Beban Panas : 6532426,1 Btu/jam

Luas Transfer Panas : 148,38 ft<sup>2</sup>

Ukuran Alat :

Tube side :

- OD : 1 in
- ID : 0,834 in
- Pass : 1

Shell side :

- Baffle Space : 2,4 in
- ID : 12 in
- Pass : 1

**16. Reboiler (RE-02)**

Fungsi : Menguapkan hasil bawah menara distilasi sebesar 433,15 kg/jam .

Tipe : Kettle Reboiler

Bahan : Stainless steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Beban Panas : 15129641 Btu/jam

Luas Transfer Panas : 37,68 ft<sup>2</sup>

Ukuran Alat :

Tube side :

- OD : 1 in
- ID : 0,834 in
- Pass : 1



Shell side :

- Baffle Space : 2,4 in
- ID : 12 in
- Pass : 1

### 17. Condenser (CD-01)

Fungsi : Mendinginkan campuran yang keluar dari MD-01

Type : Shell and Tube Condenser Parsial

Bahan : Carbon Steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

- Beban Panas : 88749,6861 Btu/jam
- Luas Transfer Panas : 19,01 ft<sup>2</sup>

Ukuran Alat :

Tube side :

- OD : 1 in
- ID : 0.834 in
- Pass : 2

Shell side :

- ID : 31 in
- Pass : 1
- Baffle Space : 6,2 in

**18. Condenser (CD-02)**

Fungsi : Mendinginkan campuran yang keluar dari MD-02

Type : Shell and Tube Condenser Parsial

Bahan : Carbon Steel

Jumlah: 1 buah

Kondisi Operasi :

▪ Beban Panas : 609454,2954 Btu/jam

▪ Luas Transfer Panas : 87,92 ft<sup>2</sup>

Ukuran Alat :

Tube side :

▪ OD : 1 in

▪ ID : 0.834 in

▪ Pass : 2

Shell side :

▪ ID : 31 in

▪ Pass : 1

▪ Baffle Space : 6,2 in

**19. Compressor (CO-01)**

Fungsi : Menaikkan tekanan gas pada hasil atas separator-01 dari

1,2 atm menjadi 20 atm

Jenis : Centrifugal multistage compressor

Jumlah stage : 4 stage

Kondisi Operasi :

- P masuk : 1,2 atm
- T masuk : 86,4 °C
- P keluar : 20 atm
- T keluar : 86,5 °C

Power kompresor : 111,72 Hp

Harga : \$ 155651

## 20. Compressor (CO-02)

Fungsi : Menaikkan tekanan gas pada hasil atas separator-03 dari  
1 atm menjadi 1,4 atm

Jenis : Centrifugal multistage compressor

Jumlah stage : 1 stage

Kondisi Operasi :

- P masuk : 1 atm
- T masuk : 68 °C
- P keluar : 1,4 atm
- T keluar : 92,46 °C

Power kompresor : 93,0962 Hp

## 21. Cooler -01 (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah reaktor sebesar  
27412,1 kg/jam pada suhu 115 °C.

Jenis : Shell and Tube

Kondisi Operasi :

- Suhu masuk : 355,99 °C
- Suhu keluar : 115 °C
- Tekanan : 20 atm

Tube side :

- ID : 3,068 in
- OD : 3,5 in
- Pass : 2
- Sheel side :
- ID : 2,07 in
- Baffle Space : 10.625 in
- Pass : 1

## 22. Cooler -02 (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan hasil atas menara distilasi (MD-01)  
sebesar 2557,65 kg/jam pada suhu 35 °C.

Jenis : Shell and Tube

Kondisi Operasi :

- Suhu masuk : 89,87 °C
- Suhu keluar : 35 °C
- Tekanan : 1,3 atm

Tube side :

- ID : 2,07 in
- OD : 2,38 in
- Pass : 2
- Sheel side :
- ID : 3,068 in
- Baffle Space : 6.625 in
- Pass : 1

### 23. Cooler -03 (CL-03)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah menara distilasi sebesar 19372,16 kg/jam pada suhu 89,95 °C.

Jenis : Shell and Tube

Kondisi Operasi :

- Suhu masuk : 95,04 °C
- Suhu keluar : 89,95 °C
- Tekanan : 1,4 atm

Tube side :

- ID : 2,07 in
- OD : 2,38 in
- Pass : 2
- Sheel side :
- ID : 3,068 in
- Baffle Space : 6.625 in
- Pass : 1

**24. Cooler -04 (CL-04)**

Fungsi : Mendinginkan hasil atas menara distilasi (MD-02)  
sebesar 18938,94 kg/jam pada suhu 35 °C.

Jenis : Shell and Tube

Kondisi Operasi :

▪ Suhu masuk : 87,11 °C

▪ Suhu keluar : 35 °C

▪ Tekanan : 1,2 atm

Tube side :

▪ ID : 2,07 in

▪ OD : 2,38 in

▪ Pass : 2

Sheel side :

▪ ID : 3,068 in

▪ Baffle Space : 6.625 in

▪ Pass : 1

**25. Cooler -05 (CL-05)**

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah menara distilasi (MD-02) sebesar 433,15 kg/jam pada suhu 35 °C.

Jenis : Shell and Tube

Kondisi Operasi :

▪ Suhu masuk : 87,11 °C

- Suhu keluar : 35 °C
- Tekanan : 1,2 atm
- Tube side :
- ID : 2,07 in
- OD : 2,38 in
- Pass : 2
- Shell side :
- ID : 17,25 in
- Baffle Space : 6.625 in
- Pass : 1

#### 26. Heat Exchanger-01 (HE-01)

Fungsi : Memanaskan umpan yang keluar dari separator  
sebesar 27412,7 kg/jam pada suhu 86,41 °C

Jenis : Shell and Tube HE

Kondisi Operasi :

- Suhu masuk : 86,41 °C
- Suhu keluar : 106,514 °C
- Tekanan : 20 atm
- Tube side :
- ID : 0,87 in
- OD : 1 in
- Pass : 2

Shell side :

- ID : 17,25 in
- Baffle Space : 8,625 in
- Pass : 1

### 27. Heat Exchanger-02 (HE-02)

Fungsi : Memanaskan umpan sebelum masuk reaktor sebesar  
27412,1 kg/jam pada suhu 206,5 °C.

Tipe : Shell and Tube Pipe HE

Bahan : Stainless steel

Jumlah: 1 buah

Kondisi Operasi :

- Suhu masuk : 106,514 °C
- Suhu keluar : 206,514 °C
- Tekanan : 20 atm

Tube side :

- OD : 0,87 in
- ID : 1 in
- Pass : 2

Shell side :

- ID : 19,25in
- Pass : 1
- Baffle Space : 9,625 in



### 28. Heat Exchanger-03 (HE-03)

Fungsi : Memanaskan umpan sebelum masuk reaktor sebesar  
27412,1 kg/jam pada suhu 300 °C.

Tipe : Shell and Tube Pipe HE

Bahan : Stainless steel

Jumlah: 1 buah

Kondisi Operasi :

- Suhu masuk : 206,514 °C
- Suhu keluar : 300 °C
- Tekanan : 20 atm
- Tube side :
- OD : 0,87 in
- ID : 1 in
- Pass : 2
- Shell side :
- ID : 21,25 in
- Pass : 1
- Buffle Space : 10,625 in

### 29. Heat Exchanger-04 (HE-04)

Fungsi : Memanaskan umpan sebelum masuk (MD-01) sebesar  
21929,8 kg/jam pada suhu 95,04 °C.

Tipe : Shell and Tube Pipe HE

Bahan : Stainless steel

Jumlah: 1 buah

Kondisi Operasi :

- Suhu masuk : 68,002 °C
- Suhu keluar : 95,04 °C
- Tekanan : 1 atm

Tube side :

- OD : 0,87 in
- ID : 1 in
- Pass : 2

Shell side :

- ID : 8 in
- Pass : 1
- Buffle Space : 4 in

### 30. Pompa-01 (P-01)

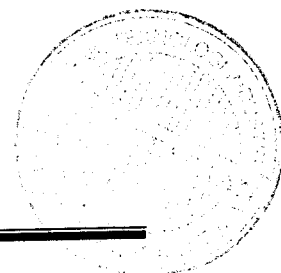
Fungsi : Mengalirkan bahan baku benzene dari produsen ke tangki penyimpanan bahan baku sebesar 20212,6 kg/jam

Tipe : Centrifugal pump

Jumlah: 1 buah

Kapasitas : 20212,6 kg/jam

Kondisi Operasi :



- Suhu : 32 °C
- Tekanan : 1 atm
- Tenaga pompa : 1,2667 Hp
- Daya motor : 1,0133 Hp
- Pipa :
- OD : 4,5 in
- ID : 4,0626 in
- Schedule Number : 40

### 31. Pompa-02 (P-02)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku hidrogen dari tangki penyimpanan bahan baku ke vaporizer sebesar 1657,1 kg/jam

Tipe : Centrifugal pump

Jumlah: 1 buah

Kapasitas : 1657,1 kg/jam

Kondisi Operasi :

- Suhu : -255 °C
- Tekanan : 1 atm
- Tenaga pompa : 0.1823 Hp
- Daya motor : 0.1459 Hp
- Pipa :
- OD : 2,38 in

- ID : 2.067 in
- Schedule Number : 40

### 32. Pompa-03 (P-03)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku benzene dari tanki penyimpanan bahan baku ke vapourizer sebesar 25265.8

kg/jam

Tipe : Centrifugal pump

Jumlah: 1 buah

Kapasitas : 25265.8 kg/jam

Kondisi Operasi :

- Suhu : 48 °C
- Tekanan : 1 atm
- Tenaga pompa : 1.4629 Hp
- Daya motor : 1,1701 Hp
- Pipa :
- OD : 4,5 in
- ID : 4.026 in
- Sch : 40

### 33. Pompa-04 ( P-04)

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah separator-03 ke menara distilasi sebanyak 21929.81 kg/jam

Tipe : Centrifugal pump

Jumlah: 1 buah

Kapasitas : 21929,81 kg/jam

Kondisi Operasi :

- Suhu : 68,002 °C
- Tekanan : 1 atm

Tenaga pompa : 1,2372 Hp

Daya motor : 0,9898 Hp

Pipa :

- OD : 4,5 in
- ID : 4,026 in
- Schedule Number : 40

#### 34. Pompa-05 ( P-05)

Fungsi : Mengalirkan hasil accumulator ke tanki-03 sebanyak  
2557,65 kg/jam

Tipe : Centrifugal pump

Jumlah: 1 buah

Kapasitas : 2557,65 kg/jam

Kondisi Operasi :

- Suhu : 35 °C
- Tekanan : 1 atm

Tenaga pompa : 0,1822 Hp

Daya motor : 0.1458 Hp

Pipa :

- OD : 1,9 in
- ID : 1,61 in
- Schedule Number : 40

### 35. Pompa-06 ( P-06)

Fungsi : Mengalirkan hasil reboiler -01 sebesar 19372,16 kg/jam

Tipe : Centrifugal pump

Jumlah: 1 buah

Kapasitas : 19372,16 kg/jam

Kondisi Operasi :

- Suhu : 95,04 °C
- Tekanan : 1,5 atm

Tenaga pompa : 1,3671 Hp

Daya motor : 1,0937 Hp

Pipa :

- OD : 4,5 in
- ID : 4,025 in
- Schedule Number : 40

### 36. Pompa-07 ( P-07)

Fungsi : Mengalirkan produk sikloheksana ke tangki pengangkut  
sebesar 18938,94 kg/jam

Tipe : Centrifugal pump

Jumlah: 1 buah

Kapasitas : 18938,94 kg/jam

Kondisi Operasi :

- Suhu : 35 °C
- Tekanan : 1 atm

Tenaga pompa : 1,3348 Hp

Daya motor : 1,0678 Hp

Pipa :

- OD : 4,5 in
- ID : 4,026 in
- Schedule Number : 40

### 37. Pompa-08 ( P-08)

Fungsi : Mengalirkan hasil reboiler -02 sebesar 433,15 kg/jam

Tipe : Centrifugal pump

Jumlah: 1 buah

Kapasitas : 433,15 kg/jam

Kondisi Operasi :

- Suhu : 35 °C
- Tekanan : 1,2 atm

Tenaga pompa : 0,0308 Hp

Daya motor : 0,0246 Hp

Pipa :

- OD : 1,05 in
- ID : 0,824 in
- Schedule Number : 40

### 38. Expander Valve-01 (EV-01)

Fungsi : Menurunkan tekanan yang keluar dari reaktor sebesar 20 atm menjadi 1 atm.

Jenis : Expander Valve

Kondisi operasi :

- Suhu : 115 °C.
  - Tekanan masuk : 20 atm
  - Tekanan keluar : 1 atm
- Diameter :
- ID : 6,065 in
  - OD : 6,625 in
  - IPS : 6 in
  - Sch : 40 in
  - At : 1,734 ft<sup>2</sup>

### 39. Expander Valve-02 (EV-02)

Fungsi : Menurunkan tekanan yang keluar dari reaktor sebesar 20 atm menjadi 1 atm.



Jenis : Expander Valve

Kondisi operasi :

- Suhu : 89,95 °C.
- Tekanan masuk : 1,5 atm
- Tekanan keluar : 1,3 atm

Diameter :

- ID : 4,026 in
- OD : 4,5 in
- IPS : 4 in
- Sch : 40 in
- At : 1,178 ft<sup>2</sup>

### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1. Perencanaan Bahan Baku dan Peralatan Proses

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

##### 3.3.1.1 Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- Rencana produksi sesuai kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran yang lain dan menggunakan fasilitas-fasilitas pemasaran yang mudah diakses seperti menggunakan *e-bussines*.

#### 3.3.1.2 Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Material (Bahan Baku)

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

- Manusia (Tenaga Kerja)

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

- Mesin (Peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keadaan dan kemampuan mesin. Jam efektif mesin adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

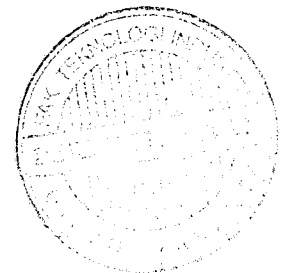
#### 4.4.1. Perhitungan Neraca Massa

KAPASITAS 1500.000 TON / TAHUN

Kapasitas produk	: 1500.000 ton/tahun
Diambil dalam 1 tahun	: 330 hari kerja
1 hari kerja	: 24 jam
Basis perhitungan	: 1 jam

$$= \left[ \frac{150.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \right] \times \left[ \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \right] \times \left[ \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \right] \times \left[ \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$

$$= 18939,3939 \text{ kg/jam}$$



## 1. Neraca Massa Overall

**Tabel 4.14.** Neraca Massa Overall

Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam
<ul style="list-style-type: none"> <li>Masuk reaktor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gas keluar Separator-03</li> </ul>
H <sub>2</sub> : 6761,8	H <sub>2</sub> : 5109,6
CH <sub>4</sub> : 26,8	CH <sub>4</sub> : 21,9
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> : 20229,2	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> : 16,6
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> : 331,6	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> : 331,6
C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> : 63,3	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> : 2,7
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasil atas MD-01</li> </ul>
	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> : 2457,1
	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> : 62,68
	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> : 37,87
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasil bawah MD-01</li> </ul>
	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> : 170,79
	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> : 19141,56

	C7H8 : 59,81
	• Hasil atas MD-02
	C6H6: 170,79
	C6H12: 18749,99
	C7H8 : 18,16
	• Hasil bawah MD-02
	C6H12: 391,51
	C7H8 : 41,64
Total : 27412,1	Total : 27412,1

## 2. Neraca Massa per Alat

### a. Reaktor

Tabel 4.15. Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam
H <sub>2</sub>	6761,8	5109,6
CH <sub>4</sub>	26,8	21,9
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	20229,2	2644,3
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	331,6	19535,9
C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	63,3	100,4
Jumlah	27412,2	27412,1

## b. Separator

Tabel 4.16. Neraca Massa Separator

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam	
		Atas	Bawah
H <sub>2</sub>	5109,6	5109,6	-
CH <sub>4</sub>	21,9	21,9	-
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	2644,3	16,6	2627,89
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	19535,9	331,6	19204,24
C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	100,4	2,7	97,68
		5482,2	21929,81
<b>Jumlah</b>	<b>27412,1</b>	<b>27412,1</b>	

## c. Menara Destilasi (MD-01)

Tabel 4.17. Neraca Massa Menara Destilasi

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam	
		Atas	Bawah
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	2627,89	2457,1	170,79
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	19204,24	62,68	19141,56
C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	97,68	37,87	59,81
		2557,65	19372,16
<b>Jumlah</b>	<b>21929,81</b>	<b>21929,81</b>	

#### d. Menara Destilasi (MD-02)

**Tabel 4.18.** Neraca Massa Menara Destilasi

Komponen	Masuk, kg,jam	Keluar, kg/jam	
		Atas	Bawah
C6H6	170,79	170,79	-
C6H12	19141,56	18749,99	391,51
C7H8	59,81	18,16	41,64
		18938,94	433,15
<b>Jumlah</b>	<b>19372,16</b>	<b>21929,81</b>	

#### 4.4.2. Perhitungan Neraca Panas

##### a. Neraca panas reaktor

**Tabel 4.19.** Neraca panas reaktor

Komponen	Masuk, Kkal/jam	Keluar, Kkal/jam
Entalpi umpan	526114,7162	
Entalpi keluar		26305,73581
Beban panas		499808,9804
<b>Total</b>	<b>1.982.808,09</b>	<b>1.982.808,09</b>

## b. Neraca panas Heater

Tabel 4.20. Neraca panas Heater-01

No	Sumber Panas	Masuk,Kkal/jam	Keluar,Kkal/jam
1	HE-01	1.283.479,15	1.982.808,09
	Beban Panas	699.325,4483	
Total		1.982.808,09	1.982.808,09

Tabel 4.21. Neraca panas Heater-02

No	Sumber Panas	Masuk,Kkal/jam	Keluar,Kkal/jam
1	HE-02	1.982.808,09	4.224.781,574
	Beban Panas	2.241.973,483	
Total		4.224.781,574	4.224.781,574

Tabel 4.22. Neraca panas Heater-03

No	Sumber Panas	Masuk,Kkal/jam	Keluar,Kkal/jam
1	HE-03	4.718.121,958	4.954.419,007
	Beban Panas	236.297	
Total		4.954.419,007	4.954.419,007



**Tabel 4.23.** Neraca panas Heater-04

No	Sumber Panas	Masuk,Kkal/jam	Keluar,Kkal/jam
1	HE-04	61.346,4575	67.864,4299
	Beban Panas	6518,0459	
Total		67.864,4299	67.864,4299

## c. Neraca panas menara distilasi

**Tabel 4.24.** Neraca panas menara distilasi-01

No	Sumber Panas	Masuk,Kkal/jam	Keluar,Kkal/jam
1	Umpan HE - 04	60.875,2176	
2	Distilat MD - 01		154.625,55
3	Bottom MD - 01		14.926,16
4	Beban Panas CD - 01		88.749,6861
5	Beban Panas RB - 01	332.426,1785	
Total		393.301,3961	393.301,3961

**d. Neraca panas menara distilasi****Tabel 4.8.** Neraca panas menara distilasi-02

No	Sumber Panas	Masuk,Kkal/jam	Keluar,Kkal/jam
1	Cooler-03	110.187,2043	
2	Distilat MD - 02		107.630,8400
3	Bottom MD - 02		166.705,2962
4	Beban Panas CD - 02		1.151.329,6947
5	Beban Panas RB - 02	1.315.478,6267	
Total		1.425.665,8310	1.425.665,8310

## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Lokasi Unit

Pemilihan lokasi merupakan hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. *Pabrik Sikloheksana dari Benzena dan hidrogen* dengan kapasitas 150.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Cilacap Jawa Tengah. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik ini adalah :

##### 4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Unit

Faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi, adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

1. Penyediaan bahan baku

Bahan baku yang digunakan adalah benzena dan hidrogen. Benzena direncanakan diambil dari Pertamina UP-IV Cilacap dan hidrogen dari Pertamina UP-VI Balongan, sedangkan untuk bahan baku air direncanakan didapat dari sungai Serayu dengan cara diolah terlebih dahulu.

2. Pemasaran

Sikloheksena banyak di butuhkan pada industri tekstil. Industri- industri yang membutuhkan Sikloheksena baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu. Dekatnya lokasi pabrik Sikloheksena dengan mitra pabrik dan konsumen menjadikan distribusi bahan baku dan produk relatif mudah dan mengena.

### 3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan murah karena area kawasan ini memiliki sumber aliran sungai, yaitu sungai Serayu. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik dapat diperoleh dengan cukup mudah.

### 4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik, dengan didirikannya pabrik di Cilacap karena selain daerah industri juga merupakan daerah pendidikan memungkinkan untuk memperoleh tenaga kerja dengan mudah dan berkualitas baik dari kawasan Cilacap sendiri maupun dari daerah sekitar.

### 5. Transportasi

Pengangkutan bahan baku dan produk relatif mudah karena lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan Tanjung Intan serta transportasi darat yang baik.

### 6. Pembuangan Limbah

Limbah yang sudah diolah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, sehingga dapat langsung dibuang ke sungai.

#### 4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Unit

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi :

1. Perluasan Areal unit.

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan pengembangan produksi Cilacap, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

## 2. Perijinan

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

Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- a. Segi keamanan kerja terpenuhi
- b. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin
- c. Transportasi yang baik dan efisien
- d. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman

## 3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Segi keamanan kerja terpenuhi dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

### 4.2 Tata Letak Unit

Tata letak unit adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penimbunan

bahan baku dan produk yang saling berhubungan. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik efisien dan proses produksi serta distribusi dapat berjalan dengan lancar, keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi. Selain peralatan proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos penjagaan, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas barang dan proses.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak unit adalah :

1. Daerah Proses

Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

2. Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun harus benar-benar diperhatikan di dalam menentukan tata letak unit. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengamanan seperti hidran, penampung air yang cukup, dan penahan ledakan. Tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus dan perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan lainnya guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

### 3. Luas Area yang Tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah amat tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas 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 perawatan. Penempatan peralatan proses di tata sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah menjangkaunya dan dapat terjalin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

Secara garis besar tata letak unit dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

#### 1. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

Disini merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses serta produk.

#### 2. Daerah proses

Daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung

#### 3. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi

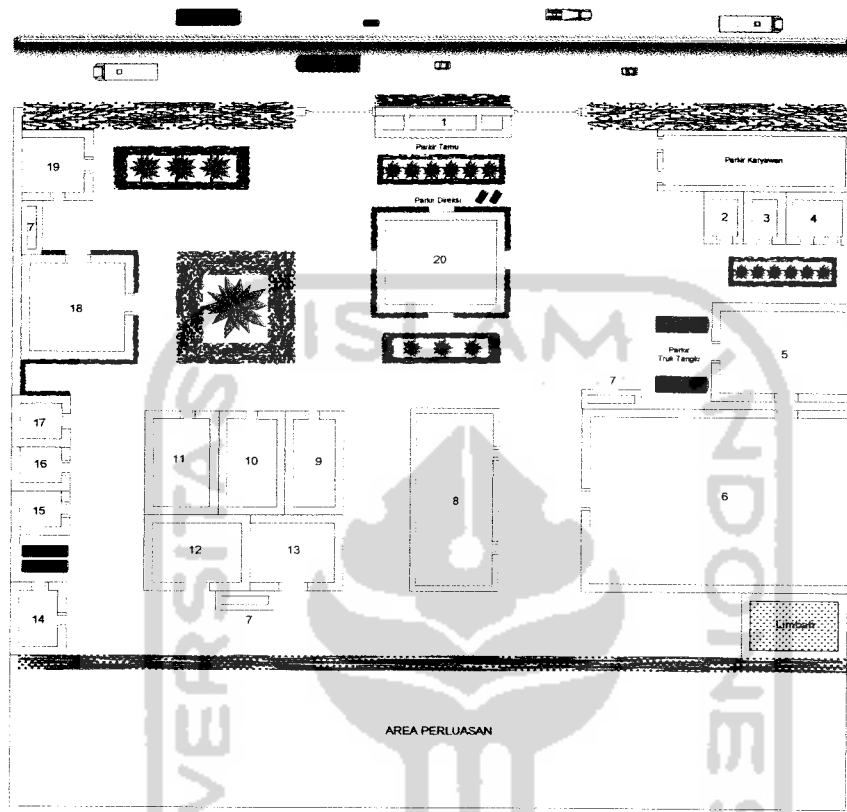
#### 4. Daerah utilitas

**Tabel 4.1.** Perincian luas tanah bangunan unit

No	Bangunan	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Ruang kendali	100
2	Laboratorium	100
3	Bengkel	300
4	Gudang Alat	400
5	Gudang	400
6	Tempat Parkir	400
7	Pos Penjagaan	50
8	Koperasi Karyawan dan Kantin	200
9	Kantor Induk Organisasi	400
10	Kantor Bagian Produksi	200
11	Poliklinik	100
12	Kantor LKKK	400
13	Masjid	300
14	Kantor Keamanan	50
15	Pembangkit Listrik	200
16	Panel-panel Instrumen	100
17	Proses Area Pabrik	10400
18	Utilitas	3500
19	Lahan Perluasan	11300
20	Mess	300
21	Jalan dan taman	500
Jumlah		29700



## Layout pabrik sikloheksana



**GAMBAR LAY OUT PABRIK  
SKALA 1 : 1000**

- |                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Kantor Keamanan & Pos Jaga | 11. Laboratoriu       |
| 2. Koperasi                   | 12. Bengkel           |
| 3. Kantin                     | 13. Gudang Bahan      |
| 4. Poliklinik                 | 14. Pemadam Kebakaran |
| 5. Area Tangki                | 15. Area Kontrol Uap  |
| 6. Area Proses                | 16. Area Kontrol Air  |
| 7. Toilet                     | 17. Generator         |
| 8. Area Utilitas              | 18. Meeting Room      |
| 9. Maintenance                | 19. Mushola           |
| 10. Kantor Proses Produksi    | 20. Kantor Pusat      |

### 4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, 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 juga diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Aliran udara

Kelancaran aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Disamping itu juga perlu diperhatikan arah hembusan angin.

3. Cahaya

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

4. Lalu lintas manusia

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

Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata letak alat proses

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

6. Jarak antar alat proses

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

7. Maintenance

*Maintenance* berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi bahan baku yang diharapkan.

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

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi :

a. *Over head* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang rusak, kemudian dikembalikan seperti kondisi semula.

b. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah :

- Umur alat

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

- Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan
- c. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya faktor yang tidak penting.

- d. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi faktor, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.

#### 4.4 Spesifikasi Alat Utilitas

##### 1 Pompa Utilitas 01 (PU-01)

Kode : PU-01

Fungsi : Mengalirkan air dari sungai menuju bak pengendapan awal (BU-01) sebesar 69252,81 kg/jam

Tipe : Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Bahan Pipa : Commercial Steel

Kapasitas : 304,91 gallon/menit

Ukuran Pipa

- Diameter Luar : 6.625 in
- Diameter Dalam : 6,065 in
- Schedule Number : 40

- Luas Penampang : 28,9 in<sup>2</sup>

Putaran Spesifik Pompa (Ns) : 1750 rpm

Menghitung Head Pompa

- Pressure Head : 0
- Velocity Head : 0.177 ft
- Static Head : 4,92 ft
- Friction Head : 3,0179 ft

Total Head (H) : 8,1244 ft  
Tenaga Motor : 2 Hp  
Effisiensi : 87 %

## 2. Bak Pengendap awal (BU-01)

Kode : BU-01

Fungsi : Menampung air yang berasal dari air sungai dan mengendap kotoran-kotoran kasar yang terbawa dalam air dengan waktu tinggal 4 jam sebesar

69252,81 kg/jam

Jenis : Bak Empat Persegi Panjang

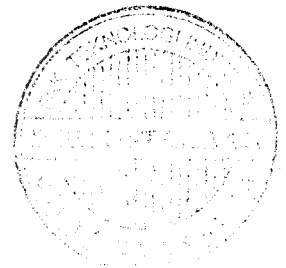
Volume : 332,435 m<sup>3</sup>

Dimensi

- Panjang : 12,89 m
- Lebar : 6,44 m
- Kedalaman : 4 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : Beton



## 3 Bak Pengendap awal (BU-02)

Kode : BU-02

Fungsi : Menampung air yang berasal dari bak pengendap awal (BU-01) sekaligus mengendapkan kotoran-

kotoran lembut secara gravitasi dengan waktu tinggal 12 jam sebesar 69252,81 kg/jam

Jenis : Bak Empat Persegi Panjang

Volume : 997,24 m<sup>3</sup>

Dimensi

- Panjang : 22,32 m
- Lebar : 11,16 m
- Kedalaman : 4 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Beton*

#### 4 .Pompa Utilitas (PU-02)

Kode : PU-02

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung awal (BU-01) menuju tangki Flokulasi (TF-01) dengan kecepatan 69252,81 kg/jam

Tipe : Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : Commercial Steel

Kapasitas : 304,91 gallon/menit

Ukuran pipa

- Diameter Luar : 8.625 in
- Diameter Dalam : 7.981 in

- Schedule Number : 40
  - Luas penampang : 50 in<sup>2</sup>
- Putaran Spesifik Pompa (Ns) : 7806,49 rpm

#### Menghitung Head Pompa

- Pressure Head : 0
  - Velocity Head : 0.05944 ft
  - Static Head : 5,7826 ft
  - Friction Head : 0,3272 ft
- Total Head (H) : 6,1692 ft
- Tenaga motor : 1Hp
- Effisiensi : 87 %

#### .5 Tangki Flokulator (TF-01)

Kode : TF-01

Fungsi : Melarutkan dan membuat campuran yang akan diumpankan kedalam Clarifier (CF-01) sebanyak

332,41 kg/jam

Jenis : Tangki Silinder Vertikal

Volume : 83,1034 m<sup>3</sup>

#### Dimensi

- Diameter : 4,7306 m
- Tinggi : 4,7306 m

Jumlah : 1 buah



**6. Pompa Utilitas (PU-03)**

Kode : PU-03

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki Flokulator (TF-01)  
menuju Clarifier (CF-01) sebanyak 69252,81  
kg/jam

Tipe : Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : Commercial Steel

Kapasitas : 304,92gallon/menit

Ukuran pipa

- Diameter Luar : 8.625 in
- Diameter Dalam : 7.981 in
- Schedule Number : 40
- Luas penampang : 50 in<sup>2</sup>

Putaran Spesifik Pompa (Ns) : 4760,5511 rpm

Menghitung Head Pompa

- Pressure Head : 0
- Velocity Head : 0.05944 ft
- Static Head : 10,6521 ft
- Friction Head : 1,2181 ft

Total Head (H) : 11,9297 ft

Tenaga motor : 2 Hp

Effisiensi : 84 %

### 7. Clarifier (CL-01)

Kode : CL-01

Fungsi : Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran bersifat koloid yang berasal dari bak penampung awal (BU-01) dengan waktu tinggal 8 jam sebanyak 69252,81 kg/jam.

Jenis : Bak Empat Persegi Panjang

Volume : 83,1034 m<sup>3</sup>

Dimensi

- Diameter : 4,7306 m
- Tinggi : 6,3075 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

### 8. Tangki Larutan Kaporit (TU-02)

Kode : TU-03

Fungsi : Melarutkan dan membuat lautan Poly elektrolit 5 % sebagai umpan kedalam Clarifier (CF-01) dengan kecepatan 3791.6700 kg/jam.

Jenis : Tangki Silinder Vertikal

Volume : 0.5284 m<sup>3</sup>

Dimensi

- Diameter : 0.8764 m
- Tinggi : 0.8764 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grades C*

### 9. Saringan Pasir (SPU-01)

Kode : SPU-01

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang telah menggumpal yang ada dalam air, dengan air yang masuk sebanyak 69252,81 kg/jam

Jumlah : 1 buah

Volume : 0,7637 m<sup>3</sup>

Volume pasir : 0,6364 m<sup>3</sup>

Dimensi

- Panjang : 1,3742 m
- Lebar : 1,3742 m
- Tinggi : 0.4044 m

Debit aliran : 304,92 gallon/menit

### 10. Bak Penampung Air Bersih (BU-03)

Kode : BU-03

Fungsi : Menampung air yang berasal dari Saringan Pasir (SPU-01) dengan waktu tinggal 12 jam sebanyak 69252,81 kg/jam

Jenis : Bak Empat Persegi Panjang

Volume : 997,2405 m<sup>3</sup>

## Dimensi

- Panjang : 22,3928 m
- Lebar : 11,1649 m
- Kedalaman : 4 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

**11. Pompa Utilitas (PU-04)**

Kode : PU-04

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih (BU-03) menuju proses Demoneralisasi untuk kebutuhan kantor, rumah tangga dan air pendingin sebanyak 12892,2756 kg/jam

Tipe : Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : Commercial Steel

Kapasitas : 56,7646 gallon/menit

Ukuran pipa

- Diameter Luar : 3,5 in
- Diameter Dalam : 3,068 in
- Schedule Number : 40
- Luas penampang : 7,39 in<sup>2</sup>

Putaran Spesifik Pompa (Ns) : 951,9824 rpm

## Menghitung Head Pompa

- Pressure Head : 0
- Velocity Head : 0.00943 ft
- Static Head : 32.5621 ft
- Friction Head : 0.36011 ft

Total Head (H) : 33,2606 ft

Tenaga motor : 2 Hp

Effisiensi : 80 %

**12. Bak Air RT dan Kantor (TU-04)**

Kode : BU-04

Fungsi : Menampung air kebutuhan Rumah Tangga dan Kantor dari Bak air bersih (BU-02) dengan waktu tinggal 12 jam sebanyak 3791.6700 kg/jam

Jenis : Tangki Silinder Vertikal

Volume : 54.600048 m<sup>3</sup>

## Dimensi

- Panjang : 6.0332 m
- Tinggi : 4 m
- Lebar : 3.0166 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grades C*

**13. Pompa Utilitas (PU-05)**

Kode : PU-05

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Cooling Tower (CT-01) menuju sistem pendingin proses dengan kecepatan 44023,4570 kg/jam

Tipe : Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : Commercial Steel

Kapasitas : 193,8347 gallon/menit

Ukuran pipa

- Diameter Luar : 5,563 in
- Diameter Dalam : 5,047in
- Schedule Number : 40
- Luas penampang : 20,01 in<sup>2</sup>

Putaran Spesifik Pompa (Ns) : 2693,7688 rpm

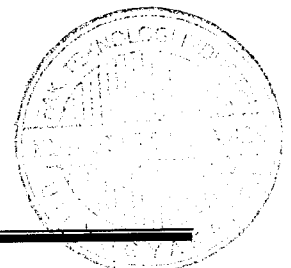
Menghitung Head Pompa

- Pressure Head : 0
- Velocity Head : 0,1499 ft
- Static Head : 18,2608 ft
- Friction Head : 0,4343 ft

Total Head (H) : 18,8451 ft

Tenaga motor : 2 Hp

Effisiensi : 86 %



**14. Pompa Utilitas (PU-06)**

Kode : PU-06

Fungsi : Mengalirkan air dari alat proses menuju Cooling Tower (CT-01) sebanyak 44023,4570 kg/jam

Tipe : Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : Commercial Steel

Kapasitas : 193,8347 gallon/menit

Ukuran pipa

- Diameter Luar : 5,563 in
- Diameter Dalam : 5,047in
- Schedule Number : 40
- Luas penampang : 20,01 in<sup>2</sup>

Putaran Spesifik Pompa (Ns) : 2624,0098 rpm

Menghitung Head Pompa

- Pressure Head : 0
- Velocity Head : 0,1506 ft
- Static Head : 16,7391 ft
- Friction Head : 2,6266 ft

Total Head (H) : 19,5157 ft

Tenaga motor : 2 Hp

Effisiensi : 87 %

**15. Cooling Tower (CT-01)**

Kode	: CT-01
Fungsi	: Mendinginkan kembali air pendingin yang telah digunakan untuk disirkulasi kembali.
Tipe	: Cooling Tower Induced Draft
Suhu masuk	: 122 °F
Suhu keluar	: 86 °F
Wet Bulb	: 70 °F
Jumlah Deck	: 12 buah
Panjang	: 2,1914 m
Lebar	: 2,1914 m
Tinggi	: 3.5475 m
Kcepatan aliran pendingin	: 3 gallon/menit.ft <sup>2</sup>
Kapasitas	: 35218,6856 kg/jam
Luas Area	: 4,8021 m <sup>2</sup>
Jumlah	: 1 buah

**16. Tangki Larutan NaCl**

Fungsi	: Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger.
Tipe	: Tangki silinder tegak.
Volume	: 3,2457 m <sup>3</sup>
Tinggi	: 1,6050 m
Diameter	: 1,6050 m
Jumlah	: 1 buah



**17. Kation Exchanger (KE-01)**

Tugas : Mengikat ion-ion positif yang ada dalam air lunak sebesar 12892,2756 kg/jam.

Tipe : Silinder Tegak, yang berisi tumpukan butir-butir Resin penukar ion.

Resin

- Diameter : 1,1591 m
- Tinggi : 1,778 m
- Volume : 1,8753 m<sup>3</sup>
- Tebal tangki : 0,0040 m

Jumlah : 2 buah yang bekerja bergantian

**18. Pompa Utilitas (PU-07)**

Kode : PU-07

Fungsi : Mengalirkan air dari Kation Exchanger menuju Anion Exchanger sebanyak 12892,2756 kg/jam

Tipe : Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : Commercial Steel

Kapasitas : 56,7646 gallon/menit

Ukuran pipa

- Diameter Luar : 3,5 in
- Diameter Dalam : 3,068 in
- Schedule Number : 40
- Luas penampang : 7,39 in<sup>2</sup>

Putaran Spesifik Pompa (Ns) : 1254,1763 rpm

## Menghitung Head Pompa

- Pressure Head : 0
- Velocity Head : 0,0943 ft
- Static Head : 22,8260 ft
- Friction Head : 0,1095 ft

Total Head (H) : 23,0398 ft

Tenaga motor : 1Hp

Effisiensi : 80 %

**19. Tangki Larutan NaOH**

Fungsi : Membuat larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger.

Tipe : tangki silinder tegak

Volume : 1,61 m<sup>3</sup>

Tinggi : 1,2705 m

Diameter : 1,2705 m

Jumlah : 1 buah

**20. Anion Exchanger (AE-01)**

Tugas : Mengikat ion-ion negatif yang ada dalam air lunak sebesar 12892,2756 kg/jam.

Tipe : Silinder Tegak, yang berisi tumpukan butir-butir Resin penukar ion.

Resin

- Diameter : 1,4964 m

- Tinggi : 1,905 m
  - Volume : 3,3487 m<sup>3</sup>
  - Tebal tangki : 0.0042 m
- Jumlah : 2 buah yang bekerja bergantian

### 21. Pompa Utilitas (PU-08)

Kode : PU-08

Fungsi : Mengalirkan air dari Anion Exchanger menuju Deaerator sebanyak 12892,2756 kg/jam

Tipe : Centifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : Commercial Steel

Kapasitas : 56,7646 gallon/menit

Ukuran pipa

- Diameter Luar : 3,505 in
- Diameter Dalam : 3,068 in
- Schedule Number : 40

- Luas penampang : 7,39 in<sup>2</sup>

Putaran Spesifik Pompa (Ns) : 1394,8465 rpm

Menghitung Head Pompa

- Pressure Head : 0
- Velocity Head : 0,0943 ft
- Static Head : 19.7826:ft
- Friction Head : 0.1095 ft

Total Head (H) : 19.9863 ft  
Tenaga motor : 1Hp  
Effisiensi : 80 %

## 22 . Deaerator (D-01)

Kode : D-01  
Tugas : Melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air sebesar 12892,2756 kg/jam.  
Tipe : Silinder Tegak, yang berisi bahan isian, dimana air disemprotkan dari atas dan udara panas dialirkan dari bawah secara counter current.  
Suhu udara panas : 150 °C  
Bahan Isian

- Tipe : Reseig Ring
- Jenis : Stone ware
- Volume : 61,8829 m<sup>3</sup>
- Tinggi : 1.3059 m
- Diameter : 1.3059 m

Jumlah : 1 buah

## 23 .Pompa Utilitas (PU-09)

Kode : PU-09  
Fungsi : Mengalirkan air dari Deaerator menuju Boiler (BL-01) sebanyak 12892,2756 kg/jam  
Tipe : Centrifugal Pump  
Jumlah : 1 buah

Bahan pipa : Commercial Steel

Kapasitas : 56,7646 gallon/menit

Ukuran pipa

- Diameter Luar : 3,5 in
- Diameter Dalam : 3,068 in
- Schedule Number : 40
- Luas penampang : 7,39 in<sup>2</sup>

Putaran Spesifik Pompa (Ns) : 976,3756 rpm

Menghitung Head Pompa

- Pressure Head : 0
- Velocity Head : 0,0943 ft
- Static Head : 32,573 ft
- Friction Head : 0,1065 ft

Total Head (H) : 31,9565 ft

Tenaga motor : 1Hp

Effisiensi : 80 %

#### 24 .Tangki Air Umpan Boiler (TU-05)

Kode : TU-05

Fungsi : Menampung air umpan Boiler sebagai air pembuat steam didalam Boiler dengan waktu Tinggal 24 jam sebesar 12892,2756 kg/jam.

Tipe : Tangki Silinder Vertikal

Volume : 30,9415 m<sup>3</sup>

Dimensi

- Diameter : 3,4032 m
- Tinggi : 3,4032 m

Jumlah : 1 buah

### 25. Boiler (BLU-01)

Kode : BLU-01

Fungsi : Membangkitkan steam jenuh pada tekanan 5 atm pada suhu 144 °C sebanyak 12892,2756 kg/jam

Tipe : Ketel Uap jenis Water Tube Boiler dengan bahan bakar Fuel Oil dilengkapi dengan Drum Seperator dengan 25 % condensate di Recycle.

Effisiensi pembakaran : 70%

Panas yang diberikan : 36109163 Btu/jam

Kebutuhan Bahan bakar : 2266,9596 kg/jam

### 26. Tangki Bahan Bakar (TU-06)

Kode : TU-06

Fungsi : Menyimpan bahan bakar untuk persediaan 1 bulan sebagai bahan bakar boiler.

Tipe : Tangki Silinder Vertikal

Volume : 11138,9261 m<sup>3</sup>

Dimensi

- Diameter : 24,2098 m
- Tinggi : 24,2098 m

Jumlah : 1 buah

**27. Tangki Larutan  $N_2H_4$** 

Fungsi : Melarutan  $N_2H_4$  yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses.

Tipe : Tangki silinder tegak

Volume : 6,6834 m<sup>3</sup>

Tinggi : 2,0419 m

Diameter: 2,0419 m

Jumlah : 1 buah

**28. Tangki Larutan  $Na_2SO_4$** 

Fungsi : Melarutan  $Na_2SO_4$  yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses.

Tipe : Tangki silinder tegak

Volume : 6,6834 m<sup>3</sup>

Tinggi : 2,0419 m

Diameter: 2,0419 m

Jumlah : 1 buah

**29. Tangki Penampung Kondensat**

Fungsi : Menampung kondensat dari alat proses sebelum disirkulasi menuju tangki umpan boiler.

Tipe : Tangki silinder tegak

Volume : 123,7658 m<sup>3</sup>

Tinggi : 5,4023 m

Diameter: 5,4023 m

Jumlah : 1 buah

### 30. Tangki Desinfektan

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

Tipe : Tangki silinder tegak

Volume : 4.5500 m<sup>3</sup>

Tinggi : 1.7963 m

Diameter: 1.7963 m

Jumlah : 1 buah

### 4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik adalah penyediaan utilitas dalam pabrik Sikloheksena ini. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Adapun 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 ini, untuk mencukupi kebutuhan air proses yaitu untuk pendingin alat-alat penukar panas (HE) digunakan air tawar untuk pompa dan minum diperoleh dari sungai Serayu yang terletak tidak jauh dari pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik yang berasal dari air laut 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 sejumlah panas persatuan volume yang tinggi.
- d. Tidak mudah menyusut dengan adanya perubahan temperature pendingin.
- e. Tidak terdekomposisi.

##### 2. Sebagai pemadam kebakaran dan alat pemadam lain

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik yang berasal dari air tawar digunakan untuk :

##### 1. Air Minum

###### a. Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat  $\square$ aktor $\square$  dan anorganik yang terlarut dalam air.

- Tidak mengandung bakteri.

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

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi :

### 1. *Clarifier*

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

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

1.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ , yang berfungsi sebagai flokulan.
2.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara

grafitasi dan secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air

baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

## 2. Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/menyaring partikel-partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira-kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi dengan *back washing*.

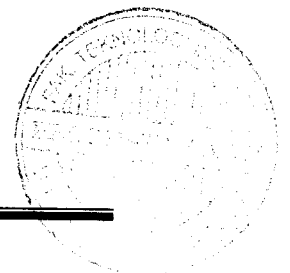
## 3. Demineralisasi

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:

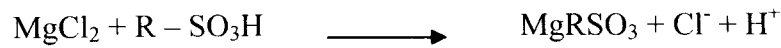
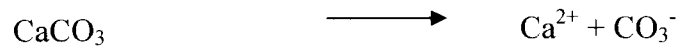
### a. *Cation Exchanger*

*Cation exchanger* ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion  $H^+$  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

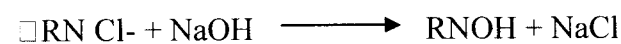
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion  $\square$ aktor $\square$ t (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti  $CO_3^{2-}$ ,  $Cl^-$  dan  $SO_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut.

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*)

d. Pendinginan dan Menara Pendingin

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

Kebutuhan air dapat dibagi menjadi :

a. Kebutuhan air pendingin

**Tabel 4.2. Kebutuhan Air Pendingin**

No	Nama Alat	Kebutuhan Air (Kg/jam)
1	Cooler-01	1224623,34
2	Cooler-02	3207,42
3	Cooler-03	2200,83
4	Cooler-04	21480,35
5	Cooler-05	945,70
6	Condensor-01	8874,96
7	Condensor-02	60945,4
<b>Jumlah</b>		<b>220116,785</b>

Air pendingin yang telah digunakan dapat dimanfaatkan kembali setelah didinginkan dalam Cooling Tower. Selama operasi pasti ada kemungkinan terdapat kebocoran, sehingga perlu adanya Make-up air 20 %

Maka make-up air pendingin = 20 % × 220116,785 kg/jam

**Tabel 4.3. Kebutuhan Steam**

No	Nama Alat	Kebutuhan Steam (Kg/jam)
1	Heater-01	8231,6
2	Heater-02	9155,35
3	Heater-03	12411,98
4	Heater-04	27295,85

5	Heater-05	89,82
6	Reboiler-01	3173,5
7	Reboiler-02	7350,12
8	Vaporizer-01	3583,59
9	Vaporizer-02	1401,16
<b>Jumlah</b>		<b>72692,98</b>

#### 4.5.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan akan tenaga listrik dipabrik ini sebesar 408,338 KW. Sudah termasuk penerangan, laboratorium, rumah tangga, perkantoran, pendingin ruangan (AC) dan kebutuhan lainnya. Untuk mencukupi kebutuhan tersebut unit TDH menggunakan listrik dari PLN, dan untuk cadangan listrik digunakan generator diesel dengan kapasitas 2000 kW jika pasokan listrik kurang. Spesifikasi generator diesel yang digunakan adalah:

- Kapasitas : 2000 Kwatt
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari generator 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%.

Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi :

a. Listrik untuk keperluan proses

◆ Peralatan proses

**Tabel 4.4.** Kebutuhan listrik alat proses

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)
1	Pompa	P – 01	1	2
2	Pompa	P – 02	1	1,5
3	Pompa	P – 03	1	1
4	Pompa	P – 04	1	2,5
5	Pompa	P – 05	1	1
6	Pompa	P – 06	1	3
7	Pompa	P – 07	1	3
8	Pompa	P – 08	1	1
9	Kompresor	K – 01	1	11656,1947
10	Kompresor	K – 02	1	3844,2653
	Total		9	15515,46

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = 15515,46 Hp

◆ Peralatan utilitas

**Tabel 4.5.** Kebutuhan listrik untuk utilitas

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)
1	Pompa	PU – 01	1	2
2	Pompa	PU – 02	1	1
2	Pompa	PU – 03	1	2
4	Pompa	PU – 04	1	2
5	Pompa	PU – 05	1	2
6	Pompa	PU – 06	1	2



7	Pompa	PU - 07	1	1
8	Pompa	PU - 08	1	1
9	Pompa	PU - 09	1	1
Total			9	14

Kebutuhan listrik untuk utilitas = 14 Hp

Total kebutuhan listrik untuk keperluan proses

$$15515,46 \text{ Hp} + 14\text{Hp} = 15529,46 \text{ Hp}$$

Diambil angka keamanan 20 % = 18635,352 Hp

b. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

- ◆ Alat kontrol diperkirakan sebesar 72 Hp
- ◆ Laboratorium, rumah tangga, perkantoran dan lain-lain diperkirakan 165 KW
- ◆ Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar = 14115,07 KW

Jika over design 25 %, maka total kebutuhan listrik = 17643.8375 K

#### 4.5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

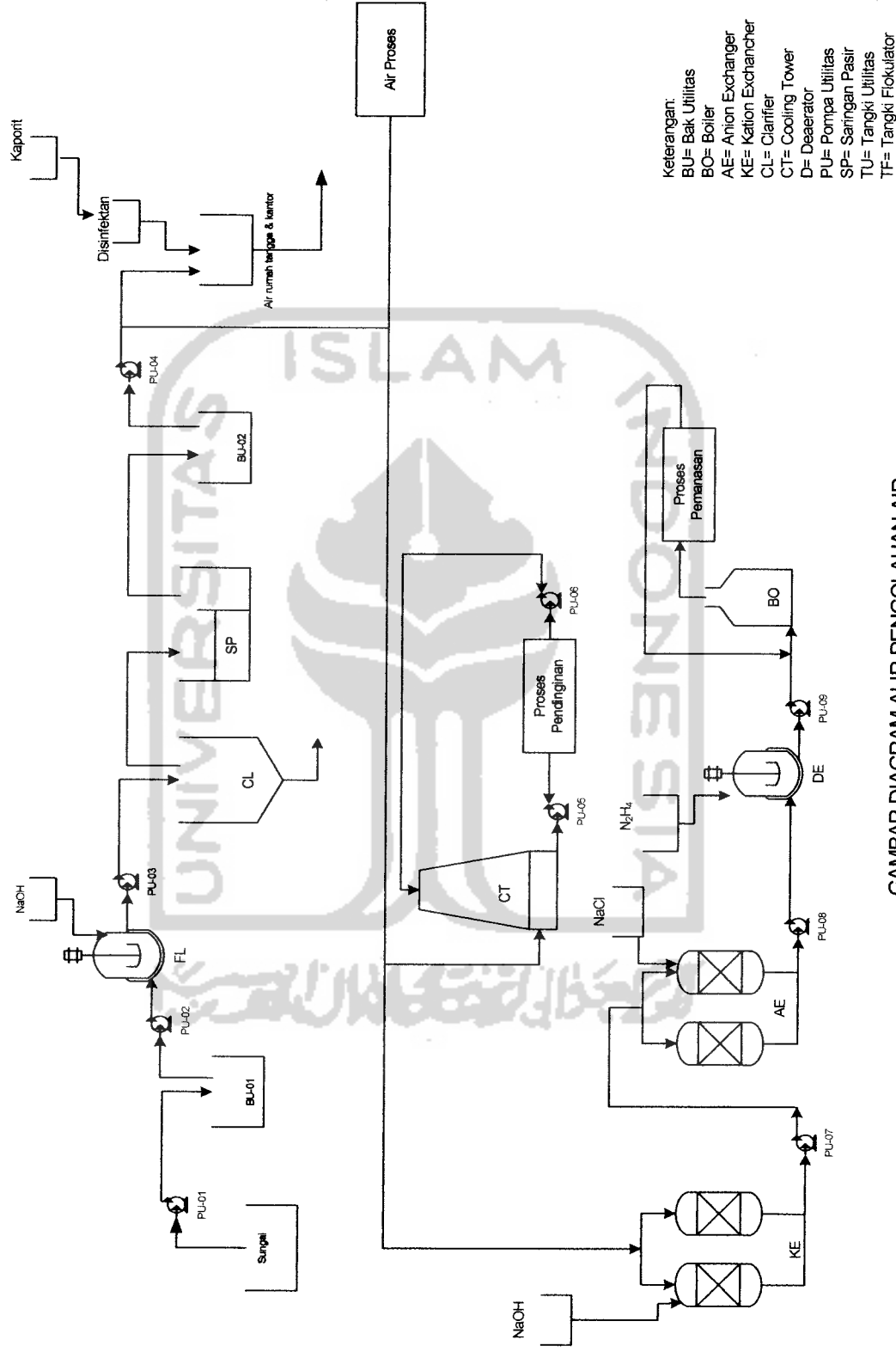
Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar yang diperoleh dari PT. Pertamina, Balongan. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah Medium Furnace Oil yang juga diperoleh dari PT. Pertamina,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

Kebutuhan bahan bakar solar :

Effisiensi 75 % dari kebutuhan listrik total.

$$\text{Effisiensi generator } 75 \% = \frac{212\text{kWatt}}{0,75} = 282,66\text{kWatt}$$

Pra-Rancangan Pabrik Sikloheksana dari benzena dan Hidrogen



GAMBAR DIAGRAM ALIR PENGOLAHAN AIR

$$= \frac{282,66kWatt \left( \frac{1Btu / jam}{0,00029307kWatt} \right)}{250000 Btu / gall}$$

$$= 222,7892gall / jam \times 3,7853lt / gall$$

$$= 843.3239lt / jam$$

Spesifikasi IDO, minyak diesel :

Heat Value = 250000 Btu/gall

Derajat API = 22 – 28 °API

Densitas = 0.874 kg/lt

Viskositas = 1.2 Cp

Kebutuhan bahan bakar untuk boiler = 843.3239 L/jam

Unit ini berfungsi untuk menyimpan kebutuhan bahan bakar di Boiler sebesar 140.1720 kg/jam, sehingga kebutuhan massa untuk 3 hari adalah : m = 420.516.

#### 4.5.5 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 2800 L/mnt.

#### 4.5.6 Unit Pengolahan Limbah

Unit TDH ini menghasilkan limbah berupa air, *hydrogen fluoride* dalam skala kecil. Pengolahan air limbah adalah pengolahan limbah pabrik yang belum memenuhi persyaratan (BOD, COD, dan lain-lain) secara mikrobiologis sehingga

air yang keluar dari pabrik memenuhi persyaratan Undang-Undang Lingkungan Hidup.

a. Bak Netralisasi (*Neutralizing Pond*)

Bak ini digunakan untuk menurunkan suhu limbah pabrik. Pada bak ini limbah mempunyai pH 4 dan suhu sekitar 35 °C.

b. Menara Pendingin

Menara pendingin digunakan untuk menurunkan suhu limbah sebelum dimasukkan kekolam-kolam. Hal ini dilakukan karena pada suhu tinggi bakteri-bakteri pengurai (pembentuk metan) mati, sedangkan suhu optimum perkembangan adalah 35 °C.

Alat ini berupa antara menara yang dipasang kisi-kisi dengan tujuan untuk mempercepat proses pendinginan. Limbah dari pabrik dipompakan ke bagian atas menara pendingin, dan turun terpancar melalui kisi-kisi sehingga suhunya turun.

c. Kolam Pembiakan (*Seeding Pond*)

Kolam ini ditujukan untuk membiakkan bakteri yang akan bekerja dalam kolam anaerobik. Isi pond ini sekitar 350 m<sup>3</sup> dan berisikan bakteri dengan kadar tinggi. Sewaktu-waktu diberi limbah unit TDH sebagai makanannya, dan pada waktu tertentu sebagian diisikan ke dalam kolam anaerobik dengan cara *overflow*.

Tidak seluruhnya limbah melakukan *Seeding pond*. Bakteri dalam *Seeding Pond* hidup apabila terlihat adanya gelembung gas metan yang timbul. pH dijaga selalu lebih kecil dari 6,5 – 6,8 dengan penambahan kapur/soda ash.

d. Kolam Anaerobik (*Anaerobic Pond*)

Pengolahan limbah unit TDH yang terutama terjadi di kolam ini, dimana lemak diubah menjadi gas metan. Kolam anaerobik ini dapat menampung air limbah pengolahan steam selama 60 hari (lemak diubah menjadi asam organik dan selanjutnya asam organik ini diubah menjadi gas metan) oleh bakteri anaerobik pembentuk metan. Untuk lebih mengaktifkan reaksi pembentukan metan maka cairan dalam kolam anaerobik harus dipompakan secara terus menerus setiap hari ke kolam anaerobik di muka. Apabila bakteri di dalam kolam ini kurang aktif, maka diambil bakteri aktif dari *Seeding Pond*, yang secara *overflow* bakteri aktif mengalir ke dalam kolam anaerobik, pH di dalam kolam dijaga ini minimal 6.

e. Kolam aerasi (*Aeration Pond*)

Kolam aerasi ditujukan untuk memperkaya cairan limbah dengan oksigen dan membunuh bakteri anaerob dengan cara menyebarkan cairan ke udara dengan menggunakan aerator, atau dengan memasukkan udara ke dalam cairan dengan menggunakan kompresor. Aerator ataupun kompresor harus berjalan terus menerus.

f. Kolam Pengendapan (*Settling Pond*)

Kolam ini ditujukan untuk mengendapkan zat-zat padat yang dikandung cairan yang berasal dari kolam anaerobik. Kolam pengendapan dapat menampung cairan limbah selama 15 hari olahan. Apabila terjadi pendangkalan karena pengendapan zat-zat padat maka dilakukan pembersihan/pengurasan.

g. Kolam Aerobik (*Aerobic Pond*)

Kolam ini ditujukan untuk memberikan kesempatan cairan dari kolam pengendapan untuk menyerap lebih banyak oksigen dari udara. Kolam ini dapat menampung limbah untuk 15 hari olahan. Kolam ini merupakan kolam terakhir dalam proses penanganan air limbah pabrik *Dodecylbenzene*. Dari kolam ini limbah yang telah diolah tersebut dapat dialirkan ke lahan aplikasi atau *overflow* kolam ini dapat dibuang ke sungai.

#### 4.6 Laboratorium

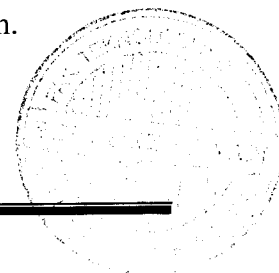
##### Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan fungsinya yang lain adalah untuk pengendalian terhadap pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air.

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atas mutu produksi perusahaan.

Tugas laboratorium antara lain :

- ⇒ Sebagai pengontrol kualitas bahan baku, apakah sudah memenuhi persyaratan yang diperkenankan atau tidak.
- ⇒ Sebagai pengontrol kualitas produk, apakah sudah memenuhi standar yang berlaku atau belum.
- ⇒ Memeriksa kadar zat-zat pada buangan pabrik yang dapat menyebabkan pencemaran agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.



Menyadari pentingnya mempertahankan kualitas tersebut, maka pabrik sikloheksana membentuk bagian yang bertugas mengendalikan mutu tersebut yaitu seksi jaminan mutu, seksi pengendalian proses yang bertugas dalam ruang *Central Control Room* dan bidang penelitian.

### **1. Seksi Jaminan Mutu**

Seksi jaminan mutu pada pabrik sikloheksana bertugas sebagai:

- a) Melakukan pengujian komposisi dan kualitas bahan baku (benzena dan hidrogen)
- b) Melakukan evaluasi dan melakukan tindakan koreksi dan pencegahan terhadap penyimpangan yang terjadi pada bahan baku.
- c) Memberikan status inspeksi dan pengujian bahan dan produksi akhir.

Sedangkan tanggungjawab seksi jaminan mutu antara lain adalah:

- a) Menjamin kualitas produk sikloheksana memenuhi standar SII (Standar Industri Indonesia)
- b) Melakukan pengujian secara kimia dan bertanggung jawab terhadap kalibrasi peralatan laboratorium.

### **2. Seksi Pengendalian Mutu**

Tugas utama dari unit ini adalah untuk mengendalikan kualitas bahan selama proses produksi yang sedang berlangsung yaitu mengatur komponen bahan baku, sehingga didapatkan produk dengan kualitas yang diinginkan.

Melakukan pengujian terhadap bahan baku dengan menggunakan analisa kimia.

Seksi pengendalian proses membawahi tiga kelompok kerja sebagai berikut:

1) Analisa produksi

Bertugas membuat data produksi sikloheksana mulai dari pemakaian bahan baku sampai proses produksi.

2) Pengendalian mutu

Bertugas mengendalikan jalannya proses pembuatan sikloheksana dari hulu ke hilir dari segi kualitas.

3) Pengolahan kebutuhan air

Bertugas menyediakan air yang layak digunakan sebagai air proses dan air sanitasi. Parameter yang diuji antara lain warna, pH, kandungan klorin, tingkat kekeruhan, total kesadahan, jumlah padatan, total alkalinitas, kadar minyak, sulfat, silica, dan konduktifitas air.

Alat-alat yang digunakan antara lain:

- a. PH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman/kebasahan air.
- b. Spectrofotometer, untuk menentukan jenis senyawa terlarut yang dalam air.
- c. Spectroskopi, untuk menentukan kadar silica, sulfat, hydrazine, turbiditas, kadar pospat dan kadar sulfat.
- d. Peralatan gravimetric, untuk mengetahui jumlah kandungan padatan dalam air



- e. Peralatan titrasi, untuk mengetahui kandungan klorida, kesadahan dan alkalinitas.
- f. Conductivitymeter, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.

Beberapa kegiatan yang dilakukan pada seksi pengendalian proses adalah

- 1) Inspeksi  
Meliputi pengamatan (pengambilan) contoh pada tiap proses.
- 2) Analisa  
Meliputi analisa kimia di laboratorium kimia.
- 3) Pengambilan tindakan  
Diadakan pengambilan tindakan bila produk yang didapatkan dari proses tidak sesuai dengan persyaratan. Pengontrolan dilakukan terhadap:
  - a) Bahan baku pembuatan etanol
  - b) Umpan masuk reaktor, separator dan menara distilasi.

### 3. Seksi Bidang Penelitian

Unit penelitian salah satu tugasnya adalah analisa bahan bakar (minyak bakar). Analisa minyak bakar pada pabrik sikloheksana bertujuan untuk mengendalikan mutu minyak. Karakteristik minyak bakar yang perlu diketahui secara umum adalah:

- 1) Analisa berat jenis dengan menggunakan alat higrometer

- 2) Analisa viskositas dengan menggunakan alat viscometer kinematik atau dengan alat Saybolt Universal (SSU).
- 3) Analisa kadar air dengan alat Water Content Tester
- 4) Analisa sedimen content
- 5) Analisa warna
- 6) Analisa nilai kalor
- 7) Analisa flash point

#### 4.7. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Bahan-bahan yang digunakan dalam pabrik cukup berbahaya, oleh karena itu diperlukan disiplin kerja yang baik. Kesalahan akan dapat mengakibatkan kecelakaan bagi manusia dan peralatan pabrik, misal kesakitan, kematian, kebakaran, keracunan dan ledakan. Untuk itu setiap karyawan pabrik diberikan perlengkapan pakaian seperti helm, sarung tangan, masker dan lain-lain.

Penanganan keselamatan kerja tidak lepas dari rancangan dan pelaksanaan konstruksi. Untuk itu semua peralatan harus memenuhi standar rancang bangun. Keamanan kerja berkaitan erat dengan aktifitas suatu industri, maka perlu dipikirkan suatu sistem keamanan yang memadai, karena menyangkut keselamatan manusia, bahan baku, produk dan peralatan pabrik.

Sistem keamanan dapat terwujud karena beberapa hal seperti pemilihan lokasi, tidak ada dampak lingkungan negatif, tata letak peralatan pabrik dan kepatuhan karyawan terhadap semua peraturan di dalam pabrik. Keamanan suatu

pabrik kimia sangat tergantung dari penanganan, pengendalian dan usaha untuk mencegah bahaya yang mungkin timbul.

Fasilitas pemadam kebakaran seperti *fire hydrant* perlu ditempatkan pada tempat-tempat yang strategis, disamping itu disediakan pula portable *fire fighting equipment* pada setiap ruangan dan tempat-tempat yang mudah dicapai.

## 4.8 Organisasi Perusahaan

### 4.8.1 Bentuk Perusahaan

Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan digolongkan menjadi empat, yaitu:

- 1) Perusahaan perorangan, modal dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap maju mundurnya perusahaan.
- 2) Persekutuan firma, modal dikumpulkan dari dua orang atau lebih, tanggung jawab yang sama menurut perjanjian, didirikan dengan akte notaris.
- 3) Persekutuan Komanditer (*CV / Commanditaire Veenootshaps*) terdiri dari dua orang atau lebih yang masing-masing berperan sebagai sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya menyertakan modalnya dan bertanggung jawab sebatas modal yang dimasukkan saja).
- 4) Perseroan Terbatas, persekutuan untuk mendirikan perusahaan dengan modal diperoleh dari penjualan saham, pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal yang dimiliki.

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada prarancangan pabrik sikloheksana dari benzena dan hidrogen adalah perseroan terbatas (PT). PT merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modal dari penjualan sahamnya dan tiap pemegang saham mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih.

Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan perusahaan atau PT tersebut. Orang yang memiliki saham berarti telah menyeter modal ke perusahaan dan berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam PT, pemegang saham hanya bertanggung jawab menyeter penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap- tiap saham.

Alasan dipilihnya bentuk PT ini berdasarkan pada beberapa faktor, antara lain:

- 1) Mudah mendapat modal yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- 2) Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- 3) Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staf yang diawasi oleh dewan komisaris.
- 4) Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya dan karyawan perusahaan.
- 5) Efisiensi manajemen

Para pemegang saham duduk dalam dewan komisaris dan dewan komisaris ini dapat memilih dewan direksi, seperti direktur utama.

6) Lapangan usaha lebih luas

Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

Ciri –ciri PT adalah:

1. Perusahaan didirikan dengan akta dari notaris berdasarkan Kitab Undang- Undang Hukum Dagang.
2. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
3. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

#### 4.8.2 Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang digunakan dalam perusahaan tersebut. Hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan, demi tercapainya keselamatan kerja antar karyawan.

Terdapat beberapa macam struktur organisasi antara lain:

1. Struktur Organisasi Line

Di dalam struktur ini biasanya paling sedikit mempunyai tiga fungsi dasar yaitu produksi, pemasaran dan keuangan. Fungsi ini tersusun dalam suatu organisasi dimana rantai perintah jelas dan mengalir ke bawah melalui tingkatan-tingkatan manajerial. Individu-individu dalam departemen-departemen melaksanakan kegiatan utama perusahaan. Setiap orang mempunyai hubungan pelaporan hanya dengan satu atasan, sehingga ada kesatuan perintah.

2. Struktur Organisasi Fungsional

Staf fungsional memiliki hubungan terkuat dengan saluran-saluran line. Bila dilimpahkan wewenang fungsional oleh manajemen puncak, seorang staf fungsional mempunyai hak untuk memerintah saluran line sesuai kegiatan fungsional.

3. Struktur Organisasi Line dan Staff

Staf merupakan individu atau kelompok dalam struktur organisasi yang fungsi utamanya memberikan saran dan pelayanan kepada fungsi line. Staf tidak secara langsung terlibat dalam kegiatan utama organisasi, posisi staf untuk memberikan saran dan pelayanan departemen line dan membantu mencapai tujuan organisasi dengan lebih efektif.

Maka struktur organisasi yang dipilih adalah struktur organisasi yang baik, yaitu sistem line dan staf pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti

yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional sangat jelas. Sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidang tertentu. Staf ahli akan memberikan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawasan demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi sistem line dan staf ini, yaitu:

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

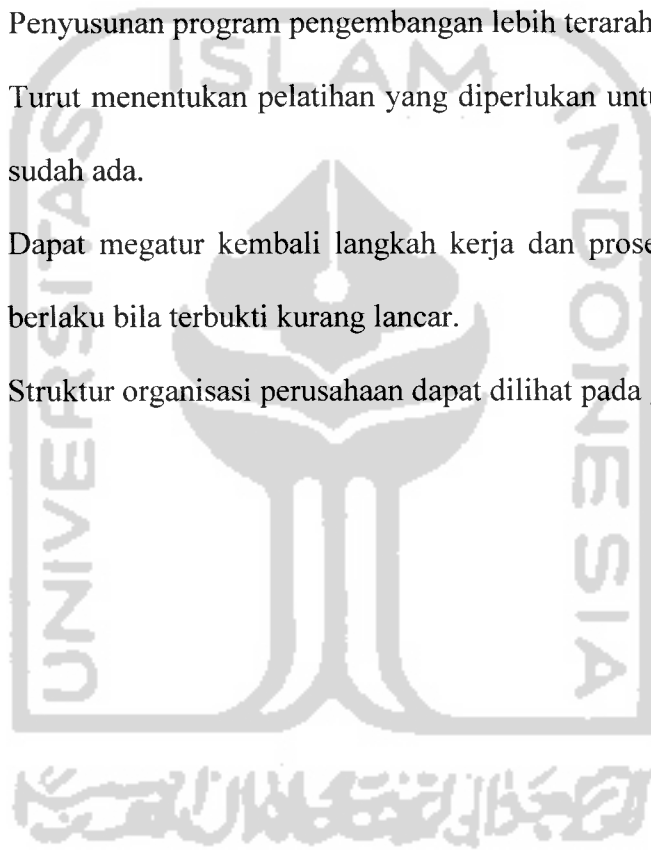
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam melaksanakan tugas sehari-harinya diwakili oleh dewan komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh direksi utama yang dibantu oleh direksi produksi serta direksi keuangan dan umum. Direksi produksi membawahi bidang pemasaran, teknik dan produksi. Sedangkan direksi keuangan dan umum membawahi bidang keuangan dan umum. Direksi ini membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu dan setiap

kepala regu akan bertanggung jawab kepada kepala pengawas pada masing-masing seksi.

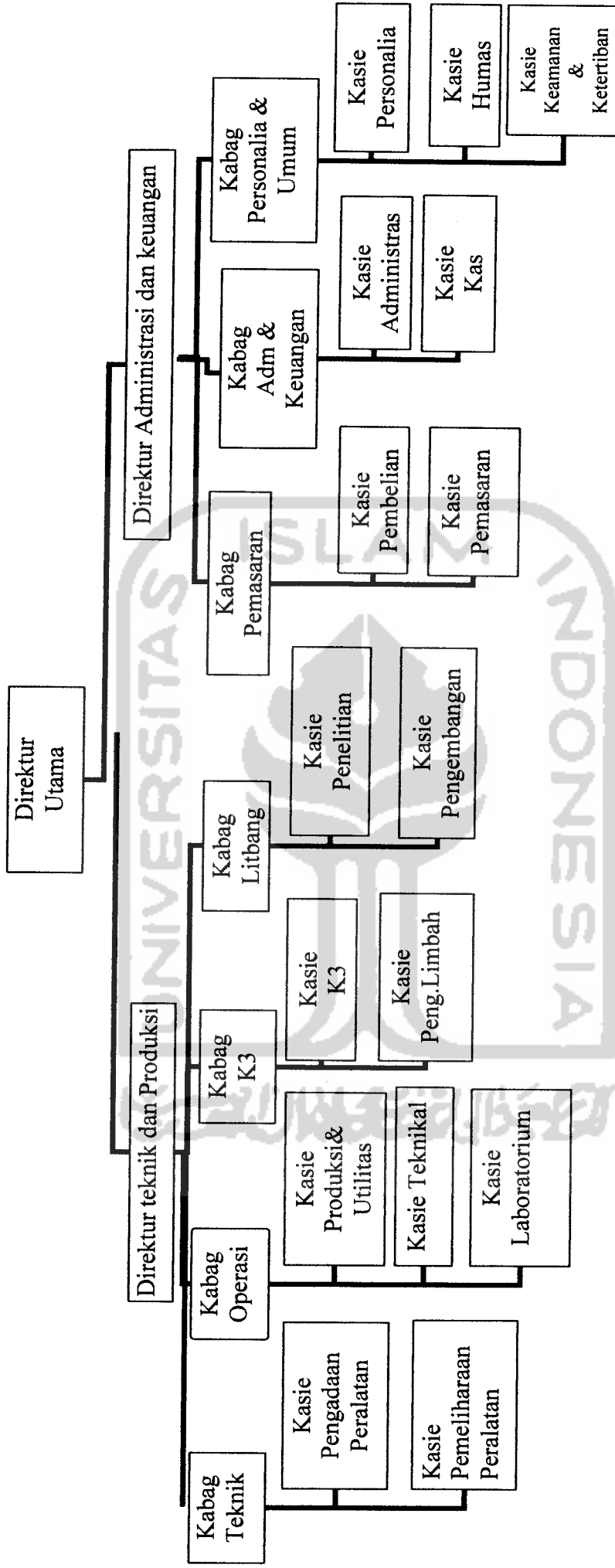
Manfaat adanya struktur organisasi adalah:

1. Persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang dan lain-lain lebih jelas.
2. Penempatan pegawai lebih tepat.
3. Penyusunan program pengembangan lebih terarah.
4. Turut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada.
5. Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 4.1







Gambar 4.1. Struktur Organisasi Perusahaan

### 4.8.3 Tugas dan Wewenang

#### 1. Pemegang Saham

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Pemegang saham ini adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT adalah Rapat Umum Pemegang Saham yang biasanya dilakukan setahun sekali. Pada rapat tersebut, para pemegang saham bertugas untuk:

1. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris.
2. Mengangkat dan memberhentikan dewan direktur.
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

#### 2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris diangkat pemegang saham dalam Rapat Umum. Dewan komisaris yang dipimpin komisaris utama merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas dewan komisaris:

1. Menilai dan menyetujui rencana dewan direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya.
2. Mengawasi tugas-tugas dewan direksi.
3. Membantu dewan direksi dalam hal-hal yang penting.
4. Mempertanggungjawabkan perusahaan kepada pemegang saham.

### 3. Dewan Direksi

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap kemajuan perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab pada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Dewan direksi yang terdiri direktur utama, direktur produksi dan direktur keuangan dan umum minimal lulusan sarjana yang telah berpengalaman dibidangnya.

Direktur utama membawahi direktur teknik dan produksi serta direktur keuangan dan umum. Tugas masing-masing direktur adalah sebagai berikut:

Tugas direktur utama antara lain:

- Melaksanakan kebijakan perusahaan dan bertanggung jawab pada Rapat Umum Pemegang Saham.
- Menjaga kestabilan organisasi dan membuat hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan dan konsumen.
- Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan Rapat Umum Pemegang Saham.
- Mengkoordinasi kerja sama dengan direktur produksi serta direktur keuangan dan umum.

Tugas direktur produksi antara lain:

- Bertanggung jawab pada direktur utama dalam bidang produksi dan teknik.
- Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepada bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas direktur keuangan dan umum antara lain:

- Bertanggungjawab pada direktur utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum dan pemasaran.
- Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### **4. Staff Ahli**

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu dewan direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang staff ahli:

- Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
- Memberikan saran dalam bidang hukum.

#### **5. Kepala Bagian**

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur bersama-sama dengan staf ahli. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur yang menangani bidang tersebut.

Kepala bagian terdiri dari:

## 1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian produksi membawahi:

### a. Seksi proses

Tugas seksi Proses:

- Mengawasi jalannya proses dan produksi
- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

### b. Seksi pengendalian

Tugas seksi pengendalian:

- Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada

### c. Seksi pengembangan proses

### d. Seksi laboratorium

Tugas seksi laboratorium antara lain:

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- Mengawasi dan menganalisa mutu produk
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan produk
- Membuat laporan berkala pada kepala bagian produksi

## 2. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik antara lain:

- Bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya

Kepala bagian teknik membawahi :

### A. Seksi Pemeliharaan

Tugas seksi pemeliharaan:

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

### B. Seksi utilitas

Tugas seksi utilitas:

- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air, dan tenaga listrik.

## 3. Kepala Bagian Pemasaran

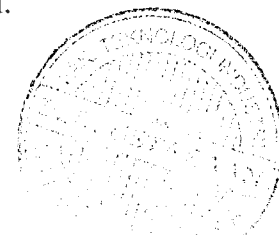
Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang penyediaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala bagian pemasaran membawahi:

### a. Seksi perencanaan

Tugas seksi perencanaan:

- Merencanakan besarnya produksi yang akan dicapai pabrik
- Merencanakan kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu yang akan dibeli



b. Seksi pembelian

Tugas seksi pembelian:

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan
- Mengetahui harga pasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang

c. Seksi pemasaran

Tugas seksi pemasaran:

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
- Mengatur distribusi hasil produksi dari gudang

#### **4. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan**

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala bagian administrasi dan keuangan membawahi:

a. Seksi administrasi

Tugas seksi administrasi:

- Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah perpajakan.

b. Seksi kas

Tugas seksi kas:

- Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat anggaran tentang keuntungan masa depan
- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

## 5. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan.

Kepala bagian umum membawahi:

### A. Seksi personalia

Tugas seksi personalia :

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja sebaik mungkin antara pekerjaan serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dan menciptakan kondisi kerja tenang dan dinamis
- Membina karier para karyawan dan melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan

### B. Seksi humas

Tugas seksi humas :

- Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

### C. Seksi keamanan

Tugas seksi keamanan:

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan



- Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik dan perusahaan
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan

#### D. Seksi komunikasi

Tugas seksi komunikasi :

- Menyelenggarakan semua sistem komunikasi di area pabrik
- Menjalin hubungan dengan penyelenggara telekomunikasi pihak lain

### 6. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing, agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

#### 4.9 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik sikoheksana ini sistem gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut:

### 1. Karyawan tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja

### 2. Karyawan harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi tanpa SK dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir pekan.

### 3. Karyawan borongan

Yaitu karyawan yang dikaryakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

**Tabel 4.6. Gaji Karyawan Pabrik per Bulan**

No	Jabatan	Jumlah	Gaji per bulan
1	Direktur Utama	1	30.000.000
2	Direktur	2	20.000.000
3	Staff Ahli	3	10.000.000
4	Ka Bagian	5	7.000.000
5	Ka Seksi	11	4.000.000
6	Sekertaris	3	3.000.000
7	Karyawan Administratif	18	1.250.000
8	Operator	46	1.400.000
9	Foreman	8	2.000.000
10	Sopir	5	750.000
11	Security	20	850.000
12	Pesuruh	39	650.000
<b>Total</b>		161	80.400.000

#### 4.10 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Sikloheksana direncanakan beroperasi 330 hari dalam setahun dan 24 jam sehari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau

perawatan dan shut down, sedangkan pembagian jam kerja karyawan pada pabrik ini terbagi menjadi dua bagian yaitu:

#### 4.10.2 Karyawan non Shift

Karyawan non shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan non shift adalah direktur, staff ahli, kepala bagian, kepala seksi, dan bagian administrasi. Karyawan non shift ini bekerja selama 34 jam kerja selama satu minggu dengan perincian:

Hari Senin – Kamis : Pukul 08.00 – 12.00 (jam kerja)

Pukul 12.00 – 13.00 (istirahat)

Pukul 13.00 – 16.00 (jam kerja)

Hari Jumat : Pukul 08.00 – 11.30 (jam kerja)

Pukul 11.30 – 13.30 (istirahat)

Pukul 13.30 – 16.00 (jam kerja)

#### 4.10.3 Karyawan shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan keamanan dan keamanan produksi. Yang termasuk karyawan shift adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, bagian keamanan, dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Para karyawan shift bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan shift dibagi dalam tiga shift dengan pengaturan sebagai berikut:

## Karyawan operasi

- Shift pagi : pukul 08.00 – 16.00
- Shift sore : pukul 16.00 – 24.00
- Shift malam : pukul 24.00 – 08.00

Untuk karyawan shift ini dibagi dalam 4 regu dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap shift dan masuk dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Contoh jadwal dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.7. Jadwal Kerja untuk Setiap Regu

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P
2	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	L	S	S
3	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L
4	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M

Keterangan:

P = shift pagi

M = shift malam

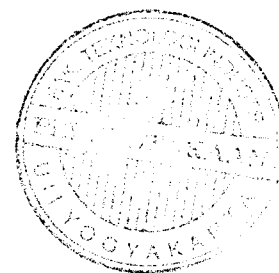
S = shift siang

L = libur

## 4.11 Pembagian Jabatan

1. Direktur utama : Sarjana Teknik Kimia
2. Direktur teknik dan produksi : Sarjana Teknik Kimia

3. Direktur keuangan dan umum : Sarjana Ekonomi
4. Kepala bagian produksi : Sarjana Teknik Kimia
5. Kepala bagian teknik : Sarjana Teknik
6. Kepala bagian keuangan : Sarjana Ekonomi
7. Kepala bagian pemasaran : Sarjana Ekonomi
8. Kepala bagian umum : Sarjana Hukum
9. Kepala sift : Diploma-3
10. Pegawai Staff : Diploma-3
11. Operator : Diploma-3
12. Security : SLTA
13. Cleaning Service : SLTP



#### 4.12 Perincian Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan harus ditentukan dengan tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif.

**Tabel 4.8. Perincian jumlah karyawan**

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur utama	1
2	Direktur teknik dan produksi	1
3	Direktur keuangan dan umum	1
4	Sekretaris	3
5	Staff Ahli	3
6	Kepala bagian pemasaran	1
7	Kepala bagian keuangan	1
8	Kepala bagian teknik	1
9	Kepala bagian produksi	1
10	Kepala bagian umum	1
11	Kepala seksi humas	1
12	Kepala seksi keamanan	1
14	Kepala seksi pembelian	1

15	Kepala seksi pemasaran	1
16	Kepala seksi administrasi	1
17	Kepala seksi kas	1
18	Kepala seksi proses	1
19	Kepala seksi pengendalian	1
20	Kepala seksi laboratorium	1
21	Kepala seksi utilitas	1
22	Kepala seksi personalia	1
23	Karyawan personalia	1
24	Karyawan humas	1
25	Karyawan keamanan	1
26	Karyawan pembeli	1
27	Karyawan pemasaran	1
28	Karyawan administrasi	1
29	Karyawan kas	1
30	Karyawan pengendali	2
31	Karyawan laboratorium	2
32	Karyawan utilitas	2
33	Karyawan research and development	1
34	Karyawan proses	4
	Foreman	8
35	Operator	46
36	Pesuruh dan cleaning service	39
	Satpam	20
37	Sopir	5
	<b>Jumlah</b>	<b>163</b>

#### 4.13 Kesejahteraan Karyawan

Salah satu faktor untuk meningkatkan efektifitas kerja pada perusahaan ini adalah kesejahteraan dari karyawan. Kesejahteraan social yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan berupa:

##### 1. Tunjangan

- Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.

- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

## 2. Cuti

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

## 3. Pakaian kerja

- Pakaian diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

## 4. Pengobatan

- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak diakibatkan kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

## 5. Asuransi

- Bagi karyawan yang bekerja di perusahaan ini didaftarkan sebagai salah satu peserta asuransi seperti JAMSOSTEK.

## 4.15 Tata Letak Pabrik dan Peralatan

### 4.15.1 Tata Letak Pabrik

Tata letak merupakan suatu pengaturan yang optimal dari perangkat dan fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak sangatlah penting dalam mendapatkan efisiensi, keselamatan dan kelancaran dari para pekerja dan keselamatan proses.

Untuk mendapatkan kondisi yang optimal, maka hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan tata letak pabrik adalah :

1. Pabrik sikloheksana ini baru (bukan pengembangan) sehingga dalam penentuan lay out tidak dibatasi oleh bangunan yang ada.
2. Berdasarkan penggunaan sikloheksana yang terus meningkat dari tahun ke tahun sehingga pengembangan pabrik sangat dibutuhkan, untuk itu perlu ada areal perluasan pabrik.
3. Faktor keamanan terutama untuk bahaya kebakaran haruslah sangat diperhatikan. Maka dalam perancangan lay out selalu diusahakan memisahkan sumber api dan sumber panas dari sumber bahan yang mudah terbakar dan meledak. Mengelompokkan unit-unit proses yang satu dengan yang lainnya agar memudahkan penanganan lokasi bahaya kebakaran yang mungkin terjadi.
4. Sistem konstruksi adalah out door untuk menekan biaya bangunan gedung. Jalannya proses tidak dipengaruhi perubahan musim.

Secara garis besar lay out dapat menjadi beberapa daerah utama yaitu:

- a. Daerah administrasi atau perkantoran, laboratorium, dan ruang kontrol.

Daerah administrasi merupakan pusat segala kegiatan administrasi



pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual.

- b. Daerah proses merupakan tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung.
- c. Daerah pergudangan umum, bengkel, dan garasi.
- d. Daerah utilitas merupakan daerah dimana penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan.

#### 4.15.2 Tata Letak Peralatan

Dalam menentukan tata letak peralatan proses pada pabrik sikloheksana ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengambilan bahan baku yang tepat akan memberikan keuntungan yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan elevansi pipa, untuk pipa diatas tanah sebaiknya dipasang pada ketinggian 3 meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah perlu diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

2. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan supaya berjalan lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang mengakibatkan akumulasi bahan

kimia yang berbahaya sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja.

### 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 perencanaan lay out perlu diperhatikan, agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu juga diperhatikan.

### 5. Jarak antar proses

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

### 6. Pertimbangan ekonomi

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

## 4.16 Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik

*Sikloheksana* 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*

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 Investment*) yang terdiri atas:
  - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
3. Total Pendapatan.

#### **4.16.1 Penaksiran Harga Peralatan**

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat seakrang adalah:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton P.16, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

$E_x$  = harga alat pada tahun X

$E_y$  = harga alat pada tahun Y

$N_x$  = nilai indeks tahun X

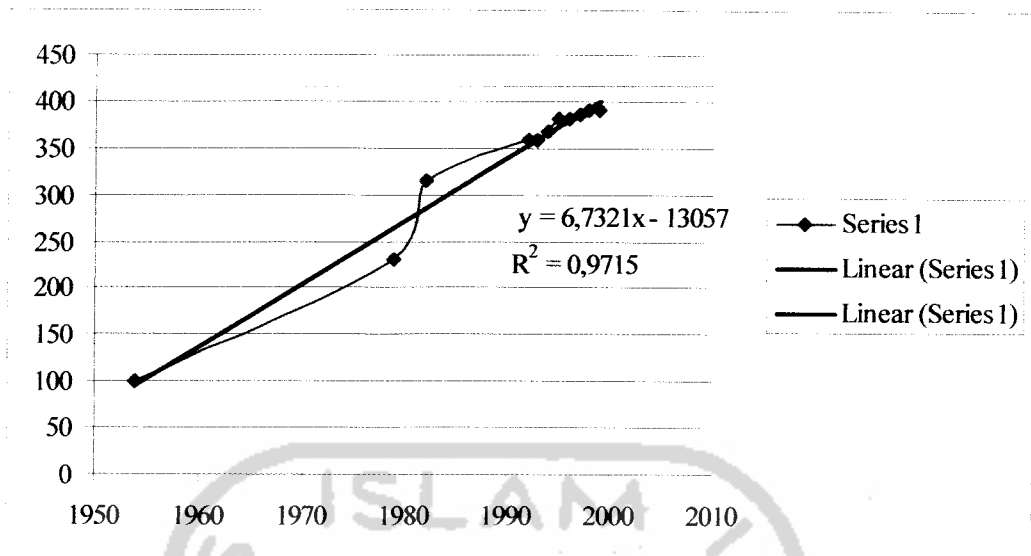
$N_y$  = nilai indeks tahun Y

Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dari Majalah "*Chemical Engineering*".

**Table 4.9.** Indeks harga alat pada berbagai tahun

Tahun	X (Tahun)	Y (Index)
-1	-2	-3
1954	1	100
1979	2	230
1982	3	315
1992	4	358,2
1993	5	359
1994	6	368,1
1995	7	381,1
1996	8	381,7
1997	9	386,5
1998	10	389,5
1999	11	390,6
2003	12	427,3963
2010	13	474,521

(Sumber: majalah "*Chemical Engineering*", Juli 2001)



**Gambar 4.5.** Grafik index harga

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

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

Dimana:

$E_a$  = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

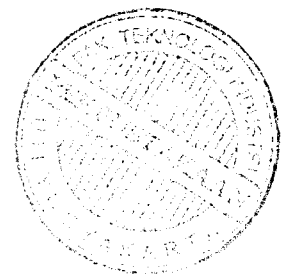
$E_b$  = Harga alat dengan kapasitas dicari.

$C_a$  = Kapasitas alat A.

$C_b$  = Kapasitas alat B.

$x$  = Eksponen.

Besarnya harga eksponen bermacam-macam, tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat pada Peter & Timmerhause 2<sup>th</sup> edition, halaman 170



#### 4.16.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi = 150.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan = 2010

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 12000

#### 4.16.3 Perhitungan Biaya

##### 4.16.3.1 *Capital Investment*

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

- 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.

##### 4.16.3.2 *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 adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

- b. *Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.
- c. *Fixed Cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.
- d. *General Expenses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

#### 4.16.3.3 *General Expense*

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

#### 4.16.4 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.

##### 4.16.4.1 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.

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

$$\text{FCI} = \text{Fixed Capital Investment}$$

#### 4.16.4.2 *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.

#### 4.16.4.3 *Discounted Cash Flow of Return (DCFR)*

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

#### 4.16.4.4 *Break Even Point (BEP)*

*Break even point* adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales value* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi di atasnya.

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

Dengan:

$Fa$  = *Annual Fixed Expense*

$Ra$  = *Annual Regulated Expense*

$Va$  = *Annual Variabel Expense*

$Sa$  = *Annual Sales Value Expense*



#### 4.16.4.5 *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*.

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

#### 4.16.4.6 Hasil Perhitungan

##### 1. Penentuan *Total Capital Investment (TCI)*

##### A. *Modal Tetap (Fixed Capital Investment)*

**Tabel 4.10.** *Fixed Capital Investment*

No (1)	Type of Capital Investment (2)	US \$ (3)	Rupiah (Rp) (4)
1	<i>Delivered Equipment</i>	4.306.441,17	-
2	<i>Equipment Instalation</i>	1.557.462,99	7.515.376.972
3	<i>Piping</i>	6.254.573,6	7.515.376.972
4	<i>Instrumentation</i>	3.003.678,62	1.409.133.182
5	<i>Insulation</i>	370.824,521	1.236.081.739
6	<i>Electrical</i>	191.586,03	191.586,03
7	<i>Buildings</i>	-	47.520.000.000
8	<i>Land and Yard Improvement</i>	-	40.500.000.000
9	<i>Utilities</i>	2.183.744,41	-
	<b><i>Physical Plant Cost</i></b>	<b>17.868.329,34</b>	<b>105.696.160.500</b>
10	<i>Engineering and Construction</i>	7.175.637,50	
	<b><i>Direct Plant Cost</i></b>	<b>43.053.824,98</b>	
11	<i>Contractor's Fee</i>	3.013.767,75	
12	<i>Contingency</i>	8.610.765,00	
	<b><i>Fixed Capital</i></b>	<b>72,546,687.07</b>	<b>105.696.160.500</b>

Kurs mata uang : \$ 1 = Rp. 12.000,00

Total Fixed Capital Investmen = Rp688.699.471.473

##### B. *Modal Kerja (Working Capital)*

**Tabel 4.11. Working Capital**

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	-	380.505.344.900
2	<i>In Process Inventory</i>	-	874.381.703
3	<i>Product Inventory</i>	-	104.925.804.370
4	<i>Extended Credit</i>	-	112.250.000.000
5	<i>Available Cash</i>	-	209.851.608.739
	<b>Total Working Capital</b>	-	<b>476.407.139.712</b>

## 2. Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

### A. Manufacturing Cost

**Tabel 4.12. Manufacturing Cost**

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	<i>Raw Materials</i>	-	1.848.256.555.200
2	<i>Labor Cost</i>	-	964.800.000
3	<i>Supervision</i>	-	978.000.000
4	<i>Maintenance</i>	-	13.773.989.429
5	<i>Plant Supplies</i>	-	2.066.098.414
6	<i>Royalties and Patents</i>	-	29.340.000.000
7	<i>Utilities</i>	-	43.107.711.226
	<b>Direct Manufacturing Cost</b>	-	<b>1.938.487.154.270</b>
1	<i>Payroll and Overhead</i>	-	144.720.000
2	<i>Laboratory</i>	-	96.480.000
3	<i>Plant Overhead</i>	-	482.400.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	-	293.400.000.000
	<b>Indirect Manufacturing Cost</b>	-	<b>294.123.600.000</b>
1	<i>Depreciation</i>	-	61.982.952.433
2	<i>Property Taxes</i>	-	6.886.994.715
3	<i>Insurance</i>	-	6.886.994.715
	<b>Fixed Manufacturing Cost</b>	-	<b>75.756.941.862</b>
	<b>Total Manufacturing Cost</b>	-	<b>2.308.367.696.132</b>

### B. General Expense

**Tabel 4.13. General Expense**

No (1)	Type of Expenses (2)	US \$ (3)	Rupiah (Rp) (4)
1	Administration	-	1.784.400.000
2	Sales	-	227.004.123.536
3	Research	-	92.334.707.845
4	Finance	-	46.604.264.447
	<b>General expense</b>	-	<b>417.767.495.829</b>

### 3. Keuntungan (*Profit*)

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

Total Penjualan Produk = Rp. 2.934.000.000.000

Total Biaya Produksi = Rp. 2.726.073.205.417

Pajak keuntungan sebesar 30% dan Zakat 20%

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp. 207.926.794.583

Keuntungan Setelah Pajak dan Zakat = Rp. 103.963.397.292

### 4. Analisa Kelayakan

#### 1. *Persent Return of Investment (ROI)*

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

◆ ROI sebelum Pajak = 30 %

◆ ROI setelah Pajak = 15 %

#### 2. *Pay Out Time (POT)*

$$POT = \frac{FCI}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

- POT sebelum Pajak = 2,55 tahun
- POT setelah Pajak = 4,15 tahun

### **Break Even Point (BEP)**

*Fixed Manufacturing Cost (Fa)* = Rp. 75.756.941.862

*Variabel Cost (Va)* = Rp. 2.214.104.266.426

*Regulated Cost (Ra)* = Rp. 435.791.583.672

*Penjualan Produk (Sa)* = Rp. 2.934.000.000.000

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

$$\text{BEP} = 49,76 \%$$

### **3. Shut Down Point (SDP)**

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

$$\text{SDP} = 31,51 \%$$

### **4. Discounted Cash Flow (DCF)**

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital (FC) = Rp. 688.699.471.473

Working Capital (WC) = Rp. 476.407.139.712

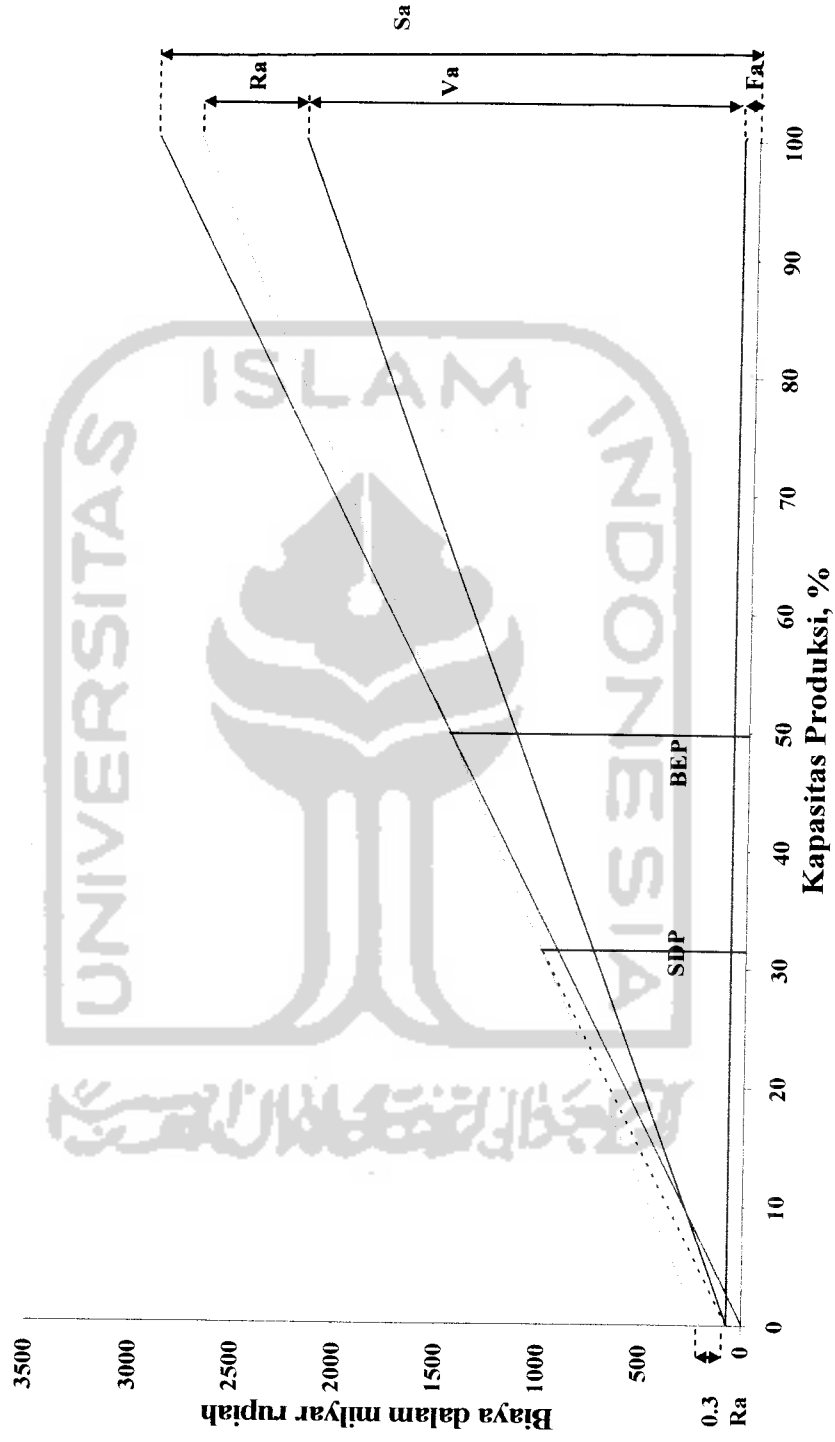
Cash Flow (CF) = Rp. 212.519.620.900

Salvage Value (SV) = Rp. 61.982.471.473

DCFR = 52,25 %

Bunga Bank rata-rata saat ini = 8 % sampai 10 %

Grafik BEP dan SDP



## BAB V

### KESIMPULAN

Dari hasil evaluasi ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik sikloheksana dari benzena dan hidrogen dengan kapasitas 150.000 ton/tahun yang rencananya akan didirikan di daerah Cilacap, Jawa Tengah maka dapat diambil kesimpulan:

1. Pendirian pabrik Sikloheksana dengan kapasitas 150.000 ton/tahun dilatar belakangi oleh pengurangan nilai import atau ketergantungan Sikloheksana dari luar negeri, sebagai penyedia bahan baku bagi pabrik-pabrik lainnya sekaligus sebagai wujud pemulihan perekonomian Indonesia dan untuk menghadapi era globalisasi.
2. Berdasarkan pertimbangan dari segi proses, keberadaan bahan baku, sifat bahan baku, kondisi operasi secara keseluruhan dan juga hasil evaluasi ekonomi maka pabrik ini merupakan pabrik dengan resiko rendah.
3. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 207.926.794.583 per tahun dan keuntungan setelah pajak dan Zakat sebesar Rp103.963.397.292 per tahun.
4. Prosentase ROI sebelum pajak adalah 30 % dan ROI setelah pajak adalah 15 % sedangkan menurut aries & Newton, harga ROI minimum sebelum pajak untuk industri dengan resiko rendah adalah 11% dan resiko tinggi adalah 44%.
5. Untuk pengembalian modal yang dipinjam sebelum pajak (POTb) selama 2,55 tahun, dan sesudah pajak (POTa) selama 4,15 tahun.
6. Break Even Point (BEP) sebesar 49,76 %
7. Shut Down Point (SDP) sebesar 31,51 %

8. Discount Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 52,25 %.

Dari kesimpulan diatas, maka pabrik yang akan kami dirikan pada tahun 2010 layak untuk didirikan.



## DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955," *Chemical Engineering Cost Estimation* ",  
Mc. Graw Hill Book Company, New York

Brown,G.G., et. al, 1978," *Unit Operation* ", Modern Asia Edition, John Wiley  
and Sons, Tokyo

Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979, " *Process Equipment Design*", 1 st.e.d.,  
Willey Eastern Ltd., New Delhi

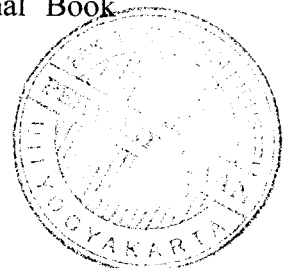
Carl. L Yaws., 1999," *Chemical Properties Handbook*", Mc Graw – Hill, New  
York

Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, " *Chemical Engineering* ", Vol. 6,  
Pergamon. Press, Oxford

Foust, A.S., 1980, " *Principles of Unit Operation* ", 2<sup>nd</sup>, New York: John Willey  
and Sons

Holman, J.P, 1986, " *Heat Transfer* ", 6<sup>th</sup>.ed, Mc. Graw-Hill Book Company  
London

Kern., 1983, " *Process Heat Transfer* ", Mc Graw-Hill International Book  
Company







FA0 = 20229.2: FB0 = 63.3: FC0 = 6761.8: FD0 = 331.6: FE0 = 26.8: T0 = 300  
 TP0 = 290 : MP = 10000  
 RBULK = 1179: DP = .0045: Z0 = 0: XA0 = 0  
 P0 = 20: XETOT = .95: ID = 1.66: OD = 2  
 DZ = .5: E = .6524: R = 8.314: RD = .00019

PRINT "Umpan C6H6 masuk reaktor (KG/J) ="; FA0  
 PRINT "Umpan C7H8 masuk reaktor (KG/J) ="; FB0  
 PRINT "Umpan Hidrogen masuk reaktor (KG/J) ="; FC0  
 PRINT "Umpan CH4 masuk reaktor (KG/J) ="; FD0  
 PRINT "Umpan C6H12 masuk reaktor (KG/J) ="; FE0  
 PRINT "Massa Jenis Katalis ="; RBULK; "kg/m^3"  
 PRINT "Diameter katalis ="; DP; "m"  
 INPUT "Suhu gas masuk reaktor (C) ="; T0  
 PRINT "Tekanan gas masuk reaktor ="; P0; "atm"  
 INPUT "Suhu pendingin masuk (C) ="; TP0  
 PRINT "Konversi total Benzen ="; XETOT  
 PRINT "Diameter luar pipa ="; OD \* 2.54 / 100; "m"  
 PRINT "Diameter dalam pipa ="; ID \* 2.54 / 100; "m"  
 INPUT "Kecepatan massa pendingin (KG/J) ="; MP  
 PRINT "Fouling factor ="; RD; "jam.m^2.K/kkal"

INPUT "TRIAL JUMLAH TUBE ="; NP  
 INPUT "", PS; CLS

T0 = T0 + 273  
 TP0 = TP0 + 273  
 ID = ID \* 2.54 / 100'm  
 OD = OD \* 2.54 / 100 'm  
 RD = RD \* 4.1842  
 DR = (ID + OD) / 2  
 PT = 1.25 \* OD  
 CL = PT - OD  
 IDS = (NP \* .866 \* PT ^ 2 \* 4 / 3.14) ^ .5  
 DE = (4 \* (.5 \* .866 \* PT ^ 2 - .5 \* 3.14 \* OD ^ 2 / 4)) / (.5 \* 3.14 \* OD)  
 BS = .25 \* IDS

\*\*\*Berat Molekul Komponen\*\*\*

BMA = 78.12: BMB = 92.14: BMC = 2.016  
 BMD = 16.04: BME = 84.16  
 FA0 = FA0 / BMA: FB0 = FB0 / BMB: FC0 = FC0 / BMC: FD0 = FD0 / BMD: FE0 =  
 FE0 / BME  
 FTOT = FA0 + FB0 + FC0 + FD0 + FE0  
 BMRT = (FA0 / FTOT) \* BMA + (FB0 / FTOT) \* BMB + (FC0 / FTOT) \* BMC + (FD0  
 / FTOT) \* BMD + (FE0 / FTOT) \* BME  
 PRINT "BM rata-rata gas umpan="; BMRT

\*\*\*Kecepatan Gas Masuk(kg/jam)\*\*\*

WA = FA0 \* BMA: WB = FB0 \* BMB: WC = FC0 \* BMC: WD = FD0 \* BMD  
 WE = FE0 \* BME  
 WTOT = WA + WB + WC + WD + WE

```

PRINT
PRINT
PRINT "
PRINT "          Komposisi gas masuk reaktor          "
PRINT "
PRINT " Gas          kg/jam          kgmol/jam          "
PRINT "
PRINT "C6H6"; USING "          #####.#####          #####.#####"; WA; FA0
PRINT "C7H8"; USING "          #####.##          #####.#####"; WB; FB0
PRINT "H2"; USING "          #####.#####          #####.#####"; WC; FC0
PRINT "CH4"; USING "          #####.#####          #####.#####"; WD; FD0
PRINT "C6H12"; USING "          #####.#####          #####.#####"; WE; FE0
PRINT "
PRINT "Total"; USING "          #####.##          #####.#####"; WTOT; FTOT
PRINT "
INPUT "", P$: CLS
    
```

PRINT " DISTRIBUSI KONVERSI,SUHU,TEKANAN SEPANJANG REAKTOR

PRINT

"
 ~~~~~
 ~~~~~"

PRINT " Z X1 T(K) TP(K) P(atm) UD RE "

PRINT

"~~~~~"  
~~~~~"

EK\$ = "##.## ##.### ###.### ###.### ####.## ####.## ####.##"

PRINT USING EK\$; Z0; XA0; T0; TP0; P0; UD; RE

10

\*\*\*PROGRAM UTAMA RUNGE KUTTA\*\*\*

Z = Z0  
xa = XA0  
t = T0  
P = P0  
TP = TP0  
GOSUB 2000

H1 = DXADZ \* DZ  
L1 = dtdz \* DZ  
M1 = DPDZ \* DZ  
N1 = dtpdz \* DZ

Z = Z0 + DZ / 2  
xa = XA0 + H1 / 2  
t = T0 + L1 / 2  
P = P0 + M1 / 2  
TP = TP0 + N1 / 2  
GOSUB 2000

H2 = DXADZ \* DZ  
L2 = dtdz \* DZ  
M2 = DPDZ \* DZ  
N2 = dtpdz \* DZ

Z = Z0 + DZ / 2  
xa = XA0 + H2 / 2  
t = T0 + L2 / 2  
P = P0 + M2 / 2  
TP = TP0 + N2 / 2  
GOSUB 2000





```

PRINT "~~~~~"
PRINT "C6H6"; USING " #####.####   #####.####"; WA; FA
PRINT "C7H8"; USING " #####.##   #####.####"; WB; FB
PRINT "H2"; USING " #####.####   #####.####"; WC; FC
PRINT "CH4"; USING " #####.####   #####.####"; WD; FD
PRINT "C6H12"; USING " #####.####   #####.####"; WE; FE
PRINT "~~~~~"
PRINT "Total"; USING " #####.##   #####.####"; WT; FT
PRINT "~~~~~"
INPUT "Tekan Enter"; ENT$
    
```

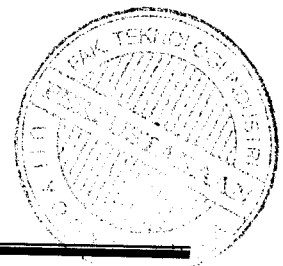
PRINT "Sifat-sifat Fisis Campuran Gas Keluar Reaktor"

```

PRINT "-----"
PRINT USING "Berat molekul rata-rata = ###.#### kg/kgmol"; MTOT
PRINT USING "Viskositas = ###.#### kg/m j"; VIS
PRINT USING "Massa jenis = ###.#### kg/m3"; RHOG
PRINT USING "Kapasitas panas = ###.#### kJ/kg K"; CPM
PRINT USING "Konduktifitas panas = #####.#### kJ/m j K"; KG
INPUT "Tekan Enter"; ENT$: CLS
PRINT
PRINT
PRINT " Konversi Total Reaksi = "; USING " ##.## %"; (xa) * 100
PRINT " Suhu gas keluar reaktor = "; USING "###.#### C"; t - 273
PRINT " Suhu pendingin keluar reaktor = "; USING "###.#### C"; TP - 273
PRINT " Tekanan keluar reaktor = "; USING " ##.#### atm"; P
PRINT " Pressure Drop di tube = "; USING " #.#### atm"; -DPDZ * Z
PRINT " Pressure drop di shell = "; USING " #.#### atm"; PDS
    
```

```

PRINT
PRINT
PRINT "---SPESIFIKASI REAKTOR---"
PRINT " Jumlah pipa ="; NP
PRINT " Diameter dalam pipa(m) ="; USING " ##.#### m"; ID
PRINT " Diameter luar pipa(m) ="; USING " ##.#### m"; OD
PRINT " Diameter shell(m) ="; USING "###.#### m"; IDS
PRINT " Tinggi tumpukan katalis(m) ="; USING "###.#### m"; Z
PRINT " Rasio H/D ="; USING " #.####"; Z / IDS
PRINT " Jarak antar baffle(m) ="; USING " ##.#### m"; BS
PRINT " Jumlah baffle ="; USING " ##"; Z / BS - 1
PRINT " Pitch(m) ="; USING " ##.#### m"; PT
PRINT " Clearance(m) ="; USING " ##.#### m"; CL
    
```



ENA DAN HID

END

\* BMC + V

2000

\*\*\*KOMPONEN GAS KELUAR REAKTOR\*\*\*

\*\*\*Laju Molar (kmol/jam)\*\*\*

$$\begin{aligned} FA &= FA0 * (1 - xa) \\ FB &= FB0 \\ FC &= FC0 - FA0 * (3 * xa) \\ FD &= FD0 \\ FE &= FE0 \\ FT &= FA + FB + FC + FD + FE \end{aligned}$$

\*\*\*Laju Massa (kg/jam)\*\*\*

$$\begin{aligned} WA &= FA * BMA \\ WB &= FB * BMB \\ WC &= FC * BMC \\ WD &= FD * BMD \\ WE &= FE * BME \\ WT &= WA + WB + WC + WD + WE \end{aligned}$$

^2) \* .00  
t ^2) \* .0  
t ^2) \* .1  
\* .00036  
\* .00036

\*\*\*Kecepatan gas (kg/jam.m<sup>2</sup>)\*\*\*

$$\begin{aligned} AT &= .25 * 3.14 * ID^2 * NP \\ GT &= WT / AT \end{aligned}$$

VISCB :  
VISC D :

\*\*\*Fraksi Mol\*\*\*

$$\begin{aligned} YA &= FA / FT \\ YB &= FB / FT \\ YC &= FC / FT \\ YD &= FD / FT \\ YE &= FE / FT \end{aligned}$$

+ YC \* |

$$\begin{aligned} \text{CPA} &= -33.917 + .4743 * t - .0003017 * t^2 + 7.13\text{E-}08 * t^3 \\ \text{CPB} &= -24.355 + .5124 * t - .0002765 * t^2 + 4.911\text{E-}08 * t^3 \\ \text{CPC} &= 27.143 + .009273 * t - .0000138 * t^2 + 2.645\text{E-}09 * t^3 \\ \text{CPD} &= 19.251 + .05212 * t + 1.197\text{E-}05 * t^2 - 1.181\text{E-}08 * t^3 \\ \text{CPE} &= -54.541 + .1112 * t - .000252 * t^2 + 1.321\text{E-}08 * t^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CPM}(1) &= \text{YA} * \text{CPA} + \text{YB} * \text{CPB} + \text{YC} * \text{CPC} + \text{YD} * \text{CPD} \\ \text{CPM}(2) &= \text{YE} * \text{CPE} \\ \text{CPM} &= \text{CPM}(1) + \text{CPM}(2) \end{aligned}$$

\*\*\*Konduktivitas Panas (kJ/jam.m.K)\*\*\*

$$\begin{aligned} \text{KGIA} &= (-.00327 + 3.0146\text{E-}05 * t + 1.2529\text{E-}07 * t^2) * (3600 / 1000) \\ \text{KGIB} &= (-.00293 + 3.0205\text{E-}05 * t + 1.0192\text{E-}07 * t^2) * (3600 / 1000) \\ \text{KGIC} &= (-.0018 + 1.9396\text{E-}05 * t + 1.3818\text{E-}07 * t^2) * (3600 / 1000) \\ \text{KGID} &= (.00121 + 8.6157\text{E-}05 * t - 1.3346\text{E-}08 * t^2) * (3600 / 1000) \\ \text{KGIE} &= (.00389 + 7.593\text{E-}05 * t - 1.1014\text{E-}08 * t^2) * (3600 / 1000) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SKGI}(1) &= \text{YA} * \text{KGIA} * \text{BMA}^{(1/3)} + \text{YB} * \text{KGIB} * \text{BMB}^{(1/3)} \\ \text{SKGI}(2) &= \text{YC} * \text{KGIC} * \text{BMC}^{(1/3)} + \text{YD} * \text{KGID} * \text{BMD}^{(1/3)} \\ \text{SKGI}(3) &= \text{YE} * \text{KGIE} * \text{BME}^{(1/3)} \\ \text{SKGI} &= \text{SKGI}(1) + \text{SKGI}(2) + \text{SKGI}(3) \\ \text{SKGA}(1) &= \text{YA} * \text{BMA}^{(1/3)} + \text{YB} * \text{BMB}^{(1/3)} + \text{YC} * \text{BMC}^{(1/3)} \\ \text{SKGA}(2) &= \text{YD} * \text{BMD}^{(1/3)} + \text{YE} * \text{BME}^{(1/3)} \\ \text{SKGA} &= \text{SKGA}(1) + \text{SKGA}(2) \\ \text{KG} &= \text{SKGI} / \text{SKGA} \end{aligned}$$

\*\*\*Kinetika Reaksi\*\*\*

$$\text{RA1} = 62.05 * \text{EXP}(-10870 / (1.987 * t)) * \text{PA}$$

\*\*\*Panas Reaksi (kJ/kmol)\*\*\*

$$\begin{aligned} \text{G1} &= (t - 298) \\ \text{G2} &= (t^2 - 298^2) \\ \text{G3} &= (t^3 - 298^3) \\ \text{G4} &= (t^4 - 298^4) \end{aligned}$$

$$\text{hr1} = 81362.2276\# - 3.245 * t - 5.1334\text{E-}04 * t^2 - .0003302 * t^3 + 4.6607\text{E-}09 * t^4$$

\*\*\*Sifat Fisis Pendingin\*\*\*

$$\begin{aligned} \text{CPP} &= (.21 + .006 * \text{TP}) * 4.2 \text{KJ/KGK} \\ \text{KP} &= (151.67 - .1 * \text{TP}) * .0042 \text{KJ/JAM M K} \end{aligned}$$



$$\text{VISP} = (1.1\text{E-}08 * \text{TP}^2 - 1.3446\text{E-}05 * \text{TP} + .0042984\#) * 3600 \text{KG/M JAM}$$
$$\text{RHOP} = -.0008 * \text{TP}^2 - .2245 * \text{TP} + 1190.4425\# \text{KG/M}^3$$

\*\*\*PERHITUNGAN UD (kJ/m<sup>2</sup>.jam.K)\*\*\*

$$\text{HI} = .813 * (\text{KG} / \text{ID}) * \text{EXP}(-6 * \text{DP} / \text{ID}) * (\text{DP} * \text{GT} / \text{VIS})^{.9}$$
$$\text{HIO} = \text{HI} * \text{ID} / \text{OD}$$
$$\text{LS} = \text{IDS} * \text{CL} * \text{BS} / \text{PT}$$
$$\text{GS} = \text{MP} / \text{LS}$$
$$\text{REP} = (\text{DE} * \text{GS}) / \text{VISP}$$
$$\text{PRP} = \text{CPP} * \text{VISP} / \text{KP}$$

$$\text{HO} = .36 * (\text{KP} / \text{DE}) * \text{REP}^{.55} * \text{PRP}^{(1/3)}$$
$$\text{UC} = \text{HIO} * \text{HO} / (\text{HIO} + \text{HO})$$
$$\text{UD} = \text{UC} / (\text{RD} * \text{UC} + 1)$$

\*\*\*PERHITUNGAN PRESSURE DROP\*\*\*

\*\*\*Pressure drop di tube(atm)\*\*\*

$$\text{GRAV} = 9.8 * 3.28 * 3600^2$$
$$\text{KIA} = (\text{GT} * .3048^2 / .454) / (\text{RHOG} * .3048^3 / .454) / (\text{DP} * 3.28) / \text{GRAV}$$
$$\text{KIB} = 150 * (1 - \text{E}) * (\text{VIS} * .3048 / .454 / 3600) / (\text{DP} * 3.28)$$
$$\text{KIC} = 1.75 * (\text{GT} * .3048^2 / .454)$$

\*\*\*Pressure drop di shell dng design factor 10%\*\*\*

$$\text{DS} = \text{IDS} * 1.1 / .3048: \text{'ft}$$
$$\text{LP} = 1.1 * \text{Z} / .3048$$
$$\text{DES} = \text{DE} / .3048$$
$$\text{PTS} = \text{PT} / .3048$$
$$\text{BSS} = .25 * \text{DS}$$
$$\text{CSS} = \text{CL} / .3048$$
$$\text{SG} = .88$$
$$\text{GSS} = 2.304 * \text{MP} / \text{DS} / \text{BSS} / \text{CSS} * \text{PTS}: \text{'dalam Lbm/(J ft}^2\text{)}$$
$$\text{RES} = \text{GSS} * \text{DES} / \text{VISP} * 1.4895$$
$$\text{F} = .013 * \text{RES}^{.2}$$
$$\text{PDS} = \text{F} * \text{GSS}^2 * \text{DS} * 12 * \text{LP} / \text{BSS} / 5.22\text{E}+10 / \text{DES} / \text{SG}$$
$$\text{PDS} = \text{PDS} / 14.7$$

\*\*\*Neraca Panas\*\*\*

$$FCPA = FA * CPA$$

$$FCPB = FB * CPB$$

$$FCPC = FC * CPC$$

$$FCPD = FD * CPD$$

$$FCPE = FE * CPE$$

$$FCP = FCPA + FCPB + FCPC + FCPD + FCPE$$

\*\*\*Persamaan Differensial\*\*\*

$$DXADZ = NP * 3.14 * ID^2 * RBULK / (4 * FA0) * (RA1)$$

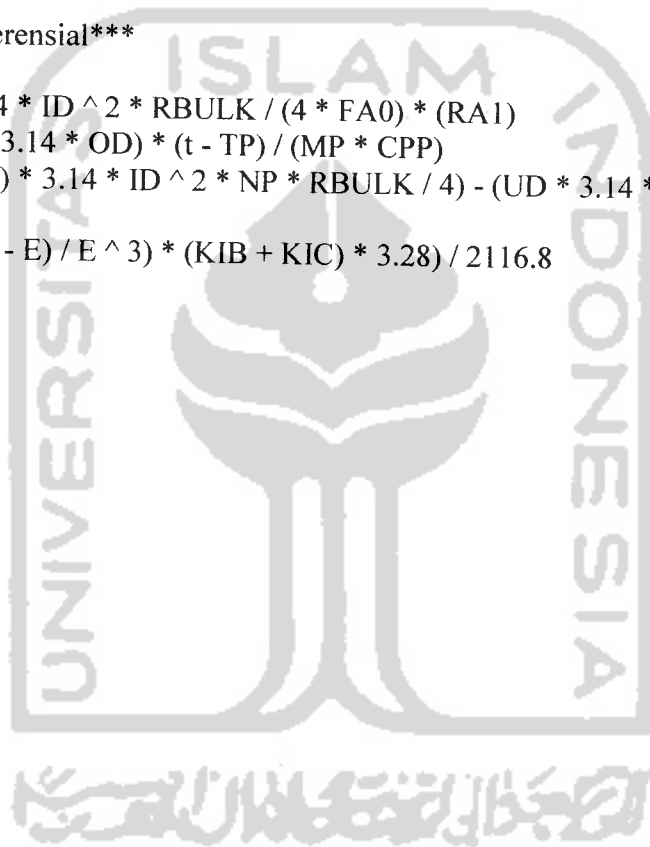
$$dtpdz = (NP * UD * 3.14 * OD) * (t - TP) / (MP * CPP)$$

$$dtdz = (((RA1 * -hr1) * 3.14 * ID^2 * NP * RBULK / 4) - (UD * 3.14 * OD * NP * (t - TP))) / FCP$$

$$DPDZ = -(KIA * ((1 - E) / E^3) * (KIB + KIC) * 3.28) / 2116.8$$

$$RE = GT * DP / VIS$$

RETURN



Umpan C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> masuk reaktor (KG/J) = 20229.2  
 Umpan C<sub>7</sub>H<sub>8</sub> masuk reaktor (KG/J) = 63.3  
 Umpan Hidrogen masuk reaktor (KG/J) = 6761.8  
 Umpan CH<sub>4</sub> masuk reaktor (KG/J) = 331.6  
 Umpan C<sub>6</sub>H<sub>12</sub> masuk reaktor (KG/J) = 26.8  
 Massa Jenis Katalis = 1179 kg/m<sup>3</sup>  
 Diameter katalis = .0045 m  
 Suhu gas masuk reaktor (C) = 300  
 Tekanan gas masuk reaktor = 20 atm  
 Suhu pendingin masuk (C) = 290  
 Konversi total Siklohexana = .95  
 Diameter luar pipa = .0508 m  
 Diameter dalam pipa = .042164 m  
 Kecepatan massa pendingin (KG/J) = 10000  
 Fouling factor = .00019 jam.m<sup>2</sup>.K/kJ  
 TRIAL JUMLAH TUBE =? 4000

BM rata-rata gas umpan= 7.54195

Komposisi gas masuk reaktor

| Gas                            | kg/jam     | kgmol/jam |
|--------------------------------|------------|-----------|
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>  | 20229.1992 | 259.3487  |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>  | 63.30      | 0.688     |
| H <sub>2</sub>                 | 6761.7998  | 3380.8999 |
| CH <sub>4</sub>                | 331.6000   | 20.725    |
| C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> | 26.8000    | 0.319     |
| Total                          | 27412.70   | 3661.9806 |

DISTRIBUSI KONVERSI,SUHU,TEKANAN SEPANJANG REAKTOR

| Z    | X1    | T(K)    | TP(K)   | P(atm) | UD     | RE     |
|------|-------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 0.00 | 0.000 | 573.000 | 563.00  | 20.00  | 0.00   | 0.00   |
| 0.50 | 0.079 | 573.924 | 566.020 | 19.999 | 148.40 | 328.49 |

**PRARANCANGAN PABRIK SIKLOHEKSANA DARI BENZENA DAN HIDROGEN**

|       |       |         |         |        |        |        |
|-------|-------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 1.00  | 0.157 | 577.171 | 568.716 | 19.999 | 144.51 | 304.78 |
| 1.50  | 0.232 | 579.594 | 571.243 | 19.998 | 140.01 | 281.87 |
| 2.00  | 0.304 | 582.122 | 573.681 | 19.997 | 135.32 | 259.88 |
| 2.50  | 0.374 | 584.724 | 576.070 | 19.997 | 130.46 | 238.90 |
| 3.00  | 0.441 | 587.389 | 578.432 | 19.996 | 125.46 | 219.02 |
| 3.50  | 0.504 | 590.111 | 580.780 | 19.996 | 120.35 | 200.32 |
| 4.00  | 0.564 | 592.892 | 583.122 | 19.995 | 115.19 | 182.87 |
| 4.50  | 0.619 | 595.731 | 585.462 | 19.995 | 110.02 | 166.72 |
| 5.00  | 0.671 | 598.630 | 587.805 | 19.994 | 104.93 | 151.91 |
| 5.50  | 0.718 | 601.586 | 590.153 | 19.994 | 99.95  | 138.45 |
| 6.00  | 0.761 | 604.594 | 592.507 | 19.993 | 95.18  | 126.34 |
| 6.50  | 0.799 | 607.647 | 594.869 | 19.993 | 90.65  | 115.56 |
| 7.00  | 0.833 | 610.733 | 597.237 | 19.993 | 86.44  | 106.07 |
| 7.50  | 0.863 | 613.840 | 599.614 | 19.993 | 82.59  | 97.79  |
| 8.00  | 0.888 | 616.952 | 601.998 | 19.992 | 79.14  | 90.67  |
| 8.50  | 0.910 | 620.054 | 604.391 | 19.992 | 76.09  | 84.60  |
| 9.00  | 0.929 | 623.130 | 606.790 | 19.991 | 73.47  | 79.48  |
| 9.50  | 0.944 | 626.165 | 609.198 | 19.991 | 71.24  | 75.23  |
| 10.00 | 0.950 | 629.149 | 611.612 | 19.991 | 69.40  | 71.72  |

**Komposisi gas keluar reaktor**

| Gas   | kg/jam  | kgmol/jam |
|-------|---------|-----------|
| C6H6  | 2644.3  | 33.901    |
| C7H8  | 100.4   | 1.09      |
| H2    | 5109.6  | 2554.8    |
| CH4   | 21.9    | 1.36      |
| C6H12 | 19535.9 | 232.57    |

Total 27412.1 2823.721

**Sifat-sifat Fisis Campuran Gas Keluar Reaktor**

Berat molekul rata-rata = 9.7068 kg/kgmol  
 Viskositas = 0.00606 kg/m j  
 Massa jenis = 2.84497kg/m<sup>3</sup>

IDA FARIDA ISMAWANTI 02521235  
 LYANA PRASULISTIANI 02521245

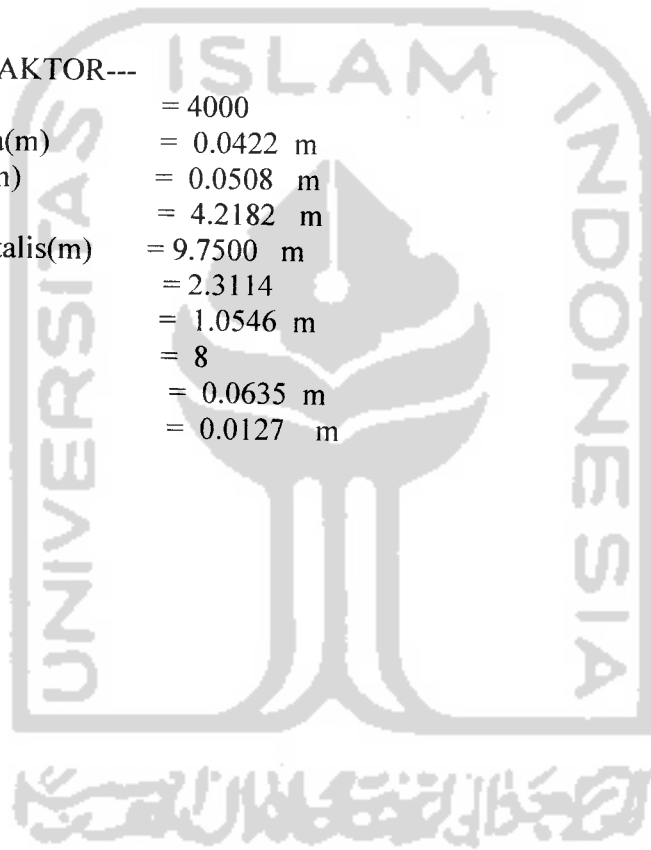


Kapasitas panas = 21.784 kJ/kg K  
Konduktifitas panas = 0.2295 kJ/m j K  
Tekan Enter?

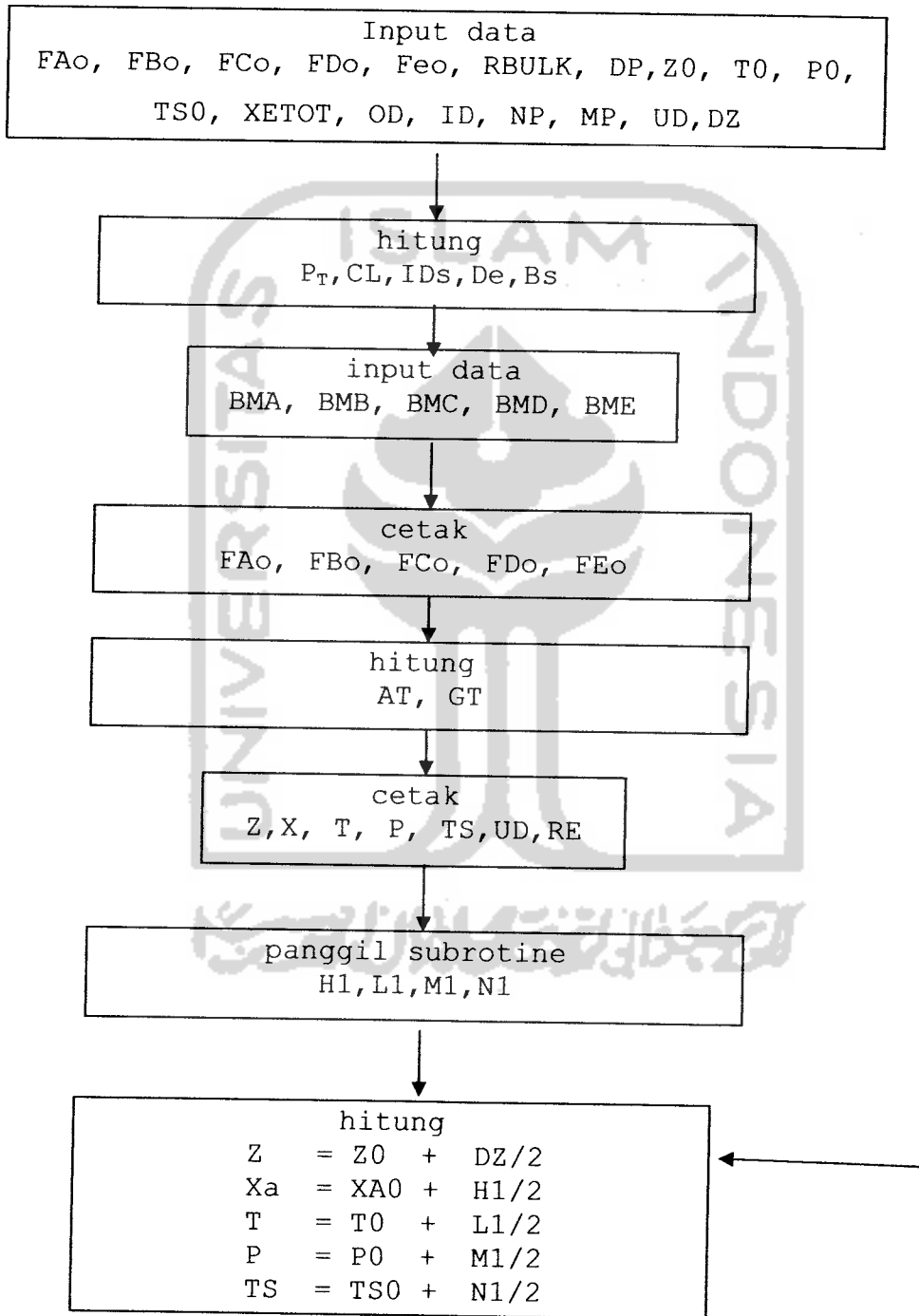
Konversi Total Reaksi = 95.00 %  
Suhu gas keluar reaktor = 350.4249 C  
Suhu pendingin keluar reaktor = 338.4729 C  
Tekanan keluar reaktor = 19.8971 atm  
Pressure Drop di tube = 0.0052atm  
Pressure drop di shell = 0.0037 atm

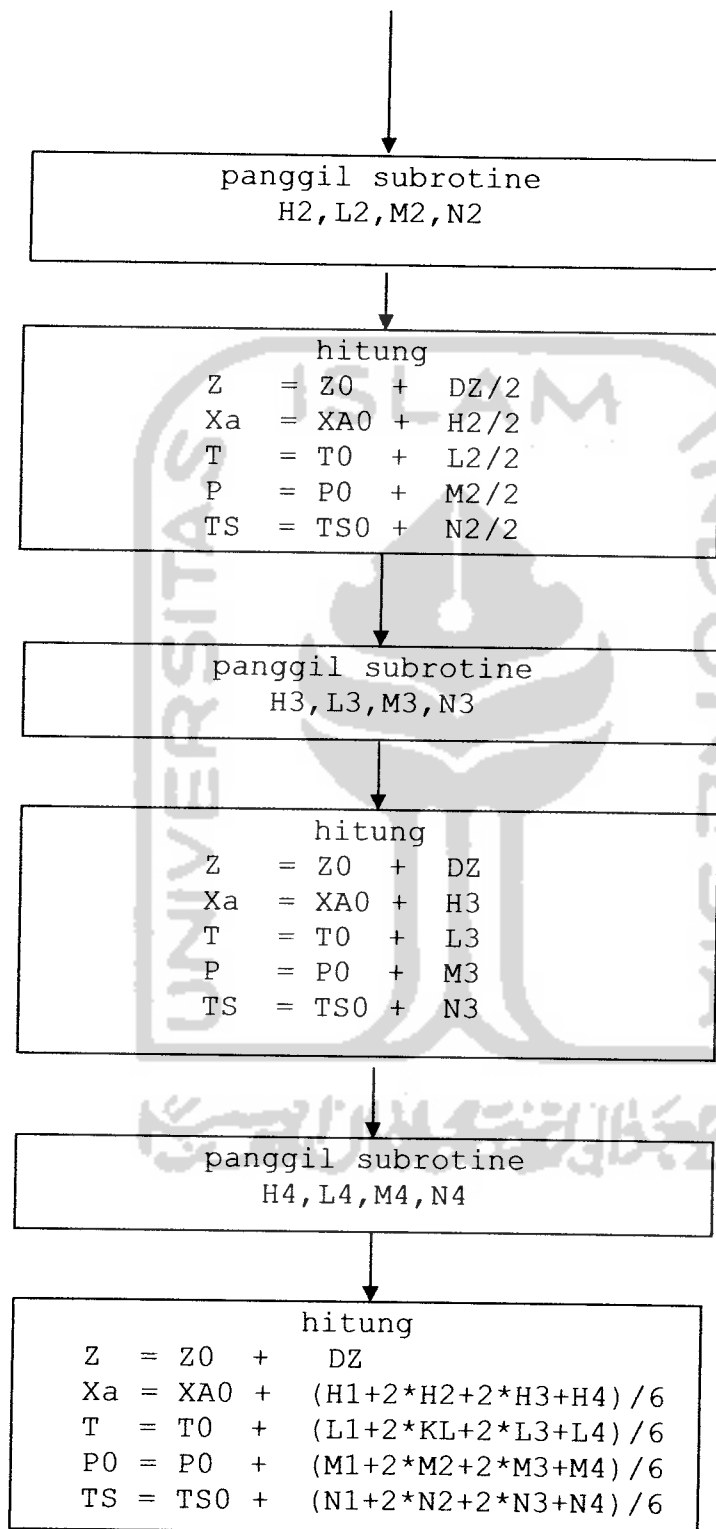
---SPESIFIKASI REAKTOR---

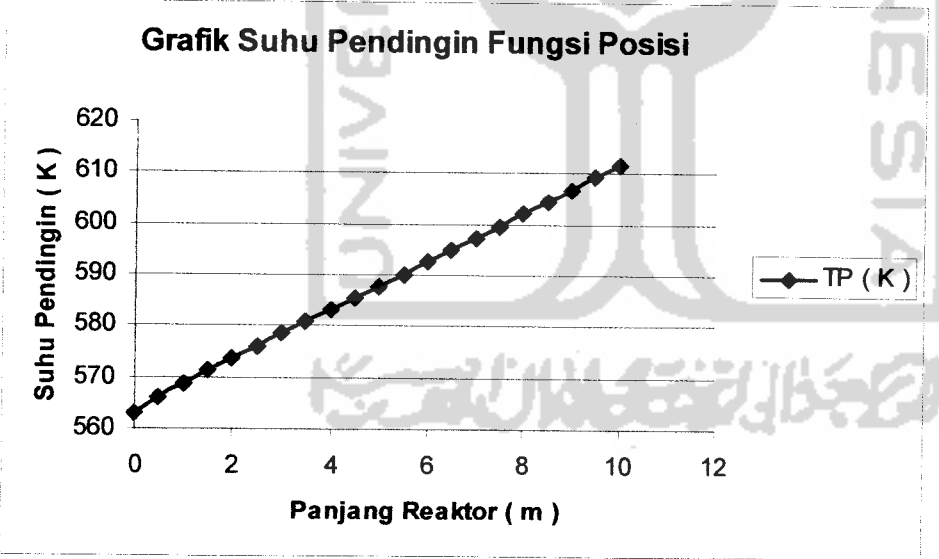
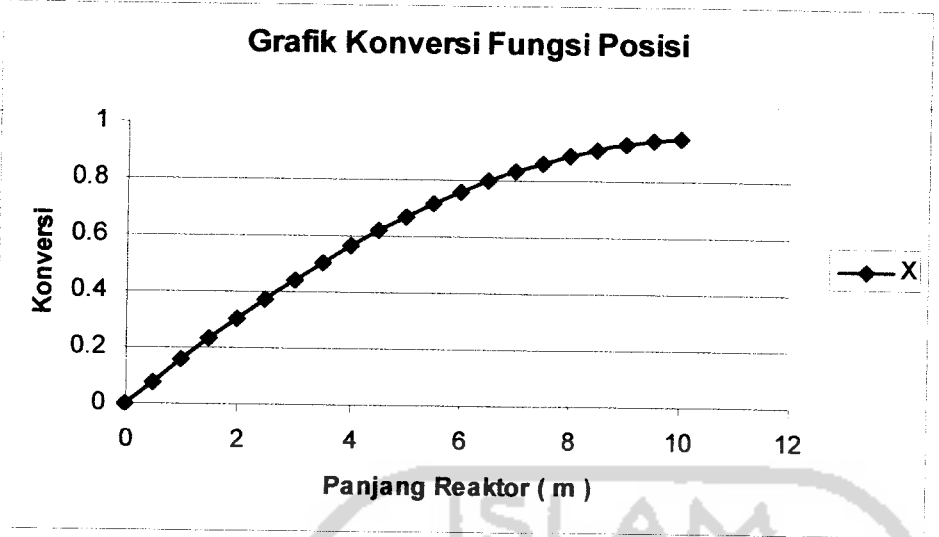
Jumlah pipa = 4000  
Diameter dalam pipa(m) = 0.0422 m  
Diameter luar pipa(m) = 0.0508 m  
Diameter shell(m) = 4.2182 m  
Tinggi tumpukan katalis(m) = 9.7500 m  
Rasio H/D = 2.3114  
Jarak antar baffle(m) = 1.0546 m  
Jumlah baffle = 8  
Pitch(m) = 0.0635 m  
Clearance(m) = 0.0127 m



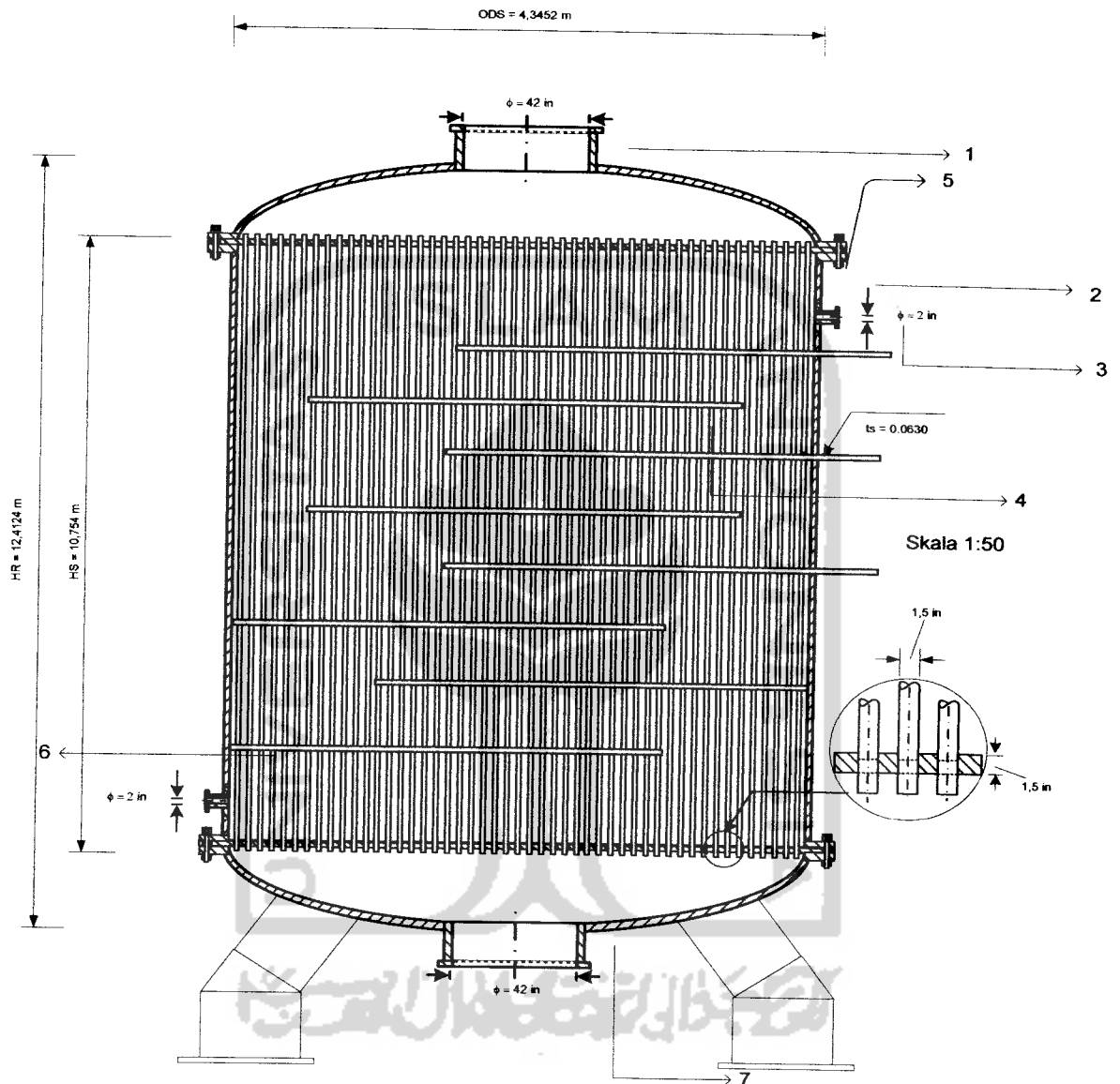
**ALGORITMA PERHITUNGAN**  
PERHITUNGAN TINGGI TUMPUKAN KATALISATOR











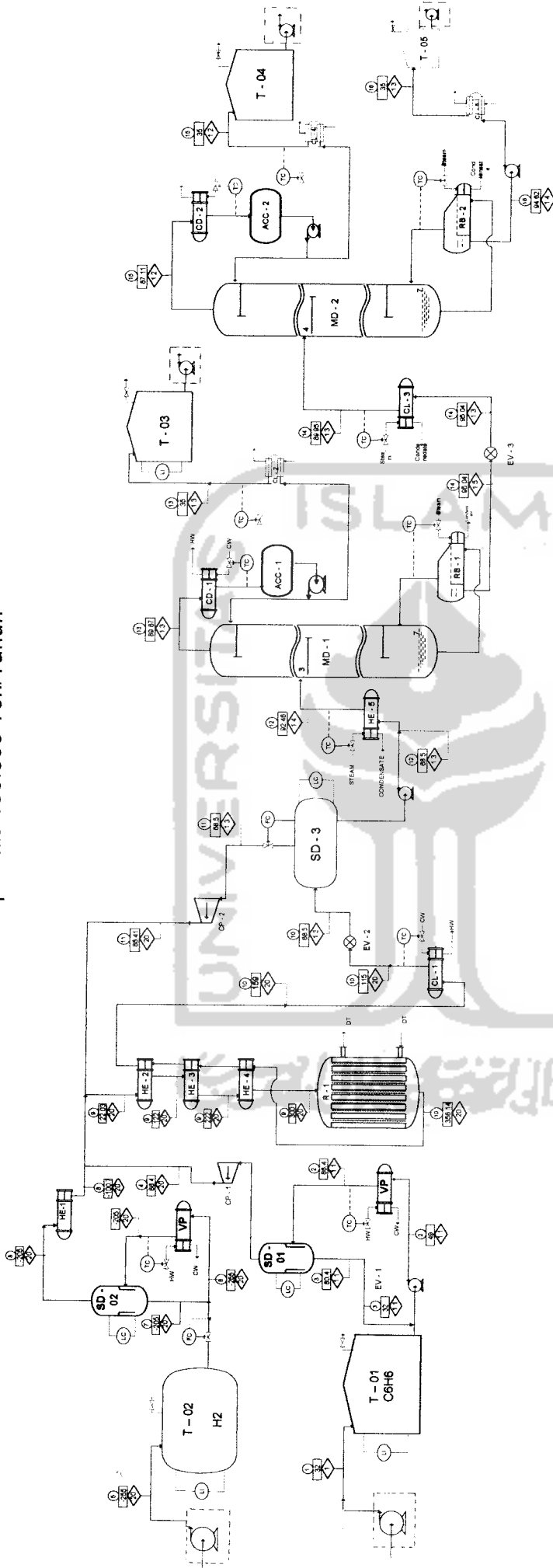
Penampang Depan Reaktor Fixed Bed Multitube

Keterangan :

- |                                |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1. Ruang Pemasukan Gas         | 5. Shell                     |
| 2. Pipa                        | 6. Ruang Pemasukan Pendingin |
| 3. Ruang Pengeluaran Pendingin | 7. Ruang Pengeluaran Gas     |
| 4. Baffle                      |                              |

# PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM

## Pra-rancangan Pabrik Sikloheksana dari Benzena dan Hidrogen Kapasitas 150.000 Ton/Tahun




| KOMPOEN | AKUN (kg/jam) |         |        |         |        |        |       |         |         |        |          |         |          |          |        |    |
|---------|---------------|---------|--------|---------|--------|--------|-------|---------|---------|--------|----------|---------|----------|----------|--------|----|
|         | 1             | 2       | 3      | 4       | 5      | 6      | 7     | 8       | 9       | 10     | 11       | 12      | 13       | 14       | 15     | 16 |
| C6H6    | 20212.6       | 25205.8 | 3053.2 | 20312.6 |        |        |       | 23226.2 | 2844.3  | 16.6   | 2827.89  | 2467.1  | 10779    | 17079    |        |    |
| C7H8    | 69.6          | 73.8    | 15.2   | 60.6    |        |        |       | 83.3    | 100.4   | 2.7    | 97.66    | 37.67   | 99.8     | 19.8     | 41.2   |    |
| H2      |               |         |        |         | 1657.2 | 2065.2 | 413   | 1652.2  | 6781.8  | 5109.6 | 5109.6   |         |          |          |        |    |
| C6H4    |               |         |        |         | 4.9    | 6.2    | 1.3   | 4.9     | 26.8    | 21.9   | 21.9     |         |          |          |        |    |
| C6H12   |               |         |        |         |        |        |       | 331.6   | 10665.9 | 331.6  | 10304.24 | 62.86   | 19141.5  | 1748.99  | 391.61 |    |
| TOTAL   | 20273.2       | 25341.6 | 1068.4 |         | 2073.1 | 1657.1 | 413.3 | 1657.1  | 27412.1 | 5482.2 | 21929.81 | 2557.57 | 19372.09 | 18938.94 | 433.15 |    |

Keterangan gambar

|     |                  |
|-----|------------------|
| VP  | VAPORIZER        |
| HE  | HEAT EXCHANGER   |
| SD  | SEPARATOR DRUM   |
| CP  | COMPRESSOR       |
| T   | TANGKI           |
| R   | REAKTOR          |
| CD  | CONDENSOR        |
| EV  | EXPANSION VALVE  |
| CL  | COOLER           |
| MD  | MEMARA DISTILASI |
| ACC | ACCUMULATOR      |
| RB  | REBOLER          |
| P   | POMPA            |

|    |                        |
|----|------------------------|
| LC | LEVEL CONTROLLER       |
| PI | PRESSURE INDICATOR     |
| FC | FLOW CONTROLLER        |
| TC | TEMPERATURE CONTROLLER |
| PC | PRESSURE CONTROLLER    |



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2007**

Oleh :  
**Lyana Praulitiana (02.521.245)**

DOSEN PEMBIMBING  
**Ir. Arief Budinana, M.S., D. Eng**