

TA/TK/2011/22

**PRA RANCANGAN PABRIK ASETALDEHID
DARI ETANOL DAN UDARA
KAPASITAS 85.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Disusun oleh :

Nama : Reni Indriati

No. Mhs : 06 521 028

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

2011

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN ASETALDEHID DARI
ETANOL DAN UDARA
KAPASITAS 85.000 T0N/TAHUN**

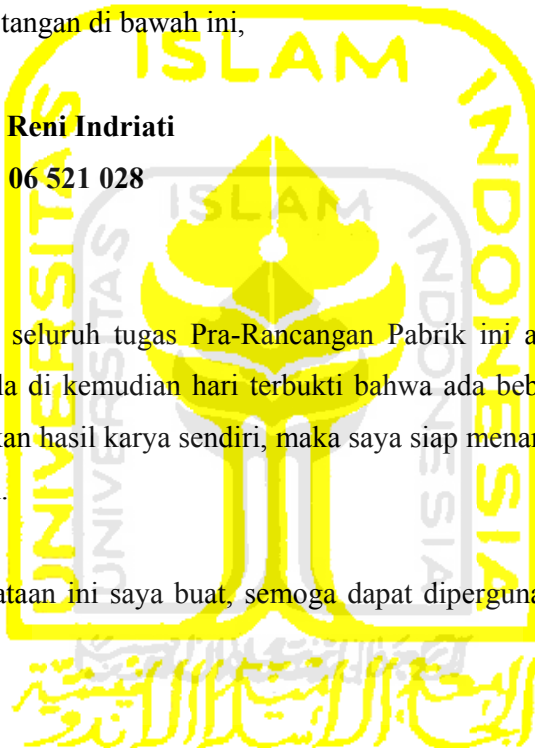
Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Reni Indriati

No. Mahasiswa : 06 521 028

Menyatakan bahwa seluruh tugas Pra-Rancangan Pabrik 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.

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



Yogyakarta, 23 Februari 2011

Reni Indriati

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK ASETALDEHID DARI ETANOL DAN UDARA KAPASITAS 85.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR



Dosen Pembimbing 1

Bachrun Sutrisno, Ir.M.Sc

Dosen Pembimbing 2

Ariany Zulkania ST.M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK ASETALDEHID
DARI ETANOL DAN UDARA
KAPASITAS 85.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

oleh:

Reni Indriati

06 521 028

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

Yogyakarta, 11 Februari 2011

Tim Penguji,

Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc

Ketua

Dr. Ir Farham HM Saleh

Anggota I

Ir. Sutarno, M.Sc

Anggota II



(Handwritten signatures of the examiners)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

(Handwritten signature of Dra. Kamariah Anwar, MS.)

Dra. Kamariah Anwar, MS.

HALAMAN PERSEMBAHAN



Kupersembahkan karya kecil ini Untuk kedua orang tuaku, kakak, adikku, dan keluargaku Dan orang yang terdekat dalam hatiku...

Thanks to

ALLAH S.W.T


Sang pemilik alam semesta beserta isinya...yang maha Pengasih dan Penyayang... Subhanallah,Alhamdulillah..berkat rahmat, hidayah serta karunia-Mu kepada hamba akhirnya hamba bisa menyelesaikan T.A ini..subhanallah allahu akbar... Ya...Allah yang maha kuasa terima kasih telah mendengarkan keluh kesah hamba..telah mendengarkan doa-doa hamba dan mengabulkan doa hamba.. Rahmat & mukjizat yang Kau berikan sungguh besar ya Rabb..maafkan hamba jika belum menjadi hambamu yang baik...tak lupa hamba haturkan segala puji bagi nabi... besar junjungan kita Nabi "Muhammad SAW" dan para sahabat-sahabatnya.

Kedua orang Tua tercinta

Papa...Mama ku yang sangat aku sayangi....



Seorang Papa yang bernama "SUPRIYONO" yang sangat aku banggakan..yang sangat baik dan sangat humoris....yang telah bersusah payah bekerja untuk kehidupan keluarganya...terima kasih pa...atas doa-doa mu...dan pengertian mu...LOVE YOU..

 Seorang Mama yang bernama “KUSNAENDARTI” yang selalu mendoakan untuk kebaikan anak-anaknya...yang telah menjadi ibu yang sangat baik...dan selalu mendengarkan curhatan ku serta yang selalu memasak makanan kesukaanku..terima kasih untuk semuanya ma...LOVE YOU...

 **Kakak dan adik ku**

Mbak lia,edo,kak Aries terima kasih ya..doa-doa nya & semangat yang telah diberikan...akhirnya aku lulus mbak...ye..... dan keponakan ku...”yayang”..yang membuat ku selalu ingin pulang kerumah...

Seluruh keluarga besar ku 

Grandma (ibu NAWANGSIH) terima kasih telah mendoakan ku sehingga aku lulus..dan terima kasih telah mendengarkan cerita ku...


Mbah Putri ku (alm) dan mbah kakung serta pakwo2 & makwo2,

Pakde2 & Bude2..Om2 & tante2...serta sepupu2 ku yang ad di tanjung (Sum-Sel)

maupun yang ada di Jogja maupun Bandung...trima kasih atas supportnya selama in...

 **Untuk yang terkasih**

Seseorang yang bernama “ANDI MEDIANTO” yang selalu mengerti aku,selalu mendengarkan keluh kesah ku yang selalu ada saat aku marah,sedih,senang,putus asa..terima kasih atas support,doa dan pengertiannya...semoga Allah memberikan yang

terbaik untuk kita berdua ya Babe.....Amienn....LOVE YOU... 



Sodara-sodara seperjuangan ku TEKIM'06

Endah , Tami makasih telah meluangkan waktunya untuk belajar bersama..makasih telah memberikan informasi berharga...Timi yang telah mengajari ku persentasi..Kiki yang telah mengantar jalan2 di malam pendadaranku..Astrid,Mita,Risa,Tita,Septi,Leni,Balkis,Fira,Dika, Ranti...yang selalu mau direpotkan dan terima kasih telah menjadi teman + sodara yang baik selama ini...juga to anak-anak Botek's 06 yang lain makasih atas doa dan supportnya....SEMANGATTTTTT.....



Anak2 kost

Buat anak-anak kost bu kemi...terima kasih bantuannya saudara-saudara q..astiti yg meminjamkan printernya di saat genting...Leha,Tami,Fidya yang membantu menyusun lembaran2 naskah revisian ku...Endah,Adin,Yuni,Winda,Nela,Funny makasih doa nya....

Buat yang ga bisa disebutin satu-satu maaf dan makasih banyak yah...

WASSALAM

Rere..Rose ^_~

MOTTO

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.(Asy syarh, ayat 2-8)

“APA YANG MENIMPAMU BERUPA KEBAIKAN, ITULAH YANG DATANG DARI ALLAH SWT DAN APA YANG MENIMPAMU BERUPA KEJAHATAN (KEBURUKAN) ITU DATANG DARI DIRIMU SENDIRI “.

(Q.S. AN-NISA 4:79).

“Hadapkanlah dirimu pada ketakutanmu,pada kesulitanmu....

Dan rasakan Bahwa Allah SWT akan menolongmu dan akhirnya akan terasa nikmat,lakukan semua dengan keikhlasan serta kepolosanmu.....”

Ada kalannya kita takut atas apa yang akan terjadi di masa yang akan datang...yang bisa kita lakukan hanyalah berusaha dan berdoa..dan menyerahkannya semua kepada ALLAH SWT...

“Kepuasan terletak pada usaha, bukan pada hasil. Usaha dengan keras adalah kemenangan yang hakiki”..... (Gandhi)

“Jenius ialah 1 % inspirasi dan 99 % tetesan keringat” (Thomas Alfa Edison)

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kita panjatkan Ke-hadirat Allah SWT sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Teriring sholat serta salam semoga tercurah kepada suri tauladan kita Nabi Muhammad SAW.

Sesuai dengan kurikulum pada program studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, maka salah satu kewajiban bagi setiap mahasiswa adalah menempuh Tugas Akhir yang merupakan syarat yang harus ditempuh untuk menuju kelulusan. Untuk memenuhi kewajiban tersebut, maka penyusun telah melaksanakan Tugas Akhir dengan mengambil judul

“ Pra rancangan Pabrik Asetaldehid dari Etanol dan Udara Kapasitas 85.000 ton/tahun ”.

Terlaksananya Tugas Akhir ini tentu saja tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. ALLAH SWT yang telah memberi kemudahan, mukjizat, berkah kepada saya sehingga TA ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. PapaQ, MamaQ, Mbak Lia & Edo, Kak Aries Putri Seira (Yayang) yang selalu mendukung baik moral maupun material dan yang selalu mendoakan sehingga TA ini berjalan lancar.
3. Grandma dan seluruh keluarga besar di Tanjung enim dan Yogyakarta.

4. Bapak Gumbolo HS., Ir., M Sc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Dra., Hj. Kamariah Anwar, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Bachrun Sutrisno Ir.M.Sc, selaku Dosen Pembimbing 1 dan Ibu Ariany Zulkania ST.M.Eng selaku Dosen pembimbing 2 Tugas Akhir ini yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
8. Teman-teman seperjuangan ku di TEKIM '06.....
9. Kakak-kakak angkatan yang telah banyak membantu...thanks...
10. Semua pihak yang telah membantu penyusun hingga terselesaikannya laporan ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kesalahan dan kekurangannya. Oleh sebab itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan yang akan datang.

Akhirnya penyusun berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamualaikum. Wr.Wb.

Yogyakarta, 23 Februari 2011

Reni Indriati

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan Keaslian	ii
Halaman Pengesahan Pembimbing.....	iii
Halaman Pengesahan Penguji.....	iv
Halaman Persembahan.....	Vi
Motto.....	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xv
Abstrak	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.1.1 Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.2 Tinjauan Pustaka	5
1.2.1 Macam-macam Proses.....	5
BAB II PERANCANGAN PRODUK	
2.1 Spesifikasi Bahan	10
2.1.1 Spesifikasi Produk.....	10
2.1.2 Spesifikasi Bahan Baku	11
2.1.3 Spesifikasi Bahan Pembantu.....	14

2.2 Pengendalian Kualitas	15
BAB III PERANCANGAN PROSES	
3.1 Uraian Proses.....	19
3.1.1 Persiapan Bahan Baku	19
3.1.2 Reaksi Dalam Reaktor	20
3.1.3 Proses Pemisahan dan Pemurnian Produk	20
3.2 Metode Penentuan Perancangan.....	21
3.2.1 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses.....	22
3.2.2 Neraca Massa	23
3.2.3 Neraca Panas	28
3.3 Spesifikasi Alat Proses	31
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	
4.1 Lokasi Pabrik.....	63
4.2 Tata Letak Pabrik	65
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	67
4.4 Spesifikasi Alat Utilitas.....	72
4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas).....	91
4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	91
4.5.2 Unit Pembangkit Listrik.....	97
4.5.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar	100
4.5.4 Unit Pembangkit Steam	100
4.5.5 Unit Pengadaan Kebutuhan Downterm A.....	101
4.5.6 Unit Penyediaan Udara Tekan.....	101

4.6	Unit Pengolahan Limbah.....	102
4.6.1	Pengolahan Bahan Buangan Cair.....	102
4.6.2	Pengolaha Bahan Buangan Gas.....	103
4.7	Laboratorium	103
4.7.1	Kegunaan Laboratorium	103
4.7.2	Program Kerja Laboratorium.....	104
4.7.3	Alat-Alat Utama Laboratorium.....	106
4.8	Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	108
4.9	Organisasi Perusahaan.....	109
4.9.1	Bentuk Perusahaan.....	109
4.9.2	Struktur Organisasi Perusahaan	110
4.9.3	Tugas dan Wewenang.....	112
4.9.3.1	Pemegang Saham	112
4.9.3.2	Dewan Komisaris.....	113
4.9.3.3	Dewan Direksi.....	113
4.9.3.4	Staf Ahli	114
4.9.3.5	Kepala Bagian	115
4.9.3.6	Kepala Bagian	115
4.9.3.7	Kepala Seksi.....	117
4.9.4	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	126
4.9.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan	126
4.9.5.1	Jadwal <i>Non Shift</i>	126

4.9.5.2	Jadwal <i>Shift</i>	127
4.9.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah karyawan dan gaji	128
4.9.6.1	Penggolongan Jabatan	128
4.9.6.2	Perincian Jumlah Karyawan	128
4.9.6.3	Sistem Gaji Pegawai	130
4.9.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	131
4.9.8	Manajemen Produksi.....	132
4.9.8.1	Perencanaan Produksi.....	133
4.9.8.2	Pengendalian Produksi	134
4.10	Analisa Ekonomi	135
4.10.1	Penaksiran Harga Peralatan.....	136
4.10.2	Dasar Perhitungan	138
4.10.3	Perhitungan Biaya	139
4.10.3.1	<i>Capital Investment</i>	139
4.10.3.2	<i>Manufacturing Cost</i>	139
4.10.3.3	<i>General Expanse</i>	140
4.10.4	Analisa Kelayakan	140
4.10.4.1	<i>Percent Return on Investment (ROI)</i>	140
4.10.4.2	<i>Pay Out Time (POT)</i>	141
4.10.4.3	<i>Discounted Cash Flow of Return (DCFR)</i> ..	141
4.10.4.4	<i>Break Even Point (BEP)</i>	141
4.10.4.5	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	142
4.10.5	Hasil Perhitungan	142

4.10.5.1	Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI) ...	142
4.10.6	Analisa Keuntungan.....	148
4.10.7	Hasil Kelayakan Ekonomi.....	148
4.10.7.1	<i>Percent Return on Investment</i> (ROI).....	148
4.10.7.2	<i>Pay Out Time</i> (POT).....	148
4.10.7.3	<i>Break Even Point</i> (BEP).....	149
4.10.7.4	<i>Shut Down Point</i> (SDP).....	149
4.10.7.5	<i>Discounted Cash Flow of Return</i> (DCFR).....	149
BAB V	PENUTUP	
5.1	Kesimpulan.....	151
DAFTAR PUSTAKA	152
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Impor Asetaldehid.....	2
Tabel 1.2	Pabrik Asetaldehid di luar negeri	3
Tabel 3.1	Neraca massa total	25
Tabel 3.2	Neraca massa Vaporizer (VP-01)	25
Tabel 3.3	Neraca massa Separator - 01 (SP-01)	26
Tabel 3.4	Neraca massa Reaktor <i>Fixedbed</i> (R-01)	26
Tabel 3.5	Neraca massa Separator – 02 (SP-02)	27
Tabel 3.6	Neraca massa Menara Distilasi – 01(MD-01)	27
Tabel 3.7	Neraca massa Menara Distilasi – 02 (MD-02)	28
Tabel 3.8	Neraca panas Reaktor-01 (R-01)	28
Tabel 3.9	Neraca panas Vaporizer (VP-01).....	29
Tabel 3.10	Neraca panas Separator - 01 (SP-01).....	29
Tabel 3.11	Neraca panas Separator - 02 (SP-02).....	29
Tabel 3.12	Neraca panas Menara Distilasi – 01(MD-01).....	30
Tabel 3.13	Neraca panas Menara Distilasi – 02 (MD-02).....	30
Tabel 3.14	Neraca panas Total	31
Tabel 4.1	Perincian luas tanah bangunan pabrik	66
Tabel 4.2	Kebutuhan air pendingin	96
Tabel 4.3	Kebutuhan listrik alat proses	98
Tabel 4.4	Kebutuhan listrik alat utilitas.....	98
Tabel 4.5	Kebutuhan listrik untuk sanitasi	99

Tabel 4.6 Kebutuhan <i>steam</i>	101
Tabel 4.7 Penggolongan jabatan.....	128
Tabel 4.8 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian	128
Tabel 4.9 Gaji pegawai	130
Table 4.10. Indeks harga alat pada berbagai tahun	136
Tabel 4.11 <i>Fixed capital investment (PPC)</i>	142
Tabel 4.12 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	143
Tabel 4.13 <i>Fixed capital investment (FCI)</i>	143
Tabel 4.14 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	143
Tabel 4.15 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	144
Tabel 4.16 <i>Fixed Manufacturing Cost (IMC)</i>	145
Tabel 4.17 <i>Total Manufacturing Cost (IMC)</i>	145
Tabel 4.18 <i>Working capital (WC)</i>	145
Tabel 4.20 <i>Total Biaya Produksi</i>	146
Tabel 4.19 <i>Fixec Cost (Fa)</i>	146
Tabel 4.19 <i>Variable Cost (Va)</i>	147
Tabel 4.19 <i>Ragulated Cost (Ra)</i>	147

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik kebutuhan Asetaldehid di Indonesia	3
Gambar 1.2	Grafik Prediksi kebutuhan Asetaldehid di Indonesia sampai Tahun 2015.....	4
Gambar 2.1	Diagram alir kualitatif	17
Gambar 2.2	Diagram alir kuantitatif	18
Gambar 4.1	Tata letak pabrik	71
Gambar 4.2	Diagram Alir Proses Pengolahan Air Utilitas.....	107
Gambar 4.3	Bagan Struktur Organisasi.....	124
Gambar 4.4	<i>Lay Out</i> Peralatan Proses.....	125
Gambar 4.5	Grafik indeks harga alat.....	137
Gambar 4.6	Nilai BEP dan SDP.....	150

ABSTRAK

Pabrik lauryl sulfat ini dirancang dengan kapasitas 50.000 ton/tahun, menggunakan bahan baku lauryl alkohol dengan kemurnian 98 % sebanyak 44.423,446 kg/jam. Bahan pembantu yang digunakan adalah asam sulfat dengan kemurnian 98 % sebanyak 2.292,8476 kg/jam. Pabrik direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam satu tahun dan akan didirikan di Tuban, Jawa Timur. Luas tanah yang diperlukan 32.622 m² dan jumlah tenaga kerja yang diserap sebanyak 139 orang.

Pembuatan lauryl sulfat dengan proses sulfatasi pada suhu 40°C dan tekanan 1 atm menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk. Reaksi yang terjadi adalah eksotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu operasi digunakan media air pendingin sebanyak 2.150,4003 kg/jam pada suhu 32°C. Utilitas yang diperlukan terdiri dari air sebanyak 8.851,5068 kg/jam, fuel oil 636.301,7261 liter/tahun, dan daya listrik sebesar 44.855,6447 kWh dipenuhi dari PLN dengan cadangan 1 buah generator dengan bahan bakar diesel sebanyak 8.110,9940 l/tahun.

Modal tetap (fixed capital) yang diperlukan Rp 164.108.833.645,62, working capital sebesar Rp 297.398.837.184,33. Dengan keuntungan sebelum pajak Rp 74.404.028.986,37/tahun dan sesudah pajak Rp 37.202.014.493,18/tahun, return of investment (ROI) sebelum pajak 45,3382% dan sesudah pajak 22,6691%. Pay out time (POT) sebelum pajak 1,81 tahun dan sesudah pajak 3,0610 tahun. Discounted cash flow (DCFR) 14,02 %. Break event point (BEP) 52,68% dan shut down point (SDP) 39,11%. Berdasarkan evaluasi ekonomi tersebut maka pendirian pabrik ini cukup menarik untuk dipertimbangkan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan industri Indonesia, khususnya industri kimia terus meningkat, baik industri yang menghasilkan bahan jadi maupun industri yang menghasilkan bahan setengah jadi (*intermediate*) untuk bahan baku industri lainnya baik dalam negeri maupun luar negeri serta dapat menciptakan peluang kerja bagi masyarakat.

Asetaldehid dengan rumus molekul CH_3CHO adalah salah satu senyawa aldehid yang mempunyai kegunaan sangat luas dalam industri kimia. Lebih dari 95% produk ini digunakan dalam industri sebagai bahan tengah (*intermediate*) yang mempunyai kegunaan sebagai bahan baku pembuatan karet, pembuatan zat warna dan bahan organik lainnya. Selain itu juga Asetaldehid digunakan untuk menghasilkan bahan kimia yang lain, yaitu sebagai bahan baku pembuatan asam asetat, pyridin, asam laktat, chloral, dan lain-lain.

Kebutuhan Asetaldehid di dalam negeri cukup besar, sedangkan pabrik dengan bahan baku asetaldehid di Indonesia belum tersedia sehingga untuk mencukupinya masih harus mengimpor dari luar negeri. Adanya pabrik Asetaldehid ini diharapkan akan memenuhi kebutuhan dalam negeri, membuka kesempatan bagi Indonesia menjadi negara pengekspor Asetaldehid ke luar negeri dan akan merangsang tumbuhnya industri-industri yang memproduksi Asetaldehid menjadi

bahan lain sehingga perekonomian negara meningkat. Pendirian pabrik ini didukung dengan adanya pabrik etanol di Indonesia sebagai bahan baku utamanya.

1.1.1 Penentuan Kapasitas Pabrik

Untuk menetapkan kapasitas produk Asetaldehid setiap tahunnya perlu diketahui data seperti: statistik kebutuhan produk, kapasitas pabrik sejenis di luar negeri, dan bahan baku yang tersedia.

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

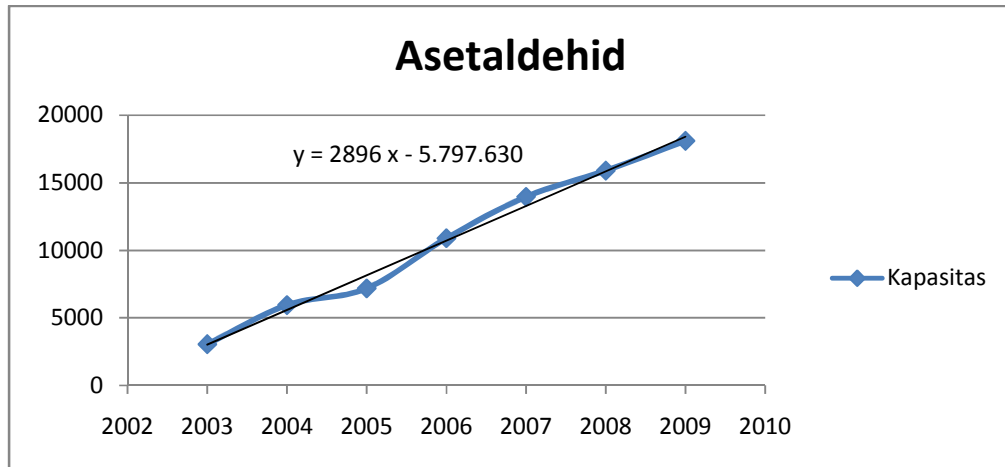
Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas pabrik Asetaldehid adalah:

- **Perkiraan kebutuhan produk di Indonesia**

Berikut adalah grafik data impor Asetaldehid dari tahun 2003-2009.

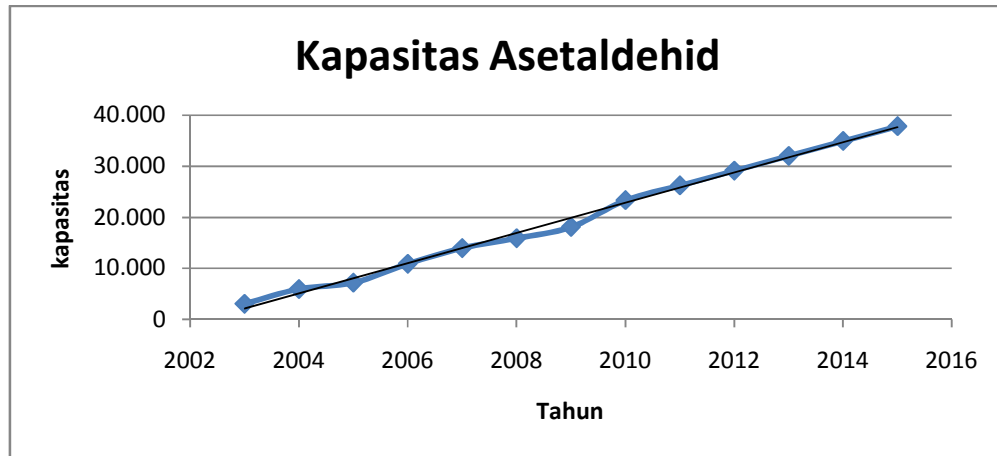
Tabel 1.1 Data impor Asetaldehid

No	Tahun	impor (Ton)
1.	2003	3.058
2.	2004	5.954
3.	2005	7.187
4.	2006	10.897
5.	2007	13.963
6.	2008	15.894
7.	2009	18.096



Gambar 1.1 Grafik kebutuhan Asetaldehid di Indonesia (Biro Pusat Statistik, 2010).

Dari data BPS diatas, kapasitas Asetaldehid mencapai kenaikan setiap tahunnya. Oleh karena itu, dengan menggunakan metode pendekatan linier dapat diketahui kabutuhan dari Asetaldehid untuk tahun-tahun berikutnya. Sehingga di dapatkan jumlah kebutuhan Asetaldehid pada tahun 2015 adalah 37.810 ton/thn.



Gambar 1.2 Grafik Prediksi Kebutuhan Asetaldehid Sampai Tahun 2015

- **Kapasitas pabrik sejenis di luar negeri**

Berikut adalah data produksi Asetaldehid dari pabrik-pabrik yang telah berdiri.

Tabel 1.2 Pabrik Asetaldehid di Luar Negeri

Produsen	Lokasi	Kapasitas (Ton/thn)
celanese	Bay city,texas	551.000
	Bishop,texas	528.960
	Clear Lake City,Texas	1.102.000
	Pampa,Texas	22.040
Eastman	Longview,Texas	1.120.000
Publicker	Philadelphia,Pennsylvania	154.280
Union Carbide	West Virginia,Texas	1.482.600
Lain-lain		44.080
Total		4.936.960

Pada perancangan ini dipilih kapasitas 85.000 ton/tahun. Dengan kapasitas sebesar ini diharapkan dapat mencukupi kebutuhan dalam negeri dan ekspor.

1.2 TINJAUAN PUSTAKA

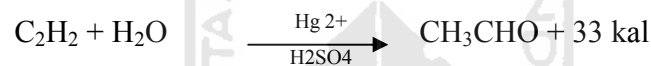
1.2.1 Macam-macam Proses

Secara komersial asetaldehid dapat diproduksi dengan proses-proses sebagai berikut:

a. Hidrasi asetilen

Pembuatan asetaldehid dengan proses ini membutuhkan asam sulfur dan merkuri sulfat sebagai katalis.

Reaksinya:

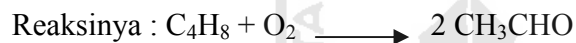


Asetilen dengan kemurnian tinggi (minimal 97%) dan recycle gas asetilen yang mengandung C_2H_2 diumpankan kedalam "Rubber lined vertical reactor" bersama-sama dengan steam. Katalis terdiri atas larutan garam merkuri.(0,5 - 1%), asam sulfat (15 - 20%) ferro dan ferri (2- 4%) dan air suhu dijaga pada 90 - 95°C dan tekanan 1 - 2 atm. Konversi per pass 55%.

Proses ini menggunakan asam sulfat yang merupakan komponen reaktif dan korosit, sehingga ketahanan alat terhadap korosi harus diperhatikan. Merkuri juga merupakan komponen yang beracun dan mahal harganya, oleh karena itu penanganan problem dan pengaruhnya terhadap bahaya keracunan, tidak boleh diabaikan dan juga penanganan terhadap asetilen yang mempunyai reaktifitas tinggi.(Mc. Ketta, 1983).

b. Oksidasi hidrokarbon jenuh

Produk asetaldehid dari oksidasi butane, propane atau campurannya dalam fasa uap non katalitik dikomersialkan oleh Ce Lanese Cooperation. Hidrokarbon, udara, dan gas recycle dengan perbandingan volume 1 : 2 : 7 dicampur dan dikompresi menjadi 7 atm. Kemudian dipanaskan dalam furnace sampai 370°C, diumpankan ke dalam reaktor. Gas hasil reaksi didinginkan dan larutan dingin formaldehid dalam air dengan kadar 12 - 14%. Pemurnian dilakukan dengan destilasi, ekstraksi sederhana dan pemisahan secara extractive azeotropic.



Proses ini tidak terlalu berkembang karena tidak terlalu selektif dan membutuhkan sistem recovery yang kompleks. dan banyaknya hasil samping yang terjadi, antara lain formaldehid, methanol, aseton, propanol, butanol dan C5 - C7 alkohol (Mc. Ketta, 1983).

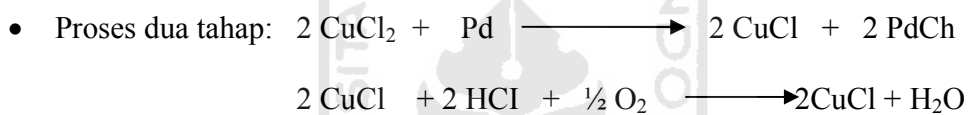
c. Oksidasi ethylene

Oksidasi fase cair ethylene bisa berlangsung satu tahap (one stage process) atau dua tahap (two stage process).

- Proses satu tahap : $C_2H_4 + 1/2 O_2 \longrightarrow CH_3CHO + 58,2 \text{ KCal}$

Reaktor yang digunakan adalah "Vertical Ceramic Lined Vessel". Yang beroperasi pada suhu 120 - 130°C dan tekanan 3 atm. Ethylene 99,5% beserta gas recycle di umparikan ke dalam reaktor. Kandungan oksigen dalam

campuran dibatasi max. 9%. Gas hasil reaksi dimasukkan dalam separator vessel. Caranya dikembalikan ke reaktor dan gasnya didinginkan, kandungan asetaldehid dilarutkan dalam air. Gas sisa dikembalikan ke reaktor, sebagian kecil dipisahkan dari gas, recycle dan dibuang sebagai exhaust gas. Residu scrubber mengandung 8-10% asetaldehid dimasukkan kedalam kolom destilasi dimana gas-gas terlarut dihilangkan. Hasil bawah kolom destilasi diumpankan pada kolom final untuk diambil asetaldehidnya sebagai hasil atas. Residu kolom ini berisi asam asetat dan chloroneted aceticdehyde.

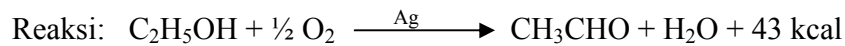


Pada proses ini etilen dan udara direaksikan dalam dua reactor yang terpisah. Konversi hampir sempurna dicapai dalam sekali phase didalam flug flow turbulen reactor. Karena gas tidak harus direcycle udara dapat digunakan dan adanya inert dalam etilen feed tidak membahayakan. Reaksi dilakukan pada suhu 120 - 130°C dan tekanan 10 atm. Asetaldehid yang terbentuk dari reactor pertama dikeluarkan dengan cara adiabatic flashing dan memanfaatkan panas reaksi. Larutan katalis di recycle ke reactor kedua atau reaktor oksidasi untuk mengoksidasi garam cupro menjadi cupri. Jumlah cairan yang di recycle dibutuhkan dalam jumlah besar karena kelarutan katalis logam rendah dan hasil asetaldehid per pass dibatasi oleh konsentrasi garam cupri.

d. Dari ethyl alcohol

Dalam pembuatan asetaldehid dengan bahan baku ethyl alcohol ada dua proses, yaitu:

a. Oksidasi ethanol



Campuran uap ethanol dan oksigen dari udara dimasukkan dalam reaktor fixed bed multi tube yang mengandung katalis pada suhu 480 - 498°C. Alkohol yang tidak bereaksi direcycle kembali sebagai umpan reaktor. Pada proses ini hasil asetaldehid adalah sebesar 99% dengan konversi 74-82%. (Mc. Ketta, 1983).

b. Dehidrogenasi ethanol

Ethanol diuapkan dan direaksikan diatas katalis Cu pada tekanan atmosferik dan temperatur 260 - 290°C.



Katalis yang digunakan adalah Cu, gas hasil reaksi dikondensasi. Asetaldehid diperoleh dengan cara destilasi. (Mc. Ketta, 1983).

Dalam beberapa proses yang telah diuraikan maka dipilih dengan proses oksidasi dengan katalis Ag pemilihan proses ini didasarkan pada:

- Bahan baku banyak terdapat di Indonesia dan kontinuitasnya dapat terjaga.
- Konversinya cukup tinggi

- Prosesnya sederhana dengan tekanan operasi rendah meskipun suhunya agak tinggi, umur katalis panjang, sistem *recovery* energinya rendah dan asetaldehid yang dihasilkan kemurniannya tinggi.
- Karena prosesnya sederhana dan tidak mempunyai resiko korosifitas yang tinggi seperti pada proses lain, maka perawatan peralatan tidak begitu berat dan dapat menghemat investasi modal tetap untuk peralatan.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan asetaldehid dirancang berdasarkan variabel utama yaitu: spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu dan pengendalian kualitas.

2.1 Spesifikasi Bahan

2.1.1 Spesifikasi Produk

1. Asetaldehid

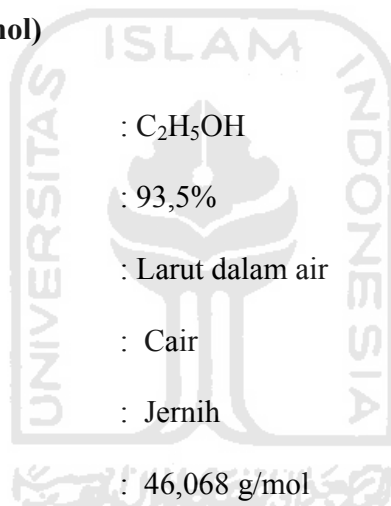
Kemurnian	: 99 % impurities	- air	: 0,2 %
		- etanol	: 0,8 %
Kelarutan	: Larut dalam air		
Kenampakan	: Cair		
Warna	: Jernih		
Rumus Molekul	: CH_3CHO		
Berat Molekul	: 44,052 g/mol		
Titik didih	: 20,16 °C		
Titik lebur	: -123,5 °C		
Densitas	: 0,788 g/cm ³		

Spesifik Gravity	: 0,783
Temperature Kritis	: 181,5 °C
Tekanan Kritis	: 55,50 Bar
Volume kritis	: 157 cm ³ /mol
Panas Pembakaran	: 3,222 Kj/mol

2.1.2 Spesifikasi Bahan Baku

1. Etil Alkohol (Ethanol)

Rumus Molekul	: C ₂ H ₅ OH
Kemurnian	: 93,5%
Kelarutan	: Larut dalam air
Kenampakan	: Cair
Warna	: Jernih
Berat Molekul	: 46,068 g/mol
Titik didih	: 78,4 °C
Titik lebur	: -114,3 °C
Densitas	: 0,789 g/cm ³
Spesifik Gravity	: 0,789
Temperature Kritis	: 243,25 °C
Tekanan Kritis	: 63,84 Bar
Volume kritis	: 166,9 cm ³ /mol



Panas Pembakaran : 4,931 Kj/mol

2. Water

Kenampakan : Cair

Warna : Jernih

Rumus molekul : H₂O

Berat Molekul : 18,015 g/mol

Titik Didih : 100 °C

Titik Lebur : 0 °C

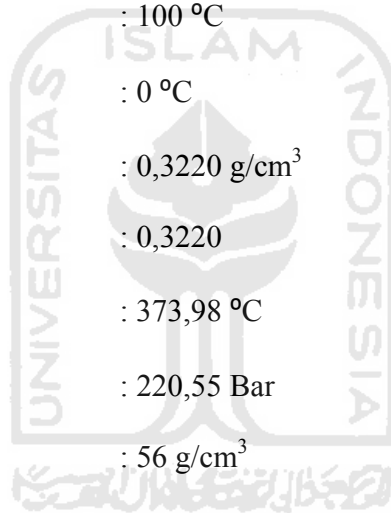
Densitas : 0,3220 g/cm³

Spesifik Grafity : 0,3220

Temperatur Kritis : 373,98 °C

Tekanan Kritis : 220,55 Bar

Volume Kritis : 56 g/cm³



3. Udara

Terdiri dari : Nitrogen 79 %

Oksigen 21 %

➤ Nitrogen

Kenampakan : Gas

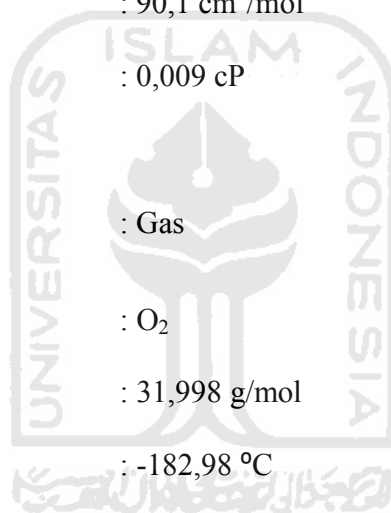
Rumus molekul : N₂

Berat Molekul : 28,013 g/mol

Titik Didih	: - 195,8 °C
Titik Lebur	: - 209,95 °C
Densitas	: 0,3109 g/cm ³
Spesifik Gravity	: 0,3109
Temperatur Kritis	: -147,05°C
Tekanan Kritis	: 33,94 Bar
Volume Kritis	: 90,1 cm ³ /mol
Viskositas at 30°C	: 0,009 cP

➤ **Oksigen**

Kenampakan	: Gas
Rumus molekul	: O ₂
Berat Molekul	: 31,998 g/mol
Titik Didih	: -182,98 °C
Titik Lebur	: -218,7 °C
Densitas	: 0,4360 g/cm ³
Spesifik Gravity	: 0,4360
Temperatur Kritis	: -118,57 °C
Tekanan Kritis	: 50,43 Bar
Volume Kritis	: 73.4 cm ³ /mmol



2.1.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

1. Katalisator (Silver)

Rumus molekul	: Ag
Bahan	: Padat
Bentuk	: Silinder berpori
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tebal : 3 mm ▪ Permukaan BET : 1 mm
Berat Molekul	: 107,87 g/mol
Diameter Partikel	: 0.01 – 1 mm
Partikel density	: 10,5 g/cm ³
Specific surface area	: 0,32 m ² /g
Bulk density	: 9,15 gm/cc
Sp gr	: 10,5
Porosity (ε)	: 0,38
Lama waktu tinggal	: 12 Bulan

2.2 Pengendalian Kualitas

Kualitas merupakan salah satu daya tarik konsumen terhadap suatu produksi. Oleh sebab itu mempertahankan mutu barang merupakan salah satu hal yang terpenting yang memerlukan perhatian khusus dari perusahaan.

Untuk mempertahankan dan menjaga mutu produk agar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan maka perlu dilakukan :

1. Menjaga kualitas produk dari segi :
 - Kadar produk minimum 99 % sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pasar
 - Performance fisik yang meliputi : bau, warna, packing, dan lain-lain
 - Menjaga kebersihan produk baik saat proses maupun pasca proses
2. Melakukan pengendalian mutu sesuai standar ISO 9001 maupun ISO 14001 baik pada prosesnya maupun dampak lingkungan,. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara :
 - Uji laboratorium produk setiap hari (intern pabrik)
 - Uji produk secara berkala sesuai peraturan standar mutu yang berlaku
 - Survei kepada konsumen
3. Memastikan semua peralatan bekerja sesuai dengan fungsinya sehingga dapat diperoleh produk sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
4. Melakukan pengendalian mutu dengan 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 baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, maupun *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan,

maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *set* semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Alat control yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

◆ *Level control*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

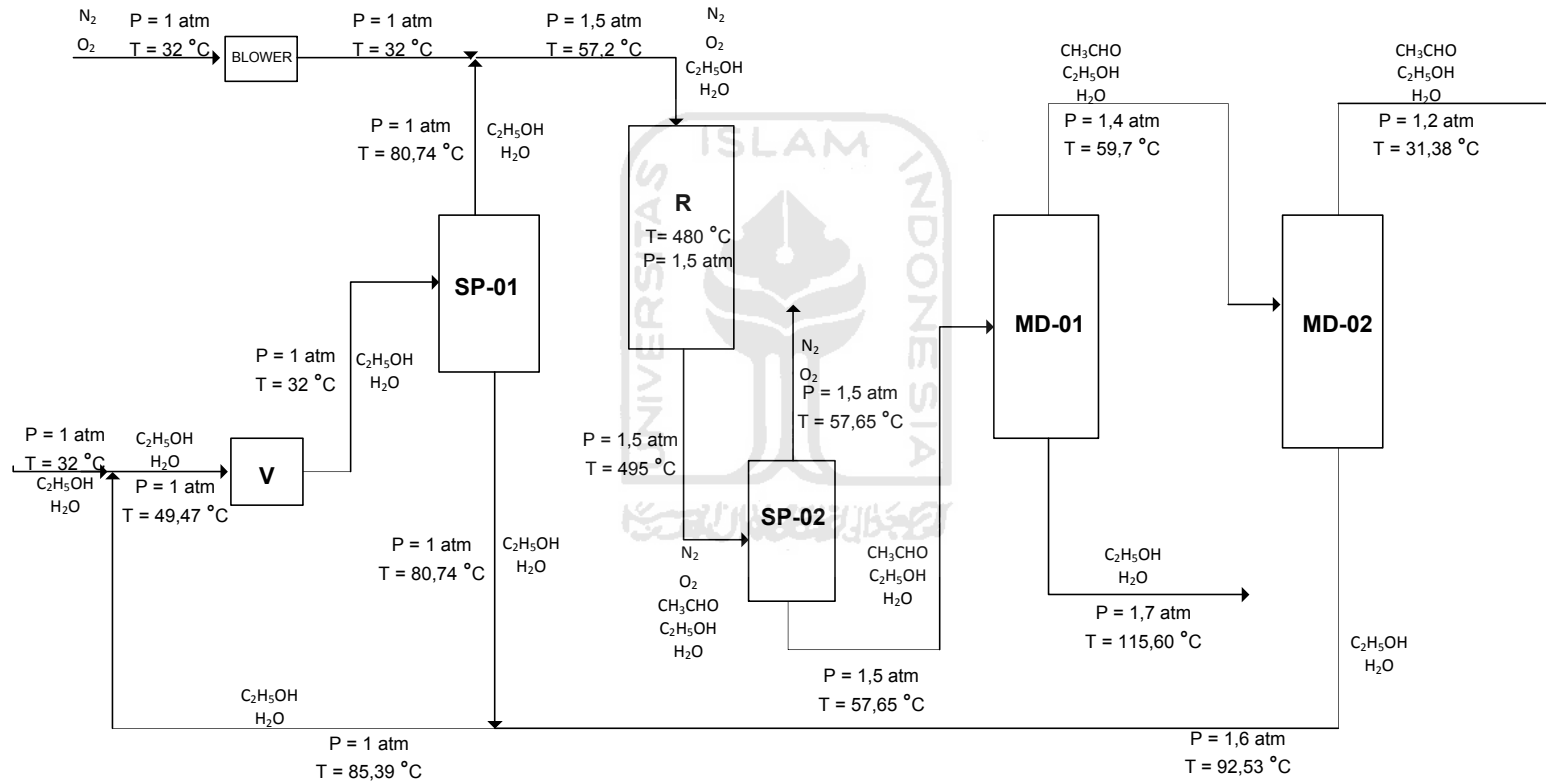
◆ *Flow rate*

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

◆ *Temperature control*

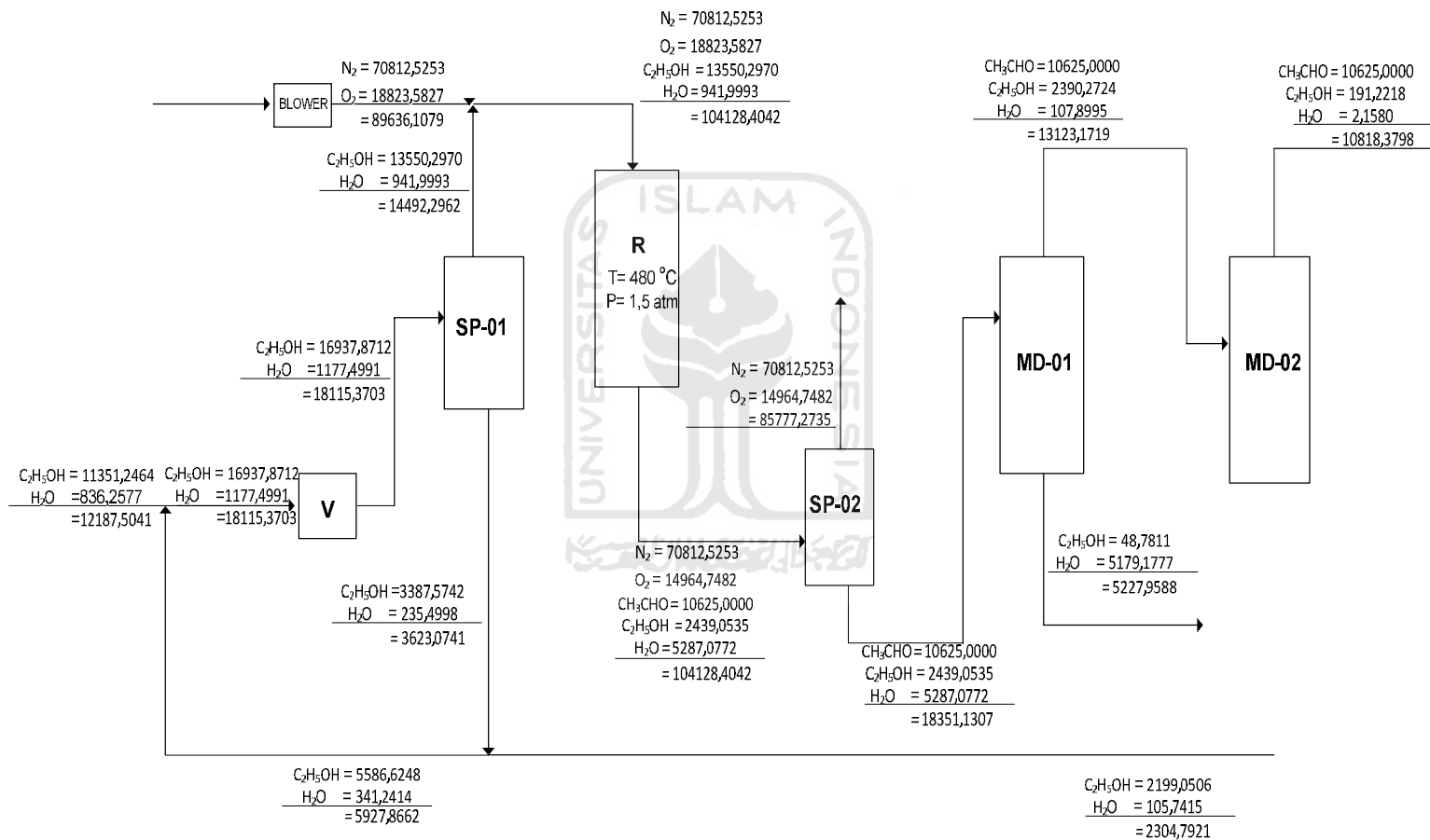
Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

DIAGRAM ALIR KUALITATIF



Gambar 2.1 Diagram Alir Kualitatif

DIAGRAM ALIR KUANTITATIF



Gambar 2.2 Diagram Alir Kuantitatif

BAB III

PERANCANGAN PROSES

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik asetaldehid perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

3.1 Uraian Proses

Secara garis besar proses pembuatan asetaldehid dapat dibagi menjadi 3 tahap proses, yaitu ;

1. Persiapan Bahan baku
2. Proses Reaksi dalam Reaktor
3. Pemisahan dan Pemurnian Produk

3.1.1 Persiapan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan asetaldehid dengan fase gas adalah etanol dan oksigen.

Etanol dengan kadar 93,5 % berat, dari tangki 01 (T-01) yang bekerja pada suhu 305 K, tekanan 1 atm dipompakan untuk dicampur dengan arus recycle dari menara distilasi 02 (MD-02) pada tekanan 1 atm dan suhu 358,39 K, kemudian diumpankan ke vaporizer pada tekanan 1 atm dan suhu 322,47 K untuk di panaskan dengan memanfaatkan gas keluar dari reaktor. Hasil keluar vaporizer 01 (VP-01)

yang berupa campuran uap cair kemudian dipisahkan dalam separator drum 01 (SD-01) pada tekanan 1 atm dan suhu 353,74 K. Hasil atas separator yang berupa uap kemudian diumpankan ke reaktor, sedangkan hasil bawah separator yang berupa cairan di recycle kembali ke vaporizer 01 (VP-01).

Gas oksigen 21% diambil dari lingkungan menggunakan blower yang bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu 305 K. Hasil dari blower kemudian diumpankan ke reaktor.

3.1.2 Reaksi dalam Reaktor

Gas campuran etanol dengan oksigen diumpankan melalui bagian atas reaktor *fixed bed multitube* di mana reaksi akan terjadi dengan bantuan katalisator Silver setelah sebelumnya umpan gas dipanaskan menggunakan pemanas (HE) dengan memanfaatkan panas gas keluar reaktor hingga suhu 768 K.

Reaktor bekerja pada tekanan 1,5 atm dan suhu 753-768 K. Reaktor bekerja secara non-isotermal non-adiabatis. Dalam reaktor terjadi reaksi antara etanol dan oksigen membentuk asetaldehid dan air dengan konversi total 82% terhadap etanol. Reaksi berjalan eksotermis sehingga perlu pendinginan untuk menjaga suhu reaksi agar tidak melampaui batas - batas yang sudah ditentukan, pendingin yang digunakan adalah *Dowtherm A* cair.

3.1.3 Proses Pemisahan dan Pemurnian Produk

Gas keluar reaktor yang masih bersuhu tinggi kemudian didinginkan dan dimanfaatkan panasnya untuk memanaskan umpan reaktor (R) dan umpan vaporizer 01 (VP-01). Setelah didinginkan dengan menggunakan cooler (CL) gas keluar reaktor kemudian di embunkan sebagian di kondensor 01 (CD-01) yang bekerja pada suhu

330,65 K tekanan 1,5 atm. Hasil keluar kondensor yang berupa campuran uap-cair selanjutnya dimasukkan ke separator drum 02 (SD-02) untuk pemisahan gas dan cairan. Hasil gas keluar SD-02 selanjutnya diumpankan ke menara distilasi 01 (MD-01) untuk dimurnikan. Hasil atas menara distilasi 01 (MD-01) yang berupa asetaldehid, etanol, dan air dengan kemurnian 98 % dengan suhu 332,70 K kemudian diumpankan ke menara distilasi 02 (MD-02) untuk diurnikan kembali. Hasil bawah dari menara distilasi 01 (MD-01) berupa etanol dan air kemudian dibuang ke unit pengolahan limbah. Hasil atas MD-02 berupa asetaldehid, air dan etanol dengan kemurnian 99% dengan suhu 304,38 K kemudian di alirkan ke dalam tangki penyimpan produk (TP-03) untuk dipasarkan. Sedangkan hasil bawah MD-02 berupa etanol dan air direcycle ke VP-01.

3.2 Metode Penentuan Perancangan

Pengaturan perencanaan pendirian pabrik asetaldehid dari bahan baku etanol dan oksigen dengan kapasitas 85.000 ton/tahun meliputi : neraca massa, neraca panas dan spesifikasi alat. Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kapasitas dari pabrik sejenis yang telah berdiri. Kebutuhan akan asetaldehid dari tahun ke tahun semakin meningkat, mengingat asetaldehid merupakan produk intermediet yang biasa digunakan oleh pabrik-pabrik lain dalam produksi produknya. Bahan baku asetaldehid, yaitu etanol diperoleh dari pabrik Gula Rajawali (di Jogjakarta dan Cirebon) dan pabrik Molindo Raya Industrial (di Surabaya).

3.2.1 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

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

a) Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- ◆ Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- ◆ Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
 - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi
 - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
 - Mencari daerah pemasaran.

b) Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

◆ Material (bahan baku)

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

◆ Manusia (tenaga kerja)

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

◆ Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

3.2.2 Neraca Massa

Pengaturan neraca massa pendirian pabrik asetaldehid dari bahan baku etanol dan oksigen dengan kapasitas 85.000 ton/tahun meliputi :

1. Neraca massa total
2. Neraca massa vaporizer 01
3. Neraca massa separator drum 01
4. Neraca massa reaktor
5. Neraca massa separator drum 02
6. Neraca massa menara distilasi 01
7. Neraca massa menara distilasi 02

Basis Perhitungan Neraca Massa :

Kapasitas Produk : 85.000 ton/tahun

Diambil dalam 1 tahun : 330 hari kerja

Basis Perhitungan : 1 jam

$$= \left[\frac{85.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \right] \times \left[\frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \right] \left[\frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$

$$= 10.732,32 \text{ kg/jam}$$

1. Neraca massa total

Neraca massa total dapat ditabulasikan pada tabel berikut ini :

Tabel 3.1 Neraca massa total

Komponen	Masuk, Kg/Jam	Keluar, Kg/Jam	
		Produk	Limbah
N ₂	70.812,5253	-	70.812,5253
O ₂	18.823,5827	-	14.964,7482
CH ₃ CHO	-	10.625,0000	-
C ₂ H ₅ OH	11.351,2464	191,2218	48,7811
H ₂ O	836,2577	2,1580	5.179,1777
		10.818,3798	91.005,2322
Total	101.823,6120	101.823,6120	

2. Vaporizer – 01 (VP-01)

Tabel 3.2 Neraca massa vaporizer 01 (VP-01)

Komponen	Masuk, Kg/Jam		Keluar, Kg/Jam
	Tangki	Recycle SD-01	
C ₂ H ₅ OH	11.351,2464	5.586,6248	1.6937,8712
H ₂ O	836,2577	341,2414	1.177,4991
	12.187,5041	5.927,8662	
Total	18.115,3703		18.115,3703

3. Separator 01 (SP-01)

Tabel 3.3 Neraca massa separator drum 01

Komponen	Masuk, Kg/Jam	Keluar, Kg/Jam	
		Top (Inlet reactor)	Bottom (Recycle)
C ₂ H ₅ OH	16.937,8712	13.550,2970	3.387,5742
H ₂ O	1.177,4991	941,9993	235,4998
	18.115,3703	14.492,2962	3.623,0741
Total	18.115,3703	18.115,3703	

4. Reaktor *Fixed Bed Multitube* (RK-01)

Tabel 3.4 Neraca massa reaktor *fixed bed multitube* (RK-01)

Komponen	Masuk, Kg/Jam	Keluar, Kg/Jam
N ₂	70.812,5253	70.812,5253
O ₂	18.823,5827	14.964,7482
CH ₃ CHO	-	10.625,0000
C ₂ H ₅ OH	13.550,2970	2.439,0535
H ₂ O	941,9993	5.287,0772
Total	104.128,4042	104.128,4042

5. Separator 02 (SP-02)

Tabel 3.5 Neraca massa separator drum 02

Komponen	Masuk, Kg/Jam	Keluar, Kg/Jam	
		Top (Limbah Gas)	Bottom (Inlet MD-01)
N ₂	70.812,5253	70.812,5253	-
O ₂	14.964,7482	14.964,7482	-
CH ₃ CHO	10.625,0000	-	10.625,0000
C ₂ H ₅ OH	2.439,0535	-	2.439,0535
H ₂ O	5.287,0772	-	5.287,0772
		85.777,2735	18.351,1307
Total	104.128,4042	104.128,4042	

6. Menara Distilasi - 01 (MD-01)

Tabel 3.6 Neraca massa menara distilasi (MD-01)

Komponen	Masuk, Kg/Jam	Keluar, Kg/Jam	
		Top (Inlet MD-02)	Bottom (Limbah Cair)
CH ₃ CHO	10.625,0000	10.625,0000	-
C ₂ H ₅ OH	2.439,0535	2.390,2724	48,7811
H ₂ O	5.287,0772	107,8995	5.179,1777
		13.123,1719	5227,9588
Total	18.351,1307	18.351,1307	

7. Menara Distilasi – 02 (MD-02)

Tabel 3.7 Neraca massa menara distilasi (MD-02)

Komponen	Masuk, Kg/Jam	Keluar, Kg/Jam	
		Top (Produk)	Bottom (Recycle)
CH ₃ CHO	10.625,0000	10.625,0000	-
C ₂ H ₅ OH	2.390,2724	191,2218	2.199,0506
H ₂ O	107,8995	2,1580	105,7415
		10.818,3798	2.304,7921
Total	13.123,1719	13.123,1719	

3.2.3 Neraca Panas

1. Neraca Panas Reaktor 01

Tabel 3.8 Neraca panas reaktor

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Panas Masuk	-52.328.708,1641	
2	Panas Keluar		52.357.602,6178
3	Panas Reaksi	-52.940,6530	
4	Panas Diambil Pendingin		24.046,1993
	Jumlah	-52.381.648,8171	52.381.648,8171

2. Neraca Panas VP-01

Tabel 3.09 Neraca panas VP-01

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Panas Masuk	-32.367,6474	
2	Panas Keluar		149.207.266,7547
3	Beban Panas	-299.115.902,8765	
4	Panas Penguapan		149.941.003,7692
	Jumlah	-299.148.270,5239	299.148.270,5239

3. Neraca Panas SP-01

Tabel 3.10 Neraca panas SP-01

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Panas Masuk	-938.884,5776	
2	Panas Keluar		938.884,5776
3	Beban Panas	-15.114,1373	
4	Panas Penguapan		15.114,1373
	Jumlah	-953.998,7149	953.998,7149

4. Neraca Panas SP-02

Tabel 3.11 Neraca panas SP-02

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Panas Masuk	-3.641.811,6686	
2	Panas Keluar		3.641.811,6686
3	Beban Panas	-100.264,0433	
4	Panas Penguapan		100.264,0433
	Jumlah	-3.742.075,7119	3.742.075,7119

5. Neraca Panas MD-01

Tabel 3.12 Neraca panas MD-01

No	Arus	Masuk, kJ/j	Keluar, kJ/j
1	Umpan Masuk	-2.467.718,0545	
2	Hasil atas		9.508.387,0922
3	Hasil Bawah		1.973.035,1327
4	Kondensor		1.850.728,0009
5	Reboiler	-10.864.432,1713	
	Jumlah	-13.332.150,2258	13.332.150,2258

6. Neraca Panas MD-02

Tabel 3.13 Neraca panas MD-02

No	Arus	Masuk. kJ/j	Keluar. kJ/j
1	Umpan Masuk	-573.059,5278	
2	Hasil atas		7.544.884,8235
3	Hasil Bawah		391.347,1053
4	Kondensor		1.510.080,5703
5	Reboiler	-8.873.252,9714	
	Jumlah	-9.446.312,4992	9.446.312,4992

7. Neraca Panas Total

Tabel 3.14 Neraca panas total

No	Arus	Masuk. kJ/j	Keluar. kJ/j
1	Vaporizer-01	-299.148.270,5239	299.148.270,5239
2	Separator-01	-953.998,7149	953.998,7149

3	Reaktor	-52.381.648,8171	52.381.648,8171
4	Separator-02	-3.742.075,7119	3.742.075,7119
5	Menara Distilasi-01	-13.332.150,2258	13.332.150,2258
6	Menara Distilasi-02	-9.446.312,4992	9.446.312,4492
	Jumlah	-379.004.456,4928	379.004.456,4928

3.2.4 Spesifikasi Alat Proses

1. Tangki Penyimpanan Etanol (TP-01).

Fungsi : Untuk menyimpan bahan baku Etanol dalam fase cair untuk kebutuhan 7 hari sebanyak 12.187,4939 kg/jam

Kode : T-01

Kondisi penyimpanan :

- Temperatur : 305,0000 K
- Tekanan : 1 atm
- Kondisi : Fase cair

Tipe : Tangki silinder tegak dengan *conical roof, flat bottom*

Volume : 3.207,4499 m³

Jumlah : 3 buah

Dimensi tangki : Diameter = 18,2927 m

Tinggi = 9,1463 m

Bahan Konstruksi : *Carbonsteel SA-283 grade C*

Harga : US\$ 43.748,5816

2. Tangki Penyimpanan Asetaldehid (TP-02).

Fungsi : Untuk menyimpan produk Asetaldehid selama 7 hari
sebanyak 10.818,3796 kg/jam

Kode : T-02

Kondisi penyimpanan :

- Temperatur : 304,3800 K
- Tekanan : 1,2 atm
- Kondisi : Fase cair

Tipe : Tangki silinder tegak dengan *conical roof, flat bottom*

Volume : 5.679,3325 m³

Jumlah : 3 buah

Dimensi tangki : Diameter = 18,2927 m
Tinggi = 9,1463 m

Bahan Konstruksi : *Carbonsteel SA-283 grade C*

Harga : US\$ 40.665,7160

3. Vaporizer - 01 (VP-01)

Fungsi : Mengubah fase Etanol umpan reaktor dari fase cair ke fase uap pada suhu 324,5908 K dan tekanan 1,5 atm
sebanyak 18.115,3703 kg/jam

Tipe : *Horizontal Heat Exchanger with natural circulation.*

Jenis : *Shell and Tube*

Bahan konstruksi : *Carbonsteel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 buah

○ Panjang : 9,1500 ft

Shell Side :

○ Diameter dalam : 19 1/4 in

○ Jumlah pass : 1

○ *Baffle spacing* : 9 5/8 in

Tube Side :

○ Diameter luar : 1 in

○ Diameter dalam : 0,9020 in

○ Jumlah pass : 2

○ Jumlah *tube* : 152 buah

○ BWG : 18

○ *Pitch* : 1 1/4 in

Harga : US\$ 4.867,2397

4. Separator-01 (SP-01)

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair yang keluar dari vaporizer-01 pada suhu 364,4464 K sebanyak 14.492,2962 kg/jam uap dan 3.623,0741 kg/jam cair.

Tipe : Tangki vertikal

Jumlah : 1 buah

Dimensi separator :

- Diameter *Shell* : 1,83 m
- Tinggi *Shell* : 5,58 m
- Tebal *Shell* : 3/16 in
- Tebal *Head* : 3/16 in

Bahan konstruksi : *Carbonsteel SA-283 grade C*

Harga : US\$ 2.504,7781

5. Separator -02 (SD-02)

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair yang keluar dari kondenser pada suhu 330,6496 K sebanyak 85.777,2735 kg/jam uap dan 18.351,1307 kg/jam cair.

Tipe : Tangki vertikal

Jumlah : 1 buah

Dimensi separator :

- Diameter *Shell* : 4,4704 m
- Tinggi *Shell* : 13,3775 m
- Tebal *Shell* : 3/8 in
- Tebal *Head* : 3/8 in

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : US\$ 4.282,3027

6. Blower-01

Fungsi	: Untuk mengalirkan Udara lingkungan ke kompresor 01 (K-01) sebanyak 89.636,1079 kg/jam.
Jenis	: <i>Blower centrifugal</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-285 grade B</i>
Suhu Operasi	: 32 °C
Tekanan Operasi	: 1 atm
Power Motor	: 1 1/2 HP
Jumlah	: 1
Harga Satuan	: US\$ 1.521,3017

7. Blower-02

Fungsi	: Untuk mengalirkan gas dari reaktor ke VP-01 sebanyak 104.128,4042 kg/jam.
Jenis	: <i>Blower centrifugal</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-285 grade B</i>
Suhu Operasi	: 499,0794 °C
Tekanan Operasi	: 1,5 atm
Power Motor	: 0,5 HP
Jumlah	: 1
Harga Satuan	: US\$ 2.774,4466

8. Blower-03

Fungsi : Untuk mengalirkan gas dari VP-1 ke CL-01
sebanyak 104.128,4042 kg/jam.

Jenis : *Blower centrifugal*

Bahan : *Carbon Steel SA-285 grade B*

Suhu Operasi : 447,0000 °C

Tekanan Operasi : 1 atm

Power Motor : 0,5 HP

Jumlah : 1

Harga Satuan : US\$ 2.774,4466

9. Reaktor-01 (RK-01)

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi uap etanol dan oksigen
menjadi asetaldehid sebanyak 104.128,4042 kg/jam.

Tipe : *Fixed Bed Multitube*

Jumlah : 1 buah

Kondisi : Adiabatis non-isotermal

- Tekanan : 1,5 atm
- Suhu masuk : 753 K
- Suhu keluar : 767,9488 K
- Fase : Gas dengan katalis padat

Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah <i>tube</i>	: 3.835 buah
Diameter <i>tube</i>	: 0,0158 m
Diameter kolom	: 1,7347 m
Tinggi reaktor	: 7,1874 m
Volume Reaktor	: 4.289,8430 gall
Tebal <i>shell</i>	: 0,25 in
Tebal <i>head</i>	: 0,25 in
Katalis	
o Jenis	: <i>Silver</i>
o Bentuk	: Padatan Gel Silinder
o Densitas katalis	: 10,50 g/cm ³
o Diameter	: 1 mm
Harga	: US\$ 138.499,4940

10. Menara Distilasi (MD-01)

Fungsi	: Memisahkan dan memurnikan produk asetaldehid pada suhu 328,6125 K dan tekanan 1,4 atm sebanyak 18.351,1719 kg/jam
Tipe	: <i>Sieve Tray</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	:

- Puncak menara : Suhu = 328,6125 K
Tekanan = 1,4 atm
- Dasar menara : Suhu = 388,5934 K
Tekanan = 1,7 atm
- Umpan menara : Suhu = 330,6496 K
Tekanan = 1,5 atm

Jumlah plate : 36 plate

Lokasi umpan masuk : Stage ke - 20 dari puncak menara

Tray spacing : 0,3 m

Diameter atas : 2,13 m

Diameter bawah : 2,03 m

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Tebal *shell* standar : 1/4 in

Tebal *head* standar : 1/4 in

Tinggi kolom : 13,43 m

Harga : US\$ 11.630,4671

11. Menara Distilasi (MD-02)

Fungsi : Memisahkan etanol untuk di recycle dan memurnikan produk asetaldehid pada suhu 304,3804 K dan tekanan 1,2 atm sebanyak 10.818,3798 kg/jam.

Tipe : *Sieve Tray*

Jumlah	:	1 buah
Kondisi operasi	:	
○ Puncak menara	:	Suhu = 304,3804 K Tekanan = 1,2 atm
○ Dasar menara	:	Suhu = 365,5331 K Tekanan = 1,6 atm
○ Umpan menara	:	Suhu = 328,6125 K Tekanan = 1,4 atm
Jumlah plate	:	9 plate
Lokasi umpan masuk	:	Stage ke - 5 dari dasar menara
<i>Tray spacing</i>	:	0,3 m
Diameter atas	:	1,54 m
Diameter bawah	:	1,17 m
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Tebal <i>shell</i> standar	:	4/16 in
Tebal <i>head</i> standar	:	3/16 in
Tinggi kolom	:	3,68 m
Harga	:	US\$ 10.871,1679

12. Heat Exchanger (HE-01)

Fungsi	:	Menaikkan suhu umpan reaktor dari 539,1149 K menjadi 753 K sebelum masuk ke reaktor sebanyak
--------	---	--

89.636,1079 kg/jam, dengan media pemanas hasil reaksi keluar reaktor.

Tipe : *Shell and tube heat exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 3,289,8269 ft²

Dirt Factor (Rd) : 0,0030 jam ft² °F/Btu

Shell Side :

○ *Hot fluid* : Gas keluar reaktor

○ ID : 37 in

○ Pass : 1 pass

Tube Side :

○ *Cold fluid* : Umpan reaktor

○ ID : 0,782 in

○ OD : 1 in

○ BWG : 12

○ Panjang : 18,94 ft

○ Jumlah pipa : 664 pipa

○ Pass : 2 pass

○ *Pitch* : 1,25 in triangular pitch

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 10.325,0325

13. Heat Exchanger (HE-02)

Fungsi : Menaikkan suhu umpan reaktor dari 325,2298 K menjadi 539,1149 K sebelum masuk ke reaktor sebanyak 89.636,1079 kg/jam, dengan media pemanas hasil reaksi keluar reaktor.

Tipe : *Shell and tube heat exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 694,2595 ft²

Dirt Factor (Rd) : 0,0035 jam ft² °F/Btu

Shell Side

- *Hot fluid* : Gas keluar reaktor
- ID : 23 1/4 in
- Pass : 1 pass

Tube Side

- *Cold fluid* : Umpan reaktor
- ID : 0,782 in
- OD : 1 in
- BWG : 12
- Panjang : 11,47 ft
- Jumlah pipa : 232 pipa
- Pass : 2 pass
- *Pitch* : 1,25 in triangular pitch

Jumlah : 1 buah
 Harga : US\$ 7.176,4792

14. Heat Exchanger (HE-03)

Fungsi : Menaikkan suhu umpan reaktor dari 558,7232 K menjadi 753 K sebelum masuk ke reaktor sebanyak 14.492,2962 kg/jam, dengan media pemanas hasil reaksi keluar reaktor.

Tipe : *Shell and tube heat exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 516,6873 ft²

Dirt Factor (Rd) : 0,0031 jam ft² °F/Btu

Shell Side

○ *Hot fluid* : Gas keluar reaktor

○ ID : 23 1/4 in

○ Pass : 1 pass

Tube Side :

○ *Cold fluid* : Umpan reaktor

○ ID : 0,510 in

○ OD : 1 in

○ BWG : 11

○ Panjang : 8,51 ft

- Jumlah pipa : 232 pipa
 - Pass : 2 pass
 - *Pitch* : 1,25 in triangular pitch
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US\$ 6.010,875

15. Heat Exchanger (HE-04)

- Fungsi : Menaikkan suhu umpan reaktor dari 364,4464 K menjadi 558,7232 K sebelum masuk ke reaktor sebanyak 14.492,2962 kg/jam, dengan media pemanas hasil reaksi keluar reaktor.
- Tipe : *Shell and tube heat exchanger*
- Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Luas transfer panas : 229,4660 ft²
- Dirt Factor* (Rd) : 0,0034 jam ft² °F/Btu
- Shell Side* :
- *Hot fluid* : Gas keluar reaktor
 - ID : 17 1/4 in
 - Pass : 1 pass
- Tube Side* :
- *Cold fluid* : Umpan reaktor
 - ID : 0,510 in

- OD : 1 in
 - BWG : 11
 - Panjang : 7,45 ft
 - Jumlah pipa : 118 pipa
 - Pass : 2 pass
 - *Pitch* : 1,25 in triangular pitch
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US\$ 3.693,4253

16. Condensor (CD-01)

- Fungsi : Mengembunkan gas keluar Reaktor dengan media pendingin *water* bersuhu 303-323 K.
- Jenis : *Horizontal shell and Tube Heat Exchanger*
- Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Tekanan : 1,5 atm
- Luas transfer panas : 5.814,3513 ft²
- UD : 60 Btu/jam.ft².°F
- Uc : 75,7662 Btu/jam.ft².°F
- Dirt Factor* (Rd) : 0,0035 jam ft² °F/Btu
- Shell Side* :
- *Cold fluid* : Water
 - ID : 21 1/4 in

- Pass : 1 pass
- Tube Side* :
- *Hot fluid* : Keluar Heat Exchanger 01
- ID : 0,584 in
- OD : 3/4 in
- BWG : 18
- Panjang : 7,23 ft
- Jumlah pipa : 342 pipa
- Pass : 2 pass
- *Pitch* : 1 in triangular pitch
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US\$ 14.530,7610



17. Cooler 01

- Fungsi : Mendinginkan fluida sebanyak 104.128,4042 kg/jam dari VP-01 ke CD-01
- Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*
- Beban Panas : 23.783.330,8987 Btu/jam
- Luas transfer panas : 899,9886 ft²
- Panjang : 10,94 ft
- Shell Side*
 - Fluida dingin : air

Ukuran :

- ID : 23 1/4 in
- *Baffle space* : 12 in
- Pass : 1

Tube Side

- Fluida panas : asetaldehid, etanol, nitrogen, oksigen dan air

Ukuran :

- Jumlah *tube* : 420
- OD : 3/4 in
- BWG : 16
- ID : 0,62 in
- Pass : 2

Dirt Factor min : 0,003 hr.ft².°F/Btu

Dirt Factor available : 0,0033 hr.ft².°F/Btu

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : US\$ 5.506,3340

18. Cooler 02

Fungsi : Mendinginkan fluida sebanyak 104.128,4042 kg/jam
dari VP-01 ke CD-01

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Beban Panas : 22.174.990,9391 Btu/jam

Luas transfer panas : 2.738,3630 ft²

Panjang : 20,16 ft

Shell Side

- Fluida dingin : air

Ukuran :

- ID : 29 in
- *Baffle space* : 15 in
- Pass : 1

Tube Side

- Fluida panas : asetaldehid, etanol, nitrogen, oksigen dan air

Ukuran :

- Jumlah *tube* : 692
- OD : 3/4 in
- BWG : 16
- ID : 0,62 in
- Pass : 2

Dirt Factor min : 0,003 hr.ft².°F/Btu

Dirt Factor available : 0,0039 hr.ft².°F/Btu

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : US\$ 10.735,3189

19. Condensor (CD-02)

Fungsi : Mengembunkan uap produk atas menara distilasi (MD-01) dengan media pendingin *water* bersuhu 305-328 K.

Jenis : *Horizontal Shell and Tube Heat Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Tekanan : 1,4 atm

Luas transfer panas : 1.921,4881 ft²

Dirt Factor (Rd) : 0,0043 jam ft² °F/Btu

Shell Side

○ *Cold fluid* : Air

○ ID : 23 1/4 in

○ Pass : 1 pass

Tube Side

○ *Hot fluid* : Destilat

○ ID : 0,482 in

○ OD : 3/4 in

○ BWG : 10

○ Panjang : 23,36 ft

○ Jumlah pipa : 420 pipa

○ Pass : 1 pass

○ *Pitch* : 1 5/16 in triangular pitch

Jumlah : 1 buah
 Harga : US\$ 9.970,3167

20. Condensor (CD-03)

Fungsi : Mengembunkan uap produk atas menara distilasi (MD-01) dengan media pendingin *water* bersuhu 305-328 K.

Jenis : *Horizontal Shell and Tube Heat Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Tekanan : 1,2 atm

Luas transfer panas : 623,6510 ft²

Dirt Factor (Rd) : 0,0032 jam ft² °F/Btu

Shell Side

○ *Cold fluid* : *Water*

○ ID : 23 1/4 in

○ Pass : 1 pass

Tube Side :

○ *Hot fluid* : Destilat

○ ID : 0,88 in

○ OD : 1 in

○ BWG : 17

○ Panjang : 9,92 ft

- Jumlah pipa : 241 pipa
 - Pass : 1 pass
 - *Pitch* : 1,25 in square pitch
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US\$ 6.729,1977

21. Reboiler (RB-01)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01 untuk dikembalikan ke menara

Tipe : *Kettle Reboiler*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 1.669,3997 ft²

Dirt Factor (Rd) : 0,0060 jam ft² °F/Btu

Shell Side

- *Cold fluid* : Hasil bawah MD-01 yang diuapkan
- ID : 37 in

Tube Side :

- *Hot fluid* : Steam
- OD : 1 in
- ID : 0,87in
- BWG : 16
- Panjang : 9,47 ft

- Jumlah *tube* : 674 pipa
- *Pitch* : 1,25 in triangular pitch
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US\$ 12.148,8317

22. Reboiler (RB-02)

- Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01 untuk dikembalikan ke menara
- Tipe : *Kettle Reboiler*
- Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*
- Luas transfer panas : 814,845 ft²
- Dirt Factor* (Rd) : 0,0060 jam ft² °F/Btu
- Shell Side* :
- *Cold fluid* : Hasil bawah MD-01 yang diuapkan
 - ID : 27 in
- Tube Side* :
- *Hot fluid* : Steam
 - OD : 1 in
 - ID : 0,87 in
 - BWG : 16
 - Panjang : 8,93 ft
 - Jumlah *tube* : 349 pipa

- *Pitch* : 1,25 in triangular pitch
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US\$ 7.900,2967

23. Accumulator (ACC-01)

Fungsi : Menampung sementara cairan hasil kondensasi CD-02 agar arus refluk dan destilat MD-01 stabil.

Tipe : Tangki silinder horizontal

Konstruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

- Diameter : 1,0141 m
- Panjang : 6,0848 m
- Volume : 5,1823 m³
- Suhu : 308,7858 K
- Tekanan : 1,4 atm
- Waktu tinggal : 5 menit
- Tebal *Shell* standar : 3/16 in
- Tebal *Head* standar : 3/16 in

Harga : US\$ 2.710,1931

24. Accumulator (ACC-02)

Fungsi : Menampung sementara cairan hasil kondensasi CD-02 agar arus refluk dan destilat MD-01 stabil.

Tipe	: Tangki silinder horizontal
Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
○ Diameter	: 0,9460 m
○ Panjang	: 5,6758 m
○ Volume	: 4,2061 m ³
○ Suhu	: 299,1281 K
○ Tekanan	: 1,2 atm
○ Waktu tinggal	: 5 menit
○ Tebal <i>Shell</i> standar	: 3/16 in
○ Tebal <i>Head</i> standar	: 3/16 in
Harga	: US\$ 2.391,1899

25. Expansion Valve

Fungsi	: Menurunkan tekanan hasil bawah Menara Distilasi (MD-02) sebanyak 2.304,7921 kg/jam dari 1,6 atm menjadi 1,5 atm.
Jenis	: <i>Globe Valve</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Suhu Aliran	: 92,5300 °C
Tekanan Masuk	: 1,6 atm
Tekanan Keluar	: 1,5 atm

Diameter Keluar

NPS	: 6 in
OD	: 6,625 in
ID	: 5,761 in
Jumlah	: 1
Harga	: US\$ 423,3300

26. Kompresor

Fungsi	: Menaikkan tekanan campuran gas sebelum masuk Heater (H-02) sebanyak 89.636,1079 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal compressor</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-285 grade B</i>
Tekanan Masuk	: 1 atm
Tekanan Keluar	: 1,5 atm
Power Motor	: 200 HP
Jumlah	: 1
Harga	: US\$ 368,3497

27. Pompa (P-01)

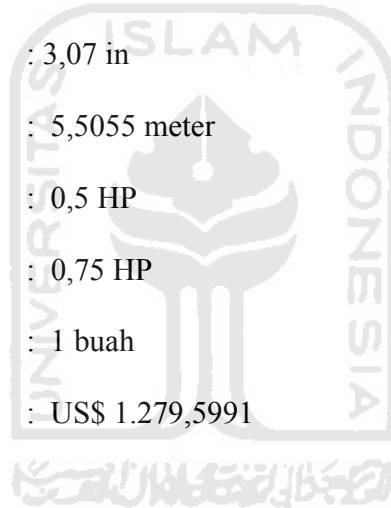
Fungsi	: Untuk memompa Etanol ke tangki penyimpanan (TP-01) saat pengisian tangki dengan tekanan 1 atm sebanyak 731.250,2461 kg/jam
--------	--

Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Tipe	: <i>Mix flow impeller single stage</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-285 grade C</i>
Kapasitas	: 12.104,5637 gpm
Spesifikasi	: Putaran spesifikasi : 3.500 rpm
Ukuran pipa	:
o NS	: 24 in
o Sch No	: 20
o OD	: 24 in
o ID	: 23,25 in
o Head pompa	: 12,3989 meter
o Power pompa	: 41,84 HP
o Power motor	: 60 HP
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 3.749,4250

28. Pompa (P-02)

Fungsi	: Untuk memompa etanol dari tangki penyimpanan (TP-01) ke VP-01 pada tekanan 1,5 atm sebanyak 12.187,5041 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Tipe	: <i>Mix flow impeller single stage</i>

Bahan	: <i>Carbon Steel SA-285 grade C</i>
Kapasitas	: 201,7427 gpm
Spesifikasi	: Putaran spesifikasi : 1.150 rpm
Ukuran pipa :	
○NPS	: 3 in
○Sch No	: 40
○OD	: 3,5 in
○ID	: 3,07 in
○Head pompa	: 5,5055 meter
○Power pompa	: 0,5 HP
○Power motor	: 0,75 HP
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 1.279,5991



29. Pompa (P-03)

Fungsi	: Untuk memompa Etanol dari VP-01 ke SP-01 pada tekanan dari 1 atm sebanyak 18.115,3703 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Tipe	: <i>Mix flow impeller single stage</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-285 grade C</i>
Kapasitas	: 309,9036 gpm
Spesifikasi	: Putaran spesifikasi : 1.750 rpm

Ukuran pipa:

○NPS	: 4 in
○Sch No	: 40
○OD	: 4,5 in
○ID	: 4,046 in
○Head pompa	: 4,7394 meter
○Power pompa	: 0,58 HP
○Power motor	: 1 HP
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 1.655,5075

30. Pompa (P-04)

Fungsi	: Untuk memompa etanol (C_2H_5OH) hasil bawah SP-01 ke VP-01 untuk di recycle pada tekanan 1 atm sebanyak 3.623,0741 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Tipe	: <i>Radial flow impeller single stage</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-285 grade C</i>
Kapasitas	: 61,9807 gpm
Spesifikasi	: Putaran spesifikasi : 1.150 rpm
Ukuran pipa :	
○NPS	: 1,5 in

○Sch No	: 80
○OD	: 1,9 in
○ID	: 1,5 in
○Head pompa	: 11,1437 meter
○Power pompa	: 0,44 HP
○Power motor	: 0,75 HP
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 630,3027

31. Pompa (P-05)

Fungsi	: Untuk memompa cairan dari SD-02 ke MD-01 pada tekanan 1,5 atm sebanyak 18.351,1307 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Tipe	: <i>Radial flow impeller single stage</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-285 grade C</i>
Kapasitas	: 272,2139 gpm
Spesifikasi	: Putaran spesifikasi : 1750 rpm
Ukuran pipa	:
○NPS	: 4 in
○Sch No	: 80
○OD	: 4,5 in
○ID	: 3,826 in

○Head pompa	: 17,3439 meter
○Power pompa	: 2,15 HP
○Power motor	: 3 HP
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 1.531,5858

32. Pompa (P-06)

Fungsi	: Untuk memompa cairan dari Accumulator ke MD-01 sebanyak 13.123,1719 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Tipe	: <i>Mix flow impeller single stage</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Kapasitas	: 218,1271 gpm
Spesifikasi	: Putaran spesifikasi : 1750 rpm
Ukuran pipa	:
○NPS	: 3 in
○Sch No	: 80
○OD	: 3,5 in
○ID	: 2,9 in
Head pompa	: 7,7762 meter
Power pompa	: 0,7456 HP
Power motor	: 1 HP

Jumlah : 1 buah
 Harga : US\$ 1.340,9758

33. Pompa (P-07)

Fungsi : Untuk memompa cairan dari bawah menara destilasi
 01 (MD-01) ke UPL sebanyak 5.227,9588 kg/jam

Jenis : *Centrifugal Pump*

Tipe : *Radial flow impeller single stage*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 71,5580 gpm

Spesifikasi : Putaran spesifikasi : 1.150 rpm

Ukuran pipa :
 ○NPS : 2 in
 ○Sch No : 80
 ○OD : 2,38 in
 ○ID : 1,939 in
 ○Head pompa : 11,1024 meter
 ○Power pompa : 0,67 HP
 ○Power motor : 1 HP

Jumlah : 1 buah
 Harga : US\$ 687,0528

34. Pompa (P-08)

Fungsi	: Mengalirkan cairan dari Accumulator 2 (Acc-02) ke Tangki penyimpanan produk sebanyak 10.818,3798
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Tipe	: <i>Radial flow impeller single stage</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Kapasitas	: 178,6096 gpm
Spesifikasi	: Putaran spesifikasi : 1450 rpm
Ukuran pipa	:
○NPS	: 2,5 in
○Sch No	: 40
○OD	: 2,88 in
○ID	: 2,469 in
○Head pompa	: 21,3118 meter
○Power pompa	: 1,6845 HP
○Power motor	: 3 HP
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 1.189,4279

35. Pompa (P-09)

Fungsi	: Mengalirkan cairan dari tangki penyimpanan produk ke distributor sebanyak 10.818,3798
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Tipe	: <i>Radial flow impeller single stage</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Kapasitas	: 178,6096 gpm
Spesifikasi	: Putaran spesifikasi : 1450 rpm
Ukuran pipa	:
○NPS	: 2,5 in
○Sch No	: 40
○OD	: 2,88 in
○ID	: 2,469 in
○Head pompa	: 20,3735 meter
○Power pompa	: 1,6103 HP
○Power motor	: 2 HP
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 1.189,4279

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik.

Lokasi suatu pabrik merupakan unsur yang kuat dalam menunjang atau tidaknya suatu industri. Diperlukan pertimbangan yang mendalam dari berbagai faktor guna memilih lokasi pabrik. Hal utama yang harus diperhatikan adalah suatu pabrik harus dilokasikan sedemikian rupa sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin serta memiliki kemungkinan yang baik untuk dikembangkan.

Lokasi pabrik ditentukan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Ketersediaan bahan baku.

Ketersediaan bahan baku merupakan salah satu variabel yang penting dalam pemilihan lokasi pabrik. Pabrik harus didirikan pada suatu daerah di mana bahan baku mudah diperoleh atau paling tidak tersedia sarana transportasi yang memadai.

2. Pemasaran.

Lokasi pabrik diusahakan cukup dekat dengan lokasi pemasaran, atau paling tidak tersedia sarana transportasi yang cukup untuk mengangkut produk ke konsumen karena produk pabrik ini sebagian besar digunakan dalam industri,

maka lokasi pabrik diusahakan dekat dengan lokasi industri yang menggunakan asetaldehid.

3. Tersedianya utilitas yang cukup.

Pabrik harus didirikan di daerah yang menyediakan utilitas yang cukup terutama sumber air bersih dan sumber energi.

4. Tersedianya tenaga kerja.

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi.

5. Letak daerah

Pabrik harus didirikan di daerah kawasan industri yang cukup jauh dari pemukiman penduduk, sehingga masyarakat tidak terganggu oleh limbah, dan polusi yang ditimbulkan oleh pabrik.

6. Faktor keamanan

Pabrik harus didirikan di daerah yang aman, baik aman secara alamiah maupun aman ditinjau dari segi sosial politik. Pabrik harus didirikan di daerah stabil, tidak rawan gempa, kekuatan angin stabil, tekstur tanah kuat, dan aman dari bencana alam yang lain. Selain itu secara sosial politik harus aman, tidak sering terjadi kerusuhan.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka lokasi pabrik dipilih di daerah Solo, Jawa Tengah

Dipilihnya Solo, sebagai lokasi pendirian pabrik dengan pertimbangan :

- Di daerah Solo ada industri yang menghasilkan etanol sebagai bahan baku
- Di Solo ada industri yang menggunakan bahan baku asetaldehid

- Di Solo terdapat jalan kereta api , jalan raya yang mempermudah transportasi.
- Tersedia sarana utilitas yaitu dari sungai Bengawan Solo,
- Tersedianya tenaga kerja

4.2 Tata Letak Pabrik

Sistem tata letak pabrik meliputi area proses, sumber tenaga, kantor, bengkel, gudang, unit pengolahan limbah, dan sebagainya. Hal-hal yang harus diperhatikan sebagai berikut:

1. Alat-alat dikelompokkan dalam unit-unit alat proses, sehingga bila terjadi kecelakaan pada suatu alat tidak akan merambat ke alat yang lain . Setiap unit alat di kelompokkan dalam suatu blok yang dibatasi jalan.
2. Setiap unit minimal dapat dicapai melalui dua jalan dalam pabrik.
3. Jarak antara jalan dengan unit proses cukup, sehingga alat proses aman, tidak terkena kendaraan yang melalui jalan.
4. Jarak antara dua peralatan cukup jauh, minimal sama dengan diameter alat yang besar, hal ini memudahkan dalam perawatan dan pembersihan.
5. Unit utilitas dan sumber tenaga ditempatkan terpisah dari alat-alat proses, sehingga terjamin operasi yang aman.
6. Susunan pabrik memungkinkan distribusi air dan bahan lain secara lancar, cepat, dan ekonomis.
7. Susunan peralatan memungkinkan adanya perluasan dan pengembangan pabrik.

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

1. Daerah administrasi/perkantoran dan laboratorium

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan yang dijual.

2. Daerah Proses dan ruang Kontrol

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

Ruang control sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

3. Daerah Pergudangan, Umum, bengkel, dan garasi

4. Daerah Utilitas dan Power Station

Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4.1. Perincian luas Tanah Bangunan Pabrik

NO	lokasi	luas, m ²
1	Pos Keamanan	32
2	Parkir Tamu dan Karyawan	400
3	Kantor Utama	1200
4	Perpustakaan	150
5	Masjid	200
6	Kantin dan koperasi	50
7	Gudang Alat	600
8	Bengkel	225
9	Poliklinik	56
10	Area proses	8304
11	Area utilitas	18127

12	Control room	375
13	Ruang Kontrol Utilitas	100
14	Laboratorium	200
15	Gudang bahan kimia	225
16	Taman	375
17	Perumahan	8800
18	Gedung serba guna	300
19	Kantor Teknik dan Produksi	500
20	Parkir truk	225
21	Unit pemadam kebakaran	80
22	Area perluasan pabrik	72000

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 elevasi pipa, di mana 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 bekerja.

2. Aliran Udara

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

3. Cahaya

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

4. Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan alat proses maka harus cepat diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata letak alat proses

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

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 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 berproduksi 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.

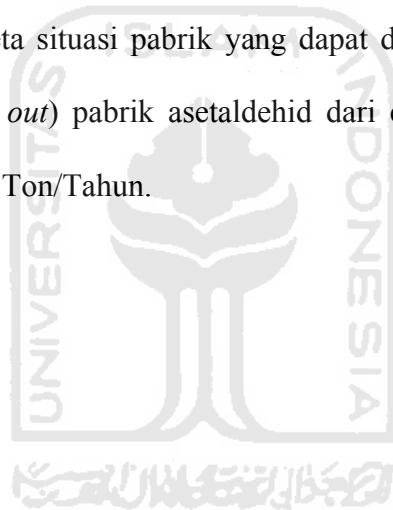
- Bahan baku

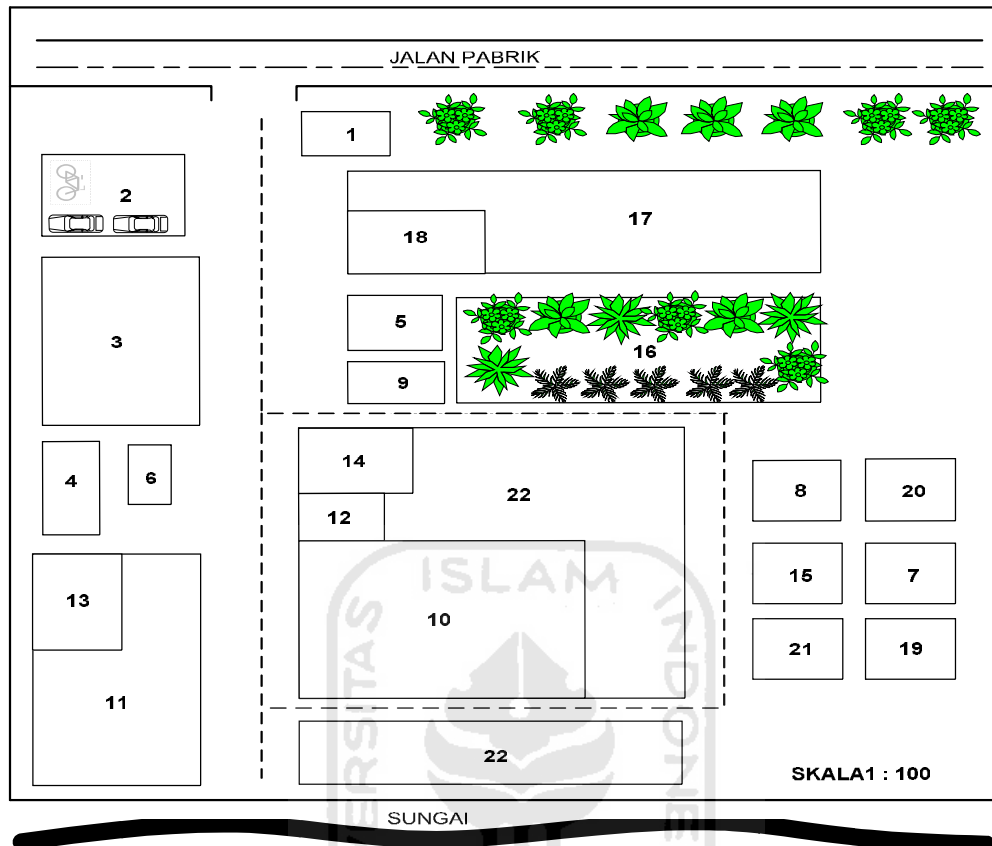
Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

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.

Berikut gambar peta situasi pabrik yang dapat dilihat dalam gambar tata letak alat (*equipment lay out*) pabrik asetaldehid dari etanol dan udara dengan kapasitas produksi 85.000 Ton/Tahun.





Keterangan :

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1. Pos keamanan | 12. Ruang kontrol alat proses |
| 2. Parkir karyawan dan tamu | 13. Ruang kontrol alat utilitas |
| 3. Kantor utama | 14. Laboratorium |
| 4. Perpustakaan | 15. Gudang bahan kimia |
| 5. Masjid | 16. Taman |
| 6. Kantin dan koperasi | 17. Perumahan |
| 7. Gudang alat | 18. Gedung serba guna |
| 8. Bengkel | 19. Kantor K3LL |
| 9. Poliklinik | 20. Parkir truk |
| 10. Alat proses | 21. Kantor pemadam kebakaran |
| 11. Alat utilitas | 22. Area perluasan pabrik |

- | | |
|-----------|--------------|
| — — — — — | Jalan raya |
| - - - - - | Jalan pabrik |
| ~ ~ ~ ~ ~ | Sungai |

Gambar 4.1 Tata letak pabrik

4.4. Spesifikasi Alat Utilitas

1. Bak pengendapan awal (BU-01)

- Tugas : Mengendapkan kotoran kasar dalam air. Pengendapan terjadi karena gravitasi dengan waktu tinggal 3 jam
- Kapasitas : $3.086,1644 \text{ m}^3$
- Dimensi : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Panjang = 41,9943 m ; Lebar = 20,9972 m ; Tinggi = 3,5 m
- Harga : US\$ 8.782,5325

2. Tangki flokulator (TFU-01)

- Tugas : Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan
- Jenis : tangki silinder
- Kapasitas : $419,4070 \text{ m}^3$
- Dimensi : D = 8,1144 m ; H = 8,1144 m
- Harga : US\$ 58.689,4980

3. Clarifier (CL)

- Tugas : Menampung sementara air yang mengalami fluktuasi dan memisahkan flok dari air
- Jenis : *Circular clarifiers*
- Kapasitas : $4.224,8859 \text{ m}^3$
- Waktu tinggal : 4 jam
- Diameter : 17,3712 m
- Tinggi *clarifiers* : 17,3712 m

- Harga : US\$ 48.592,6338

4. Bak saringan pasir (BSP)

- Tugas : Menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap dalam clarifier
- Jenis : 2 buah kolom dengan saringan pasir
- Tinggi saringan : 0,8753 m
- Tinggi lapisan pasir : 0,7294 m
- Volum bak : 87,6978 m³
- Harga : US\$ 14.788,4160

5. Bak penampung air bersih (BU-02)

- Tugas : Menampung air bersih dari saringan pasir dengan waktu tinggal 5 jam
- Kapasitas : 3.086,1644 m³
- Dimensi : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Panjang = 41,9943 m ; Lebar = 20,9972 m ;
Tinggi = 3,5 m
- Harga : US\$ 2.651,8547

6. Bak penampung air rumah tangga dan kantor (BU-03)

- Tugas : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga
- Kapasitas : 18,4850 m³
- Dimensi : Bak empat persegi panjang

Panjang = 4,2994 m ; Lebar = 2,1497 m ; Tinggi = 2 m

- Harga : US\$ 6.939,7104

7. Bak air pendingin (BU-04)

- Tugas : Menampung sementara air pendingin sebelum digunakan di pabrik
- Jenis : bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselin
- Kapasitas : 1.851,2770 m³
- Dimensi : T = 3,5 m ; L = 16,2625 m ; P = 35,5250 m
- Harga : US\$ 15.580,1846

8. Cooling tower (CTU)

- Tugas : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan dari suhu 104°F menjadi 86°F
- Jenis : Cooling tower induced draft
- Kapasitas : 13.585,2798 gpm
- Dimensi : P = 15,8878 m ; L = 15,8878 m ; H = 5,0790 m
- *Power* motor: 85 Hp
- Harga : US\$ 18.233,0255

9. Blower cooling tower

- Tugas : Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan
- Kondisi operasi
 - Tekanan = 1 atm

- Suhu masuk = 303 °K
- Suhu keluar = 323 °K
- Kebutuhan udara : 427.169,4750ft³/jam
- *Power* motor : 2 Hp
- Harga : US\$ 739,6543

10. Kation exchanger

- Tugas : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg
- Jenis : *Down flow kation exchanger*
- Kapasitas : 0,8022 m³
- Resin : *Natural greensand zeolit*
- Dimensi : H = 1,9050 m ; D = 0,7324 m
- Harga : US\$ 7.861,5819

11. Anion exchanger

- Tugas : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion Cl, SO₄, NO₃
- Jenis : *Down flow anion exchanger*
- Kapasitas : 0,6418 m³
- Resin : *Weakly basic anion exchanger*
- Dimensi : H = 1,9050 m ; D = 0,6551 m
- Harga : US\$ 6.876,4444

12. Deaerator (DAU)

- Tugas : Membebaskan gas CO_2 dan O_2 dari air yang telah dilunakkan dalam anion dan kation exchanger dengan larutan Na_2SO_4 dan N_2H_4
- Jenis : Silinder tegak yang berisi *packing*
- Kapasitas : $1,3885 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 1,2094 \text{ m}$; $H = 1,2094 \text{ m}$
- Harga : US\$ 4.471,6621

13. Tangki tawas (TU-01)

- Tugas : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 % untuk 1 minggu operasi dengan kecepatan $857.267,8946 \text{ kg/jam}$
- Jenis : tangki silinder tegak
- Kapasitas : $103,6951 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 4,04 \text{ m}$; $L = 8,08 \text{ m}$
- Harga : US\$ 1.127,6624

14. Tangki Na_2CO_3 (TU-02)

- Tugas : Menyiapkan dan menyimpan larutan Na_2CO_3 5 % untuk 1 minggu operasi dengan kecepatan $857.267,8946 \text{ kg/jam}$
- Jenis : tangki silinder tegak
- Kapasitas : $103,6951 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 4,04 \text{ m}$; $L = 8,08 \text{ m}$
- Harga : US\$ 1.127,6624

15. Tangki kaporit (TU-03)

- Tugas : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan di kantor dan rumah tangga. Untuk membebaskan klorin yang terkandung dalam air diperlukan klorin sebanyak 4 ppm
- Jenis : tangki silinder
- Kapasitas : $0,5367 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 0,8809 \text{ m}$; $H = 1,7619 \text{ m}$
- Harga : US\$ 1.127,6624

16. Tangki disinfektan (TU-04)

- Tugas : Tempat klorinasi untuk membunuh bakteri yang selanjutnya dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga
- Jenis : tangki silinder tegak
- Kapasitas : $4,6213 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 1,8056 \text{ m}$; $H = 1,8056 \text{ m}$
- Harga : US\$ 4.104,0685

17. Tangki larutan NaCl (TU-05)

- Tugas : Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi *kation exchanger*
- Jenis : tangki silinder tegak
- Kapasitas : $1,3885 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 1,2094 \text{ m}$; $H = 1,2094 \text{ m}$

- Harga : US\$ 1.994,7249

18. Tangki larutan NaOH (TU-06)

- Tugas : Membuat larutan NaOH yang digunakan untuk meregenerasi *anion exchanger*
- Jenis : tangki silinder tegak
- Kapasitas : $0,3086 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 0,7325 \text{ m}$; $H = 0,7325 \text{ m}$
- Harga : US\$ 809,0130

19. Tangki larutan N_2H_4 (TU-07)

- Tugas : Melarutkan N_2H_4 yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses
- Jenis : tangki silinder tegak
- Kapasitas : $2,1348 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 1,3958 \text{ m}$; $H = 1,3958 \text{ m}$
- Harga : US\$ 2.582,0846

20. Tangki larutan Na_2SO_4 (TU-08)

- Tugas : Melarutkan Na_2SO_4 yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses
- Jenis : tangki silinder tegak
- Kapasitas : $2,1348 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 1,3958 \text{ m}$; $H = 1,3958 \text{ m}$
- Harga : US\$ 2.582,0846

21. Tangki Air Umpan Boiler (TU-09)

- Tugas : Menampung air umpan boiler sebagai air pembuat steam didalam boiler dengan waktu tinggal 4 jam
- Jenis : tangki silinder vertikal
- Kapasitas : $98,6350 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 5,0086 \text{ m}$; $H = 5,0086 \text{ m}$
- Harga : US\$ 8.249,6289

22. Tangki penampung kondensat (TU-10)

- Tugas : Menampung kondensat dari alat proses sebelum disirkulasi menuju tangki umpan boiler
- Jenis : Tangki silinder tegak
- Kapasitas : $39,5329 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 3,6929 \text{ m}$; $T = 3,6929 \text{ m}$
- Harga : US\$ 7.224,5207

23. Tangki bahan bakar (TU-11)

- Tugas : Menampung bahan bakar untuk kebutuhan boiler
- Jenis : Tangki silinder tegak
- Kapasitas : $93,9005 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 6,8326 \text{ m}$; $T = 2,5622 \text{ m}$
- Harga : US\$ 12.140,3802

24. Tangki Downterm A (TU-12)

- Tugas : Menampung Downterm A sebelum digunakan pada reaktor

- Jenis : Tangki silinder tegak
- Kapasitas : 15,6618 m³
- Dimensi : D = 2,3693 m ; T = 3,5540 m
- Harga : US\$ 8.536,8172

25. Tangki penampung downterm A sementara (TU-13)

- Tugas : Menampung downterm A sementara dari alat proses sebelum disirkulasi menuju CL-01 untuk didinginkan

- Jenis : Tangki silinder tegak
- Kapasitas : 1,8854 m³
- Dimensi : D = 1,3392 m ; T = 1,3392 m
- Harga : US\$ 7.224,5204

26. Boiler (BO-01)

- Tugas : Memproduksi steam jenuh pada suhu 302°F dan tekanan 69,07 Psi
- Jenis : *fire tube boiler*
- Kondisi operasi
 - Tekanan = 69,07 Psi
 - Suhu air umpan boiler = 259,52 °F
 - Suhu *steam* jenuh = 302 °F
- Kebutuhan bahan bakar : 5171,5041 lt/jam
- Luas perpindahan panas : 1056,3585 ft²
- Spesifikasi *tube*

- Volume = 1861,7415m³
- Diameter = 13,3357 m
- Tinggi = 13,3357 m
- Lebar = 24 ft
- Jumlah = 71 buah
- Harga : US\$ 60.635,3630

27. Cooler-03 (Unit Downterm A)

- Fungsi : Menurunkan suhu downterm dari 550 K menjadi 350 K sebelum disirkulasikan lagi menuju alat proses.
- Tipe : *Double pipe heat exchanger*
- Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Luas transfer panas : 0,0262 ft²
- *Dirt Factor* (Rd) : 0,0030 jam ft² °F/Btu
- Harga : US\$ 27,9022

28. Heater-05 (unit Downterm A)

- Fungsi : Memanaskan Downterm dari suhu 298 K sampai suhu 350 K
- Tipe : *Double pipe heat exchanger*
- Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Luas transfer panas : 0,0033 ft²
- *Dirt Factor* (Rd) : 0,0030 jam ft² °F/Btu
- Harga : US\$ 12,0854

29. Pompa-01 (PU-01)

- Fungsi : Mengalirkan air sungai menuju bak pengendap awal (BU-01) sebanyak 857.267,8946 kg/jam
- Jenis : Pompa setrifugal (*axial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 3.774,1036 gpm
- *Head* : 1,9094 m
- Tenaga pompa : 7,5 Hp
- *Power motor* : 10 Hp
- Harga : US\$ 7.417,9428

30. Pompa-02 (PU-02)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap menuju bak flokulator
- Jenis : Pompa setrifugal (*axial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 3.774,1036 gpm
- *Head* : 1,4465 m
- Tenaga pompa : 5,5 Hp
- *Power motor* : 7,5 Hp
- Harga : US\$ 7.417,9428

31. Pompa-03 (PU-03)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap menuju clarifier
- Jenis : Pompa setrifugal (*axial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 3.774,1036 gpm
- *Head* : 1,5407 m
- Tenaga pompa : 7,5 HP
- *Power motor* : 7,5 Hp
- Harga : US\$ 7.417,9428

32. Pompa-04 (PU-04)

- Fungsi : Mengalirkan air dari clarifier menuju bak saringan pasir
- Jenis : Pompa setrifugal (*axial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 3.774,1036 gpm
- *Head* : 0,9638 m
- Tenaga pompa : 3,6 Hp
- *Power motor* : 5 Hp
- Harga : US\$ 7.417,9428

33. Pompa-05 (PU-05)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih menuju bak penampung air kebutuhan
- Jenis : Pompa setrifugal (*mixed flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 3.774,1036 gpm
- *Head* : 39,0817 m
- Tenaga pompa : 130 Hp
- *Power motor* : 200 Hp
- Harga : US\$ 7.417,9428

34. Pompa-06 (PU-06)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air untuk sanitasi menuju kantor
- Jenis : Pompa setrifugal (*axial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 3.395,9197 gpm
- *Head* : 1,4344 m
- Tenaga pompa : 5 Hp
- *Power motor* : 7,5 Hp
- Harga : US\$ 6.962,5710

35. Pompa-07 (PU-07)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air pendingin menuju proses pabrik
- Jenis : Pompa setrifugal (*axial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 3.395,9197 gpm
- *Head* : 4,5549 m
- Tenaga pompa : 16 Hp
- *Power motor* : 20 Hp
- Harga : US\$ 6.962,5710

36. Pompa-08 (PU-08)

- Fungsi : Mengalirkan air pendingin dari proses menuju *cooling tower* untuk didinginkan kembali
- Jenis : Pompa setrifugal (*axial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 3.395,9197 gpm
- *Head* : 4,5549 m
- Tenaga pompa : 16 Hp
- *Power motor* : 20 Hp
- Harga : US\$ 6.962,5710

37. Pompa-09 (PU-09)

- Fungsi : Mengalirkan air pendingin *cooling tower* menuju bak penampungan air pendingin
- Jenis : Pompa setrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 18,1298 gpm
- *Head* : 1,0619 m
- Tenaga pompa : 0,079 Hp
- *Power motor* : 0,13 Hp
- Harga : US\$ 301,4609

38. Pompa-10 (PU-10)

- Fungsi : Mengalirkan air pemanas dari kation exchanger menuju *anion exchanger*
- Jenis : Pompa setrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 18,1295 gpm
- *Head* : 0,7619 m
- Tenaga pompa : 0,05 Hp
- *Power motor* : 0,13 Hp
- Harga : US\$ 301,4609

39. Pompa-11 (PU-11)

- Fungsi : Mengalirkan air pemanas dari anion exchanger menuju deaerator
- Jenis : Pompa setrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 18,1295 gpm
- *Head* : 6,4920 m
- Tenaga pompa : 0,5 Hp
- *Power motor* : 0,75 Hp
- Harga : US\$ 301,4609

40. Pompa-12 (PU-12)

- Fungsi : Mengalirkan air pemanas dari deaerator menuju tangki umpan boiler
- Jenis : Pompa setrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 18,1295 gpm
- *Head* : 4,5823 m
- Tenaga pompa : 0,34 Hp
- *Power motor* : 0,5 Hp
- Harga : US\$ 301,4609

41. Pompa-13 (PU-13)

- Fungsi : Mengalirkan air pemanas dari tangki umpan boiler menuju boiler
- Jenis : Pompa setrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 16,9541 gpm
- *Head* : 2,2204 m
- Tenaga pompa : 0,15 Hp
- *Power motor* : 0,25 Hp
- Harga : US\$ 301,4609

42. Pompa-14 (PU-14)

- Fungsi : Mengalirkan air pemanas dari tangki downterm A menuju furnace
- Jenis : Pompa setrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 668 gpm
- *Head* : 3,9931 m
- Tenaga pompa : 3 Hp
- *Power motor* : 5 Hp
- Harga : US\$ 2.624,5876

43. Pompa-15 (PU-15)

- Fungsi : Mengalirkan downterm A dari furnace kea lat proses
- Jenis : Pompa setrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 696 gpm
- *Head* : 6,9881 m
- Tenaga pompa : 5 Hp
- *Power motor* : 7,5 Hp
- Harga : US\$ 2.690,0524

44. Pompa-16 (PU-16)

- Fungsi : Mengalirkan downterm A dari alat proses menuju tangki penampungan sementara.
- Jenis : Pompa setrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 859 gpm
- *Head* : 2,1069 m
- Tenaga pompa : 1,7 Hp
- *Power motor* : 3 Hp
- Harga : US\$ 3.052,0461

45. Pompa-17 (PU-17)

- Fungsi : Mengalirkan downterm A dari cooler-03 menuju alat proses.
- Jenis : Pompa setrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 696 gpm
- *Head* : 4,0710 m
- Tenaga pompa : 3,4 Hp
- *Power motor* : 5 Hp
- Harga : US\$ 2.690,0524

46. Generator

- Tugas : Membangkitkan Listrik untuk keperluan proses, utilitas, dan umum apabila listrik dari PLN mengalami pemadaman
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 1200 Kw
- Kebutuhan bahan bakar : solar
- Harga : US\$ 50,774,0529

47. Kompresor

- Tugas : Menyediakan udara untuk keperluan alat instrumentasi dan control

- Jenis : *Single Stage Centrifugal Compressor*
- Jumlah : 1 buah
- Power motor : 5 HP
- Harga : US\$ 52,1526

4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi di dalam pabrik adalah penyediaan utilitas, karena utilitas sangat mempunyai arti penting dalam menunjang operasi pabrik. 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 Listrik
3. Unit Pembangkit Bahan Bakar
4. Unit Penyediaan *Steam*
5. Unit Penyedia Downterm A
6. Unit Udara Tekan

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 asetaldehid ini, untuk mencukupi kebutuhan air diperoleh dari sungai yang letaknya tidak jauh dari pabrik. Air yang dibutuhkan

digunakan untuk keperluan proses yaitu, untuk membuat steam dan sebagai air pendingin serta untuk air minum.

1. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor berikut:

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

2. Sebagai pemadam kebakaran dan alat pemadam lain

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

1. Air sanitasi

Air sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan sanitasi.

Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a. Syarat fisika, meliputi:

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

b. Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik di dalam air
- Tidak mengandung bakteri

2. Air minum

Unit penyediaan dan pengolahan air meliputi:

1. Clarifier

Kebutuhan air didalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan air tersebut 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 :

- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan

Air baku dimasukan kedalam clarifier untuk mengendapkan pengotor dan 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 dimasukan melalui bagian tengah clarifier dan diaduk dengan agitator.

Air bersih keluar dari pinggir clarifier secara *overflow*, sedangkan *sludge (flok)* yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai

turbiditi sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar clarifier turbiditinya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2. Penyaringan

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

Air bersih ini kemudian di distribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara *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 silika lebih kecil dari 0,02 ppm.

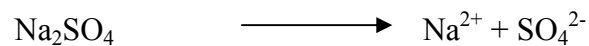
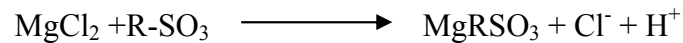
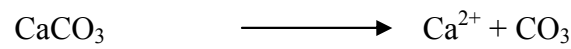
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut :

a. *Kation exchanger*

Kation 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 kation 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 di regenerasikan kembali dengan NaCl.

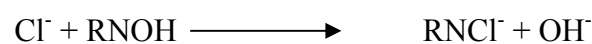
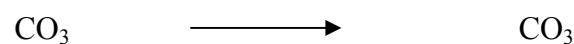
Reaksi :



b. Anion exchanger

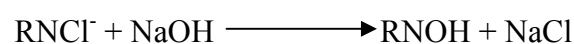
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basah, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi :



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

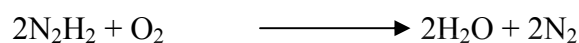
Reaksi :



c. *Deaerasi*

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

Reaksi :



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

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

4. Pendinginan dan menara pendingin

Air yang telah digunakan pada *cooler* dan alat proses yang menggunakan pendingin, 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. Pada tabel dibawah ini menunjukkan besarnya jumlah kebutuhan air pendingin.

• **Kebutuhan air pendingin**

Tabel 4.2 Kebutuhan air pendingin

No	Nama Alat	Kode	Jumlah Kebutuhan
			(kg/jam)
1	Cooler 01	CO-01	16.883,1340
2	Cooler 02	CO-02	16.773,2132

3	Condensor 01	CD-01	3.794.474,5998
4	Condensor 02	CD-02	15.802,3143
5	Condenser 03	CD-03	12.893,7196
Jumlah			3.856.826,9810

4.5.2 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan akan tenaga listrik di pabrik ini sebesar 896 Kw sudah termasuk penerangan, laboratorium, rumah tangga, perkantoran, pendingin ruangan (AC) dan kebutuhan lainnya. Untuk mencukupi kebutuhan tersebut pabrik Asetaldehid menggunakan listrik dari PLN, dan untuk cadangan listrik digunakan generator diesel dengan kapasitas 1200 Kw jika pasokan listrik kurang.

Spesifikasi generator diesel yang digunakan adalah:

- Kapasitas = 1200 Kw
- 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 di distribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi:

a. Listrik untuk keperluan proses

Besarnya kebutuhan listrik pada alat proses produksi maupun alat proses utilitas ditunjukkan pada tabel berikut ini.

- **Peralatan proses**

Tabel 4.3 Kebutuhan listrik alat proses

NO	NAMA ALAT	KODE	JUMLAH	POWER (HP)
1	Pompa-01	P-01	1	60,00
2	Pompa-02	P-02	1	0,75
3	Pompa-03	P-03	1	1,00
4	Pompa-04	P-04	1	0,75
5	Pompa-05	P-05	1	3,00
6	Pompa-06	P-06	1	1,00
7	Pompa-07	P-07	1	1,00
8	Pompa-08	P-08	1	3,00
9	Blower-01	BL-01	1	1,50
10	Blower-02	BL-02	1	0,50
11	Blower-03	BL-03	1	0,50
12	Kompresor-01	K-01	1	200,00
	Jumlah			273

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = **273 Hp**

- **Peralatan utilitas**

Tabel 4.4 Kebutuhan listrik alat utilitas

NO	NAMA ALAT	KODE	JUMLAH	POWER (HP)
1	Pompa U-01	PU -01	1	10,00
2	Pompa U-02	PU-02	1	7,50
3	Pompa U-03	PU-03	1	7,50
4	Pompa U-04	PU-04	1	5,00
5	Pompa U-05	PU-05	1	150,00
6	Pompa U-06	PU-06	1	7,50
7	Pompa U-07	PU-07	1	20,00
8	Pompa U-08	PU-08	1	20,00
9	Pompa U-09	PU-09	1	0,13
10	Pompa U-10	PU-10	1	0,13
11	Pompa U-11	PU-11	1	0,75
12	Pompa U-12	PU-12	1	0,50
13	Pompa U-13	PU-13	1	0,25
14	Pompa U-14	PU-14	1	5,00
15	Pompa U-15	PU-15	1	7,50
16	Pompa U-16	PU-16	1	3,00

17	Pompa U-17	PU-17	1	5,00
18	Flokulator	FLU	1	2,00
19	cooling tower	CLU	1	85,00
20	Deaerator	DE	1	0,13
21	Blower	BL	1	2,00
22	Kompresor	K	1	5,00
	Jumlah			343,89

Kebutuhan listrik untuk utilitas = **343,89 Hp**

Total listrik untuk keperluan proses

$$273\text{Hp} + 343,89 \text{ Hp} = 616,89 \text{ Hp}$$

Diambil angka keamanan 20 % = 740,2680 Hp

b. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

- Alat kontrol diperkirakan sebesar 5.797,3000 kg/jam
- Laboratorium, rumah tangga, perkantoran, jalan raya, dll diperkirakan 200 Kw

Besarnya kebutuhan listrik untuk sanitasi ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.5 Kebutuhan listrik untuk sanitasi

Penerangan	Kebutuhan Listrik (Kw)
Pos keamanan	10
Gudang serba guna	20
Area parkir	10
Kantin dan pop-kar	10
Taman dan jalan	5
Bengkel dan gudang alat	10
Gudang bahan kimia	10
Pemadam kebakaran	10
Area utilitas	10
Area perluasan pabrik	10
Area proses	10
Ruang kontrol	10
Poliklinik	10
Laboratorium	10

Perpustakaan	15
Mushola	10
Perumahan	10
Kantor KKKLL	20
Total	200

- Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar = 896,32 Kw

Jika over design 25 % maka total kebutuhan listrik = 1076 Kw

Energi sebesar ini diperoleh dengan membeli dari PLN namun juga disediakan generator cadangan berkekuatan 1200 Kw jika sewaktu-waktu listrik padam atau pasokan listrik berkurang.

4.5.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada furnace, boiler, dan generator. Pada perancangan ini digunakan bahan bakar jenis solar untuk generator sedangkan untuk furnace dan boiler digunakan bahan bakar jenis fuel oil.

Spesifikasi

- IDO, minyak diesel :

Heat value = 250.000 Btu/gall

Derajat API = 22 – 28 °API

Densitas = 0,9 kg/l

Viskositas = 1,2 Cp

4.5.4 Unit Pembangkit *Steam*

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

Kapasitas	:	1.851,2890 kg/jam
Tekanan	:	69,07Psi
Jenis	:	<i>fire tube boiler</i>
Jumlah	:	1 Buah
Heating value	:	18.800 Btu/lb
Density	:	59,16 Lb/ft ³

Ketel uap jenis *fire tube boiler* dengan bahan bakar *fuel oil grade 4*.

- **Kebutuhan *steam***

Banyaknya kebutuhan *steam* ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.6 Kebutuhan *steam*

Nama alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reboiler-01	RB-01	11333,6135
Reboiler-02	RB-02	9256,4451
Jumlah		20590,0587

4.5.5 Unit Pengadaan Kebutuhan Dowtherm A

Dowtherm A dibutuhkan sebagai media pendingin reaktor sebanyak 134.929,7703 kg/jam. Diperkirakan hilang akibat *blowdown* dan lain-lain sebesar 1%. Maka kebutuhan dowtherm A *make-up* sebesar 1.349,2977 kg/jam.

4.5.6 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 5797,3000 kg/jam.

4.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan pabrik Asetaldehid ini dapat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu :

- 1). Bahan buangan cair.
- 2). Bahan buangan gas.

Dalam penanganan limbah tersebut didasarkan pada jenis buangannya.

4.6.1 Pengolahan Bahan Buangan Cair

Air buangan dari pabrik Asetaldehid ini berupa :

- a. Air yang mengandung bahan-bahan kimia
- b. Buangan sanitasi
- c. Back wash filter air berminyak dari pompa
- d. Sisa regenerasi resin
- e. Blow down air pendingin

Air buangan sanitasi berasal dari toilet disekitar pabrik dan perkantoran.

Air tersebut dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan lumpur aktif, aerasi dan injeksi chlorine. Chlorine ini berfungsi sebagai desinfektan untuk membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

Air berminyak yang berasal dari buangan pelumas pada pompa dipisahkan dengan cara perbedaan berat jenisnya. Minyak dibagian atas dialirkan kebagian penampungan terakhir kemudian dibuang. Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi mengandung NaOH dan NaCl yang kemudian dinetralkan dalam kolam penetralan. Penetralan dilakukan dengan larutan H_2SO_4 bila pH air buangan

tersebut lebih dari 7, sedangkan jika pH air kurang dari 7 penetralan dilakukan dengan NaOH.

4.6.2 Pengolahan Bahan Buangan Gas

Untuk menghindari pencemaran udara dari bahan-bahan buangan gas maka dilakukan penanganan bahan buangan tersebut dengan cara membuat stack / cerobong asap dengan ketinggian tertentu sebagai alat untuk pembuang asap.

4.7 Laboratorium

4.7.1 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 ataupun 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. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Tugas laboratorium antara lain:

- Memeriksa bahan baku dan bahan pembantu yang akan digunakan
- Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan (asetaldehid)
- Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi

- Memeriksa kadar zat-zat pada buangan pabrik yang dapat menyebabkan pencemaran agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

4.7.2 Program Kerja Laboratorium

1. Analisa bahan baku dan produk

Dalam upaya pengendalian mutu pabrik ini, maka akan dioptimalkan aktivitas laboratorium untuk pengujian mutu. Adapun analisa pada proses pembuatan asetaldehid meliputi : kemurnian, warna, densitas, viskositas, titik didih, *spesifik gravity*.

2. Analisa untuk keperluan utilitas

Adapun analisa untuk keperluan utilitas meliputi :

- a. Analisa *feed water*, yang dianalisa meliputi *disolved* oksigen, pH, *hardness*, total *solid*, *suspended solid* serta *oil* dan organik mater.

Syarat kualitas *feed water*:

- DO: lebih baik $0 \leq 0,007$ ppm ($\leq 0,005$ cc/L)
- PH: ≥ 7
- Hardness: 0

Temporary hardness maximum: ppm CaCO_3

- Total *solid* : ≤ 200 ppm (0-600 Psi), ≤ 10 ppm (600-750 Psi)
- *Suspended solid*: 0
- *Oil* dan organik mater: 0
 - Penukaran ion, yang dianalisa adalah kesadahan CaCO_3 dan silika sebagai SiO_2
 - Air bebas mineral, analisisnya sama dengan penukar ion

- Analisa *cooling water*, yang dianalisa PH jenuh CaCO_3 dan indeks langelier

Syarat kualitas air pada *cooling water*:

- $\text{pH jenuh CaCO}_3 : 11,207 - 0,916 \log \text{Ca} + \log \text{Mg} - 0,991 \log$
total alkalinitas + $0,032 \log \text{SC}_4$
 - Indeks Langlier : $\text{pH jenuh CaCO}_3 (0,6 - 10)$
- b. Air minum yang dihasilkan dianalisa meliputi pH, kadar khlor, dan kekeruhan.
 - c. Air bebas mineral yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut, dan kadar Fe.

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

1. Laboratorium pengamatan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua arus yang berasal dari proses-proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan : *Sertifikat Of Quality* untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium analisa atau analitik

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, kadar air, dan bahan kimia yang digunakan (aditif, bahan-bahan injeksi, dll)

3. Laboratorium penelitian, pengembangan dan perlindungan lingkungan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap kualitas material terkait dalam proses yang digunakan untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk di dalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan, dan pengurangan alat proses.

4.7.3 Alat-Alat Utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan di laboratorium antara lain :

a. *Water content tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air dalam produk.

b. *Chromatography gas*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar etanol dan oksigen dalam bahan baku dan asetaldehid dalam produk.

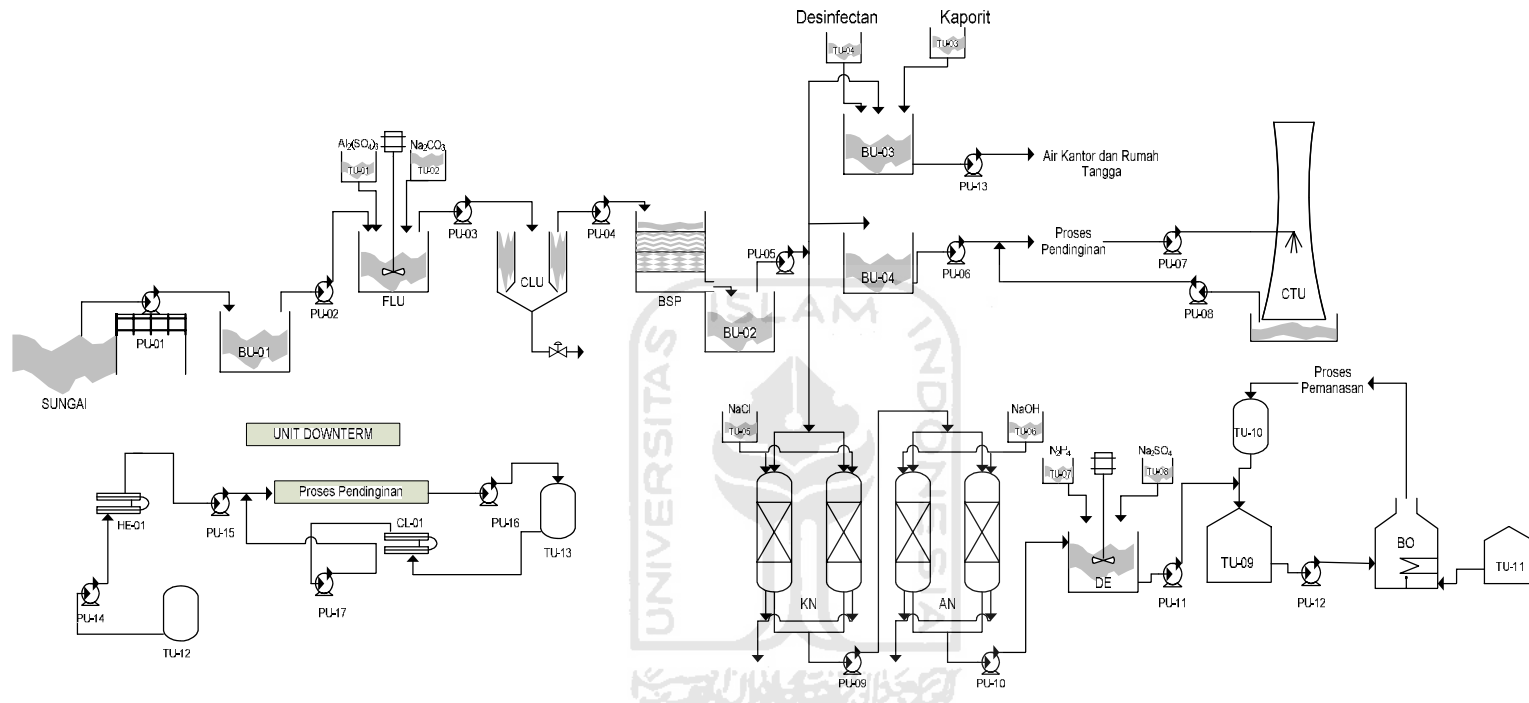
c. *Viscosimeter bath*

Alat ini digunakan untuk mengukur viskositas produk keluar dari reaktor.

d. *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur *spesifik gravity*.

Berikut diagram alir proses pengolahan air pabrik Asetaldehid dari Etanol dan udara dengan kapasitas 85.000 ton/tahun



ALAT	KETERANGAN
BU-01	Bak Pengendap Awal
BU-02	Bak Penampung Air Bersih
BU-03	Bak Penampung Air Bersih dan Air Rumah Tangga
BU-04	Bak Penampung Air Bersih
FLU	Unit Flokulator
BSP	Bak Saringan Pasir
CLU	Unit Clarifier
AN	Anion Exchanger
KN	Kation Exchanger
DE	Deaerator
CTU	Unit Cooling Tower
BO	Boiler
CL-01	Cooler D1
HE-01	Heater D1

ALAT	KETERANGAN
TU - 01	Tangki $Al_2(SO_4)_3$
TU - 02	Tangki Na_2CO_3
TU - 03	Tangki Kaporit
TU - 04	Tangki Desinfektan
TU - 05	Tangki NaCl
TU - 06	Tangki NaOH
TU - 07	Tangki NH_4
TU - 08	Tangki Na_2SO_4
TU - 09	Tangki Umpam Boiler
TU - 10	Tangki Kondensat
TU - 11	Tangki Bahan Bakar
TU - 12	Tangki Downterm
TU - 13	Tangki Penampung Downterm Sementara

ALAT	KETERANGAN
PU - 01	Pompa 01
PU - 02	Pompa 02
PU - 03	Pompa 03
PU - 04	Pompa 04
PU - 05	Pompa 05
PU - 06	Pompa 06
PU - 07	Pompa 07
PU - 08	Pompa 08
PU - 09	Pompa 09

ALAT	KETERANGAN
PU-10	Pompa 10
PU-11	Pompa 11
PU-12	Pompa 12
PU-13	Pompa 13
PU-14	Pompa 14
PU-15	Pompa 15
PU-16	Pompa 16
PU-17	Pompa 17


JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

GAMBAR:
 DIAGRAM ALIR PENGOLAHAN AIR
 PABRIK KETELDEHIDRASI ETANOL DAN UDARA
 KAPASITAS PRODUKSI 8500 TON/TAHUN

DIKERJAKAN OLEH:
 RENDI INDIRIATI (08 521 029)

DOSEN PEMBIMBING:
 BACHRULN SUTRISNO I.M.Sc
 ARIANY ZULKHA NA.ST.MEng

Gambar 4.2 Diagram Alir Proses Pengolahan Air Utilitas

4.8 Kesehatan Dan Keselamatan 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 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 aktivitas 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, di samping itu perlu disediakan pula portabel *fire fighting equipment* pada setiap ruangan dan tempat-tempat yang mudah dicapai.

4.9 Organisasi Perusahaan

4.9.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang dipilih oleh pabrik asetldehid adalah Perseroan Terbatas (PT) yang berbentuk badan hukum. Badan hukum ini disebut perseroan, sebab modal badan hukum terdiri atas saham-saham dan kredit dari dalam dan luar negeri.

Perseroan terbatas harus didirikan memakai akte autentik. Bentuk perusahaan ini dipimpin oleh seorang Direksi yang terdiri dari seorang Direktur Utama dibantu oleh Direktur-Direktur. Direktur dipilih oleh rapat umum anggota. Tidak selalu seorang yang dipilih menjadi Direktur adalah orang yang memiliki saham, dapat juga orang lain. Pekerjaan direksi sehari-hari diawasi oleh rapat umum para pemilik saham. Dewan komisaris berhak mengadakan pemeriksaan sendiri atau dibantu oleh akuntan pabrik bila dalam perusahaan ada hal-hal yang kurang beres. Direksi dan komisaris dipilih kembali oleh rapat umum pemilik saham apabila mereka bersedia setelah masa jabatannya habis. Kekuasaan tertinggi dalam perseroan terbatas adalah rapat umum para pemilik saham yang biasanya diadakan setahun sekali.

Modal perusahaan diperoleh dari penjualan saham-saham, dan bila perusahaan rugi maka pemilik saham hanya akan kehilangan modalnya saja dan tidak menyinggung harta kekayaan pribadi untuk melunasi hutang-hutangnya.

Ciri-ciri perseroan terbatas antara lain:

- Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum Dagang
- Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham
- Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham
- Pabrik dipimpin oleh seorang Direktur yang dipilih oleh para pemegang saham
- Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direktur dengan memperhatikan hukum-hukum perburuan

4.9.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan susunan yang terdiri dari fungsi-fungsi dan hubungan-hubungan yang menyatakan seluruh kegiatan untuk mencapai suatu sasaran. Secara fisik, struktur organisasi dapat dinyatakan dalam bentuk grafik yang memperlihatkan hubungan unit-unit operasi dan garis-garis wewenang yang ada.

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan dalam perusahaan tersebut, karena hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan, demi tercapainya hubungan kerja yang baik antara karyawan. Untuk mendapatkan suatu system organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain perumusan tugas perusahaan dengan jelas, pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Sistem struktur organisasi ada tiga yaitu: *line*, *line* dan *staff*, serta sistem fungsional. Dengan berpedoman terhadap asas-asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem *line/lini* dan *staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk *staff* ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dibidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh *staff* ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line/lini* dan *staff* ini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan yang disebut lini dan orang-orang yang menjalankan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional dan disebut *staff*.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Kepala Bidang Produksi serta Kepala Bidang Keuangan dan Umum. Kepala Bidang membawahi beberapa Kepala Seksi, yang akan bertanggung jawab membawahi seksi-seksi dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab, Kepala Bidang Produksi membawahi Seksi Operasi dan Seksi Teknik, Sedangkan

Kepala Keuangan dan Umum, Seksi Pemasaran dan Seksi Keuangan & Administrasi. Masing-masing Kepala Seksi akan membawahi Koordinator Unit atau langsung membawahi karyawan. Unit koordinator bertugas untuk mengkoordinasi dan mengawasi karyawan yang ada di unitnya.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan diperoleh beberapa keuntungan, antara lain :

- Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembagian tugas, tanggung jawab, wewenang dan lain-lain
- Penempatan pegawai yang lebih tepat
- Penyusunan program pengembangan manajemen perusahaan akan lebih terarah
- Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
- Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar

4.9.3 Tugas Dan Wewenang

4.9.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut.

Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham bertugas untuk:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari suatu perusahaan

4.9.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas Dewan Komisaris meliputi:

1. Menilai dan menyetujui Direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya.
2. Mengawasi tugas Direksi
3. Membantu Direksi dalam hal yang penting

4.9.3.3 Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggungjawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

1. Melakukan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham
2. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, dan karyawan

3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat untuk pemegang saham
4. Mengkoordinasi kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Keuangan, dan Umum

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

1. Bertanggung jawab pada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan Kepala Bagian yang dibawahinya

Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum, R&D dan serta pemasaran
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan Kepala Bagian yang di bawahinya

4.9.3.4 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 dan keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang *Staff Ahli* antara lain:

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan
3. Memberikan saran dalam bidang produksi

4.9.3.5 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 *Staff* Direktur bersama-sama dengan *Staff* Ahli. Kepala Bagian ini bertanggung jawab kepada Direktur masing-masing.

❖ Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala Bagian membawahi:

➤ Kepala Seksi Proses

Tugas antara lain:

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

➤ Kepala Seksi Pengendalian

Tugasnya adalah menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada

❖ Kepala Bagian Teknik

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Tugas antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas
- Mengkoordinasi Kepala-Kepala Seksi yang dibawahinya
- Kepala Bagian Teknik membawahi:

➤ Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas antara lain:

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

➤ Kepala Seksi Utilitas

Tugasnya adalah melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan listrik.

➤ Kepala Seksi Laboratorium, Penelitian dan Pengembangan

Tugas antara lain:

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik
- Membuat laporan berkala pada Kepala Bagian Produksi
- Melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk
- Mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat dan mempertinggi efisiensi kerja

- Mempertinggi mutu suatu produk, memperbaiki proses pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.

❖ **Kepala Bagian Pemasaran Dan Keuangan**

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran dan Keuangan membawahi:

- Kepala Seksi Pembelian dan Penjualan
- Kepala Seksi Keuangan

❖ **Kepala Bagian Umum Dan R&D**

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi:

- Kepala Seksi Personalia
- Kepala Seksi Humas
- Kepala Seksi Keamanan
- Kepala Seksi Administtrasi

4.9.3.6 Kepala Seksi

Kepala Seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing supaya diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap Kepala

Seksi bertanggung jawab kepada Kepala Bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

a. Kepala Seksi Proses

Tugas Kepala Seksi Proses bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

Seksi Proses

Tugas Seksi Proses antara lain:

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

b. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal kelancaran proses produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktivitas produksi.

Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian antara lain:

- Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada
- Bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi perawatan, karyawan, dan lingkungan (inspeksi)

c. Kepala Seksi Laboratorium, Penelitian dan Pengembangan

Tugas Kepala Seksi Laboratorium dan Litbang bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam hal pengawasan dan analisa produksi, mutu produk dan dalam hal pengembangan produksi.

Seksi Laboratorium dan Litbang

Tugas Seksi Laboratorium antara lain:

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik dan
- Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi
- Melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk
- Mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat dan mempertinggi efisiensi kerja
- Mempertinggi mutu suatu produk, memperbaiki proses pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi

d. Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas Kepala Seksi Pemeliharaan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam bidang pemeliharaan peralatan, inspeksi, dan keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada Seksi Operasi.

Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan adalah merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

e. Kepala Seksi Utilitas

Tugas Kepala Seksi Utilitas adalah bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam hal utilitas.

Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas adalah melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga kerja

f. Kepala Seksi Administrasi

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dan R&D dalam hal administrasi.

Seksi Administrasi

Tugas Seksi Administrasi adalah menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

g. Kepala Seksi Keuangan

Tugas Kepala Seksi Keuangan ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran dalam hal keuangan atau anggaran.

Seksi Keuangan

Tugas Seksi Keuangan antara lain:

- Menghitung penggunaan uang perusahaan
- Mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan masa depan
- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

h. Kepala Seksi Penjualan dan pembelian

Tugas Kepala Seksi Penjualan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dan Keuangan dalam bidang pemasaran hasil produksi dan bidang penyediaan bahan baku dan peralatan.

Seksi Penjualan dan Pembelian

Tugas Seksi Penjualan dan Pemasaran adalah merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang serta melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan oleh perusahaan serta mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

i. Kepala Seksi Personalia

Tugas Kepala Seksi Personalia bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dan R&D dalam hal sumber daya manusia.

Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia antara lain:

- Mengelola sumber daya manusia dan menejemen

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan

j. Kepala Seksi Humas

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dan R&D dalam hal yang berhubungan dengan masyarakat.

Seksi Humas

Tugas Seksi Humas adalah mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat diluar lingkungan perusahaan.

k. Kepala Seksi Keamanan

Tugas Kepala Seksi Keamanan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dan R&D yang menyangkut keamanan di sekitar pabrik.

Seksi Keamanan

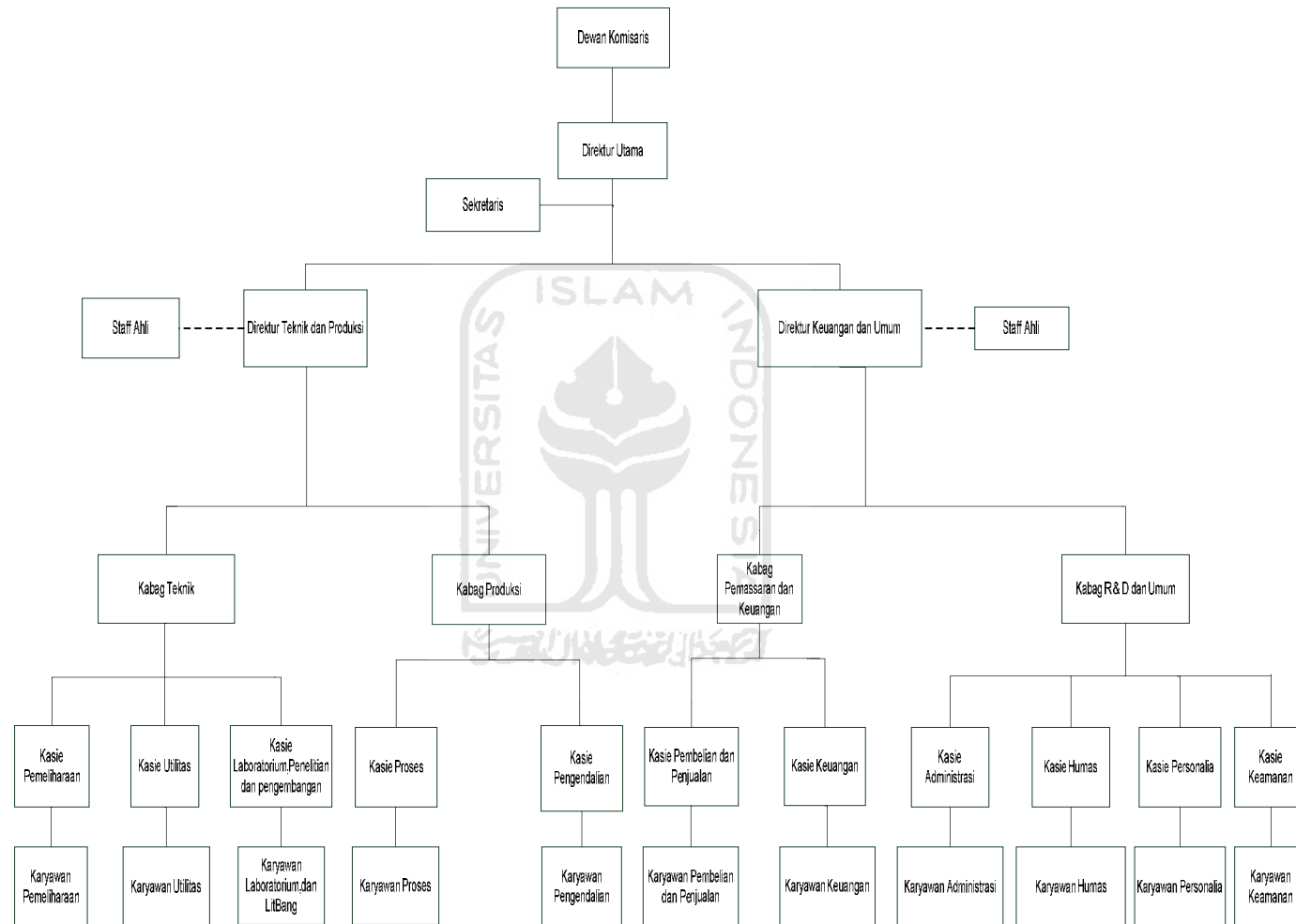
Tugas Seksi Keamanan antara lain:

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- Mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik

- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

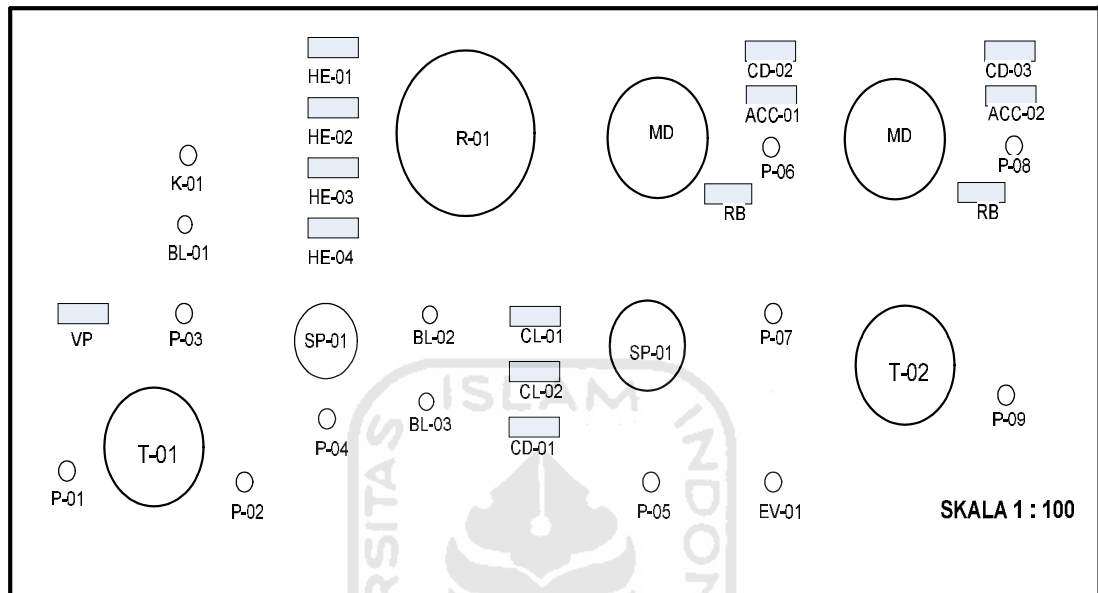
Untuk struktur organisasi perusahaan terdiri atas empat tingkatan yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini :





Gambar 4.3 Bagan Struktur Organisasi

LAY OUT PERALATAN



Keterangan :

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1. P : Pompa | 8. R : Reaktor |
| 2. T : Tangki | 9. CL : Cooler |
| 3. VP : Vaporizer | 10. CD : Condensor |
| 4. SP : Separator | 11. MD : Menara Distilasi |
| 5. BL : Blower | 12. ACC : Accumulator |
| 6. K : Kompresor | 13. RB : Reboiler |
| 7. HE : Heat Exchanger | 14. EV : Exvansion Valve |

Gambar 4.4 Lay Out Peralatan Proses

4.9.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik asetaldehid ini pemberian gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan antara lain:

1.) Karyawan tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan di berhentikan 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 Direksi tanpa SK Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir minggu.

3.) Karyawan borongan

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

4.9.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Jadwal kerja di perusahaan ini dibagi menjadi dua bagian yaitu jadwal kerja kantor (jadwal *non shift*) dan jadwal kerja pabrik (jadwal *shift*).

4.9.5.1 Jadwal *Non Shift*

Jadwal ini berlaku untuk karyawan kantor (*office*). Dalam satu Minggu jam kantor adalah 40 jam dengan perician sebagai berikut :

- Senin-Jumat : 08.00-16.30 WIB

- Istirahat : 12.00-13.00 WIB
- *Coffe Break I* : 09.45-10.00 WIB
- *Coffe Break II* : 14.45-15.00 WIB
- Sabtu : 08.00-13.30 WIB
- Istirahat Sabtu : 12.00-12.30 WIB

4.9.5.2 Jadwal *Shift*

Jadwal kerja ini diberlakukan kepada Karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi, misalnya bagian produksi, mekanik, laboratorium, genset dan elektrik, dan instrumentasi. Jadwal kerja pabrik ini dibagi dalam 3 *shift*, yaitu :

- *Shift I* : 24.00-06.00 WIB
- *Shift II* : 06.00-14.00 WIB
- *Shift III* : 14.00-24.00 WIB

Setelah dua hari masuk *shift II*, dua hari *shift III*, dan dua hari *shift I*, maka Karyawan *shift* ini mendapat libur selama dua hari. Setiap masuk kerja *shift* ini mendapat libur selama dua hari. Setiap masuk kerja *shift*, Karyawan diberikan waktu istirahat selama 1 jam secara bergantian.

Di luar jam kerja kantor maupun pabrik tersebut, apabila Karyawan masih dibutuhkan untuk bekerja, maka kelebihan jam kerja tersebut akan diperhitungkan sebagai kerja lembur (*Over Time*) dengan perhitungan gaji yang tersendiri. Untuk hari besar (hari libur nasional), Karyawan kantor diliburkan. Sedangkan Karyawan pabrik tetap masuk kerja sesuai jadwalnya dengan perhitungan lembur.

4.9.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.

4.9.6.1 Penggolongan Jabatan

Tabel berikut ini menunjukkan rincian penggolongan jabatan pada perusahaan.

Tabel 4.7 Penggolongan jabatan

NO	JABATAN	PENDIDIKAN
1	Direktur utama	Sarjana Teknik Kimia
2	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi dan Hukum
4	Kepala Bagian Umum / R&d	Sarjana Ekonomi dan Teknik Kimia
5	Kepala Bagian Pemasaran & keuangan	Sarjana Ekonomi
6	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin/Elektro/Lingkungan
7	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
8	Kepala Seksi	Sarjana Muda Teknik Kimia
9	Medis	Dokter
10	Paramedis	Perawat
11	Staff	Sarjana Muda/D3
12	Sekretaris	Akademi Sekretaris
13	Operator	STM/SMU/Sederajat
14	Lain-lain	SD/SMP/Sederajat

4.9.6.2 Perincian Jumlah Karyawan

Rincian jumlah karyawan pada masing-masing bagian ditunjukkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.8 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian

No	Jabatan	Jmlh
1	Direktur utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Keuangan dan Umum	1
4	Staff Ahli	2

5	Sekretaris	1
6	Kepala Bagian Umum / R&d	1
7	Kepala Bagian Pemasaran&keuangan	1
9	Kepala Bagian Teknik	1
10	Kepala Bagian Produksi	1
12	Kepala Seksi Personalia	1
13	Kepala Seksi Humas	1
14	Kepala Seksi Keamanan	1
15	Kepala Seksi Pembelian & pemasaran	1
17	Kepala Seksi Administrasi	1
18	Kepala Seksi Kas/anggaran	1
19	Kepala Seksi Proses	1
20	Kepala Seksi Pengendalian	1
21	Kepala Seksi Laboratorium& litbang	1
24	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
25	Kepala Seksi Utilitas	1
26	Karyawan Personalia	2
27	Karyawan Humas	2
28	Karyawan Security/keamanan	5
29	Karyawan Pembelian & pemasaran	4
31	Karyawan Administrasi	2
32	Karyawan kas	2
33	Karyawan Proses	38
34	Karyawan Pengendalian	3
35	Karyawan Laboratorium & litbang	9
36	Karyawan Pemeliharaan	3
37	Karyawan Utilitas	9
38	Karyawan KKK	3
40	KaryawanPemadam kebakaran	4
41	Dokter	1
42	Perawat	3
43	Sopir	3
44	Cleaning Service	8
	Jumlah	122

4.9.6.3 Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu:

1. Gaji bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada Karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji lembur

Gaji ini diberikan kepada Karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Berikut ini tabel yang menunjukkan penggolongan gaji pegawai berdasarkan jabatan.

Tabel 4.9 Gaji Pegawai

Golongan	Jabatan	Gaji/Bulan
1	Direktur Utama	Rp 18.075.000,-
2	Direktur	Rp 12.291.000,-
3	<i>Staff Ahli</i>	Rp 5.061.000,-
4	Kepala Bagian	Rp 7.230.000,-
5	Kepala Seksi	Rp 5.784.000,-
6	Sekretaris	Rp 2.169.000,-
7	Dokter	Rp 5.061.000,-
8	Paramedis	Rp 1.446.000,-
9	Karyawan	Rp 1.446.000,-
10	Satpam	Rp 1.446.000,-
11	Sopir	Rp 867.000,-
12	<i>Cleaning Service</i>	Rp 723.000,-

4.9.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Semua Karyawan dan *staff* di perusahaan ini akan mendapat:

1. *Salary*

- a. *Salary*/bulan
- b. Bonus per tahun untuk *staff*, min 2 kali *basic salary*
- c. THR per tahun untuk semua *staff*, 1 kali *basic salary*
- d. Natal per tahun untuk semua *staff*, 1 kali *basic salary*
- e. Jasa per tahun untuk semua *staff*, 1 kali *basic salary*

2. *Jaminan sosial dan pajak pendapatan*

- a. Pajak pendapatan semua karyawan menjadi tanggungan perusahaan
- b. Jamsostek: 3,5 % kali *basic salary*
 - 1,5 % tanggungan perusahaan
 - 2 % tanggungan karyawan

3. *Medical*

- a. *Emergency* : tersedia poliklinik pengobatan gratis
- b. Tahunan : pengobatan untuk *staff* dan keluarganya bebas, ditanggung perusahaan

4. *Perumahan*

Untuk *staff* disediakan *mess*.

5. *Rekreasi dan olahraga*

- a. Rekreasi : setiap satu tahun sekali Karyawan dan keluarga bersama-sama mengadakan *tour* atas biaya perusahaan

b. Olahraga : tersedia lapangan tenis dan bulutangkis

6. *Kenaikkan gaji dan promosi*

a. Kenaikkan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain

b. Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja, dan lain-lain.

7. *Hak cuti dan ijin*

a. Cuti tahunan : setiap Karyawan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari setelah tahun ke 5 mendapatkan tambahan 2 hari (total 20 hari)

b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam KKB yang ada

8. *Pakaian kerja dan sepatu*

Setiap tahun mendapat jatah 2 stell.

4.9.8 Manajemen Produksi

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

Manajemen Produksi meliputi manajemen perencanaan dan manajemen pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan akan diperoleh kualitas produk sesuai dengan rencana dan dalam waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk

diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindari terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali. Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat segera diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

4.9.8.1 Perencanaan Produksi

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

a. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan yaitu:

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal
- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan dengan kemampuan pabrik

Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya:

- Rencana produksi sesuai dengan 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

b. Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

- Material (bahan baku)

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

- Manusia (tenaga kerja)

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

- Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

4.9.8.2 Pengendalian produksi

Setelah perencanaan produksi disusun dan diproses, produksi dijalankan maka perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan

baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian kualitas, pengendalian kuantitas, dan pengendalian waktu.

4.10 Analisa Ekonomi

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

1. *Return on 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

4.10.1 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 sekarang 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

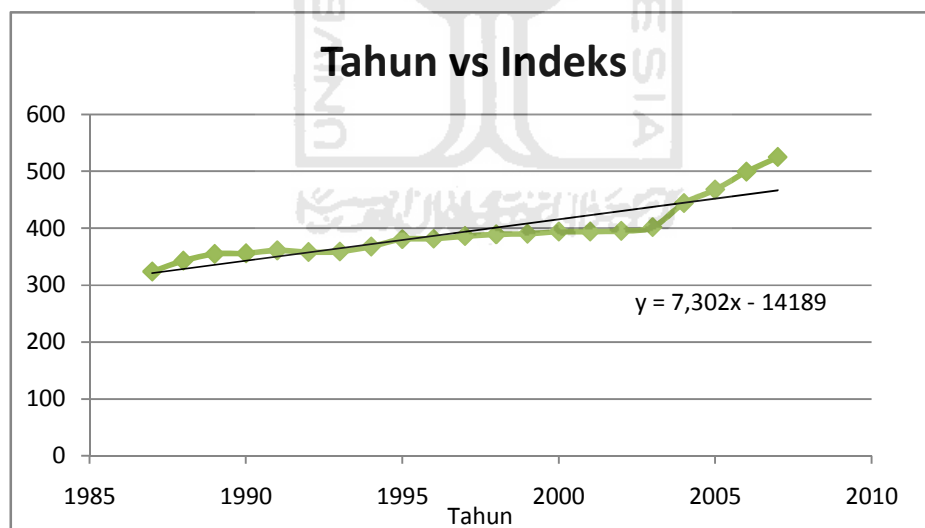
N_y = nilai indeks tahun Y

Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dari jurnal *Chemical Engineering* September 2007 yang ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Table 4.10. Indeks harga alat pada berbagai tahun

Tahun (X)	indeks (Y)	X (tahun-ke)
1987	324	1
1988	343	2
1989	355	3
1990	356	4
1991	361,3	5

1992	358,2	6
1993	359,2	7
1994	368,1	8
1995	381,1	9
1996	381,7	10
1997	386,5	11
1998	389,5	12
1999	390,6	13
2000	394,1	14
2001	394,3	15
2002	395,6	16
2003	402	17
2004	444,2	18
2005	468,2	19
2006	499,6	20
2007	525,4	21



Gambar 4.5. Grafik indeks harga alat

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.

4.10.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi	= 85.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan	= 2015
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp 9.500

4.10.3 Perhitungan Biaya

4.10.3.1 *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

4.10.3.2 *Manufacturing Cost*

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

- a. *Indirect cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik
- b. *Fixed cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi

c. *General expanses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*

4.10.3.3 *General Expense*

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

4.10.4 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.

4.10.4.1 *Percent Return on Investment (ROI)*

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

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

$$\text{FCI} = \text{Fixed capital investment}$$

4.10.4.2 *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.

4.10.4.3 *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*).

4.10.4.4 *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*

4.10.4.5. *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*.

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

4.10.5. Hasil Perhitungan

4.10.5.1. Penentuan *Total Capital Investment (TCI)*

Total capital investment merupakan biaya-biaya pengadaan fasilitas produksi beserta seluruh kelengkapannya dan biaya-biaya pengoperasian pabrik. Berikut ini tabel-tabel rincian biaya yang berupa modal tetap dan modal kerja.

A. Modal tetap (*fixed capital investment*)

Tabel 4.11 *Physical Plant Cost (PPC)*

No.	Komponen	Rp	US\$
1	<i>Harga alat (DEC)</i>	-	412.914,3708
2	<i>Instalation cost</i>	98.845.808,4418	40.968,9864
3	<i>Piping cost</i>	2.378.343,8968	285.644,8774
4	<i>Instrument cost</i>	192.838,6943	39.505,8083
5	<i>Insulation cost</i>	-	48.772,6028
6	<i>Electrical cost</i>	24.711.452,1104	65.843,0138

7	<i>Building cost</i>	34.445.404.833,0931	-
8	<i>Land & Yard Improvement</i>	95.645.404.833,0931	-
9	<i>Utility cost</i>	310.924.604,0725	629.008,6563
	<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	130.527.862.713,4020	1.827.222,3790

Tabel 4.12 *Direct Plant Cost (DPC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (US\$)
1	<i>Construction & Engineering</i>	-	629.008,6563
	<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	130.527.862.713,4020	1.827.222,3790

Tabel 4.13 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (US\$)
1	<i>Contractors fee</i>	13.052.786.271,3402	182.722,2379
2	<i>Contingency</i>	19.579.179.407,0103	274.083,3568
	<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	163.159.828.391,7530	2.284.027,9737

Tabel 4.14 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (US\$)
1	<i>Raw material</i>	4.096.633.677.139,4300	-

2	<i>Labor cost</i>	3.475.605.600,0000	-
3	<i>Supervision cost</i>	590.852.952,0000	-
4	<i>Maintenance cost</i>	-	21.951,1933
5	<i>Plant Suplies</i>	-	3.292,6790
6	<i>Royalty and petent</i>	102.560.836.742,6610	-
7	Bahan utilitas	88.479.387.086,8188	-
	Total	4.291.740.359.520,9100	25.243,8723

Tabel 4.15 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)
1	<i>Payroll overhead</i>	521.340.840,0000
2	<i>Laboratorium</i>	521.340.840,0000
3	<i>Plant overhead</i>	1.737.802.800,0000
4	<i>Packaging</i>	233.610.794.802,7280
	Total	236.391.279.282,7280

Tabel 4.16 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (US\$)
1	<i>Depresiasi</i>	16.315.982.839,1753	228.402,7974
2	<i>Property tax</i>	2.936.876.911,0516	41.112,5035
3	<i>Asuransi</i>	1.631.598.283,9175	22.840,2797
	Total	20.884.458.034,1443	292.355,5806

Tabel 4.17 *Total Manufacturing Cost (MC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (US\$)
1	<i>Direct Manufacturnig Cost</i>	4.291.740.359.520,9100	25.243,8723
2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	236.391.279.282,7280	-
3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	20.884.458.034,1443	292.355,5806
	Total	4.549.016.096.837,7900	317.355,4529

Tabel 4.18 *Working Capital (WC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (US\$)
1	<i>Raw material inventory</i>	372.421.243.376,3120	-
2	<i>Improses inventory</i>	6.892.448.631,5724	481,2113
3	<i>Product inventory</i>	189.542.337.368,2410	13.233,3105
4	<i>Extened credit</i>	474.818.688.623,4310	-

5	<i>Available cash</i>	379.084.674.736,4820	26.466,6211
	Total	1.422.759.392.736,0400	40.181,1429

Tabel 4.19 *General Expense (GE)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (US\$)
1	<i>Administration</i>	90.980.321.936,7557	-
2	<i>Sales</i>	363.921.287.747,0230	25.407,9562
3	<i>Research</i>	363.921.287.747,0230	25.407,9562
4	<i>Finance</i>	63.436.768.845,1117	92.968,3647
	Total	882.259.666.275,9130	143.784,2771

Tabel 4.20 Total Biaya Produksi

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (US\$)
1	<i>Manufacturing cost</i>	4.549.016.096.837,7900	317.355,4529
2	<i>General Expense</i>	882.259.666.275,9130	143.784,2771
	Total	5.431.275.763.113,7000	461.383,7300

Tabel 4.21 *Fixed cost (Fa)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (US\$)
1	<i>Depresiasi</i>	16.315.982.839,1753	228.403,7974

2	<i>Property tax</i>	2.936.876.911,0516	41.112,5035
3	<i>Asuransi</i>	1.631.598.283,9175	22.840,2797
	Total	20.884.458.034,1443	292.355,5806

Tabel 4.22 Variable Cost (Va)

No.	Komponen	Harga (Rp)
1	<i>Raw material</i>	4.096.633.677.139,4300
2	<i>Packing & Shipping</i>	233.610.794.802,7280
3	<i>Utilitas</i>	88.479.387.086,8188
4	<i>Royalty and patent</i>	102.560.836.742,6610
	Total	4.521.284.695.771,6400

Tabel 4.23 Regulated Cost (Ra)

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (US\$)
1	<i>Labor cost</i>	3.475.605.600,0000	-
2	<i>Payroll overhead</i>	521.340.840,0000	-
3	<i>Supervision cost</i>	590.852.952,0000	-
4	<i>Labortorium</i>	521.340.840,0000	-
5	<i>Plant suplies</i>	-	3.292,6790
6	<i>Maintenance cost</i>	-	21.951,1933
7	<i>Plant overhead</i>	1.737.802.800,0000	-

8	<i>General expense</i>	882.259.666.275,9130	143.784,2771
	Total	889.106.609.307,9130	169.028,1494

4.10.6 Analisa Keuntungan

Harga jual produk per kg

Asetaldehid = Rp 66.500,00 /kg

Annual Sales (Sa) = Rp 5.697.824.263.481,1700

Total Cost = Rp 5.435.658.908.548,8500 (-)

Keuntungan sebelum pajak = Rp 262.165.354.932,3280

Pajak Pendapatan = 50%

Keuntungan setelah pajak = Rp 131.082.677.466,1640

4.10.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.10.7.1 Percent Return On Investment (ROI)

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

ROI *sebelum* pajak = 70,91 %

ROI *sesudah* pajak = 35,45 %

4.10.7.2 Pay Out Time (POT)

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

POT *sebelum* pajak = 1,32 Tahun

POT sesudah pajak = 2,47 Tahun

4.10.7.3 Break Event Point (BEP)

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

$$\text{BEP} = 52,60 \%$$

4.10.7.4 Shut Down Point (SDP)

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

$$\text{SDP} = 28,42 \%$$

4.10.7.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

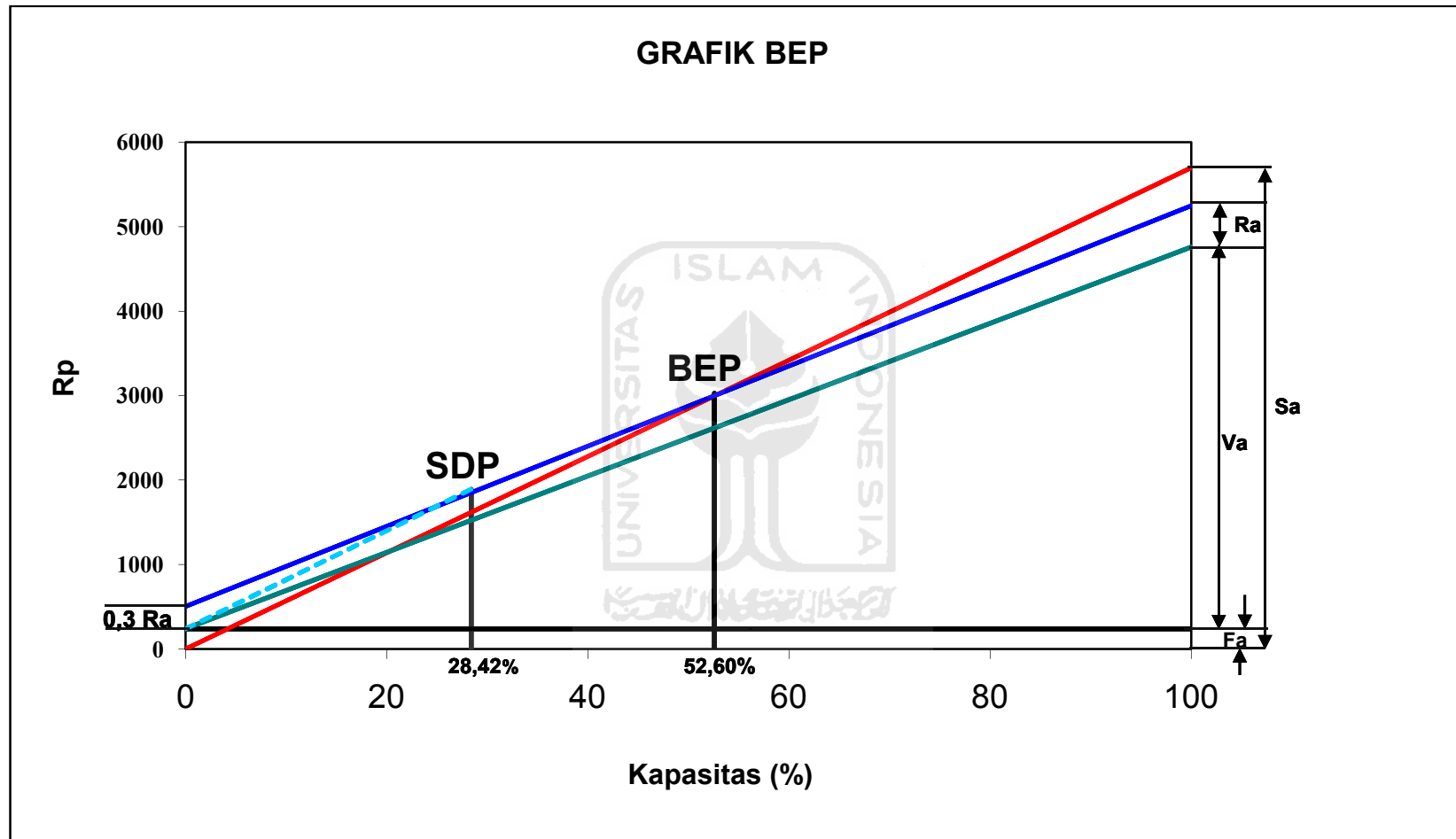
Umur pabrik	= 10 tahun
Fixed Capital Investment	= Rp 184.858.094.142,0690
Working Capital	= Rp 883.625.616.908,6200
Salvage value (SV)	= Rp 18.485.809.414,2069
Cash flow (CF)	= Annual profit + depresiasi + finance
CF	= Rp 194.519.674.714,0730

Discounted cash flow dihitung secara trial & error

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

$$R = S$$

Dengan trial & error diperoleh nilai $i = 17,53 \%$



Gambar 4.6 Nilai BEP dan SDP

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Dalam pra rancangan pabrik asetaldehid dari etanol dan udara dengan kapasitas 85.000 ton/tahun dapat disimpulkan bahwa pabrik dapat digolongkan beresiko rendah karena :

1. Proses yang digunakan :
 - ☐ Tekanan operasi umumnya sedang (< 10 atm) :1,5 atm
 - ☐ Suhu operasi umumnya sedang (< 1000 K) : 753 atm – 768 atm
2. Bahan yang ditangani :
 - ☐ Bahan baku tidak berbahaya bagi lingkungan
 - ☐ Bahan baku dan produk mudah transportasinya
 - ☐ Bahan Baku mudah didapat
3. Hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :

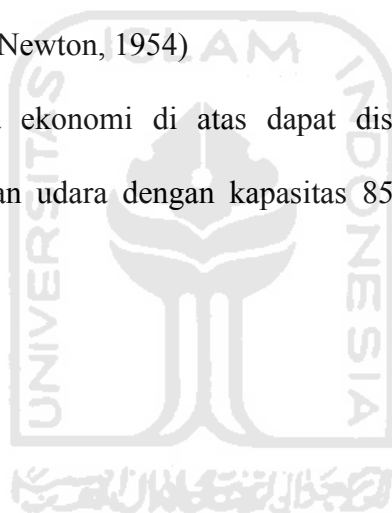
Tabel 5.1 Hasil evaluasi ekonomi

Parameter kelayakan	Hasil hitungan	Standart Kelayakan
Keuntungan (sebelum pajak)	Rp. 262.165.354.932,3280	
Keuntungan (setelah pajak)	Rp. 131.082.677.466,1640	
ROI (sebelum pajak)	70,91 %	
ROI (setelah pajak)	35,45 %	Minimum 11% Low risk (Aries Newton,1954)
POT (sebelum pajak)	1,32 tahun	

POT (setelah pajak)	2,47 tahun	Maksimal 5 Tahun (Aries Newton)
BEP	52,60 %	40% - 60%
SDP	28,42 %	< BEP
DCFR	17,53 %	> bunga Bank (1,5 kali bunga bank = 6,50 %)

Suku bunga deposito di bank saat ini adalah 6,5 %. Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga deposito bank yaitu sekitar 1,5 kali suku bunga deposito bank. (Aries and Newton, 1954)

Dari hasil analisa ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik asetaldehid dari etanol dan udara dengan kapasitas 85.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.



DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw Hill Handbook Co., Inc., New York
- Biro Pusat Statistik, “*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*”, Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta, 2003-2009
- Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design*, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, Vol 1 \$ 6, Pergamon Internasional Library, New York
- Faith, W.L., and Keyes, D.B., 1961, *Industrial chemical*, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Foust, A.S., Wenzel, L.A., Clump, C.W., Maus, L., Andersen, L.B., 1959, *Principles of Unit Operations*, 2nd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York
- Geankoplis, C.J., 1983, *Transport Process and Unit Operation*, 2nd ed., Allyn and Bacon Inc., Boston.
- Holman, J., 1981, *Heat Transfer*, McGraw Hill Book Co., Inc., New York
- <http://www.bni.co.id> diakses tanggal 6 Januari 2011
- <http://www.che.com> diakses tanggal 10 Oktober 2010
- <http://www.matche.com> diakses tanggal 11 November 2010

<http://www.pajak.net> diakses tanggal 6 Januari 2011

Kern, D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1983, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 2nd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York

Levenspiel, O., 1972, *Chemical Reaction Engineering*, 2nd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York

Ludwig, E.E., 1964, *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, Gulf Publishing, Co., Houston

Mc Adams, W.H., 195, *Heat Transmission*, 3rd ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

McCabe, Smith, J.C., and Harriot, 1985, *Unit Operation of Chemical Engineering*, 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Perry, R.H., and Green, D.W., 1986, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 6th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1980, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 3rd ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Powell, S.P., 1954, *Water Conditioning for Industry*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Rase, F.H., 1977, *Chemical Reactor Design for Process Plants*, John Wiley and Sons, Inc., New York

R.K.Sinnott, "An Introduction to Chemical Engineering Design", Pergamon Press, 1983

- Ryan, W.J., 1949, *Water Treatment and Purification*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Sularso dan Tahara, H., 1985, *Pompa dan Kompresor*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Smith, J.M., and Van Ness, H.C., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, Mc Graw Hill Book co., Inc., New York
- Treyball, R.E., 1968, “ *Mass Transfer Operations* “, 2nd. Ed. Mc. Graw Hill, International Student Edition, Singapore.
- Ulrich, G.D, 1984, “ *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic's* ”, John Wiley and Sons. Inc, New York.
- Wallas, Stenley, M., 1991, “ *Chemical Process Equipment Selection and Design* “, Mc GrawHill Book Co., Tokyo.
- Yaws, C.L., 1999, *Thermodynamics and Physical Property Data*, Mc. Graw-Hill Book Co., New York.

LAMPIRAN – A

REAKTOR FIXED BED

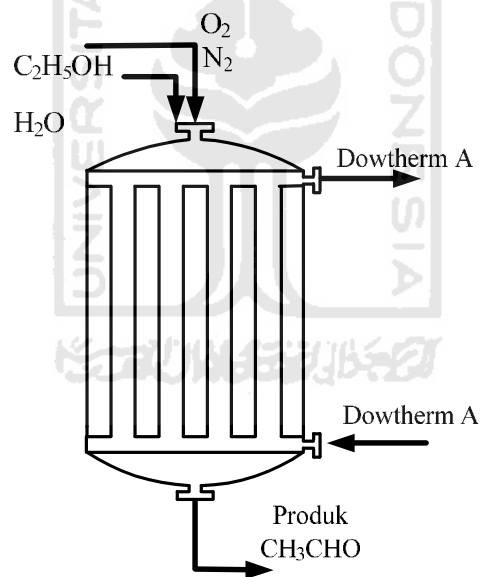
1. REAKTOR

Kode : R-01

Fungsi : Mereaksikan Etanol dan Udara menjadi Asetaldehid dan Air. O_2 N_2

C_2H_5OH H_2O

Tipe : *Fixed bed multi tube*



Jenis reaktor yang digunakan adalah reaktor *Fixed bed multi tube* dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Reaksi berlangsung dalam fase gas dengan katalis padat.
- Katalis yang digunakan berumur panjang.

- c. Reaksi bersifat eksotermis sehingga membutuhkan luas perpindahan panas yang besar.
- d. Tidak diperlukan pemisahan katalis dari produk.
- e. Konstruksi sederhana.
- f. Perawatan, perbaikan, dan operasional mudah.

Reaktor terdiri dari suatu *shell* dan *tube* vertikal dengan katalis berada pada *tube* sedangkan pendingin berada di *shell* untuk mengambil panas yang dihasilkan dari reaksi eksotermis.

Reaksi :

Reaksi :



Data-data Reaksi :	
1. Suhu masuk	753 °K
2. Tekanan operasi	1,5 atm
3. Konversi	82 %

Data-data katalis:	
1. Jenis	Ag
2. Bentuk	Padat
3. Dp	0,1 cm
4. Porositas	0,38
5. Massa jenis	10,50 g/cm ³

(www.wikipedia.com)

1. Menghitung Laju Volumetrik Umpan.

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

$$P_r = \frac{P}{P_c}$$

$$B^0 = 0,083 - \frac{0,422}{(T_r)^{1,6}} \quad (\text{Pers.3-61, Smith \& Van Ness, ed. 6, hal. 102})$$

$$B^1 = 0,139 - \frac{0,172}{(T_r)^{4,2}} \quad (\text{Pers.3-62, Smith \& Van Ness, ed. 6, hal. 102})$$

$$\frac{B.P_c}{R.T_c} = B^0 + \omega.B^1 \quad (\text{Pers.3-59, Smith \& Van Ness, ed. 6, hal. 102})$$

$$Z = 1 + \left[\frac{B.P_c}{R.T_c} \right] \left[\frac{P_r}{T_r} \right] \quad (\text{Pers.3-58, Smith \& Van Ness, ed. 6, hal. 102})$$

$$V_g = \frac{n.Z.R.T}{P}$$

Komponen	(Kmol/jam)	Pc (atm)	Tc (K)	ω	Tr	Pr
N ₂	2.527,8451	33,49878	126,1000	0,0400	5,9726	0,0448
O ₂	588,2737	49,77441	154,5800	0,0220	4,8722	0,0301
C ₂ H ₅ OH	294,1369	63,01008	516,2500	0,6370	1,4589	0,0238
H ₂ O	52,2897	217,68285	647,1300	0,3450	1,1638	0,0069

Pr/Tr	B ⁰	B ¹	BPc/RTc	Z	yi.V
0,007498	0,0588	0,1389	0,0644	1,0005	75.070,1375
0,006186	0,0495	0,1388	0,0526	1,0003	4.064,9649
0,016319	-0,1476	0,1038	-0,0815	0,9987	1.014,5598
0,005921	-0,2480	0,0481	-0,2315	0,9986	32,0622
Σ					80.181,7244

Laju Volumetrik umpan Reaktor = 80.181,7244 m³/jam

2. Menghitung Berat Molekul dan Densitas Umpan

Komponen	(Kmol/jam)	B _{Mi}	(kg/jam)	Y _i	Y _i .B _{Mi}
N ₂	2.527,8451	28,0130	70.812,5253	0,7301	20,4510
O ₂	588,2737	31,9980	18.823,5827	0,1699	5,4363
C ₂ H ₅ OH	294,1369	46,0680	13.550,2970	0,0849	3,9134
H ₂ O	52,2897	18,0150	941,9993	0,0151	0,2721
Σ	3.462,5454		10.4128,4042		30,0728

Berat Molekul umpan Reaktor = 30,0728 Kg/Kmol

$$\text{Densitas umpan} = \rho = \frac{m}{v} = \frac{104.128,4042}{80.181,7244}$$

$$= 1,2997 \text{ kg/m}^3$$

3. Menghitung Viskositas Umpan

$$\eta_{gas} = A + BT + CT^2$$

T = Suhu masuk reaktor = 753 °K

Komponen	A	B	C
N ₂	42,606	4,7500E-01	-9,8800E-05
O ₂	44,224	5,6200E-01	-1,1300E-04
C ₂ H ₅ OH	1,499	3,0741E-01	-4,4479E-05
H ₂ O	-36,826	4,2900E-01	-1,6200E-05

Komponen	y _i	μ _{gas}	μ _{gas}	μ _{gas}	μ _{gas}
		micropoise	(kg/s.m)	(kg/jam.m)	lb/ft.jam
N ₂	0,7301	344,3094	3,44309E-05	0,1240	0,0833
O ₂	0,1699	403,3968	4,03397E-05	0,1452	0,0976
C ₂ H ₅ OH	0,0849	207,7948	2,07795E-05	0,0748	0,0503
H ₂ O	0,0151	277,0861	2,77086E-05	0,0998	0,0671
Σ	1,0000	1.232,5871	1,2326E-04	0,4437	0,2983

Komponen	$y_i \cdot \mu_{gas}$	$y_i \cdot \mu_{gas}$	$y_i \cdot \mu_{gas}$
	(kg/jam.m)	lb/ft.jam	micropoise
N ₂	0,0905	0,0608	251,3645
O ₂	0,0247	0,0166	68,5356
C ₂ H ₅ OH	0,0064	0,0043	17,6518
H ₂ O	0,0015	0,0010	4,1844
Σ	0,1230	0,0827	341,7363

Viscositas umpan (μ) = 0,1230 kg/m.jam

4. Menghitung Konduktivitas Umpan

$$k_{gas} = A + BT + CT^2$$

Komponen	A	B	C
N ₂	0,0031	7,59E-05	-1,10E-08
O ₂	0,00121	8,62E-05	-1,33E-08
C ₂ H ₅ OH	-0,00556	4,36E-05	8,50E-08
H ₂ O	0,00053	4,71E-05	4,96E-08

Komponen	y_i	k_{gas}	$y_i \cdot k_{gas}$
		W/m.K	W/m.K
N ₂	0,7301	0,0540	0,0394
O ₂	0,1699	0,0585	0,0099
C ₂ H ₅ OH	0,0849	0,0755	0,0064
H ₂ O	0,0151	0,0641	0,0010
Σ	1,0000		0,0568

$$\begin{aligned}
 K \text{ campuran} &= 0,0568 \text{ W/m.K} \\
 &= 0,2044 \text{ Kj/jam.m.K} \\
 &= 0,0488 \text{ Kkal/jam.m.K}
 \end{aligned}$$

5. Menghitung Jumlah dan Susunan Tube

Diameter reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Pengaruh rasio D_p/D_t terhadap koefisien perpindahan dalam pipa yang berisi butir-butir katalisator dibandingkan dengan pipa kosong (h_w/h), telah diteliti oleh Colburn's, yaitu :

Tabel A-5. Rasio D_p/D_t

D_p/D_t	0,05	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30
H_w/h	5,50	7,00	7,80	7,50	7,00	6,60

(Smith,1975)

Dipilih $D_p/D_t = 0,15$

Dimana :

h_w : Koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi katalis.

H : koefisienperpindahan panas dalam pipa kosong.

D_p : Diameter katalisator.

D_t : Diameter tube.

Direncanakan menggunakan tube dengan spesifikasi,		
Nominal size	1,5	1,2700 cm
OD	0,84 in.	2,1336 cm
ID	0,622 in.	1,5799 cm
Flow area per tube	0,304 in. ²	1,9613 cm ²

Schedule number : 40 (Kern,1965)

Menghitung kecepatan alir massa umpan:

Dari Fig. 11.5.a-1 Froment and Bischoff, untuk aliran turbulen diambil $N_{Re} = 2100$

$$N_{Re} = \frac{G_t D_p}{\mu_t}$$

$$G_t = \frac{\mu N_{Re}}{D_p}$$

Dimana:

$$\mu = \text{Viskositas umpan} = 0,1230 \text{ kg/m.jam}$$

$$D_p = \text{Diameter partikel} = 0.1 \text{ cm}$$

$$N_{Re} = \text{Bilangan Reynolds} = 2100$$

$$G_t = \text{Laju alir volumetrik}$$

$$G_t = \frac{(0,1230)(2100)}{0,1000}$$

$$= 7,175 \text{ g/(cm}^2 \cdot \text{detik)}$$

Menentukan jumlah *tube*:

$$A_t = \frac{W_t}{G}$$

$$A_t = \frac{28.924,5567 \text{ g/s}}{3,8459 \text{ g/s.cm}^2}$$

$$= 7.520,8673 \text{ cm}^2$$

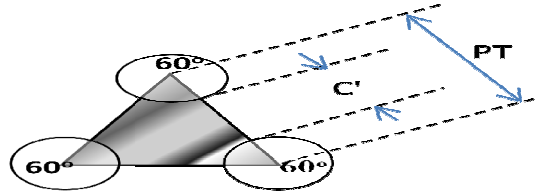
$$N_t = \frac{A_t}{A_o}$$

$$N_t = \frac{7.520,8673 \text{ cm}^2}{1,9613 \text{ cm}^2}$$

$$= 3.834,6338 \text{ buah}$$

diambil jumlah *tube* 3.835 buah.

Dengan susunan *tube* yang direncanakan adalah *Triangular pitch*



$$\begin{aligned}
 P_t &= (1,25) (OD) \\
 &= (1,25) (0,84) &= 1,0500 \text{ inch} \\
 C' &= 1,0600 - 0,84 &= 0,2100 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

6. Menghitung Diameter Shell

$$\begin{aligned}
 \text{Luas segitiga} &= (0,5)(1,05)^2 \sin 60^\circ \\
 &= 0,4774 \text{ inch}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas seluruh segitiga} &= (\text{Luas segitiga}) \left(\frac{\sum \text{Tube}}{3} \right) \\
 &= (0,4774 \text{ inch}^2) \left(\frac{3835}{3} \right) \\
 &= 610,2763 \text{ inch}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas lubang segitiga} &= (1/2)(\pi/4)(OD^2) \left(\frac{\sum \text{tube}}{3} \right) \\
 &= (1/2)(3,14/4)(0,84^2)(3835/3) \\
 &= 354,0318 \text{ inch}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas tanpa lubang} &= 610,2763 \text{ inch}^2 - 354,0318 \text{ inch}^2 \\
 &= 256,2445 \text{ inch}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Shell} &= \text{Luas tanpa lubang} + [(\pi/4)(OD^2)(\sum tube)] \\
 &= 256,2445 \text{ inch}^2 + (3,14/4)(0,84 \text{ inch})^2(3835) \\
 &= 2.380,4356 \text{ inch}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Inside diameter shell} &= \sqrt{\frac{4.0,866.Nt.Pt^2}{\pi}} \\
 &= \sqrt{\frac{4.0,866.3835.1,05^2}{3,14}} \\
 &= 68,2961 \text{ inch} \\
 &= 173,4722 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

7. Menghitung Koefisien Perpindahan Panas

Spesifikasi reaktor	
1. <i>Shell side</i>	<i>Dowtherm A</i>
IDs	68,2962 inch
<i>Baffle spacing (Bs)</i>	43,3680 inch
μ_D	2,0848 kg/ m. jam
C_{p_s}	0,2306 kal/ g.°K
ρ_s	1,0266 g/cm ³
k_s	1,1485 kj/ m.jam.°K
2. <i>Tube side</i>	Feed Reaktor
ID _t	0,6220 inch
OD _t	0,8400 inch
D _p (diameter katalis)	0.1 cm
P _T	1,05 inch
k	0,0488 kkal/jam.m.°K)
μ	0,00034 g/(cm.det)
G _t	7,175 g/cm ² .det
N _t	3835 buah

1. *Shell side*

Menghitung harga koefisien perpindahan panas *Dowtherm A*, sebagai pendingin reaktor,

$$a_s = \frac{ID_s C' B_s}{P_T} \quad (\text{Pers. 7.1, Kern, hal. 138})$$

Dimana:

a_s = *Cross flow area*

ID_s = Diameter dalam *shell*

P_T = *Tube pitch*

C' = *Clearance*

B = *Baffle spacing*

$$a_s = \frac{(68,2962)(0,2100)(43,3680)}{(1,05)}$$

$$= 592,3739 \text{ inch}^2$$

$$= 3.821,7594 \text{ cm}^2$$

$$G_s = \frac{W_s}{a_s}$$

Dimana,

G_s = Kecepatan massa pendingin Reaktor

W_s = Laju alir pendingin Reaktor = 37.481,3053 g/s

a_s = *cross flow area*

$$G_s = \frac{37.481,3053}{3.821,7594}$$

$$= 9,8073 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{dk}$$

$$= 353.064,1468 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{jam}$$

Untuk desain *triangular pitch*:

$$D_e = \frac{4 \left[(0,5 P_T - 0,86 P_T) - 0,5\pi \frac{ODt}{4} \right]}{0,5\pi \times ODt} \quad (\text{Pers. 7.5, Kern, hal. 139})$$

Dimana:

D_e = Diameter ekivalen

P_T = *Tube pitch*

ODt = Diameter luar *tube*

$$D_e = \frac{4x \left[((0,5)(2,6670) - 0,86)(2,6670) - 0,5x3,14 \frac{(2,1336^2)}{4} \right]}{(0,5)(3,14)(2,1336)}$$

$$= 3,4023 \text{ cm}$$

$$= 0,0340 \text{ m}$$

Menghitung Bilangan Reynold *shell*

$$Re = \frac{G_s D_e}{\mu_g}$$

Dimana:

μ_s = Viskositas pendingin

$$Re = \frac{353.064,1468 \times 0,0340}{2,0848} = 5761,8378$$

J_H = 40 (Fig. 28, Kern, hal. 838)

$$h_o = J_H \frac{KD}{D_e} \sqrt[3]{Pr} \quad (\text{Pers. 6.15b, Kern, hal. 112})$$

Dimana:

h_o = Koefisien perpindahan panas di *shell*

J_H = *factor for heat transfer*

KD = Konduktivitas pendingin

D_e = Diameter ekivalen

$$h_o = 40 \times \frac{0,0488}{0,0340} \sqrt[3]{4,1859}$$

$$= 911,0680 \text{ Kj/jam.m}^2.\text{K}$$

2. *Tube side*

Menghitung koefisien perpindahan panas umpan masuk reaktor untuk pemanasan,

$$h_i = j_H(k/D)(Pr)^{(1/3)}$$

$$h_i = J_H \frac{K}{D} \sqrt[3]{Pr} \quad (\text{Pers. 11.5.a-7, Froment and Bischoff,}$$

hal.476)

Dimana:

h_i = Koefisien perpindahan panas di *tube*

k = Konduktivitas umpan

D = Diameter dalam *tube*

J_h = 25 (Fig. 28 *Kern hal 112*)

$$h_i = 25 \times \frac{0,2044}{(1,5799/100)} \sqrt[3]{0,7245}$$

$$= 290,4675 \text{ Kj/jam.m}^2.\text{K}$$

Mengoreksi harga h_i ,

$$h_{io} = h_i \frac{ID}{OD} \quad (\text{Pers. 6.5, Kern, hal. 111})$$

Dimana:

h_{io} = Koefisien perpindahan panas terkoreksi

h_i = Koefisien perpindahan panas dalam *tube*

ID = Diameter dalam *tube*

OD = Diameter luar *tube*

$$\begin{aligned} h_{io} &= 290,4675 \frac{2,1336}{1,5799} \\ &= 215,0843 \text{ kj/jam.m}^{20}\text{K} \end{aligned}$$

Menghitung U_c ,

$$U_c = \frac{h_{io} \times h_o}{h_{io} + h_o} \quad (\text{Pers. 6.7, Kern, hal. 112})$$

Dimana:

U_c = Clean Overall Coefficient

h_{io} = Koefisien perpindahan panas terkoreksi

h_o = Koefisien perpindahan panas di *shell*

$$\begin{aligned} U_c &= \frac{(215,0843 \times 911,0680)}{(215,0843 + 911,0680)} \\ &= 174,0053 \text{ Kj/jam.m}^2\text{.K} \end{aligned}$$

Menghitung U_D ,

$$R_D = \frac{U_c - U_D}{U_c U_D} \quad (\text{Pers. 6.13, Kern, hal. 108})$$

$$U_D = \frac{1}{U_C} + R_d$$

Dimana:

$$U_D = \text{Dirty Overall Coefficient}$$

$$U_C = \text{Clean Overall Coefficient}$$

$$R_d = \text{Total Dirty Factor}$$

Dirty Factor di *shell* maupun di *tube*,

$$R_{Do} = 0,001 \text{ jam.ft}^2 \cdot \text{°F/Btu} \quad (\text{Tabel 12, Kern, hal. 845})$$

$$R_{Di} = 0,0005 \text{ jam.ft}^2 \cdot \text{°F/Btu} \quad (\text{Tabel 12, Kern, hal. 845})$$

$$R_{Dtotal} = 0,0015 \text{ jam.ft}^2 \cdot \text{°F/Btu}$$

$$= 7,33239E-05 \text{ m}^2 \cdot \text{j.K/Kj}$$

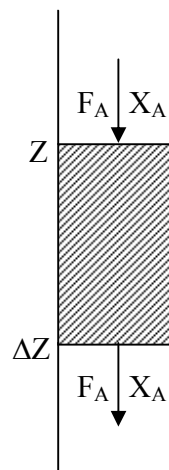
$$U_D = \frac{1}{(174,0053)} + 7,33239E-05$$

$$= 171,8132 \text{ kJ/jam.m}^2 \cdot \text{K}$$

8. Menghitung Tinggi Bed Reaktor dan Suhu Keluar Reaktor

- a. Menentukan persamaan profil perubahan konversi terhadap panjang reaktor

Jika ditinjau sebuah *tube* sepanjang reaktor, profil aliran gas dalam *tube* :



Asumsi keadaan reaktor dalam keadaan steady state maka laju akumulasi = 0.

laju input – laju output – laju reaksi = laju akumulasi

$$F_A|_Z - F_A|_{Z+\Delta Z} - (-r_A)\Delta W = 0 \quad (1)$$

dimana :

$$\Delta W = \Delta V_t \cdot \rho_B \cdot (1 - \varepsilon) \quad (2)$$

$$\Delta V_t = N_t \cdot A \cdot \Delta Z \quad (3)$$

$$A = D_{it}^2 \cdot \left(\frac{\pi}{4}\right) \quad (4)$$

Dari ketiga persamaan diatas didapat persamaan sebagai berikut :

$$\Delta W = N_t \cdot \rho_B \cdot D_{it}^2 \cdot \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot \Delta Z \cdot (1 - \varepsilon) \quad (5)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (5) pada persamaan (1) didapat persamaan sebagai berikut :

$$F_A|_Z - F_A|_{Z+\Delta Z} - (-r_A)N_t \cdot \rho_B \cdot D_{it}^2 \cdot \left(\frac{\pi}{4}\right) \Delta Z (1 - \varepsilon) = 0$$

$$\frac{F_A|_Z - F_A|_{Z+\Delta Z} - (-r_A)N_t \cdot \rho_B \cdot D_{it}^2 \cdot \left(\frac{\pi}{4}\right) \Delta Z (1 - \varepsilon)}{\Delta Z} = 0$$

$$\lim_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{F_A|_Z - F_A|_{Z+\Delta Z}}{\Delta Z} = (-r_A)N_t \cdot \rho_B \cdot D_{it}^2 \cdot \left(\frac{\pi}{4}\right) (1 - \varepsilon)$$

$$\frac{-dF_A}{dZ} = (-r_A)N_t \cdot \rho_B \cdot D_{it}^2 \cdot \left(\frac{\pi}{4}\right) (1 - \varepsilon) \quad (6)$$

dimana :

$$F_A = F_{A0} (1 - X_A) \quad (7)$$

$$dF_A = dF_{A0} (1 - X_A)$$

$$dF_A = F_{A0} \cdot (-dX_A) \quad (8)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (8) pada persamaan (6), didapat persamaan sebagai berikut :

$$\frac{F_{A0} \cdot dX_A}{dZ} = (-r_A) N_t \cdot \rho_B \cdot D_{it}^2 \cdot \left(\frac{\pi}{4}\right) (1 - \varepsilon)$$

$$\frac{dX_A}{dZ} = \frac{(-r_A) N_t \cdot \rho_B \cdot D_{it}^2 \cdot \left(\frac{\pi}{4}\right) (1 - \varepsilon)}{F_{A0}} \quad (9)$$

dimana :

$$C_A = C_{A0} (1 - X_A)$$

$$C_{A0} = \frac{N_{A0}}{V} \cdot V \frac{NRT}{PT}$$

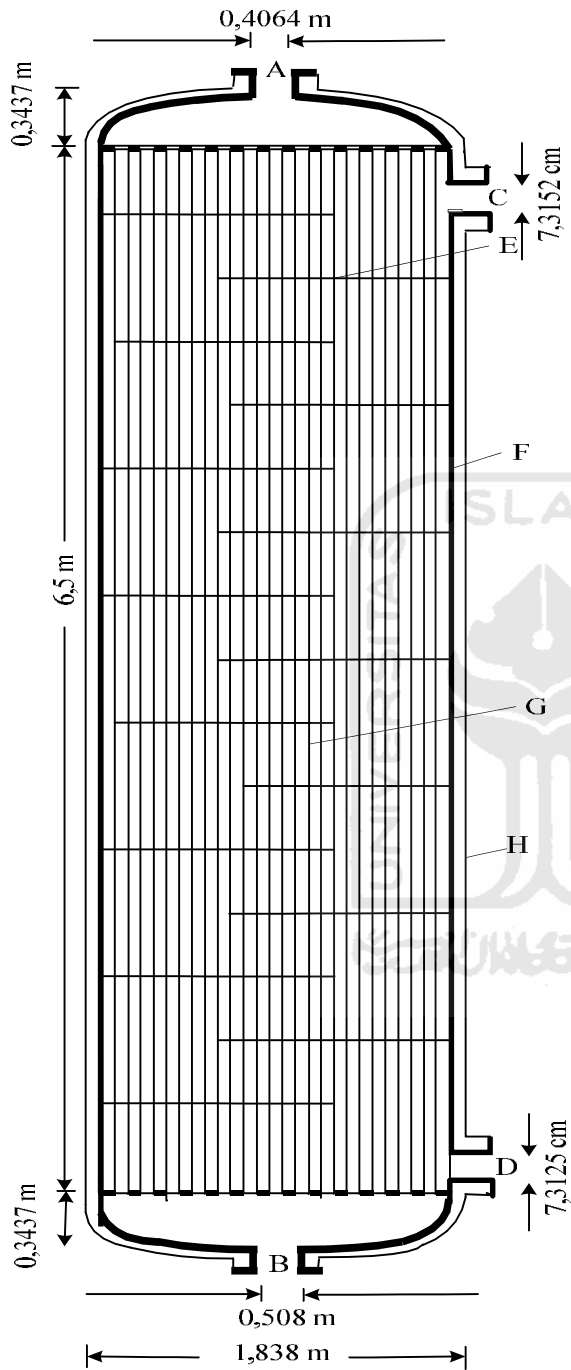
$$C_{A0} = \frac{N_{A0} PT}{NtRT}$$

$$C_{A0} = 0,021 \text{ kmol/m}^3 (1 - 0,82)$$

$$= 0,0038 \text{ kmol/m}^3$$

$$r_A = k \times C_A (1 - X_A)$$

$$r_A = k \left(\frac{N_{A0} PT}{NtRT} \right)$$

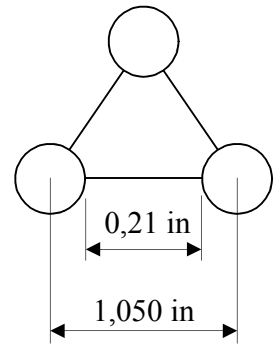
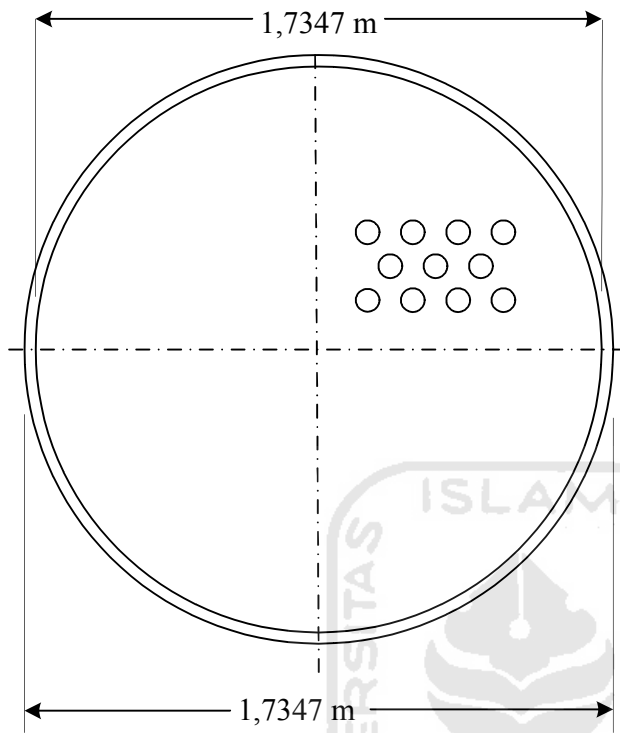


Keterangan :

- A : Pipa pemasukan umpan gas
- B : Pipa pengeluaran gas
- C : Pipa pemasukan dowterm A
- D : Pipa pengeluaran dowterm A
- E : Baffle
- F : Dinding reaktor
- G : Pipa berisi katalisator
- H : Isolasi

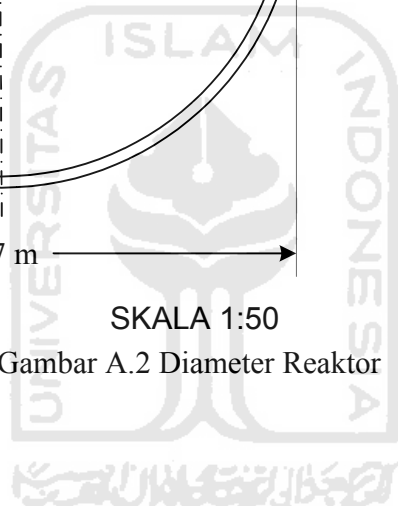
SKALA 1:100

Gambar A.1 Reaktor

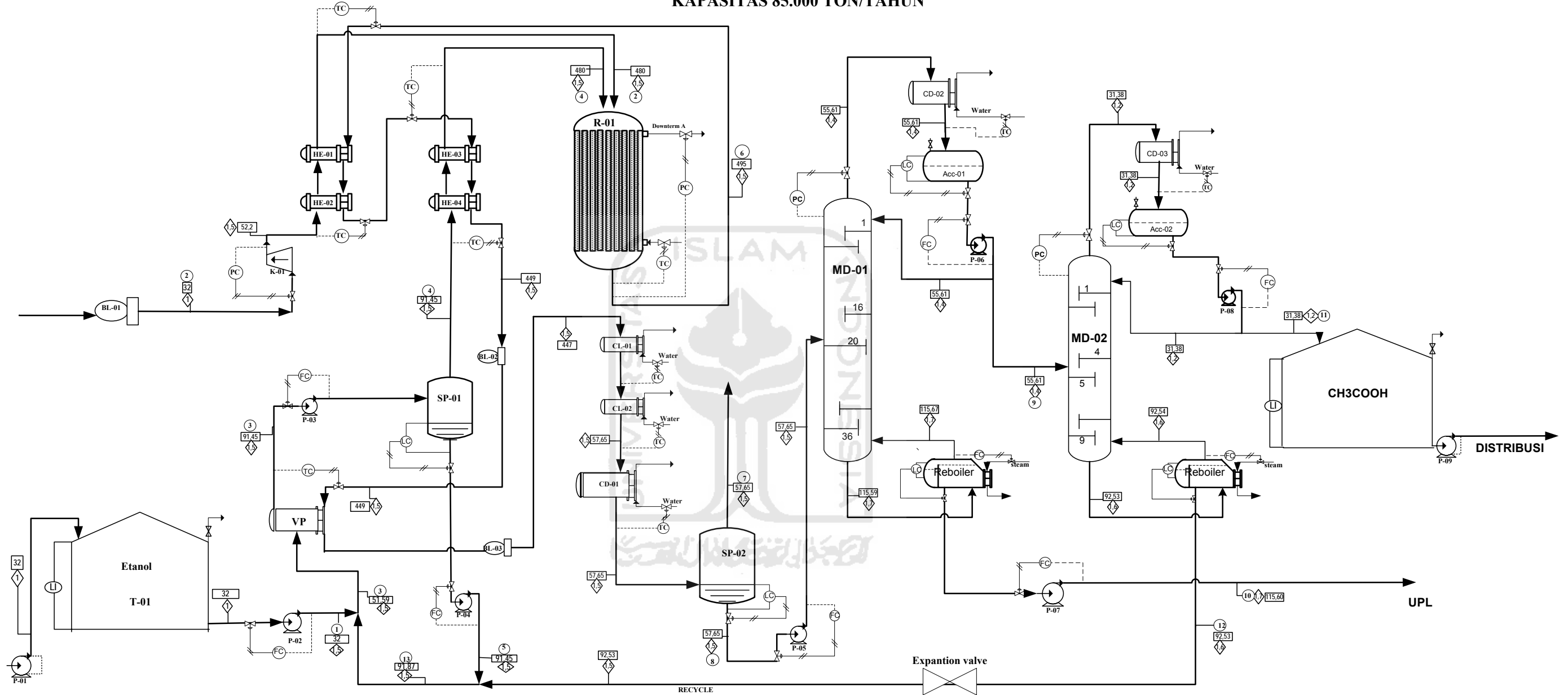


SKALA 1:50

Gambar A.2 Diameter Reaktor



**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK ASETALDEHID DARI ETANOL DAN UDARA
KAPASITAS 85.000 TON/TAHUN**



KOMPONEN	Nomor Arus (kg/jam)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
N ₂	0,0000	70812,5253	0,0000	0,0000	0,0000	70812,5253	70812,5253	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
O ₂	0,0000	18823,5827	0,0000	0,0000	0,0000	14964,7482	14964,7482	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CH ₃ CHO	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	10625,0000	10625,0000	0,0000	10625,0000	10625,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C ₂ H ₅ OH	11351,2464	0,0000	16937,8712	13550,2970	3387,5742	2439,0535	0,0000	2439,0535	2390,2724	48,7811	191,2218	2199,051	5586,6248
H ₂ O	836,2577	0,0000	1177,4991	941,9992	235,4998	5287,0772	0,0000	5287,0772	107,8995	5179,1777	2,1580	105,7415	235,4998
Total	12187,5041	89636,1080	18115,3703	14492,2962	3623,0740	104128,4042	85777,2735	18351,1307	13123,1719	5227,9588	10818,3798	2304,7921	5822,1246

ALAT	KETERANGAN
Acc	Accumulator
BL	Blower
CD	Condenser
CL	Cooler
EV	Expansion Valve
K	Kompresor
MD	Menara Distilasi
P	Pompa
R	Reaktor
RB	Reboiler
SP	Separator
T	Tangki
VP	Vaporizer

SIMBOL	KETERANGAN
FC	Flow Controller
LC	Level Controller
LI	Level Indikator
PC	Pressure Controller
TC	Temperature Controller
1-13	Nomor Arus
°C	Suhu, °C
atm	Tekanan, atm
Control Valve	Control Valve
Electric Connection	Electric Connection
Piping	Piping
Udara tekan	Udara tekan
Vent	Vent

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA

PROCESS FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK ASETALDEHID
DARI ETANOL DAN UDARA
KAPASITAS 85.000 TON/TAHUN

Dikerjakan oleh :
RENI INDIATI (065 210 28)

Dosen Pembimbing :
Bachrun Sutrisno, Jr. M.Sc
Ariany Zulkania ST. M.Eng



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI, TEKNIK KIMIA, TEKNIK INFORMATIKA, TEKNIK ELEKTRO, DAN TEKNIK MESIN

Kampus : Jalan Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895287, 895007 Facs. (0274) 895007 Ext. 148; Kotak Pos 75 Sleman 55501 Yogyakarta

http://www.uui.ac.id atau http://www.fti-uui.org e-mail : fti@uui.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa 1 : Reni Indriati
No. MHS 1 : 06521028

Judul Pra Rancangan Pabrik)* : PRA RANCANGAN PABRIK
ASETALDEHID DARI ETANOL DAN UDARA
KAPASITAS 85.000 TON /TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 4 Maret 2010
Selesai Masa Bimbingan : 31 Agustus 2010

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	10 Maret 2010	Mengajukan judul skripsi	Ri
2	17 Maret 2010	Mengganti judul skripsi	Ri
3	24 Maret 2010	Membahas & menyetujui judul skripsi	Ri
4	7 April 2010	Menentukan kapasitas Pabrik	Ri
5	22 April 2010	Bimbingan data fisik Bahan baku, Produk Produk	Ri
6	5 Mei 2010	Bimbingan Neraca Massa	Ri
7	11 Mei 2010	Bimbingan Vaporizer, separator 1 & 2	Ri
8	20 Mei 2010	Bimbingan Reaktor + Bab 1 & 2	Ri
9	27 Mei 2010	Bimbingan Menara Distilasi 1 & 2	Ri
10	3 Juni 2010	Alat kecil (tangki, cooler, HE, Kondensor, Reboiler)	Ri
11	9 Juni 2010	Alat kecil (Accumulstor, blower, Exuantion valve)	Ri
12	15 Juni 2010	Alat kecil (HE, cooler, condensor)	Ri

Disetujui Draft Penulisan:
Pembimbing I,

Bachrun Sutrisno, Ir., M.Sc

Yogyakarta, 13 Januari 2011
Pembimbing II

Ariany Zulkania, ST., M.Eng

-)* Judul Tugas Pra Rancangan Pabrik Ditulis dengan Huruf Balok
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Tugas Pra Rancangan Pabrik
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI, TEKNIK KIMIA, TEKNIK INFORMATIKA, TEKNIK ELEKTRO, DAN TEKNIK MESIN

Kampus : Jalan Kaliurang Km. 14.4 Telp. (0274) 895287, 895007 Facs. (0274) 895007 Ext. 148; Kotak Pos 75 Sleman 55501 Yogyakarta

http://www.uui.ac.id atau http://www.fti-uui.org e-mail : fti@uui.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa 1 : Reni Indriati
No. MHS 1 : 06521028

Judul Pra Rancangan Pabrik)* : PRA RANCANGAN PABRIK
.....
.....ASETAL DEHID DARI ETANOL DAN UDARA
.....
.....KAPASITAS 85.000 TON/TAHUN
.....

Mulai Masa Bimbingan : 1 Nopember 2010
Selesai Masa Bimbingan : 30 April 2011

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
13	22 Juni 2010	Revisi Bab I & 2, Bimbingan Bab 3	R-
14	29 Juni 2010	Revisi Bab 3, Gambar Pengolahan air	R-
15	14 Juli 2010	Utilitas & Ekonomi	R- R-
16	21 Oktober 2010	Bab 4 & Bab 5, Lay out alat, tata letak pabrik	R- R-
17	1 Desember 2010	Lampiran, PEFD	R- R-
18	15 Desember 2010	Revisi Bab 4 & 5	R- R-
19	29 Desember 2010	Naskah	R- R-
20	12 Januari 2011	PEFD, Lampiran, Persetujuan Naskah	R- R-
21	23 Desember 2010	Utilitas	R- R-
22	30 Desember 2010	Revisi Utilitas & Ekonomi, Grafik BEP.	R- R-
23	6 Januari 2011	Naskah, Gaji karyawan	R- R-
24	14 Januari 2011	Revisi Naskah & Persetujuan Naskah	R- R-

Disetujui Draft Penulisan:
Pembimbing I,

Bachrun Sutrisno, Ir., M.Sc

Yogyakarta, 13 Januari 2011
Pembimbing II

Ariany Zulkania, ST., M.Eng

-)* Judul Tugas Pra Rancangan Pabrik Ditulis dengan Huruf Balok
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Tugas Pra Rancangan Pabrik
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy