

PRA RANCANGAN
PABRIK ETILEN DARI DEHIDRASI BIOETANOL
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana (S1) Pada Konsentrasi
Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia



Oleh:

Nama : Fahruli Susanto
No Mahasiswa : 03.521.070

Nama : Arif Sulistiyanto
No Mahasiswa : 04.521.091

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2009

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fahruli Susanto

Nama : Arif Sulistyanto

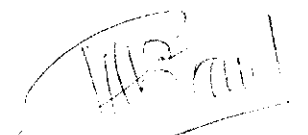
No Mahasiswa: 03.521.070

No Mahasiswa: 04.521.091


Yogyakarta, November 2009

Menyatakan bahwa seluruh hasil 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 kami siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan
Sebagaimana mestinya.



Fahruli Susanto



Arif Sulistyanto

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN
PABRIK ETILEN DARI DEHIDRASI BIOETANOL
KAPASITAS 50.000 TON / TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Fahruli Susanto

No Mahasiswa : 03.521.070

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 2009

Tim Penguji,

Arif Hidayat, ST., MT

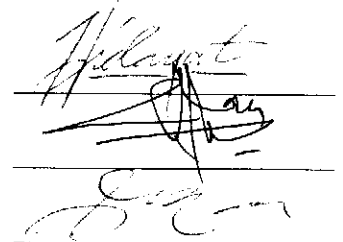
Ketua

Farham HM Saleh, Ir., MSIE., Dr.

Anggota I

Diana, ST., MT

Anggota II



Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Hj. Kamariah Anwar, MS.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN
PABRIK ETILEN DARI DEHIDRASI BIOETANOL
KAPASITAS 50.000 TON / TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Arif Sulistyanto

No Mahasiswa : 04.521.091

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 2009

Tim Penguji,
Arif Hidayat, ST., MT

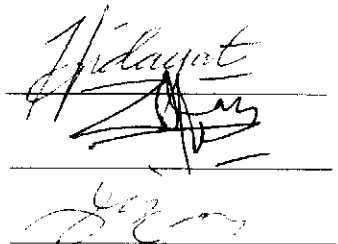
Ketua

Farham HM Saleh, Ir., MSIE., Dr

Anggota I

Diana, ST., MT

Anggota II

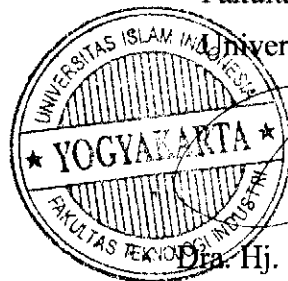


Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas limpahan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul Pra Rancangan Pabrik Etilen dari Dehidrasi Bioetanol dengan kapasitas 50.000 Ton/Tahun ini disusun sebagai penerapan dari ilmu Teknik Kimia yang telah didapat dibangku kuliah, dan sebagai satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Atas terselesainya laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Fathul Wahid, ST., M.Sc., selaku Dekan FTI.
2. Ibu Dra. Kamariah Anwar, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia.
3. Bapak Arif Hidayat, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang penuh kesabaran dan kebijaksanaan dalam membimbing sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Orang tua dan keluarga kami yang telah dengan tulus memberikan dorongan dan motivasi baik berupa materi maupun mental.

5. Seluruh civitas akademika di lingkungan jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya laporan ini.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini masih banyak kekurangan dan kelemahan serta jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, November 2009

Penyusun



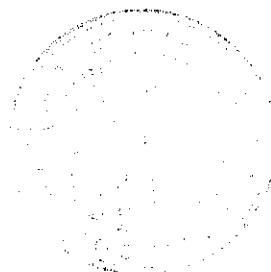
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR GAMBAR.....	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Perancangan.....	2
1.2.1 Kebutuhan Pasar.....	2
1.2.2 Ketersedian Bahan Baku.....	3
1.3 Tinjauan Pustaka.....	4
1.3.1 Pyrolysis Hydrocarbon.....	5

1.3.2	Bioetanol Dehydration	5
1.3.3	Disproporsional Propylene	6
1.3.4	Ethylene dari batu bara	6
BAB II. PERANCANGAN PRODUK		8
2.1	Spesifikasi Produk	8
2.1.1	Karakteristik Produk	8
2.1.1.1	Etilen	8
2.1.1.2	Air	9
2.2	Spesifikasi Katalis	9
2.2.1	Karakteristik Katalis	10
2.2.1.1	Asam Zeolit	10
2.3	Spesifikasi Bahan Baku	10
2.3.1	Karakteristik Bahan Baku	10
2.3.1.1	Etanol	10
2.4	Pengendalian Kualitas	11
2.4.1	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	11
2.4.2	Pengendalian Proses Produksi	12
2.4.2.1	Alat Sistem Kontrol	12

2.4.3	Pengendalian Kualitas Produk	14
BAB III.	PERANCANGAN PROSES	15
3.1	Uraian Proses	15
3.1.1	Tahap Persiapan Bahan Baku	15
3.1.2	Tahap Pembuatan Etilen	16
3.1.3	Tahap Pemurnian Hasil	16
3.2	Neraca Massa Per Alat	17
3.2.1	Neraca Massa Total	18
3.2.2	Neraca Massa Separator-01	18
3.2.3	Neraca Massa Separator-02	19
3.2.4	Neraca Massa Reaktor	19
3.3	Neraca Panas Per Alat	20
3.3.1	Neraca Panas Vaporizer	20
3.3.2	Neraca Panas Reaktor	21
3.3.3	Neraca Panas Heater	21
3.3.4	Neraca Panas HE-01	22
3.3.5	Neraca Panas HE-02	22

3.3.6	Neraca Panas HE-03	23
3.3.7	Neraca Panas Condenser-01	23
3.3.8	Neraca Panas Condenser-02	24
3.3.9	Neraca Panas Cooler	24
3.3.10	Neraca Panas Compressor	25
3.4	Spesifikasi Alat	25
3.4.1	Reaktor	25
3.4.2	Separator-01 (S-01)	27
3.4.3	Separator-02 (S-02)	28
3.4.4	Vaporizer	29
3.4.5	Heater (HT)	30
3.4.6	Heat Exchanger-01 (HE-01)	31
3.4.7	Heat Exchanger-02 (HE-02)	32
3.4.8	Heat Exchanger-03 (HE-03)	33
3.4.9	Condenser-01 (CD-01)	34
3.4.10	Condenser-02 (CD-02)	36
3.4.11	Cooler (CL)	37
3.4.12	Blower-01 (B-01)	38



3.4.13 Blower-02 (B-02)	38
3.4.14 Blower-03 (B-03)	39
3.4.15 Pompa-01 (P-01)	39
3.4.16 Pompa-02 (P-02)	40
3.4.17 Tangki Bahan Baku (T-01)	41
3.4.18 Tangki Produk (T-02)	41
3.5 Perencanaan Produksi	42
3.5.1 Kemampuan Pasar	43
3.5.2 Kemampuan Pabrik	43
BAB IV. PERANCANGAN PABRIK	45
4.1 Lokasi Pabrik	45
4.1.1 Bahan Baku	45
4.1.2 Pemasaran	46
4.1.3 Persediaan Air	46
4.1.4 Persediaan Tenaga Listrik dan Bahan Bakar	47
4.1.5 Iklim	48
4.2 Tata Letak Pabrik	53
4.3 Pelayanan Teknik (Utilitas)	63

4.3.1	Unit Pengadaan Air dan Pengolahan Air	63
4.3.1.1	Unit Pengadaan Air	63
4.3.1.2	Unit Pengolahan Air	66
4.3.1.3	Unit Pengolahan Air Untuk Umpan Boiler	70
4.3.2	Unit Pengadaan Steam	76
4.3.3	Unit Pengadaan Listrik	76
4.3.4	Unit Pengadaan Bahan Bakar	80
4.3.5	Unit pengolahan air limbah	81
4.3.6	Unit Refrigerasi	82
4.3.7	Laboratorium	84
4.4	Spesifikasi Alat Utilitas	85
4.4.1	Bak Pengendap Awal	85
4.4.2	Tangki Flokulator	85
4.4.3	Clarifier	86
4.4.4	Bak Penampung Sementara	87
4.4.5	Bak Penampung Air Bersih	88
4.4.6	Saringan Pasir	89
4.4.7	Cold Basin	90

4.4.8	Bak Air Pendingin.....	90
4.4.9	Bak Sanitasi.....	91
4.4.10	Cooling Tower.....	92
4.4.11	Kation Exchanger.....	93
4.4.12	Anion Exchanger.....	94
4.4.13	Deaerator.....	94
4.4.14	Tangki Air umpan WHB.....	95
4.4.15	Boiler-01.....	96
4.4.16	Boiler-02.....	96
4.4.17	Tangki Bahan Bakar.....	97
4.4.18	Tangki Kondesat.....	98
4.4.19	Tangki Tawas.....	98
4.4.20	Tangki $\text{Ca}(\text{OH})_2$	99
4.4.21	Tangki Kaporit.....	100
4.4.22	Tangki NaCl	101
4.4.23	Tangki NaOH	101
4.4.24	Tangki Hidrazine.....	102
4.4.25	Tangki Na_2SO_4	103

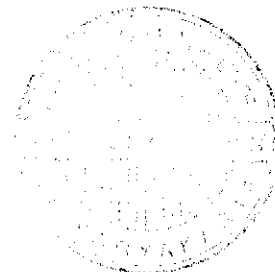
4.4.26 Furnace (F)	104
4.4.27 Kompresor	105
4.4.28 Turbin	106
4.4.29 Pompa Utilitas-01	107
4.4.30 Pompa Utilitas-02	107
4.4.31 Pompa Utilitas-03	108
4.4.32 Pompa Utilitas-04	109
4.4.33 Pompa Utilitas-05	109
4.4.34 Pompa Utilitas-06	110
4.4.35 Pompa Utilitas-07	111
4.4.36 Pompa Utilitas-08	111
4.4.37 Pompa Utilitas-09	112
4.4.38 Pompa Utilitas-10	113
4.4.39 Pompa Utilitas-11	113
4.4.40 Pompa Utilitas-12	114
4.4.41 Pompa Utilitas-13	115
4.4.42 Pompa Utilitas-14	115
4.4.43 Pompa Utilitas-15	116

4.4.44	Pompa Utilitas-16	117
4.4.45	Pompa Utilitas-17	117
4.4.46	Pompa Utilitas-18	118
4.4.47	Pompa Utilitas-19	118
4.4.48	Cooler Refrigerasi (CR)	119
4.4.49	Expander Valve (EV-01)	120
4.4.50	Expander Valve (EV-02)	121
4.4.51	Expander Valve (EV-03)	121
4.4.52	Tangki Refrigeran (TU-01)	122
4.4.53	Pompa Refrigerasi	122
4.5	Organisasi Perusahaan	123
4.5.1	Bentuk Perusahaan	123
4.5.2	Struktur Organisasi	125
4.5.3	Tugas dan Wewenang	128
4.5.3.1	Pemegang Saham	128
4.5.3.2	Dewan Komisaris	128
4.5.3.3	Dewan Direksi	129
4.5.3.4	Staf Ahli	130



4.5.3.5	Kepala Bagian	131
4.5.3.5.1	Kepala Bagian Produksi	131
4.5.3.5.2	Kepala Bagian Teknik	132
4.5.3.5.3	Kepala Bagian Pemasaran	133
4.5.3.5.4	Kepala Bagian	134
	Administrasi dan Keuangan	
4.5.3.5.5	Kepala Bagian Umum	134
4.5.3.5.6	Kepala Bagian Keselamatan dan	136
	Kesehatan Kerja (K3) dan Litbang	
4.5.3.5.7	Kepala Seksi	136
4.5.4	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	137
4.5.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan	138
4.5.6	Tingkat Pendidikan dan Gaji Karyawan	139
4.5.6.1	Tingkat Pendidikan Karyawan	139
4.5.6.2	Gaji Pegawai	142
4.5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan	144
4.5.8	Manajemen Produksi	145
4.5.9	Perencanaan Produk	146

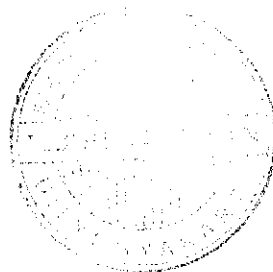
4.6.5.1.2	Modal Kerja	162
	(Working Capital Investment)	
4.6.5.2	Biaya Produksi Total (Total Production Cost).....	163
4.6.5.2.1	Manufacturing Cost.....	163
4.7	General Expense.....	165
4.7.1	Keuntungan (<i>Profit</i>).....	166
4.7.2	Analisa Kelayakan.....	166
4.7.2.1	Percent Return of Investment (ROI).....	166
4.7.2.2	Pay Out Time (POT).....	167
4.7.2.3	Break Even Point (BEP).....	167
4.7.2.4	Shut Down Point (SDP).....	167
4.7.2.5	Discounted Cash Flow (DCF).....	168
BAB V. PENUTUP.....		172
DAFTAR PUSTAKA.....		174
LAMPIRAN.....		175



DAFTAR TABEL

Tabel 1.2.1	Data import Etilen dari tahun 1998 sampai 2008.....	3
Tabel 3.2.1	Neraca Massa Total.....	18
Tabel 3.2.2	Neraca Massa Separator-01 (S-01).....	18
Tabel 3.2.3	Neraca Massa Separator-02 (S-02).....	19
Tabel 3.2.4	Neraca Massa Reaktor.....	19
Tabel 3.3.1	Neraca Panas Vaporizer.....	20
Tabel 3.3.2	Neraca Panas Reaktor.....	21
Tabel 3.3.3	Neraca Panas Heater-01.....	21
Tabel 3.3.4	Neraca Panas Heater-02.....	22
Tabel 3.3.5	Neraca Panas Heater-03.....	22
Tabel 3.3.6	Neraca Panas Heater-04.....	23
Tabel 3.3.7	Neraca Panas Condenser-01.....	23
Tabel 3.3.8	Neraca Panas condenser-02.....	24
Tabel 3.3.9	Neraca Panas Cooler (CL).....	24
Tabel 3.3.10	Neraca Panas Compressor (K).....	25

Tabel 4.2.1	Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik.....	55
Tabel 4.3.1.3.1	Kebutuhan air untuk pendingin.....	74
Tabel 4.3.1.3.2	Kebutuhan Steam.....	75
Tabel 4.3.3.1	Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Alat Proses.....	77
Tabel 4.3.3.2	Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Alat Utilitas.....	78
Tabel 4.5.5.1	Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	139
Tabel 4.5.6.2.1	Perincian Golongan dan Gaji.....	143
Table 4.6.1.1	Indeks Harga Alat Pada Berbagai Tahun.....	153
Table 4.6.1.2	Indeks Hasil Regresi Linier Pada Berbagai Tahun.....	155
Tabel 4.6.5.1.1.1	<i>Fixed Capital Investment</i>	161
Tabel 4.6.5.1.2.1	<i>Working Capital Investment</i>	162
Tabel 4.6.5.2.1.1	<i>Manufacturing Cost</i>	163
Tabel 4.7.1	<i>General Expense</i>	165



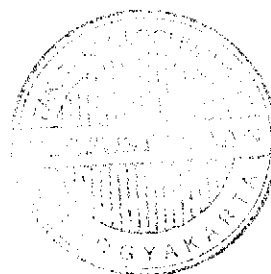
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Alir Kualitatif	44
Gambar 3.2	Diagram Alir Kuantitatif	44
Gambar 4.1	Tata Letak Bangunan Pabrik Etilen	57
	Kapasitas 50.000 Ton/Tahun	
Gambar 4.2	Tata Letak Alat-alat Proses Pabrik Etilen	62
	Kapasitas 50.000 Ton/Tahun	
Gambar 4.3	Struktur Organisasi Perusahaan	150
Gambar 4.4	Grafik index harga	156
Gambar 4.5	Nilai BEP dan SDP	169

ABSTRACT

The preliminary design of Ethylene 99,95% with the capacity of 50.000 tons/year was produced from dehydration gas of bioethanol with catalyst zeolit acid. This plant will operate 330 days a year and 24 hours a day, will need ethanol as raw material 87,428 tons/year and catalyst zeolit acid 5,1552 tons/year. This plant will need water 108745,80 kg water/hour, fuel gas 435.600 kg/hour and total electricity 898,0324 Hp. This plant will be built at industrial zone in Cirebon, West Java Province, needs about 1,0454 hectare land and 141 total workers. The Ethylene production could be divided into three major step, there are material preparation, chemical reaction, and the last step is purification product. The first step is raw material preparation, vapourize ethanol and than heating this vapour in heater and three heat exchanger to make these vapour suitable as reactor feed at 658,24 K and 1 atm. The next step is chemical reaction between ethanol vapour and catalyst zeolit acid in the solid phase, with 95,8% of ethanol will be converted to ethylen. The last step from ethylene production is purification product with minimum 99,95% ethylene content in the product.

Total Fixed Capital Investment (FCI) for this plant is US \$ 26.241.669,65 and *Working Capital* US \$ 17.623.514,70. This is low risk plant. From economic evaluation we know if *net profit after taxes* is US \$ 3.431.573,42/year, with *Return on Investment (ROI)* 13,08 %, *Pay Out Time (POT)* 4,3 years, *Break Event Point (BEP)* 48,18 %, and *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)* 14,30 %. Base on the results we have conclusion that this ethylen from dehidration bioethanol with catalyst zeolit acid with capacity 50.000 tons product/year is feasible.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis ekonomi global sekarang ini telah memperburuk perekonomian internasional dan nasional, tingkat inflasi yang tinggi, pertumbuhan ekonomi yang negatif, membuat harga minyak mentah melambung tinggi sehingga berdampak pada harga etilen yang juga melambung tinggi. Dengan semakin terbatas dan semakin tinggi harga etilen maka perlu dicari alternatif sebanyak-banyaknya untuk memproduksi etilen.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin membuat manusia membutuhkan produk sintesis untuk kehidupan sehari-hari. Salah satunya plastik yang merupakan produk kebutuhan yang mutlak bagi manusia modern. Oleh karena itu etilen yang merupakan bahan baku produk pembuatnya mempunyai nilai sangat penting. Di Indonesia etilen merupakan bahan baku yang sangat penting bagi industri petrokimia yang diolah menjadi berbagai produk-produk sintesis, seperti plastik, resin, fiber dan lain-lain.

Hampir semua produk etilen, sekitar 97% diperoleh dari naphta. Dengan semakin terbatasnya produksi gas dan minyak bumi serta meningkatnya kebutuhan

gas dan minyak bumi sebagai sumber energi, maka perlu dicari alternatif untuk memproduksi etilen dengan cara meraksikan bioetanol menjadi etilen, dimana bioetanol merupakan bahan terbarukan (*renewable resources*) karena dapat dibuat dengan cara fermentasi tanaman berkarbohidrat.

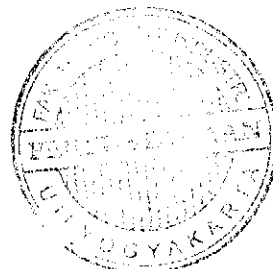
Kebutuhan akan etilen semakin besar seiring dengan berkembangnya industri petrokimia di Indonesia. Karena kebutuhan akan etilen semakin meningkat sedangkan produksi dalam negeri tetap, maka perlu didirikan pabrik etilen untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, agar dapat menghemat sumber devisa negara, membuka lapangan kerja baru sehingga menurunkan tingkat pengangguran, dan menjaga kontinuitas etilen di pasar.

1.2 Kapasitas Perancangan

Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik yang akan didirikan didasarkan atas beberapa hal, yaitu antara lain adalah sebagai berikut :

1.2.1 Kebutuhan Pasar

Penentuan kapasitas pabrik etilen didasarkan atas kebutuhan import etilen untuk industri di Indonesia seperti pada table 1.2.1



Tabel 1.2.1 Data import Etilen dari tahun 1998 sampai 2008.

No	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
01.	1998	205.306,703
02.	1999	471.691,313
03.	2000	423.045,207
04.	2001	700.177,604
05.	2002	382.962,346
06.	2003	405.040,179
07.	2004	475.035,347
08.	2005	336.977,509
09.	2006	294.466,809
10.	2007	260.956,532
11.	2008	288.937,753

Sumber : Depperindag, Ekspor dan impor dari Badan Pusat Statistik

Pabrik Etilen dari Dehidrasi Bioetanol ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2015.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan hal utama dalam pengoperasian pabrik. Karena pabrik beroperasi atau tidak tergantung pada ketersediaan bahan baku. Pabrik etilen ini akan

didirikan di Cirebon karena berada pada lokasi yang sama dengan sumber bahan baku. Bahan baku pembuatan etilen adalah etanol. Untuk bahan baku bioetanol, direncanakan akan diambil dari PT. Rajawali Nusantara Indonesia Group. Dengan tersedianya bahan baku etanol yang relatif besar, diharapkan kebutuhan bahan baku ini bisa terpenuhi. Dari data-data diatas ditetapkan perancangan pabrik Etilen dari Dehidrasi Bioetanol sebesar 50.000 ton/tahun yang akan didirikan tahun 2015.

1.3 Tinjauan Pustaka

Etilen merupakan senyawa yang tersusun dari unsur hidrogen dan karbon atau hidrokarbon olefin yang paling ringan dengan berat molekul 28,054. Pada suhu kamar etilen berupa gas tidak berwarna, mudah terbakar, sedikit berbau wangi. Sifat kimia etilen ditentukan dari ikatan rangkapnya yang bereaksi terutama secara adisi menghasilkan hidrokarbon jenuh dan turunannya serta polimer. *Kirk and Othner, 1981*

Etilen disebut juga etana atau bicarburetted hydrogen yang mempunyai rumus molekul C_2H_4 . Etilen diperoleh dari senyawa etanol baik melalui reaksi secara katalitik maupun non katalitik. Pada proses pembuatan etilen secara komersil dibedakan menjadi empat proses, yaitu :

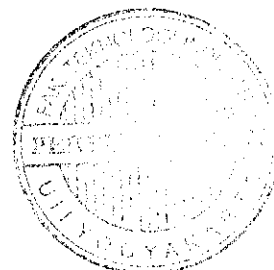
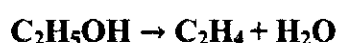
1.3.1 Pyrolysis Hydrocarbon

Proses *Pyrolysis Hydrocarbon* dapat menghasilkan etilen dalam skala besar, dimana pada umumnya digunakan etana, propana, butana dan gas oil sebagai bahan bakunya. Pada proses *Pyrolysis Hydrocarbon* bahan baku hidrokarbon bersama-sama dengan steam dimasukkan kedalam reaktor pyrolysis (*furnace*). Reaksi yang terjadi di dalam *furnace* bersifat endothermis dan non isothermal. Proses berlangsung secara kontinyu dengan suhu 650 - 950 °C dan dengan perbandingan steam 0,3 - 0,7 dari bahan baku.

Gas hasil reaksi didinginkan secara cepat dengan *Quenching Tower* guna menghindari terjadinya proses polimerisasi. Selanjutnya dilakukan pemurnian untuk memisahkan komponen-komponen hidrokarbon yang terbentuk dari reaksi dengan menggunakan kolom fraksinasi. *Mac Kenzie, Allan. L., 1983*

1.3.2 Bioetanol Dehydration

Proses Bioetanol *Dehydration* dapat digunakan pada pembuatan etilen dengan jumlah produksi yang tidak besar. Reaksi ini berjalan pada suhu operasi 385 - 400 °C dengan katalis As-Zeolit Alam. Hingga saat ini, mekanisme reaksi dari proses dehidrasi bioetanol tidak diketahui secara lengkap. Reaksi yang terjadi pada proses dehidrasi bioetanol yaitu :



Pada suhu antara 295 - 325 °C etilen dengan kadar yang kecil baru dapat dihasilkan, selanjutnya dilakukan pemurnian untuk menghilangkan senyawa pengotor (C₂H₅OH dan H₂O). *Nasikin, M., 2000*

1.3.3 Disproporsional Propylene

Pada proses Disproporsional propylene, propilen yang masih relatif murah diubah menjadi etilen dan butilen yang lebih tinggi harganya dengan bantuan katalisator *tungsten okside - silica*. *Bakshi K.R. 1975.*

Reaksi yang terjadi adalah :



1.3.4 Ethylene dari Batu Bara

Pembuatan etilen dari batu bara merupakan cara tidak langsung dan merupakan proses alternatif ditengah menipisnya cadangan minyak bumi dan gas alam, cara ini melibatkan tiga proses secara berurutan yaitu :

- a. Produksi gas sintesis dari batu bara dengan proses gasifikasi (proses lurgi, koppers- totzek, winkler).
- b. Gas sintesis diubah menjadi hidrokarbon menggunakan *fischer-tropsch*.
- c. Etilen dibuat dengan *pyralisis hydrocarbon* yang diperoleh.

Dari keempat proses yang dapat digunakan untuk pembuatan etilen maka dipilih pembuatan etilen dari etanol dengan menggunakan proses yang kedua yaitu proses Bioetanol *Dehydration*, karena dengan proses Bioetanol *Dehydration* akan dapat diharapkan produk etilen berkualitas baik dengan kemurnian mendekati 99 %. Reaksi Bioetanol *Dehydration* membentuk etilen merupakan reaksi organik yang kompleks dan melibatkan beberapa reaksi samping, reaksi terjadi pada permukaan katalisator, setelah reaksi terjadi zat-zat terdesorpsi dari permukaan katalisator.

Bakshi K.R. 1975



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Produk pabrik ini adalah etilen dengan spesifikasi sebagai berikut :

2.1.1 Karakteristik Produk

2.1.1.1 Etilen

❖ Rumus molekul	: C_2H_4
❖ Berat molekul	: 28,05 kg/kgmol
❖ Tekanan kritis	: 50 atm
❖ Temperatur kritis	: 8,85 °C
❖ Volume kritis	: 0,132 m ³ /mol
❖ Titik didih	: -103,7 °C
❖ Titik Lebur	: -169 °C
❖ Fase	: cair (P: 1atm dan T : -108 °C)
❖ Cp, Kj/Kmol K (25 °C)	: 43,49
❖ Kemurnian	: 99,95 %
❖ Impurities	: 0,05 % (H ₂ O)

❖ Densitas : 37,522 kg/m³

2.1.1.2 Air

❖ Rumus molekul : H₂O

❖ Berat molekul : 18,015 kg/kgmol

❖ Tekanan kritis : 218,3074 atm

❖ Temperatur kritis : 374 °C

❖ Volume kritis : 57,1 cm³/mol

❖ Titik didih : 100,5 °C

❖ Titik beku : 0 °C

❖ Fase : cair

❖ Densitas : 998 kg/m³ (pada 28°C)

❖ H_f : -2,420 · 10⁵ j/mol (pada 28°C)

❖ G_f : -2,288 · 10⁵ j/mol (pada 28°C)

❖ C_p : $3,224 \cdot 10^1 + 1,924 \cdot 10^{-3} T + 1,055 \cdot 10^{-5} T^2 - 3,596 \cdot 10^{-9} T^3$ j/mol k

2.2 Spesifikasi Katalis

Pabrik ini menggunakan katalis berupa H-Zeolit (Asam Zeolit) dengan spesifikasi sebagai berikut :

2.2.1 Karakteristik Katalis

2.2.1.1 Asam Zeolit

- ❖ Jenis : Zeolit alam lampung
- ❖ Komposisi : Klinoptilolit=78%, Mordenit=8%,
dan Analcim=14%
- ❖ Luas permukaan : 90 m²/g
- ❖ Diameter : 0,005 m
- ❖ Bentuk : Bola kecil

2.3 Spesifikasi Bahan Baku

Pabrik ini menggunakan bahan baku berupa etanol dengan spesifikasi sebagai berikut :

2.3.1 Karakteristik Bahan Baku

2.3.1.1 Etanol

- ❖ Rumus molekul : C₂H₅OH
- ❖ Berat molekul : 46,069 kg/kgmol
- ❖ Tekanan kritis : 62,9657 atm
- ❖ Temperatur kritis : 242,85 °C
- ❖ Volume kritis : 0,1673 m³/kmol

❖ Titik didih	: 78,6 °C
❖ Fase	: Cair
❖ C_p (28 °C)	: 190,642 J/mol K
❖ Kemurnian	: 95%
❖ Impurities	: air
❖ Densitas	: 789 kg/m ³

2.4 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, produk setengah jadi maupun produk jadi, penting juga dilakukan pengawasan mutu air yang digunakan untuk menunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku etanol. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Parameter yang diukur untuk

bahan baku pabrik ini adalah kemurnian dari bahan baku etanol sesuai dengan spesifikasi bahan baku yang diinginkan.

Pengendalian kualitas bahan baku yang baik juga sangat berpengaruh pada kapasitas produksi. Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan baku proses harus mencukupi, untuk itu diperlukan pengendalian kualitas bahan agar tidak terjadi kekurangan.

2.4.2 Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan alat sistem kontrol :

2.4.2.1 Alat Sistem Kontrol

Alat sistem kontrol adalah suatu proses kontrol terhadap kondisi operasi sistem dan kontrol terhadap aliran bahan baku dan produk. Alat kontrol yang dipakai dapat diset atau dikondisikan pada kondisi operasi tertentu. Antara lain :

- a. Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level.
- b. *Controller* dan Indikator, meliputi :
 1. *Temperature Control*.

Jika terjadi penyimpangan pada set suhu yang telah diterapkan, maka secara otomatis akan melakukan *action* sesuai dengan suhu yang diinginkan.

2. *Pressure Control.*

Perubahan tekanan dapat dideteksi dengan isyarat jika terjadi penyimpangan tekanan dan *pressure control* akan mengesetnya kembali sesuai dengan keadaannya semula.

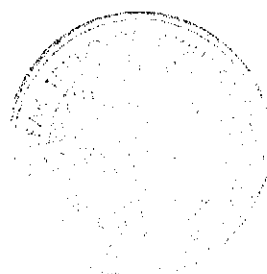
Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang sesuai standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai spesifikasinya.

3. *Flow Meter.*

Merupakan alat yang ditempatkan atau dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan keluar proses. *Flow meter* diset pada harga tertentu. Bila *flow meter* mengalami penyimpangan dari harga yang diset, maka akan diberikan isyarat yang merupakan perintah untuk mengembalikan ke set semula.

2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh kualitas produk standar maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada. 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 berupa *flow rate* bahan baku atau produk, suhu operasi maupun tekanan operasi dapat diketahui dari isyarat yang diberikan maka secara otomatis akan melakukan set poin yang telah ditentukan sesuai dengan yang diinginkan.



BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Pembuatan etilen dari etanol terdiri atas tiga tahapan yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap pembuatan etilen dan tahap pemurnian hasil (produk).

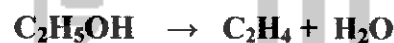
3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan adalah etanol yang didapatkan dari PT. Rajawali Nusantara Indonesia Group yang berlokasi di Yogyakarta dan Cirebon yang memproduksi 15 juta liter per tahun yang disimpan dalam tangki penampung bahan baku (T-01) berbentuk silinder tegak dari bahan *carbon steel* dengan tekanan 1 atm dan suhu 28 °C, kemudian dialirkan ke vaporizer (Vap-01) untuk diuapkan dengan asumsi 80 % menjadi fase uap dan 20 % tetap fase cair, setelah itu diumpankan ke separator (SP-01) untuk dipisahkan antara fase uap dan fase cair, dimana fase cair keluar dari hasil bawah separator (SP-01) yang akan direcycle kembali ke vaporizer (Vap-01), hasil atas separator akan dipanaskan untuk menaikkan suhunya menggunakan heater (HT) pada suhu 80,54 °C sampai suhunya mencapai suhu 102,624 °C dan tekanan 1 atm sesuai dengan kondisi masuk HE-01 kemudian ke HE-

02 setelah itu masuk ke HE-01, kondisi keluar HE-01 adalah 1 atm dengan suhu 385,09 °C sesuai dengan kondisi pada reaktor. Pada HE-01, HE-02, dan HE-03 menggunakan sistem *heat integration* yang mana pemanasnya menggunakan aliran keluar reaktor atau aliran produk dengan kondisi sebagai berikut yaitu dengan tekanan 1 atm dan suhu 400 °C.

3.1.2 Tahap Pembuatan Etilen

Bahan baku yang sudah siap, dimasukkan kedalam reaktor. Reaktor yang digunakan dalam perancangan pabrik ini adalah reaktor "*fixed bed multitubular*" dengan menggunakan katalis asam zeolit alam. Reaksi yang terjadi didalam reaktor bersifat *Endotermis*, reaksinya adalah sebagai berikut:



reaksi berjalan pada fase gas dengan tekanan 1 atm dan suhu umpan masuk reaktor 385,09 °C, reaktor beroperasi secara *Non adiabatic* dan *Non isothermal*. Reaksi yang berlangsung bersifat endotermis maka digunakan pemanas berupa steam yang bersuhu 450 °C. Produk utama adalah etilen.

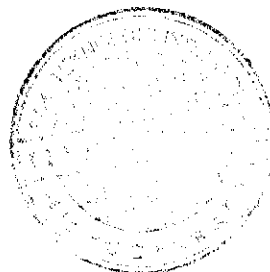
3.1.3 Tahap Pemurnian Hasil

Hasil keluar reaktor *fixed bed* kemudian didinginkan dengan menggunakan sistem *heat integration* yang mana pendinginnya menggunakan aliran umpan reaktor

itu terjadi pada HE-01, HE-02, dan HE-03 dengan kondisi aliran masuk bertekanan 1 atm dan suhu 40 °C kemudian kondisi aliran keluar HE-01 adalah 1 atm dan suhu 129,04 °C, kemudian gas keluar dari pendingin didinginkan sekaligus diembunkan sebagian dengan menggunakan condenser-01 dari suhu 129,04 °C sampai suhunya turun menjadi 98,9 °C, lalu dipisahkan di separator-02 hasil atas berupa campuran etilen dengan sedikit air dan etanol sedangkan hasil bawah dari separator-02 adalah campuran cairan sisa yang tidak bereaksi yaitu etanol dan air yang akan diumpankan ke unit pengolahan limbah. Kemudian hasil atas separator-02 akan dinaikan tekanannya agar titik didih etilen naik sehingga dapat dengan mudah untuk mencairkannya. Untuk mencairkannya gas etilen dimasukkan ke dalam *compressor* agar tekanan gas keluar dapat keluar menjadi 45 atm setelah itu gas campuran keluar separator-02 dimasukkan kedalam *cooler* untuk diturunkan suhunya menjadi 35°C kemudian didinginkan kembali dan diembunkan menggunakan condenser-02 dengan pendingin aseton yang bersuhu -85 °C sehingga suhu keluarannya menjadi 7,5 °C setelah itu kemudian cairan etilen dimasukkan kedalam tangki produk.

3.2 Neraca Massa Per Alat

Setting neraca massa alat terdiri atas neraca massa, separator, dan reaktor sebagaimana disajikan pada tabel 3.2.1 hingga tabel 3.2.4 Waktu setting operasi ditargetkan 1 tahun = 330 hari, 1 hari = 24 jam. Basis perhitungan : 1 jam operasi.



3.2.1 Neraca Massa Total

Tabel 3.2.1 Neraca Massa Total

Input (Kg/jam)		Output(Kg/jam)	
Vaporizer		Separator-02	
Etanol	11.038,8465	Etanol	453,6765
		Air	4272,0386
		Condenser-02	
		Etilen	6309,9747
		Etanol	0,6053
		Air	2,5512
Total	11.038,8465	Total	11.038,8465

3.2.2 Neraca Massa Separator-01

Tabel 3.2.2 Neraca Massa Separator-01 (S-01)

Komponen	Masuk	Keluar (kg/jam)	
	kg/jam	Atas	Bawah
C ₂ H ₅ OH	15553,3074	10816,2348	4737,0726
H ₂ O	445,2527	222,6117	222,6410
Total	15998,5601	11038,8465	4959,7136

3.2.3 Neraca Massa Separator-02

Tabel 3.2.3 Neraca Massa Separator-02 (S-02)

Komponen	Masuk kg/jam	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
C ₂ H ₄	6309,9747	6309,9747	0
C ₂ H ₅ OH	454,2819	0,6053	453,6765
H ₂ O	4274,5899	2,5512	4272,0386
Total	11038,8465	6313,1313	4725,7151

3.2.4 Neraca Massa Reaktor

Tabel 3.2.4 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
C ₂ H ₄	0	6309,9747
C ₂ H ₅ OH	10816,2348	454,2819
H ₂ O	222,6117	4274,5899
Total	11038,8465	11038,8465

3.3 Neraca Panas Per Alat

Setting neraca panas untuk tiap alat disajikan pada tabel 3.3.1 hingga tabel

3.3.10. Waktu setting operasi ditargetkan 1 tahun = 330 hari, 1 hari = 24 jam. Basis perhitungan : 1 jam operasi dengan suhu referensi : 298 ⁰K (25 ⁰C Air).

3.3.1 Neraca Panas Vaporizer

Tabel 3.3.1 Neraca Panas Vaporizer

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Panas preheating	0	325574,8768
Beban Panas	2090803,3058	0
Panas Penguapan	0	1765228,4290
Total	2090803,3058	2090803,3058

3.3.2 Neraca Panas Reaktor

Tabel 3.3.2 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Enthalpi Umpan	1865301.7194	0
Enthalpi Produk	0	1956292.6938
Beban Steam	91247.6779	0
Total	1956549.3973	1956292.6938

3.3.3 Neraca Panas Heater

Tabel 3.3.3 Neraca Panas Heater

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	132824.2624	0
Enthalpi Produk	0	189582.2341
Beban Panas	56757.9717	0
Total	189582.2341	189582.2341

3.3.4 Neraca Panas HE-01

Tabel 3.3.4 Neraca Panas HE-01

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	590618.1050	0
Enthalpi Produk	0	590618.1050
Beban Panas	0	0
Total	590618.1050	590618.1050

3.3.5 Neraca Panas HE-02

Tabel 3.3.5 Neraca Panas HE-02

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	540447.5210	0
Enthalpi Produk	0	540447.5210
Beban Panas	0	0
Total	540447.5210	540447.5210

3.3.6 Neraca Panas HE-03

Tabel 3.3.6 Neraca Panas HE-03

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	414309.1454	0
Enthalpi Produk	0	414309.1454
Beban Panas	0	0
Total	414309.1454	414309.1454

3.3.7 Neraca Panas Condenser-01

Tabel 3.3.7 Neraca Panas Condenser-01

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	469537.7343	0
Enthalpi Produk	0	327640.5316
Beban Panas	-141897.2027	0
Total	327640.5316	327640.5316

3.3.8 Neraca Panas Condenser-02

Tabel 3.3.8 Neraca Panas Condenser-02

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	250119.3448	0
Enthalpi Produk	0	172573.7299
Beban Panas	-77545.6150	0
Total	172573.7299	172573.7299

3.3.9 Neraca Panas Cooler

Tabel 3.3.9 Neraca Panas Cooler (CL)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	469537.7343	0
Enthalpi Produk	0	327640.5316
Beban Panas	-141897.2027	0
Total	327640.5316	327640.5316

3.3.10 Neraca Panas Compressor

Tabel 3.3.10 Neraca Panas Compressor (K)

Komponen	Masuk kkal/jam	Keluar kkal/jam
Enthalpi Umpan	998406.4121	0
Enthalpi Produk	0	1190664.3911
Beban Panas	0	-192257.979
Total	998406.4121	998406.4121

3.4 Spesifikasi Alat

3.4.1 Reaktor (R)

Fungsi : Mereaksikan *Etanol* sebanyak 11038,8465 kg/jam

Jenis : Reaktor *Fixed Bed Multitubular*

Proses : *Non Adiabatic-Non Isothermal*

Pemanas : Steam

- Suhu : 450 °C

Kondisi Operasi : - Suhu : 385,09 - 400 °C

- Tekanan : 1 atm

Fase : Gas dengan katalis padat

Konversi : 95,8 %

Dimensi Reaktor

Tinggi Reaktor : 3,86 m

Diameter *shell* : 1,507 m

Tebal *shell* : 0,1875 in

Jumlah *Tube* : 1172 pipa

OD *Tube* : 1,32 in

ID *Tube* : 1,049 in

Jenis *head* : *Torispherical Dished Head*

Tebal *head* : 0,1692 in

Bahan : Stainless Steel SA-285 Grade C

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 24958,6030

Jenis Katalis : Asam Zeolit (*H-Zeolit*)

Bentuk : *Shperes* (hijau bulat)

Harga : US\$ 0,2/kg

3.4.2 Separator-01 (S-01)

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair bahan baku etanol yang keluar dari *vaporizer* sebanyak 15998,5601 kg/jam

Tipe : *Vertical Drum*

Kondisi Operasi : - Suhu : 80,11 °C
 - Tekanan : 1 atm
 - Waktu tinggal : 4 menit

Kapasitas : 4,8566 m³

Ukuran : - Diameter : 1,1565 m
 - Tinggi : 4,4907 m
 - Tebal shell : 0,1875 in
 - Tebal head : 0,1875 in

Bahan : Carbon Steel SA-283 Grade C

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 12.707,26

3.4.3 Separator-02 (S-02)

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair produk *Ethylene* yang keluar dari *Condenser -01* sebanyak 11038,8464 kg/jam

Tipe : *Vertical Drum*

Kondisi Operasi : - Suhu : 98,9 °C
 - Tekanan : 1 atm
 - Waktu tinggal : 2 menit

Kapasitas : 1,3603 m³

Ukuran : - Diameter : 0,7567 m
 - Tinggi : 1,5631 m
 - Tebal shell : 0,1875 in

- Tebal head : 0,1875 in

Bahan : Carbon Steel SA-283 Grade C

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 9.851,87

3.4.4 Vaporizer

Fungsi : Menguapkan sebagian umpan C_2H_5OH sebagai umpan *separator -01* sebanyak 15998,5601 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Shell* : Larutan C_2H_5OH

Tube : *Steam*

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 470 buah

Panjang Pipa : 12 ft

OD, BWG, Pitch : ¾ in, 16, triangular pitch 1 in

Pass : 2

Spesifikasi Shell

IDshell : 25 in

Baffle spacing : 7,5 in

Pass : 1

Bahan : Carbon Steel

Harga : US\$ 88.896,908

3.4.5 Heater (HT)

Fungsi : Memanaskan gas C_2H_5OH (*etanol*) sebelum masuk ke
HE-03 sebanyak 11038,8464 kg/jam

Jenis : *Double Pipe*

Pemanas : *Steam*

Aliran *fluida* : *Inner pipe* : Etanol (gas)

Outer pipe : Steam

Spesifikasi Inner pipe

NPS : 3 in

OD : 3,5 in

ID : 3,068 in

Panjang : 8 ft

Spesifikasi Outer pipe

NPS : 4 in

OD : 4,5 in

ID : 4,026 in

Jumlah : 1 buah

Bahan : Carbon steel

Harga : US\$ 2.396,0259

3.4.6 Heat Exchanger-01 (HE-01)

Fungsi : Memanaskan C_2H_5OH (*etanol*) yang keluar dari *HT* sebelum masuk ke *HE-02* sebanyak 11038,8464 kg/jam dan sekaligus mendinginkan produk reaktor yang keluar dari *HE-02*

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Output dari Reaktor*

Aliran fluida : *Shell* : Gas Umpan Reaktor

Tube : Gas Output Reaktor

Spesifikasi Tube

Jumlah Tube : 244 buah

Panjang Tube : 16 ft

OD, BWG, Pitch : 3/4 in, 16, *triangular pitch* 15/16 in

Pass : 12

Spesifikasi Shell

IDshell : 19,25 in

OD,BWG,Pitch : 3/4 in, 16, triangular pitch 15/16 in

Pass : 6

Spesifikasi Shell

IDshell : 23,25 in

Baffle spacing : 12,79 in

Pass : 12

Jumlah : 1 buah

Bahan : Stainless Steel

Harga : US\$100.932,5904

3.4.8 Heat Exchanger-03 (HE-03)

Fungsi : Memanaskan gas C_2H_5OH (*etanol*) yang keluar dari HE-02 sebelum masuk ke *Reaktor* sebanyak 11038,8464 kg/jam dan sekaligus mendinginkan produk reaktor yang keluar dari *Reaktor*

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : *Output dari Reaktor*

Aliran fluida : *Shell* : Gas Umpan Reaktor

Tube : Gas Output Reaktor

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 446 buah
 Panjang *Tube* : 16 ft
 OD, BWG, *Pitch* : 3/4 in, 16, *triangular pitch* 15/16 in
Pass : 6

Spesifikasi Shell

IDshell : 25 in
Baffle spacing : 12,5 in
Pass : 12
 Jumlah : 1 buah
 Bahan : Stainless Steel
 Harga : US\$ 76.872,4971

3.4.9 Condenser-01 (CD-01)

Fungsi : Mendinginkan dan mengembunkan hasil produk dari Reaktor yang keluar dari HE-03 sebanyak 11038,846 kg/jam

3.4.10	Jenis	: <i>Double Pipe</i>
Fu	Pendingin	: Air
	Aliran <i>fluida</i>	: <i>Inner pipe</i> : Etanol (gas)
Je		<i>Outer pipe</i> : Air
Pe	Spesifikasi Inner pipe	
Al	NPS	: 2 in
	OD	: 2,38 in
Spesi	ID	: 2,067 in
Ju	Panjang	: 16 ft
Pa	Spesifikasi Outer pipe	
O	NPS	: 3 in
Pa	OD	: 3,5 in
Spesi	ID	: 3,068 in
Il	Jumlah	: 1 buah
B	Bahan	: Carbon steel
Pa	Harga	: US\$ 4.797,9358
Ju		
B		

Harga : US\$ 11.852,8663

3.4.11 Cooler (CL)

Fungsi : Mendinginkan *Ethylene* yang keluar dari *compressor*
sebanyak 6313,1313 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube*

Pendingin : Air

Aliran fluida : *Shell* : Etilen
Tube : Air

Spesifikasi Tube

Jumlah *Tube* : 177 buah

Panjang *Tube* : 10 ft

OD, BWG, *Pitch* : 1 ¼ in, 10, *square pitch* 1 in

Pass : 1

Spesifikasi Shell

IDshell : 21 in

Baffle spacing : 11 in

Pass : 2

Jumlah	:	1	buah
Bahan	:	Carbon steel	
Harga	:	US\$ 8.540,5574	

3.4.12 Blower-01 (B-01)

Fungsi	:	Mengalirkan bahan baku gas Etanol sebanyak 10976.9401 kg/jam dari <i>Separator</i> ke <i>Heater</i>	
Jenis	:	<i>Centrifugal double stage</i>	
Kapasitas	:	4216,19 ft ³ /detik	
BHP	:	0,029	Hp
Jumlah	:	1	buah
Harga	:	US\$ 8.585,76	

3.4.13 Blower-02 (B-02)

Fungsi	:	Mengalirkan bahan baku gas Etanol sebanyak 10976.9401 kg/jam dari <i>HE-03</i> ke <i>Reaktor</i>	
Jenis	:	<i>Centifugal double stage</i>	
Kapasitas	:	7849,12 ft ³ /detik	

BHP	:	0,045	Hp
Jumlah	:	1	buah
Harga	:	US\$ 12.878,64	

3.4.14 Blower-03 (B-03)

Fungsi	:	Mengalirkan bahan baku gas Etanol sebanyak 10976.9401 kg/jam dari <i>HE-01</i> ke <i>Condenser</i>
Jenis	:	<i>Centrifugal double stage</i>
Kapasitas	:	4797,91 ft ³ /detik
BHP	:	0,004 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	US\$ 9.284,60

3.4.15 Pompa-01 (P-01)

Fungsi	:	Mengalirkan C ₂ H ₅ OH 95% dari tangki penampung (T-01) menuju <i>Vaporizer</i>
Jenis	:	Pompa <i>centrifugal single stage</i>
Putaran	:	10000 rpm

Effisiensi pompa	:	68	%
Effisiensi motor	:	80,5	%
BHP pompa	:	0,8522	Hp
Jenis Impeller	:	Axial Flow	
Jumlah	:	1	buah
Harga	:	US\$ 72,69	

3.4.16 Pompa-02 (P-02)

Fungsi	:	Mengalirkan <i>Ethylene</i> dari <i>condenser-02</i> menuju tangki produk (T-02) untuk disimpan	
Jenis	:	<i>Pompa centrifugal single stage</i>	
Putaran	:	1800	rpm
Effisiensi pompa	:	68	%
Effisiensi motor	:	80	%
BHP pompa	:	0,7436	Hp
Jenis Impeller	:	Axial Flow	
Jumlah	:	1	buah
Harga	:	US\$ 143,29	

3.4.17 Tangki Bahan Baku (T-01)

Fungsi : Menampung bahan baku C_2H_5OH 95 % sebanyak 11038,8465 kg/jam selama 7 hari

Jenis : Tangki *Silinder Vertikal*, atap berbentuk *conical roof* dan dasar berbentuk datar

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 28 °C

Dimensi Tangki

Volume : 2994,765 m³

Diameter : 27,4320 m

Tinggi : 10,9728 m

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA-283 Grade C

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 800.659,97

3.4.18 Tangki Produk (T-02)

Fungsi : Menampung produk Etilen sebanyak 303.030,303 kg/jam untuk 2 hari

Jenis	:	Tangki Bola
Kondisi Operasi	:	Tekanan : 45 atm
	:	Suhu : 7,5 °C

Dimensi Tangki

Volume	:	1.538,9480 m ³
Diameter	:	14,3549 m
Tebal Shell	:	6,7 in
Bahan Konstruksi	:	Low Alloy Steel SA-302 Grade B
Jenis Isolasi	:	Asbes
Tebal Isolasi	:	0,061 m
Jumlah	:	6 buah
Harga	:	US\$ 4.948.805,80

3.5 Perencanaan Produksi

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

3.5.1 Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan, kemungkinan pertama yaitu bila kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal. Sedangkan kemungkinan kedua yaitu bila kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Bila yang terjadi adalah kemungkinan kedua maka ada dua alternatif yang dapat diambil yaitu rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya, atau alternatif kedua yaitu mencari daerah pemasaran lain.

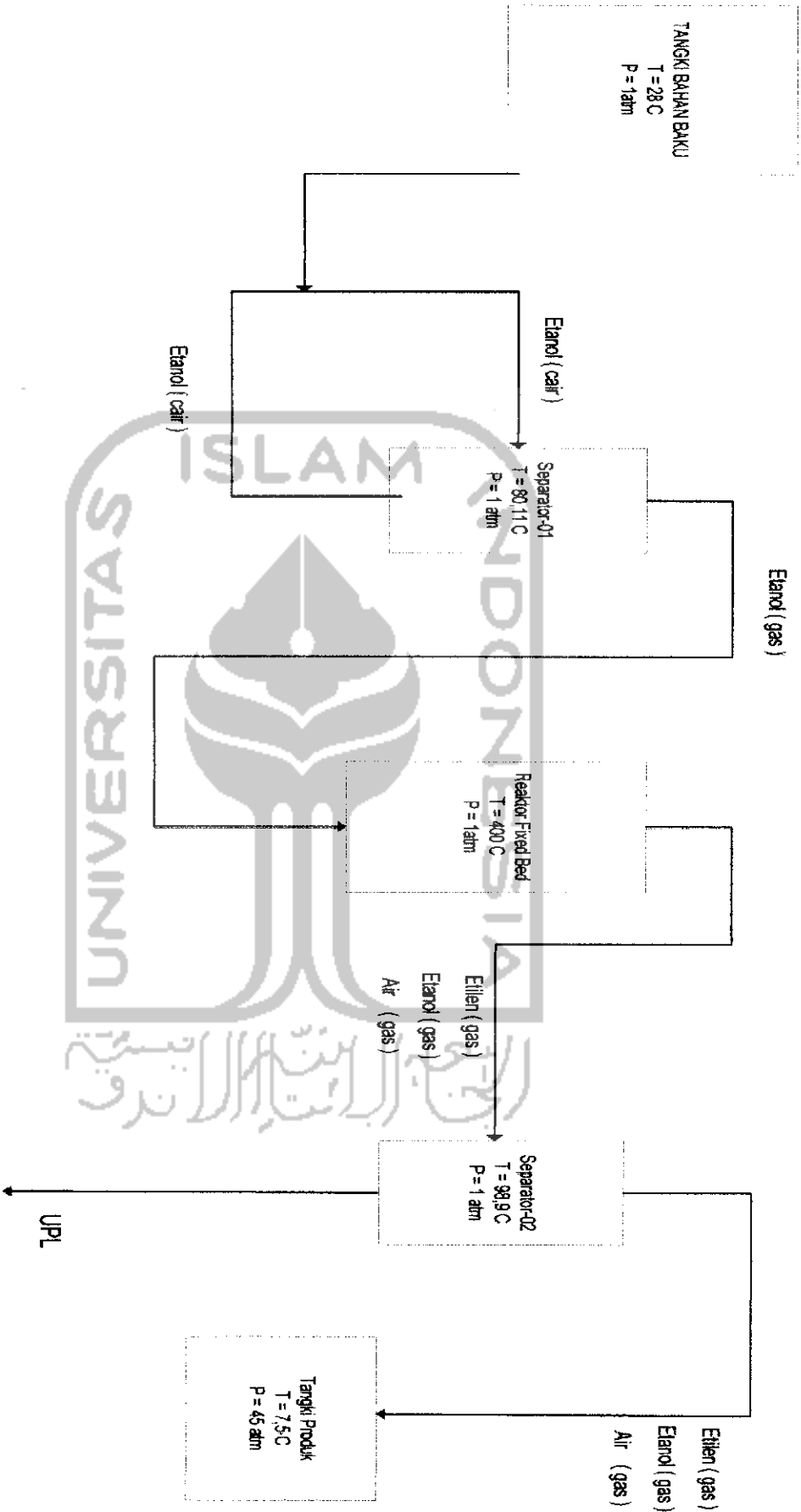
3.5.2 Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain yaitu material/bahan baku, manusia, dan mesin peralatan. Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan. Sementara itu untuk tenaga kerja, jika tenaga kerja kurang terampil maka akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan pada karyawan agar keterampilan meningkat.

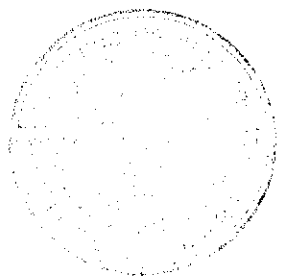
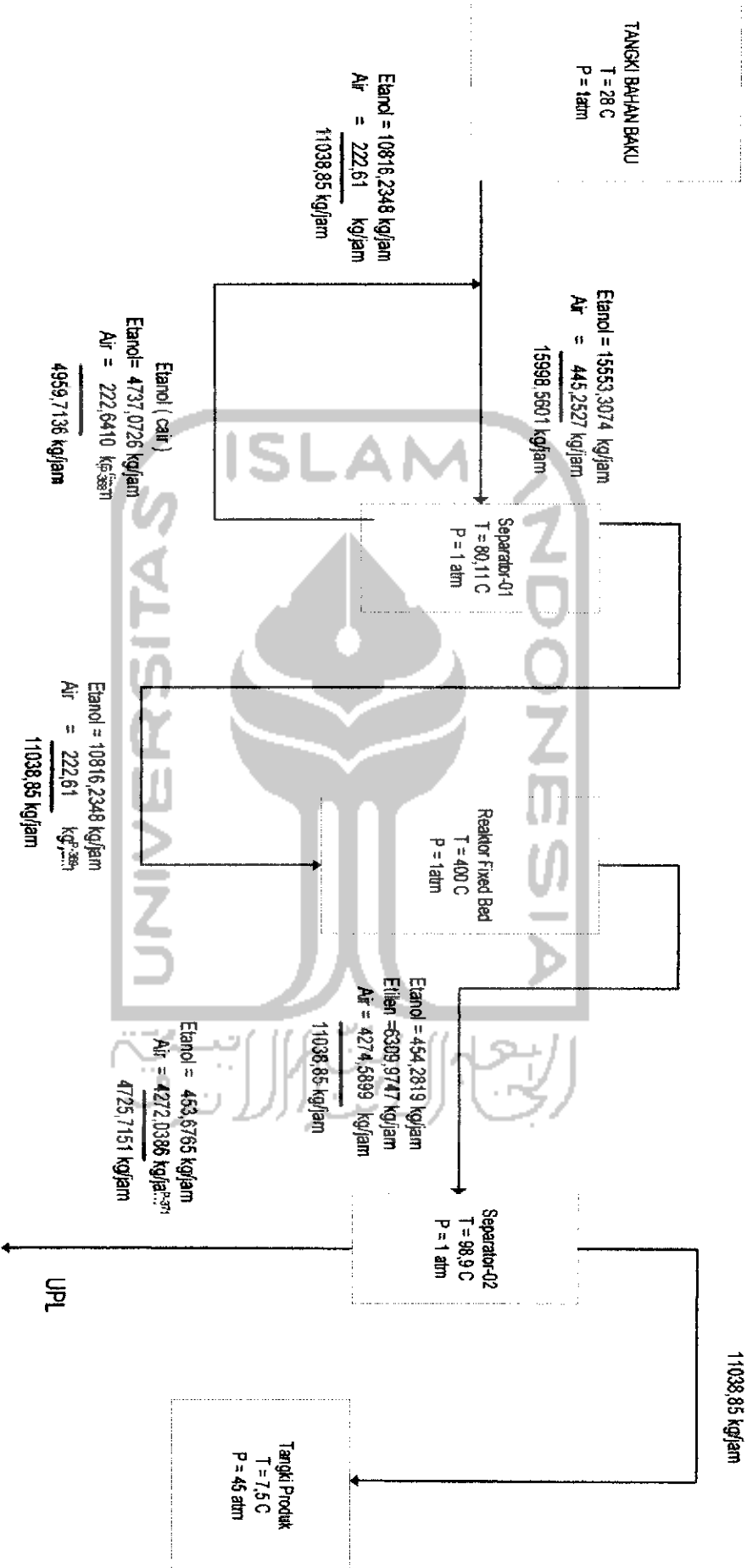
Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah

kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.





Gambar 3.1. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

Letak pabrik sangat berpengaruh terhadap kelangsungan operasinya, maka dalam penentuan tempat didirikannya pabrik perlu didasarkan pada perhitungan yang sangat cermat sehingga menguntungkan perusahaan baik dari segi teknik maupun ekonominya.

4.1 Lokasi Pabrik

Secara garis besarnya, pemilihan lokasi ini didasarkan pada faktor-faktor utama dan faktor-faktor khusus. Daerah operasi ditentukan oleh faktor-faktor utama, sedangkan tepatnya posisi plant yang dipilih ditentukan oleh faktor-faktor khusus.

Adapun faktor-faktor utama yang dijadikan bahan pertimbangan adalah sebagai berikut :

4.1.1 Bahan Baku

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada bahan baku adalah sebagai berikut :

- ❖ Jumlah persediaan bahan baku yang ada serta yang akan digunakan untuk masa yang akan datang.
- ❖ Kapasitas sumber bahan baku.
- ❖ Kualitas bahan baku.
- ❖ Jarak sumber bahan baku dengan pabrik, termasuk sarana angkutannya.
- ❖ Kemungkinan untuk mendapatkan daerah sumber bahan baku yang lain.

4.1.2 Pemasaran

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada pemasaran adalah sebagai berikut :

- ❖ Daerah pemasaran hasil produksi.
- ❖ Jarak daerah pemasaran dengan lokasi pabrik dan bagaimana sarana angkutannya.
- ❖ Kemungkinan kebutuhan pasaran naik atau turun di kemudian hari.
- ❖ Jumlah produk sejenis yang ada di pasaran.
- ❖ Pengaruh pabrik sejenis yang telah ada.

4.1.3 Persediaan Air

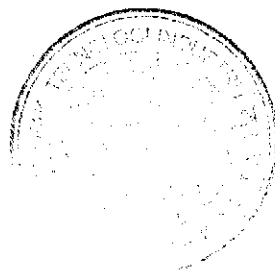
Hal-hal yang perlu diperhatikan pada persediaan air adalah sebagai berikut :

- ❖ Kualitas air, dalam hal ini menyangkut kandungan mineral, kandungan bakteri dan lain-lain.
- ❖ Jumlah sumber air untuk memenuhi kebutuhan pabrik.
- ❖ Pengaruh musim terhadap sumber air.

4.1.4 Persediaan Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada persediaan tenaga listrik dan bahan bakar adalah sebagai berikut :

- ❖ Ada tidaknya tenaga listrik atau macam-macam bahan bakar di daerah itu serta yang akan digunakan untuk masa yang akan datang.
- ❖ Jumlah tenaga listrik dan bahan bakar.
- ❖ Harga tenaga listrik dan bahan bakar.



4.1.5 Iklim

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada iklim adalah sebagai berikut :

- ❖ Kelembaban, suhu, kecepatan angin dan arahnya serta situasi terburuk yang pernah melanda daerah sekitar lokasi.
- ❖ Ongkos pendirian pabrik yang berhubungan dengan faktor di atas.

Sedangkan faktor-faktor khusus yang ikut mendukung pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

1. Transportasi.

Hal yang perlu diperhatikan adalah Ada tidaknya macam-macam pengangkutan di daerah tersebut dan berapa tarifnya untuk masing-masing pengangkutan.

2. *Waste Disposal*.

Hal yang perlu diperhatikan adalah Apakah di daerah tersebut sudah tersedia tempat pembuangan dan bagaimana peraturan pemerintah mengenai hal tersebut.

3. Tenaga Kerja.

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

- ❖ Cara mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- ❖ Pendidikan, keahlian dan keterampilan dari tenaga kerja yang ada.

- ❖ Tingkatan penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.
- ❖ Peraturan perburuhan dan ikatan buruh yang berlaku.

4. Undang-undang dan Peraturan-peraturan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

- ❖ Peraturan mengenai bangunan.
- ❖ Peraturan mengenai pembagian daerah.
- ❖ Batasan penggunaan jalan raya.
- ❖ Peraturan mengenai bangunan pabrik.
- ❖ Peraturan mengenai buruh.

5. Pajak.

Meliputi beberapa jenis yaitu sebagai berikut :

- ❖ Pajak pemerintah pusat.
- ❖ Pajak pemerintah daerah.
- ❖ Pajak kekayaan.
- ❖ Pajak penghasilan.
- ❖ Pajak perseroan.

6. Karakteristik dari lokasi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

- ❖ Keadaan tempat sekeliling.
- ❖ Struktur tanah.
- ❖ Jarak tanah dari jalan kereta api, jalan raya dan sebagainya.
- ❖ Tanah untuk perluasan.
- ❖ Fasilitas-fasilitas tertentu yang sudah ada di tempat itu.

7. Faktor-faktor kemasyarakatan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

- ❖ Lokasi pabrik tersebut berada di daerah pedesaan atau perkotaan.
- ❖ Biaya perumahan.
- ❖ Aspek-aspek kebudayaan; tempat ibadah; perpustakaan; hiburan.
- ❖ Fasilitas kesehatan / rumah sakit; sekolah; rekreasi.

8. Pengontrolan banjir; kebakaran dan persoalan perang.

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

- ❖ Bahaya-bahaya kebakaran di areal sekitar.
- ❖ Banjir dan pengontrolanya.
- ❖ Jarak dari fasilitas-fasilitas penting dalam suasana perang.

Berdasarkan ketentuan-ketentuan tersebut di atas, maka lokasi pabrik Etilen yang direncanakan ini dipilih di daerah Cirebon, Provinsi Jawa Barat. Yang didasarkan pada beberapa hal, a.l :

1. Persediaan Bahan Baku.

Bahan baku yang digunakan dalam pabrik Etilen dari Dehidrasi Bioetanol ini adalah Etanol. Mengingat hal ini maka pabrik tersebut sangat tepat didirikan di dekat pabrik yang di antaranya menghasilkan bahan baku etanol. Bahan baku etanol diusahakan diperoleh dari PT. Rajawali Nusantara Indonesia Group yang menghasilkan 15 juta liter/tahun. Pabrik ini terdapat di Yogyakarta dan Cirebon.

2. Pemasaran.

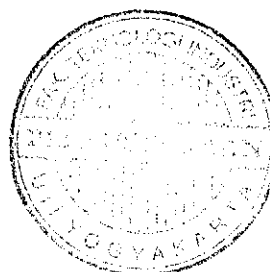
Kota Cirebon sebagai sentra industri dengan transportasi yang memadai cukup strategis bagi arus lalu lintas baik untuk kebutuhan domestik maupun untuk ekspor maka pabrik ini didirikan dekat dengan daerah pemasaran.

3. Tenaga Listrik.

Penyediaan tenaga listrik dipenuhi dari pembangkit listrik tenaga turbin.

4. Persediaan air.

Mengingat lokasi pabrik yang terletak di daerah yang dekat dengan sungai, maka kebutuhan air diambil dari sungai tersebut.



5. Iklim.

Keadaan iklim / cuaca di daerah ini umumnya baik, tidak terjadi angin ribut, gempa bumi maupun banjir.

6. Transportasi.

Letak pabrik dekat dengan pelabuhan dan jalan sehingga faktor pengangkutan bisa berjalan dengan lancar.

7. *Waste disposal*.

Hal ini merupakan persoalan penting karena pabrik diharuskan tidak membuang sisa-sisa yang membahayakan kesehatan. Sisa-sisa buangan sebelum dibuang diolah dulu di unit pengolahan limbah dan buangan yang tidak berbahaya dan tidak terpakai tersebut dialirkan ke sungai yang letaknya dekat pabrik.

8. Tenaga Kerja.

Karena pabrik ini letaknya dekat dengan daerah yang sedang mengembangkan industrinya, maka penyediaan tenaga kerja (*Skilled* maupun *Unskilled Labour*) dapat terpenuhi.

9. Undang-undang dan peraturan-peraturan.

Faktor perundang-undangan setempat tidak merupakan persoalan karena letak pabrik ini di daerah yang memang telah disediakan oleh pemerintah daerah setempat khusus untuk pembangunan industri.

10. *Site characteristic.*

Struktur tanah cukup baik dan ruang untuk perluasan proses di masa mendatang cukup besar.

11. Faktor-faktor kemasyarakatan.

Fasilitas-fasilitas untuk rekreasi pegawai dan keluarganya, sekolah-sekolah, tempat-tempat ibadah dan kesehatan cukup baik.

4.2 Tata Letak Pabrik

Penyusunan tata ruang dalam perencanaan suatu pabrik dibagi atas :

- ❖ Tata letak pabrik (*Plant Lay Out*).
- ❖ Tata letak alat (*Equipment Lay out*).

Tata letak pabrik dan tata letak alat yang tepat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, keamanan, kenyamanan dan kelancaran kerja para tenaga kerja. Letak daerah proses, penyimpanan, utilitas, perkantoran dan sarana lain ditata seoptimal mungkin agar kondisi diatas dapat tercapai.

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

1. Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan dimasa mendatang. Perluasan pabrik harus sudah masuk dalam perhitungan awal sebelum masalah kebutuhan tempat menjadi problem besar dikemudian hari.

Sejumlah areal khusus harus disiapkan untuk dipakai sebagai perluasan pabrik bila dimungkinkan pabrik menambah peralatan untuk menambah kapasitas atau menambah peralatan guna mengolahbahan baku sendiri.

2. Harga tanah merupakan faktor yang membatasi kemampuan penyediaan awal.

Bila harga tanah tinggi, maka diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemakaian ruangan. Pemakaian tempat harus disesuaikan dengan areal yang tersedia. Bila perlu ruangan harus dibuat bertingkat, sehingga dapat menghemat tempat.

3. Kualitas, kuantitas dan letak bangunan.

Kualitas, kuantitas dan letak bangunan harus memenuhi standar sebagai bangunan pabrik baik dalam arti kekuatan bangunan fisik maupun perlengkapannya, misalkan ventilasi, insulasi dan instalasi. Keteraturan penempatan bangunan akan membantu kemudahan kerja dan perawatan.

4. Faktor keamanan.

Faktor yang paling penting adalah faktor keamanan. Meskipun telah dilengkapi dengan alat-alat pengaman, seperti *hydrant*, *reservoir* air yang mencukupi, penahan ledakan dan juga asuransi pabrik, faktor-faktor pencegah harus tetap disediakan misalnya tangki bahan baku, produk dan bahan bakar harus ditempatkan di areal khusus dengan jarak antar ruang yang cukup untuk tempat-tempat yang rawan akan bahaya ledakan dan kebakaran.

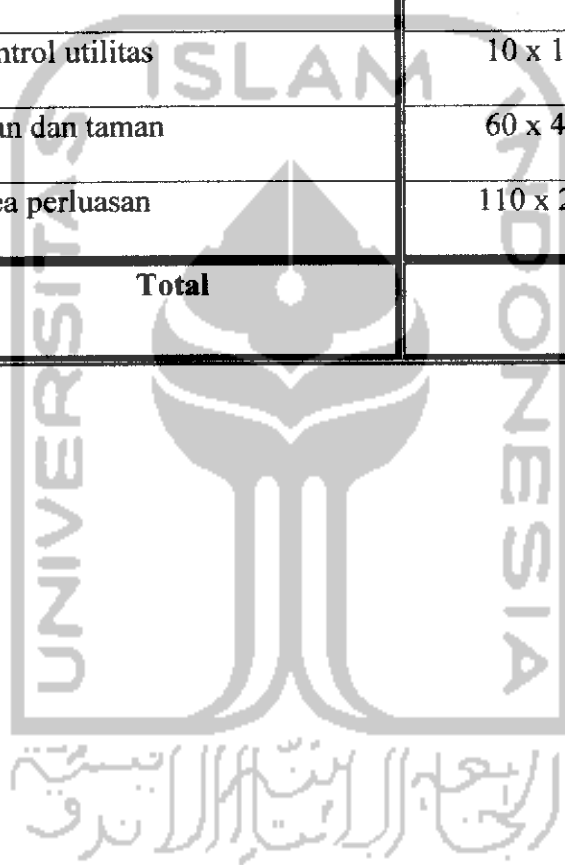
5. Fasilitas Jalan.

Jalan raya untuk pengangkutan bahan baku, produk dan bahan-bahan lainnya sangat diperlukan. Penempatan jalan tidak boleh mengganggu proses atau kelancaran dari tempat yang dilalui.

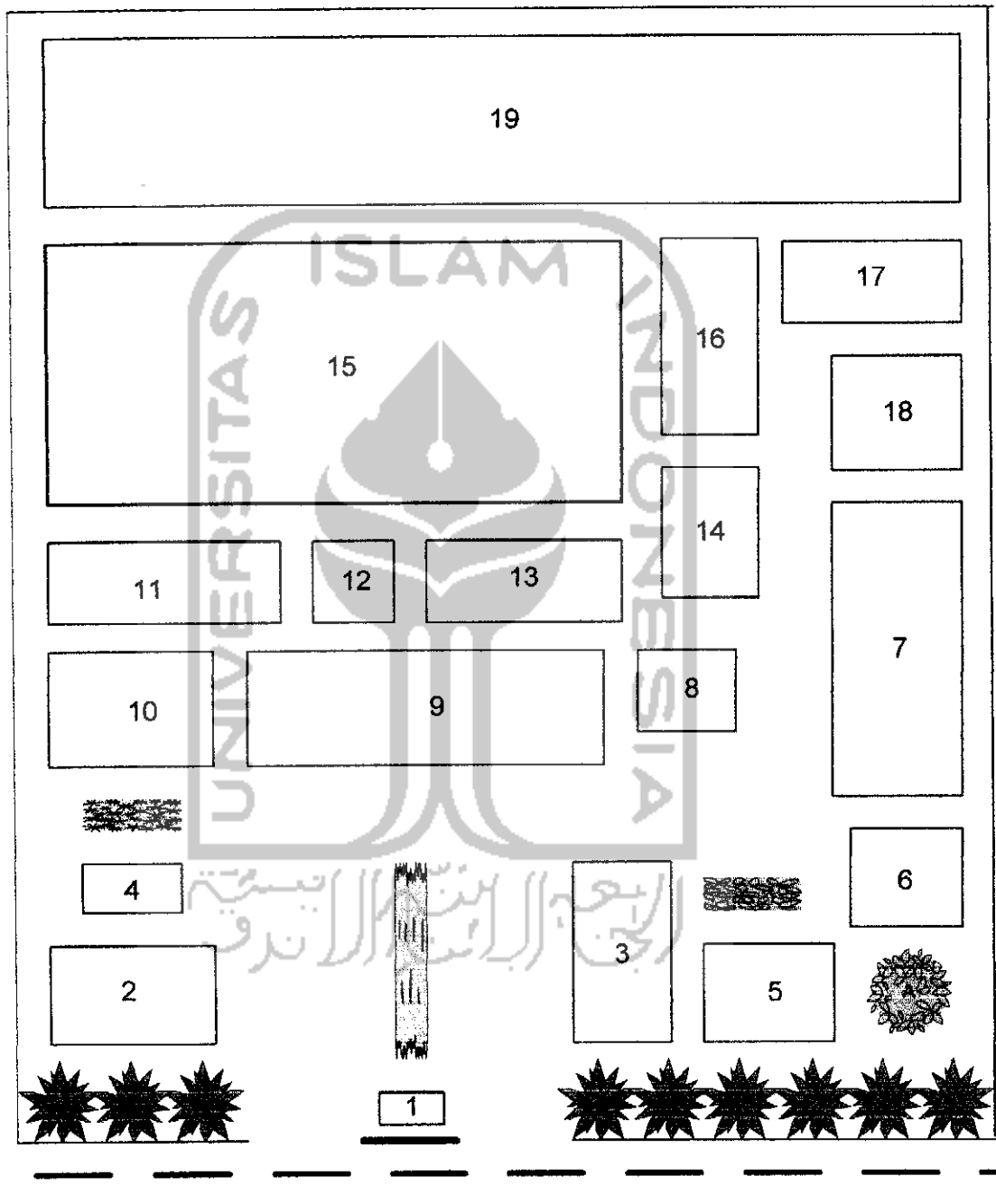
Tabel 4.2.1 Perincian luas tanah bangunan pabrik

No	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m ²)
A	Kantor Utama	44 x 14	616
B	Pos keamanan	8 x 4	32
C	Mess	16 x 36	576
D	Parkir tamu	12 x 22	264
E	Parkir truk	20 x 12	240
F	Ruang timbang truk	12 x 6	72
G	Kantor teknik dan produksi	20 x 14	280
H	Klinik	12 x 10	120
I	Masjid	14 x 12	168
J	Kantin dan Koperasi Karyawan	16 x 12	192
K	Bengkel	12 x 24	288
L	Unit pemadam kebakaran	16 x 14	224
M	Gudang alat	22 x 10	220
N	Laboratorium	12 x 16	192

No	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m ²)
O	Utilitas	24 x 10	240
P	Area proses	70 x 25	1750
Q	Ruang control	28 x 10	280
R	Kontrol utilitas	10 x 10	100
S	Jalan dan taman	60 x 40	2400
T	Area perluasan	110 x 20	2200
	Total		10.454



LAYOUT PABRIK ETILEN
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



Skala 1 : 800

Gambar 4.1 Tata Letak Bangunan Pabrik Etilen Kapasitas 50.000 Ton/Tahun



Keterangan :

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1. Pos Keamanan | 11. <i>Control Room</i> |
| 2. Parkir Truk | 12. <i>Utility Control</i> |
| 3. Parkir Tamu | 13. Utilitas |
| 4. Ruang Timbang Truk | 14. Laboratorium |
| 5. Kantin | 15. Area proses |
| 6. Mesjid | 16. Bengkel |
| 7. <i>Mess</i> | 17. Gudang Alat |
| 8. Klinik | 18. Unit Pemadam Kebakaran |
| 9. Kantor Utama | 19. Area Perluasan |
| 10. Kantor Teknik dan Produksi | --- Jalan raya |

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

1. Aliran bahan baku dan produk.

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu juga diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk

pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Aliran udara.

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

3. Cahaya.

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

4. Lalu lintas manusia.

Perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata letak alat proses.

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

6. Jarak antar alat proses.

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

7. Maintenance.

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

Perawatan *preventif* dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik 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 sebagai berikut :

❖ Umur alat.

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

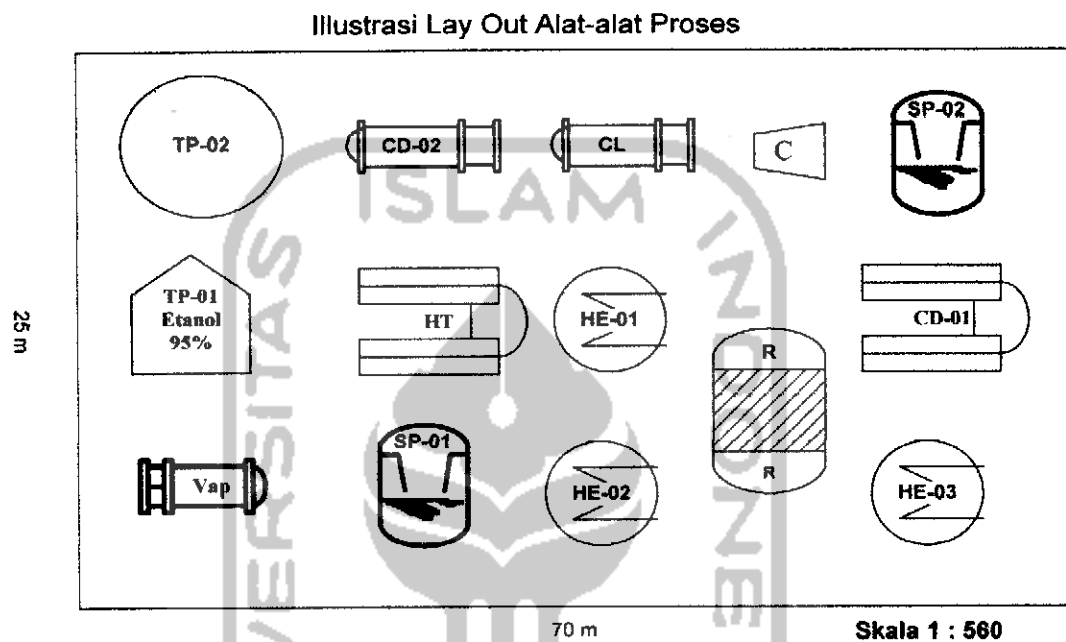
❖ Bahan baku.

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 :

1. Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
2. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan.
3. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya kapital yang tidak penting.

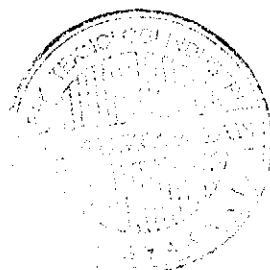
4. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.



Gambar 4.2 Tata Letak Alat-alat Proses Pabrik Ethylene Kapasitas 50.000 Ton/Tahun

Keterangan :

- | | | | |
|----|---------------------|-----|-------------|
| R | : Reaktor Fixed bed | CD | : Condenser |
| HE | : Heat Exchanger | TP | : Tangki |
| HT | : heater | VAP | : Vaporizer |
| SP | : Separator | | |



4.3 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit pendukung proses atau sering disebut dengan unit utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses antara lain terdiri dari penyediaan dan pengolahan air, pembuatan steam, penyediaan bahan bakar dan listrik dan udara tekan. Unit pendukung proses yang terdapat dalam Pabrik Etilen antara lain:

1. Unit pengadaan air dan pengolahan air.
2. Unit pengadaan steam.
3. Unit pengadaan listrik.
4. Unit pengadaan bahan bakar.
5. Unit pengolahan air limbah.
6. Unit refrigerasi.
7. Laboratorium.

4.3.1 Unit Pengadaan Air dan Pengolahan Air

4.3.1.1 Unit Pengadaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan Pabrik Etilen ini, sumber air yang digunakan berasal dari air

sungai yang terdekat dengan pabrik. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut :

1. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
2. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.

Air bersih pada pabrik biasanya digunakan untuk memenuhi keperluan antara lain :

a. Air Pendingin.

Pada umumnya digunakan air sebagai media pendingin. Hal ini dikarenakan faktor-faktor sebagai berikut:

- ❖ Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- ❖ Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- ❖ Dapat menyerap sejumlah panas persatuan volume yang tinggi.
- ❖ Tidak terdekomposisi.

b. Air Sanitasi.

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, dan perumahan.

Syarat air sanitasi meliputi beberapa hal sebagai berikut :

a. Syarat fisik.

- ❖ Suhu di bawah suhu udara luar.
- ❖ Warna jernih.
- ❖ Tidak mempunyai rasa.
- ❖ Tidak berbau.

b. Syarat kimia.

- ❖ Tidak mengandung zat organik maupun anorganik.
- ❖ Tidak beracun.

c. Syarat bakteriologis.

Tidak mengandung bakteri-bakteri terutama bakteri yang patogen.

d. Air Umpan Boiler.

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

- ❖ Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi disebabkan karena air mengandung larutan- larutan asam, gas- gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S yang masuk ke badan air.

- ❖ Zat yang menyebabkan kerak (*scale forming*)



Pembentukan kerak disebabkan karena suhu tinggi dan kesadahan yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat. Dan air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan kerak pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar.

4.3.1.2 Unit Pengolahan Air

Dalam perancangan Pabrik Etilen ini, kebutuhan air diambil dari air sungai yang terdekat dengan pabrik. Kebutuhan air pabrik dapat diperoleh dari sumber air yang ada disekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisik dan kimia.

Tahapan-tahapan pengolahan air sebagai berikut :

a. Penyaringan.

Penyaringan air dari sumber untuk mencegah terikutnya kotoran berukuran besar yang masuk ke dalam bak pengendapan awal.

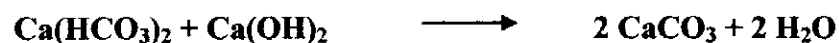
b. Pengendapan secara fisis.

Mula-mula air dialirkan ke bak penampungan atau pengendapan awal (BU-01) setelah melalui penyaringan dengan memasukkan alat penyaring. *Level Control System* (LCS) yang terdapat di bak penampung berfungsi untuk mengatur aliran masuk sehingga sesuai dengan keperluan pabrik. Dalam bak

pengendapan awal kotoran-kotoran akan mengendap karena gaya berat. Waktu tinggal dalam bak ini berkisar 4-24 jam. Powell,ST hal 14

c. Pengendapan secara kimia

Air dari bak pengendap awal di alirkan ke Tangki *Flokulator* (TFU-01). Tangki *Flokulator* berfungsi mencampur air dengan menambahkan bahan-bahan tawas 5 %, FeSO_4 5 %, dan Ca(OH)_2 5 %. Pada Tangki *Flokulator* terjadi proses *alkalinity reduction* dan koagulasi-flokulasi. *Alkalinity reduction* terjadi dengan menambahkan Ca(OH)_2 . *Alkalinity reduction* adalah proses penurunan kandungan alkalinitas (senyawa CO_3^{2-} , HCO_3^- , dan OH^-) dalam air yang biasanya berikatan dengan Ca, Mg, dan Na. Sebagian besar senyawa alkali yang ada dalam air adalah senyawa yang larut dalam air. Untuk memisahkan *alkalinity*, tidak hanya dilakukan dengan filtrasi biasa melainkan dengan serangkaian proses yang diawali dengan mengubah alkali terlarut menjadi tidak terlarut yang kemudian dipisahkan dari air dengan proses koagulasi-flokulasi. Untuk mengubah substansi alkali terlarut menjadi tidak terlarut digunakan Ca(OH)_2 . Proses terbentuknya alkali tidak terlarut ini menurut persamaan reaksi sebagai berikut :



Proses selanjutnya adalah koagulasi-flokulasi. Koagulasi adalah proses pentidakstabilan partikel yang ada dalam air sehingga membentuk gelatin. Flokulasi adalah proses penggabungan partikel-partikel yang tidak stabil dari

hasil proses koagulasi. Sebagai koagulan ditambahkan FeSO_4 . Pada tahap awal terjadinya proses koagulasi-flokulasi adalah pembentukan senyawa koagulan aktif. FeSO_4 saat ditambahkan ke dalam air, ion Fe^{2+} nya akan teroksidasi menjadi Fe^{3+} dengan bantuan senyawa klorin. Pada tahap selanjutnya adalah pembentukan gelatin, flok $\text{Fe}(\text{OH})_3$, yang berfungsi sebagai *trapping* lengket. Pada proses ini dibutuhkan adanya ion hidroksida dan oksigen dalam air. Keberadaan ion OH^- dari *alkalinity* dan penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ akan mempercepat terbentuknya senyawa $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Sehingga didapatkan air berada dalam range pH 6,5 - 7,5. Waktu yang diperlukan 5 menit Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Selanjutnya gelatin ini akan bersatu dan membentuk flok yang lebih besar serta mengikat senyawa-senyawa terdispersi dalam air termasuk senyawa-senyawa yang tidak larut dan *foreign matter* lainnya yang ada termasuk mikroorganisme. Fungsi tawas pada *tangki flokulator* ini adalah sebagai disinfektan untuk menghambat pertumbuhan mikroba yang ada di dalam air.

Selanjutnya air dari *tangki flokulator* (TU-01) di umpankan ke *clarifier* (CLU) berfungsi mengendapkan flok-flok yang terbentuk dalam pencampuran di *tangki flokulator*. Waktu tinggal dalam *clarifier* ini berkisar 2-8 jam. Powell, ST hal 47 Didalam *clarifier* kotoran yang telah mengendap di *blow*

down, sedangkan air yang keluar dari bagian atas dialirkan ke *sand filter* atau bak saringan pasir (SPU), yang berfungsi untuk menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap di *clarifier*. Air dari *sand filter* diumpankan ke *carbon filter* (CFU) yang berfungsi untuk mengurangi kadar Cl_2 yang dapat merusak resin, menghilangkan bau dan warna dan menghilangkan zat-zat organik. Air dari bak *carbon filter* (CFU) ditampung di bak penampung sementara (BU-02), air dari bak penampung sementara (BU-02) dapat digunakan langsung untuk *make up* air pendingin yang sebelumnya ditampung di bak penampung sementara (BU-03) bak ini berfungsi untuk menampung air dari (BU-02) dan *recycle* air proses untuk pendingin. Sedangkan air untuk perkantoran, pabrik dan air umpan boiler perlu diolah terlebih dahulu.

d. Unit pengolahan air untuk perumahan dan perkantoran.

Air ini digunakan untuk keperluan sehari-hari. Air dari *carbon filter* (CFU) dialirkan ke bak penampung sementara (BU-02). Selanjutnya air masuk ke tangki klorinator (TU-02). Dalam tangki ini bertugas mencampur klorin dalam bentuk kaporit $CaOCl_2$ ke dalam air untuk membunuh kuman, Setelah itu air dialirkan ke tangki penampung air bersih dan dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari (keperluan umum). Kebutuhan air untuk keperluan domestik sebesar $26,529 \text{ m}^3/\text{hari}$.

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

4.3.1.3 Unit Pengolahan Air Untuk Umpan Boiler

Dalam unit ini meliputi sebagai berikut :

1. Unit Demineralisasi Air.

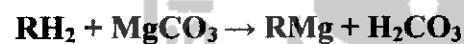
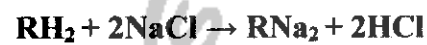
Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral – mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , dan lain – lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (*Boiler Feed Water*).

Demineralisasi air dapat diperlukan karena air umpan boiler harus memenuhi syarat – syarat sebagai berikut:

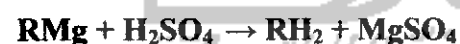
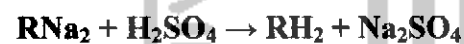
- ❖ Tidak menimbulkan kerak pada kondisi steam yang dikehendaki maupun pada *tube exchanger*, jika steam digunakan sebagai pemanas. Hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan dapat mengakibatkan tidak dapat beroperasi sama sekali.
- ❖ Bebas dari gas- gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2 .

Air dari (BU-03) diumpankan ke *Kation Exchanger* untuk menghilangkan kation – kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , dan Al^{3+} . Kation-kation ini dapat menyebabkan kesadahan sehingga kation ini harus diserap dengan menggunakan resin.

Reaksi:

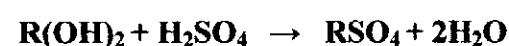


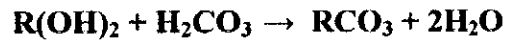
Resin yang telah berkurang kereaktifannya kemudian di regenerasi dengan menggunakan H_2SO_4 reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



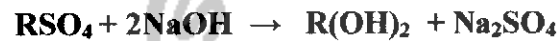
Air yang keluar dari *kation exchanger* diumpankan ke *anion exchanger* untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion yang ditemui adalah HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , NO_3^- , dan SiO_3^{2-} .

Reaksi:





Air yang keluar dari unit ini diharapkan mempunyai pH sekitar 6,1 – 6,2. Regenerasi *anion exchanger* dilakukan dengan menambahkan larutan NaOH reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Kemudian dari *anion exchanger* dialirkan ke unit Deaerator.

2. Unit Deaerator.

Air yang sudah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen. Gas tersebut dihilangkan dari air karena dapat menimbulkan korosi. Gas tersebut dihilangkan dalam suatu deaerator. Pada deaerator diinjeksikan bahan-bahan kimia yaitu sebagai berikut :

- ❖ Steam yang berfungsi untuk mengikat O_2 yang terkandung dalam air. O_2 tidak dapat dihilangkan sepenuhnya oleh steam, sehingga perlu ditambahkan Hidrazin.
- ❖ Hidrazin yang berfungsi mengikat sisa oksigen berdasarkan reaksi berikut:



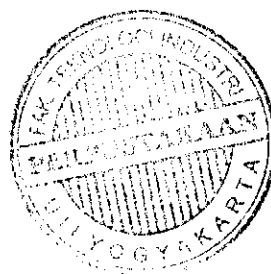
Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama dengan gas-gas lain dihilangkan melalui stripping dengan uap bertekanan rendah.

Keluar dari deaerator, ke dalam air umpan boiler kemudian diinjeksikan larutan phosphate ($Na_3PO_4H_2O$) untuk mencegah terbentuknya kerak silica dan kalsium pada steam drum dan boiler tube. Sebelum diumpankan ke boiler, air terlebih dulu diberi dispersan. Kebutuhan air yang akan digunakan untuk umpan boiler sebesar 136.787,02 kg/jam.

Air pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air pendingin yang telah digunakan dalam pabrik yang kemudian didinginkan pada *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa tetesan oleh udara maupun dilakukannya *blow down* di *cooling tower* diganti dengan air yang disediakan oleh bak penampung sementara (BU-03) .

Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung hal diatas, maka ke dalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut :

- ❖ Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
- ❖ Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
- ❖ Zat dispersan, untuk mencegah terjadinya penggumpalan (pengendapan fosfat)



Kebutuhan air pendingin yang masuk ke *cooling tower* sebesar 525.511,25 kg/jam. Dianggap setelah digunakan di area proses dapat *direcycle* dan dipakai lagi, sehingga banyaknya *make up* untuk air pendingin sebanyak 52.551,125 kg/jam.

1. Kebutuhan Air Pendingin.

Tabel 4.3.1.3.1 Kebutuhan air untuk pendingin

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
Condenser-01	353.574,24
Compressor	70.545,34
Cooler	13.806,46
Jumlah	437.926,04

Menghitung Make Up Water (Wm).

Kebutuhan *make up* air pendingin dihitung dari 10 % kebutuhan pendingin yaitu sebanyak 52.551,13 kg/jam.

2. Kebutuhan Steam.

Tabel 4.3.1.3.2 Kebutuhan steam

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
Vaporizer	3.974,47
Heater	175,97
Furnace	109.838,74
Jumlah	113.989,19

Steam yang digunakan = 113.989,19 kg/jam

Menghitung besarnya air make up blow down dan air menguap

Jumlah air *make up* yang digunakan untuk menyediakan uap (steam) adalah sebesar 20 %.

$$M \text{ air make up} = 20 \% \times \text{Steam} = 22797,8 \text{ kg/jam}$$

3. Penyediaan Air Untuk Domestik

Kebutuhan air untuk sanitasi dapat diperkirakan sebanyak 10.000 kg/jam

4.3.2 Unit Pengadaan Steam

Dalam perancangan pabrik Etilen ini, untuk menghasilkan uap air yang digunakan dalam proses adalah dengan menggunakan boiler atau ketel uap. Dalam hal ini yang digunakan adalah *waste heat boiler*, karena memiliki kelebihan tidak memerlukan bahan bakar untuk membuat steam.

Kebutuhan air untuk steam adalah 113.989,19 kg/jam. Dianggap setelah digunakan di area proses dapat *direcycle* dan dipakai lagi, sehingga banyaknya *make up* air untuk keperluan steam sebanyak 22797,8 kg/jam.

4.3.3 Unit Pengadaan Listrik

Unit ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan listrik di seluruh area pabrik. Pemenuhan kebutuhan listrik dipenuhi oleh pembangkit listrik tenaga Turbin. Turbin yang digunakan adalah spesifikasinya sebagai berikut:

- ❖ Kapasitas : 1000 Hp
- ❖ Jenis : Steam Turbin
- ❖ Jumlah : 6 buah

Dan sisanya sebanyak 5000 Hp dijual kepada PLN dan masyarakat sekitar.

Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi:

1. Listrik untuk kebutuhan Proses.

2. Listrik untuk kebutuhan Utilitas.
3. Listrik untuk penerangan dan AC.
4. Listrik untuk laboratorium dan bengkel.
5. Listrik untuk instrumentasi.

Tabel 4.3.3.1 Konsumsi listrik untuk keperluan alat proses

Nama Alat	Jumlah	Power pompa (Hp)
Blower-01	1	0,05
Blower-02	1	0,0833
Blower-03	1	0,0833
Compressor	1	60
Pompa-01	1	1,5
Pompa-02	1	1
Total	6	62,7166

Kebutuhan listrik untuk keperluan alat proses = 62,7166 Hp

Tabel 4.3.3.2 Konsumsi listrik untuk keperluan alat utilitas

Nama Alat	Power (Hp)
Pompa U-01	0,5
Pompa U-02	3
Pompa U-03	5
Pompa U-04	5
Pompa U-05	5
Pompa U-06	1,5
Pompa U-07	3
Pompa U-08	5
Pompa U-09	5
Pompa U-10	0,125
Pompa U-11	0,125
Pompa U-12	0,125
Pompa U-13	1
Pompa U-14	1
Pompa U-15	1

Nama Alat	Power (Hp)
Pompa U-16	1
Pompa U-17	1
Pompa U-18	0,05
Pompa U-19	0,125
Tangki flokulator	10
Clarifier	6
Cooling tower	62
Compressor	678
Total	794,55

Kebutuhan listrik untuk keperluan alat utilitas = 794,55 Hp

Kebutuhan Listrik Alat Instrumentasi dan Kontrol

Alat kontrol diperkirakan sebesar 40 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 25,0866 Hp.

Kebutuhan Listrik Laboratorium, Rumah tangga, Perkantoran dan lain – lain.

Laboratorium, rumah tangga, perkantoran dan lain-lain diperkirakan 25 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu 15,6792 Hp.

Kebutuhan Listrik Total

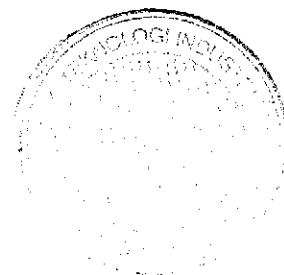
Total kebutuhan daya listrik = 898,0324 Hp

Listrik sebesar ini dipenuhi dari 1 buah Turbin yang berkekuatan 1000 Hp.

4.3.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada furnace. Bahan bakar yang digunakan untuk furnace adalah fuel gas dengan spesifikasi sebagai berikut:

- ❖ Jenis bahan bakar : fuel gas
- ❖ Heating Value : 21328 Btu/lb
- ❖ Effisiensi pembakaran : 80 %
- ❖ Kebutuhan bahan bakar : 55 kg/jam



4.3.5 Unit pengolahan air limbah

Unit pengolahan limbah berfungsi untuk mengolah limbah yang dihasilkan dari seluruh area pabrik, sehingga air buangan pabrik tidak mencemari lingkungan.

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik Etilen antara lain:

1. Bahan buangan cair.
 2. Bahan buangan gas.
 3. Bahan buangan padat.
1. Unit Pengolahan Limbah Cair

Limbah cair dihasilkan dari proses, sistem pendingin, air berminyak dari pompa, air sanitasi, air hujan dan air buangan laboratorium.

Air buangan sanitasi, laboratorium, dan air hujan yang berasal dari seluruh kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi, dan injeksi *chlorin*. *Chlorin* ini berfungsi sebagai disinfektan untuk membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

Air berminyak berasal dari dari buangan pelumas pada pompa dan alat lain. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak dibagian atas dialirkan ketunggku pembakar, sedang air dibagian bawah dialirkan ke penampung akhir, kemudian dibuang.

Air buangan dari alat proses decanter dan menara distilasi yang berupa air, HCl, dan $C_2H_4Cl_2$ sebelum dibuang dinetralkan terlebih dahulu PH nya di dalam kolom netralisasi dengan menambahkan *caustic soda*. Diharapkan setelah keluar dari kolom netralisasi PH berkisar 6,9 – 7,2. Dan setelah itu absorpsi bahan-bahan kimia organik dengan menggunakan karbon aktif sehingga air dapat terpisah dari bahan-bahan kimia dan menjadi tidak berbahaya bagi lingkungan.

2. Unit Pengolahan Limbah Gas

Untuk menghindari pencemaran udara dari bahan-bahan buangan gas, maka dilakukan penanganan dengan cara membuat cerobong gas.

3. Unit Pengolahan Limbah Padat

Limbah padat berupa limbah katalis yang rusak dan habis *life timenya*, dan limbah domestik berupa sampah kantor, kantin, dan tanaman. Limbah tersebut dikirim ke unit pengolahan limbah lanjutan yang kemudian dikubur dalam tanah.

4.3.6 Unit Refrigerasi

Unit ini berfungsi sebagai penyedia kebutuhan bahan pendingin (*refrigeran*) dan juga sebagai sistem *recycle* dari *refrigeran* tersebut. Bahan yang digunakan untuk pendingin (*refrigeran*) dalam unit ini adalah *acetone*. Alasan utama pemilihan *acetone*

sebagai pendingin adalah karena karakteristik dari *acetone* yang bisa digunakan untuk mendinginkan etilen sampai suhu 7,5 °C dan juga mudahnya bahan ini diperoleh.

Karena unit ini berupa sebuah sistem yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu atau kalor, maka dari itu pada unit ini terdapat sistem *refrigerasi*. Hal ini dilakukan untuk menjaga kestabilan suhu dari *acetone* agar terus terjaga pada kisaran suhu -50 °C. Selain untuk menjaga kestabilan temperatur *acetone*, sistem *refrigerasi* pada unit ini juga dimaksudkan untuk penghematan terhadap pembelian *acetone*, agar *acetone* yang telah digunakan untuk mendinginkan etilen tidak terbuang begitu saja dan dapat digunakan berulang kali.

Sistem *refrigerasi* yang digunakan pada unit ini membutuhkan beberapa alat pendukung diantaranya adalah pompa, *expander valve* dan *condenser-subcooler*.

Spesifikasi dari *acetone* adalah sebagai berikut :

- ❖ Densitas : 0,868 kg/ltr
- ❖ Temperatur : -50 °C
- ❖ *Heat Capacity (Cp)* : 2,0251 Btu/kg.°K
- ❖ BM : 58,08 g/mol

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan total } acetone \text{ selama 6 bulan} &= 3,2628 \text{ m}^3 = 3.262,8 \text{ ltr} \times 0,868 \text{ kg/ltr} \\ &= 2.832,1104 \text{ kg} \end{aligned}$$

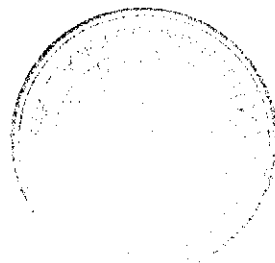
$$\text{Kebutuhan total } acetone \text{ selama 1 tahun adalah } 2.832,1104 \text{ kg} \times 2 = 5.664,2208 \text{ kg}$$

4.3.7 Laboratorium

Keberadaan laboratorium dalam suatu pabrik sangatlah penting untuk mengendalikan hasil produksi. Laboratorium memiliki program – program kerja untuk menganalisa arus – arus disetiap unit yang dianggap penting dan berpengaruh. Dengan data yang diperoleh di laboratorium, maka proses produksi akan dijaga dan dikontrol mutu produk sesuai dengan spesifikasinya yang diharapkan. Disamping itu berperan dalam pengendalian pencemaran lingkungan, baik udara maupun limbah cair.

Fungsi-fungsi laboratorium antara lain:

1. Memeriksa bahan baku dan bahan penunjang yang akan digunakan
2. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
3. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi
4. Memeriksa kadar zat-zat yang dapat mengakibatkan pencemaran pada buangan pabrik.



4.4 Spesifikasi Alat Utilitas

4.4.1 Bak Pengendap Awal

Kode	:	BU-01
Fungsi	:	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan waktu tinggal 1 jam
Jenis	:	Bak persegi panjang yang diperkuat dengan beton bertulang
Dimensi	:	- Panjang : 10,6184 m - Lebar : 10,6184 m - Kedalaman : 5,3092 m
Volume	:	598,6103 m ³
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	US\$ 1.869,15

4.4.2 Tangki Flokulator

Kode	:	TFU
Fungsi	:	Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambah koagulan

(FeSO₄), tawas dan kapur.

Jenis	: <i>Tangki Silinder Berpengaduk</i>
Dimensi	: - Diameter : 2,9429 m - Tinggi : 2,9429 m
Volume	: 20,008 m ³
Jumlah	: 1 buah
Tipe Pengaduk	: <i>Six Blade Turbin dengan Disk dan 4 baffles</i>
Diameter impeller	: 1,1772 m
Lebar baffle	: 0,2452 m
Power pengadukan	: 10 Hp
Harga	: US\$ 9.833,32
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>

4.4.3 Clarifier

Code	: CFU
Fungsi	: Mengendapkan flok – flok yang terbentuk pada pencampuran air dengan waktu tinggal 4 jam

Tipe : *Circular clarifier*

Dimensi : - Diameter : 7.1397 m
 - Kedalaman : 12 m
 - Tinggi *cone* : 1,1 m

Volume : 480,1909 m³

Power motor : 7,5 Hp

Harga : US\$ 5.692,75

4.4.4 Bak Penampung Sementara

Kode : BU-02

Fungsi : Menampung air bersih yang berasal dari beton bertulang dengan waktu tinggal 0,5 jam

Jenis : Bak persegi porselen

Dimensi : - Panjang : 4,9331 m

- Lebar : 4,9331 m

- Tinggi : 2,467 m

Volume : 60,0239 m³

Jumlah : 1 Buah
 Bahan Konstruksi : Beton Bertulang
 Harga : US\$ 1.872,20

4.4.5 Bak Penampung Air Bersih

Kode : BU-03
 Fungsi : Menampung air bersih yang berasal dari beton bertulang dengan waktu tinggal 0,5 jam
 Jenis : Bak persegi porselen
 Dimensi : - Panjang : 4,9331 m
 - Lebar : 4,9331 m
 - Tinggi : 2,467 m
 Volume : 60,0239 m³
 Jumlah : 1 Buah
 Bahan Konstruksi : Beton Bertulang
 Harga : US\$ 1.872,20



4.4.6 Saringan Pasir

Kode	:	FU
Fungsi	:	Menyaring sisa – sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap dalam clarifier
Jenis	:	Tangki silinder tegak berisi tumpukan pasir dan kerikil
Dimensi	:	- Diameter : 5.0024 m - Tinggi : 4,8120 m
Debit aliran	:	120,0477 m ³ /jam
Jumlah	:	1 buah
Bahan Konstruksi	:	Carbon steel SA 285 Grade C
Harga	:	US\$ 97.928,46

4.4.7 Cold Basin

Kode	: BU-04
Fungsi	: Menampung sementara air pendingin yang disirkulasi sebelum di recovery di cooling tower
Jenis	: Bak persegi porselen
Dimensi	: - Panjang : 9,5817 m - Lebar : 9,5817 m - Tinggi : 3,1939 m
Volume	: 521,2987 m ³
Jumlah	: 1 Buah
Bahan Konstruksi	: Beton Bertulang
Harga	: US\$ 3.434,09

4.4.8 Bak Air Pendingin

Kode	: BU-05
Fungsi	: Menampung sementara air pendingin dan air proses sebelum digunakan, berasal dari beton bertulang dengan waktu 1 jam

Jenis : Bak persegi porselen

Dimensi : - Panjang : 13,2235 m
 - Lebar : 13,2235 m
 - Tinggi : 3,3059 m

Volume : 578,0624 m³

Jumlah : 1 Buah

Bahan Konstruksi : Beton Bertulang

Harga : US\$ 3.652,80

4.4.9 Bak Sanitasi

Kode : BU-06

Fungsi : Menampung air kebutuhan rumah tangga dan kantor dari bak penampung air bersih

Tipe : Bak beton bertulang dan dilapisi porselen

Dimensi : - Panjang : 4,7946 m
 - Lebar : 4,7946 m
 - Tinggi : 2,3973

Volume : 55,11 m³
 Jumlah : 1 buah
 Bahan konstruksi : Beton bertulang
 Harga : US\$ 339,56

4.4.10 Cooling Tower

Kode : CTU
 Fungsi : Mengolah air yang keluar dari proses pendingin agar dapat dimanfaatkan kembali.
 Jenis : *Induced draft cooling tower* dengan Bahan Isian *Berl Saddle* 1 in
 Jumlah air sirkulasi : 472960,1256 kg/jam
 Suhu masuk Cooling tower : 50 °C
 Suhu keluar Cooling tower : 28 °C
 Suhu wet bulb : 21°C
 Suhu dry bulb : 35°C
 Power fan : 49,2736 Hp

Tenaga Motor : 62 Hp
 Dimensi : Tinggi : 10,668 m
 Jumlah : 1 buah
 Harga : US\$ 212.162

4.4.11 Kation Exchanger

Kode : KEU
 Fungsi : Mengikat ion-ion positif yang ada dalam air lunak
 Jenis : *Down Flow Cation Exchanger*
 Debit aliran : 32,8289 m³/jam
 Dimensi : - luas kolom : 4,4766 m²
 - Tinggi bed : 1,5022 m
 Jumlah : 1 buah
 Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 285 Grade C*
 Harga : US\$ 2.769,96

4.4.12 Anion Exchanger

Kode	: AEU
Fungsi	: Mengikat ion-ion negatif yang ada dalam air lunak
Jenis	: <i>Down Flow Anion Exchanger</i>
Dimensi	: - Diameter bed : 1,8496 m - Tinggi bed : 0,7010 m
Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	: US\$ 2.769,96

4.4.13 Deaerator

Kode	: DAU
Fungsi	: Menghilangkan kandungan gas dalam air terlarut terutama O_2 , CO_2 , NH_3 , dan H_2S .
Jenis	: <i>Cold water vacuum Deaerator</i>

Volume : 65,6578 m³

Dimensi : - Diameter : 4,1362 m
- Tinggi : 5,3889 m

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 285 Grade C*

Harga : US\$ 3.478,91

4.4.14 Tangki Air umpan WHB

Kode : TU-02

Fungsi : Menampung air umpan

Tipe : *Tangki silinder*

Dimensi : - Diameter : 3,74 m
- Tinggi : 3,74 m

Volume : 41,0361 m³

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 285 Grade C*

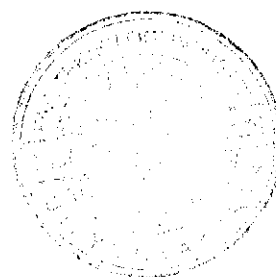
Harga : US\$ 22.730,39

4.4.15 Boiler-01

Kode	:	WHB-01
Fungsi	:	Menyediakan steam untuk alat pemanas
Tipe	:	WASTE HEAT BOLIER
Jumlah	:	1 buah
Kapasitas steam	:	3974,4737 kg/jam
	:	8762,0673 lb/jam
	:	1,1040 kg/s
Tekanan	:	1 atm
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	US\$ 205.888,5

4.4.16 Boiler-02

Kode	:	WHB-02
Fungsi	:	Menyediakan steam untuk alat pemanas
Tipe	:	WASTE HEAT BOILER
Jumlah	:	1 buah



Kapasitas steam	:	6.444,4002 kg/jam
	:	14.207,2316 lb/jam
	:	1,790 kg/s
Tekanan	:	1 atm
Bahan konstruksi	:	Carbon steel SA 285 Grade C
Harga	:	US\$ 227.306,25

4.4.17 Tangki Bahan Bakar

Kode	:	TU-03
Fungsi	:	Menyimpan kebutuhan bahan bakar
Jenis	:	Tangki bola
Volume	:	16,8778 m ³
Dimensi	:	- Diameter : 3,1831 m - Tebal : 0,0555 m
Jumlah	:	1 buah
Bahan Konstruksi	:	Carbon steel SA 285 Grade C
Harga	:	US\$ 17.143,65

4.4.18 Tangki Kondesat

Kode	:	TU-11
Fungsi	:	Menampung air yang direcycle pada proses pemanasan
Jenis	:	<i>Silinder vertikal with conical roof and flat bottom</i>
Volume	:	210,1049 m ³
Dimensi	:	- Diameter : 6,445 m - Tinggi : 6,445 m
Jumlah	:	1 buah
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	:	US\$ 67.558,12

4.4.19 Tangki Tawas

Kode	:	TU-04
Fungsi	:	Menampung tawas yang akan digunakan pada flokulator
Jenis	:	<i>Silinder vertikal with conical roof and</i>

flat bottom

Volume : 36,8064 m³
 Dimensi : - Diameter : 3,1501 m
 - Tinggi : 4,7251 m

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 285 Grade C*

Harga : US\$ 23.755,59

4.4.20 Tangki Ca(OH)₂

Kode : TU-05

Fungsi : Menampung dan menyimpan FeSO₄
 yang akan digunakan pada flokulator

Jenis : *Silinder vertikal with conical roof and
 flat bottom*

Volume : 0,2762 m³

Dimensi : - Diameter : 0,6168 m
 - Tinggi : 0,9251 m

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 285 Grade C*

Harga : US\$ 23.755,59

4.4.21 Tangki Kaporit

Kode : TU-06

Fungsi : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan sehari-hari

Jenis : *Silinder vertikal with conical roof and flat bottom*

Volume : 0,2762 m³

Dimensi : - Diameter : 0,6168 m

- Tinggi : 0,9251 m

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 285 Grade C*

Harga : US\$ 1.261,78

4.4.22 Tangki NaCl

Kode	: TU-07
Fungsi	: Membuat larutan NaCl yang berfungsi untuk meregenerasi kation exchanger
Jenis	: <i>Silinder vertikal with conical roof and flat bottom</i>
Volume	: 6,9433 m ³
Dimensi	: - Diameter : 1,8066 m - Tinggi : 2,7099 m
Jumlah	: 1 buah
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Harga	: US\$ 8.732,81

4.4.23 Tangki NaOH

Kode	: TU-08
Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan NaOH yang akan digunakan untuk regenerasi ion

Jenis : *Silinder vertikal with conical roof and flat bottom*

Volume : 16,6638 m³

Dimensi : - Diameter : 2,4188 m

- Tinggi : 3,6282 m

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 285 Grade C*

Harga : US\$ 14.766,61

4.4.24 Tangki Hidrazine

Kode : TU-09

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan Hidrazine

yang akan digunakan untuk

menghilangkan sisa-sisa gas terlarut

terutam O₂ agar tidak terjadi korosi pada

boiler

Jenis : *Silinder vertikal with conical roof and flat bottom*

Volume : 14,1821 m³

Dimensi : - Diameter : 2,6240 m
- Tinggi : 2,6240 m

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 285 Grade C*

Harga : US\$ 13.404,78

4.4.25 Tangki Na₂SO₄

Kode : TU-10

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan Na₂SO₄ yang akan digunakan untuk mencegah timbulnya kerak pada boiler

Jenis : *Silinder vertikal with conical roof and flat bottom*

Volume : 14,1821 m³

Dimensi : - Diameter : 2,6240 m
- Tinggi : 2,6240 m

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 285 Grade C*

Harga : US\$ 13.404,78

4.4.26 Furnace (F)

Fungsi : Memanaskan steam yang keluar dari boiler untuk digunakan sebagai pemanas pada reaktor sebanyak 109,838.73 kg/jam

Jenis : *Fire Box Furnace*

Proses : *Non Ishotermal – Non Adiabatic*

Dimensi Furnace

Seksi radiasi

Panjang : 3,6576 m

Lebar : 2,4384 m

Tinggi : 2,1336 m

Seksi konveksi

Panjang : 3,6576 m

Lebar : 0,9144 m

Tinggi : 0,9144 m

Cerobong

Tinggi	:	3,048	m
Diameter	:	0,762	m
Bahan dinding	:	Baja SA-240 grade-T, tipe 321. 18Cr-8Ni-Ti	
Bahan isolasi	:	Bata tahan api Missori	
Kondisi Operasi	:		
-Suhu umpan masuk seksi konveksi	:	120	⁰ C
-Suhu umpan masuk seksi radiasi	:	606,6	⁰ C
-Tekanan	:	1	atm
Jumlah	:	1	buah
Harga	:	US\$ 139.668,34	

4.4.27 Kompresor

Fungsi	:	Menaikkan tekanan <i>Steam</i> sebelum masuk <i>Steam Turbin bed</i> dari 1 atm menjadi 40 atm
Jenis	:	<i>Kompresor Centifugal multi stage</i>
Proses	:	<i>Adiabatic</i>

Kapasitas	:	1738,995	ft ³ /detik
BHP	:	226	Hp
Jumlah	:	3	buah
Harga	:	US\$ 262.699,41	

4.4.28 Turbin

Fungsi	:	Menghasilkan listrik untuk keperluan proses dan lain-lain
Jenis	:	<i>Steam Turbin, Single Stage</i>
Kapasitas	:	19237,75 kg/jam
Suhu masuk	:	449 °C
Tekanan	:	40 atm
Power	:	1000 HP
Jumlah	:	6 buah
Harga	:	US\$ 50.995,97

4.4.29 Pompa Utilitas-01

Kode : PU-01

Fungsi : Mengalirkan air dari sungai menuju Bak Pengendap awal (BU- 01)

Tipe : *Centrifugal pump*

Power pompa : 0,5 Hp

Power motor : 0,4215 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 1.924,31

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.30 Pompa Utilitas-02

Kode : PU-02

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Pengendap awal (BU – 01) menuju ke Tangki Flokulator (TFU)

Tipe : *Centrifugal pump*

Power pompa : 3 Hp
 Power motor : 2,4355 Hp
 Jumlah : 1 buah
 Harga : US\$ 3.720,04
 Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.31 Pompa Utilitas-03

Kode : PU-03
 Fungsi : Mengalirkan air dari tangki flokulator (TFU) menuju ke clarifier (CLU)
 Tipe : *Centrifugal pump*
 Power pompa : 5 Hp
 Power motor : 2,6834 Hp
 Jumlah : 1 buah
 Harga : US\$ 2.454,31
 Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.32 Pompa Utilitas-04

Kode : PU-04

Fungsi : Mengalirkan air dari *Clarifier* (CLU) menuju ke *Sand filter* (BSP)

Tipe : *Centrifugal pump*

Power pompa : 5 Hp

Power motor : 2,6834 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 2.454,31

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.33 Pompa Utilitas-05

Kode : PU-05

Fungsi : Mengalirkan air dari *Sand Filter* (BSP) ke *Carbon Filter* (CFU)

Tipe : *Centrifugal pump*

Power pompa : 5 Hp

Power motor : 2,6834 Hp
 Jumlah : 1 buah
 Harga : US\$ 2.454,31
 Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.34 Pompa Utilitas-06

Kode : PU-06
 Fungsi : Mengalirkan air dari *Carbon filter*
 (CFU) ke Bak Penampung air bersih
 (BU-02)
 Tipe : *Centrifugal pump*
 Power pompa : 1,5 Hp
 Power motor : 1,05 Hp
 Jumlah : 1 buah
 Harga : US\$ 3.720,04
 Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.35 Pompa Utilitas-07

Kode	:	PU-07
Fungsi	:	Mengalirkan air dari bak penampung air bersih (BU-02) menuju BU-04
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Power pompa	:	3 Hp
Power motor	:	0,727 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	US\$ 2.404,63
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

4.4.36 Pompa Utilitas-08

Kode	:	PU-08
Fungsi	:	Mengalirkan air dari BU-04 ke cooling tower
Jenis	:	<i>Centrifugal pump</i>
Power pompa	:	5 Hp

Power motor : 4,4762 Hp
Jumlah : 1 buah
Harga : US\$ 8.986,56
Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.37 Pompa Utilitas-09

Kode : PU-09
Fungsi : Mengalirkan air pendingin dari cooling tower ke BU-05
Tipe : *Centrifugal pump*
Power pompa : 5 Hp
Power motor : 4,4762 Hp
Jumlah : 1 buah
Harga : US\$ 8.986,56
Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.38 Pompa Utilitas-10

Kode : PU-10

Fungsi : Mengalirkan air dari *BU-05* menuju
proses

Tipe : *Centrifugal pump*

Power pompa : 5 Hp

Power motor : 4,4762 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 8.989,15

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.39 Pompa Utilitas-11

Kode : PU-11

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung ke
bak klorinator

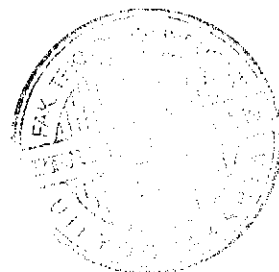
Tipe : *Centrifugal pump*

Power pompa : 0,125 Hp

Power motor : 0,09 Hp
Jumlah : 1 buah
Harga : US\$ 888,58
Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.40 Pompa Utilitas-12

Kode : PU-12
Fungsi : Mengalirkan air dari TU-01 ke BU-05
Tipe : *Centrifugal pump*
Power pompa : 0,125 Hp
Power motor : 0,09 Hp
Jumlah : 1 buah
Harga : US\$ 888,15
Bahan Konstruksi : *Carbon steel*



4.4.41 Pompa Utilitas-13

Kode : PU-13

Fungsi : Mengalirkan air BU-03 ke tangki Cation
Exchanger

Tipe : *Centrifugal pump*

Power pompa : 1 Hp

Power motor : 0,6362 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 1.625,36

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.42 Pompa Utilitas-14

Kode : PU-14

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki Cation ke
Tangki Anion Exchanger

Tipe : *Centrifugal pump*

Power pompa : 1 Hp

Power motor : 0,6362 Hp
 Jumlah : 1 buah
 Harga : US\$ 1.625,36
 Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.43 Pompa Utilitas-15

Kode : PU-15
 Fungsi : Mengalirkan air dari Anion Exchanger
 ke Deaerator
 Tipe : *Centrifugal pump*
 Power pompa : 1 Hp
 Power motor : 0,6362 Hp
 Jumlah : 1 buah
 Harga : US\$ 1.625,36
 Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.44 Pompa Utilitas-16

Kode	: PU-16
Fungsi	: Mengalirkn air dari Deaerator ke TU-02
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Power pompa	: 1 Hp
Power motor	: 0,6362 Hp
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 1.625,36
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel</i>

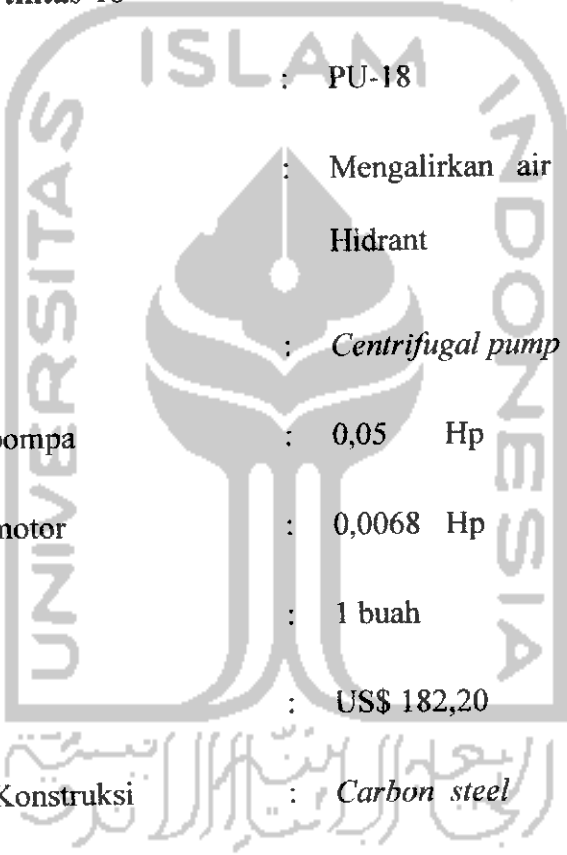
4.4.45 Pompa Utilitas-17

Kode	: PU-17
Fungsi	: Mengalirkan air dari TU-02 ke Boiler
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Power pompa	: 1 Hp
Power motor	: 0,6362 Hp
Jumlah	: 1 buah

Harga : US\$ 1.625,36

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.46 Pompa Utilitas-18



Kode : PU-18

Fungsi : Mengalirkan air dari BU-03 ke bak Hidrant

Tipe : *Centrifugal pump*

Power pompa : 0,05 Hp

Power motor : 0,0068 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 182,20

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.47 Pompa Utilitas-19

Kode : PU-19

Fungsi : Mengalirkan aseton dari TU-12 ke Unit

Refrigrasi

Tipe : *Centrifugal pump*

Power pompa : 0,125 Hp

Power motor : 0,1053 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 443,02

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

4.4.48 Cooler Refrigerasi (CLR)

Fungsi : Mendinginkan aseton pada $T = -3\text{ }^{\circ}\text{C}$ dari output *Expander Valve-01* dengan menggunakan Aseton pada $T = -50\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai suhu $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$

Jenis : *Double Pipe*

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

Outer pipe

NPS : 3 in

Fluida panas : *Aseton*

- ID : 3,068 in
- OD : 3,5 in

Inner pipe

- Fluida dingin : *Aseton*
- ID : 2,067 in
- Pitch : 1,25 in
- Length : 16 ft
- Harga : US\$ 3.620,64

4.4.49 Expander Valve (EV-01)

- Fungsi : Menurunkan tekanan *propane* dari 1 atm menjadi 0,6 atm
- Jenis : *Gate valve ½ opened*
- Kapasitas : 972,2295 kg/jam
- Suhu masuk : 6,5 °C
- Suhu keluar : -3 °C
- Diameter : 2,662 in
- Harga : US\$ 36,66

4.4.50 Expander Valve (EV-02)

Fungsi : Menurunkan tekanan *aseton* dari 0,6 atm menjadi 0,17 atm

Jenis : *Gate valve 1/2 opened*

Kapasitas : 972,2295 kg/jam

Suhu masuk : -30 °C

Suhu keluar : -50 °C

Diameter : 0,622 in

Harga : US\$ 36,66

4.4.51 Expander Valve (EV-03)

Fungsi : Menurunkan tekanan *aseton* dari 1 atm menjadi 0,12 atm

Jenis : *Gate valve 1/2 opened*

Kapasitas : 1266,2905 kg/jam

Suhu masuk : -35 °C

Suhu keluar : -50 °C

Diameter : 0,622 in

Harga : US\$ 36,66

4.4.52 Tangki Refrigeran (TU-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku *aseton* selama 2

jam

Jenis : Tangki silinder tegak dan *torispherical*

Bahan : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Kondisi operasi : Tekanan 1 atm, temperatur -50°C

Volume : $8,2564 \text{ m}^3$

Diameter : 1,7390 m

Tinggi : 3,4780 m

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 16.268,07

4.4.53 Pompa Refrigerasi

Kode : PR

Fungsi : Mengalirkan *aseton* dari Unit Refrigerasi ke TU-12

Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Power pompa	:	0,05 Hp
Power motor	:	0,0228 Hp
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	US\$ 394,04
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>

4.5 Organisasi Perusahaan

4.5.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada Pra Rancangan Pabrik Etilen dari Dehidrasi Bioetanol adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam Perseroan Terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap- tiap saham. Pabrik Etilen dari Dehidrasi Bioetanol ini akan didirikan pada tahun 2015 direncanakan mempunyai :

- ❖ Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)
- ❖ Lapangan Usaha : Industri
- ❖ Lokasi Perusahaan : Cirebon, Jawa barat
- ❖ Kapasitas : 50.000 ton/tahun

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh perusahaan. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain (pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya dan direktur yang cakap dan berpengalaman).
3. Lapangan yang diawasi oleh dewan komisaris sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
4. Efisiensi dari Manajemen
5. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris usaha lebih luas. Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

6. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
7. Mudah mendapatkan kredit dari Bank dengan jaminan perusahaan yang ada.
8. Mudah bergerak di pasar modal.

Ciri- ciri Perseroan Terbatas (PT) yaitu sebagai berikut :

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

4.5.2 Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Untuk mendapatkan suatu sistem yang baik maka perlu diperhatikan pendelegasian

wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan dan organisasi perusahaan yang *fleksibel*.

Dengan berdasar pada pedoman tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik, yang salah satunya yaitu sistem *line and 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 staf ahli yang terdiri dari orang-orang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

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

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

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam menjalankan tugas sehari-harinya diwakili oleh dewan komisaris yang dipimpin oleh Presiden

Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan direktur dibantu oleh direktur produksi dan teknik serta direktur keuangan dan umum. Direktur produksi dan teknik membawahi bidang teknik dan produksi sementara itu direktur keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, keuangan dan umum. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing kepala seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya.

Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu dan masing-masing kepala regu akan bertanggung jawab kepada kepala seksi.

Manfaat adanya struktur organisasi sebagai berikut :

- ❖ Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang dan lain-lain.
- ❖ Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- ❖ Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- ❖ Penyusunan program pengembangan manajemen.
- ❖ Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

4.5.3 Tugas dan Wewenang

4.5.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah rapat umum pemegang saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang :

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

4.5.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari daripada pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.

*Tugas-tugas dewan komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarah pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direktur.
3. Membantu direktur dalam tugas-tugas penting.

4.5.3.3 Dewan Direksi

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi direktur teknik dan produksi serta direktur keuangan dan umum.

*Tugas direktur utama antara lain sebagai berikut :

1. Mengeluarkan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
2. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerjasama dengan direktur produksi serta keuangan dan umum.

Tugas direktur teknik dan produksi antara lain sebagai berikut :

1. Bertanggung jawab kepada direktur dalam bidang produksi dan teknik.

2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

*Tugas direktur keuangan dan umum antara lain sebagai berikut :

1. Bertanggung jawab kepada direktur dalam bidang keuangan, pemasaran, K3 dan Litbang serta pelayanan umum.
2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.5.3.4 Staf Ahli

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

*Tugas dan wewenang meliputi :

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
3. Mempertinggi efisiensi kerja.



4.5.3.5 Kepala Bagian

4.5.3.5.1 Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala bagian produksi membawahi :

1. Seksi Proses.

*Tugas seksi proses meliputi :

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

2. Seksi Pengendalian.

*Tugas seksi Pengendalian meliputi :

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

3. Seksi Laboratorium.

*Tugas seksi Laboratorium meliputi :

- ❖ Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.

- ❖ Mengawasi dan menganalisa produk.
- ❖ Mengawasi kualitas buangan pabrik.

4.5.3.5.2 Kepala Bagian Teknik

*Tugas kepala bagian teknik antara lain sebagai berikut :

1. Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian teknik membawahi :

1. Seksi Pemeliharaan.

*Tugas seksi pemeliharaan antara lain :

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

2. Seksi Utilitas.

*Tugas seksi utilitas antara lain :

- ❖ Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, steam, dan tenaga listrik.

4.5.3.5.3 Kepala Bagian Pemasaran

*Tugas kepala bagian pemasaran antara lain :

1. Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian pemasaran membawahi :

1. Seksi Pembelian.

*Tugas seksi pembelian antara lain :

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

2. Seksi Pemasaran.

*Tugas seksi pemasaran antara lain :

- ❖ Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- ❖ Mengatur distribusi barang dari gudang.

4.5.3.5.4 Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

*Tugas kepala bagian administrasi dan keuangan antara lain :

1. Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian administrasi dan keuangan membawahi :

1. Seksi Administrasi.

*Tugas seksi kas antara lain :

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

2. Seksi Kas.

*Tugas seksi kas antara lain :

- ❖ Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.
- ❖ Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan.

4.5.3.5.5 Kepala Bagian Umum

*Tugas kepala bagian umum antara lain :

1. Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian umum membawahi :

1. Seksi Personalia.

*Tugas seksi personalia antara lain :

- ❖ 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 dinamis.
- ❖ Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

2. Seksi Humas.

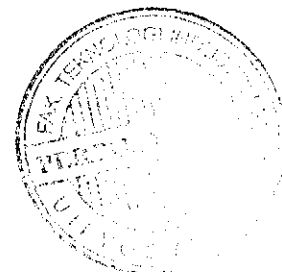
*Tugas seksi humas antara lain :

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

3. Seksi Keamanan.

*Tugas seksi keamanan antara lain :

- ❖ Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
- ❖ Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan.
- ❖ Menjaga dan melihara karahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.



4.5.3.5.6 Kepala Bagian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Litbang

*Tugas kepala bagian K3 dan Litbang antara lain :

1. Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang K3 serta penelitian dan pengembangan produksi.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian K3 dan Litbang membawahi :

1. Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
2. Seksi Kesehatan.
3. Seksi Penelitian dan Pengembangan.

4.5.3.5.7 Kepala Seksi

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

4.5.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada Pabrik Etilen dari Dehidrasi Bioetanol ini sistem penggajian karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian.

Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan Tetap.

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

2. Karyawan Harian.

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan.

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

4.5.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Etilen beroperasi 330 hari dalam setahun dan 24 jam sehari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shutdown*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu :

1. Karyawan Non-Shift.

Karyawan non shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Karyawan yang termasuk non shift adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bagian administrasi. Dalam satu minggu jam kantor adalah 40 jam dengan perincian sebagai berikut :

- ❖ Senin – Jum'at : 08.00 – 16.00 WIB.
- ❖ Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB.

2. Karyawan Shift.

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

Karyawan Operasi

- ❖ Shift pagi : Pukul 07.30 – 15.30 WIB
- ❖ Shift sore : Pukul 15.30 – 23.30 WIB
- ❖ Shift malam : Pukul 23.30 – 07.30 WIB

Tabel 4.5.5.1 Jadwal Kerja Karyawan *Shift*

Hari ke - / jam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
07.30 – 15.30	A	A	A	B	B	B	C	C	C	D	D	D
15.30 – 23.30	D	D	D	A	A	A	B	B	B	C	C	C
23.30 – 07.30	C	C	C	D	D	D	A	A	A	B	B	B
LIBUR	B	B	B	C	C	C	D	D	D	A	A	A

Keterangan: A, B, C dan D adalah nama regu *shift*

4.5.6 Tingkat Pendidikan dan Gaji Karyawan

4.5.6.1 Tingkat Pendidikan Karyawan

1. Direktur utama : Minimal S – 2 Teknik Kimia
2. Direktur teknik dan produksi : Sarjana Teknik Kimia
3. Direktur keuangan dan umum : Sarjana Ekonomi
4. Staf Ahli : S-2 Teknik Kimia

5. Sekretaris : D-3 Sekretaris
6. Kepala bagian umum & personalia : Sarjana Sosial
7. Kepala bagian produksi & utilitas : Sarjana Teknik Kimia
8. Kepala bagian teknik : Sarjana Teknik Mesin
9. Kepala bagian keuangan : Sarjana Ekonomi
10. Kepala bagian pemasaran : Sarjana Ekonomi
11. Kepala bagian R dan D : Sarjana Teknik Kimia
12. Karyawan litbang : Sarjana Teknik Kimia
13. Kepala seksi keamanan : SMU
14. Kepala seksi humas : Sarjana Sosial
15. Kepala seksi personalia : Sarjana Sosial
16. Kepala seksi pemasaran : Sarjana Ekonomi
17. Kepala seksi pembelian : Sarjana Ekonomi
18. Kepala seksi administrasi : Sarjana Ekonomi
19. Kepala seksi kas : Sarjana Ekonomi
20. Kepala seksi proses : Sarjana Teknik Kimia
21. Kepala seksi pengendalian proses : Sarjana Teknik Kimia
& Laboratorium

22. Kepala seksi pemeliharaan : Sarjana Teknik Mesin
23. Kepala seksi pengembangan : Sarjana Teknik Kimia
24. Kepala seksi utilitas : Sarjana Teknik Lingkungan
25. Kepala seksi keselamatan kerja : Sarjana Teknik Mesin
26. Kepala seksi pemadan kebakaran : SMU
27. Karyawan keamanan : SMU
28. Karyawan humas : D III FISIP
29. Karyawan bagian pemasaran : D III Ekonomi
30. Karyawan bagian pembelian : D III Ekonomi
31. Karyawan bagian administrasi : D III Tata Niaga
32. Karyawan bagian keuangan : D III Akuntansi
33. Karyawan bagian alat proses : D III Teknik Kimia / STM
34. Karyawan bagian laboratorium : Sarjana Teknik Kimia
35. Karyawan Pemeliharaan : D III Teknik Mesin / STM
36. Karyawan Utilitas : D III Teknik Lingkungan / SMU

37. Medis : Dokter
38. Paramedis : Perawat
39. Sopir : SLTP / SMU
40. *Office Boy* : SLTP / SMU
41. *Cleaning Service* : SLTP / SMU

4.5.6.2 Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

1. Gaji bulanan.
2. Gaji lembur.

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan. Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Besarnya gaji yang diberikan kepada para pegawai, berdasarkan perkiraan dari gaji pegawai pabrik yang sudah berdiri.

Penggolongan gaji berdasarkan jabatan :

Tabel 4.5.6.2.1 Perincian Golongan dan Gaji

Golongan	Jabatan	Gaji/Bulan
1	Direktur Utama	Rp. 20.000.000,00
2	Direktur	Rp. 15.000.000,00
3	Staff Ahli	Rp. 5.000.000,00
4	Kepala Bagian	Rp. 8.000.000,00
5	Kepala Seksi	Rp. 4.500.000,00
6	Sekretaris	Rp. 1.800.000,00
7	Dokter	Rp. 4.000.000,00
8	Paramedis	Rp. 1.500.000,00
9	Karyawan	Rp. 1.500.000,00
10	Satpam	Rp. 1.200.000,00
11	Sopir	Rp. 1.000.000,00
12	<i>Cleaning service</i>	Rp. 800.000,00

4.5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan yang diberikan perusahaan pada karyawan antara lain berupa :

1. Tunjangan.

- ❖ Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- ❖ Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.
- ❖ Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

2. Cuti.

- ❖ Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam setahun.
- ❖ Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3. Pakaian Kerja.

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

4. Pengobatan.

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

5. Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK).

- ❖ ASTEK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawannya lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan Rp 1.000.000, 00 perbulan.

4.5.8 Manajemen Produksi

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

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti

dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan 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 diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

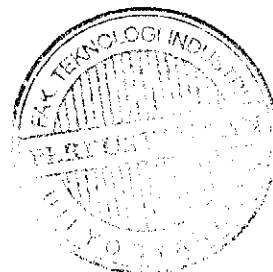
4.5.9 Perencanaan Produk

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan 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.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

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



Ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu :

- ❖ 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 lain.

2. Kemampuan Pabrik.

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

- ❖ Material (Bahan Baku).

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

- ❖ Manusia (Tenaga Kerja).

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

- ❖ Mesin (Peralatan).

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin

efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

4.5.10 Pengendalian Produksi

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

1. Pengendalian Kualitas.

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

2. Pengendalian Kuantitas.

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

3. Pengendalian Waktu.

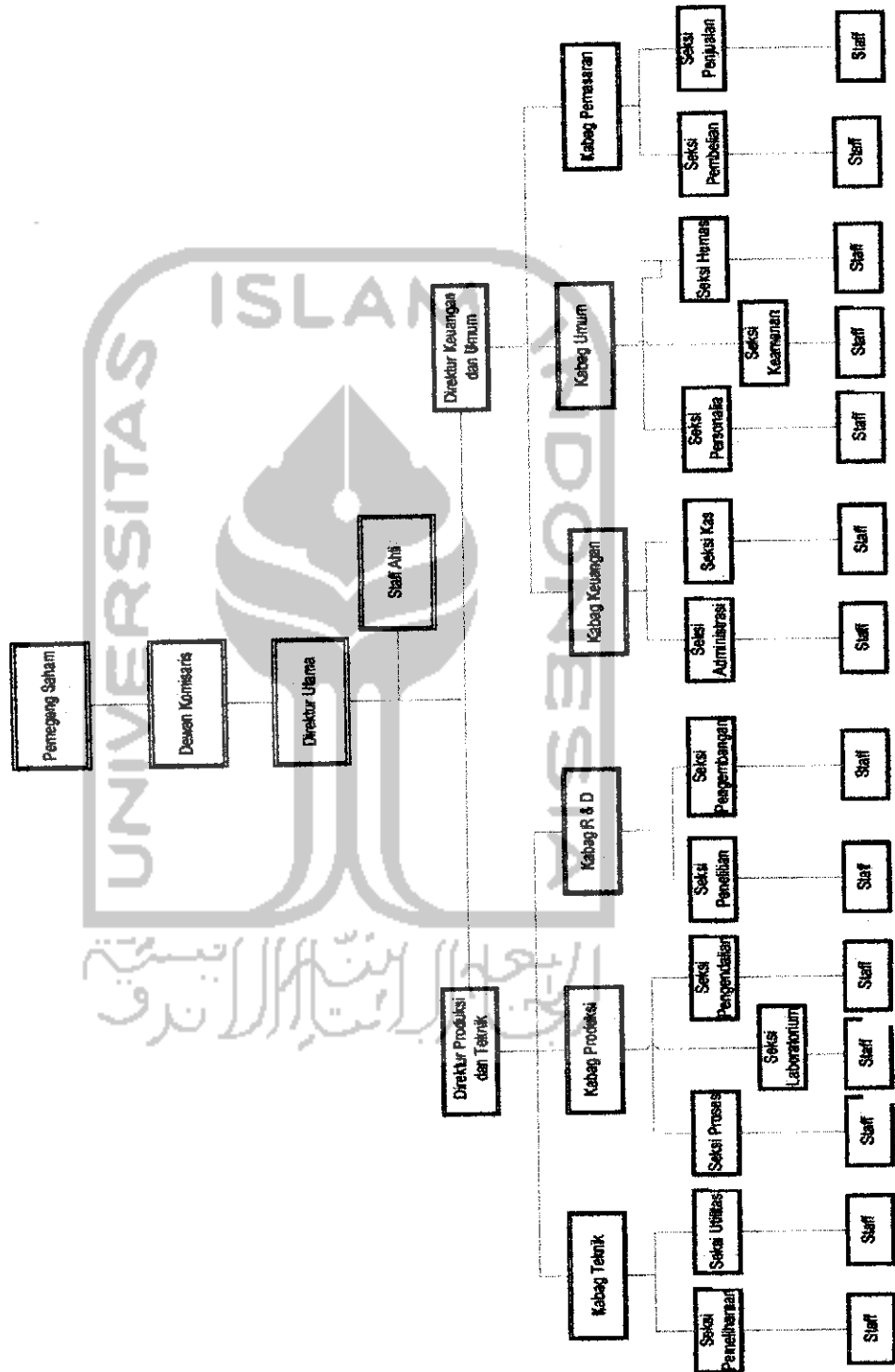
Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian Bahan Proses.

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



STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN



Gambar 4.3 Struktur Organisasi Perusahaan

4.6 Evaluasi Ekonomi

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

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

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

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

4.6.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui secara pasti harga peralatan setiap tahun, diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik etilen beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2015. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada tahun evaluasi 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

Harga indeks tahun 2015 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI) dari tahun 1987 sampai 2007, lalu dicari dengan persamaan regresi linier sehingga didapatkan data harga indeks tahun 2015.

Table 4.6.1.1 Indeks harga alat pada berbagai tahun

Tahun (X)	indeks (Y)
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
1991	361.3
1992	358.2
1993	359.2
1994	368.1
1995	381.1
1996	381.7
1997	386.5

Tahun (X)	indeks (Y)
1998	389.5
1999	390.6
2000	394.1
2001	394.3
2002	395.6
2003	402
2004	444.2
2005	468.2
2006	499.6
2007	525.4
Total	8277.6

Sumber : www.che.com

Persamaan yang diperoleh adalah: $y = 7,302x - 14189$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2015 adalah :

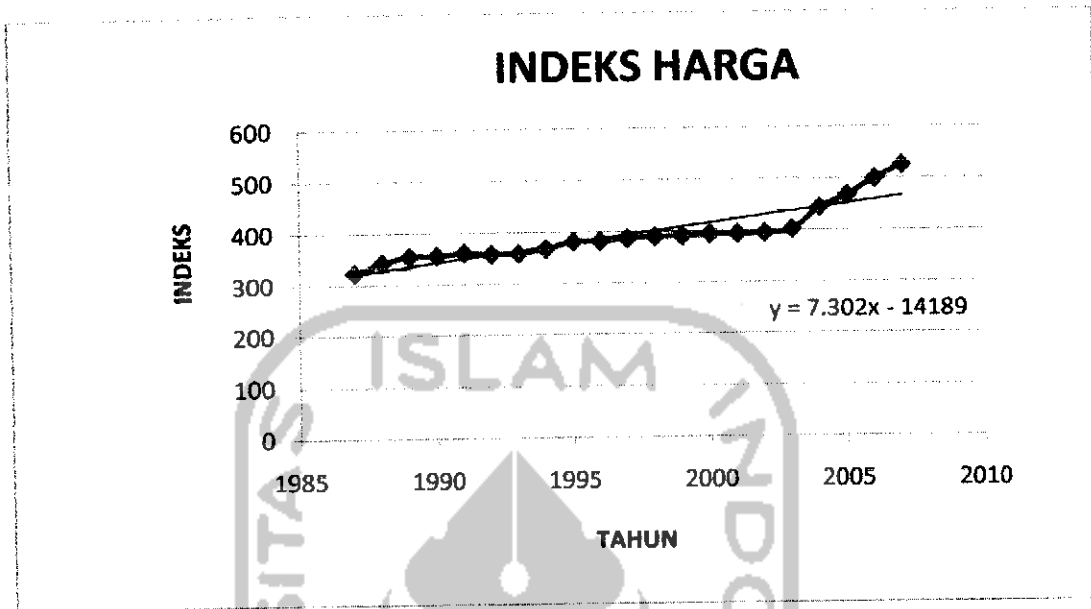
$$Y = 7,302 \times 14189$$

$$= 502,624$$

Jadi index pada tahun 2015 = 502,624.

Table 4.6.1.2 Indeks hasil regresi linier pada berbagai tahun

Tahun (X)	indeks (Y)
2008	473,416
2009	480,718
2010	488,02
2011	495,322
2012	502,624
2013	495,322
2014	502,624
2015	502,624
Total	8277.6



4.6.2 Dasar Perhitungan

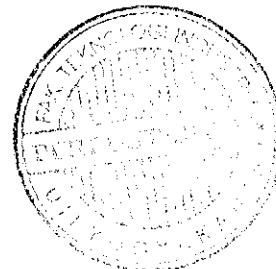
Kapasitas Produksi = 50.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan = 2015

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 10.000,00



4.6.3 Perhitungan Biaya

4.6.3.1 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.

4.6.3.2 Manufacturing Cost

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

- a. *Direct Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.
- b. *Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

- c. *Fixed Cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

4.6.3.3 General Expense

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

4.6.4 Analisa Kelayakan

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

4.6.4.1 Percent Return of Investment (ROI)

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

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

FCI = *Fixed Capital Investment*

4.6.4.2 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.

4.6.4.3 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*).

4.6.4.4 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*

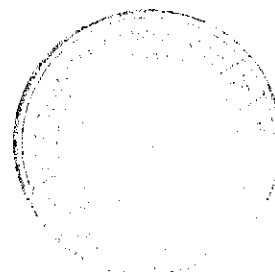
4.6.4.5 Shut Down Point (SDP)

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

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

4.6.5 Hasil Perhitungan

4.6.5.1 Penentuan Total Capital Investment (TCI)



4.6.5.1.1 Modal Tetap (Fixed Capital Investment)

Tabel 4.6.5.1.1.1 Fixed Capital Investment

No	Type of Capital Investment	US \$	Rupiah (Rp)
1	Delivered Equipment	7.163.854,62	-
2	Equipment Instalation	784.909,29	3.029.999.033,19
3	Piping	5.472.561,99	3.503.436.382,13
4	Instrumentation	756.876,81	284.062.409,36
5	Insulation	202.456,76	473.437.348,94
6	Electrical	622.943,88	-
7	Buildings	-	585.400.000,00
8	Land and Yard Improvement	-	1.045.400.000,00
9	Utilities	1.944.868,56	840.127.947,85
Physical Plant Cost		16.948.471,92	9.761.863.121,47
10	Engineering and Construction	3.389.694,38	1.952.372.624,29
Direct Plant Cost		20.338.166,30	11.714.235.745,76
11	Contractor's Fee	1.423.671,64	819.996.502,20

No	Type of Capital Investment	US \$	Rupiah (Rp)
12	Contingency	3.050.724,95	1.757.135.361,86
Fixed Capital		24.812.562,89	14.291.367.609,83

Total *Fixed Capital Investment* dalam rupiah

$$= (\$ 24.812.562,89 \times \text{Rp. } 10.000 / \$ 1) + \text{Rp. } 14.291.367.609,83$$

$$= \text{Rp. } 262.416.996.483,50$$

4.6.5.1.2 Modal Kerja (*Working Capital Investment*)

Tabel 4.6.5.1.2.1 *Working Capital Investment*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	Raw Material Inventory	3.279.266,75	-
2	In Process Inventory	31.702,26	7.492.568,39
3	Product Inventory	4.226.968,53	999.009.118,79
4	Extended Credit	5.657.491,80	-
5	Available Cash	4.226.968,53	999.009.118,79
Total Working Capital		17.422.397,87	2.011.168.297,78

Sehingga *Total Working Capital* :

$$= (\$ 17.422.397,87 \times \text{Rp. } 10.000 / \$ 1) + \text{Rp. } 2.011.168.297,78$$

$$= \text{Rp. } 176.235.147.020,21$$

4.6.5.2 Biaya Produksi Total (Total Production Cost)

4.6.5.2.1 Manufacturing Cost

Tabel 4.6.5.2.1.1 *Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Raw Materials</i>	39.351.201,00	-
2	<i>Labor Cost</i>	-	3.850.800.000,00
3	<i>Supervision</i>	-	385.080.000,00
4	<i>Maitenance</i>	-	231.048.000,00
5	<i>Plant Supplies</i>	-	34.657.200,00
6	<i>Royalties and Patents</i>	1.357.798,03	-
7	<i>Utilities</i>	-	2.201.434.436,26
Direct Manufacturing Cost		40.708.999,03	6.703.019.636,26
1	<i>Payroll and Overhead</i>	-	654.636.000,00

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
2	Laboratory	-	462.096.000,00
3	Plant Overhead	-	2.310.480.000,00
4	Packaging ang Shipping	6.788.990,16	-
Indirect Manufacturing Cost		6.788.990,16	3.427.212.000,00
1	Depreciation	2.481.256,29	1.429.136.760,98
2	Property Taxes	496.251,26	285.827.352,20
3	Insurance	248.125,63	142.913.676,10
Fixed Manufacturing Cost		3.225.633,18	1.857.877.789,28
Total Manufacturing Cost		50.723.622,36	11.988.109.425,54

Sehingga *Total Manufacturing Cost* :

$$= (\$ 50.723.622,36 \times \text{Rp. } 10.000 / \$ 1) + \text{Rp. } 11.988.109.425,54$$

$$= \text{Rp. } 519.224.333.059,54$$

4.7 General Expense

Tabel 4.7.1 *General Expense*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Administration</i>	2.028.944,89	479.524.377,02
2	<i>Sales</i>	3.550.653,57	839.167.659,79
3	<i>Research</i>	2.028.944,89	479.524.377,02
4	<i>Finance</i>	1.267.048,82	489.076.077,23
General expense		8.875.592,18	2.287.292.491,06

Sehingga *Total General Expense* :

$$= (\$ 8.875.592,18 \times \text{Rp. } 10.000 / \$ 1) + \text{Rp. } 2.287.292.491,06$$

$$= \text{Rp. } 91.043.214.264,04$$

Total Biaya Produksi = MC + GE

$$= \text{Rp. } 610.267.547.323,58$$

4.7.1 Keuntungan (*Profit*)

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya
Produksi

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

Total Penjualan Produk = Rp. 678.899.015.731,21

Total Biaya Produksi = Rp. 610.267.547.323,58

Pajak keuntungan sebesar 40%.

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp. 68.631.468.407,63

Keuntungan Setelah Pajak = Rp. 34.315.734.203,82

4.7.2 Analisa Kelayakan

4.7.2.1 Persent Return of Investment (ROI)

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

❖ ROI sebelum Pajak = 26,1536 %

❖ ROI setelah Pajak = 13,0768 %

4.7.2.2 Pay Out Time (POT)

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

❖ POT sebelum Pajak = 2,7660 tahun

❖ POT setelah Pajak = 4,3334 tahun

4.7.2.3 Break Even Point (BEP)

Fixed Manufacturing Cost (Fa) = Rp. 34.114.209.542,85

Variabel Cost (Va) = Rp. 477.181.326.316,68

Regulated Cost (Ra) = Rp. 98.972.011.464,04

Penjualan Produk (Sa) = Rp. 678.899.015.731,21

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

BEP = 48,18 %

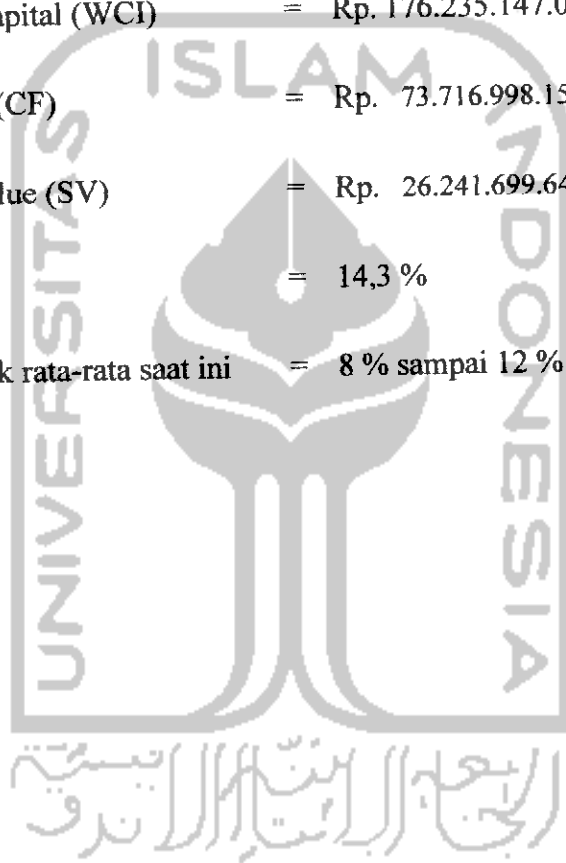
4.7.2.4 Shut Down Point (SDP)

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

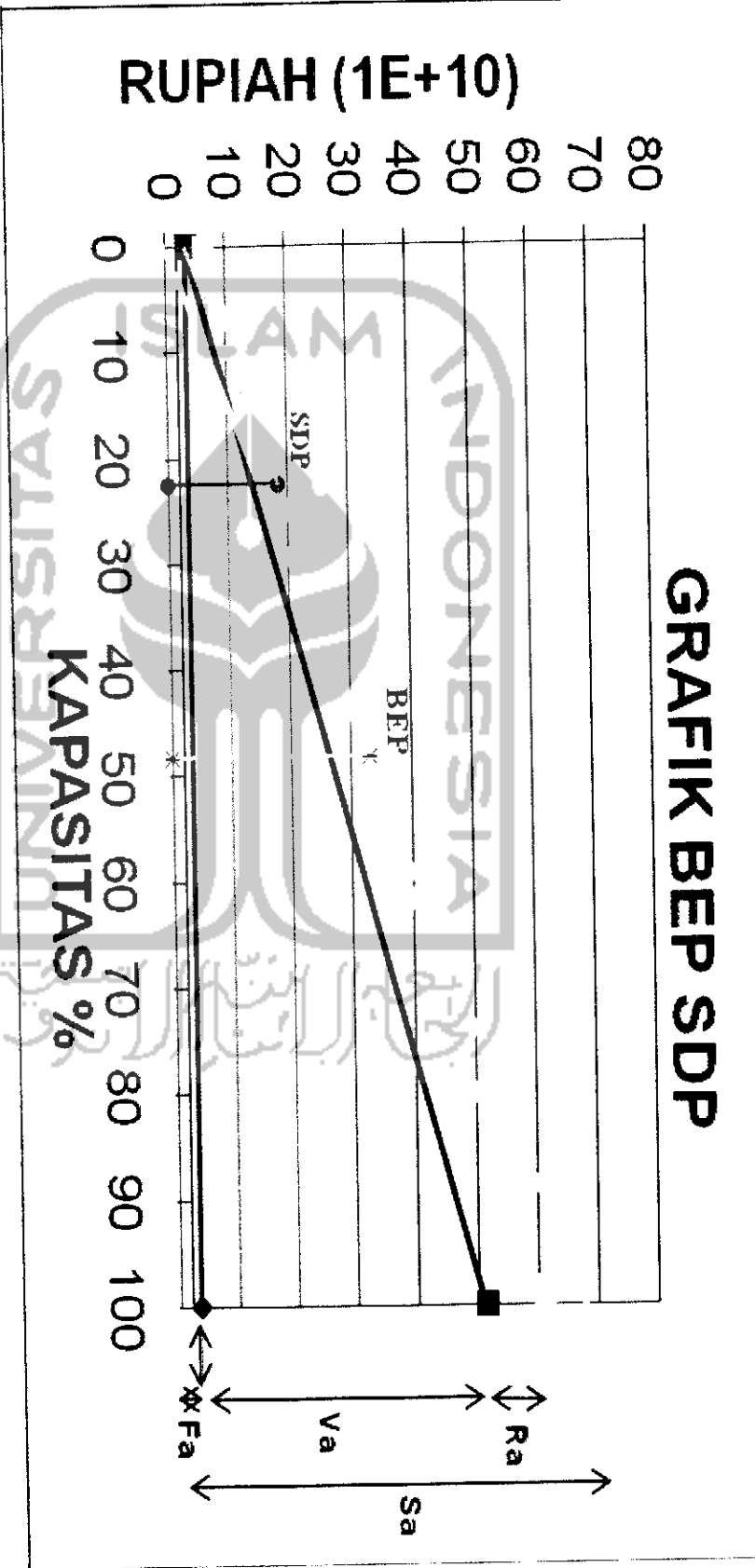
SDP = 22,42 %

4.7.2.5 Discounted Cash Flow (DCF)

Umur Pabrik	=	10 tahun
Fixed Capital (FCI)	=	Rp262.416.996.483,50
Working Capital (WCI)	=	Rp. 176.235.147.020,21
Cash Flow (CF)	=	Rp. 73.716.998.157,28
Salvage Value (SV)	=	Rp. 26.241.699.648,35
DCFR	=	14,3 %
Bunga Bank rata-rata saat ini	=	8 % sampai 12 %



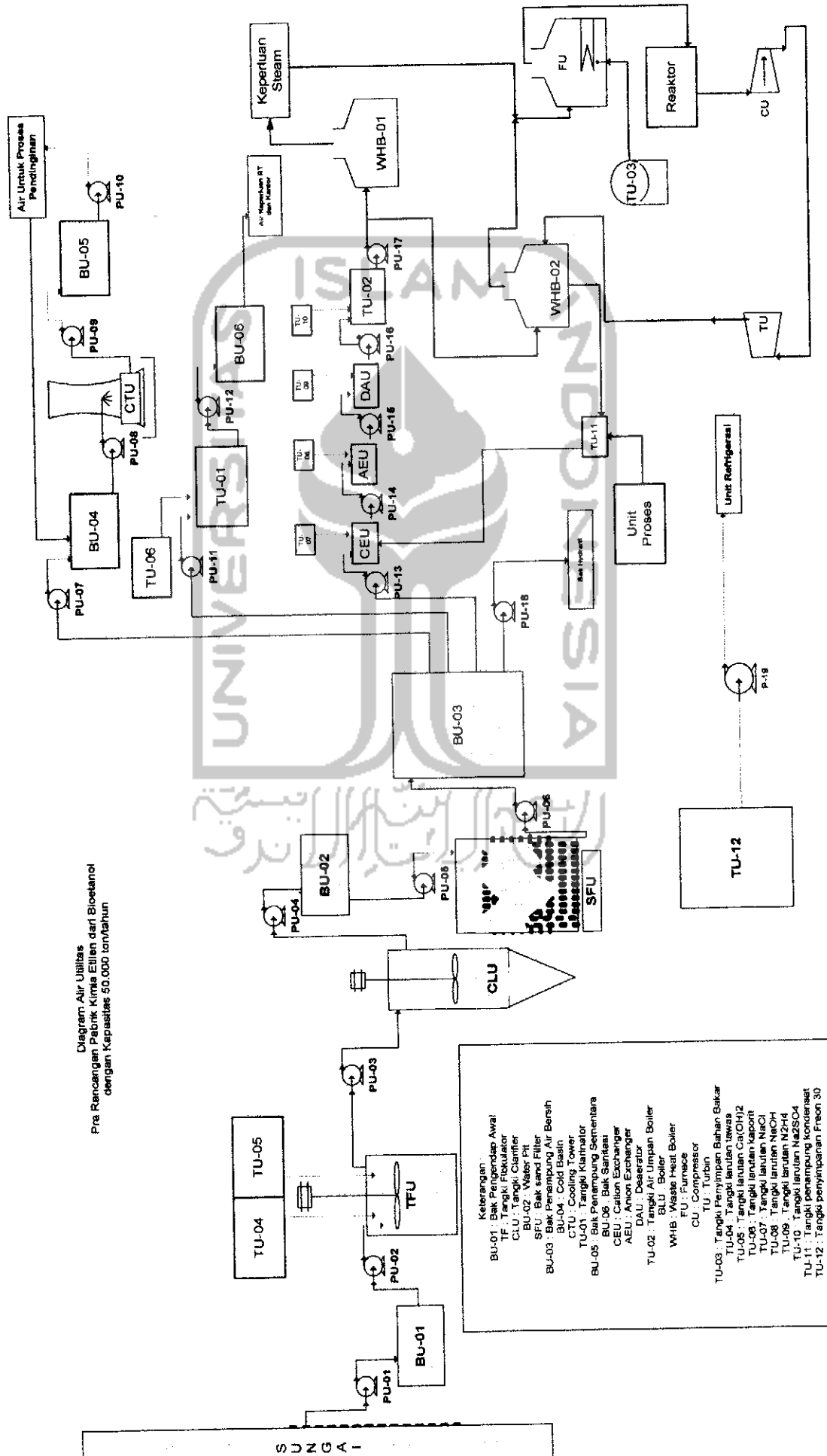
GRAFIK BEP SDP



Garis FA
 Garis Gabungan VA & Fa
 Garis Total Cost (Fa+Va+Ra)
 Garis SA

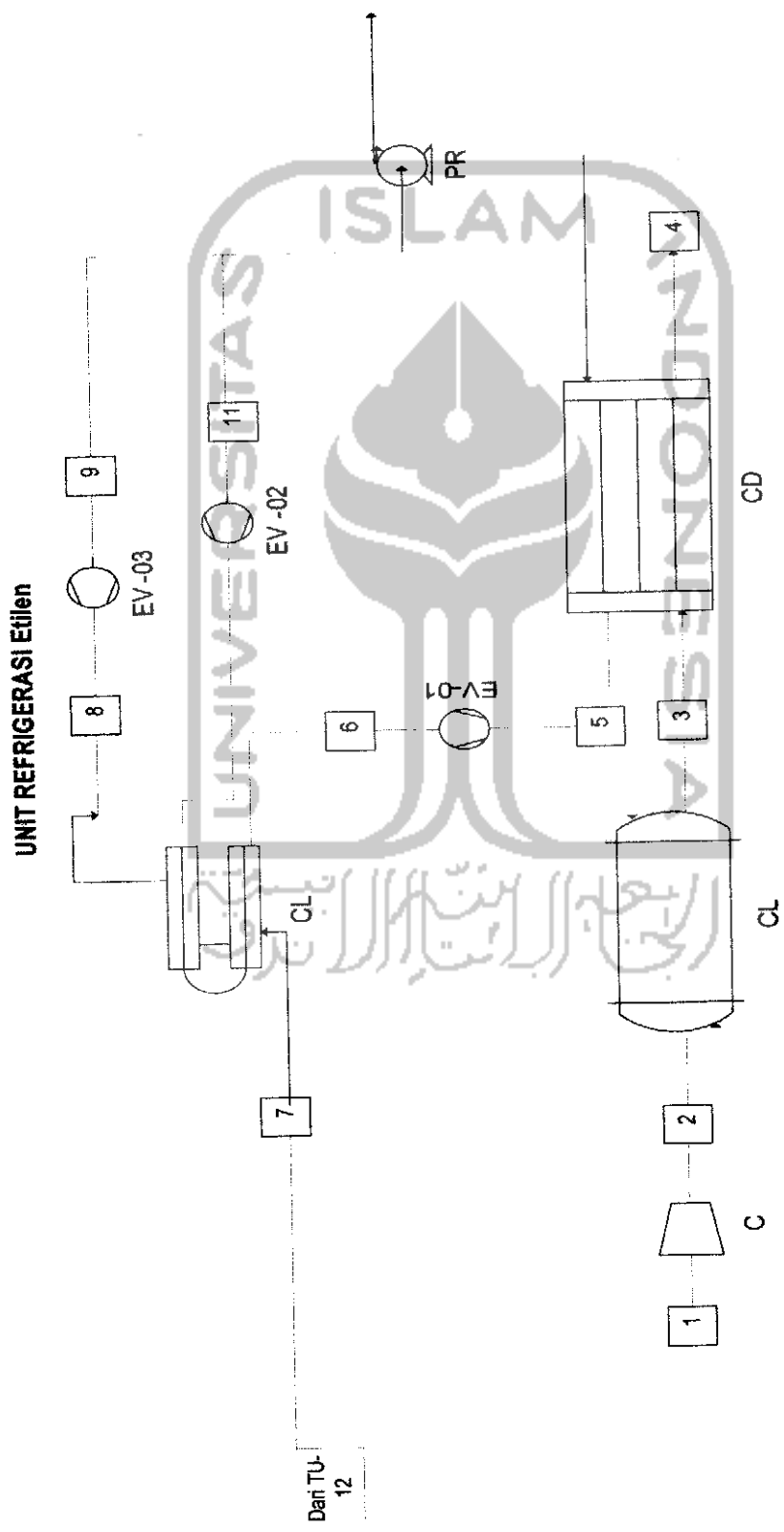
Gambar. 4.5. Nilai BEP dan SDP

Diagram Alir Utilitas
 Pra Rancangan Pabrik Kimia Etilen dari Bioetanol
 dengan Kapasitas 50.000 ton/tahun

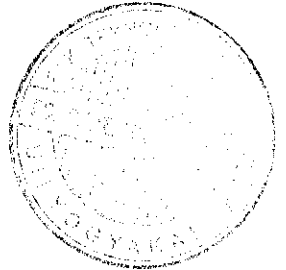


- Keterangan**
- BU-01 : Bak Pengendap Awal
 - TF : Tangki Flokulator
 - CLU : Tangki Clarifier
 - BU-02 : Water Pfl
 - SFU : Bak sand Filter
 - BU-03 : Bak Penampung Air Bersih
 - BU-04 : Cold Basin
 - CTU : Cooling Tower
 - TU-01 : Tangki Klarifaktor
 - BU-05 : Bak Penampung Sementara
 - BU-06 : Bak Santeau
 - CEU : Cation Exchanger
 - AEU : Anion Exchanger
 - DAU : Deserator
 - TU-02 : Tangki Air Pampun Boiler
 - BU-01 : Boiler
 - WHB : Waste Heat Boiler
 - FU : Furnace
 - CU : Compressor
 - TU : Turbin
 - TU-03 : Tangki Penyimpan Bahan Bakar
 - TU-04 : Tangki larutan Isawa
 - TU-05 : Tangki larutan Ca(OH)2
 - TU-06 : Tangki larutan kaport
 - TU-07 : Tangki larutan NaCl
 - TU-08 : Tangki larutan NaOH
 - TU-09 : Tangki larutan N2H4
 - TU-10 : Tangki larutan Na2SO4
 - TU-11 : Tangki penampung kondensat
 - TU-12 : Tangki penyimpanan Freon 30

Gambar 4.6 . Diagram alir utilitas



Dari TU.
12



Gambar 4.7 . Diagram alir unit refrigerasi

BAB V

PENUTUP

Perancangan Pabrik Etilen dari Dehidrasi Etanol dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun didasarkan pada beberapa pertimbangan sebagai berikut :

1. Perancangan produk etilen termasuk beresiko rendah, karena secara umum kondisi operasi pabrik tidak terlalu tinggi (*atmosferis*), teknologi yang digunakan aman dan bahan baku yang diperlukan dapat diperoleh di dalam negeri, maka perancangan pabrik ini ditargetkan dapat beroperasi sesuai dengan rencana.
2. Pemilihan proses pencairan gas etilen dengan metode *kompresi* yang beroperasi pada tekanan yang sangat tinggi. Kontinuitas produksi dijamin oleh suplay bahan baku (etanol) dari PT. Rajawali Nusantara Indonesia Group yang menghasilkan 15 juta liter/tahun.

3. Hasil evaluasi ekonomi ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 5.1 Hasil evaluasi ekonomi

Parameter kelayakan	Hasil hitungan	Standart Kelayakan
Keuntungan(sebelum pajak)	Rp. 70,548,010,937.02	-
Keuntungan(setelah pajak)	Rp. 35,274,005,468.51	-
ROI (sebelum pajak)	26,5 %	Min. 11% (Aries Newton,1954)
ROI (setelah pajak)	13,2 %	
POT (sebelum pajak)	2,7 tahun	Max. 5 tahun (Aries Newton,1954)
POT (setelah pajak)	4,3 tahun	
BEP	47,7 %	40% - 60%
SDP	22 %	< BEP
DCFR	14,3 %	> 1,2 kali bunga bank

Dari hasil analisa ekonomi di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa Pabrik Etilen dari Dehidrasi Etanol dengan kapasitas 50.000 ton/tahun ini layak untuk direalisasikan.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aries, R. S. And Newton, R. D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- [2] Biro Pusat Statistik, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta, 1998-2008.
- [3] Brown, G. G., et. al, 1978, "*Unit Operation*", Modern Asia Edition, John Willey and Sons, Tokyo.
- [4] Brownell, I. E. and Young, E. H., 1979, "*Process Equipment Design*", 1st e.d., Willey Eastern, Ltd, New Delhi.
- [5] Clean Development Mechanism Project design Document Form (CDM-PDD), Version 03, 2006, PT. Budi Acid Jaya, Lampung.
- [6] Coulson, J. M. and Richardson, J. F., 1983, "*Chemical Engineering Design*", Vol. 6., Pergamon Press, Oxford.
- [7] Evans, F.L., 1974, "*Equipment Design Handbook (for Refineries and Chemical Plants)*", Vol I & II, Gulf Publishing Company, Houston.
- [8] Foggler, Scott H., "*Elements of Chemical Reaction Engineering*", 3rd ed, Prentice Hall International Inc., USA, 1999.
- [9] Kern, 1983, "*Process Heat Transfer*", Mc Graw-Hill International Book Company.
- [10] Kirk, R. E., & Othmer, D. F., 1978, "*Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*", Vol. 11, 23., John Willey and sons, New York.

- [12] Levenspiel, O., "*Chemical Reaction Engineering*", 3rd ed, John Willey and Son, New York, 1999.
- [13] Ludwig, E.E., 1977, "*Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*", Vol 1,2,3 ,Gulf Publishing Company Book Division, Houston
- [14] Nasikin, Mohammad, 2000, Laporan Penelitian tentang "Alternatif Sintesis Etilen dari Etanol sebagai bahan baku yang terbarukan dengan katalis zeolit alam", FT-UI, Jakarta
- [15] Perry, R. H., and Green, D., 1984, "*Perrys Engineering Handbook*", 6th ed., Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- [16] Peter, M. S., and Timmerhouse, K. D., 1980, "*Plant Design & Economical for Chemical Engineering*", 3rd ed., dan 5rd ed., Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.
- [17] Rase. H. R., 1977, *Chemical Reactor Design For Process Plants*, Vol 1, A Wiley Interscience Publication, John Wiley and Sons, New York
- [18] Reid, K.C., and Sherwood, T.K., 1966, "*Property of Gases and Liquid*", 2nd ed., McGraw Hill Co. Ltd., New York.
- [19] Smith, J. M., and Van Ness, H. C., 1975, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic*", 3rd ed., Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.
- [20] Treybal, R. E., 1981, "*Mass Transfer Operation*", 3rd ed., Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.

- [21] Ulrich, G. D., 1984, "*A Guide Chemical Engineering Process Design and Economics*", 4th ed., Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo.
- [22] Walas, S.M., 1959, "*Reaction Kinetics for Chemical Engineers*", McGraw-Hill, Kogakusha, Ltd., Tokyo
- [23] Yaws, Carl L., 1999, "*Chemical Properties Handbook*", Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.





LAMPIRAN REAKTOR (R)

Fungsi : Sebagai tempat berlangsungnya reaksi Dehidrasi Etanol dalam fase gas sebanyak 11038.8465 kg/jam menjadi Etilen dalam fase gas sebanyak 6309.9747 kg/jam dengan menggunakan katalisator Asam Zeolit dalam fase padat sebanyak 1517.4793 kg

Type Alat : Fixed Bed Multitube

- Kondisi :
- Temperatur 400 °C
 - Tekanan 1 atm
 - Sifat reaksi endotermis
 - Media pemanas pada reaktor dipilih Steam



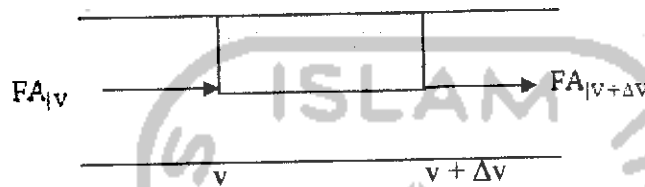
Neraca massa

Komponen	BM	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
C ₂ H ₅ OH	46.069	11038.8465	454.2819
C ₂ H ₄	28.054		6309.9747
H ₂ O	18.015		4274.5899
TOTAL		11038.8465	11038.8465

Langkah-langkah perhitungan

1. Pembentukan model matematis

a) Neraca massa pada elemen volume



Keterangan: F_A : Kecepatan massa ethanol, Kgmol/s

V : Volume reactor

Δv : Elemen volume, m^3

Rate of input - rate of output - rate of reaction = rate of accumulation

$$F_A|_v - F_A|_{v+\Delta v} - r_A \cdot \Delta v = 0$$

$$F_A|_v - F_A|_{v+\Delta v} = r_A \cdot \Delta v$$

$$\lim_{\Delta v \rightarrow 0} \frac{F_A|_v - F_A|_{v+\Delta v}}{\Delta v} = r_A$$

$$-\frac{dF_A}{dv} = r_A \quad \text{dimana} \quad : v = \frac{\pi d^2}{4} Z$$

$$dv = \frac{\pi d^2}{4} dZ$$

$$-\frac{dF_A}{dZ} = r_A \frac{\pi d^2}{4} \quad \text{dimana} \quad : F_A = F_{A0}(1 - X_A)$$

$$dFA = -FAo dX$$

$$\frac{FAo dX}{dZ} = rA \frac{\pi d^2}{4}$$

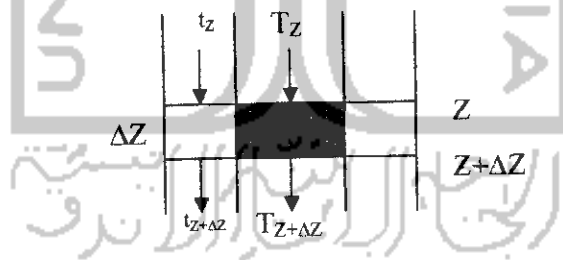
$$\frac{dX}{dZ} = -rA \frac{\pi d^2}{4} \frac{1}{FAo}$$

Untuk Nt buah pipa

$$\frac{dX}{dZ} = -rA Nt \frac{\pi d^2}{4} \frac{1}{FAo}$$

b) Neraca panas pada elemen volume

Perbedaan suhu arah radial dalam tube dianggap tidak ada sehingga dapat disusun persamaan steady state sebagai berikut :



Gambar 2. Neraca Panas pada Elemen Volume

Neraca panas dalam pipa steady state:

$$R.O.H \text{ in} - R.O.H \text{ out} - R.O.H \text{ generated} - R.O.H \text{ transferred} = 0$$

$$\sum F_i C_{p_i} (T - 298) \Big|_Z - \sum F_i C_{p_i} (T - 298) \Big|_{Z+\Delta Z} - F_{A_0} \cdot \Delta X_A \cdot \Delta H_R - UD \cdot \pi D_0 \cdot \Delta Z \cdot (T - t) = 0$$

bila persamaan di atas dibagi dengan ΔZ menjadi:

$$\frac{\sum F_i C_{p_i} (T - 298) \Big|_Z - \sum F_i C_{p_i} (T - 298) \Big|_{Z+\Delta Z} - F_{A_0} \cdot \Delta X_A \cdot \Delta H_R - UD \cdot \pi D_0 \cdot \Delta Z \cdot (T - t) = 0}{\Delta Z}$$

$$\text{limit}_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{\sum F_i C_{p_i} (T - 298) \Big|_{Z+\Delta Z} - \sum F_i C_{p_i} (T - 298) \Big|_Z}{\Delta Z} = F_{A_0} \cdot \frac{\Delta X_A}{\Delta Z} \cdot \Delta H_R + UD \cdot \pi D_0 \cdot (T - t)$$

$\Delta Z \rightarrow 0$

$$\sum F_i C_{p_i} \frac{dT}{dZ} = F_{A_0} \cdot \frac{\Delta X_A}{\Delta Z} \cdot \Delta H_R + UD \cdot \pi D_0 \cdot (T - t)$$

$$\frac{dT}{dZ} = \frac{UD \cdot \pi \cdot D_0 \cdot (T - t) + F_{A_0} \cdot \frac{dx_A}{dZ} \cdot \Delta H_R}{\sum F_i \cdot CP_i}$$

Dengan :

D_0 = diameter luar tube, m

C_p = kapasitas panas gas, kJ/kmol.K

T = suhu gas, K

t = suhu pemanas, K

ΔH_R = panas reaksi, kJ/k.mol

Neraca panas pemanas pada steady state:

$$R.O.H \text{ in} - R.O.H \text{ out} + R.O.H \text{ Transferred} = 0$$

$$Ms.Cps.(t - 298) \Big|_Z - Ms.Cps.(t - 298) \Big|_{Z+\Delta Z} + UD.\pi D_o \Delta Z . (T - t) = 0$$

bila dibagi dengan ΔZ diperoleh :

$$\frac{Ms.Cps.(t - 298) \Big|_Z - Ms.Cps.(t - 298) \Big|_{Z+\Delta Z} + UD.\pi D_o \Delta Z . (T - t) = 0}{\Delta Z}$$

$$\text{limit} \frac{Ms.Cps.(t - 298) \Big|_{Z+\Delta Z} - Ms.Cps.(t - 298) \Big|_Z}{\Delta Z} = UD.\pi D_o . (T - t)$$

$$Ms.Cps. \frac{dt}{dZ} = UD.\pi D_o . (T - t)$$

$$\frac{dt}{dZ} = \frac{UD.\pi D_o . (T - t)}{\sum Ms.Cps}$$

Dengan :

M_c = Kecepatan alir pendingin, kg/j

C_{pc} = Kapasitas panas pendingin, kJ/kg.K

UD = Koefisien perpindahan panas kotor

D_o = Diameter luar tube

❖ Kecepatan reaksi (r_A)



$$r_A = k \cdot C_A$$

dengan :

$$C_A = \frac{CA_0 (1 - XA)}{CA_T} \cdot \frac{P_T}{RT}$$

Sehingga ;

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

$$= k \cdot \frac{CA_0(1 - X_A)}{CA_T} \cdot \frac{P_i}{RT}$$

❖ Menentukan konstanta kecepatan reaksi :



Dengan persamaan Archenius :

$$k = Ae^{\left(\frac{-E}{RT}\right)}$$

Atau

$$\ln k = \ln A - \frac{E}{RT}$$

$$= \ln A + \frac{B}{T}$$

$$B = \frac{-E}{R}$$

di mana :

E = Energi aktifasi

A = Faktor Tumbukan

R = Konstanta gas ideal

T = Suhu absolute

Harga faktor tumbukan (A) didapat dari data laporan penelitian tentang

“Alternatif Sintesis Etilen” yaitu sebesar $= 4,46 \times 10^{-3}$

Energi aktivasi (E) didekati dengan energi gibbs :

$$\Delta G = A + B.T + C.T^2$$

Sehingga didapat :

$$E = -1863.29988 \text{ cal/gmol}$$

Maka nilai k dapat diperoleh pada berbagai kondisi suhu (T) :

Misal pada suhu awal masuk reaktor T = 658,24 K atau T = 385,09 C :

$$k = A \cdot e^{\frac{E}{RT}}$$

$$k = 4,46 \times 10^{-3} \times e^{\left(\frac{-1863.29988}{1,987 \times 658,24} \right)}$$

$$k = 3.86307 \text{ m}^3/\text{kg.jam}$$

2. Persamaan pendukung

Pressure Drop (Dp)

Penurunan tekanan pada pipa yang berisi katalisator (fixed bed) digunakan persamaan 8.23 Wallas, P.194

$$fK = 1,75 + 150 \left(\frac{1 - \varepsilon}{Dp G / \mu} \right)$$

$$\frac{dP}{\rho f dZ} = \frac{fK G_r^2 (1 - \varepsilon)}{Dp gc \left(\frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon^3} \right)}$$

$$\frac{dP}{\rho_f dZ} = \frac{fK G_T^2}{D_p \rho_f g_c} \left(\frac{1-\epsilon}{\epsilon^3} \right)$$

Dimana : G_T : Kecepatan aliran massa gas dalam pipa, g/cm²J

ρ : Densitas gas, g/cm³

D_p : Diameter partikel katalisator, cm

g_c : Gaya grafitasi, cm/dtk

ϵ : porositas tumpukan katalisator

μ : Viskositas gas, gr/cm J

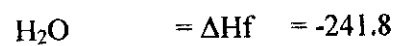
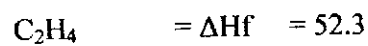
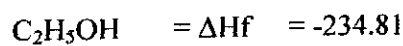
• Panas reaksi

Reaksi yang terjadi bersifat endotermis, panas yang dikeluarkan adalah sebagai berikut:

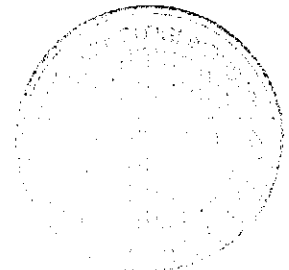
Suhu referensi = 298 °K

$$\Delta H_{RT} = \Delta H_{R298} + \int_{298}^T \Delta C_p dT$$

Panas pembentukan pada keadaan standart, (J/mol)



(Properties Data Bank)



$$\Delta H_{R298} = \Delta H_f \text{CH}_3\text{Cl} + \Delta H_f \text{H}_2\text{O} - (\Delta H_f \text{CH}_3\text{OH} + \Delta H_f \text{HCl})$$

$$= -34,71 \text{ KJ/Kgmol}$$

• Kapasitas panas

$$T_{\text{ref}} = 298 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Dari *Karl Yaws* :

$$\text{Didapat : } \Delta A = 3,89 \cdot 10^1 \quad \Delta C = -1,68 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta B = -1,34 \cdot 10^{-1} \quad \Delta D = -1,05 \cdot 10^{-7}$$

$$\Delta E = 2,54 \cdot 10^{-11}$$

Sehingga

$$\int \Delta C_p dT = \Delta A(T-298) + \frac{\Delta B}{2}(T-298)^2 + \frac{\Delta C}{3}(T-298)^3 + \frac{\Delta D}{4}(T-298)^4 + \frac{\Delta E}{5}(T-298)^5 dT$$

Maka

$$\Delta HR = \Delta HR^0 + \int \Delta C_p dT$$

$$\Delta HR = 11240,8451 \text{ kkal/kmol}$$

- Neraca panas pemanas

Media pemanas dalam reaktor digunakan Steam

- $T = 450 - 449,989 \text{ C } (723 - 722,9890 \text{ } ^\circ\text{K})$

- $BM = 18,015$

- $C_p = 33.933 + -0.00842 T + 0.0000299 T^2 + (-0.0000000178) T^3 + 0.00000000000369 T^4 \text{ (cal/g K)}$

- Densitas, $\rho = 0.34710 \times 0.27400^{-(1-T_{in}/647.13)^{0.28571}} \text{ (g/cm}^3\text{)}$

- Konduktifitas termal, $K = 0.00053 + 0.000047093 T + 0.000000049551 T^2 \text{ (cal/g cm K)}$

- Viskositas, $\mu = (-36.826) + 0,429 T + (-0.0000162) T^2 \text{ (g/cm J)}$

- Viskositas gas

Dari *Karl Yaws* :

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

Komponen	A	B	C
C ₂ H ₅ OH	1.499	3.0741E-01	-4.4479E-05
C ₂ H ₄	-3.985	3.8726E-01	-1.1227E-04
H ₂ O	-36.826	4.29E-01	-1.62E-05

- Konduktifitas panas komponen

Dari Karl Yaws :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

Komponen	A	B	C	D	E
C ₂ H ₅ OH	-5.56E-03	4.36E-05	8.50E-08	-5.56E-03	4.36E-05
C ₂ H ₄	-1.23E-03	3.62E-05	1.25E-07	-1.23E-03	3.62E-05
H ₂ O	5.30E-04	4.71E-05	4.96E-08	5.30E-04	4.71E-05

3. Perhitungan reaktor

- Pemilihan tempat katalisator (tube)

Diameter reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Pengaruh ratio D_p/DT terhadap koefisien perpindahan panas dalam pipa yang berisi katalisator dibanding dengan pipa kosong yaitu h_w/h_i , telah diteliti oleh Colburns (Smith, 511)

D_p/DT	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
h_w/h_i	5,50	7,0	7,80	7,5	7,0	6,6

Dipilih:

$$D_p/DT = 0,15$$

Dan dari data penelitian tentang “Alternatis Sintesis Etilen” diperoleh data bahwa “effektifitas katalis dan difusi internal pada pellet katalis H-zeolit mulai berpengaruh pada ukuran diameter katalis > 0,3 cm”, sehingga diambil nilai :

$$D_p = 0,38 \text{ cm}$$

Dimana:

D_p : Diameter katalisator, cm

DT : diameter tube, inchi

hw = koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi katalis

hi = koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi kosong, cal/j cm²K

Sehingga:

$$D_p/DT = 0,15$$

$$DT = \left[\frac{0,38}{0,15} \right] \text{cm} = \frac{2,5333 \text{cm}}{2,54} = 0,9974 \text{ inchi}$$

Dari hasil perhitungan, diambil ukuran pipa standart

$$\text{Ukuran pipa IPS} = 1$$

$$\text{OD} = 1,32 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 1,049 \text{ in}$$

$$\text{Flow area perpipa} = 0,864 \text{ in}^2$$

$$\text{Schedule number} = 40$$

Pipa tersusun secara triangular pitch

- Mencari UD (Design overall coefficient)/koefisien pipa kotor, cal/j cm² K

a) h_i , untuk aliran turbulenta dalam pipa dapat dihitung dengan rumus 6-2, kern

$$h_i = 0,027 \frac{KR}{D_i} (Re)^{0,8} (PR)^{1/3}$$

$$Re = \frac{G_T D_p}{\mu R} \quad PR = \frac{C_p \mu R}{K}$$

Dimana:

h_i = koefisien perpindahan panas dalam pipa, cal/j cm²K

K = Konduktivitas termal gas umpan, cal/j cm K

D_p = Diameter partikel katalisator, cm

Re = Reynold number

G_T = Kecepatan aliran gas, g/jam cm²

μR = Viskositas campuran gas, Cp

C_p = Kapasitas panas gas, cal/j cm K

PR = Prandtl number

Dari perhitungan sebelumnya, perbandingan $D_p/DT = 0,15$

$$h_w/h_i = 7,8$$

$$h_{io} = h_w (ID_t/OD_t)$$

h_w = Koefisien transfer panas overall dalam pipa

h_{io} = Koefisien transfer panas dalam tube terkoreksi

b) Koeffisient transfer panas dalam shell

Untuk aliran turbulenta ($Re > 10000$), koeffisient perpindahan panas dalam shell dihitung dengan persamaan Kern

$$h_o = 0,36 \left(\frac{K_p}{De} \right) \left(\frac{De G_s}{\mu_s} \right)^{0,55} \left(\frac{C_p \mu_s}{K_p} \right)^{1/3}$$

dimana:

h_o = Koeffisient transfer panas dalam shell, cal/jan 0K

K_p = Termal konduktifitas pendingin, cal/jan 0K

μ_s = Viskositas pendingin dalam shell, g/cm j

G_s = Fluks massa pendingin dalam shell, g/cm 2 j (Ms/as)

a_s = Flow area shell, cm 2 ($ID_s * C' * B / PT$)

C' = Clearance, cm ($PT - OD$)

M_s = Laju aliran pendingin g/jam

De = Diameter ekivalen

$$= \frac{4(0,5Pt * 0,86Pt^2 - 0,5\pi * ODt) / 4}{0,5\pi * ODt}$$

Pt = Pitch, cm

- Koefisien perpindahan panas bersih, U_c

$$U_c = \frac{h_i * h_o}{h_i + h_o}$$

$$U_D = \frac{U_c}{U_c (R_d + 1)}$$

$$R_d = \frac{U_c - U_D}{U_c * U_D}$$

- Mencari R_d (Dirty faktor), Kern P.845

Fluida dalam tube, uap organik (R_{di}) = 0,0005 ft² J⁰F/Btu

Fluida diluar pipa, cairan anorganik (R_{do}) = 0,001 ft² J⁰F/Btu

$R_d \text{ total} = R_{di} + R_{do}$

= (0,0005 + 0,001) ft² J⁰F/Btu

= 0,0015 ft² J⁰F/Btu = 0,00307 cm² J⁰K/cal = 4,7237 cm² sec⁰K/J

- Katalisator

Jenis : Asam Zeolit (H-Zeolit)

Bentuk : Silinder pellet

Ukuran : D = 1/7 inchi = 0,35 cm

L = 1/7 inchi = 0,35 cm

Porositas : 0,36

ρ katalis : 1,75 g/cm³

$$V_s = \frac{\pi}{4} D^2 L$$

$$= 0.0337 \text{ cm}^3$$

$$V_s = \pi / 6 (D_p)^3$$

$$D_p = 0,38 \text{ cm}$$

Bulk Density, ρ_{bulk}

$$\rho_b = \rho_s (1 - \varepsilon) + \rho_{ud} \varepsilon \quad \longrightarrow \quad \rho_{ud} = \frac{P \cdot B_M}{R \cdot T}$$

$$= 1,75(1 - 0,36) + 5,25 \cdot 10^{-4} \cdot 0,36 = \frac{1 \cdot 29}{82,06 \text{ cm}^3 / \text{atm} \cdot 673^{\circ} \text{ K}}$$

$$= 1,1202 \text{ g/cm}^3 \quad = 5,25 \cdot 10^{-4} \text{ g/cm}^3$$

- Menghitung jumlah pipa, Nt

$$\text{Asumsi } N_{re} = 10000$$

$$V = \frac{N_{re} \cdot \mu}{D_p \cdot \rho_s}$$

Dimana D_p = Diameter partikel = 0,38 cm

$$\rho_s = \text{Densitas katalis} = 1,75 \text{ g/cm}^3$$

Sehingga $V = 1,8818 \text{ cm/det}$

- Kecepatan massa velocity (G)

$$G = \frac{N Re \cdot \mu}{Dt}$$

$$= 0,4697 \text{ gram/cm}^2 \text{ det}$$

- Luas penampang semua tube dalam reaktor (A_t)

$$\begin{aligned} \text{Laju aliran umpan (Wt)} &= 11038,8465 \text{ kg/jam} \\ &= 3066,3462 \text{ gram/det} \end{aligned}$$

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

$$= 6528,7333 \text{ cm}^2$$

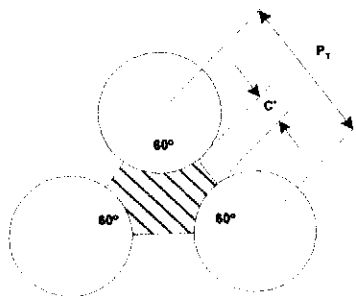
$$\text{Jumlah tube (Nt)} = \frac{A_t}{a_t}$$

$$= 1171,2450 \approx 1172 \text{ buah}$$

Maka diperoleh jumlah pipa 1172 pipa, kemudian jumlah pipa ditentukan berdasarkan optimasi jumlah katalis.

- Jenis susunan tube

Tube tersusun secara triangular pitch



Jarak antara dua pusat pipa (Pitch)

$$PT = 1,25 \times OD$$

Jarak antar pipa (Clearance)

$$C' = PT - OD$$

• **Dimensi shell**

Luas penampang *shell* = luas pipa total

$$\begin{aligned} \frac{\pi}{4} \cdot ID_s^2 &= 2 \times N_t \times \text{luas segitiga sama sisi} \\ &= N_t \cdot 2 \cdot (0,5 \cdot Pt^2 \cdot \sin 60) = 0,866 \cdot Pt^2 \cdot N_t \end{aligned}$$

$$ID_s = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,866 \cdot N_t \cdot Pt^2}{\pi}}$$

Diametr ekivalen *shell* (Kern, 1965)

$$Des = \frac{4 \cdot \left(0,5 \cdot Pt^2 \cdot 0,866 - 0,5 \cdot \pi \cdot \frac{OD^2}{4} \right)}{0,5 \cdot \pi \cdot OD}$$

Baffle spacing = 25 % ID_s

Kern, 1965 menyatakan bahwa *baffle spacing* besarnya 1,5 – 1 joule ID_s dan minimal 2 in,

Ukuran–Ukuran Bagian Reaktor

1. Spesifikasi Tube

Normal pipa zise (IPS)	= 1	inchi
Schedule number	= 40	(standart)
Diameter luar (OD)	= 1,32	inchi
Diameter dalam (ID)	= 1,049	inchi
Flow area per pipe	= 0,864	in ²
<i>Triangular pitch</i>	= 1,65	inchi
<i>Clearance</i>	= 0,33	inchi
Diameter dalam <i>shell</i>	= 59,3359	inchi
Jarak <i>baffle</i>	≈ 14,8340	inchi
Diameter katalisator	= 0,1497	inchi
Surface per in ft		
Outside	= 0,344	ft ² /ft
Inside	= 0,275	ft ² /ft
Jumlah pipa	= 1172	pipa
Panjang pipa	= 3,24	meter
<i>Pressure drop</i> di dalam <i>tube</i>	= 0,06	atm

Jenis pipa Steainless Stell SA-285 Grade C (Brownell and Young)

2. Spesifikasi Shell

- a. Tekanan design (diambil 1,5 atm dari tekanan operasi)

$$\begin{aligned} P \text{ operasi max} &= 1 \text{ atm} * 14,7 \\ &= 14,696 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ design} &= 1,5 * 14,696 \text{ psi} \\ &= 22,044 \text{ psi} \end{aligned}$$

- b. Bahan konstruksi shell

Dipilih material Stainless Steel SA-285 Grade C

- c. Tebal dinding shell

Tebal dinding shell dihitung dengan persamaan

$$ts = \frac{P * r}{f * E - 0,6P} + C \dots (\text{Brownell and Young})$$

Dimana :

Ts = Tebal dinding shell, inchi

P = Tekanan design, Psi

r = Radius dinding dalam shell, inchi

E = Effisiensi sambungan

f = Allowable working stress, Psi

C = faktor korosi, inchi

Dari tabel 13.1 Brownell and Young, diperoleh:

$$f = 10200 \text{ Psi}$$

$$E = 0,8 \text{ dengan sambungan jenis double bult joint}$$

$$C = 0,125$$

Dengan $ID_s = 1,9453$ inchi

$$r = 0,9727 \text{ in}$$

$$ts = \frac{22,044 * 0,9727}{(10200 * 0,8) - (0,6 * 22,044)} + 0,125$$

$$= 0,1276 \text{ inchi.}$$

Dipilih tebal dinding standart 1/8 inchi

Diameter shell

Dari perhitungan didapat $Dis = 1,9453$ inchi

Dos, Diameter luar shell = $Dis + 2(\text{tebal shell})$

$$= 1,9453 + 2 (0,1276)$$

$$= 2,2005 \text{ inchi.}$$

Dipilih OD standart shell = 60 inchi

d. Spesifikasi head reaktor

Dalam menentukan jenis dan ukuran Head dan Bottom reaktor

Pertimbangan yang dilakukan dalam pemilihan jenis head meliputi :

1. Flanged & Standard Dished Head

Umumnya digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangki dengan diameter kecil.

2. Torispherical Flanged & Dished Head

Digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis.

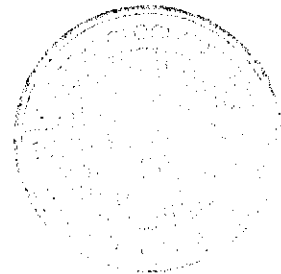
3. Elliptical Dished Head

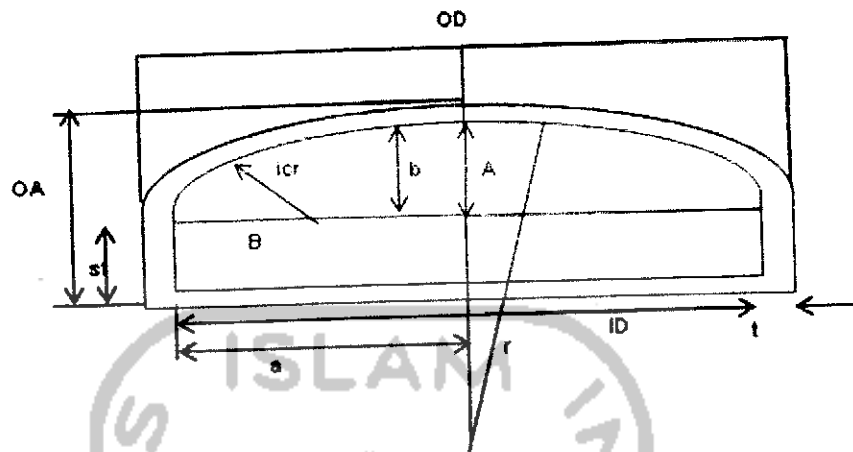
Digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal.

4. Hemispherical Head

Digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi. Kuat dan ukuran yang tersedia sangat terbatas.

Dari pertimbangan-pertimbangan diatas dan tekanan operasi perancangan yang dibuat, maka dipilih tutup atas bentuk torispherical Flanged & Dished Head.





Gambar . Torispherical Dished Head

Keterangan gambar :

- | | | |
|-----|----------------------------|---------------------------|
| t | = tebal head, in | ID= diameter dalam, in |
| icr | = inside corner radius, in | b = depth of dish, in |
| sf | = straight flange, in | a = 1/2 ID, in |
| r | = radius of dish, in | OA= overall dimensions,in |
| OD | = diameter luar, in | |

- Bahan Konstruksi : Material Stainless Steel SA-285 Grade C

(Appendix D, Brownell and Young)

- Tebal Head :

Dihitung dengan persamaan 13.12 Brownell and Young

$$t = \frac{P \cdot r \cdot W}{2 f \varepsilon - 0.2 P} + c$$

Dimana :

P : Tekanan design, Psi

r : jari-jari luar shell, inchi

E : Effisiensi sambungan

f : Allowable working stress, Psi

t : Tebal head, inchi

$$th = \frac{22,044 * (59,3359/2) * 1,1035}{(2 * 10200 * 0,8) - (0,2 * 22,044)} + 0,125$$
$$= 0,1692 \text{ inchi}$$

Digunakan tebal head standart = 3/16 inchi, = 0,1875 inchi

Untuk th 3/16 inchi, maka sf = 1,5 – 2 in (tabel 5.6, Brownell and Young)

Ditetapkan harga sf = 2 inchi.

Dari table 5.7 Brownell & Young :

ODs = 60 in

ts = 3/16 in

didapat:

icr = 3 in

r = 48 in

a = ID_s/2 = 21.1864 in

AB = a – icr = 18,1864 in

$$BC = r - icr = 45 \text{ in}$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{1/2} = 41,1613 \text{ in}$$

$$B = r - AC = 6,8387 \text{ in}$$

$$H = th + b + sf$$

$$= 10,033 \text{ in}$$

e. Spesifikasi nozzle

Pipa pemasukan umpan

- Diameter saluran gas umpan

$$D_{opt} = 75 W_m^{0.5} \rho^{-0.35}$$

dimana:

$$D_{opt} = \text{diameter optimum}$$

$$W_m = \text{kec umpan} = 3,0663 \text{ kg/s}$$

$$\rho = 0,9072 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{didapat: } D_{opt} = 135,8869 \text{ mm} = 5,3499 \text{ in}$$

dari Brownell app. k, di pilih ukuran standart:

$$ID = 5,625 \text{ in}$$

$$OD = 6,625 \text{ in}$$

- Diameter saluran gas keluar

Komponen	BM	kg/jam	kmol/jam	yi	yi x BM
C ₂ H ₅ OH	46.07	454.2819	9.8607	0.0209	0.9624
C ₂ H ₄	28.05	6309.9747	224.9545	0.4766	13.3678
H ₂ O	18.02	4274.5899	237.2136	0.5025	9.0558
Total		11038.8465	472.0289	1.0000	23.3860

BM camp gas out = 23,3860 kg/kmol

$$D_{opt} = 75 W_m^{0.5} \rho^{-0.35}$$

$$W_m = 3,0663 \text{ kg/s}$$

$$\rho = 0,4235 \text{ kg/m}^3$$

$$D_{opt} = 177,4114 \text{ mm} = 6,9847 \text{ in}$$

dari Brownell app. k, di pilih ukuran standart:

$$ID = 7,001 \text{ in}$$

$$OD = 8,625 \text{ in}$$

- Diameter pemanas in dan out

$$D_{\text{opt}} = 75 W_m^{0.5} \rho^{-0.35}$$

$$W_m = 30,5108 \text{ kg/s}$$

$$\rho = 0,00033 \text{ kg/m}^3$$

$$D_{\text{opt}} = 613,1523 \text{ mm} = 19,23 \text{ in}$$

dari Brownell app. k, di pilih ukuran standart:

$$\text{ID} = 19,25 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 20 \text{ in}$$

f. Menghitung tinggi reaktor

$$\text{Tinggi reaktor} = \text{panjang tube} + (2 \times \text{tinggi head})$$

$$= 127,5587 \text{ in} + (2 \times 12,1702) \text{ in}$$

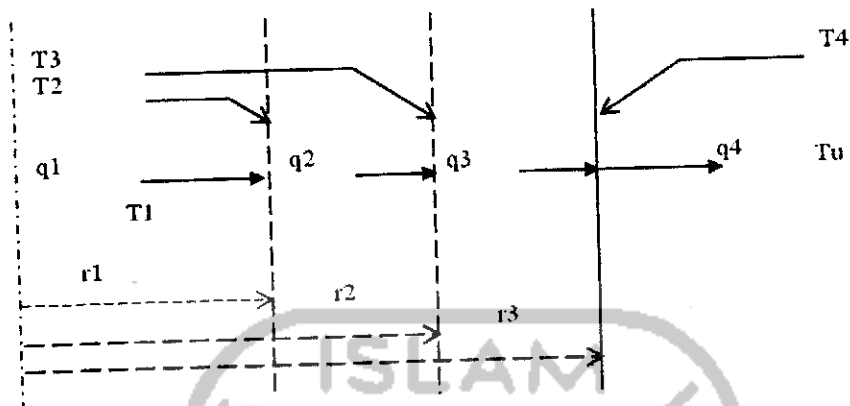
$$= 151,8990 \text{ in} = 3,8582 \text{ m}$$

g. Menentukan tebal isolator

e Isolasi reaktor

Asumsi:

1. Keadaan steady state
2. Sifat-sifat bahan tidak berubah terhadap suhu
3. Suhu di dalam reaktor = suhu permukaan dinding sebelah dalam shell



Keterangan :

r_1 = jari-jari dalam shell

r_2 = jari-jari luar shell

r_3 = jari-jari penyekat

Q_1 = transfer panas konveksi dari pendingin ke dalam reaktor

Q_2 = transfer panas konveksi dari dinding ke luar reaktor

Q_3 = transfer panas konveksi dari luar reaktor ke dinding isolasi

Q_4 = transfer panas konveksi dari dinding isolasi ke udara

T_s = suhu reaktor

T_u = suhu lingkungan

Bahan isolasi dipakai kaolin insulating brick (KERN), karena kaolin insulating brick dapat digunakan pada suhu maksimal 932 °F

➤ Sifat fisis kaolin insulating brick (KERN)

$$K_a = 0.129 \text{ btu/j ft } ^\circ\text{F}$$

$$\epsilon_a = 0.96$$

$$\rho = 36 \text{ lb/ft}^3 = 570 \text{ kg/m}^3$$

➤ Sifat fisis Stainless Steel:

$$K_s = 21 \text{ btu/j ft } ^\circ\text{F}$$

$$\epsilon_s = 0.81$$

$$\rho = 490 \text{ lb/ft}^3$$

e Peristiwa perpindahan panas dari dinding dalam shell ke lingkungan

meliputi :

- a. Transfer panas konduksi pada dinding shell
- b. Transfer panas konduksi pada isolator
- c. Transfer panas radiasi dari dinding luar isolator ke lingkungan
- d. Transfer panas konveksi dari dinding luar isolator ke udara luar

e Menghitung panas yang hilang jika tidak menggunakan isolator

$$Q_{\text{loss}} = (hc + hr)A(T_s - T_u)$$

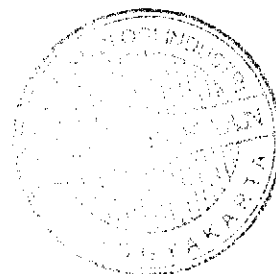
Keterangan :

hc = koefisien transfer panas secara konveksi dari permukaan luar isolator ke lingkungan (Btu/j ft² °F)

hr = koefisien transfer panas secara radiasi dari permukaan luar isolator ke udara

(Btu/j ft² °F)

$$Q_{\text{loss}} = 16.438,2 \text{ Btu/jam}$$



c Panas yang hilang direncanakan 5 %

$$= 5 \% \times 16.438,2 \text{ Btu/jam}$$

$$= 821,91 \text{ Btu/jam}$$

$$Q_{\text{isolasi}} = Q_{\text{loss}} - \text{panas hilang}$$

$$= 15.616,3 \text{ Btu/jam}$$

c Mencari tebal isolasi

$$Q_{\text{isolasi}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot (T_s - T_u)}{\frac{\ln(r_2/r_1)}{K_s} + \frac{\ln(r_3/r_2)}{K_a}}$$

$$\ln(r_3/r_2) = \frac{(2 \cdot \pi \cdot L \cdot (T_s - T_u) / Q_{\text{isolasi}})}{\frac{\ln(r_2/r_1)}{K_s} \times K_a}$$

$$r_3 = 2,5928 \text{ ft}$$

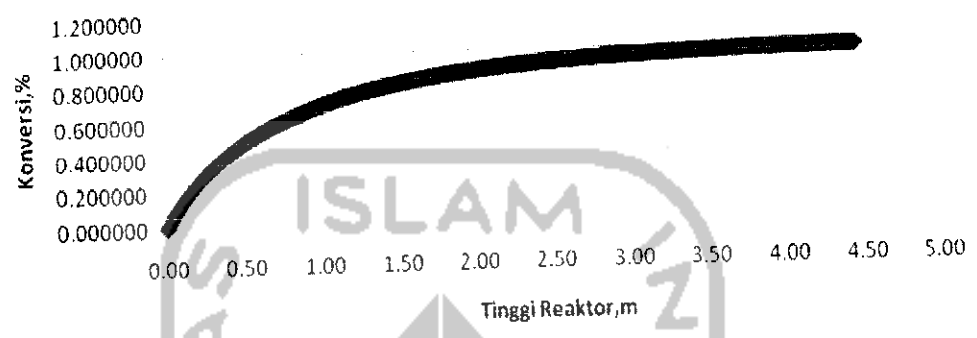
$$t = r_3 - r_2$$

$$= 0,0928 \text{ ft}$$

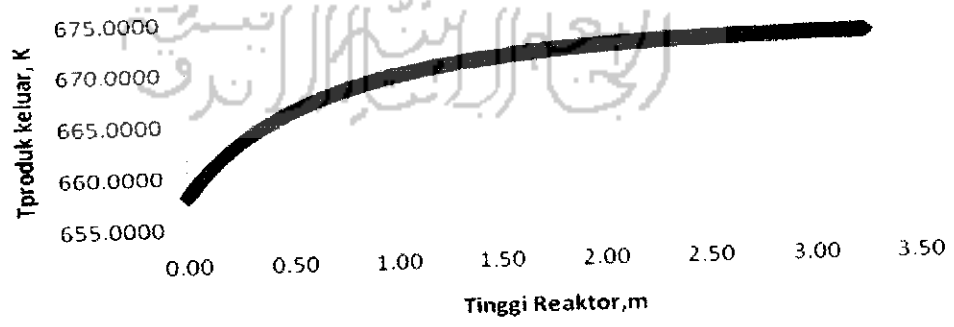
$$= 1,1139 \text{ in}$$

Jadi, tebal isolasi yang dibutuhkan = 1,1139 inchi

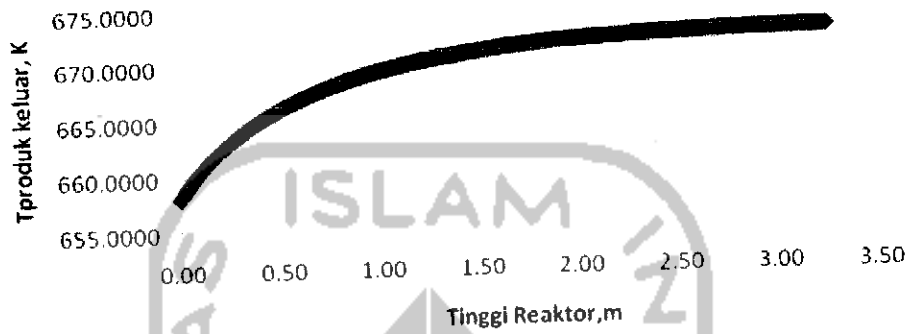
Grafik Hubungan antara Tinggi Reaktor vs Konversi



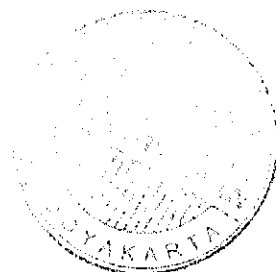
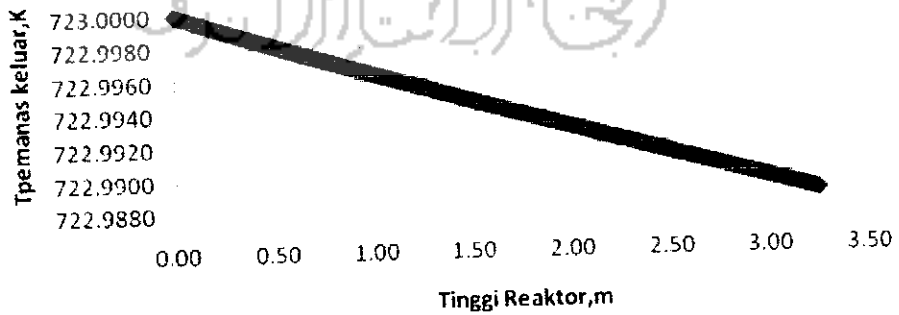
Grafik Hubungan antara Tinggi Reaktor vs Suhu produk keluar



Grafik Hubungan antara Tinggi Reaktor vs Suhu produk keluar



Grafik Hubungan antara Tinggi Reaktor vs Suhu pemanas keluar



HASIL PERHITUNGAN REAKTOR DENGAN MENGGUNAKAN METODE RUNGE KUTTA :
 KOMPOSISI HASIL REAKSI, kgmol/jam

	z	X	TG	TC	P	Konversi	Komponen				dlm Kmol	Total
							X	C2H5OH	C2H4	H2O		
0	0	658.2419	723	0.9999548	0.0084711	0.19858429	0.0016966	0.0016966	0	0.0105384	0.210819287	
0.01	0.0084711	658.38361	722.9999792	0.9999548	0.0168037	0.19691542	0.0033655	0.0033655	0.0033655	0.0105384	0.212515882	
0.02	0.0168037	658.52291	722.9999585	0.9999091	0.0250023	0.19527339	0.0050075	0.0050075	0.0050075	0.0105384	0.214184752	
0.03	0.0250023	658.65989	722.9999379	0.9998629	0.0165341	0.196696942	0.0033115	0.0033115	0.0033115	0.0105384	0.215773634	
0.04	0.0165341	658.51823	722.9999586	0.9999081	0.024737	0.19532654	0.0049543	0.0049543	0.0049543	0.0105384	0.217390476	
0.05	0.024737	658.65529	722.9999938	0.9998619	0.0328099	0.19370969	0.0065712	0.0065712	0.0065712	0.0105384	0.218982073	
0.06	0.0328099	658.79009	722.9999173	0.9998152	0.0407567	0.1921181	0.0081628	0.0081628	0.0081628	0.0105384	0.21982073	
0.07	0.0407567	658.9227	722.9998968	0.999768	0.0325564	0.19376046	0.0065204	0.0065204	0.0065204	0.0105384	0.217339708	
0.08	0.0325564	658.78569	722.9999174	0.9998142	0.0405071	0.19216808	0.0081128	0.0081128	0.0081128	0.0105384	0.218932088	
0.09	0.0405071	658.91837	722.9998969	0.9997671	0.0483355	0.19060022	0.0096807	0.0096807	0.0096807	0.0105384	0.220499954	
0.10	0.0483355	659.04893	722.9998763	0.9997194	0.056045	0.18905614	0.0112247	0.0112247	0.0112247	0.0105384	0.222044027	
0.11	0.056045	659.17744	722.9998558	0.9996713	0.0480966	0.19064805	0.0096328	0.0096328	0.0096328	0.0105384	0.220452116	
0.12	0.0480966	659.04479	722.9998764	0.9997185	0.0558097	0.18910326	0.0111776	0.0111776	0.0111776	0.0105384	0.221996906	
0.13	0.0558097	659.17336	722.9998559	0.9996703	0.0634074	0.1875816	0.0126993	0.0126993	0.0126993	0.0105384	0.223518569	
0.14	0.0634074	659.29992	722.9998354	0.9996217	0.0708928	0.18608241	0.0141985	0.0141985	0.0141985	0.0105384	0.22501776	
0.15	0.0708928	659.42454	722.999815	0.9995727	0.0631818	0.18762677	0.0126541	0.0126541	0.0126541	0.0105384	0.223473398	
0.16	0.0631818	659.29602	722.9998355	0.9996208	0.0706706	0.18612692	0.014154	0.014154	0.014154	0.0105384	0.224973248	
0.17	0.0706706	659.42069	722.9998151	0.9995718	0.0780501	0.18464893	0.0156319	0.0156319	0.0156319	0.0105384	0.226451235	
0.18	0.0780501	659.54348	722.9997947	0.9995223	0.0853235	0.18319221	0.0170887	0.0170887	0.0170887	0.0105384	0.227907959	
0.19	0.0853235	659.66443	722.9997744	0.9994723	0.0778367	0.18469167	0.0155892	0.0155892	0.0155892	0.0105384	0.226408499	
0.20	0.0778367	659.53979	722.9997948	0.9995214	0.0851132	0.18323434	0.0170465	0.0170465	0.0170465	0.0105384	0.22786583	
0.21	0.0851132	659.66079	722.9997745	0.9994714	0.0922862	0.18179772	0.0184832	0.0184832	0.0184832	0.0105384	0.229302454	
0.22	0.0922862	659.78001	722.9997542	0.999421	0.0993586	0.18038125	0.0198996	0.0198996	0.0198996	0.0105384	0.230718921	
0.23	0.0993586	659.89748	722.9997339	0.9993702	0.092084	0.18183822	0.0184427	0.0184427	0.0184427	0.0105384	0.229261949	
0.24	0.092084	659.77651	722.9997543	0.9994201	0.0991592	0.18042119	0.0198597	0.0198597	0.0198597	0.0105384	0.230678977	
0.25	0.0991592	659.89403	722.9997138	0.9993181	0.1061363	0.17902381	0.0212571	0.0212571	0.0212571	0.0105384	0.23207636	
0.26	0.1061363	660.00985	722.9997138	0.9993181	0.1130179	0.17764557	0.0226353	0.0226353	0.0226353	0.0105384	0.233454603	
0.27	0.1130179	660.12403	722.9996936	0.9992664	0.1059443	0.17906227	0.0212186	0.0212186	0.0212186	0.0105384	0.232037904	
0.28	0.1059443	660.00653	722.9997138	0.9993172	0.1128284	0.1776835	0.0225974	0.0225974	0.0225974	0.0105384	0.233416667	
0.29	0.1128284	660.12075	722.9996937	0.9992655	0.1196194	0.1763241	0.0239575	0.0239575	0.0239575	0.0105384	0.234776761	
0.30	0.1196194	660.23336	722.9996735	0.9992134	0.1263194	0.17498152	0.0252994	0.0252994	0.0252994	0.0105384	0.236118651	
0.31	0.1263194	660.34439	722.9996534	0.9991609	0.1263194	0.17498152	0.0252994	0.0252994	0.0252994	0.0105384	0.236118651	

0.1261392	660.34128	722.9996535	0.9991601	0.1261392	0.1750176	0.0252633	0.0252633	0.0105384	0.236082566
0.132753	660.45083	722.9996334	0.9991071	0.132753	0.173693	0.0265879	0.0265879	0.0105384	0.237407172
0.1392802	660.55888	722.9996133	0.9990538	0.1392802	0.17238573	0.0278952	0.0278952	0.0105384	0.23871444
0.1325791	660.44782	722.9996335	0.9991063	0.1325791	0.17372782	0.0265531	0.0265531	0.0105384	0.237372347
0.1391085	660.55591	722.9996134	0.999053	0.1391085	0.1724201	0.0278608	0.0278608	0.0105384	0.238880066
0.1455534	660.66254	722.9995934	0.9989993	0.1455534	0.17112932	0.0291516	0.0291516	0.0105384	0.239970849
0.1519157	660.76774	722.9995734	0.9989451	0.1519157	0.16985507	0.0304258	0.0304258	0.0105384	0.241245096
0.1453876	660.65968	722.9995935	0.9989985	0.1453876	0.17116253	0.0291184	0.0291184	0.0105384	0.239937638
0.151752	660.76492	722.9995735	0.9989444	0.151752	0.16988786	0.030393	0.030393	0.0105384	0.241212306
0.1580357	660.86876	722.9995535	0.9988898	0.1580357	0.16862936	0.0316515	0.0316515	0.0105384	0.242470811
0.1642405	660.97125	722.9995336	0.9988349	0.1642405	0.16738665	0.0328942	0.0328942	0.0105384	0.243713523
0.1578773	660.86603	722.9995536	0.9988891	0.1578773	0.16666107	0.0316198	0.0316198	0.0105384	0.242439098
0.1640841	660.96855	722.9995337	0.99888342	0.1640841	0.16741797	0.0328629	0.0328629	0.0105384	0.243682204
0.1702138	661.06974	722.9995138	0.9987789	0.1702138	0.16619031	0.0340906	0.0340906	0.0105384	0.244909865
0.1762681	661.16963	722.999494	0.9987232	0.1762681	0.16497774	0.0353031	0.0353031	0.0105384	0.246122426
0.1700625	661.06713	722.9995139	0.9987781	0.1700625	0.16622062	0.0340603	0.0340603	0.0105384	0.244879545
0.1761186	661.16705	722.999494	0.9987225	0.1761186	0.1650077	0.0352732	0.0352732	0.0105384	0.246092474
0.182101	661.2657	722.9994742	0.9986664	0.182101	0.16380954	0.0364713	0.0364713	0.0105384	0.247290627
0.1880111	661.3631	722.9994544	0.9986101	0.1880111	0.16262585	0.037655	0.037655	0.0105384	0.248474324
0.1819561	661.2632	722.9994743	0.9986657	0.1819561	0.16383856	0.0364423	0.0364423	0.0105384	0.247261605
0.187868	661.36064	722.9994545	0.9986093	0.187868	0.16265452	0.0376264	0.0376264	0.0105384	0.248445648
0.1937092	661.45685	722.9994347	0.9985526	0.1937092	0.16148463	0.0387963	0.0387963	0.0105384	0.249615539
0.1994813	661.55188	722.999415	0.9984954	0.1994813	0.16032859	0.0399523	0.0399523	0.0105384	0.250771575
0.1935704	661.45446	722.9994348	0.9985518	0.1935704	0.16151244	0.0387684	0.0387684	0.0105384	0.249587729
0.1993441	661.54951	722.9994151	0.9984947	0.1993441	0.16035608	0.0399248	0.0399248	0.0105384	0.250744091
0.20505	661.6434	722.9993954	0.9984372	0.20505	0.15921329	0.0410676	0.0410676	0.0105384	0.251886882
0.2106896	661.73614	722.9993757	0.9983794	0.2106896	0.15808379	0.0421971	0.0421971	0.0105384	0.253016384
0.2049168	661.6411	722.9993955	0.9984365	0.2049168	0.15923996	0.0410409	0.0410409	0.0105384	0.251860205
0.2105579	661.73387	722.9993758	0.9983787	0.2105579	0.15811016	0.0421707	0.0421707	0.0105384	0.252990013
0.216134	661.82552	722.9993562	0.9983205	0.216134	0.15699337	0.0432875	0.0432875	0.0105384	0.254106796
0.2216464	661.91608	722.9993366	0.998262	0.2216464	0.15588935	0.0443915	0.0443915	0.0105384	0.255210817
0.2160061	661.82332	722.9993562	0.9983198	0.2160061	0.15701899	0.0432619	0.0432619	0.0105384	0.254081181
0.2215199	661.9139	722.9993366	0.9982613	0.2215199	0.15591468	0.0443662	0.0443662	0.0105384	0.255185491
0.2269712	662.0034	722.999317	0.9982024	0.2269712	0.15482288	0.045458	0.045458	0.0105384	0.256277288
0.2323613	662.09185	722.9992975	0.9981432	0.2323613	0.15374335	0.0465375	0.0465375	0.0105384	0.257356817
				0.2323613	0.1548475	0.0454334	0.0454334	0.0105384	0.256252669

3.15	0.9567189	672.82422	722.9892662	0.9405995	0.9567189	0.00866838	0.1916125	0.1916125	0.0105384	0.402431787
	0.9569012	672.82572	722.9892501	0.9404872	0.9569012	0.00863187	0.191649	0.191649	0.0105384	0.402468295
	0.9570826	672.82721	722.9892341	0.9403749	0.9570826	0.00859553	0.1916854	0.1916854	0.0105384	0.402504643
	0.9572633	672.82868	722.989218	0.9402627	0.9572633	0.00855934	0.1917215	0.1917215	0.0105384	0.402540829
3.16	0.957081	672.82719	722.9892341	0.9403749	0.957081	0.00859585	0.191685	0.191685	0.0105384	0.402504321
	0.9572617	672.82866	722.989218	0.9402626	0.9572617	0.00855966	0.1917212	0.1917212	0.0105384	0.402540509
	0.9574416	672.83013	722.9892019	0.9401503	0.9574416	0.00852363	0.1917573	0.1917573	0.0105384	0.402576537
	0.9576207	672.83159	722.9891858	0.940038	0.9576207	0.00848776	0.1917931	0.1917931	0.0105384	0.402612406
3.17	0.95744	672.83011	722.9892019	0.9401502	0.95744	0.00852395	0.1917569	0.1917569	0.0105384	0.402576219
	0.9576191	672.83157	722.9891858	0.9400379	0.9576191	0.00848808	0.1917928	0.1917928	0.0105384	0.402612089
	0.9577974	672.83301	722.9891698	0.9399255	0.9577974	0.00845237	0.1918285	0.1918285	0.0105384	0.402647801
	0.9579749	672.83445	722.9891537	0.9398131	0.9579749	0.00841681	0.1918641	0.1918641	0.0105384	0.402683356
3.18	0.9577959	672.83299	722.9891698	0.9399255	0.9577959	0.00845268	0.1918282	0.1918282	0.0105384	0.402647486
	0.9579734	672.83443	722.9891537	0.9398131	0.9579734	0.00841713	0.1918638	0.1918638	0.0105384	0.402683042
	0.9581501	672.83586	722.9891376	0.9397007	0.9581501	0.00838173	0.1918992	0.1918992	0.0105384	0.40271844
	0.9583261	672.83727	722.9891215	0.9395882	0.9583261	0.00834649	0.1919344	0.1919344	0.0105384	0.402753683
3.19	0.9581486	672.83584	722.9891376	0.9397006	0.9581486	0.00838204	0.1918988	0.1918988	0.0105384	0.402718128
	0.9583245	672.83726	722.9891215	0.9395882	0.9583245	0.00834668	0.1919341	0.1919341	0.0105384	0.402753372
	0.9584997	672.83866	722.9891055	0.9394757	0.9584997	0.00827678	0.1919692	0.1919692	0.0105384	0.402788461
	0.9586742	672.84006	722.9890894	0.9393632	0.9586742	0.00824261	0.1920041	0.1920041	0.0105384	0.402823395
3.2	0.9584982	672.83864	722.9891055	0.9394757	0.9584982	0.00831202	0.1919689	0.1919689	0.0105384	0.402788151
	0.9586726	672.84004	722.9890894	0.9393632	0.9586726	0.00827708	0.1920038	0.1920038	0.0105384	0.402823086
	0.9588463	672.84143	722.9890733	0.9392507	0.9588463	0.0082423	0.1920386	0.1920386	0.0105384	0.402857868
	0.9590192	672.84281	722.9890573	0.9391381	0.9590192	0.00820767	0.1920732	0.1920732	0.0105384	0.402892496
3.21	0.9588448	672.84141	722.9890733	0.9392506	0.9588448	0.00824261	0.1920383	0.1920383	0.0105384	0.402857561
	0.9590177	672.84279	722.9890573	0.9391381	0.9590177	0.00820798	0.1920729	0.1920729	0.0105384	0.40289219
	0.9591898	672.84416	722.9890412	0.9390255	0.9591898	0.0081735	0.1921074	0.1921074	0.0105384	0.402926667
	0.9593612	672.84552	722.9890251	0.9389129	0.9593612	0.00813918	0.1921417	0.1921417	0.0105384	0.402960992
3.22	0.9591883	672.84414	722.9890412	0.9390254	0.9591883	0.00817381	0.1921071	0.1921071	0.0105384	0.402926363
	0.9593597	672.8455	722.9890251	0.9389129	0.9593597	0.00813948	0.1921414	0.1921414	0.0105384	0.402960689
	0.9595303	672.84686	722.989009	0.9388002	0.9595303	0.00810531	0.1921756	0.1921756	0.0105384	0.402994864
	0.9597002	672.8482	722.988993	0.9386876	0.9597002	0.00807128	0.1922096	0.1922096	0.0105384	0.403028889
3.23	0.9595288	672.84684	722.989009	0.9388002	0.9595288	0.00810561	0.1921753	0.1921753	0.0105384	0.402994563
	0.9596987	672.84818	722.988993	0.9386875	0.9596987	0.00807158	0.1922093	0.1922093	0.0105384	0.403028589
	0.9598678	672.84951	722.9889769	0.9385749	0.9598678	0.0080377	0.1922432	0.1922432	0.0105384	0.403062465
	0.9600362	0.00800398	0.1922769	0.1922769	0.9600362	0.00800398	0.1922769	0.1922769	0.0105384	0.403096193

KOMPOSISI HASIL REAKSI, kg/jam

Komponen	kg/jam			Total
	C2H4	H2O	dim kg	
C2H5OH	0	0	0.189902	9.4168423
9.2269403	0.0475895	0.0305726	0.189902	9.4168423
9.1487782	0.0944013	0.0606457	0.189902	9.4168423
9.0718933	0.1404601	0.0902235	0.189902	9.4168423
8.9962452	0.0928866	0.0596726	0.189902	9.4168423
9.0743811	0.1389694	0.0892773	0.189902	9.4168423
8.9986935	0.1843219	0.1184128	0.189902	9.4168423
8.9242056	0.2289662	0.1470934	0.189902	9.4168423
8.8508807	0.1828978	0.117498	0.189902	9.4168423
8.9265445	0.2275641	0.1461927	0.189902	9.4168423
8.8531835	0.2715427	0.1744456	0.189902	9.4168423
8.7809519	0.314854	0.2022698	0.189902	9.4168423
8.7098165	0.2702009	0.1735836	0.189902	9.4168423
8.7831558	0.3135322	0.2014207	0.189902	9.4168423
8.7119874	0.3562149	0.2288411	0.189902	9.4168423
8.6418844	0.3982672	0.2558565	0.189902	9.4168423
8.5728166	0.3549478	0.2280271	0.189902	9.4168423
8.6439654	0.3970186	0.2550544	0.189902	9.4168423
8.5748673	0.4384762	0.2816877	0.189902	9.4168423
8.5067764	0.4793373	0.3079379	0.189902	9.4168423
8.4396652	0.4372774	0.2809176	0.189902	9.4168423
8.5087453	0.4781555	0.3071787	0.189902	9.4168423
8.441606	0.5184529	0.3330667	0.189902	9.4168423
8.3754208	0.5581848	0.3585914	0.189902	9.4168423
8.3101641	0.5173167	0.3323368	0.189902	9.4168423
8.3772868	0.5570643	0.3578716	0.189902	9.4168423
8.3120043	0.5962609	0.3830525	0.189902	9.4168423
8.2476269	0.6349206	0.4078884	0.189902	9.4168423
8.1841313	0.5951822	0.3823595	0.189902	9.4168423
8.2493986	0.6338565	0.4072048	0.189902	9.4168423
8.185879	0.6720072	0.4317137	0.189902	9.4168423
8.1232195	0.7096472	0.4558946	0.189902	9.4168423
α 0613986				

FRAKSI MOL

Komponen	fraksi mol			Total
	C2H4	H2O	H2O,awal	
C2H5OH	0	0	0.04998785	1
0.9500121	0.0079834	0.0079834	0.04958878	1
0.9344445	0.0157129	0.0157129	0.0492024	1
0.9193718	0.0232014	0.0232014	0.04882806	1
0.9047691	0.0154647	0.0154647	0.0492148	1
0.9198558	0.0229609	0.0229609	0.04884009	1
0.9052382	0.0302276	0.0302276	0.04847684	1
0.891068	0.0372761	0.0372761	0.0481245	1
0.8773234	0.0300011	0.0300011	0.04848816	1
0.8915097	0.0370562	0.0370562	0.04813549	1
0.877752	0.0439033	0.0439033	0.04779322	1
0.8644003	0.0505519	0.0505519	0.04746087	1
0.8514354	0.0436958	0.0436958	0.04780359	1
0.8648048	0.0503503	0.0503503	0.04747095	1
0.8518284	0.0568153	0.0568153	0.04714777	1
0.8392216	0.0630993	0.0630993	0.04683365	1
0.8269677	0.0566247	0.0566247	0.0471573	1
0.8395933	0.062914	0.062914	0.04684292	1
0.8273291	0.0690301	0.0690301	0.04653719	1
0.8154026	0.0749806	0.0749806	0.04623973	1
0.8037991	0.0688544	0.0688544	0.04654597	1
0.8157453	0.0748096	0.0748096	0.04624828	1
0.8041326	0.0806061	0.0806061	0.04595853	1
0.7928293	0.0862506	0.0862506	0.04567637	1
0.7818225	0.0804436	0.0804436	0.04596665	1
0.7931461	0.0860923	0.0860923	0.04568428	1
0.7821311	0.0915952	0.0915952	0.04540921	1
0.7714005	0.0969581	0.0969581	0.04514112	1
0.7609427	0.0914446	0.0914446	0.04541673	1
0.771694	0.0968113	0.0968113	0.04514846	1
0.7612289	0.1020436	0.1020436	0.04488691	1
0.7510258	0.1071468	0.1071468	0.04463181	1
0.7410745	0.1019038	0.1019038	0.0448939	1
α 7517986				

8.063061	0.708635	0.4552443	0.189902	9.4168423	0.7413407	0.1070104	0.1070104	0.04463863	1
8.0020364	0.7457902	0.4791137	0.189902	9.4168423	0.7316249	0.1119928	0.1119928	0.04438957	1
7.9418106	0.7824591	0.5026707	0.189902	9.4168423	0.722142	0.1168557	0.1168557	0.04414648	1
8.0036408	0.7448134	0.4784862	0.189902	9.4168423	0.7318789	0.1118625	0.1118625	0.04439609	1
7.9433942	0.7814949	0.5020512	0.189902	9.4168423	0.72239	0.1167286	0.1167286	0.04415284	1
7.8839278	0.8177013	0.5253112	0.189902	9.4168423	0.7131255	0.1214796	0.1214796	0.04391535	1
7.8252233	0.8534444	0.5482731	0.189902	9.4168423	0.7040768	0.1261199	0.1261199	0.04368339	1
7.8854578	0.8167698	0.5247127	0.189902	9.4168423	0.7133626	0.121358	0.121358	0.04392143	1
7.8267339	0.8525242	0.5476822	0.189902	9.4168423	0.7043084	0.1260011	0.1260011	0.04368933	1
7.7687546	0.8878253	0.5703605	0.189902	9.4168423	0.6954625	0.1305375	0.1305375	0.04346256	1
7.7115028	0.9226833	0.59277541	0.189902	9.4168423	0.6868172	0.1349709	0.1349709	0.04324094	1
7.7702156	0.8869357	0.569789	0.189902	9.4168423	0.6956843	0.1304237	0.1304237	0.04346825	1
7.7129457	0.9218048	0.5921898	0.189902	9.4168423	0.687034	0.1348597	0.1348597	0.0432465	1
7.6563874	0.9562407	0.6143122	0.189902	9.4168423	0.6785774	0.1391964	0.1391964	0.04302972	1
7.6005247	0.9902531	0.6361626	0.189902	9.4168423	0.6703076	0.1434373	0.1434373	0.04281773	1
7.6577842	0.9553903	0.6137659	0.189902	9.4168423	0.6787853	0.1390898	0.1390898	0.04303505	1
7.6019045	0.9894129	0.6356228	0.189902	9.4168423	0.6705109	0.1433331	0.1433331	0.04282294	1
7.5467056	1.0230211	0.6572136	0.189902	9.4168423	0.6624171	0.1474837	0.1474837	0.04261546	1
7.4921727	1.0562238	0.6785438	0.189902	9.4168423	0.6544976	0.151545	0.151545	0.04241244	1
7.5480427	1.022207	0.6566906	0.189902	9.4168423	0.6626122	0.1473837	0.1473837	0.04262046	1
7.4934938	1.0554195	0.678027	0.189902	9.4168423	0.6546886	0.1514471	0.1514471	0.04241734	1
7.439597	1.0882349	0.6991085	0.189902	9.4168423	0.6469334	0.155424	0.155424	0.04221854	1
7.3863384	1.1206617	0.719402	0.189902	9.4168423	0.6393412	0.1593175	0.1593175	0.04202391	1
7.4408782	1.0874548	0.6986073	0.189902	9.4168423	0.6471169	0.1553299	0.1553299	0.04222324	1
7.3876046	1.1198908	0.719445	0.189902	9.4168423	0.6395209	0.1592253	0.1592253	0.04202852	1
7.3349562	1.1519461	0.7400381	0.189902	9.4168423	0.6320825	0.1630398	0.1630398	0.04183784	1
7.28292	1.1836286	0.7603917	0.189902	9.4168423	0.6247966	0.1667761	0.1667761	0.04165107	1
7.3361852	1.1511978	0.7395574	0.189902	9.4168423	0.6322554	0.1629512	0.1629512	0.04184227	1
7.2841349	1.1828889	0.7599165	0.189902	9.4168423	0.624966	0.1666893	0.1666893	0.04165541	1
7.2326847	1.2142146	0.7800409	0.189902	9.4168423	0.6178244	0.1703516	0.1703516	0.04147234	1
7.1818225	1.2451824	0.7999354	0.189902	9.4168423	0.6108258	0.1739406	0.1739406	0.04129293	1
7.2338648	1.2134962	0.7795793	0.189902	9.4168423	0.6179875	0.170268	0.170268	0.04147652	1
7.1829892	1.244472	0.799479	0.189902	9.4168423	0.6109857	0.1738586	0.1738586	0.04129703	1
7.1326902	1.2750969	0.8191532	0.189902	9.4168423	0.6041225	0.1773782	0.1773782	0.0411211	1
7.0829563	1.3053777	0.8386063	0.189902	9.4168423	0.5973937	0.1808288	0.1808288	0.04094861	1
					0.6042766	0.1772992	0.1772992	0.04112505	1

0.3993524	5.3747306	3.4528573	0.189902	9.4168423	0.02154	0.4761366	0.4761366	0.02618681	1
0.3976705	5.3757547	3.4535151	0.189902	9.4168423	0.0214473	0.4761841	0.4761841	0.02618443	1
0.3959959	5.3767742	3.4541701	0.189902	9.4168423	0.0213551	0.4762314	0.4762314	0.02618207	1
0.3943288	5.3777893	3.4548222	0.189902	9.4168423	0.0212633	0.4762785	0.4762785	0.02617971	1
0.3960108	5.3767652	3.4541643	0.189902	9.4168423	0.0213559	0.476231	0.476231	0.02618209	1
0.3943436	5.3777803	3.4548164	0.189902	9.4168423	0.0212641	0.4762781	0.4762781	0.02617973	1
0.3926838	5.3787909	3.4554657	0.189902	9.4168423	0.0211727	0.476325	0.476325	0.02617739	1
0.3910313	5.379797	3.456112	0.189902	9.4168423	0.0210817	0.4763716	0.4763716	0.02617506	1
0.3926984	5.378782	3.4554599	0.189902	9.4168423	0.0211735	0.4763245	0.4763245	0.02617741	1
0.3910459	5.3797881	3.4561063	0.189902	9.4168423	0.0210825	0.4763712	0.4763712	0.02617508	1
0.3894006	5.3807898	3.4567498	0.189902	9.4168423	0.020992	0.4764176	0.4764176	0.02617276	1
0.3877626	5.3817871	3.4573905	0.189902	9.4168423	0.0209018	0.4764639	0.4764639	0.02617045	1
0.3894152	5.380781	3.4567442	0.189902	9.4168423	0.0209928	0.4764172	0.4764172	0.02617278	1
0.3877771	5.3817783	3.4573849	0.189902	9.4168423	0.0209026	0.4764635	0.4764635	0.02617047	1
0.3861463	5.3827713	3.4580228	0.189902	9.4168423	0.0208129	0.4765095	0.4765095	0.02616817	1
0.3845226	5.3837598	3.4586578	0.189902	9.4168423	0.0207236	0.4765553	0.4765553	0.02616588	1
0.3861607	5.3827625	3.4580171	0.189902	9.4168423	0.0208137	0.4765091	0.4765091	0.02616819	1
0.384537	5.3837511	3.4586522	0.189902	9.4168423	0.0207243	0.4765549	0.4765549	0.0261659	1
0.3829204	5.3847353	3.4592845	0.189902	9.4168423	0.0206354	0.4766005	0.4766005	0.02616362	1
0.381311	5.3857152	3.459914	0.189902	9.4168423	0.0205469	0.4766459	0.4766459	0.02616135	1
0.3829347	5.3847266	3.4592789	0.189902	9.4168423	0.0206362	0.4766001	0.4766001	0.02616364	1
0.3813252	5.3857066	3.4605352	0.189902	9.4168423	0.0205477	0.4766455	0.4766455	0.02616137	1
0.3797229	5.3866822	3.4605352	0.189902	9.4168423	0.0204596	0.4766907	0.4766907	0.02615911	1
0.3781276	5.3876535	3.4611592	0.189902	9.4168423	0.0203719	0.4767356	0.4767356	0.02615686	1
0.379737	5.3866736	3.4605297	0.189902	9.4168423	0.0204604	0.4766903	0.4766903	0.02615913	1
0.3781416	5.3876449	3.4611537	0.189902	9.4168423	0.0203726	0.4767352	0.4767352	0.02615688	1
0.3765533	5.388612	3.461775	0.189902	9.4168423	0.0202853	0.47678	0.47678	0.02615464	1
0.3749719	5.3895748	3.4623935	0.189902	9.4168423	0.0201984	0.4768246	0.4768246	0.02615241	1
0.3765673	5.3886035	3.4617695	0.189902	9.4168423	0.0202861	0.4767796	0.4767796	0.02615466	1
0.3749859	5.3895663	3.4623881	0.189902	9.4168423	0.0201992	0.4768242	0.4768242	0.02615243	1
0.3734114	5.390525	3.4630039	0.189902	9.4168423	0.0201127	0.4768686	0.4768686	0.02615022	1
0.3718439	5.3914793	3.463617	0.189902	9.4168423	0.0200266	0.4769127	0.4769127	0.02614801	1
0.3734253	5.3905165	3.4629985	0.189902	9.4168423	0.0201134	0.4768682	0.4768682	0.02615024	1
0.3718577	5.3914709	3.4636116	0.189902	9.4168423	0.0200273	0.4769123	0.4769123	0.02614803	1
0.3702971	5.3924212	3.4642221	0.189902	9.4168423	0.0199416	0.4769563	0.4769563	0.02614583	1
					0.0198562	0.4770001	0.4770001	0.02614364	1

KG/KMOL BMI campuran	FRAKSI BERAT					TEKANAN PARSIAL				
	Komponen C2H5OH	C2H4	H2O	fraksi berat H2O,awal	Total	Komponen C2H5OH	C2H4	H2O	H2O,awal	Total
44.66784078	0.9798338	0	0	0.0201662	1	0.9500121	0	0	0.0499879	1
44.3112404	0.9715335	0.0050537	0.0032466	0.0201662	1	0.9344022	0.007983	0.007983	0.0495865	0.9999548
43.965979	0.9633689	0.0100247	0.0064401	0.0201662	1	0.9192882	0.0157115	0.0157115	0.0491979	0.9999091
43.631483	0.9553357	0.0149158	0.0095823	0.0201662	1	0.9046451	0.0231982	0.0231982	0.0488214	0.9998629
43.97706657	0.9636331	0.0098639	0.0063368	0.0201662	1	0.9197713	0.0154633	0.0154633	0.0492103	0.9999081
43.64222896	0.9555956	0.0147575	0.0094806	0.0201662	1	0.9051132	0.0229577	0.0229577	0.0488333	0.9998619
43.31763968	0.9476856	0.0195736	0.0125746	0.0201662	1	0.8909033	0.030222	0.030222	0.0484679	0.9998152
43.00280009	0.939899	0.0243145	0.0156202	0.0201662	1	0.8771199	0.0372674	0.0372674	0.0481133	0.999768
43.32775829	0.9479339	0.0194224	0.0124774	0.0201662	1	0.8913441	0.0299955	0.0299955	0.0484792	0.9998142
43.0126183	0.9401435	0.0241656	0.0155246	0.0201662	1	0.8775476	0.0370476	0.0370476	0.0481243	0.9997671
42.7067768	0.9324731	0.0288359	0.0185249	0.0201662	1	0.8641577	0.0438909	0.0438909	0.0477798	0.9997194
42.40979795	0.924919	0.0334352	0.0214796	0.0201662	1	0.8511555	0.0505353	0.0505353	0.0474453	0.9996713
42.71604417	0.9327071	0.0286934	0.0184333	0.0201662	1	0.8645613	0.0436835	0.0436835	0.0477901	0.9997185
42.41879984	0.9251495	0.0332948	0.0213894	0.0201662	1	0.8515476	0.0503337	0.0503337	0.0474553	0.9996703
42.13002245	0.9177051	0.0378274	0.0243013	0.0201662	1	0.8389041	0.0567938	0.0567938	0.0471299	0.9996217
41.8493292	0.9103706	0.0422931	0.0271701	0.0201662	1	0.8266143	0.0630724	0.0630724	0.0468136	0.9995727
42.13853829	0.9179261	0.0376929	0.0242148	0.0201662	1	0.839275	0.0566032	0.0566032	0.0471394	0.9996208
41.85760932	0.9105884	0.0421605	0.0270849	0.0201662	1	0.8269748	0.062887	0.062887	0.0468229	0.9995718
41.58441579	0.9033576	0.046563	0.0299132	0.0201662	1	0.8150131	0.0689971	0.0689971	0.046515	0.9995223
41.31861992	0.8962309	0.0509021	0.0327008	0.0201662	1	0.8033749	0.074941	0.074941	0.0462153	0.9994723
41.59226511	0.9035667	0.0464357	0.0298314	0.0201662	1	0.8153549	0.0688214	0.0688214	0.0465237	0.9995214
41.32625904	0.896437	0.0507766	0.0326201	0.0201662	1	0.8037075	0.07477	0.07477	0.0462238	0.9994714
41.06734204	0.8894086	0.0550559	0.0353693	0.0201662	1	0.7923703	0.0805594	0.0805594	0.0459319	0.999421
40.81521477	0.8824788	0.0592752	0.0380798	0.0201662	1	0.7813301	0.0861962	0.0861962	0.0456476	0.9993702
41.07459771	0.8896608	0.0549353	0.0352917	0.0201662	1	0.7926862	0.080397	0.080397	0.04594	0.9994201
40.82228225	0.8826743	0.0591562	0.0380034	0.0201662	1	0.7816378	0.086038	0.086038	0.0456555	0.9993693
40.5764823	0.8758378	0.0633186	0.0406774	0.0201662	1	0.7708744	0.0915327	0.0915327	0.0453782	0.9993181
40.33693152	0.8690951	0.0674239	0.0433148	0.0201662	1	0.7603844	0.096887	0.096887	0.045108	0.9992664
40.58320712	0.876026	0.063204	0.0406038	0.0201662	1	0.7711671	0.0913822	0.0913822	0.0453857	0.9993172
40.34348722	0.8692807	0.0673109	0.0432422	0.0201662	1	0.7606697	0.0967402	0.0967402	0.0451153	0.9992655
40.1097719	0.8626267	0.0713623	0.0458448	0.0201662	1	0.7504351	0.1019634	0.1019634	0.0448516	0.9992134
39.9818722	0.8560618	0.0753594	0.0484127	0.0201662	1	0.7404527	0.1070569	0.1070569	0.0445944	0.9991609
					1	0.750707	0.1018235	0.1018235	0.0448586	0.9992126

39.88791916	0.8562383	0.0752519	0.0483436	0.0201662	1	0.740718	0.1069205	0.1069205	0.0446011	0.9991601
39.66536579	0.8497579	0.0791975	0.0508784	0.0201662	1	0.7309717	0.1118928	0.1118928	0.0443499	0.9991071
39.44814702	0.8433624	0.0830914	0.05338	0.0201662	1	0.7214587	0.1167452	0.1167452	0.0441047	0.9990538
39.67118507	0.8499283	0.0790937	0.0508117	0.0201662	1	0.7312249	0.1117625	0.1117625	0.0443564	0.9991063
39.45382829	0.8435306	0.0829891	0.0533142	0.0201662	1	0.7217059	0.116618	0.116618	0.044111	0.999053
39.24160941	0.8372157	0.0868339	0.0557842	0.0201662	1	0.7124118	0.121358	0.121358	0.0438714	0.9989993
39.03433368	0.8309817	0.0906295	0.0582226	0.0201662	1	0.7033341	0.1259869	0.1259869	0.0436373	0.9989451
39.24704096	0.8373781	0.086735	0.0557207	0.0201662	1	0.7126481	0.1212365	0.1212365	0.0438774	0.9989985
39.03964308	0.8311421	0.0905319	0.0581599	0.0201662	1	0.7035649	0.1258681	0.1258681	0.0436432	0.9989444
38.83701422	0.8249851	0.0942806	0.0605681	0.0201662	1	0.6946904	0.1303925	0.1303925	0.0434143	0.9988898
38.63898153	0.8189054	0.0979822	0.0629462	0.0201662	1	0.686017	0.1348137	0.1348137	0.0431906	0.9988349
38.84209435	0.8251402	0.0941861	0.0605074	0.0201662	1	0.6949114	0.1302788	0.1302788	0.04342	0.9988891
38.64394763	0.8190586	0.097889	0.0628862	0.0201662	1	0.6862331	0.1347025	0.1347025	0.0431961	0.9988342
38.45023689	0.8130525	0.1015458	0.0652355	0.0201662	1	0.6777488	0.1390265	0.1390265	0.0429772	0.9987789
38.26080578	0.8071203	0.1051577	0.0675558	0.0201662	1	0.6694518	0.1432542	0.1432542	0.0427631	0.9987232
38.45499759	0.8132008	0.1014555	0.0651775	0.0201662	1	0.6779559	0.1389199	0.1389199	0.0429825	0.9987781
38.26546239	0.8072668	0.1050684	0.0674985	0.0201662	1	0.6696543	0.14315	0.14315	0.0427682	0.9987225
38.08006164	0.8014051	0.1086374	0.0697913	0.0201662	1	0.6615337	0.147287	0.147287	0.0425586	0.9986664
37.89865352	0.7956141	0.1121633	0.0720564	0.0201662	1	0.6535879	0.1513343	0.1513343	0.0423535	0.9986101
38.08453119	0.8015471	0.1085509	0.0697358	0.0201662	1	0.6617281	0.147187	0.147187	0.0425636	0.9986657
37.90302781	0.7957544	0.1120779	0.0720015	0.0201662	1	0.6537781	0.1512364	0.1512364	0.0423583	0.9986093
37.72538513	0.790031	0.1155626	0.0742402	0.0201662	1	0.645997	0.1551991	0.1551991	0.0421574	0.9985526
37.55147416	0.7843753	0.1190061	0.0764524	0.0201662	1	0.6383792	0.1590777	0.1590777	0.0419607	0.9984954
37.72958862	0.790167	0.1154798	0.074187	0.0201662	1	0.6461798	0.155105	0.155105	0.0421621	0.9985518
37.55559026	0.7845097	0.1189242	0.0763998	0.0201662	1	0.6385582	0.1589856	0.1589856	0.0419653	0.9984947
37.38520341	0.7789189	0.1223283	0.0785866	0.0201662	1	0.6310947	0.162785	0.162785	0.0417725	0.9984372
37.2183105	0.773393	0.1256927	0.0807481	0.0201662	1	0.6237841	0.1665059	0.1665059	0.0415836	0.9983794
37.3891632	0.7790494	0.1222488	0.0785356	0.0201662	1	0.6312668	0.1626964	0.1626964	0.0417769	0.9984365
37.22218991	0.773522	0.1256142	0.0806976	0.0201662	1	0.6239527	0.166419	0.166419	0.0415879	0.9983787
37.0586008	0.7680584	0.1289407	0.0828347	0.0201662	1	0.6167868	0.1700655	0.1700655	0.0414027	0.9983205
36.89828839	0.7626572	0.1322293	0.0849473	0.0201662	1	0.6097642	0.1736383	0.1736383	0.0412212	0.998262
37.06233681	0.7681837	0.1288644	0.0827856	0.0201662	1	0.6169491	0.1699819	0.1699819	0.0414068	0.9983198
36.90195033	0.7627811	0.1321539	0.0848988	0.0201662	1	0.6099233	0.1735564	0.1735564	0.0412252	0.9982613
36.7447401	0.7574397	0.135406	0.0869881	0.0201662	1	0.6030366	0.1770593	0.1770593	0.0410472	0.9982024
36.59060768	0.7521583	0.1386216	0.0890539	0.0201662	1	0.5962845	0.1804931	0.1804931	0.0408726	0.9981432
					1	0.60319	0.1769803	0.1769803	0.0410511	0.9982017

23.39984722	0.0424083	0.5707572	0.3666683	0.0201662	1	0.0202605	0.4478538	0.4478538	0.0246313	0.9405995
23.39772458	0.0422297	0.570866	0.3667381	0.0201662	1	0.0201709	0.4478451	0.4478451	0.0246261	0.9404872
23.3956117	0.0420519	0.5709742	0.3668077	0.0201662	1	0.0200818	0.4478361	0.4478361	0.024621	0.9403749
23.39350854	0.0418748	0.571082	0.3668769	0.0201662	1	0.0199931	0.4478269	0.4478269	0.0246158	0.9402627
23.39563038	0.0420535	0.5709733	0.3668071	0.0201662	1	0.0200826	0.4478357	0.4478357	0.024621	0.9403749
23.39352714	0.0418764	0.5710811	0.3668763	0.0201662	1	0.0199938	0.4478265	0.4478265	0.0246158	0.9402626
23.39143356	0.0417002	0.5711884	0.3669453	0.0201662	1	0.0199055	0.447817	0.447817	0.0246107	0.9401503
23.3893496	0.0415247	0.5712952	0.3670139	0.0201662	1	0.0198176	0.4478074	0.4478074	0.0246055	0.940038
23.39145206	0.0417017	0.5711874	0.3669447	0.0201662	1	0.0199063	0.4478166	0.4478166	0.0246107	0.9401502
23.38936802	0.0415262	0.5712943	0.3670133	0.0201662	1	0.0198184	0.447807	0.447807	0.0246056	0.9400379
23.38729354	0.0413515	0.5714007	0.3670816	0.0201662	1	0.0197309	0.4477971	0.4477971	0.0246004	0.9399255
23.38522859	0.0411776	0.5715066	0.3671497	0.0201662	1	0.0196438	0.447787	0.447787	0.0245953	0.9398131
23.38731187	0.0413531	0.5713997	0.367081	0.0201662	1	0.0197316	0.4477967	0.4477967	0.0246005	0.9399255
23.38524683	0.0411791	0.5715056	0.3671491	0.0201662	1	0.0196446	0.4477866	0.4477866	0.0245953	0.9398131
23.38319127	0.0410059	0.5716111	0.3672168	0.0201662	1	0.0195579	0.4477763	0.4477763	0.0245902	0.9397007
23.38114514	0.0408335	0.571716	0.3672842	0.0201662	1	0.0194716	0.4477657	0.4477657	0.0245851	0.9395882
23.38320942	0.0410074	0.5716101	0.3672162	0.0201662	1	0.0195586	0.4477759	0.4477759	0.0245903	0.9397006
23.38116921	0.040835	0.5717151	0.3672837	0.0201662	1	0.0194723	0.4477653	0.4477653	0.0245852	0.9395882
23.37912638	0.0406634	0.5718196	0.3673508	0.0201662	1	0.0193865	0.4477546	0.4477546	0.0245801	0.9394757
23.37709887	0.0404925	0.5719237	0.3674176	0.0201662	1	0.019301	0.4477436	0.4477436	0.024575	0.9393632
23.37914435	0.0406649	0.5718187	0.3673502	0.0201662	1	0.0193872	0.4477542	0.4477542	0.0245801	0.9394757
23.37711677	0.040494	0.5719228	0.3674171	0.0201662	1	0.0193017	0.4477432	0.4477432	0.024575	0.9393632
23.37509847	0.0403238	0.5720264	0.3674836	0.0201662	1	0.0192167	0.447732	0.447732	0.02457	0.9392507
23.37308942	0.0401544	0.5721295	0.3675499	0.0201662	1	0.019132	0.4477206	0.4477206	0.0245649	0.9391381
23.37511627	0.0403253	0.5720255	0.367483	0.0201662	1	0.0192174	0.4477316	0.4477316	0.02457	0.9392506
23.37310714	0.0401559	0.5721286	0.3675493	0.0201662	1	0.0191327	0.4477202	0.4477202	0.0245649	0.9391381
23.3711072	0.0399872	0.5722313	0.3676153	0.0201662	1	0.0190484	0.4477086	0.4477086	0.0245599	0.9390255
23.3691164	0.0398193	0.5723336	0.3676809	0.0201662	1	0.0189646	0.4476967	0.4476967	0.0245548	0.9389129
23.37112483	0.0399887	0.5722304	0.3676147	0.0201662	1	0.0190492	0.4477082	0.4477082	0.0245599	0.9390254
23.36913395	0.0398208	0.5723327	0.3676804	0.0201662	1	0.0189653	0.4476964	0.4476964	0.0245549	0.9389129
23.36715219	0.0396536	0.5724344	0.3677458	0.0201662	1	0.0188818	0.4476843	0.4476843	0.0245498	0.9388002
23.36517948	0.0394871	0.5725358	0.3678109	0.0201662	1	0.0187987	0.447672	0.447672	0.0245448	0.9386876
23.36716965	0.039655	0.5724336	0.3677452	0.0201662	1	0.0188825	0.4476839	0.4476839	0.0245498	0.9388002
23.36519686	0.0394886	0.5725349	0.3678103	0.0201662	1	0.0187994	0.4476717	0.4476717	0.0245448	0.9386875
23.36323308	0.0393228	0.5726358	0.3678751	0.0201662	1	0.0187167	0.4476592	0.4476592	0.0245398	0.9385749
						0.0186343	0.4476465	0.4476465	0.0245348	0.9384622

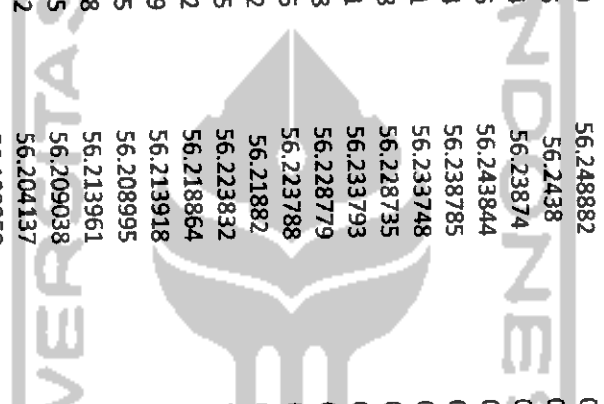
KAPASITAS PANAS (CP) KJ/KMOL K

VISKOSITAS GAS(μ), Kg/m Jam

Suhu Gas TG	Komponen			CP campuran	Komponen				
	C2H5OH	C2H4	H2O		C2H5OH	C2H4	H2O	H2O,awal	μ campuran
658.2419	113.1710812	74.69758999	36.961842	107.5139	0.0664478	0.0728212	0.0858746	0.0858746	0.0674189
658.38361	113.1870055	74.70896545	36.963544	106.65849	0.0664605	0.0728334	0.0858954	0.0858954	0.0676303
658.52291	113.2026574	74.72014637	36.965218	105.83023	0.066473	0.0728454	0.0859159	0.0859159	0.0678352
658.65989	113.2180455	74.73113902	36.966865	105.02774	0.0664852	0.0728572	0.085936	0.085936	0.0680341
658.51823	113.2021319	74.71977101	36.965162	105.85681	0.0664725	0.072845	0.0859152	0.0859152	0.0678286
658.65529	113.2175285	74.73076968	36.966809	105.0535	0.0664848	0.0728568	0.0859353	0.0859353	0.0680277
658.79009	113.2326693	74.7415858	36.96843	104.27473	0.0664969	0.0728685	0.0859551	0.0859551	0.0682209
658.9227	113.2475624	74.75222501	36.970024	103.5193	0.0665088	0.0728799	0.0859745	0.0859745	0.0684086
658.78569	113.2321757	74.7412332	36.968377	104.29899	0.0664965	0.0728681	0.0859544	0.0859544	0.0682149
658.91837	113.2470765	74.75187791	36.969972	103.54284	0.0665084	0.0728795	0.0859739	0.0859739	0.0684028
659.04893	113.2617367	74.76235091	36.971541	102.80896	0.0665201	0.0728908	0.0859931	0.0859931	0.0685854
659.17744	113.2761636	74.77265732	36.973086	102.09629	0.0665316	0.0729018	0.0860119	0.0860119	0.0687629
659.04479	113.261272	74.76201894	36.971491	102.83118	0.0665197	0.0728904	0.0859924	0.0859924	0.0685798
659.17336	113.2757059	74.77233038	36.973087	102.11788	0.0665312	0.0729015	0.0860113	0.0860113	0.0687575
659.29992	113.2899131	74.78247997	36.974559	101.42485	0.0665426	0.0729124	0.0860299	0.0860299	0.0689304
659.42454	113.3039001	74.79247235	36.976057	100.75118	0.0665537	0.0729231	0.0860482	0.0860482	0.0690987
659.29602	113.2894747	74.78216676	36.974512	101.44527	0.0665422	0.072912	0.0860293	0.0860293	0.0689253
659.54209	113.3034682	74.79216376	36.976011	100.77104	0.0665534	0.0729228	0.0860476	0.0860476	0.0690937
659.54348	113.3172475	74.80200788	36.977488	100.11533	0.0665644	0.0729333	0.0860656	0.0860656	0.0692577
659.66443	113.3308187	74.81170337	36.978942	99.477338	0.0665752	0.0729438	0.0860834	0.0860834	0.0694175
659.53979	113.3168331	74.80171118	36.977443	100.13416	0.066564	0.072933	0.0860651	0.0860651	0.069253
659.66079	113.3304102	74.81141154	36.978899	99.495661	0.0665749	0.0729434	0.0860828	0.0860828	0.0694129
659.78001	113.3437847	74.82096661	36.980333	98.874141	0.0665855	0.0729537	0.0861003	0.0861003	0.0695687
659.89748	113.356962	74.83038089	36.981746	98.268884	0.0665961	0.0729638	0.0861176	0.0861176	0.0697207
659.77651	113.3433922	74.8206862	36.98029	98.891546	0.0665852	0.0729534	0.0860998	0.0860998	0.0695644
659.89403	113.356575	74.83010441	36.981704	98.285837	0.0665957	0.0729635	0.0861171	0.0861171	0.0697164
660.00985	113.3695657	74.83938548	36.983098	97.695734	0.0666061	0.0729735	0.0861341	0.0861341	0.0698648
660.12403	113.3823694	74.84853297	36.984471	97.120598	0.0666163	0.0729833	0.0861508	0.0861508	0.0700095
660.00653	113.3691934	74.83911946	36.983058	97.711866	0.0666058	0.0729732	0.0861336	0.0861336	0.0698607
660.12075	113.3820021	74.8482706	36.984432	97.136326	0.066616	0.072983	0.0861503	0.0861503	0.0700055
660.23336	113.3946285	74.8572915	36.985787	96.575168	0.0666261	0.0729927	0.0861669	0.0861669	0.0701469
~ ~ ~ ~ ~	113.4070771	74.86618548	36.987123	96.027824	0.0666361	0.0730023	0.0861832	0.0861832	0.070285
~ ~ ~ ~ ~	~ ~ ~ ~ ~	~ ~ ~ ~ ~	~ ~ ~ ~ ~	~ ~ ~ ~ ~	0.0666458	0.0729925	0.0861664	0.0861664	0.0701431

660.34128	113.406728	74.86593609	36.987085	96.042449	0.0666358	0.073002	0.0861827	0.0861827	0.0702813
660.45083	113.4190079	74.8747096	36.988403	95.508029	0.0666456	0.0730114	0.0861988	0.0861988	0.0704163
660.55888	113.4311186	74.8833623	36.989704	94.986388	0.0666553	0.0730207	0.0862146	0.0862146	0.0705482
660.44782	113.4186712	74.87446907	36.988367	95.521992	0.0666453	0.0730112	0.0861983	0.0861983	0.0704128
660.55591	113.4307863	74.88312492	36.989668	95.000021	0.066655	0.0730205	0.0862142	0.0862142	0.0705447
660.66254	113.4427362	74.89166282	36.990951	94.490358	0.0666645	0.0730296	0.0862298	0.0862298	0.0706738
660.76774	113.4545249	74.90008561	36.992218	93.992545	0.066674	0.0730387	0.0862453	0.0862453	0.0708
660.65968	113.4424154	74.89143361	36.990917	94.503392	0.0666643	0.0730294	0.0862294	0.0862294	0.0706705
660.76492	113.4542082	74.89985932	36.992184	94.005279	0.0666737	0.0730385	0.0862449	0.0862449	0.0707967
660.86876	113.4658435	74.90817256	36.993434	93.518592	0.066683	0.0730474	0.0862601	0.0862601	0.0709202
660.97125	113.4773249	74.91637594	36.994668	93.042918	0.0666922	0.0730562	0.0862751	0.0862751	0.0710411
660.86603	113.4655374	74.90795385	36.993401	93.530784	0.0666828	0.0730471	0.0862597	0.0862597	0.0709171
660.96855	113.4770226	74.91615996	36.994635	93.054836	0.0666919	0.073056	0.0862747	0.0862747	0.071038
661.06974	113.4883575	74.92425868	36.995853	92.589517	0.066701	0.0730647	0.0862896	0.0862896	0.0711563
661.16963	113.4995453	74.93225243	36.997056	92.134452	0.0667099	0.0730733	0.0863042	0.0863042	0.0712722
661.06713	113.488065	74.92404973	36.995822	92.600943	0.0667008	0.0730644	0.0862892	0.0862892	0.0711534
661.16705	113.4992565	74.93204604	36.997025	92.145629	0.0667097	0.073073	0.0863039	0.0863039	0.0712693
661.2657	113.5103041	74.93993968	36.998213	91.700222	0.0667185	0.0730815	0.0863183	0.0863183	0.0713829
661.3631	113.5212112	74.947773292	36.999386	91.264383	0.0667272	0.0730899	0.0863326	0.0863326	0.0714941
661.2632	113.5100244	74.939773981	36.998183	91.710951	0.0667183	0.0730813	0.086318	0.086318	0.0713801
661.36064	113.5209348	74.94753545	36.999356	91.274883	0.066727	0.0730897	0.0863323	0.0863323	0.0714914
661.45685	113.5317076	74.95523283	37.000515	90.848068	0.0667356	0.0730979	0.0863464	0.0863464	0.0716004
661.55188	113.5423458	74.96283404	37.001659	90.430195	0.0667441	0.0731061	0.0863603	0.0863603	0.0717073
661.45446	113.5314398	74.95504143	37.000486	90.858158	0.0667354	0.0730977	0.086346	0.086346	0.0715978
661.54951	113.5420811	74.96264491	37.001631	90.440077	0.0667439	0.0731059	0.08636	0.08636	0.0717047
661.6434	113.5525906	74.97015424	37.002761	90.03065	0.0667523	0.073114	0.0863738	0.0863738	0.0718095
661.73614	113.562971	74.97757139	37.003878	89.629597	0.0667606	0.0731219	0.0863874	0.0863874	0.0719123
661.6411	113.5523338	74.96997078	37.002734	90.040156	0.0667521	0.0731138	0.0863734	0.0863734	0.0718071
661.73387	113.5627172	74.97739006	37.003851	89.638911	0.0667604	0.0731217	0.086387	0.086387	0.0719099
661.82552	113.5729742	74.98471903	37.004955	89.245777	0.0667686	0.0731296	0.0864005	0.0864005	0.0720107
661.91608	113.5831073	74.99195956	37.006046	88.860497	0.0667767	0.0731374	0.0864138	0.0864138	0.0721097
661.82332	113.5727278	74.98454299	37.004929	89.254747	0.0667684	0.0731294	0.0864002	0.0864002	0.0720084
661.9139	113.5828637	74.99178552	37.00602	88.869289	0.0667765	0.0731372	0.0864134	0.0864134	0.0721074
662.0034	113.5928782	74.99894136	37.007098	88.491445	0.0667845	0.0731449	0.0864266	0.0864266	0.0722045
662.09185	113.6027738	75.00601225	37.008164	88.120978	0.0667925	0.0731525	0.0864396	0.0864396	0.0722998
				88.746034	0.0667844	0.0731447	0.0864263	0.0864263	0.0722023

672.82422	114.7957183	75.85872716	37.13795	56.274553	0.0677508	0.0740697	0.0880135	0.0880135	0.0809379
672.82572	114.7958836	75.8588453	37.137968	56.269354	0.0677509	0.0740698	0.0880137	0.0880137	0.0809393
672.82721	114.7960477	75.85896265	37.137986	56.264178	0.067751	0.0740699	0.0880139	0.0880139	0.0809407
672.82868	114.7962107	75.8590792	37.138004	56.259026	0.0677512	0.0740701	0.0880142	0.0880142	0.080942
672.82719	114.7960455	75.85896106	37.137986	56.264224	0.067751	0.0740699	0.0880139	0.0880139	0.0809406
672.82866	114.7962085	75.85907762	37.138004	56.259071	0.0677512	0.0740701	0.0880142	0.0880142	0.080942
672.83013	114.7963704	75.85919339	37.138022	56.253942	0.0677513	0.0740702	0.0880144	0.0880144	0.0809434
672.83159	114.7965312	75.85930838	37.138039	56.248837	0.0677514	0.0740703	0.0880146	0.0880146	0.0809434
672.83011	114.7963682	75.85919183	37.138021	56.253987	0.0677514	0.0740703	0.0880146	0.0880146	0.0809447
672.83157	114.796529	75.85930682	37.138039	56.248882	0.0677514	0.0740703	0.0880146	0.0880146	0.0809447
672.83301	114.7966888	75.85942104	37.138056	56.2438	0.0677516	0.0740704	0.0880148	0.0880148	0.0809461
672.83445	114.7968474	75.85953448	37.138074	56.23874	0.0677517	0.0740706	0.088015	0.088015	0.0809474
672.83299	114.7966866	75.85941949	37.138056	56.243844	0.0677516	0.0740704	0.0880148	0.0880148	0.0809461
672.83443	114.7968453	75.85953294	37.138074	56.238785	0.0677517	0.0740706	0.088015	0.088015	0.0809474
672.83586	114.7970029	75.85964562	37.138091	56.233748	0.0677518	0.0740707	0.0880152	0.0880152	0.0809488
672.83584	114.7971594	75.85975754	37.138108	56.228735	0.0677519	0.0740708	0.0880154	0.0880154	0.0809501
672.83727	114.7971594	75.85975754	37.138108	56.228779	0.0677519	0.0740708	0.0880154	0.0880154	0.0809501
672.83584	114.7970007	75.85964409	37.138091	56.233793	0.0677518	0.0740707	0.0880152	0.0880152	0.0809488
672.83726	114.7971573	75.85975601	37.138108	56.228779	0.0677519	0.0740708	0.0880154	0.0880154	0.0809501
672.83866	114.7973127	75.85986717	37.138125	56.223788	0.0677521	0.0740709	0.0880156	0.0880156	0.0809514
672.84006	114.7974672	75.85997758	37.138142	56.21882	0.0677522	0.074071	0.0880158	0.0880158	0.0809527
672.83864	114.7973106	75.85986566	37.138125	56.223832	0.0677521	0.0740709	0.0880156	0.0880156	0.0809514
672.84004	114.7974651	75.85997608	37.138142	56.218864	0.0677522	0.074071	0.0880158	0.0880158	0.0809527
672.84143	114.7976184	75.86008574	37.138159	56.213918	0.0677523	0.0740711	0.088016	0.088016	0.0809541
672.84281	114.7977708	75.86019466	37.138175	56.208995	0.0677523	0.0740713	0.0880162	0.0880162	0.0809554
672.84141	114.7976163	75.86008425	37.138158	56.213961	0.0677523	0.0740711	0.088016	0.088016	0.0809541
672.84279	114.7977687	75.86019317	37.138175	56.209038	0.0677524	0.0740713	0.0880162	0.0880162	0.0809553
672.84416	114.79792	75.86030135	37.138192	56.204137	0.0677525	0.0740714	0.0880164	0.0880164	0.0809567
672.84452	114.7980703	75.8604088	37.138208	56.199258	0.0677527	0.0740715	0.0880166	0.0880166	0.0809579
672.84414	114.7979179	75.86029988	37.138192	56.20418	0.0677525	0.0740714	0.0880164	0.0880164	0.0809566
672.84455	114.7980682	75.86040733	37.138208	56.199301	0.0677525	0.0740714	0.0880164	0.0880164	0.0809566
672.84686	114.7982175	75.86051405	37.138225	56.194444	0.0677527	0.0740715	0.0880166	0.0880166	0.0809579
672.84882	114.7983657	75.86062004	37.138241	56.18961	0.0677528	0.0740716	0.0880168	0.0880168	0.0809592
672.84684	114.7982154	75.86051259	37.138224	56.194487	0.0677529	0.0740717	0.088017	0.088017	0.0809605
672.84818	114.7983637	75.86061859	37.138241	56.189652	0.0677528	0.0740716	0.0880168	0.0880168	0.0809592
672.84818	114.7983637	75.86061859	37.138241	56.189652	0.067753	0.0740718	0.0880172	0.0880172	0.0809618
672.84818	114.7983637	75.86061859	37.138241	56.189652	0.067753	0.0740718	0.0880172	0.0880172	0.0809618
672.84818	114.7983637	75.86061859	37.138241	56.189652	0.0677531	0.0740719	0.0880174	0.0880174	0.0809631



KJ/jam.m2.k	del H reaktan	del H product	H2O	del H reaktan	del H product	del H reaktan	del H product	Panas Reaksi
UD	C2H5OH	C2H4		j/mol				
140.149233	32615.31136	21399.65	12641.76206	32615.31136	33981.41029	32615.31136	33981.41029	1895.008927
140.149233	32631.34952	21350.23	12646.99999	32631.34952	33997.23404	32631.34952	33997.23404	1894.794516
140.149233	32647.11805	21360.64	12652.14919	32647.11805	34012.7914	32647.11805	34012.7914	1894.583345
140.149233	32662.62552	21370.88	12657.21277	32662.62552	34028.09084	32662.62552	34028.09084	1894.375319
140.149233	32646.5886	21360.29	12651.97631	32646.5886	34012.26905	32646.5886	34012.26905	1894.590441
140.149233	32662.10442	21370.53	12657.04263	32662.10442	34027.57673	32662.10442	34027.57673	1894.382315
140.149233	32677.36705	21380.61	12662.02583	32677.36705	34042.6343	32677.36705	34042.6343	1894.177245
140.149233	32692.38426	21390.52	12666.92846	32692.38426	34057.44941	32692.38426	34057.44941	1893.975144
140.149233	32676.86944	21380.28	12661.86337	32676.86944	34042.14338	32676.86944	34042.14338	1894.183936
140.149233	32691.89426	21390.2	12666.7685	32691.89426	34056.966	32691.89426	34056.966	1893.981743
140.149233	32706.6808	21399.96	12671.59541	32706.6808	34071.55324	32706.6808	34071.55324	1893.782438
140.149233	32721.23609	21409.57	12676.34643	32721.23609	34085.91203	32721.23609	34085.91203	1893.585941
140.149233	32706.21204	21399.65	12671.4424	32706.21204	34071.09081	32706.21204	34071.09081	1893.788761
140.149233	32720.7743	21409.26	12676.1957	32720.7743	34085.45648	32720.7743	34085.45648	1893.59218
140.149233	32735.11181	21418.72	12680.87525	32735.11181	34099.60015	32735.11181	34099.60015	1893.398334
140.149233	32749.23098	21428.04	12685.48315	32749.23098	34113.52813	32749.23098	34113.52813	1893.207151
140.149233	32734.66932	21418.43	12680.73083	32734.66932	34099.16364	32734.66932	34099.16364	1893.404321
140.149233	32748.79489	21427.76	12685.34083	32748.79489	34113.09795	32748.79489	34113.09795	1893.21306
140.149233	32762.70804	21436.94	12689.88113	32762.70804	34126.82244	32762.70804	34126.82244	1893.024393
140.149233	32776.41464	21445.99	12694.35367	32776.41464	34140.34289	32776.41464	34140.34289	1892.838255
140.149233	32762.28952	21436.67	12689.74456	32762.28952	34126.4096	32762.28952	34126.4096	1893.030073
140.149233	32776.00202	21445.72	12694.21903	32776.00202	34139.93588	32776.00202	34139.93588	1892.843862
140.149233	32789.51339	21454.64	12698.62752	32789.51339	34153.26351	32789.51339	34153.26351	1892.660119
140.149233	32802.829	21463.43	12702.97179	32802.829	34166.39778	32802.829	34166.39778	1892.47878
140.149233	32789.11683	21454.37	12698.49814	32789.11683	34152.87235	32789.11683	34152.87235	1892.665515
140.149233	32802.43789	21463.17	12702.8442	32802.43789	34166.012	32802.43789	34166.012	1892.48411
140.149233	32815.56818	21471.84	12707.12769	32815.56818	34178.96324	32815.56818	34178.96324	1892.305053
140.149233	32828.51263	21480.38	12711.35023	32828.51263	34191.73092	32828.51263	34191.73092	1892.128288
140.149233	32815.1918	21471.59	12707.00491	32815.1918	34178.59199	32815.1918	34178.59199	1892.310189
140.149233	32828.1413	21480.14	12711.22911	32828.1413	34191.36466	32828.1413	34191.36466	1892.133362
140.149233	32840.90956	21488.56	12715.39387	32840.90956	34203.95833	32840.90956	34203.95833	1891.958774
140.149233	32853.50112	21496.88	12719.50069	32853.50112	34216.37749	32853.50112	34216.37749	1891.786374
.....	32853.50112	32853.50112	34216.37749	32853.50112	34203.60543	1891.96367

140.149233	32853.14801	21496.64	12719.38553	32853.14801	34216.02922	32853.14801	34216.02922	1891.791211
140.149233	32865.57181	21504.85	12723.43734	32865.57181	34228.2827	32865.57181	34228.2827	1891.620891
140.149233	32877.82735	21512.94	12727.434	32877.82735	34240.37001	32877.82735	34240.37001	1891.45266
140.149233	32865.23116	21504.62	12723.32625	32865.23116	34227.94673	32865.23116	34227.94673	1891.625564
140.149233	32877.49108	21512.71	12727.32434	32877.49108	34240.03836	32877.49108	34240.03836	1891.457279
140.149233	32889.58666	21520.7	12731.26856	32889.58666	34251.9677	32889.58666	34251.9677	1891.291039
140.149233	32901.5218	21528.58	12735.16019	32901.5218	34263.7386	32901.5218	34263.7386	1891.126799
140.149233	32889.2619	21520.48	12731.16266	32889.2619	34251.64741	32889.2619	34251.64741	1891.295505
140.149233	32901.20113	21528.37	12735.05563	32901.20113	34263.42234	32901.20113	34263.42234	1891.131215
140.149233	32912.98356	21536.15	12738.89721	32912.98356	34275.04244	32912.98356	34275.04244	1890.968882
140.149233	32924.61281	21543.82	12742.68858	32924.61281	34286.51127	32924.61281	34286.51127	1890.808465
140.149233	32912.67354	21535.94	12738.79613	32912.67354	34274.7367	32912.67354	34274.7367	1890.973156
140.149233	32924.3066	21543.62	12742.58875	32924.3066	34286.20929	32924.3066	34286.20929	1890.812691
140.149233	32935.78987	21551.2	12746.33229	32935.78987	34297.53398	32935.78987	34297.53398	1890.654103
140.149233	32947.1267	21558.69	12750.02784	32947.1267	34308.71406	32947.1267	34308.71406	1890.497352
140.149233	32935.49356	21551.01	12746.23569	32935.49356	34297.24176	32935.49356	34297.24176	1890.658197
140.149233	32946.83397	21558.49	12749.93241	32946.83397	34308.42537	32946.83397	34308.42537	1890.501402
140.149233	32958.03109	21565.89	12753.58219	32958.03109	34319.4675	32958.03109	34319.4675	1890.346408
140.149233	32969.08807	21573.19	12757.18605	32969.08807	34330.09495	32969.08807	34330.09495	1890.193179
140.149233	32957.74755	21565.7	12753.48977	32957.74755	34319.18789	32957.74755	34319.18789	1890.350335
140.149233	32968.80789	21573	12757.09473	32968.80789	34330.37125	32968.80789	34330.37125	1890.197064
140.149233	32979.73102	21580.21	12760.65474	32979.73102	34340.86654	32979.73102	34340.86654	1890.045522
140.149233	32990.51988	21587.33	12764.17077	32990.51988	34351.50555	32990.51988	34351.50555	1889.895676
140.149233	32979.4594	21580.03	12760.56622	32979.4594	34340.59869	32979.4594	34340.59869	1890.049292
140.149233	32990.25141	21587.16	12764.08328	32990.25141	34351.24081	32990.25141	34351.24081	1889.899407
140.149233	33000.9119	21594.2	12767.55727	33000.9119	34361.75308	33000.9119	34361.75308	1889.751186
140.149233	33011.4436	21601.15	12770.98907	33011.4436	34372.13819	33011.4436	34372.13819	1889.604596
140.149233	33000.65142	21594.02	12767.47238	33000.65142	34361.49623	33000.65142	34361.49623	1889.754809
140.149233	33011.18609	21600.98	12770.90516	33011.18609	34371.88427	33011.18609	34371.88427	1889.608182
140.149233	33021.59456	21607.85	12774.29661	33021.59456	34382.14772	33021.59456	34382.14772	1889.463157
140.149233	33031.87939	21614.64	12777.64756	33031.87939	34392.28909	33031.87939	34392.28909	1889.319703
140.149233	33021.34453	21607.69	12774.21514	33021.34453	34381.90117	33021.34453	34381.90117	1889.466642
140.149233	33031.63215	21614.48	12777.56701	33031.63215	34392.04531	33031.63215	34392.04531	1889.323153
140.149233	33041.79856	21621.19	12780.8792	33041.79856	34402.06977	33041.79856	34402.06977	1889.181206
140.149233	33051.84616	21627.82	12784.15248	33051.84616	34411.97693	33051.84616	34411.97693	1889.040774
140.149233				33051.84616	34401.83289	33041.55833	34401.83289	1889.184562

140.149233	34277.48894	22437.4	13182.03352	34277.48894	35619.43574	34277.48894	35619.43574	1870.856791
140.149233	34277.66071	22437.52	13182.08909	34277.66071	35619.60481	34277.66071	35619.60481	1870.854099
140.149233	34277.83132	22437.63	13182.14428	34277.83132	35619.77274	34277.83132	35619.77274	1870.851426
140.149233	34278.00077	22437.74	13182.1991	34278.00077	35619.93954	34278.00077	35619.93954	1870.84877
140.149233	34277.82901	22437.63	13182.14353	34277.82901	35619.77047	34277.82901	35619.77047	1870.851462
140.149233	34277.99847	22437.74	13182.19836	34277.99847	35619.93728	34277.99847	35619.93728	1870.848806
140.149233	34278.16679	22437.85	13182.25281	34278.16679	35620.10296	34278.16679	35620.10296	1870.846168
140.149233	34278.33397	22437.96	13182.30689	34278.33397	35620.26752	34278.33397	35620.26752	1870.843548
140.149233	34278.16451	22437.85	13182.25207	34278.16451	35620.10071	34278.16451	35620.10071	1870.846204
140.149233	34278.3317	22437.96	13182.30616	34278.3317	35620.26528	34278.3317	35620.26528	1870.843583
140.149233	34278.49776	22438.07	13182.35988	34278.49776	35620.42874	34278.49776	35620.42874	1870.840981
140.149233	34278.66269	22438.18	13182.41324	34278.66269	35620.59109	34278.66269	35620.59109	1870.838396
140.149233	34278.49551	22438.07	13182.35915	34278.49551	35620.42652	34278.49551	35620.42652	1870.841016
140.149233	34278.66045	22438.18	13182.41251	34278.66045	35620.58888	34278.66045	35620.58888	1870.838431
140.149233	34278.82427	22438.28	13182.46551	34278.82427	35620.75014	34278.82427	35620.75014	1870.835863
140.149233	34278.98699	22438.39	13182.51815	34278.98699	35620.9103	34278.98699	35620.9103	1870.833313
140.149233	34278.82205	22438.28	13182.46479	34278.82205	35620.74795	34278.82205	35620.74795	1870.835898
140.149233	34278.98477	22438.39	13182.51744	34278.98477	35620.90812	34278.98477	35620.90812	1870.833348
140.149233	34279.14639	22438.5	13182.56972	34279.14639	35621.06721	34279.14639	35621.06721	1870.830815
140.149233	34279.30691	22438.6	13182.62165	34279.30691	35621.22521	34279.30691	35621.22521	1870.828299
140.149233	34279.14419	22438.5	13182.56901	34279.14419	35621.06504	34279.14419	35621.06504	1870.830849
140.149233	34279.30472	22438.6	13182.62094	34279.30472	35621.22306	34279.30472	35621.22306	1870.828333
140.149233	34279.46416	22438.71	13182.67252	34279.46416	35621.38	34279.46416	35621.38	1870.825834
140.149233	34279.62252	22438.81	13182.72375	34279.62252	35621.53587	34279.62252	35621.53587	1870.823352
140.149233	34279.46199	22438.71	13182.67182	34279.46199	35621.37786	34279.46199	35621.37786	1870.825868
140.149233	34279.62036	22438.81	13182.72305	34279.62036	35621.53374	34279.62036	35621.53374	1870.823386
140.149233	34279.77764	22438.91	13182.77394	34279.77764	35621.68856	34279.77764	35621.68856	1870.82092
140.149233	34279.93386	22439.02	13182.82448	34279.93386	35621.84233	34279.93386	35621.84233	1870.818471
140.149233	34279.7755	22438.91	13182.77324	34279.7755	35621.68645	34279.7755	35621.68645	1870.820954
140.149233	34279.93173	22439.02	13182.82378	34279.93173	35621.84023	34279.93173	35621.84023	1870.818505
140.149233	34280.08689	22439.12	13182.87398	34280.08689	35621.99296	34280.08689	35621.99296	1870.816073
140.149233	34280.24099	22439.22	13182.92383	34280.24099	35622.14465	34280.24099	35622.14465	1870.813657
140.149233	34280.08477	22439.12	13182.8733	34280.08477	35621.99087	34280.08477	35621.99087	1870.816106
140.149233	34280.23888	22439.22	13182.92315	34280.23888	35622.14257	34280.23888	35622.14257	1870.81369
140.149233	34280.39194	22439.32	13182.97267	34280.39194	35622.29323	34280.39194	35622.29323	1870.811291
140.149233	34280.39194	22439.32	13182.97267	34280.39194	35622.44286	34280.39194	35622.44286	1870.808908

kg/m ³ /kg/jam	kmol/m ³	ra = k*Ca	Kg/m ³	Kg/cm ² .jam	Rk	dx/dz	dt/dz	dt _s /dz	dp/dz
Harga k	CA	Kec. Reaksi	Densitas Gas	G		m ⁻¹	K/m	K/m	atm/m
						F1	F2	F3	F4
3.863067414	0.017588467	0.067945436	0.826947471	9.719674862	1147.8093	1.6942158	28.341217	-0.0041506	-0.0090361
3.864252112	0.01714923	0.066268947	0.820132013	9.719674862	1151.3546	1.6665301	27.860861	-0.0041416	-0.0091394
3.865416588	0.016726513	0.064654939	0.813532444	9.719674862	1154.7924	1.6397212	27.395849	-0.0041326	-0.009241
3.866561489	0.016319428	0.063100072	0.807137837	9.719674862	1158.1279	1.6137448	26.945404	-0.0041238	-0.0093411
3.865377494	0.016774001	0.064706458	0.813742554	9.719674862	1154.6817	1.6405779	27.410718	-0.0041329	-0.0092377
3.866523022	0.016332431	0.063149721	0.807341458	9.719674862	1158.0204	1.6145751	26.959811	-0.0041241	-0.0093379
3.867649572	0.015939686	0.061649118	0.801135474	9.719674862	1161.2617	1.5893649	26.522771	-0.0041155	-0.0094366
3.868757729	0.015561005	0.060201757	0.795115104	9.719674862	1164.4102	1.5649088	26.098921	-0.004107	-0.0095338
3.867612847	0.015951858	0.060246614	0.801327165	9.719674862	1161.1603	1.5901468	26.536333	-0.0041158	-0.0094335
3.868721575	0.015572745	0.060246614	0.795301089	9.719674862	1164.3116	1.5656675	26.112078	-0.0041073	-0.0095308
3.869812452	0.015207002	0.058848246	0.789452033	9.719674862	1167.3744	1.5419075	25.700402	-0.0040989	-0.0096266
3.870886609	0.01485396	0.057497985	0.783771693	9.719674862	1170.3525	1.5188331	25.300715	-0.0040907	-0.0097211
3.869777874	0.015218019	0.058890353	0.789627543	9.719674862	1167.2812	1.5426236	25.712818	-0.0040992	-0.0096237
3.870851953	0.014864597	0.057538656	0.783942162	9.719674862	1170.2619	1.5195287	25.312772	-0.0040909	-0.0097183
3.871909203	0.01452327	0.056232782	0.778417959	9.719674862	1173.1618	1.4970889	24.92418	-0.0040828	-0.0098115
3.872950108	0.01419345	0.054970525	0.773047644	9.719674862	1175.9843	1.4752746	24.546521	-0.0040748	-0.0099034
3.871876577	0.014533275	0.056271046	0.778579187	9.719674862	1173.0759	1.4977469	24.935583	-0.0040831	-0.0098088
3.872917962	0.014203121	0.055007522	0.773204397	9.719674862	1175.9007	1.4759144	24.557606	-0.0040751	-0.0099007
3.87394345	0.013883943	0.05378561	0.767976852	9.719674862	1178.6515	1.4546805	24.190092	-0.0040672	-0.0099914
3.874953484	0.013575226	0.052603371	0.762890119	9.719674862	1181.3314	1.4340191	23.832582	-0.0040594	-0.0100809
3.873912606	0.013893058	0.053820491	0.768125415	9.719674862	1178.5722	1.4552871	24.200597	-0.0040674	-0.0099888
3.874923082	0.013584045	0.052637128	0.7639034691	9.719674862	1181.2541	1.4346094	23.842804	-0.0040597	-0.0100784
3.875918513	0.013285024	0.051491669	0.758078901	9.719674862	1183.8681	1.4144804	23.494596	-0.004052	-0.0101667
3.876899305	0.012995541	0.050382402	0.753252344	9.719674862	1186.4169	1.394877	23.15557	-0.0040445	-0.0102539
3.8758893	0.013293351	0.051523558	0.758216186	9.719674862	1183.7946	1.4150411	23.504303	-0.0040523	-0.0101642
3.8768705	0.013003605	0.050413291	0.753386056	9.719674862	1186.3451	1.3954231	23.165023	-0.0040447	-0.0102514
3.877837438	0.012722981	0.04933765	0.748679936	9.719674862	1188.8331	1.3763095	22.834552	-0.0040373	-0.0103375
3.878790485	0.012451077	0.048295117	0.744092752	9.719674862	1191.261	1.3576797	22.512531	-0.00403	-0.0104225
3.877809723	0.01273061	0.049366882	0.748807136	9.719674862	1188.7648	1.3768292	22.843544	-0.0040375	-0.0103351
3.878763148	0.012458471	0.048323457	0.744216743	9.719674862	1191.1943	1.3581864	22.521295	-0.0040302	-0.0104201
3.87970303	0.012194683	0.047311747	0.739740628	9.719674862	1193.566	1.3400084	22.207163	-0.004023	-0.0105041
	0.011938888	0.046330402	0.73537426	9.719674862	1195.8821	1.322277	21.900828	-0.0040159	-0.0105869
						1.3404913	22.215514	-0.0040232	-0.0105018

3.880603727	0.011945684	0.046356467	0.735489518	9.719674862	1195.8199	1.3227481	21.908973	-0.0040161	-0.0105847
3.881517879	0.011697343	0.045403446	0.731225833	9.719674862	1198.084	1.3054345	21.609931	-0.004009	-0.0106666
3.882419467	0.011456347	0.044478343	0.727063667	9.719674862	1200.2966	1.288534	21.318099	-0.0040021	-0.0107475
3.881492817	0.011703795	0.045428194	0.731335836	9.719674862	1198.0246	1.3058842	21.617704	-0.0040092	-0.0106645
3.882394732	0.011462609	0.044502372	0.727171051	9.719674862	1200.2385	1.2889731	21.325687	-0.0040023	-0.0107454
3.883284379	0.011228474	0.043603356	0.723104038	9.719674862	1202.4027	1.2724599	21.040613	-0.0039955	-0.0108253
3.884162053	0.011001103	0.042730067	0.719131147	9.719674862	1204.5191	1.2563299	20.762225	-0.0039887	-0.0109043
3.883260495	0.011234427	0.043626205	0.723206679	9.719674862	1202.3471	1.2728797	21.047866	-0.0039956	-0.0108233
3.884138474	0.011006885	0.042752267	0.7192231412	9.719674862	1204.4646	1.25674	20.769308	-0.0039889	-0.0109022
3.885004753	0.010785844	0.041903057	0.715346891	9.719674862	1206.536	1.2409697	20.497196	-0.0039822	-0.0109803
3.885859605	0.010571047	0.041077605	0.711549824	9.719674862	1208.5629	1.2255556	20.231294	-0.0039757	-0.0110574
3.884981962	0.010791349	0.041924197	0.71544286	9.719674862	1206.4839	1.2413623	20.503976	-0.0039824	-0.0109783
3.885837098	0.010576398	0.041098158	0.7111643631	9.719674862	1208.5118	1.2259394	20.237921	-0.0039758	-0.0110555
3.886681063	0.010367452	0.040294979	0.707928806	9.719674862	1210.4967	1.2108601	19.97786	-0.0039694	-0.0111318
3.88751411	0.010164281	0.039513785	0.704295406	9.719674862	1212.44	1.1961125	19.723581	-0.003963	-0.0112072
3.886659288	0.010372552	0.040314577	0.708018712	9.719674862	1210.4477	1.211228	19.984211	-0.0039695	-0.0111299
3.887492601	0.010169241	0.03953285	0.70438334	9.719674862	1212.392	1.1964724	19.729792	-0.0039631	-0.0112053
3.888315233	0.00997149	0.038772298	0.700826628	9.719674862	1214.2962	1.1820371	19.480959	-0.0039568	-0.0112799
3.888294404	0.009977909	0.038032128	0.697345878	9.719674862	1216.1615	1.1679112	19.23752	-0.0039506	-0.0113536
3.889106841	0.0099596327	0.038049845	0.697428453	9.719674862	1216.1163	1.1823825	19.486918	-0.0039507	-0.0113518
3.889909055	0.009413924	0.03732884	0.694019345	9.719674862	1217.9449	1.1544154	19.005	-0.0039445	-0.0114247
3.890701267	0.00960073	0.037345776	0.694098678	9.719674862	1219.7371	1.1408707	18.771689	-0.0039384	-0.0114969
3.889889108	0.009418211	0.036643261	0.690758906	9.719674862	1219.9014	1.1547403	19.010602	-0.0039447	-0.011423
3.890681555	0.009240484	0.035959013	0.687487837	9.719674862	1221.4522	1.1411888	18.777173	-0.0039386	-0.0114952
3.891464206	0.009067376	0.03529238	0.684283233	9.719674862	1223.1759	1.1279174	18.548623	-0.0039326	-0.0115665
3.892237267	0.009244585	0.035974796	0.687562547	9.719674862	1221.4112	1.1149169	18.324792	-0.0039266	-0.0116371
3.891445084	0.009071372	0.03550776	0.684356419	9.719674862	1223.1357	1.1282234	18.553898	-0.0039327	-0.0115649
3.892218367	0.008902617	0.034657732	0.681214666	9.719674862	1224.827	1.1152167	18.329958	-0.0039268	-0.0116354
3.893736939	0.008738166	0.034024121	0.67813524	9.719674862	1226.4863	1.1024723	18.11059	-0.0039209	-0.0117053
3.892963905	0.008906444	0.034672465	0.68128513	9.719674862	1224.7882	1.0899821	17.895646	-0.0039151	-0.0117743
3.893718799	0.008741896	0.034038484	0.678204302	9.719674862	1226.4482	1.1027611	18.115564	-0.003921	-0.0117037
3.894446472	0.008581505	0.033420367	0.675183888	9.719674862	1228.0771	1.0902651	17.900521	-0.0039152	-0.0117728
3.894425128	0.032817573	0.672222015	9.719674862	1229.6758	1.0660045	1.0780155	17.689766	-0.0039095	-0.0118412
					1229.6758	1.0660045	17.483168	-0.0039038	-0.0119088
						1.0782883	17.694465	-0.0039096	-0.0118396

3.984204952	1.5883E-05	6.3281E-05	0.39864343	9.719674862	1374.56	0.0364574	0.2992543	-0.0032153	-0.0224476
3.984217301	1.57461E-05	6.2736E-05	0.398558818	9.719674862	1374.5832	0.0362963	0.2972337	-0.0032152	-0.0224527
3.984229567	1.56105E-05	6.21958E-05	0.398474376	9.719674862	1374.6064	0.0361359	0.2952254	-0.0032151	-0.0224579
3.98424175	1.54761E-05	6.16603E-05	0.398390103	9.719674862	1374.6295	0.0359763	0.2932294	-0.003215	-0.022463
3.984229401	1.56117E-05	6.22005E-05	0.398474684	9.719674862	1374.6062	0.0361373	0.2952429	-0.0032151	-0.0224578
3.984241585	1.54772E-05	6.1665E-05	0.39839041	9.719674862	1374.6293	0.0359776	0.2932467	-0.003215	-0.022463
3.98423686	1.5344E-05	6.11343E-05	0.398306305	9.719674862	1374.6522	0.0358188	0.2912628	-0.0032149	-0.0224681
3.984265705	1.52119E-05	6.06082E-05	0.398222368	9.719674862	1374.6751	0.0356606	0.2892909	-0.0032148	-0.0224732
3.984253522	1.53451E-05	6.11389E-05	0.39830661	9.719674862	1374.652	0.0358201	0.29128	-0.0032149	-0.0224681
3.984265542	1.5213E-05	6.06128E-05	0.398222671	9.719674862	1374.6749	0.0356662	0.289308	-0.0032148	-0.0224732
3.98427748	1.50821E-05	6.00914E-05	0.398138899	9.719674862	1374.6976	0.0355046	0.2873481	-0.0032147	-0.0224783
3.984289338	1.49524E-05	5.95746E-05	0.398055293	9.719674862	1374.7202	0.0353479	0.2854001	-0.0032146	-0.0224834
3.984277318	1.50833E-05	6.00959E-05	0.398139201	9.719674862	1374.6974	0.0355059	0.2873651	-0.0032147	-0.0224783
3.984289177	1.49535E-05	5.9579E-05	0.398055593	9.719674862	1374.72	0.0353492	0.285417	-0.0032146	-0.0224833
3.984300954	1.48249E-05	5.90668E-05	0.39797215	9.719674862	1374.7425	0.0351933	0.2834808	-0.0032145	-0.0224884
3.984312652	1.46974E-05	5.8559E-05	0.397888872	9.719674862	1374.7649	0.0350381	0.2815565	-0.0032145	-0.0224935
3.984300795	1.4826E-05	5.90712E-05	0.397972449	9.719674862	1374.7423	0.0351946	0.2834976	-0.0032146	-0.0224884
3.984312493	1.46985E-05	5.85634E-05	0.397889169	9.719674862	1374.7647	0.0350394	0.2815732	-0.0032145	-0.0224935
3.984324113	1.45721E-05	5.80601E-05	0.397806052	9.719674862	1374.8092	0.0348849	0.2796605	-0.0032144	-0.0224985
3.984335653	1.44469E-05	5.75612E-05	0.397723098	9.719674862	1374.8309	0.0347312	0.2777595	-0.0032143	-0.0225036
3.984323954	1.45732E-05	5.80645E-05	0.397806348	9.719674862	1374.7868	0.0348863	0.279677	-0.0032144	-0.0224985
3.984335496	1.4448E-05	5.75656E-05	0.397723392	9.719674862	1374.809	0.0347325	0.277776	-0.0032143	-0.0225036
3.984346958	1.43238E-05	5.70711E-05	0.397640598	9.719674862	1374.8311	0.0345795	0.2758865	-0.0032142	-0.0225086
3.984358343	1.42008E-05	5.65809E-05	0.397557964	9.719674862	1374.853	0.0344271	0.2740086	-0.0032141	-0.0225137
3.984346802	1.43249E-05	5.70754E-05	0.39764089	9.719674862	1374.8309	0.0345808	0.2759028	-0.0032142	-0.0225086
3.984358187	1.42018E-05	5.65852E-05	0.397558255	9.719674862	1374.8528	0.0344284	0.2740249	-0.0032141	-0.0225136
3.984369495	1.40799E-05	5.60993E-05	0.39747578	9.719674862	1374.8747	0.0342768	0.2721584	-0.003214	-0.0225187
3.984380726	1.3959E-05	5.56178E-05	0.397393463	9.719674862	1374.8965	0.0341259	0.2703033	-0.0032139	-0.0225237
3.984369341	1.40809E-05	5.61036E-05	0.397476069	9.719674862	1374.8745	0.0342781	0.2721745	-0.003214	-0.0225187
3.984380572	1.396E-05	5.5622E-05	0.397393751	9.719674862	1374.8963	0.0341272	0.2703194	-0.0032139	-0.0225237
3.984391727	1.38402E-05	5.51446E-05	0.397311592	9.719674862	1374.9179	0.0339769	0.2684756	-0.0032138	-0.0225287
3.984402806	1.37214E-05	5.46715E-05	0.397229589	9.719674862	1374.9395	0.0338274	0.2666431	-0.0032137	-0.0225337
3.984391575	1.38412E-05	5.51488E-05	0.397311878	9.719674862	1374.9177	0.0339782	0.2684915	-0.0032138	-0.0225287
3.984402654	1.37224E-05	5.46756E-05	0.397229874	9.719674862	1374.9393	0.0338287	0.2666589	-0.0032138	-0.0225337
3.984402654	1.37224E-05	5.46756E-05	0.397229874	9.719674862	1374.9607	0.0336799	0.2648376	-0.0032137	-0.0225387
3.984402654	1.37224E-05	5.42066E-05	0.397148027	9.719674862	1374.9607	0.0335317	0.2630275	-0.0032136	-0.0225437

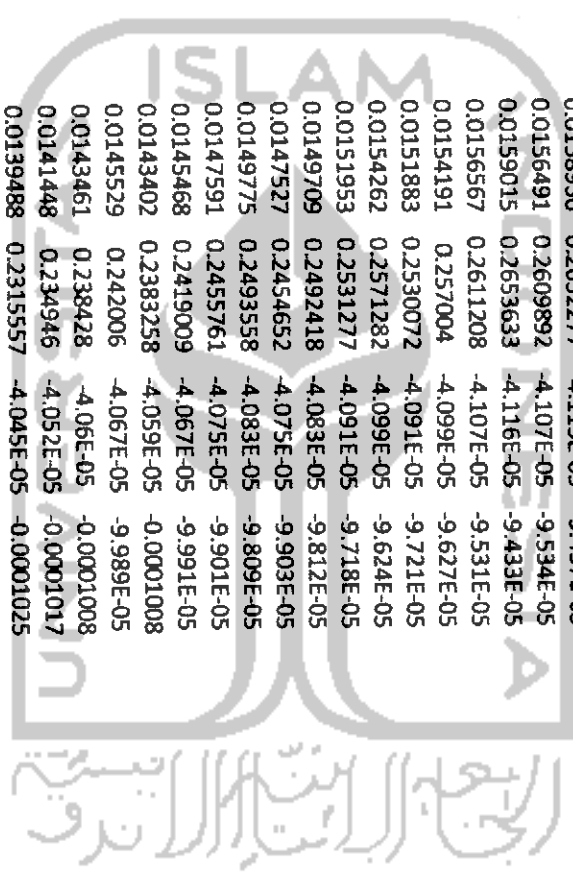
PEMANAS STEAM

Kj/Kg.K

Kapasitas Panas

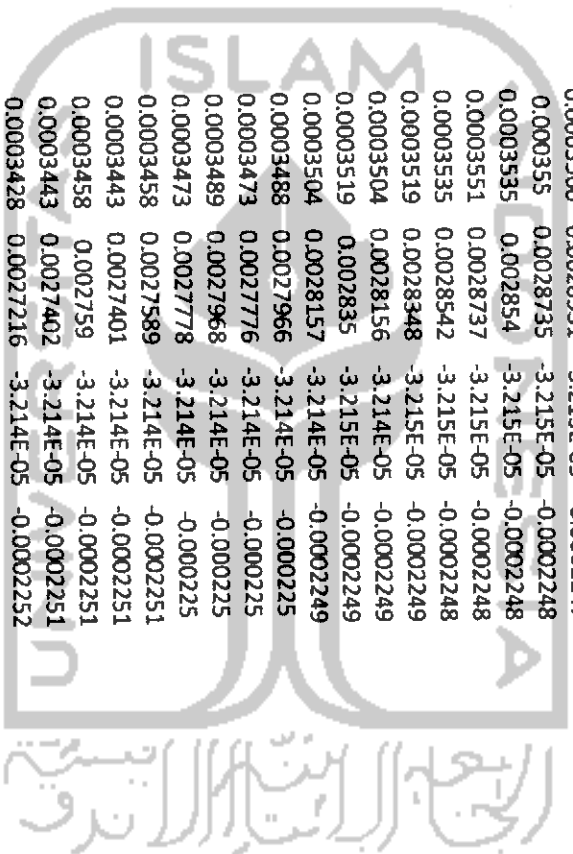
	K	L	M	N
2.0958093	0.0169422	0.2834122	-4.151E-05	-9.036E-05
2.0958093	0.0166653	0.2786086	-4.142E-05	-9.139E-05
2.0958093	0.0163972	0.2739585	-4.133E-05	-9.241E-05
2.0958093	0.0161374	0.269454	-4.124E-05	-9.341E-05
2.0958093	0.0164058	0.2741072	-4.133E-05	-9.238E-05
2.0958093	0.0161458	0.2695981	-4.124E-05	-9.338E-05
2.0958093	0.0158936	0.2652277	-4.115E-05	-9.437E-05
2.0958093	0.0156491	0.2609892	-4.107E-05	-9.534E-05
2.0958093	0.0159015	0.2653633	-4.116E-05	-9.433E-05
2.0958093	0.0156567	0.2611208	-4.107E-05	-9.531E-05
2.0958093	0.0154191	0.257004	-4.099E-05	-9.627E-05
2.0958093	0.0151883	0.2530072	-4.091E-05	-9.721E-05
2.0958093	0.0154262	0.2571282	-4.099E-05	-9.624E-05
2.0958093	0.0151953	0.2531277	-4.091E-05	-9.718E-05
2.0958093	0.0149709	0.2492418	-4.083E-05	-9.812E-05
2.0958093	0.0147527	0.2454652	-4.075E-05	-9.903E-05
2.0958093	0.0149775	0.2493558	-4.083E-05	-9.809E-05
2.0958093	0.0147591	0.2455761	-4.075E-05	-9.901E-05
2.0958093	0.0145468	0.2419009	-4.067E-05	-9.991E-05
2.0958093	0.0143402	0.2383258	-4.059E-05	-0.0001008
2.0958093	0.0145529	0.242006	-4.067E-05	-9.989E-05
2.0958093	0.0143461	0.238428	-4.06E-05	-0.0001008
2.0958093	0.0141448	0.234946	-4.052E-05	-0.0001017
2.0958093	0.0139488	0.2315557	-4.045E-05	-0.0001025
2.0958093	0.0141504	0.235043	-4.052E-05	-0.0001016
2.0958093	0.0139542	0.2316502	-4.045E-05	-0.0001025
2.0958093	0.0137631	0.2283455	-4.037E-05	-0.0001034
2.0958093	0.0135768	0.2251253	-4.03E-05	-0.0001042
2.0958093	0.0137683	0.2284354	-4.038E-05	-0.0001034
2.0958093	0.0135819	0.2252129	-4.03E-05	-0.0001042
2.0958093	0.0134001	0.2220716	-4.023E-05	-0.000105
2.0958093	0.0132228	0.2190083	-4.016E-05	-0.0001059

Runge kutta

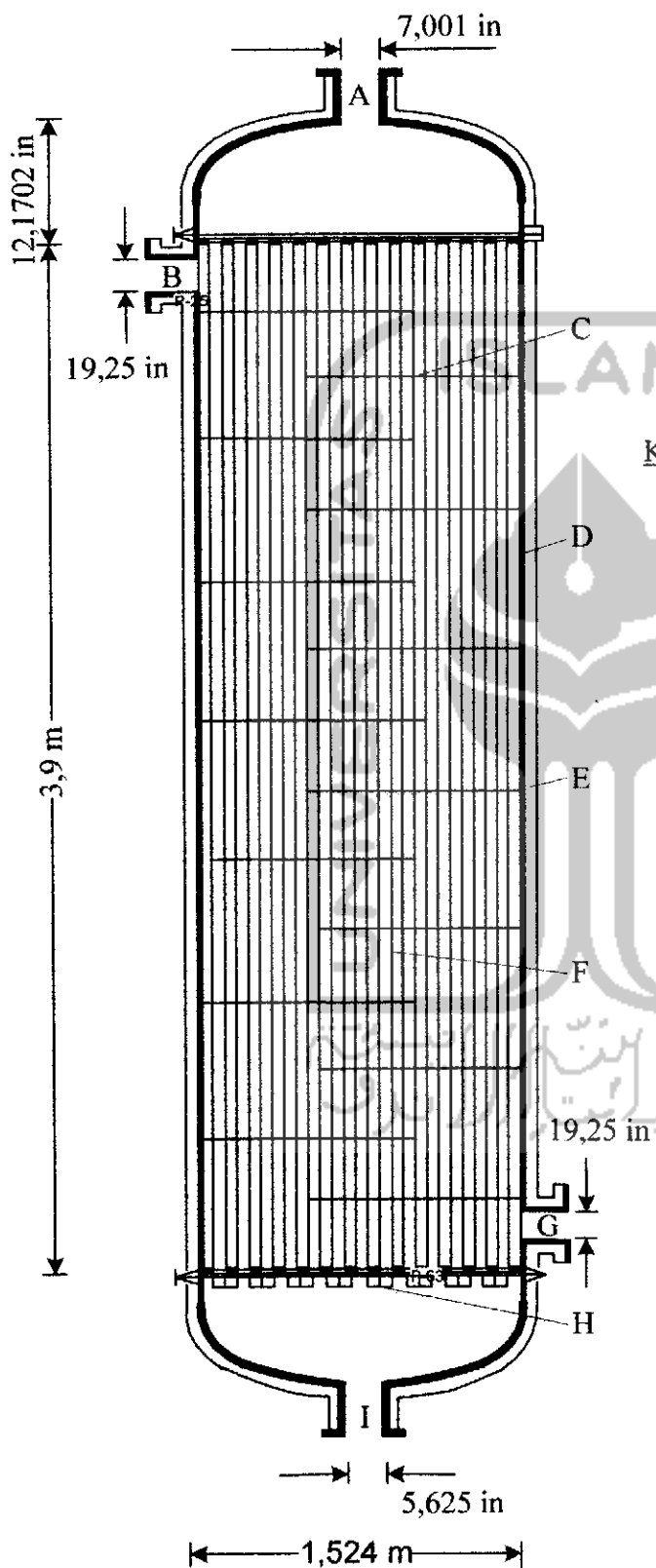


2.0958093	0.0132275	0.2190897	-4.016E-05	-0.0001058
2.0958093	0.0130543	0.2160993	-4.009E-05	-0.0001067
2.0958093	0.0128853	0.213181	-4.002E-05	-0.0001075
2.0958093	0.0130588	0.216177	-4.009E-05	-0.0001066
2.0958093	0.0128897	0.2132569	-4.002E-05	-0.0001075
2.0958093	0.0127246	0.2104061	-3.995E-05	-0.0001083
2.0958093	0.0125633	0.2076222	-3.989E-05	-0.000109
2.0958093	0.0127288	0.2104787	-3.996E-05	-0.0001082
2.0958093	0.0125674	0.2076931	-3.989E-05	-0.000109
2.0958093	0.0124097	0.204972	-3.982E-05	-0.0001098
2.0958093	0.0122556	0.2023129	-3.976E-05	-0.0001106
2.0958093	0.0124136	0.2050398	-3.982E-05	-0.0001098
2.0958093	0.0122594	0.2023792	-3.976E-05	-0.0001106
2.0958093	0.0121086	0.1997786	-3.969E-05	-0.0001113
2.0958093	0.0119611	0.1972358	-3.963E-05	-0.0001121
2.0958093	0.0121123	0.1998421	-3.97E-05	-0.0001113
2.0958093	0.0119647	0.1972979	-3.963E-05	-0.0001121
2.0958093	0.0118204	0.1948096	-3.957E-05	-0.0001128
2.0958093	0.0116791	0.1923752	-3.951E-05	-0.0001135
2.0958093	0.0118238	0.1948692	-3.957E-05	-0.0001128
2.0958093	0.0116825	0.1924335	-3.951E-05	-0.0001135
2.0958093	0.0115442	0.19005	-3.945E-05	-0.0001142
2.0958093	0.0114087	0.1877169	-3.938E-05	-0.000115
2.0958093	0.0115474	0.190106	-3.945E-05	-0.0001142
2.0958093	0.0114119	0.1877717	-3.939E-05	-0.000115
2.0958093	0.0112792	0.1854862	-3.933E-05	-0.0001157
2.0958093	0.0111492	0.1832479	-3.927E-05	-0.0001164
2.0958093	0.0112822	0.185539	-3.933E-05	-0.0001156
2.0958093	0.0111522	0.1832996	-3.927E-05	-0.0001164
2.0958093	0.0110247	0.1811059	-3.921E-05	-0.0001171
2.0958093	0.0108998	0.1789565	-3.915E-05	-0.0001177
2.0958093	0.0110276	0.1811556	-3.921E-05	-0.000117
2.0958093	0.0109027	0.1790052	-3.915E-05	-0.0001177
2.0958093	0.0107802	0.1768977	-3.91E-05	-0.0001184
2.0958093	0.01066	0.1748317	-3.904E-05	-0.0001191

2.0958093	0.0003646	0.0029925	-3.215E-05	-0.0002245
2.0958093	0.000363	0.0029723	-3.215E-05	-0.0002245
2.0958093	0.0003614	0.0029523	-3.215E-05	-0.0002246
2.0958093	0.0003598	0.0029323	-3.215E-05	-0.0002246
2.0958093	0.0003614	0.0029524	-3.215E-05	-0.0002246
2.0958093	0.0003598	0.0029325	-3.215E-05	-0.0002246
2.0958093	0.0003582	0.0029126	-3.215E-05	-0.0002247
2.0958093	0.0003566	0.0028929	-3.215E-05	-0.0002247
2.0958093	0.0003582	0.0029128	-3.215E-05	-0.0002247
2.0958093	0.0003566	0.0028931	-3.215E-05	-0.0002247
2.0958093	0.000355	0.0028735	-3.215E-05	-0.0002248
2.0958093	0.0003535	0.002854	-3.215E-05	-0.0002248
2.0958093	0.0003551	0.0028737	-3.215E-05	-0.0002248
2.0958093	0.0003535	0.0028542	-3.215E-05	-0.0002248
2.0958093	0.0003519	0.0028348	-3.215E-05	-0.0002249
2.0958093	0.0003504	0.0028156	-3.214E-05	-0.0002249
2.0958093	0.0003519	0.002835	-3.215E-05	-0.0002249
2.0958093	0.0003504	0.0028157	-3.214E-05	-0.0002249
2.0958093	0.0003488	0.0027966	-3.214E-05	-0.000225
2.0958093	0.0003473	0.0027776	-3.214E-05	-0.000225
2.0958093	0.0003489	0.0027968	-3.214E-05	-0.000225
2.0958093	0.0003473	0.0027778	-3.214E-05	-0.000225
2.0958093	0.0003458	0.0027589	-3.214E-05	-0.0002251
2.0958093	0.0003443	0.0027401	-3.214E-05	-0.0002251
2.0958093	0.0003458	0.002759	-3.214E-05	-0.0002251
2.0958093	0.0003443	0.0027402	-3.214E-05	-0.0002251
2.0958093	0.0003428	0.0027216	-3.214E-05	-0.0002252
2.0958093	0.0003413	0.002703	-3.214E-05	-0.0002252
2.0958093	0.0003428	0.0027217	-3.214E-05	-0.0002252
2.0958093	0.0003413	0.0027032	-3.214E-05	-0.0002252
2.0958093	0.0003398	0.0026848	-3.214E-05	-0.0002253
2.0958093	0.0003383	0.0026664	-3.214E-05	-0.0002253
2.0958093	0.0003398	0.0026849	-3.214E-05	-0.0002253
2.0958093	0.0003383	0.0026666	-3.214E-05	-0.0002253
2.0958093	0.0003368	0.0026484	-3.214E-05	-0.0002254



GAMBAR REAKTOR

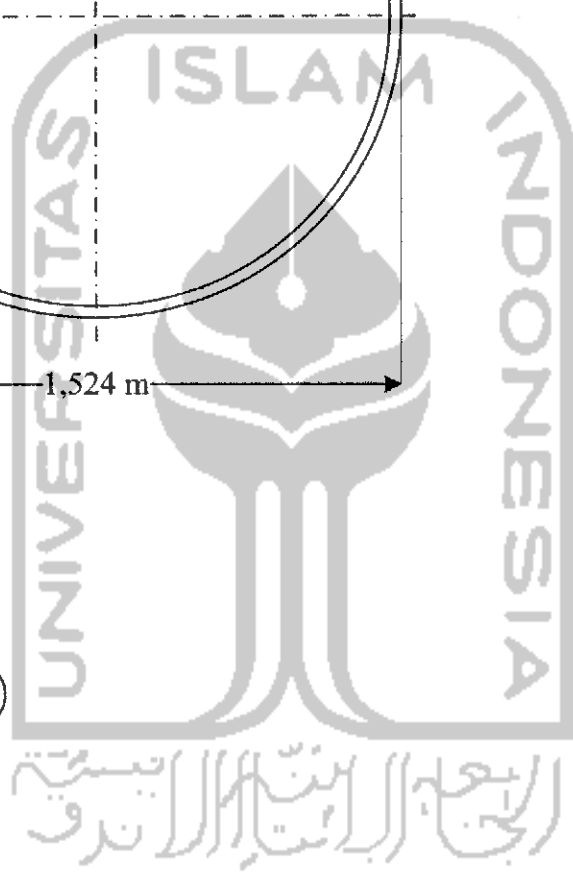
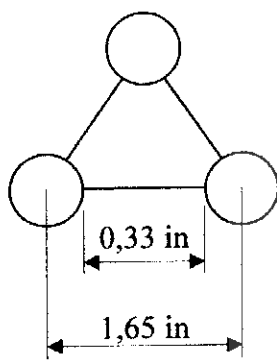
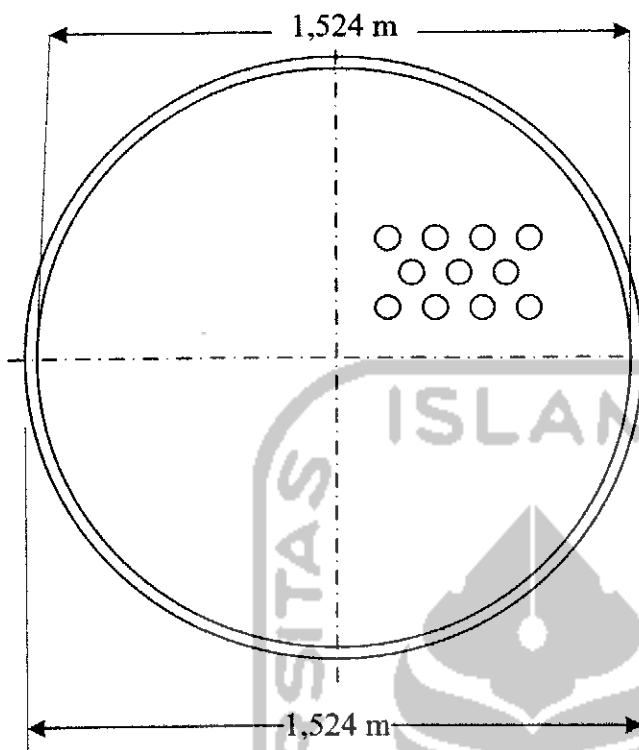


Keterangan :

- A : Pipa pengeluaran gas
- B : Pipa pemasukan steam
- C : Baffle
- D : Dinding reaktor
- E : Isolasi
- F : Pipa berisi katalisator
- G : Pipa pengeluaran steam
- H : Perforated plate
- I : Pipa pemasukan gas etanol




SKALA 1:100



KARTU KONSULTASI PENYUSUNAN / PERBAIKAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

PRODI TEKNIK KIMIA, TEKNIK INDUSTRI, TEKNIK INFORMATIKA, TEKNIK ELEKTRO, TEKNIK MESIN

Nama Mhs : Fahruli - Susanto / Arif Sulistyanto
 No. Mhs : 03521070 / 04521091
 Judul : PRA Rancangan Pabrik ETilen dari Dehidrasi Bio Etanol

No.	Tanggal	Masalah Yang Dikonsultasikan	Tanda Tangan Penguji / Pembimbing
1	03 Desember 2009	<ul style="list-style-type: none"> - Skala pada Penggambaran Rata Rata - Penomoran tabel - PFD di lengkapi - Bahan konstruksi - angka dalam tabel rata-rata - penulisan rumus konstanta kecepatan reaksi 	
2	03 Desember 2009	<ul style="list-style-type: none"> - Reaksi kimia - Skala Denah - Diagram alir kualitatif - Spesifikasi Etilen - Penurunan persamaan kecepatan reaksi 	