

**PRA RANCANGAN PABRIK
VINIL ASETAT DARI ASAM ASETAT, ETILEN DAN
OKSIGEN DARI UDARA**

KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN

EXECUTIVE SUMMARY



Disusun Oleh:

Andi Herdiyana 121070109/TK

Ardi Noor Satrio 121070110/TK

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2013**

**PRA RANCANGAN PABRIK
VINIL ASETAT DARI ASAM ASETAT, ETILEN DAN
OKSIGEN DARI UDARA
KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN**

EXECUTIVE SUMMARY

Diajukan kepada Prodi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
guna melengkapi syarat-syarat
untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia

Disusun Oleh:

Andi Herdiyana 121070109/TK

Ardi Noor Satrio 121070110/TK

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA
2013**

**HALAMAN PENGESAHAN
PRA RANCANGAN PABRIK
VINIL ASETAT DARI ASAM ASETAT, ETHYLENE DAN
OKSIGEN DARI UDARA**

KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN

EXECUTIVE SUMMARY



Disusun Oleh:

Andi Herdiyana 121070109/TK

Ardi Noor Satrio 121070110/TK

**Yogyakarta, Desember 2013
Prodi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta**

Disetujui untuk Ujian Pendaran oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Hj. Sri Suhenry ,MM

Ir. Tujung Wahyu W. ,MT

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyusun Tugas Akhir kami dengan judul Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilene dan Oksigen dari udara dengan Kapasitas 80.000 ton/tahun.

Tugas Akhir merupakan salah satu Mata Kuliah Akademik dalam kurikulum Prodi Teknik Kimia UPN “Veteran” Yogyakarta, guna melengkapi syarat mengikuti pendadaran. Penyelesaian Tugas Akhir didasarkan atas hasil perhitungan yang sesuai dengan tinjauan studi pustaka yang tersedia dari beberapa sumber seperti jurnal, literatur, dan materi akademik.

Kelancaran dalam melakukan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua yang telah banyak memberikan dukungan baik dukungan moril maupun materil.
2. Ir.Hj. Sri Suhenry, MM., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan kami dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ir. Tunjung Wahyu W. MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan kami dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan yang bersifat moril.

Semoga penyusunan Tugas Akhir ini dapat memberikan tambahan ilmu dan bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, Desember 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
INTISARI.....	viii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tinjauan Proses.....	3
C. Pemilihan Proses.....	6
BAB II. PROSES PRODUKSI.....	8
A. Spesifikasi Bahan.....	8
B. Uraian Proses.....	10
C. Diagram Alir	12
D. Lokasi Dan Tata Letak Pabrik.....	15
BAB III. UTILITAS.....	20
A. Kebutuhan Air.....	20
B. Penyediaan Listrik.....	21
C. Kebutuhan Bahan Bakar.....	21
D. Udara Tekan.....	22
E. Dowtherm.....	22
BAB IV. EVALUASI EKONOMI.....	23
A. Investasi Modal.....	23
B. Biaya Produksi.....	23
C. Harga Jual Produk.....	24
D. Analisis Kelayakan.....	24
BAB V. KESIMPULAN.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN.....	31
Neraca massa.....	31
Neraca panas.....	34
Spesifikasi alat proses.....	37
Spesifikasi alat utilitas.....	43

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 1.1. Data Impor Vinyl Asetat.....	2
Tabel 1.2. Berat Molekul dan Harga Bahan Baku dan Produk.....	4
Tabel 1.3. Molekul dan Harga Bahan Baku dan Produk.....	5
Tabel 1.4. Matrik pemilihan proses.....	6
Tabel 4.1. Hasil Evaluasi Ekonomi.....	27
Tabel I.1 Neraca massa di Reaktor.....	31
Tabel I.2. Neraca massa di SP-02.....	31
Tabel I.3. Neraca massa di MD-01.....	32
Tabel I.4. Neraca massa di MD-02.....	32
Tabel I.5 Neraca massa total.....	32
Tabel II.1 Neraca Panas di cooler I (CL-01).....	34
Tabel II.2. Neraca Panas di Vaporizer I (VP-01).....	34
Tabel II.3. Neraca Panas di Heat Exchanger I (HE-01).....	34
Tabel II.4. Neraca Panas di Reaktor.....	34
Tabel II.5 Neraca Panas di Kondensor (CD-01).....	35
Tabel II.6. Neraca Panas di cooler II (CL-02).....	35
Tabel II.7. Neraca Panas di Kondensor II (CD-02)	35
Tabel II.8. Neraca Panas di Kondensor III (CD-03).....	35
Tabel II.9. Neraca Panas di Reboiler I (RB-01).....	36
Tabel II.10. Neraca Panas di Reboiler II (RB-02).....	36

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif.....	13
Gambar 2.2. Diagram Alir Kuantitatif.....	14
Gambar 2.3. Tata Letak Pabrik.....	18
Gambar 2.4. Tata Letak Alat.....	19
Gambar 4.1. Grafik BEP dan SDP.....	26

INTISARI

Pabrik vinil asetat dari asam asetat, etilen dan oksigen dari udara, dengan kapasitas 80.000 ton/tahun direncanakan didirikan di kavling blok F Krakatau Industrial Estate Cilegon, Provinsi Banten dengan luas tanah sebesar 10.000 m². Pabrik vinil asetat ini memerlukan asam asetat sebanyak 56.089 ton/tahun yang dibeli dari PT. Indo Acidatama Tbk, Kebakkramat, Karanganyar, Propinsi Jawa Tengah sedangkan untuk bahan baku etilen dibutuhkan sebanyak 35.195 ton/tahun yang diimpor dari luar negeri. Pabrik dengan bentuk badan usaha Perseroan Terbatas ini beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam perhari, dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 434 orang.

Proses pembuatan vinil asetat dijalankan dalam reaktor *fixed bed multitube* menggunakan katalis padat Pd (Paladium) Reaksi yang terjadi berlangsung pada suhu 120°C tekanan 8,7 atm sampai suhu 157,4 °C tekanan 8,68 atm. Reaksi bersifat eksotermis dengan proses non isothermal non adiabatik, sehingga perlu didinginkan menggunakan pendingin Dowtherm A. Hasil keluaran dari reaktor berupa gas yang kemudian dilewatkan pada kondensor untuk diembunkan, selanjutnya dialirkan ke separator untuk memisahkan gas dan cairan, gas dialirkan ke Unit Pengolahan Lanjut (UPL). Fase cair dialirkan ke MD-01. Hasil atas dari menara distilasi MD-01 berupa produk yang diinginkan yaitu vinil asetat yang kemudian disimpan di tangki penyimpanan produk T-03, sedangkan hasil bawah keluaran menara distilasi MD-01 didistilasikan lagi dengan menggunakan menara destilasi MD-02 dengan hasil atas berupa konsentrasi kecil asam sulfat dialirkan ke Unit Pengolahan Lanjut (UPL), hasil bawah berupa konsentrasi besar asam sulfat dialirkan sebagai *recycle*.

Untuk utilitas Pabrik vinil asetat membutuhkan air untuk kelangsungan proses (pendinginan, pembuatan steam, air kantor dan sanitasi), yang diperoleh dari PT.KTI (Krakatau Tirta Industri) sebanyak 948.355 m³/jam. Kebutuhan steam keseluruhan sebanyak 21.688 kg/jam *saturated steam* dengan tekanan 4,7 bar. Kebutuhan listrik sebesar 1.116,89 kW dari PLN yang dan dari generator sebagai cadangan sebesar 700 kW. Kebutuhan solar untuk bahan bakar generator sebanyak 22,9 m³/tahun. Kebutuhan solar untuk bahan bakar *boiler* sebanyak 10.098 m³/jam.

Berdasarkan hasil analisis ekonomi pabrik vinil asetat ini memerlukan modal tetap sebesar US\$ 23,130,845+ Rp 749.939.934.000, modal kerja sebesar US\$ 35,204,081+ Rp 67.450.119.000, dan Biaya produksi sebesar US\$ 73,001,499+ Rp 412.671.386.000 per tahun. Laba sebelum pajak sebesar Rp 461.520.481.000 per tahun, dan laba sesudah pajak sebesar Rp 214.401.744.000 per tahun. Kemampuan untuk mengembalikan modal (POT) sebelum pajak adalah 1,8 tahun dan sesudah pajak adalah 3,2 tahun. *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 44,9 % dan setelah pajak sebesar 20,9 %, *Break Even Point* (BEP) sebesar 40,36%, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 7,43%, dan *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 28,74%. Dengan demikian pabrik vinil asetat layak untuk didirikan.

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pembangunan di bidang industri kimia di Indonesia semakin pesat perkembangannya. Hal ini dibuktikan dengan didirikannya beberapa pabrik kimia di Indonesia. Kegiatan pengembangan industri kimia di Indonesia diarahkan untuk meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri akan bahan kimia dan juga sekaligus ikut memecahkan masalah ketenagakerjaan.

Banyak industri bahan intermediet yang berpengaruh terhadap industri kimia di Indonesia, beberapa diantaranya adalah industri vinil asetat. Salah satu penggunaan utama vinil asetat di dalam industri adalah sebagai bahan baku produksi polimer, seperti *poly vinyl acetate* yang secara luas banyak digunakan untuk menghasilkan barang-barang plastik sintetis.

Mengingat kemajuan industri yang sangat pesat di Indonesia dewasa ini banyak hasil produk yang menggunakan vinil asetat. Sampai saat ini untuk memenuhi kebutuhan vinil acetate negara kita masih mengimpor dari beberapa negara seperti Jepang, Amerika Serikat, Prancis, Singapura, dan Jerman. **(BPS 2012 “Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia”)**

Pendirian pabrik vinil asetat di Indonesia diharapkan dapat mencukupi kebutuhan vinil asetat dalam negeri maupun kebutuhan luar negeri dan guna menghindari dari ketergantungan luar negeri dimasa yang akan datang. Hal ini

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun

dapat dilihat dari kecendrungan import vinil asetat dari tahun ketahun semakin meningkat. Maka pendirian industri vinil asetat merupakan salah satu industri yang diharapkan akan memberikan keuntungan.

Tabel I.1. Data Impor Vinyl Asetat

Tahun	Impor
	Ton
2009	30.316
2010	35.382
2011	57.194
2012	72.024

Sumber : Badan Pusat Statistik Nasional, tahun 2012

Dari pertimbangan di atas maka pendirian pabrik vinil asetat diperlukan di Indonesia dengan alasan sebagai berikut :

1. Pendirian pabrik vinil asetat diharapkan dapat memenuhi kebutuhan vinyl asetat dalam negeri dikarenakan tidak adanya pabrik vinil asetat di Indonesia.
2. Mengurangi ketergantungan akan bahan impor.
3. Mendorong berkembangnya industri kimia lain yang menggunakan vinyl asetat sebagai bahan baku.
4. Membuka lapangan kerja baru.

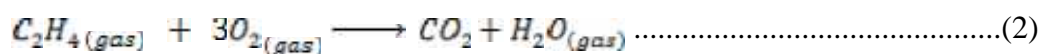
B. TINJAUAN PROSES

Vinil asetat (*vinyl Acetate*) adalah senyawa kimia dengan rumus molekul $C_4H_6O_2$ berupa cairan jernih tak berwarna, beraroma manis, berbau tajam, dan sedikit larut dalam air. Bahan kimia ini memiliki titik didih $72,2\text{ }^\circ\text{C}$ pada tekanan 1 atm.

Ada beberapa macam proses yang telah dikembangkan untuk pembuatan vinil asetat dalam industri dengan cara sebagai berikut :

a. Proses *oxyacetylation ethylene*

Proses ini menggunakan *etilen*, *asam asetat* dan *oksigen* sebagai bahan baku yang dibantu katalis, untuk mempercepat terjadinya reaksi pembentukan vinil asetat. Katalis berupa Pd(paladium) yang dilapiskan pada bola pejal, dan reaktor yang digunakan adalah reaktor Fixed – bed Multitubular dengan material konstruksi *carbon steel*.



(W.L.Luyben.,1998)

Suhu : 120°C - 210°C

Tekanan : 8,7 atm

Kecepatan reaksi :

$$r_1 = 0.1036 \exp\left(-\frac{3674}{T}\right) \frac{P_0 P_E P_A (1+1.7P_W)}{[1+0.583P_0(1+1.7P_W)](1+0.68P_W)}$$

$$r_2 = 1.9365 \times 10^5 \exp\left(-\frac{10.116}{T}\right) \frac{P_0(1+0.68P_W)}{[1+0.76P_0(1+0.68P_W)]}$$

(W.L.Luyben.,1998)

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun

Dimana :

r_1 = Kecepatan reaksi untuk reaksi 1 (mol/gr.menit)

r_2 = Kecepatan reaksi untuk reaksi 2 (mol/gr.menit)

T = Suhu ($^{\circ}\text{C}$)

P_{O} = Tekanan parsial oksigen (psia)

P_{E} = Tekanan parsial ethylene (psia)

P_{W} = Tekanan parsial air (psia)

P_{A} = Tekanan Parsial Asamasetat (psia)

Nilai potensial ekonomi (EP) dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{EP} = \text{Harga Produk} - \text{Harga Reaktan} \quad (\text{Smith, Robin., 1995})$$

Tabel I.2. Berat Molekul dan Harga Bahan Baku dan Produk

Bahan	BM (kg/kmol)	Harga (USD \$/kg)
C_2H_4	28	1.07
CH_3COOH	60	0.016
O_2	32	0.004
$\text{C}_2\text{H}_3\text{COOCH}_3$	86	1.14

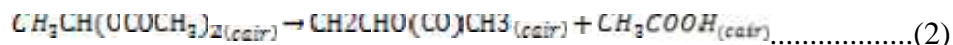
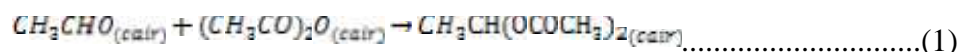
$$\text{EP} = (86\text{kg/kmol} \times \$1.14/\text{kg}) - ((28\text{kg/kmol} \times \$1.07/\text{kg}) + (60\text{kg/kmol} \times \$0.016/\text{kg}) + (32\text{kg/kmol} \times \$0.004/\text{kg}))$$

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun

$$EP = \$129.088/\text{kmol}$$

b. Proses *Acetaldehyde* dan *asetat anhydrid*

Proses ini menggunakan *Acetaldehyde* (CH_3CHO), dan *Asetat anhydride* $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ dalam 2 reaktor. Reaktor ke 1 untuk membentuk *ethylidine diacetate*, pada fase cair dengan suhu 120°C - 140°C katalis yang menggunakan katalis FeCl_3 . Reaktor ke dua berfungsi untuk mendekomposisi *ethylidine diacetate* pada suhu 120°C dan tekanan 11,5 atm.



Nilai potensial ekonomi (EP) dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$EP = \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku} \quad (\text{Smith, Robin., 1995})$$

Tabel I.3. Molekul dan Harga Bahan Baku dan Produk

Bahan	BM (kg/kgmol)	Harga (USD \$/kg)
CH_3CHO	44.053	0.869552
$(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$	102.09	1.564889
$\text{CH}_2\text{CHO}(\text{CO})\text{CH}_3$	86	1.14
CH_3COOH	60	0.016

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun

$$EP = ((86\text{kg/kmol}\times\$1.14/\text{kg})+(60\text{kg/kmol}\times\$0.016))-$$

$$((102.9\text{kg/kmol}\times\$1.564889/\text{kg})+(44.053\text{kg/kmol}\times\$0.869552/\text{kg}))$$

$$EP = \$-100.333/\text{kmol}$$

C. PEMILIHAN PROSES

Kedua proses diatas dibandingkan untuk mendapatkan proses yang paling baik dilakukan dalam perancangan pabrik suatu industri. Oleh karena itu dibuat perbandingan antara proses pertama dengan proses kedua dengan memberikan nilai :

Skoring :

- * : Kurang baik
- ** : Cukup baik
- *** : Baik
- **** : Sangat baik

Hasil perbandingan untuk tiap-tiap proses tercantum pada tabel.

Tabel I.4. Matrik pemilihan proses

No.	Tinjauan	Proses <i>oxyacetylas</i> <i>ethylene</i>	Proses Reaksi <i>Acetaldehyde</i> <i>danasetatanhydrid</i>
1	Produk	<i>Vinyl Acetate</i>	<i>Vinyl Acetate</i>
2	Harga Bahan Baku	<i>Acetic acid(USD\$0.016), Ethylene(USD\$1,07)</i> ****	<i>Acetaldehyde(USD\$0,87), Acetic Anhydride(USD\$1,56)</i> **
3	Pengadaan Bahan Baku	<i>Acetic acid(tersedia lokal), Ethylene(impor)</i> **	<i>Acetaldehyde (tersedia lokal), Acetic Anhydride(impor)</i> **
4	Suhu	120 – 210 °C ***	120 - 140 °C ****
5	Tekanan	8.7 atm *	1.5 atm ****

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun

6	Katalis	Paladium (Pd) ****	FeCl ₃ ***
7	Kemungkinan reaktor yang digunakan	Fixed bed tubular **	RATB ***
8	Potensial ekonomi	\$129.088/kmol ****	\$-100.333/kmol *
9	Toksistasitas	<ul style="list-style-type: none"> • Asam Asetat: Beracun bila terhirup • Ethylene : Tidak beracun • Oksigen : Tidak beracun • Vinil asetat : Beracun bila terhirup, menimbulkan iritasi. *****	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Acetaldehyde</i> : Beracun bila terhirup, menimbulkan iritasi • <i>Acetic anhydride</i> : Beracun bila terhirup • Vinil asetat : Beracun bila terhirup, menimbulkan iritasi. ***
	Jumlah Star	24	21

Ditinjau dari banyaknya star kedua proses yang ada maka dipilih proses *Oxyacetylasasi Ethylene*.

BAB II

PROSES PRODUKSI

A. SPESIFIKASI BAHAN

1. Bahan Baku

Asam Asetat

Rumus molekul	: CH ₃ COOH
Kenampakan	: cairan tak berwarna
Berat molekul	: 60,052 kg/kgmol
Titik didih, pada 1 atm	: 117,95 °C
Titik leleh	: 16,7 °C
Suhu kritis	: 318,8 °C
Tekanan kritis	: 57,86 atm
Toksisitas	: beracun Oral dosis akut 4950 mg/kg berat tikus. Terhirup dosis akut 5260 ppm/jam pada tikus.

Etilene

Rumus molekul	: C ₂ H ₄
Kenampakan	: tak berwarna
Berat molekul	: 28,054 kg/kgmol
Titik didih, pada 1 atm	: - 103,68 °C
Titik leleh	: - 169,05 °C
Suhu kritis	: 9,26 °C
Tekanan kritis	: 49.66 atm
Toksisitas	: Tidak beracun

Udara

a. Oksigen

Rumus molekul	: O ₂
---------------	------------------

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara.

Kapasitas 80.000 ton/tahun

Kenampakan	: gas, tidak berwarna
Berat molekul	: 32 kg/kgmol
Titik didih, pada 1 atm	: -182,98 °C
Titik leleh	: -218,79 °C
Suhu kritis	: -118,57 °C
Tekanan kritis	: 50,76 atm
Toksisitas	: Tidak beracun
b. Nitrogen	
Sinonim	: Nitrogen
Rumus molekul	: N ₂
Berat molekul	: 28 gr/gmol
Keadaan fisik/penampilan	: Gas, Tidak berwarna
Titik didih	: 195,8 °C (-320,5 °F)
Suhu Kritis	: -147 °C (-232,6 °F)
Toksisitas	: Tidak beracun
c. Karbon Dioksida	
Rumus molekul	: CO ₂
Berat molekul	: 44,01 gr/gmol
Keadaan fisik/penampilan	: Gas, Tidak berwarna
Titik didih	: -78,55 °C (-109,4 °F)
Suhu Kritis	: 30,9 °C (87,6 °F)
Toksisitas	: Tidak beracun
d. Air	
Rumus molekul	: H ₂ O
Berat molekul	: 18 gr/gmol
Keadaan fisik/penampilan	: Cair, Tidak berwarna
Titik didih	: 100 °C (212°F)
Suhu Kritis	: 705,56 °F
Toksisitas	: Tidak beracun

2. Produk

Vinil Asetat

Rumus molekul	: $C_2H_3COOCH_3$
Kenampakan	: cairan tak berwarna hingga kekuningan
Berat molekul	: 86,09 kg/kgmol
Titik didih, pada 1 atm	: 72,5 °C
Titik leleh	: -92,8 °C
Suhu kritis	: 245,98 °C
Tekanan kritis	: 39,0624 atm
Toksistasitas	: beracun

Oral dosis akut 1613 mg/kg berat tikus.
Terhirup dosis akut 1550 ppm/4 jam pada tikus

B. URAIAN PROSES

Proses pembuatan Vinil asetat dari Asam asetat, Etilen dan Oksigen untuk menghasilkan produk 80.000 ton/tahun menggunakan reaktor *fixed bed multitube*, dan beberapa tahap proses sebagai berikut.

1. Tahap Penyiapan Bahan Baku

Etilen dari tangki penyimpanan (T-01) pada suhu -33,2 °C tekanan 17,5 atm dialirkan melalui *Expansion Valve* (EV-01), masuk pemanas (HE-01) pada suhu 15 °C tekanan 8,7 atm, keluar pemanas (HE-01) pada suhu 120 °C selanjutnya etilen siap dialirkan ke reaktor.

Asam asetat dengan suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dari tangki penyimpanan (T-02) dan *recycle* dari hasil bawah menara distilasi (MD-02), masuk ke *vaporizer* (VP-01) pada suhu 54,6 °C dan tekanan 2,3 atm, asam asetat keluar *vaporizer* (VP-01) pada suhu 120 °C dan tekanan 2,3 atm kemudian menuju *separator* (SP-01), asam asetat keluar *separator* (SP-01)

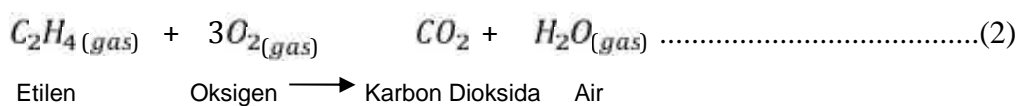
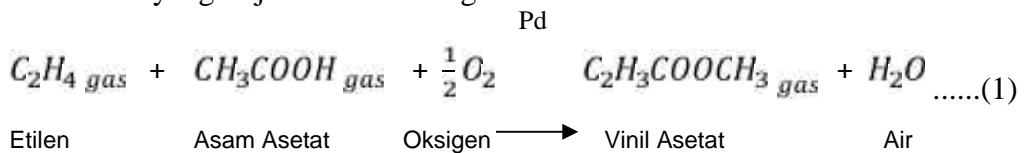
dinaikan tekananya menggunakan kompresor (K-02) menjadi 8,7 atm selanjutnya asam asetat siap dialirkan ke reaktor.

Oksigen diambil dari udara pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm, masuk ke kompresor (K-01 dan keluar dengan suhu 252,4 °C dan tekanan 8,7 atm, kemudian masuk pendingin (CL-01) dan keluar pada suhu 120 °C dan tekanan 8,7 atm selanjutnya oksigen siap dialirkan ke reaktor.

2. Tahap Reaksi

Di dalam reaktor terjadi dua reaksi antara asam asetat, etilen dan oksigen menjadi vinil asetat dan reaksi samping antara etilen dan oksigen menjadi karbon dioksida dan air. Katalis digunakan Pd(Paladium) yang ditempatkan dalam *tube* yang disusun secara *triangular pitch*. asetat, etilen dan oksigen masuk kedalam reaktor pada suhu 120 °C dan tekanan 8,7 atm, kemudian keluar reaktor pada suhu 157,4 °C dan tekanan 8,68 atm.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Proses didalam reaktor beroperasi secara non isothermal non adiabatik, dan bersifat eksotermis, sehingga untuk menjaga suhu operasi didalam reaktor yaitu pada suhu 120 °C – 157,4 °C dan tekanan 8.68 atm – 8,7 atm, maka digunakan pendingin jenis *dowtherm A* yang masuk pada suhu 30 °C dan dialirkan secara searah dengan umpan masuk (*cocurrent*) agar transfer panas yang terjadi lebih efektif.

3. Tahap Pemurnian Hasil

Hasil keluar reaktor masuk pada kondensor parsial (CD-01) pada suhu 157,4 °C dan tekanan 8.68 atm, keluar kondensor parsial (CD-01) pada suhu

121,19 °C dan tekanan 8,68 atm, kemudian campuran keluar kondensor masuk ke separator (SP-02). Campuran fase gas (N_2 , O_2 , sebagian kecil C_2H_4 dan C_2H_6 , dan CO_2) pada suhu 121,19 °C dan tekanan 8,68 atm akan keluar sebagai hasil atas separator dan selanjutnya dialirkan ke Unit Pengolahan Lanjut (UPL). Sementara campuran fase cair ($C_2H_3COOCH_3$, H_2O , dan CH_3COOH) pada suhu 121,19 °C dan tekanan 8,68 atm dialirkan melalui *pressure reducer* (PR-01) ke menara distilasi (MD-01) pada suhu 122,27 °C dan tekanan 2,75 atm. Hasil atas dari menara distilasi (MD-01) berupa campuran ($C_2H_3COOCH_3$ dan sedikit H_2O) pada suhu 106,64 °C tekanan 1,71 atm masuk kondensor (CD-02), hasil embunan ditampung sementara dalam akumulator (AC-01), dari akumulator sebagian dikembalikan sebagai refluk dan sebagian masuk ke pendingin (CL-02) dan keluar dengan suhu 30 °C, kemudian campuran dialirkan ke tanki penyimpanan vinil asetat (T-03). Hasil bawah menara distilasi MD-01 (CH_3COOH dan H_2O) pada suhu 132,54 °C dan tekanan 2,89 atm diuapkan dalam reboiler (RB-01) sebagian dikembalikan ke menara MD-01 dan sebagian dialirkan menuju menara distilasi kedua (MD-02). Hasil atas keluar menara distilasi (MD-02) berupa campuran (sedikit CH_3COOH dan H_2O) pada suhu 132,27 °C tekanan 2,71 atm masuk kondensor (CD-03), hasil embunan ditampung sementara dalam akumulator (AC-02), dari akumulator sebagian dikembalikan sebagai refluk dan sebagian lagi akan dialirkan ke UPL menggunakan pompa. Hasil bawah keluar menara (CH_3COOH dan sedikit H_2O) pada suhu 155,34 °C dan tekanan 2,98 atm diuapkan dalam reboiler (RB-02), sebagian dikembalikan ke menara MD-02 sebagian lagi dialirkan untuk di-*recycle* ke arus no.4.

C. Diagram Alir

1. Diagram Alir Kualitatif

(dapat dilihat pada gambar 2.1)

2. Diagram Alir Kuantitatif

(dapat dilihat pada gambar 2.2)

*Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara.
Kapasitas 80.000 ton/tahun*

*Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara.
Kapasitas 80.000 ton/tahun*

D. LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

1. Pemilihan Lokasi

Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen ini direncanakan didirikan di blok F kawasan industri Krakatau Industrial Estate Cilegon, Propinsi Banten dengan luas 100.000 m². Adapun dasar pertimbangan pemilihan lokasi tersebut adalah sebagai berikut :

a. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku Etilen didatangkan dari luar negeri sedangkan Krakatau Industrial Estate Cilegon adalah kawasan industri yang cukup dekat dengan pelabuhan. Dengan demikian kebutuhan Etilen sebesar 35.195 ton/tahun diharapkan bisa cukup terkendali. Sedangkan Asam Asetat sebanyak 56.089 ton/tahun dibeli dari PT Indo Acidatama Tbk, Kebakkramat, Karanganyar dengan menggunakan transportasi kereta api.

b. Penyediaan bahan bakar dan energi.

Krakatau Industrial Estate Cilegon merupakan suatu kawasan industri yang terintegrasi dengan penyedia bahan bakar dan energi sehingga penyediaan bahan bakar solar sebesar 10.120,9 m³/tahun untuk generator dan boiler dapat dipenuhi, sedangkan untuk kebutuhan listrik sebesar 1.116,9 kW guna keperluan proses dan perkantoran disediakan dari PLN.

c. Pemasaran

Vinil asetat merupakan bahan *intermediate* yang dipasarkan secara lokal di Indonesia dan Krakatau Industrial Estate Cilegon adalah kawasan industri yang mempunyai akses yang mudah. Sehingga untuk pemasaran dan distribusi produk ke industri-industri yang membutuhkan produk tidak akan mengalami kesulitan.

d. Tersedianya Tenaga Kerja

Untuk tenaga kerja berkualitas dan berpotensi dipenuhi dari alumni Universitas seluruh Indonesia, sedangkan untuk tenaga operator ke bawah dapat dipenuhi dari daerah sekitar.

e. Penyediaan utilitas

Krakatau Industrial Estate Cilegon sebagai sebuah kawasan industri telah mempunyai fasilitas pengolahan air yang memadai, sehingga kebutuhan akan air bersih yang digunakan untuk air proses, air sanitasi, dll sebesar 948.355 m³/tahun akan mudah didapat. Untuk penanganan limbah proses hasil produksi akan diserahkan ke unit pengolahan limbah yang ada di dalam kawasan industri.

2. Tata Letak Pabrik

Lay Out (tata letak) pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat peralatan dan tempat menyimpan bahan. *Lay out* pabrik yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan dan kelancaran para pekerja serta keselamatan dan kelancaran proses. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam tata letak ruang pabrik adalah :

- a. Letak pabrik di dalam kawasan industri sehingga perluasan pabrik harus sudah masuk dalam perhitungan awal sebelum masalah kebutuhan tempat menjadi masalah 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 mengolah bahan baku sendiri dikarenakan keterbatasan kapling yang tersedia pada kawasan industri.
- b. Bentuk kapling tanah yang tersedia di kawasan industri, sehingga perlu adanya penyesuaian tata letak bangunan yang akan didirikan.
- c. 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 dan instalasi. Keteraturan penempatan bangunan akan membantu kemudahan kerja dan perawatan.

d. Faktor keamanan.

Faktor yang paling penting adalah faktor keamanan. Meskipun di kawasan industri sendiri telah dilengkapi dengan fasilitas pengaman, perlu juga adanya tambahan seperti hidran, *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.

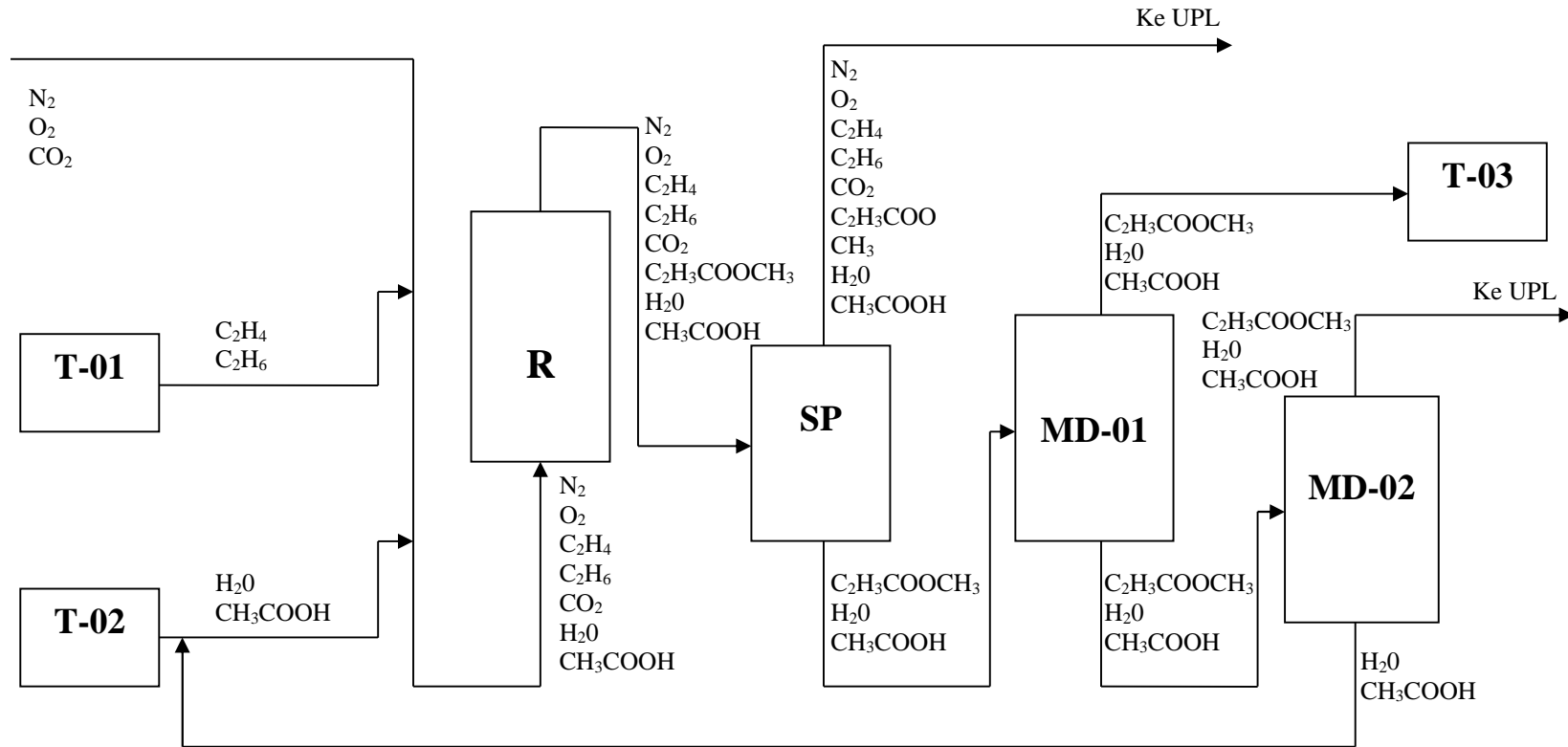
e. Fasilitas Jalan

Jalan yang ada di kawasan industri sudah memadai untuk pengangkutan bahan baku, produk dan bahan-bahan lainnya di kawasan industri sudah sangat baik sehingga tidak mengganggu kelancaran transportasi.

3. Tata Letak Alat

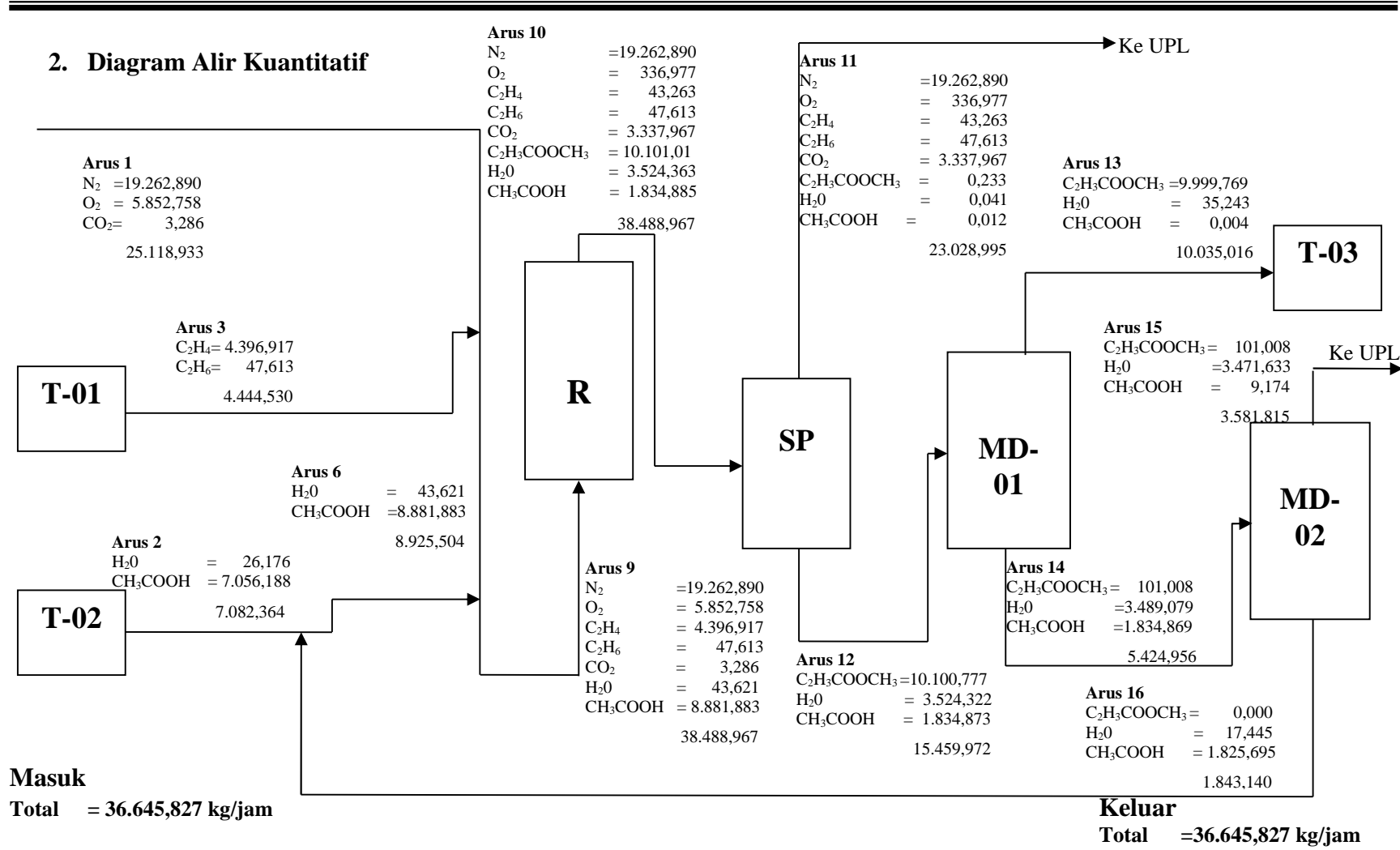
Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak alat antara lain, agar diusahakan penyusunan peralatan proses alat satu dengan alat yang lainnya harus saling berurutan sesuai dengan urutan kerja dan fungsinya, selain itu juga harus mempertimbangkan faktor kemudahan dalam pengecekan alat serta keselamatan kerja. Tetapi perlu diperhatikan juga kondisi operasi dari masing-masing alat. Pengaturan alat kontrol dilakukan di dalam ruang kendali (*control room*). Untuk ruangan kantor dan lainnya didirikan di areal yang berdekatan dengan lokasi proses agar semua kegiatan pabrik dapat terkontrol dengan cepat.

1. Diagram Alir Kualitatif



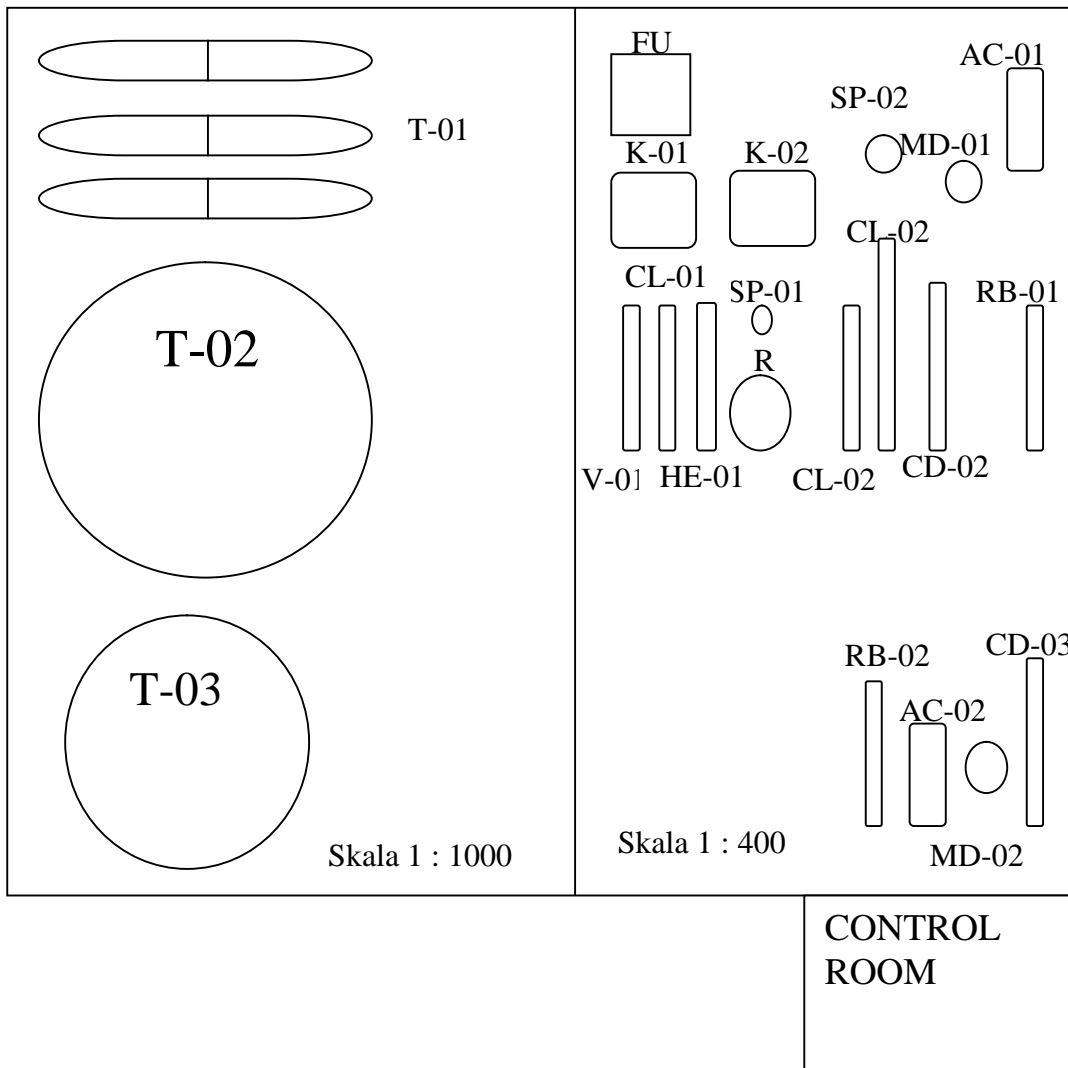
Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun



Gambar 2.2. Diagram Alir Kuantitatif

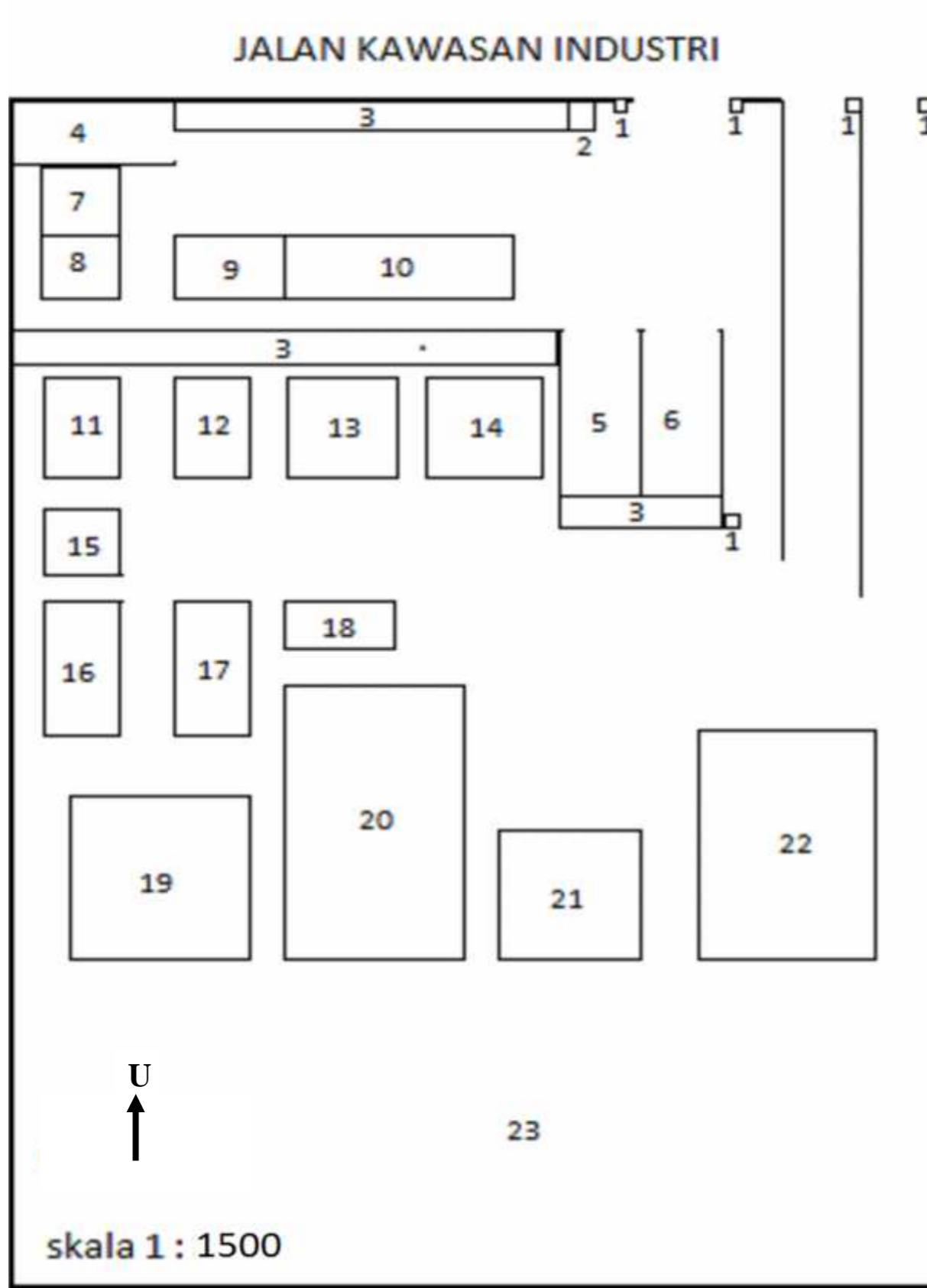
Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun



Gambar 2.4 : Tata Letak Alat

Keterangan :

- | | | | |
|-------|----------------------|-------|------------------|
| T-01 | = Tangki 01 | SP-01 | = Separator 01 |
| T-02 | = Tangki 02 | SP-02 | = Separator 02 |
| T-03 | = Tangki 03 | CR | = Control room |
| CL-01 | = Cooler 01 | RB-01 | = Reboiler 01 |
| CL-02 | = Cooler 02 | RB-02 | = Reboiler 02 |
| HE-01 | = Heat Exchanger 01 | FU | = Filter udara |
| K-01 | = Kompresor 01 | AC-01 | = Accumulator 01 |
| K-01 | = Kompresor 01 | AC-02 | = Accumulator 02 |
| R | = Reaktor | CD-01 | = Kondensor 1 |
| MD-01 | = Menara Destilasi 1 | CD-02 | = Kondensor 2 |
| MD-02 | = Menara Destilasi 2 | | |
| VP-01 | = Vaporizer 01 | | |



Keterangan :

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Pos Jaga | 13. Area parkir buruh |
| 2. Kantor Keamanan | 14. Kolam |
| 3. Taman | 15. Gudang alat |
| 4. Area parkir sepeda motor | 16. Ruang kontrol |
| 5. Area parkir mobil karyawan | 17. Power station |
| 6. Area parkir mobil tamu | 18. Fire station |
| 7. Poliklinik | 19. Area proses |
| 8. Mushola | 20. Area utilitas |
| 9. Kantin | 21. Kolam air |
| 10. Kantor | 22. Area tangki |
| 11. Laboratorium | 23. Area perluasan |
| 12. Bengkel | |

Gambar 2.3 : Tata Letak Pabrik

BAB III

UTILITAS

Unit utilitas merupakan unit pendukung dalam penyediaan air, steam, listrik, dan bahan bakar yang keberadaanya sangat penting dan harus ada. Unit utilitas ini terdiri dari unit pengolahan air, pembuatan steam, penyediaan bahan bakar dan pengadaan listrik.

A. Kebutuhan Air

Kebutuhan air diperoleh dari Krakatau Titra Industri yang terdapat di Krakatau Industrial Estate Cilegon (KIEC). Air bersih dari instalasi pengolahan air ini diberikan perlakuan yang berbeda terlebih dahulu sebelum digunakan sesuai keperluannya sehingga memenuhi persyaratan.

Air yang digunakan meliputi:

1. Air untuk pendingin

Air untuk pendingin sebelumnya diendapkan di bak air bersih (BAB) dan selanjutnya bisa langsung digunakan untuk proses pendinginan. Air yang dibutuhkan untuk pendingin pada pabrik vinyl asetat ini sebanyak 277 m³/jam. Terdiri dari:

- a. Air untuk CD-01 = 169 m³/jam
- b. Air untuk CD-02 = 41 m³/jam
- c. Air untuk CL-01 = 67 m³/jam
- d. Air untuk CL-02 = 120 m³/jam

2. Air untuk steam

Air yang digunakan untuk steam sebelumnya di tampung di bak air bersih, kemudian masuk ke tangki *kation exchanger* (TK) dan *anion exchanger* (TA), selanjutnya ke deaerator untuk menghilangkan gas terlarut dalam air, kemudian air tersebut masuk ke boiler untuk diubah fasenya menjadi uap

saturated. Air yang dibutuhkan untuk steam pada pabrik vinil asetat ini sebanyak 21,7 m³/jam. Terdiri dari :

- a. Steam untuk RB-01 = 9 m³/jam
- b. Steam untuk RB-02 = 9,9 m³/jam
- c. Steam untuk VP-01 = 2,2 m³/jam
- d. Steam untuk HE-01 = 0,5 m³/jam

3. Air untuk kantor dan sanitasi, dan kebutuhan umum lainnya.

Air yang digunakan untuk keperluan kantor, sanitasi serta kebutuhan umum lain sebelumnya ditampung di bak air bersih (BAB), dari bak air bersih dialirkan ke tanki disinfektan untuk menghilangkan bakteri yang terlarut selanjutnya air ditampung di bak air minum (BAM). Kebutuhan air total kantor dan sanitasi, dan kebutuhan umum lainnya adalah 2,195 m³/jam.

Terdiri dari :

- a. Air untuk Sanitasi = 1,085 m³/jam
- b. Air untuk Laboratorium = 0,006 m³/jam
- c. Air untuk Bengkel = 0,25 m³/jam
- d. Kantin = 0,54 m³/jam
- e. Tempat Ibadah = 0,318 m³/jam
- f. Air untuk Poliklinik = 0,012 m³/jam
- g. Air Hidran/ Taman = 0,199 m³/jam

B. Penyediaan Listrik

Listrik digunakan untuk menggerakkan motor penggerak alat-alat proses misalnya pompa, *boiler*, dan alat-alat lainnya, selain itu listrik digunakan juga untuk penerangan. Listrik sebesar 1.116,89 kW dari PLN yang dan dari generator sebagai cadangan sebesar 700 kW apabila terjadi pemadaman atau hal lain.

C. Kebutuhan Bahan Bakar

Kebutuhan solar untuk bahan bakar generator sebanyak 49.160,18 m³/tahun. Kebutuhan solar untuk bahan bakar *boiler* sebanyak 1,275 m³/jam.

D. Udara Tekan

Udara tekan adalah udara yang dikompresi untuk dinaikan tekananya sehingga dapat digunakan untuk udara proses dan penggerak alat pengendali secara pneumatis. Kebutuhan udara tekan diprediksi 18.592 kg/jam.

E. Dowtherm A

Pabrik vinil asetat membutuhkan *dowtherm A liquid* sebagai pendingin untuk reaktor sebesar 4000 m³/jam,

BAB IV

EVALUASI EKONOMI

A. Investasi

1. *Fixed Capital Investment (FCI)*

Fixed Capital Investment adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi, sarana, dan prasarananya. $FCI = \text{US\$ } 23,130,845 + \text{Rp } 749.939.934.000$

2. *Working Capital Investment (WCI)*

Working Capital Investment adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu. WCI sebesar : $\text{US\$ } 35,204,081 + \text{Rp } 67.450.119.000$

B. Biaya produksi

1. *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost adalah Penjumlahan dari biaya pengolahan langsung (*Direct Manufacturing cost*), biaya pengolahan tidak langsung (*Indirect manufacturing cost*), dan biaya pengolahan tetap (*Fixed Manufacturing cost*).

Direct Manufacturing cost : $\text{US\$ } 65,353,035 + \text{Rp } 62.700.044.000$

Indirect manufacturing cost : $\text{Rp } 8.870.400.000$

Fixed Manufacturing cost : $\text{US\$ } 5,898,365 + \text{RP } 193.705.870.000$

Biaya Pengolahan sebesar : $\text{US\$ } 71,251,401 + \text{Rp } 265.276.315.000$

2. *General Expense*

General Expense adalah Biaya yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi, seperti biaya administrasi, *sales*, promosi,

Penelitian dan pengembangan, finansial. Biaya Pengeluaran Umum sebesar US\$ 1,750,048 + Rp 147.395.071.000

C. Harga jual produk

Harga jual produk ditentukan dari harga pasar dan harga pokok. Harga pokok produk vinil asetat \$ 1,34 /kg dan Harga jual produk vinil asetat \$ 1,82 /kg.

D. Analisis kelayakan

1. Laba

Laba yang diperoleh sebelum pajak sebesar Rp. 461.520.481.000 per tahun, dan laba yang diperoleh setelah pajak sebesar Rp. 214.401.744.000 per tahun.

2. *Return on Investment* (ROI)

Return on Investment adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun berdasarkan kecepatan pengembalian modal yang diinvestasikan.

ROI sebelum pajak : 44,9 %

ROI sesudah pajak : 20,9 %

3. *Pay out Time* (POT)

Pay out Time adalah waktu yang dibutuhkan (dalam tahun) untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun setelah ditambah dengan penyusutan.

POT sebelum pajak : 1,8 tahun

POT sesudah pajak : 3,2 tahun

4. *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point adalah kondisi di mana perusahaan hanya mampu menjual (%) kapasitas produk yang dimaksud dan hasil penjualannya hanya mampu untuk membayar biaya pengeluaran total sehingga pabrik

dikatakan tidak untung maupun tidak rugi. BEP diperoleh pada 40,36 % kapasitas produksi.

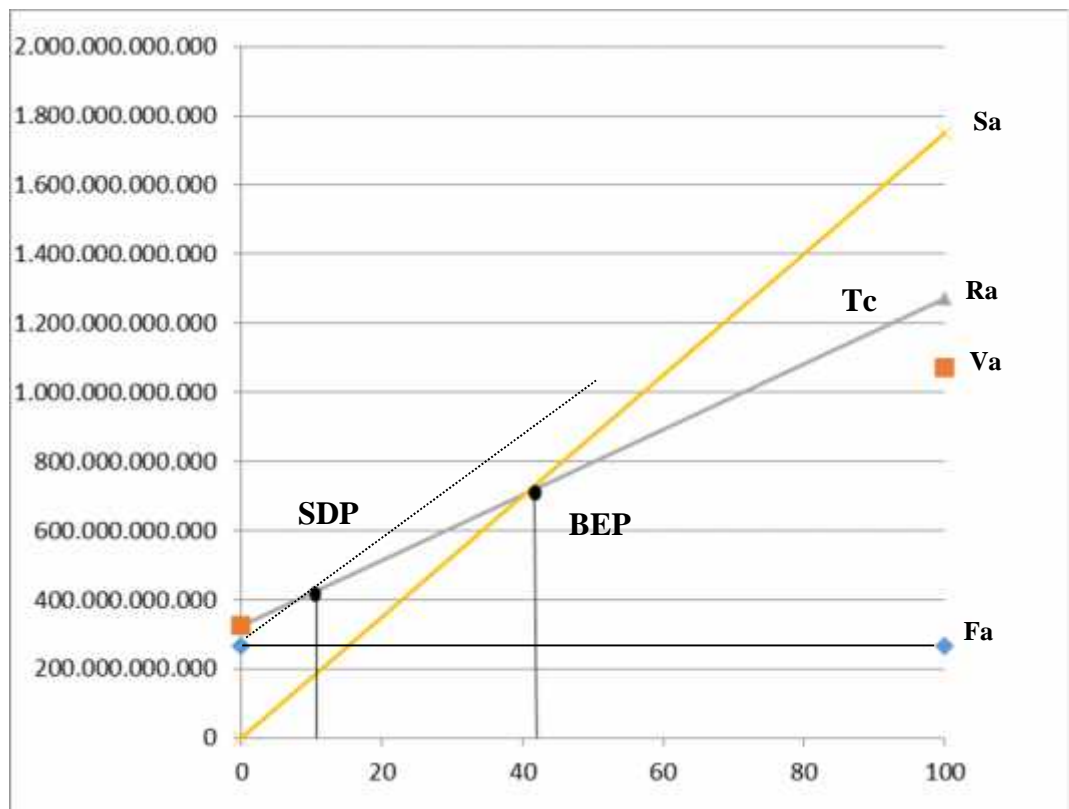
5. *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point adalah kondisi di mana hasil penjualan produk pada (%) kapasitas yang dimaksud hanya mampu untuk membayar *Fixed Cost* dan tidak mampu membayar pengeluaran yang lain sehingga lebih baik pabrik tutup. SDP terjadi pada 7,43% kapasitas produksi.

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, etilen dan Oksigen dari udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun

6. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Merupakan sistem perhitungan tingkat suku bunga usaha dari penerimaan berupa *cash flow* yang dihitung secara periodik per 1 tahun dengan sistem bunga berganda selama masa servis (10 tahun umur pabrik) secara *future to present* dari modal yang kita tanamkan. DCFR yang ditentukan sebesar 28,74%.



Gambar 4.1. Grafik BEP dan SDP

Keterangan:

FA	: Annual Fixed Expense	BEP	: Break Event Point
VA	: Annual Variable Expense	SDP	: Shut Down Point
RA	: Annual Regulated Expense		
SA	: Annual Sales		
—————	: Garis Bantu		

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, etilen dan Oksigen dari udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun

Tabel 4.1. Hasil Evaluasi Ekonomi

Komponen	Hasil Perhitungan		
Harga jual:	1,82	\$/kg	
Hasil penjualan	145.850.771	\$/tahun	
Laba sebelum	461.520.481.000	Rp/tahun	
Laba sesudah	214.401.744.000	Rp/tahun	
POT before	1,8	Tahun	
POT after	3,2	Tahun	
ROI b	44,9%	/tahun	
ROI a	20,9%	/tahun	
BEP	40,36%		
SDP	7,43%	%	40 % sampai 60 %
DCFR	28,74%	/tahun	> dari bunga bank

Pabrik vinil asetat yang akan didirikan termasuk dalam kategori Pabrik beresiko tinggi (*High risk*). Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi, POT b dan ROI b masih memenuhi batas maksimum yang ada, yaitu untuk pabrik beresiko tinggi (*High risk*) POT b maksimum 2 tahun sedangkan untuk ROI b minimum 44 %.

BAB V

KESIMPULAN

1. Pabrik vinil asetat akan didirikan di kawasan industri Krakatau Industrial Estate Cilegon, Provinsi Banten. Ditinjau dari beberapa aspek yang meliputi pengadaan alat-alat produksi, penerapan teknologi, dekat dengan pelabuhan, transportasi mudah dan banyak tersedia tenaga kerja.
 2. Pabrik ini menghasilkan vinil asetat dengan kapasitas produksi 80.000 ton/tahun dengan bahan baku asam asetat, etilen dan oksigen dari Udara.
 3. Ditinjau dari segi ekonomi dengan melihat beberapa indikator penting dalam kelayakan ekonomi sebagai berikut:
 - a. *Return on Investment* (ROI)
ROI sebelum pajak = 44,9 %
ROI sesudah pajak = 20,9 %
 - b. *Pay Out Time* (POT)
POT sebelum pajak = 1,8 tahun
POT sesudah pajak = 3,2 tahun
 - c. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) = 28,74 %
 - d. *Break Even Point* (BEP) = 40,36 %
 - e. *Shut Down Point* (SDP) = 7,43 %
 - f. Investasi Modal Tetap = US\$ 23,130,845 + Rp 749.939.934.000
- Sehingga pra rancangan pabrik vinil asetat ini layak untuk dipertimbangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., & Newton., R.D., 1955, “ Chemical Engineering Cost Estimation ”, Mc Graw Hill, USA.
- Anonim, Badan Pusat Statistik., 2007-2011 “Statistik Perdagangan Luar Negeri”, vol 1., BPS., Jakarta., Indonesia
- Brown, G.G., 1978, “ Unit Operation ”, Modern Asia Edition, John Willey and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E., & Young, E.H., 1950, “ Process Equipment Design ”, John Willey and Sons, Inc., New York.
- Carl, L.Y., 1992, “ Thermodynamics and Physical Property Data ”, Gulf publishing Company, Texas.
- Coulson, J. M. & Richardson, J. F., 1989, “ Chemical Engineering - An Introduction to Chemical Engineering Design ”, vol. 6, 1st ed., Pergamon Press Inc., New York.
- Evans, F.L., 1974, “ Equipment Design Handbook (for Refineries and Chemical Plants) ”, Vol I & II, Gulf Publishing Company, Houston.
- Faith, W.L., Keyes, D.B., Clark, R.L., 1975, “ Industrial Chemical ”, 4th ed., John Willey and Sons, Inc., New York.
- Kern, D.Q., 1965, “ Process Heat transfer ”, McGraw Hill Book Company, Tokyo.
- Kirk and Othmer, 1978, “ Encyclopedia of Chemical Technology ”, Vol I, 3th ed., Willey and Sons, Inc., New York.
- Ludwig, E.E., 1979, “ Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants ”, 3rd ed., Vol I, II & III, Gulf Publishing Company, Houston.
- Luyben, W.L., & Tyreus, B.D., 1999, “ Plantwide Process Control ”, Mc Graw Hill, USA..
- McCabe, W.L., 1976, “ Unit Operation of Chemical Engineering ”, 3th ed., Mc Graw Hill Book, Houston, Texas.
- Perry, R.H. and Friend, D.G., 1984, “ Chemical Engineering Handbooks ”, 6th ed., Mc Graw Hill, Singapore.

Peters, M.S. and Timmerhous, K.D., 1991, “ Plant Design and Economic for Chemical Engineers ”, 4th ed., Mc Graw Hill, Singapore.

Smith, J.J. and Van Ness, H.C., 1963, “ Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic ”, 2rd ed., Mc Graw Hill Book, Kogakusha, Tokyo.

Smith, J.M., 1981, “ Chemical Engineering Kinetics ”, 3th ed., Mc Graw Hill Book Company, New York.

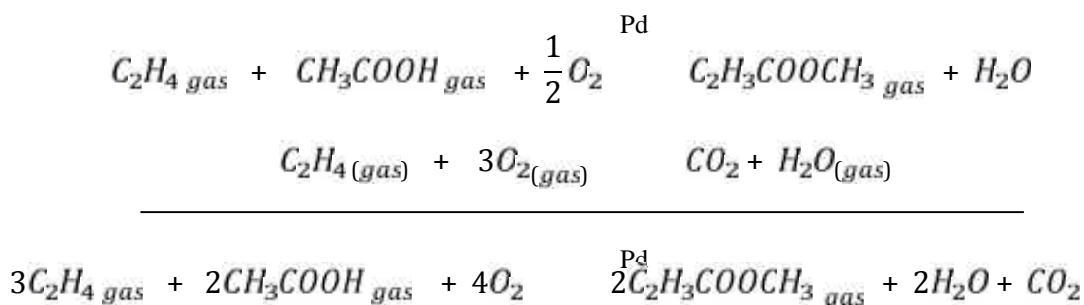
Treyball, R.E., “ Mass Transfer Operation ”, 3th ed., International Studio Edition, Mc Graw Hill Book, Kogakusha, Tokyo.

Ulrich, D.G., 1984, “ A guide to Chemical Engineering Process Design and Economic ”, John Willey and Son. New York.

Wallas, S.M., 1959, “ Reaction Kinetics for Chemical Engineers ”, Mc Graw Hill, Kogakusha, Ltd., Tokyo.

NERACA MASSA

Reaksi yang terjadi didalam reaktor :



Ditentukan kapasitas produksi Vinil Asetat sebesar 80.000 ton/tahun

1. Neraca Massa di Reaktor

Tabel 1.1. Neraca massa di Reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
N ₂	19.262,890	19.262,890
O ₂	5.852,758	336,977
C ₂ H ₄	4.396,917	43,263
C ₂ H ₆	47,613	47,613
CO ₂	3,286	3.337,967
C ₂ H ₃ COOCH ₃	-	10.101,010
H ₂ O	43,621	3.524,363
CH ₃ COOH	8.881,883	1.834,885
total	38.488,967	38.488,967

2. Neraca Massa di separator SP-02

Tabel 1.2. Neraca massa di SP-02

Komponen	kg/jam	kg/jam	
		Hasil atas	Hasil bawah
N ₂	19.262,890	19.262,890	-
O ₂	336,977	336,977	-
CO ₂	43,263	43,263	-

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun

C ₂ H ₄	47,613	47,613	-
C ₂ H ₆	3.337,967	3.337,967	-
C ₂ H ₃ COOCH ₃	10.101,010	0,233	10.100,777
H ₂ O	3.524,363	0,041	3.523,322
CH ₃ COOH	1.834,885	0,012	1.834,869
Total	38.488,967	23.028,995	5.424,956
		38.488,967	

3. Neraca Massa di Menara Distilasi MD-01

Tabel 1.3. Neraca massa di MD-01

Komponen	kg/jam	Hasil atas (kg/jam)	Hasil bawah (kg/jam)
C ₂ H ₃ COOCH ₃	10.100,777	9.999,769	101,008
H ₂ O	3.523,322	35,243	3.489,079
CH ₃ COOH	1.834,873	0,004	1.834,869
Total	15.459,972	10.035,016	5.422,316
		15.459,972	

4. Neraca Massa di Menara Distilasi MD-02

Tabel 1.4. Neraca massa di MD-02

Komponen	kg/jam	Hasil atas (kg/jam)	Hasil bawah (kg/jam)
C ₂ H ₃ COOCH ₃	101,008	101,008	0,000
H ₂ O	3.489,079	3.471,633	17,445
CH ₃ COOH	1.834,869	9,174	1.825,695
Total	5.422,316	3.581,815	1.843,140
		5.422,316	

5. Neraca Massa Total

Tabel 1.5. Neraca massa total

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)			
		Hasil atas SP-02	Hasil atas MD-01	Hasil atas MD-02	Hasil bawah MD-02
N ₂	19.262,890	19.262,890	-	-	-

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun

O ₂	5.852,758	336,977	-	-	-
C ₂ H ₄	4.396,917	43,263	-	-	-
C ₂ H ₆	47,613	47,613	-	-	-
CO ₂	3,286	3.337,967	-	-	-
C ₂ H ₃ COOCH ₃	-	0,233	9.999,769	101,008	0,000
H ₂ O	43,621	0,041	35,243	3.471,633	17,445
CH ₃ COOH	8.881,883	0,012	0,004	9,174	1.825,695
Total	38.488,967	23.028,995	10.035,016	3.581,815	1.843,140
		38.488,967			

Neraca Panas

Basis Perhitungan : 1 jam operasi

Satuan Energi : kJ/jam

Tref : 30 °C

1. Cooler I (CL-01)

Tabel II.1 Neraca Panas di cooler I (CL-01)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Masuk	1.006585,981	-
Keluar	-	1.006.585,981

2 Vaporizer I (VP-01)

Tabel II.2 Neraca Panas di Vaporizer I (VP-01)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
masuk	-	4.557.886,94
keluar	4.557.886,94	-

3 Heat Exchanger I (HE-01)

Tabel II.3 Neraca Panas di Heat Exchanger I (HE-01)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
masuk	-	1.000.453,82
keluar	1.000.453,82	-

4. Reaktor

Tabel II.4 Neraca Panas di Reaktor

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
masuk	-	1.630.000

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun

keluar	1.630.000	-
--------	-----------	---

5. Kondensor I (CD-01)

Tabel II.5 Neraca Panas di Kondensor (CD-01)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
masuk	822.793,85	-
keluar	-	822.793,85

6. Cooler II (CL-02)

Tabel II.6 Neraca Panas di cooler II (CL-02)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
masuk	1.303.342,29	-
keluar	-	1.303.342,29

7. Kondensor II (CD-02)

Tabel II.7 Neraca Panas di Kondensor II (CD-02)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
masuk	3.459.520,897	-
keluar	-	3.459.520,897

8. Kondensor III (CD-03)

Tabel II.8 Neraca Panas di Kondensor III (CD-03)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
masuk	7.646.245,989	-
keluar	-	7.646.245,989

9. Reboiler I (RB-01)

Tabel II.9 Neraca Panas di Reboiler I (RB-01)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, Etilen dan Oksigen dari Udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun

masuk	-	20.016.636,339
keluar	20.016.636,339	-

10. Reboiler II (RB-02)

Tabel II.10 Neraca Panas di Reboiler II (RB-02)

	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
masuk	-	20.708.261,533
keluar	20.708.261,533	-

Spesifikasi Alat Proses

A. Spesifikasi dan Harga Peralatan Utama

No.	Nama Alat	Kode Alat	Fungsi	Jenis	spesifikasi alat	Bahan Konstruksi	jumlah	Harga (\$)
1	Separator	SP-01	Memisahkan cairan dan gas dari V-01	<i>Vertikal Separator</i>	Kapasitas 40,9 gallon	<i>carbon steel</i>	1	\$ 6,004
2	Separator	SP-02	Memisahkan cairan dan gas dari CD	<i>Vertical Separator</i>	Kapasitas 303,337 gallon	<i>carbon steel</i>	1	\$ 20,194
3	Reaktor	R-01	Mereaksikan asam aseta, etilen dan oksigen menjadi vinil asetat	<i>Reaktor Fixbed Multitube</i>	A= 32.507,85 ft H = 28,22 ft D = 34,6 ft	<i>carbon steel</i>	1	\$ 805,970
4	Menara Distilasi 1	MD-01	Memurnikan vinil asetat dari asam asetat dan H ₂ O	<i>Sieve Tray</i>	N tray = 48 D = 5 ft	<i>carbon steel</i>	1	\$ 362,686

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, etilen dan Oksigen dari udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun

5	Menara Distilasi 2	MD-02	Memurnikan asam asetat dari H ₂ O	<i>Sieve Tray</i>	N tray = 62 D = 10 ft	<i>carbon steel</i>	1	\$ 906,716
---	--------------------	-------	--	-------------------	--------------------------	---------------------	---	------------

B. Spesifikasi dan Harga Alat Penukar Panas

No.	Nama alat	Fungsi	Jenis	Sepesifikasi alat	Jumlah	Harga \$
1	CD-01	Mengembunkan vinil asetat, H ₂ O, CH ₃ COOH, dari campuran gas O ₂ , N ₂ , CO ₂ keluar reaktor	<i>Shell and Tube 1-2</i>	A = 1565,6 ft ²	1	\$ 41,305
2	CD-02	Mengembunkan keluaran puncak Menara distilasi 1 (MD-01)	<i>Shell and Tube 1-2</i>	A = 220,66 ft ²	1	\$ 24,179
3	CD-03	Mengembunkan keluaran puncak Menara distilasi 2 (MD-02)	<i>Shell and Tube 1-2</i>	A = 2914,58 ft ²	1	\$ 44,328

***Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, etilen dan Oksigen dari udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun***

3	HE-01	Memaskan umpan masuk reaktor	<i>Shell and tube 1-2</i>	$A = 5318,98 \text{ ft}^2$	1	\$ 100,746
4	CL-01	Mendinginkan umpan masuk reaktor	<i>Shell and tube 1-2</i>	$A = 125,055 \text{ ft}^2$	1	\$21,559
5	CL-02	Mendinginkan hasil atas MD-01	<i>Shell and tube 1-1</i>	$A = 93,139 \text{ ft}^2$	1	\$20,149
6	RB – 01	Menguapkan sebagian cairan yang berasal dari dasar menara distilasi 1 (MD-01)	<i>Shell and Tube Kettle Reboiler</i>	$A = 3722,16 \text{ ft}$	1	\$60,477
7	RB – 02	Menguapkan sebagian cairan yang berasal dari dasar menara distilasi 1 (MD-02)	<i>Shell and Tube Kettle Reboiler</i>	$A = 7096,086 \text{ ft}$	1	\$197,426

***Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, etilen dan Oksigen dari udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun***

8	V P-01	Menguapkan bahan	<i>Shell and Tube</i> 1-2	A = 659,72 ft ²	1	\$36,268
---	--------	------------------	---------------------------	----------------------------	---	----------

C. Spesifikasi dan Harga Pompa Proses

No	Nama Alat	Kode Alat	Fungsi	Jenis	Q (gpm)	Bahan Kontruksi	Head Pompa (ft)	Daya (Hp)	jumlah	Harga
1	Pompa – 01	P - 01	Mengalirkan bahan baku dari tangki pembelian ke tangki penyimpanan T-01	Pompa Sentrifugal	175,9	<i>carbon steel</i>	38,25	3	2	\$6,256
2	Pompa – 02	P - 02	Mengalirkan bahan ke <i>vaporizer</i>	Pompa Sentrifugal	33,787	<i>carbon steel</i>	38,25	0,2	2	\$4,916

***Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, etilen dan Oksigen dari udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun***

3	Pompa – 03	P - 03	Mengalirkan ciran keluaran hasil bawah SP-02 menuju MD-01	Pompa Sentrifugal	33,787	<i>carbon steel</i>	15,7	0,25	2	\$3,586
4	Pompa – 04	P - 04	Memompa kondensat dari AC - 01 ke MD-01 dan ke UPL	Pompa Sentrifugal	95,026	<i>carbon steel</i>	204,46	8,7	2	\$8,260
5	Pompa – 05	P – 05	Mengalirkan hasil atas MD-02 dari ACC-01 menuju UPL	Pompa Sentrifugal	14,51	<i>carbon steel</i>	22,5	0,24	2	\$3,464
6	Pompa – 06	P - 06	Mengalirkan hasil bawah MD-01 dari RB-01 menuju T-02	Pompa Sentrifugal	17,02	<i>carbon steel</i>	70,026	0,86	2	\$4,916
7	Pompa – 07	P – 07	Mengalirkan produk dari tangki 2 (T-02) untuk didistribusikan	Pompa Sentrifugal	14,913	<i>carbon steel</i>	4,199	0,045	2	\$7,928

***Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, etilen dan Oksigen dari udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun***

8	Pompa – 08	P – 08	Mengalirkan produk dari tangki 2 (T-02) untuk didistribusikan	Pompa Sentrifugal	175,53	<i>carbon steel</i>	13,517	0,2	2	\$15,045
---	------------	--------	---	-------------------	--------	---------------------	--------	-----	---	----------

D. Spesifikasi dan Harga Tangki

No.	Nama Alat	Kode Alat	Fungsi	P (atm)	T (C)	Bahan	Jumlah	Total Harga
1	Tangki Penyimpan 1	T-01	Menampung bahan baku etilen	17,5	30	<i>carbon steel</i>	3	\$ 2,323,914
2	Tangki Penyimpan 2	T-02	Menampung bahan baku asam asetat	1	30	<i>carbon steel</i>	1	\$ 2,681,377

*Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, etilen dan Oksigen dari udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun*

3	Tangki Penyimpan 3	T-03	Menampung produk vinil asetat	1	30	<i>carbon steel</i>	1	\$ 2,885,931
4	Tangki akumulator 1	AC -01	Menampung sementara cairan yang keluar dari kondensor (CD-01) dengan waktu tinggal 10 menit	2,47	115,73	<i>carbon steel</i>	1	\$ 40,298
5	Tangki akumulator 2	AC -02	Menampung sementara cairan yang keluar dari kondensor (CD-01) dengan waktu tinggal 10 menit	2,47	115,73	<i>carbon steel</i>	1	\$ 40,298

Spesifikasi Alat Utilitas

1. Spesifikasi dan Harga Peralatan Utama

No	Nama alat	kode	spesifikasi	Harga satuan \$	Jumlah	Biaya
						\$
1.	Pompa	PU-01	Q = 486,18 gpm head = 13,71 ft	4,130	2	8,260
2.	Pompa	PU-02	Q = 40,51 gpm head = 16,4 ft	3,667	2	7,334
3.	Pompa	PU-03	Q = 9,66 gpm head = 86,2 ft	3,385	2	6,770
4.	Pompa	PU-04	Q = 3645,57 gpm head = 41 ft	4,473	2	8,946
5.	Pompa	PU-05	Q = 434,29 gpm head = 0,02 ft	4,493	2	8,986
6.	Pompa	PU-06	Q = 0,004 gpm head = 13 ft	2,458	2	4,916
7.	Pompa	PU-07	Q = 90,5 gpm head = 6,5 ft	2,458	2	4,916
8.	Pompa	PU-08	Q = 8,24 gpm head = 9,8 ft	2,458	2	4,916
9.	Pompa	PU-09	Q = 82,26 gpm head = 9,8 ft	8,361	2	16,722

Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, etilen dan Oksigen dari udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun

10.	Kompresor udara	KU	Fv=4.547ft ³ pm Daya=5hp	141,044	2	282,088
-----	-----------------	----	--	---------	---	---------

2. Spesifikasi dan Harga Bak Utilitas

No	Nama alat	kode	Harga/m ²	Volume	Biaya
			atau satuan	Dinding (m ²)	Rp.
1.	Bak air bersih	BAB	3.500.000	20.64	72.000.000
2.	Bak air minum	BAM	3.500.000	6.91	24.195.000
3.	Bak blowdown	BBD	3.500.000	10.05	35.176.000

3. Spesifikasi dan Harga Tangki Utilitas

No.	Nama Alat	Fungsi	Tipe Alat	Harga
1	<i>Cooling Tower</i>	Mendinginkan kembali air pendingin setelah proses pendinginan di alat - alat penukar panas	Induced draft counterflow	\$ 181,343

*Pra Rancangan Pabrik Vinil Asetat dari Asam Asetat, etilen dan Oksigen dari udara
Kapasitas 80.000 ton/tahun*

2	Tangki Kation	Mengikat ion ion positif yang ada dalam air lunak sebelum diumpankan kedalam boiler	Tangki Silinder Tegak	\$ 7,810
3	Tangki Anion	Mengikat ion ion negatif yang ada dalam air lunak sebelum diumpankan kedalam boiler	Tangki Silinder Tegak	\$ 7,320
4	Tangki Kondensat	Menampung kondensat Hasil dari steam pemanas pada alat penukar panas	Silinder Horizontal dilengkapi dengan dearator	\$ 78,145
5	Boiler	Menghasilkan Steam yang digunakan sebagai Media pemanas alat penukar panas	Fire Tube Boiler	\$ 54,702