

**EXECUTIVE SUMMARY**

**MATA KULIAH : TUGAS PRARANCANGAN PABRIK KIMIA**



**TUGAS PRARANCANGAN PABRIK ETIL ASETAT  
DENGAN *REACTIVE DISTILLATION*  
KAPASITAS 30.000 TON PER TAHUN**

Oleh:

**M.ULIL ABSORI**

**L2C 008 083**

**PARAMITHA S.B.U.**

**L2C 008 091**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2011**

## EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	Prarancangan Pabrik Etil Asetat dengan <i>Reactive Distillation</i>
	KAPASITAS PRODUKSI : 30000 ton/tahun

### I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar belakang	<p>Di Indonesia, konsumsi asam asetat sebagian besar digunakan dalam industri percetakan, yaitu sebesar 51,4%; 31,7% untuk industri cat dan thinner; 4,4% untuk industri film dan PVC dan sisanya untuk bahan perekat, farmasi dan pelarut.</p> <p>Kebutuhan akan etil asetat ini semakin besar seiring dengan berkembangnya industri kimia dan teknologi yang berkembang di Indonesia. Pemenuhan kebutuhan etil asetat beberapa tahun terakhir dipenuhi secara impor Jepang, Korea, Taiwan dan Singapura.</p> <p>Karena kebutuhan akan etil asetat semakin meningkat sedangkan produksi dalam negeri tetap, maka perlu didirikan pabrik etil asetat untuk menghemat sumber devisa negara, membuka lapangan kerja baru, dan menjaga kontinuitas etil asetat di pasar.</p>
Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	<p>1. Kebutuhan pasar</p> <p>Etil asetat digunakan dalam berbagai industri. Seiring meningkatnya produksi dalam industri, maka kebutuhan akan etil asetat juga meningkat.</p> <p>Berdasarkan data impor tahun 2003-2009 dapat diprediksi kebutuhan etil asetat di Indonesia dengan menggunakan persamaan linear dan perhitungannya sebagai berikut:</p> $Y = a + bX$ <p>dengan : Y = kebutuhan etil asetat X = tahun</p>

	<p>a, b = konstanta</p> <p>Dari perhitungan didapat persamaan :</p> $Y = 1176.x - 2E+06$ <p>Dengan persamaan matematis diatas diatas prediksi kebutuhan etil asetat di Indonesia sampai tahun 2015 sebesar 31.103 ton/ tahun. Dengan pertimbangan tersebut diatas maka untuk memenuhi kebutuhan etil asetat dalam negeri sampai tahun 2015 dan untuk diekspor, maka dirancang pabrik etil asetat dengan kapasitas 30.000 ton/ tahun Kapasitas yang direncanakan untuk pabrik etil asetat ini masih berkisar antara 7500 -55.000 ton/tahun atau sama dengan kapasitas pabrik etil asetat yang sudah berdiri di Indonesia sehingga masih dalam batas yang menguntungkan.</p> <p>2. Ketersediaan bahan baku</p> <p>Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan etil asetat adalah etanol dan asam asetat. Untuk mendapatkan bahan baku etanol dapat bekerjasama dengan PT. Molindo Raya Industrial (Malang) dengan kapasitas produksi 50.000 KL per tahun dan asam asetat dari PT. Indo Acidatama Tbk (Solo) dengan kapasitas produksi 33.000 ton per tahun, serta katalis resin asam Amberlyst dari PT Arianto Darmawan (Surabaya).</p>
<p>Dasar Penetapan Lokasi Pabrik</p>	<p>1. Penyediaan Bahan Baku</p> <p>Bahan baku pembuatan etil asetat adalah etanol yang diperoleh dari PT. Molindo Raya yang terletak di Surabaya. Sedangkan untuk kebutuhan asam asetat berasal dari PT. Indo Acidatama (Solo) dan katalis resin <i>Amberlyst-35 wet</i> diperoleh dari PT Arianto Darmawan (Surabaya).</p>

2. Pemasaran

Etil asetat digunakan untuk industri tinta, thinner, cat dan lain sebagainya. Pemilihan lokasi di Lawang, dekat dengan pemasaran produk etil asetat yang sebagian konsumennya tersebar di daerah Surabaya

3. Transportasi

Dalam pengangkutan bahan baku dan pemasaran produk sangat diperlukan fasilitas jalan raya dan pelabuhan. Jarak kota Lawang dan Surabaya sekitar 18 kilometer yang bisa dilalui lewat jalur darat dan pelabuhan untuk distribusi dapat melalui pelabuhan di Surabaya.

4. Tenaga Kerja

Sebagian besar diperoleh dari masyarakat setempat yang berada disekitar pabrik, baik untuk yang tenaga terdidik maupun tenaga kasar terutama yang berpengalaman dibidangnya. Selain itu, daerah Lawang cukup dekat dengan Surabaya sehingga untuk mendapatkan tenaga kerja ahli maupun tenaga kerja biasa dari daerah sekitar industri cukup mudah

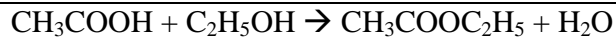
5. Utilitas

Listrik dan air merupakan syarat wajib bagi industri untuk kegiatan produksi, baik untuk proses maupun untuk manajemen/ kantor. Selain menggunakan listrik dari PLN, pabrik juga menggunakan generator sendiri untuk keperluan daya yang lebih besar. Air berguna untuk proses, maupun sanitasi kantor.

6. Kondisi Geografis

Lokasi pabrik ini dipilih karena memiliki kelembaban yang stabil, jauh dari bahaya api, gempa, bebas banjir dan kekeringan. Kondisi iklim di Lawang pada umumnya tidak membawa pengaruh yang besar terhadap jalannya

	<p>proses produksi. Selama ini bencana banjir, gunung meletus, atau bencana alam lainnya belum pernah menimpa daerah Lawang ( stabil )</p>
<p>Pemilihan proses</p>	<p>Ada beberapa macam proses dalam pembuatan etil asetat, diantaranya adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li> <p><b>1. Proses Tischenco</b></p> <p>Proses ini pertama kali dikembangkan oleh Tischenco, dengan yield sebesar 61%. Bahan baku yang digunakan adalah asetaldehid dengan memakai katalis alumunium etoksida pada temperatur 20°C. Proses ini dikembangkan pada industri di Eropa selama satu setengah abad dimana asetaldehid menjadi bahan intermediet yang penting dibanding etilene.</p> <p>Reaksi yang terjadi :</p> <math display="block">2\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3</math> </li> <li> <p><b>2. Proses Esterifikasi dengan katalis asam sulfat</b></p> <p>Reaktan yang dipakai dalam proses ini adalah etanol dan asam asetat dengan menggunakan katalis asam sulfat. Proses ini berlangsung pada suhu 100°C dengan yield etil asetat yang dapat diperoleh sebesar 99%.</p> <p>Reaksi yang terjadi :</p> <math display="block">\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}</math> </li> <li> <p><b>3. Etil asetat dari etilene dan asam asetat</b></p> <p>Reaktan yang dipakai dalam proses ini adalah asam asetat dan etilene, dengan memakai katalis fungsto phosporic acid, 10 – 90 %. Suhu 100°C – 300°C tekanan 10 atm dan yield 43,6%.</p> <p>Reaksi yang terjadi :</p> <math display="block">\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3</math> </li> <li> <p><b>4. Proses esterifikasi dengan <i>Reactive Destillation</i></b></p> <p>Reaksi yang terjadi :</p> </li> </ol>



*Reactive Distillation* merupakan suatu alat yang menggabungkan antara proses reaksi kimia dan proses distilasi ke dalam satu unit proses. Dalam beberapa penggunaan khusus di banyak kasus, ketika keseimbangan reaksi termodinamika dapat membatasi konversi yang diperoleh, sehingga produk reaksi meninggalkan zona reaksi dan dapat meningkatkan konversi dan selektivitas secara signifikan.

Katalis yang digunakan dalam aplikasi *Reactive Distillation* adalah resin aktif yang mempunyai ion  $\text{H}^+$ . Ion ini berperan dalam mempercepat reaksi esterifikasi sebagai contoh adalah *amberlyst-35*. Proses dijalankan pada suhu antara 90-110°C, konversi maksimal yang di dapat juga lebih besar yaitu mendekati 100% (Lai et all, 2007)

Proses yang dipilih adalah esterifikasi menggunakan katalis resin aktif dengan *Reactive distillation* karena :

1. Bahan baku mudah di peroleh di dalam negeri
2. Konversi yang didapat sangat tinggi
3. Temperatur relatif rendah
4. Tingkat korosivitas kecil
5. Tidak diperlukan unit pemisahan katalis
6. Mengurangi arus *recycle*
7. Biaya investasi peralatan dan pengoperasian cukup rendah

#### BAHAN BAKU

Jenis	1) Asam asetat
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentuk : Cairan tidak berwarna</li> <li>- Rumus molekul : <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math></li> <li>- Berat molekul, gr/grmol : 60,053</li> <li>- Titik leleh, °C : 16,635 (1 atm)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Titik didih, °C : 118,1(1 atm)</li> <li>- Densitas 1,044 g/ml</li> <li>- Kemurnian : &gt; 99 % berat</li> </ul>
Kebutuhan	64,557 ton/ hari
Asal	PT. Indo Acidatama
Jenis	2) Etanol
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentuk : Cairan tidak berwarna</li> <li>- Rumus molekul : C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH</li> <li>- Berat molekul,gr/grmol : 46,069</li> <li>- Titik leleh, °C : -112 (1 atm)</li> <li>- Titik didih, °C : 78,4 (1 atm)</li> <li>- Densitas 0,78506 g/ml</li> <li>- Kemurnian : &gt; 96,5 % berat</li> </ul>
Kebutuhan	51,197 ton/hari
Asal	PT. Molindo Raya
<b>PRODUK</b>	
Jenis	Etil Asetat
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentuk : Cairan tidak berwarna</li> <li>-Rumus molekul : CH<sub>3</sub>COOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub></li> <li>- Berat molekul,gr/grmol : 88,106</li> <li>- Titik didih, °C : 77,1 (1 atm)</li> <li>- Temperatur kritis: 250°C</li> <li>- Tekanan kritis, atm : 37,8</li> <li>- Densitas : 1,85 g/ml</li> <li>- Kemurnian : &gt; 99,5 % berat</li> </ul>
Laju Produksi	83.333 ton/hari
Daerah Pemasaran	Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor

## II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN (terlampir)

### III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

#### 1) Spesifikasi Alat Utama

<b>Ringkasan Tangki (T-01):</b>	
Fungsi	Menampung asam asetat untuk persediaan selama 1 minggu
Kondisi	1. Temperatur = 30 °C 2. Tekanan = 1 atm 3. Wujud = cair
Tipe	Silinder vertikal dengan flat bottom dan head conical roof
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i> 1. Jumlah = 2 buah 2. Diameter = 40 ft 3. Tinggi = 16 ft 4. Jumlah Course = 2 buah
Course 1	1. Panjang plate = 12.553 ft 2. Lebar plate = 8 ft 3. Tebal shell = 0,23 in
Course 2	1. Panjang plate = 12.551 ft 2. Lebar plate = 8 ft 3. Tebal shell = 0,19 in
Tinggi head	= 6.64 ft
Tebal head	= 0,23 in
Tinggi total	= 22.64 ft

<b>Ringkasan Pompa (P-01):</b>	
Fungsi	Memompa bahan baku etanol dari tangki penyimpanan ke HE
Tipe	Centrifuge pump, single stage
Bahan	Baja komersial
Kapasitas	0,029 ft <sup>3</sup> /det
Tenaga	57.12 ft.lbf/lb
Power pompa	2 HP



Power motor	2 HP
Ukuran pipa	1. Diameter nominal = 1.25 in 2. Sch = 40 3. ID = 1.38 in 4. OD = 1.66 in 5. Bahan = comersial steel pipe

<b>Ringkasan Kolom Reactive Distillation (RD-01):</b>	
Fungsi	Mereaksikan asam asetat dengan etanol menjadi etil asetat
Tipe	<i>Sieve Tray Tower</i>
Bahan	<i>Stainless steel SA 167 grade 3</i>
Tekanan kolom	2 atm
Temperatur	Puncak = 99°C Bottom = 110°C
Kolom	Diameter = 2 m Tinggi = 22.5 m Tebal (top) = 0.238125 cm Tebal (bottom) = 0.396875

<b>Ringkasan Kolom Stripper (SP-01):</b>	
Fungsi	Memurnikan produk etil asetat dari air dan etanol
Tipe	<i>Packed tower</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Tekanan kolom	2.1 atm
Temperatur	Puncak = 92.8°C Bottom = 110 °C
Isian	Rasching ring keramik
Kolom	Diameter = 0,738 m Tebal = 0,0042 m Tinggi = 13.3 m

Ringkasan Heat Exchanger ( HE-02 )		
<b>Fungsi</b>	Memanaskan ethanol Sebelum masuk Reactor	
<b>Tipe</b>	<i>Heat Exchanger 1-2 shelland tube</i>	
<b>Uc</b>	119,95 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F	
<b>Ud</b>	77.65 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F	
<b>Rd</b>	0,0045	
<b>Shell side(fluida dingin)</b>		<b>Tube side(fluida panas)</b>
35,133 / 192,2	h (Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F)	1500
0,00047	ΔP perhitungan (psi)	0,00017
2	ΔP diijinkan (psi)	10

## 2) Utilitas

AIR		
Cooling Water	0.57	m3/hari
Boiler Feed Water	52783	m3/hari
Service Water	17.4	m3/hari
total kebutuhan air	11630.25	m3/hari
	140	m3/ton produk
STEAM		
kebutuhan steam	78.65	ton/hari
Jenis boiler	water tube boiler	
LISTRIK		
Kebutuhan listrik	0.24	Megawatt
dipenuhi dari	generator	
BAHAN BAKAR		
Jenis	solar	
Kebutuhan	1.53	ton/hari
Sumber dari	Pertamina	

#### IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant cost	\$ 13192697.1
Fixed capital	\$ 31398620.47
Working capital	\$ 9043318.013
total capital investment	\$ 40441938.48
ANALISIS KELAYAKAN	
Return of Investment (ROR)	Before tax : 30.45 %    After tax : 21.31 %
Pay Out Time (POT)	Before tax : 2.47 year    After tax : 3.19 year
Break Event Point (BEP)	37.97 %
Shut Down Point (SDP)	25.28 %
Discounted Cash Flow (DSF)	10.48%