

EXECUTIVE SUMMARY



TUGAS PERANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI JAGUNG KAPASITAS 75.000 kl/tahun

Disusun oleh :

FESTY EMILLAROSA

NIM. L2C 309 003

DEWI ISHMA HALIDA

NIM. L2C 309 030

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

2011

EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	TUGAS PERANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI JAGUNG	
	KAPASITAS PRODUKSI	75000 kl/tahun

I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar Belakang	<p>Ketergantungan dunia terhadap bahan bakar fosil semakin besar. BP <i>Statistical review of World Energy</i> melaporkan bahwa konsumsi energi dunia meningkat sebesar 4,3% sepanjang tahun 2005. Padahal minyak bumi merupakan sumber energi yang tak dapat diperbarui. Penggunaan energi alternatif yang berbasis biomassa sangat strategis dikembangkan di Indonesia. Selain terbarukan dan ramah lingkungan, bahan baku energi ini mudah dijumpai di Indonesia.</p> <p>Energi alternative yang berbasis biomassa diantaranya adalah alkohol. Alkohol merupakan bahan kimia yang diproduksi dari bahan baku tanaman yang mengandung pati seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, dan sagu yang biasa disebut dengan bioetanol. Ubi kayu, ubi jalar, dan jagung merupakan tanaman pangan yang biasa ditanam rakyat hampir di seluruh wilayah Indonesia, sehingga jenis tanaman tersebut merupakan tanaman yang potensial untuk dipertimbangkan sebagai sumber bahan baku bioetanol (Nurdyastuti, 2008).</p> <p>Bioetanol sebagai salah satu sumber energi berbasis biomassa kini mendapat perhatian yang besar. Sejak terjadinya krisis energi, bioetanol mulai dikembangkan di Brazil sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Bioetanol dengan kadar diatas 99,5% ini dicampur dengan bensin yang selanjutnya disebut sebagai gasohol. Saat ini bioetanol paling banyak digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor sedangkan sisanya digunakan pada industri minuman, pelarut dan bahan kimia.</p> <p>Bioetanol biasanya diproduksi dari produk agrokultur seperti nira tebu (<i>sugar cane</i>), singkong, nira bit, dan jagung. Di satu sisi, bahan-bahan tersebut mudah difermentasi menjadi bioetanol, namun sebagai produk pangan dengan jumlah yang terbatas, konversi produk agrokultur sebagai bahan bakar akan menimbulkan permasalahan baru. Mengingat pemanfaatan bioetanol beraneka ragam sehingga <i>grade</i> etanol yang dimanfaatkan harus berbeda sesuai dengan penggunaannya. Untuk</p>
----------------	--

	<p>bioetanol yang mempunyai <i>grade</i> 90-96,5 % vol dapat digunakan pada industri, sedangkan bioetanol 96-99,5 % vol dapat dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar untuk kendaraan yang harus betul-betul kering dan <i>anhydrous</i> supaya tidak korosif (Nurdyastuti, 2008).</p>
<p>Dasar penetapan kapasitas produksi</p>	<p>Dalam pemilihan kapasitas rancangan pabrik Biodiesel ada beberapa pertimbangan, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bahan baku <p>Bahan baku yang digunakan untuk rancangan pabrik bioetanol ini adalah pipilan jagung. Jagung merupakan tanaman yang banyak ditanam di Indonesia. Luas lahan panen jagung yang ada di Jawa Timur pada tahun 2009 adalah sebesar 1.295.070 ha dengan produksi jagung per tahunnya adalah 5.266.720 ton (Badan Pusat Statistik, 2009).</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Kebutuhan produk <p>Penggunaan bioetanol di Indonesia khususnya sebagai bahan bakar memang belum banyak diaplikasikan. Namun, kebutuhan akan sumber energi terbarukan sangat diperlukan. Pada kurun pertama 2007-2010 selama 3 tahun pemerintah memerlukan rata-rata 30.833.000 liter (30.833 kL) bioetanol per bulan. Dari total kebutuhan itu hanya 137.000 liter (137 kL) bioetanol setiap bulan yang terpenuhi atau 0,4%. Itu berarti setiap bulan pemerintah kekurangan pasokan 30.696.000 liter bioetanol untuk bahan bakar. Pangsa pasar yang sangat besar belum terpenuhi lantaran saat ini baru PT Molindo Raya Industrial yang memasok Pertamina.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Kapasitas minimum pabrik yang ada di dunia. <p>Dalam penentuan kapasitas pabrik juga didasarkan atas kapasitas minimum pabrik yang ada di dunia. Berikut ini adalah daftar pabrik bioetanol beserta kapasitasnya yang ada di dunia.</p>
<p>Dasar penetapan lokasi pabrik</p>	<p>Lokasi pendirian pabrik bioetanol dari jagung di pilih di Provinsi Jawa Timur tepatnya di Kabupaten Tuban, pertimbangannya dijelaskan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ketersediaan Bahan Baku Utama <p>Bahan baku utama yang digunakan dalam proses pembuatan bioetanol ini</p>

adalah jagung. Daerah-daerah penghasil utama tanaman jagung di Indonesia adalah, Propinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Gorontalo, Madura, D.I. Yogyakarta, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur dan Maluku. Khususnya di Daerah Jawa Timur dan Madura, Gorontalo budidaya tanaman jagung dilakukan secara intensif karena kondisi tanah dan iklimnya sangat mendukung untuk pertumbuhan tanaman jagung (Badan Pusat Statistik, 2009).

Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu provinsi di Pulau Jawa dengan produksi jagung tertinggi di Indonesia. Sebagai daerah penghasil jagung terbesar maka memungkinkan untuk pengembangan pabrik bioetanol di daerah ini.

2. Pemasaran Produk

Provinsi Jawa Timur memiliki fasilitas pelabuhan yang dapat digunakan untuk memasok bioetanol ke daerah sekitarnya. Lokasi pabrik yang berdekatan dengan pasar atau pusat distribusi akan meminimisasi cost transportasi dan mempengaruhi harga jual produk dan lamanya waktu pengiriman. Produk bioetanol dapat dengan mudah dipasarkan untuk memenuhi kebutuhan Pulau Jawa dan Bali.

3. Ketersediaan Air dan Listrik serta Utilitas Lainnya

Air dan listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam industri. Kebutuhan air diperoleh dari sungai maupun air laut atau PDAM setempat sedangkan kebutuhan listrik dan PLN menggunakan generator listrik serta penyedia utilitas kawasan industri.

4. Fasilitas Transportasi

Pengiriman bahan baku dan distribusi produk dilakukan melalui jalur darat dan laut. Daerah di Provinsi Jawa Timur memiliki fasilitas transportasi darat dan laut yang baik dan mudah dicapai sehingga proses transportasi dapat ditangani dengan baik.

5. Ketersediaan Tenaga

Provinsi Jawa Timur memiliki jumlah penduduk yang padat sehingga mudah untuk memperoleh tenaga kerja. Lokasi pabrik berdekatan dengan pemukiman penduduk setempat sehingga mempermudah perekrutan tenaga kerja.

	<p>6. Pembuangan Limbah</p> <p>Kawasan industri di Jawa Timur berada dekat dengan beberapa sungai yang bermuara ke Selat Madura dan Laut Jawa sehingga pembuangan limbah dapat dilakukan di sungai tersebut. Namun, dalam pembuangan limbah ini adalah limbah yang telah diolah sehingga tidak merusak lingkungan.</p>
Proses	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Terdapat 2 proses dalam membuat bioetanol dari jagung, <ul style="list-style-type: none"> - Dry Milling <p>Pada proses ini jagung dikirim ke <i>plant</i> penggiling, untuk dilakukan penggilingan menjadi partikel sesuai dengan yang ditetapkan. Alat penggilingan biasanya menggunakan <i>hammer mill</i>. Ukuran partikel yang dihasilkan akan mempengaruhi proses selanjutnya. ukuran partikel yang besar membutuhkan energi penggilingan lebih sedikit, tetapi <i>yield</i> yang dihasilkan sedikit pada proses likuifaksi dan sakarifikasi. Sakarifikasi atau pada kondisi tertentu (temperatur tinggi, waktu reaksi lebih panjang dan kebutuhan enzim lebih tinggi).</p> <p>Gilingan jagung kemudian dibururkan dan dipanaskan, tahap ini sering disebut <i>mashing</i>. Selanjutnya proses likuifaksi menggunakan enzim <i>α-amylase</i>. <i>α-amylase</i> berasal dari bakteri <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Bacillus licheniformis</i> yang dapat bertahan hidup hingga suhu 105°C. Enzim <i>α-amylase</i> yang akan menjadi katalis bagi reaksi hidrolisis dengan memutus ikatan <i>α,1-4 glikosidik</i> amylase dan amilopektin, hingga dihasilkan <i>dekstrin</i>. Selanjutnya proses sakarifikasi yang melibatkan enzim <i>glukoamilase</i> yang berasal dari bakteri <i>Aspergillus niger</i>. Tahap ini bertujuan memecah <i>dekstrin</i> menjadi glukosa sumber nutrient utama mikroorganisme pada proses fermentasi. Fermentasi glukosa menghasilkan etanol (Nurdyastuti, 2008).</p>

Bahan Baku

Jenis	Jagung Pipilan
Spesifikasi	<p>1. Jagung Pipilan</p> <p>◆ Wujud : grain</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Komposisi : Protein 8% berat <li style="padding-left: 20px;">: Lemak 0,8% berat <li style="padding-left: 20px;">: Serat kasar 2,7% <li style="padding-left: 20px;">: Abu 0,3% <li style="padding-left: 20px;">: Pati 75 % <li style="padding-left: 20px;">: Amilosa 15,3% - 25,1% <li style="padding-left: 20px;">: Amilopektin 74,9% - 84,7% <li style="padding-left: 20px;">: Gula 0,34% ◆ Kadar air : maksimal 15% ◆ Butir rusak : maksimal 16% ◆ Kotoran : maksimal 2%
Kebutuhan	jagung Pipilan : 30.833.000 liter (30.833 kL)
Asal	– Jagung pipilan didapatkan dari petani jagung di daerah tuban atau petani dari jawa timur.

Produk

Jenis	Bioetanol
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> Berat molekul : 46 kg/ kmol Densitas : 0,7912 kg/m³ Titik beku : 22 °C Titik didih : 191 °C Kelarutan dalam air : Sempurna Kemurnian : 99,7 %
Daerah pemasaran	Di seluruh wilayah Indonesia, khususnya Pulau Jawa dan Bali

II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

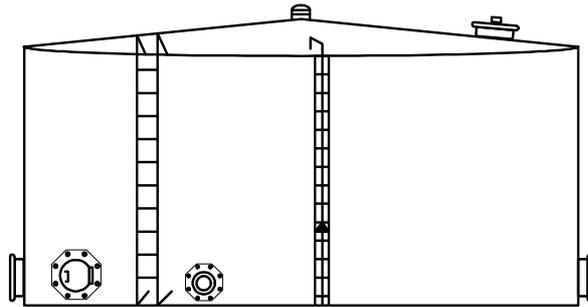
2.1. Gambar Flowsheet, instrumen dan kondisi operasinya.

(Terlampir)

III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

3.1 Spesifikasi Alat Utama

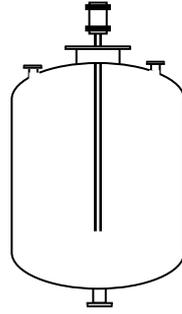
1. TANGKI



Gambar 1. Tangki

Kode	: T- 01
Fungsi	: Tempat menyimpan bahan baku metanol
Tipe	: Silinder vertikal dengan <i>flat bottom</i> dan <i>conical roof</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade D</i>
Jumlah	: 2 buah
Kondisi penyimpanan	: cair, $T = 30^{\circ}\text{C}$ dan $P = 1 \text{ atm}$
Waktu penyimpanan	: 7 hari
Volume	: $686,576 \text{ ft}^3$
Tinggi tangki	: 5 ft
Diameter inside	: 15 ft
Diameter outside	: 15,04 ft
Tinggi cairan	: 3,89 ft
Tebal shell	: $1/4 \text{ in} = 0.02083 \text{ ft}$
Tebal head	: $1/4 \text{ in} = 0.02083 \text{ ft}$

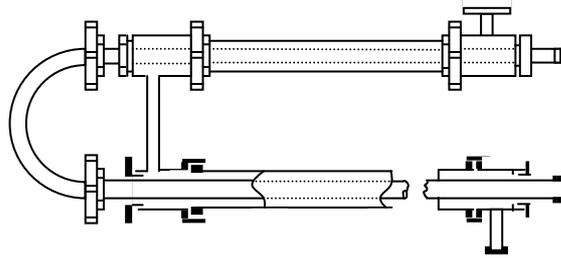
2. MIXER



Gambar 2. Mixer – 01

Kode	: M- 01
Fungsi	: Tempat melarutkan methanol dan asam sulfat
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade D</i>
Jumlah	: 2 buah
Tekanan operasi	: 14,696 psi = 2.116,224 psf
Tekanan desain	: 15,656 psi = 2.254,463 psf
Kapasitas mixer	: 7,56 ft ³
ID	: 12,78 in = 1 ft
OD	: 25,935 in = 2,16125 ft
Tinggi silinder	: 30,672 in = 2,556 ft
Tinggi head	: 11,92 in = 0,993 ft
Tinggi mixer	: 54,512 in = 4,542 ft
Tinggi cairan di dalam mixer	: 25,44 in = 2,12 ft
Tebal silinder desain	: 3/16 in = 0,015625 ft
Tebal head	: 3/16 in = 0,015625 ft
Kecepatan putar pengaduk	: 502,48 rpm
Power pengaduk	: 2,73 Hp

3. HEAT EXCHANGER



Gambar 3. Heat Exchanger - 01

Kode : HE- 01

Fungsi : Menaikkan temperatur larutan ($\text{CH}_3\text{OH}+\text{H}_2\text{SO}_4$) dari suhu $41,78^\circ\text{C}$ hingga suhu 80°C

Tipe : Double pipe heat exchanger

Panjang hairpin : 30 ft

Jumlah hairpin : 4 buah

Susunan hairpin : Seri

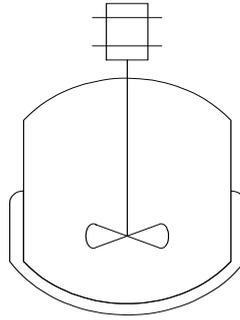
Aliran fluida : *Counter current*

Annulus : IPS 2 (fluida panas)

Inner pipe : IPS 1 ¼ (fluida dingin)

Annulus		Inner pipe
31,01 Btu/jam.ft ² .°F	H outside, Btu/jam.ft ² .°F	68,78 Btu/jam.ft ² .°F
$A = 98,99 \text{ ft}^2$ $U_C = 21,37 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F}$ $U_D = 19,84 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F}$ Rd perhitungan = 0,0036 Rd minimum = 0,001		
0,03 psi = 4,32 psf	ΔP perhitungan	0,01 psi = 14,399 psf
10 psi = 1.439,99 psf	ΔP yang diijinkan	10 psi = 1.439,99 psf

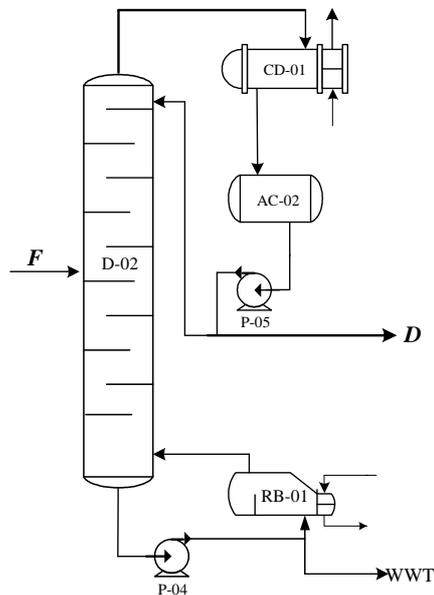
4. REAKTOR



Gambar 4. Reaktor - 01

Kode	: R- 01
Fungsi	:Tempat terjadinya reaksi antara metanol dengan minyak jelantah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade D</i>
Jumlah	: 2 buah
Tekanan desain	: 25,234 psi = 363.3695,7681 psf
Kapasitas reaktor	: 10,212 ft ³
ID	: 2,35 ft
OD	: 2,38 ft
Tinggi silinder	: 2,82 ft
Tinggi head	: 0,52 ft
Tinggi reaktor	: 3,86 ft
Tebal silinder	: 3/16 in = 0,015625 ft
Tebal head	: 3/16 in = 0,015625 ft
Kecepatan putar pengaduk	: 282,876 rpm
Power pengaduk	: 0,1 Hp
Tinggi jaket	: 0,58 ft
Tebal jaket	: 3/16 ft

5. MENARA DESTILASI



Gambar 5. Menara destilasi – 01

Fungsi	= Memisahkan metanol
Tipe	= <i>Buble cap tray</i>
Kondisi operasi	=Puncak menara : $T = 340,3 \text{ K}$, $P = 1,9 \text{ atm} = 4.020,81 \text{ psf}$ Umpan masuk : $T = 355,2 \text{ K}$, $P = 2 \text{ atm} = 4.232,433 \text{ psf}$ Dasar menara : $T = 369,4 \text{ K}$, $P = 2,1 \text{ atm} = 4.444,054 \text{ psf}$
Bahan	= <i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Diameter	=Puncak menara : $0,94 \text{ m} = 3,08398 \text{ ft}$ Dasar menara : $1,08 \text{ m} = 3,543296 \text{ ft}$
Tebal Shell	=Puncak menara : $3/16 \text{ in} = 0.015625 \text{ ft}$ Dasar menara : $1/4 \text{ in} = 0.02083 \text{ ft}$
Bentuk Head	=Torispherical flanged and dished head
Jumlah plate akt	= 34 plate
Tinggi total	= $18,898 \text{ m} = 59.05494 \text{ ft}$

3.2. Utilitas

AIR	
Air untuk keperluan umum (<i>service water</i>)	12,02 m ³ /hari
Air pendingin (<i>cooling water</i>)	4424.06 m ³ /hari
Air untuk proses (<i>process water</i>)	142,59 m ³ /hari.
Air umpan ketel (<i>boiler feed water</i>)	277217,9 m ³ /hari
Total kebutuhan Air	122.947,07 m ³ /hari
Didapat dari sumber	Air sungai
STEAM	
Kebutuhan steam	11493,28 kg/jam
Jenis boiler	<i>water tube Boiler</i>
LISTRİK	
Kebutuhan listrik	6415 Kw
Dipenuhi dari	Generator : 8018,75 kW
	PLN : 1200 kVa
BAHAN BAKAR	
Jenis	Solar
Kebutuhan	240,56 m ³ /hari
Sumber dari	PT. Pertamina

IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant Cost	US \$ 14.943.858,72
Fixed Capital	US\$ 216,460,691.86
Working Capital	US\$ 36,516,856.56
Total Capital Investment	US\$ 268,864,571.68
ANALISIS KELAYAKAN	
Return on Investment (ROI)	Before tax : 27.27 % after tax : 23.41 %
Pay Out Time (POT)	Before tax : 3.7 Tahun, after tax : 4.3 Tahun
Break Event Point (BEP)	50.06%
Shut Down Point (SDP)	24.14%
Discounted Cash Flow (DCF)	14,68 %