

**EXECUTIVE SUMMARY**  
**TUGAS PERANCANGAN PABRIK KIMIA**



**TUGAS PERANCANGAN PABRIK BIOETANOL**  
**DARI PIPILAN JAGUNG DENGAN PROSES DRY MILLING DENGAN**  
**KAPASITAS 98.000 kL/Tahun**

**Oleh :**

<b>MUH. KHOIRUL ANAM</b>	<b>NIM. L2C3 09 034</b>
<b>VIDIARTI DYAH ATIKAYANTI</b>	<b>NIM. L2C3 09 037</b>
<b>ROHMADONA MAHARANI</b>	<b>NIM. L2C3 09 038</b>
<b>SIGIT BINTORO</b>	<b>NIM. L2C3 09 039</b>

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

**2011**

## EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	TUGAS PERANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI PIPILAN JAGUNG DENGAN PROSES DRY MILLING.	
	KAPASITAS PRODUKSI	98.000 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 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</p>
----------------	--

	<p>dimanfaatkan harus berbeda sesuai dengan penggunaannya. Untuk 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 Bioetanol ada beberapa pertimbangan, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ketersediaan Bahan Baku <p>Bahan baku yang digunakan untuk rancangan pabrik bioetanol ini adalah pipilan jagung. Luas lahan panen jagung yang ada di Indonesia pada tahun 2010 adalah sebesar 4.184.091 ha dengan produksi jagung per tahunnya adalah 18.016.537 ton, sedangkan untuk daerah terluas lahan panen jagung berada di provinsi Jawa Timur dengan produksi jagung per tahunnya 5.243.479 ton.</p> </li> <li>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 (30.696 Kl) bioetanol untuk bahan bakar (Blog Bingkai Pertanian Indonesia). Pangsa pasar yang sangat besar belum terpenuhi lantaran saat ini baru PT Molindo Raya Industrial yang memasok Pertamina.</p> </li> <li>3. Kapasitas minimum pabrik yang ada di dunia. <p>Dalam penentuan kapasitas pabrik juga didasarkan atas kapasitas minimum pabrik yang ada di dunia.</p> </li> </ol>
<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> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ketersediaan bahan baku utama</li> <li>▪ Bahan baku utama yang digunakan dalam proses pembuatan bioetanol</li> </ul>

ini adalah jagung. Produksi jagung di Indonesia pada tahun 2010 adalah 18.016.537 Ton. 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 merupakan penghasil jagung tertinggi di Indonesia dengan produksi 5.243.479 Ton/tahun (Badan Pusat Statistik, 2010). Kabupaten Tuban merupakan penghasil jagung terbesar ke-2 di Provinsi Jawa Timur, dengan produksi sekitar 432.582 Ton pada tahun 2010.

- Pemasaran produk

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

- 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.

- Transportasi

Pengiriman bahan baku dan distribusi produk dilakukan melalui jalur darat dan laut. Kabupaten Tuban memiliki fasilitas transportasi darat dan laut yang baik dan mudah dicapai sehingga proses transportasi dapat ditangani dengan baik.

- Ketersediaan tenaga kerja

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

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pembuangan limbah Kawasan industri di Jawa Timur khususnya di Kabupaten Tuban berada dekat dengan beberapa sungai yang bermuara ke Laut Jawa sehingga pembuangan limbah dapat dilakukan di sungai tersebut. Namun, dalam pembuangan limbah ini adalah limbah yang telah diolah sehingga tidak merusak lingkungan.</li> </ul>
Proses	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Terdapat 2 proses dalam membuat bioetanol dari jagung, <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dry Milling</li> <li>- Wet Milling</li> </ul> </li> </ul> <p>Perbedaan antara dry milling dan wet milling adalah pada hasil samping yang diinginkan, yaitu wet milling dapat menghasilkan minyak, gluten, dan pati terhidrolisa, selain itu pada proses wet milling juga lebih banyak memerlukan air. Dengan pertimbangan-pertimbangan tersebut maka proses yang terpilih pada perancangan ini adalah produksi etanol dengan proses <i>dry milling</i>.</p>

### Bahan Baku

Jenis	Jagung Pipilan
Spesifikasi	<p><b>1. Jagung Pipilan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Wujud : grain</li> <li>◆ Komposisi <ul style="list-style-type: none"> <li>: Protein 8% berat</li> <li>: Lemak 0,8% berat</li> <li>: Serat kasar 18,2%</li> <li>: Pati 73 %</li> <li>-Amilosa 20%</li> <li>- Amilopektin 53%</li> </ul> </li> <li>◆ Kadar air : maksimal 15%</li> <li>◆ Butir rusak : maksimal 16%</li> <li>◆ Kotoran : maksimal 2%</li> </ul>
Kebutuhan	– jagung Pipilan : 802,632 Ton/hari

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"> <li>• Bioetanol Terdenaturasi (etanol yang digunakan sebagai bahan bakar harus didenaturasi agar tidak dijadikan bahan minuman dan etanol yang didenaturasi tidak dikenai cukai alkohol).</li> <li>- Kemurnian : 99,7 % (Sebelum Denaturasi) 94,5% (Setelah Denaturasi)</li> <li>• Kadar Metanol : 300 mg/L, Max</li> <li>• Berat molekul : 46 kg/ kgmol</li> <li>• Densitas : 0,7912 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Titik didih : 78,4 °C</li> <li>• Kadar air : 1% v, max</li> </ul>
Daerah pemasaran	Di seluruh wilayah Indonesia, khususnya Pulau Jawa dan Bali

**II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN**

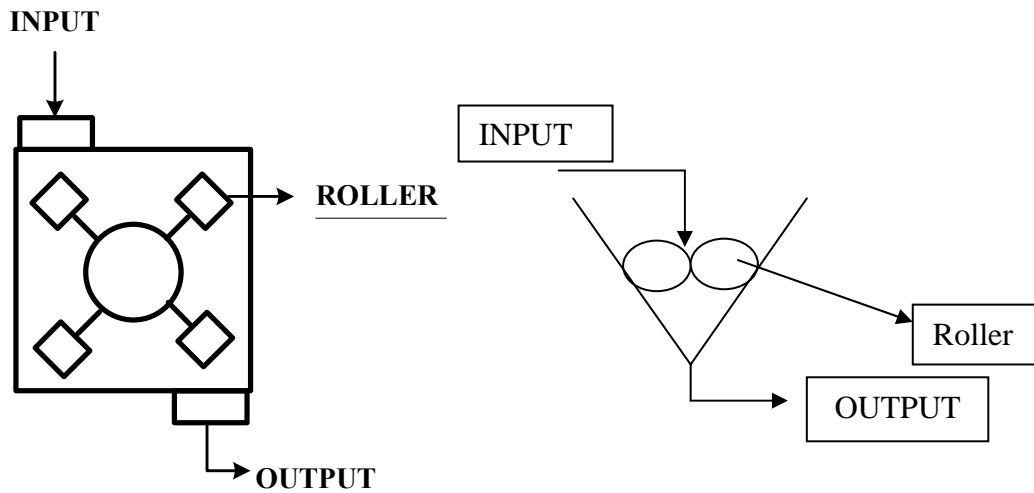
**2.1. Gambar Flowsheet, instrumen dan kondisi operasinya.**

(Terlampir)

### III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

#### 3.1 Spesifikasi Alat Utama

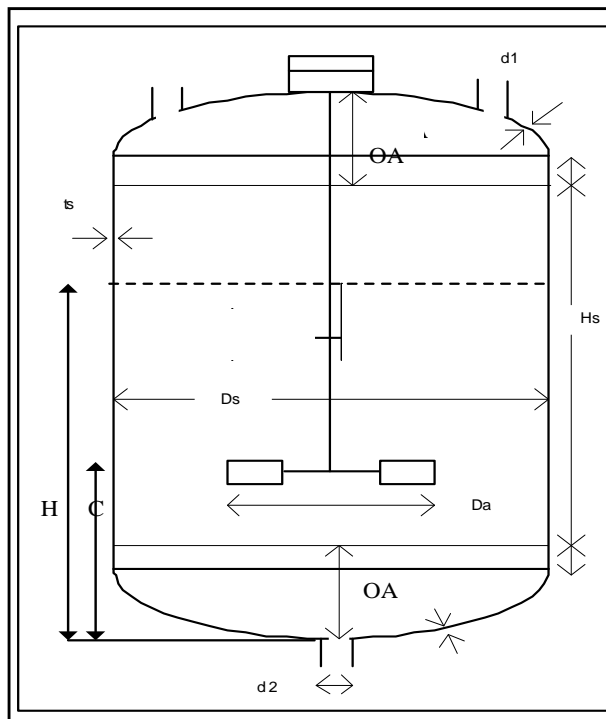
##### 1. HAMMER MILL (M-110)



Gambar 1. Hammer Mill

Kode	: M-110
Fungsi	: Menghaluskan biji jagung hingga ukuran 0,1 mm
Bahan Konstruksi	: Iron and Stell
Jenis Mill	: Roller Mill
Kapasitas	: 33,443 ton/jam jagung
Power	: 367,873 HP
Jumlah	: 1 buah

## 2. TANGKI MASHING (TH-160)



### Keterangan :

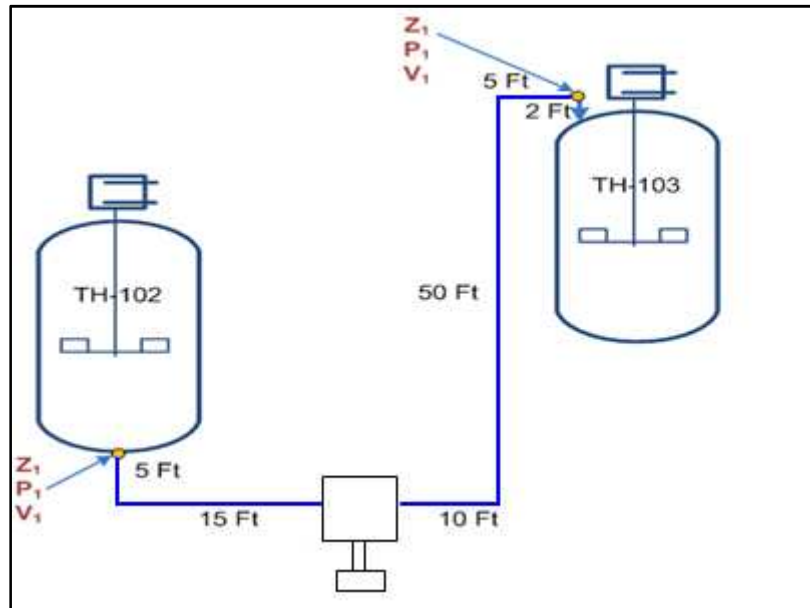
- DS : Diameter shell
- HS : Tinggi shell
- OA : Tinggi dish
- C : Jarak Propeler dari dasar tangki
- Da : Diameter propeler
- d2 : Diameter Outlet
- d1 : Diameter Input
- H : Tinggi Liquid

Gambar 2. Tangki Mashing

- Kode : TH-160
- Fungsi : Sebagai tempat pemasakan / cooking
- Kondisi operasi : 95<sup>0</sup>C
- Tekanan : 1 atm
- Kapasitas : 4291,41Ft<sup>3</sup>/jam
- Jumlah : 2 tangki
- Bahan Konstruksi : stainless stell tipe 304 grade 3 (SA-167)
- Head dan Bottom :
  - Jenis = Thorisperical
  - Tebal = 1/2 in
  - Tinggi = 28,6 in
- Tinggi tangki : 29 ft
- Power Pengaduk : 4 HP



### 3. POMPA (P-181)



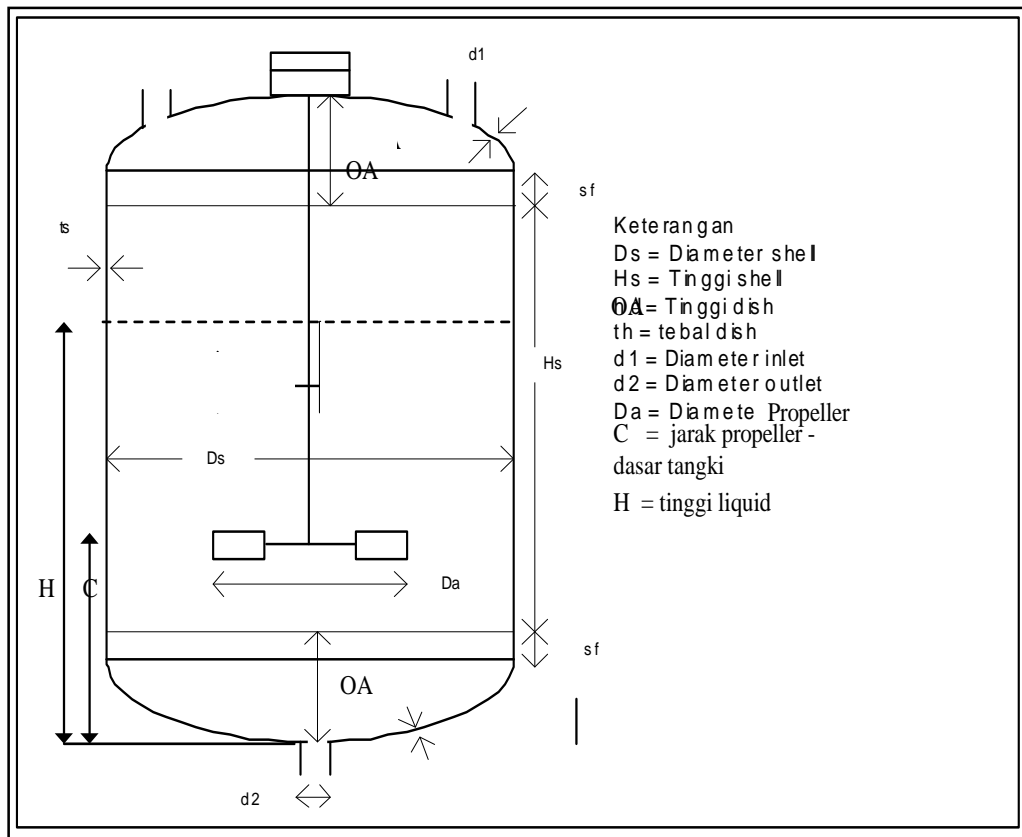
Gambar 3. Pompa Mengalirkan Slurry dari T.Mashing menuju T. Sakarifikasi

Kode	: P-181
Fungsi	: Mengalirkan Slurry dari T.Mashing menuju T. Sakarifikasi
Tipe	: Recirprocating Piston
Kapasitas	: $1,37 \text{ Ft}^3/\text{s}$
Bahan Konstruksi	: Iron and Steel
Daya pompa	: 15 HP
Pipa	: D Nominal Size : 8 in Schedule Number 40 Inside Diameter (ID) : 7,981 in Outside Diameter (OD) : 8,625 in Flow area pipe (A) : $0,3474 \text{ Ft}^2$

#### 4. HEAT EXCHANGER (TH -113)

Kode	: TH-113
Tipe	: Coil
Bahan Konstruksi	: Carbon Steel Grade C
Fungsi	: Mentransfer supply panas untuk kebutuhan reaksi saccarifikasi
Kondisi operasi	: 65 <sup>0</sup> C
Tekanan	: 1 atm
Pipa	: Outside Diameter (OD) : 3/4 in
	BWG : 16
	Inside Diameter (ID) : 5/8 in
	Luas Perpindahan Panas : 101 ft <sup>2</sup>

#### 5. FERMENTOR (F-310)



Gambar 4. Fermentor

Kode : F-310

Fungsi : Sebagai tempat untuk terjadinya proses fermentasi utama

Kondisi operasi : 35 °C

Tekanan : 2 atm

Kapasitas : 2925,596 Ft<sup>3</sup>/jam

Jumlah : 48 tangki

Bahan Konstruksi : stainless steel tipe 304 grade 3 (SA-167)

Dimensi Tangki :

Diameter : 14 Ft

Tebal : 3/4 in

Tinggi : 10 m

Power Pengaduk : 13 HP

Jaket Pendingin

Tipe : Jacket

Bahan Konstruksi : Carbon Steel Grade C

Fungsi : Menjaga temperatur pada fermentor ( 35 °C )

Pipa : Outside Diameter (OD) : 12,75 in

IPS : 12

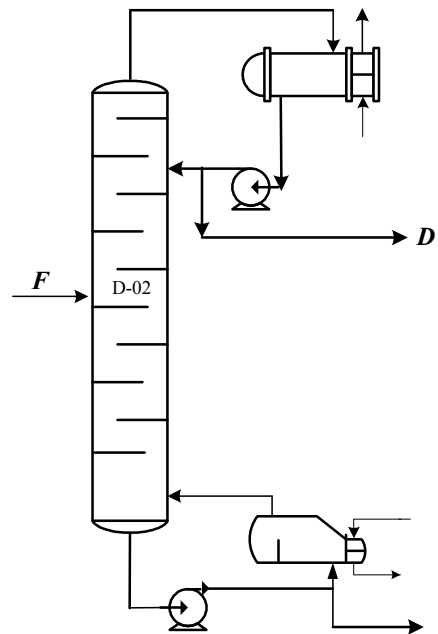
Inside Diameter (ID) : 12,09 in

Clear overall Koef.(UC) : 351,05 Btu/ (Hr)(ft<sup>2</sup>)(°F)

Desaign overall Koef.(UD): 259,84 Btu/ (Hr)(ft<sup>2</sup>)(°F)

Luas Perpindahan Panas : 189 m<sup>2</sup>

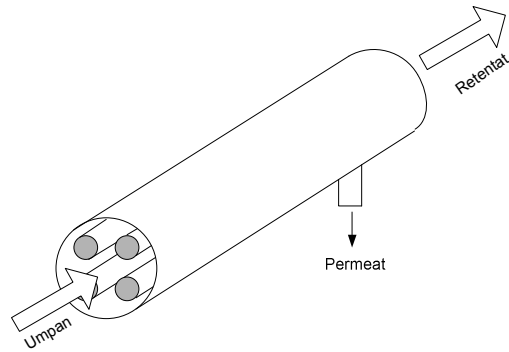
## 6. MENARA DISTILASI (D-311)



Gambar 5. Menara destilasi D-311

Kode	:	D-311
Fungsi	:	Memurnikan produk etanol 94% mol
Tipe	:	Sieve tray
Jumlah	:	2 buah
Bahan Konstruksi	:	Carbon Steel SA 285 Grade C
Jenis Aliran	:	Cross Flow
Head dan Bottom	:	
Jenis	:	Torispherical
Tebal	:	0.25 in
Kondisi Operasi	:	
a. Puncak Menara :		
Tekanan	:	1 atm
Temperatur	:	354,42°K
b. Dasar		
Tekanan	:	1,136 atm
Temperatur	:	375,439°K
Jumlah tray	:	20 Tray
Diameter	:	2,6 m
Tinggi	:	9,5 m

## 7. MEMBRAN PERVAPORASI (M-330)



Gambar 6. Membran Pervaporasi

Kode	: M-330
Fungsi	: Untuk memurnikan produk etanol hingga 99,7% v/v
Bahan Membran	: Material keramik yang dimodifikasi dengan Na-A Zeolit
Kondisi operasi	: 75 <sup>0</sup> C
Pola Aliran	: Cross Flow
Jumlah Chanel	: 21 buah
Jumlah Modul	: 21 buah
Jumlah Housing	: 14 buah
Diameter	:
	a. Diameter modul pervaporasi : 10,1 cm
	b. Diameter housing pervaporasi : 46 cm
Panjang Tube	: 1,25 m

### 3.2. Utilitas

<b>AIR</b>	
Air untuk keperluan umum ( <i>service water</i> )	12,02 m <sup>3</sup> /hari
Air pendingin ( <i>cooling water</i> )	111.089,56 m <sup>3</sup> /hari
Air untuk proses ( <i>process water</i> )	2.790,096m <sup>3</sup> /hari
Air umpan ketel ( <i>boiler feed water</i> )	59.041 m <sup>3</sup> /hari
Total kebutuhan Air	295.879,75 m <sup>3</sup> /hari
Didapat dari sumber	Air sungai
<b>STEAM</b>	
Kebutuhan steam	1438,323 ton/jam
Jenis boiler	<i>Water Tube Boiler</i>
<b>LISTRIK</b>	
Kebutuhan listrik	619,677 kW
Dipenuhi dari	Pembangkit sendiri : 528,71 kW
	PLN : 90,967 Kw
<b>BAHAN BAKAR</b>	
Jenis	Solar
Kebutuhan	293,39 kg/hari
Sumber dari	PT. Pertamina

### IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant Cost (PPC)	US \$ 74,271,431.07
Fixed Capital	US \$ 101,603,317.70
Working Capital	US \$ 42,392,770.80
Total Capital Investment	US \$ 151.200.583,41
<b>ANALISIS KELAYAKAN</b>	
Return on Investment (ROI)	Before tax : 37.97% after tax : 30.98 %
Pay Out Time (POT)	Before tax : 2.6 Tahun after tax : 3.2 Tahun
Break Event Point (BEP)	44.675,05 kL/Tahun
Shut Down Point (SDP)	21.800,75 kl/Tahun
Discounted Cash Flow (DCF)	US \$ 39,769,312.32
Umur Pabrik (n)	9 Tahun

