

# **PERANCANGAN PABRIK KIMIA**



## **PRARANCANGAN PABRIK BIOETANOL DENGAN BAHAN BAKU JAGUNG KAPASITAS PRODUKSI 50.000 KL/TH**

Oleh :

**Dwi Cahya Rani S**

**NIM. L2C 607 019**

**Rini Rarasati**

**NIM. L2C 607 045**

**Rizky Ayu P**

**NIM. L2C 607 047**

**Yusrina Arum R**

**NIM. L2C 607 061**

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

**2011**

## EXECUTIVE SUMMARY

<b>JUDUL TUGAS</b>	<b>PRARANCANGAN PABRIK BIOETANOL DENGAN PROSES FERMENTASI</b>	
	<b>KAPASITAS PRODUKSI</b>	<b>50.000 kL/tahun</b>

### I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar belakang	<p>Pendirian pabrik bioetanol di Indonesia dilatarbelakangi oleh ketergantungan dunia terhadap bahan bakar fosil. Keadaan ini mendorong negara-negara industri mencari sumber energi alternatif seperti etanol, metana, dan hidrogen. Bioetanol menjadi pilihan utama dunia karena senyawa ini dapat terus diproduksi baik secara fermentasi maupun sintesis kimia</p>
Dasar penetapan kapasitas produksi	<p>Penetapan kapasitas produksi didasarkan oleh 3 hal yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Bahan baku yang digunakan untuk rancangan pabrik bioetanol ini adalah jagung. Luas lahan panen jagung yang ada di Jawa Timur pada tahun 2009 adalah sebesar 1.248.621 ha dengan produksi jagung per tahunnya adalah 5.071.544 ton.</li><li>2. Pada tahun 2007-2010, 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.</li><li>3. Kapasitas pabrik bioetanol minimal yang ada di dunia adalah 10.000 kL/tahun sehingga produksi minimal yang dirancang lebih besar dari kapasitas tersebut yaitu 50.000 kL/tahun.</li></ol>
Dasar penetapan lokasi pabrik	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ketersediaan bahan baku jagung 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 etanol di daerah ini.</li><li>2. Pemasaran produk Provinsi Jawa Timur memiliki fasilitas pelabuhan yang dapat digunakan untuk memasok etanol ke daerah sekitarnya. Lokasi pabrik yang berdekatan dengan pasar atau pusat distribusi akan mempengaruhi harga jual produk dan</li></ol>

	<p>lamanya waktu pengiriman. Produk etanol dapat dengan mudah dipasarkan untuk memenuhi kebutuhan Pulau Jawa dan Bali.</p> <p>3. Ketersediaan air dan listrik serta utilitas lainnya Kebutuhan air diperoleh dari sungai maupun air laut atau PDAM setempat sedangkan kebutuhan listrik dan PLN menggunakan generator listrik</p> <p>4. Ketersediaan tenaga Provinsi Jawa Timur memiliki jumlah penduduk yang padat sehingga mudah untuk memperoleh tenaga kerja.</p> <p>5. Pembuangan limbah 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>
Pemilihan proses	<p>1. Proses yang dipilih dalam produksi bioetanol ini adalah proses fermentasi <i>dry milling</i>. Proses ini melibatkan aktivitas enzim dan yeast.</p> <p>2. Proses pembentukan etanol dari pati jagung berlangsung dalam tiga tahap yaitu proses hidrolisa pati jagung menjadi dekstrin, proses konversi dekstrin menjadi glukosa (sakarifikasi) keduanya merupakan reaksi enzimatik dan proses fermentasi glukosa menjadi etanol.</p> <p>3. Proses pemurnian bioetanol berlangsung dalam tiga tahap yaitu distilasi dua tahap dan pemisahan dengan membran pervaporasi sehingga diperoleh produk bioetanol dengan kadar 99,7%.</p>
<b>BAHAN BAKU</b>	
Nama	Jagung Pipilan
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wujud : grain</li> <li>- Kandungan <ul style="list-style-type: none"> <li>Protein : 8 - 11% berat</li> <li>Lemak : maksimal 2,7 % berat</li> <li>Serat kasar : 2 - 2,7 % berat</li> <li>Abu : maksimal 1,1 % berat</li> <li>Pati : minimal 72 % berat</li> <li>Gula : minimal 3 % berat</li> <li>Kadar air : maksimal 15 % berat</li> </ul> </li> </ul>

	- Butir rusak : maksimal 16 % - Kotoran : maksimal 2 %
Kebutuhan	697.863 ton/hari
Asal	Pemasok jagung di Jawa Timur
Nama	Enzim $\alpha$ -Amylase
Spesifikasi	Wujud : cair Temperatur : aktif pada suhu 80 °C - 85°C pH : 6,2 – 7,5
Kebutuhan	1,01 ton/hari
Asal	Taka-Therm®
Nama	Enzim Glukoamilase
Spesifikasi	Wujud : cair Temperatur : aktif pada suhu 65°C pH : 4,5 – 5
Kebutuhan	0,96 ton/hari
Asal	Diazyme® L-100
<b>PRODUK</b>	
Jenis	Etanol
Spesifikasi Produk	- Kadar Bioetanol : min 99,5 % v ( sebelum denaturasi ) min 94 % v ( setelah denaturasi ) - Kadar air : max 1 % v - Kadar Denaturan : min 2 % v - pH bioetanol : 6,5-9,0 - Bilangan Oktan : 108
Laju produksi	151,52 kL/hari
Daerah pemasaran	Jawa dan Bali

## II. DIAGRAM ALIR DAN PENERACAAN

### 2.1 Diagram Alir

Terlampir

### 2.2 Peneracaan

#### 2.2.1 Neraca Massa

##### 1. Unit Pembuburan

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	M1	M2	M3
C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	24835.74816		24835.74816
Protein	2941.975678		2941.975678
Lemak	923.6435268		923.6435268
Serat	684.1803902		684.1803902
Gula	342.0901951		342.0901951
Abu	376.2992146		376.2992146
H <sub>2</sub> O	4105.082341	102627.1	106732.1409
Jumlah	34209.01951	102627.1	136836.078
	<b>136836.078</b>		<b>136836.078</b>

##### 2. Unit Hidrolisa Pati

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	M3	M4	M5
C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	24835.74816		1241.787408
Protein	2941.975678		2941.975678
Lemak	923.6435268		923.6435268
Serat	684.1803902		684.1803902
Gula	342.0901951		342.0901951
Abu	376.2992146		376.2992146
H <sub>2</sub> O	106732.1409		106732.1409
α-amylase		49.67149633	49.67149633
[ C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ]			23593.96076
Jumlah	136836.078	49.67149633	136885.7495
	<b>136885.7495</b>		<b>136885.7495</b>

### 3. Unit Sakarifikasi

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	M5	M6	M7
[C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>1000</sub>	1241.787408		1241.787408
[ C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>10</sub>	23593.96076		1179.698038
H <sub>2</sub> O	106732.1409		104241.6672
α-amylase	49.67149633		49.67149633
Protein	2941.975678		2941.975678
Lemak	923.6435268		923.6435268
Serat	684.1803902		684.1803902
Abu	376.2992146		376.2992146
glukoamylase		47.18792151	47.18792151
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	342.0901951		25246.82655
Jumlah	136885.7495	47.18792151	136932.9375
	<b>136932.9375</b>		<b>136932.9375</b>

### 4. Unit Ultrafiltrasi

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	M7	M8	M9
[C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>1000</sub>	1241.787408	1241.787408	
[ C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>10</sub>	1179.698038	1179.698038	
H <sub>2</sub> O	104241.6672	15636.25009	88605.41715
α-amylase	49.67149633	46.84022104	2.831275291
Protein	2941.975678	2941.975678	
Lemak	923.6435268	923.6435268	
Serat	684.1803902	684.1803902	
Abu	376.2992146	376.2992146	
glukoamylase	47.18792151	44.49820999	2.689711526
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	25246.82655	3787.023982	21459.80257
Jumlah	136932.9375	26862.19675	110070.7407
	<b>136932.9375</b>	<b>136932.9375</b>	

## 5. Unit Inokulasi

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	M10	M11	M12
H <sub>2</sub> O	8860,541714		8860,56
$\alpha$ -amylase	0.283127529		0.283127529
glukoamylase	0.268971153		0.268971153
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	2145.980257		2145.980257
O <sub>2</sub>		369	
Saccharomyces			342
NH <sub>3</sub>		89	
CO <sub>2</sub>			116
Jumlah	11007.07407	458	11465.13462
	<b>11465.16907</b>		<b>11465.13462</b>

## 6. Unit Fermentasi

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	M12	M13	M15	M14
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	2145.980257	19313.82231	5697.577581	
saccharomyces	3.42E+02		7.37E+02	
$\alpha$ -amylase	0.283127529	2.548147762	2.831275291	
Glukoamilase	0.268971153	2.420740374	2.689711526	
H <sub>2</sub> O	8860.543302	79744.87544	88750.25277	
NH <sub>3</sub>		62.09343636		
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH			5047.391488	
CO <sub>2</sub>	1.16E+02			4983.991219
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O			0.002228945	
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O			0.639432372	
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O			0.768244204	
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O			5368.146394	
Total	11465.13462	99125.76007	105606.9312	4983.991219
	<b>110590.9224</b>		<b>110590.8947</b>	

7. Unit Filter Press

komponen	Input (kg.jam)	Output (kg/jam)	
	M15	M16	M17
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	5697.577581		5697.577581
saccharomyces	7.37E+02	737	
α-amylase	2.831275291	2.831275291	
Glukoamilase	2.689711526	2.689711526	
H <sub>2</sub> O	88750.25277	482	88267.85326
NH <sub>3</sub>			
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	5047.391488		5047.391488
CO <sub>2</sub>			
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	0.002228945		0.002228945
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	0.639432372		0.639432372
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0.768244204		0.768244204
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	5368.146394		5368.146394
Jumlah	105606.9312	1225	104382.3786
	<b>105606.9312</b>	<b>105606.9312</b>	

8. Unit Distilling Column I

Komponen	Feed(M17)	Distilat(M19)	Bottom(M18)
	massa (kg)	massa (kg)	massa (kg)
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (LK)	5047.391488	5022.070132	25.3213555
H <sub>2</sub> O (HK)	88267.85326	5295.803005	82972.05026
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	0.002228945		0.002228945
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	0.639432372		0.639432372
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0.768244204		0.76818262
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	5368.146394		5368.146109
glucose	5697.577581		5697.577581
Total	104382.3786	10317.87314	94064.50515
	<b>104382.3786</b>	<b>104382.3786</b>	



9. Unit Distilling Column II

Komponen	Feed (M19)	Distilat (M21)	Bottom (M20)
	massa (kg)	massa (kg)	massa (kg)
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (LK)	5022.070132	4997	25.07013228
H <sub>2</sub> O (HK)	5295.803005	211.9310565	5083.871949
JUMLAH	10317.87314	5208.931056	5108.942081
	<b>10317.87314</b>	<b>10317.87314</b>	

10. Unit Membran Pervaporasi

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	M21	Permeate(M22)	Retentate (M23)
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	4997		4997
H <sub>2</sub> O	211.9310565	196.8949482	15.03610832
Total	5208.931056	196.8949482	5012.036108
	<b>5208.931056</b>	<b>5208.931056</b>	

2.2.2 Neraca Panas

1. Unit Hidrolisa Pati

Komponen	Panas ( kJ/jam )	
	Input	Output
C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	-72.98700717	47.67753273
Protein	1.098598441	1.098598441
Lemak	2208.739553	2208.739553
Serat	6.643815785	6.363316563
Abu	5.737562908	5.563357582
Glucose	-904.7976096	11820.87588
H <sub>2</sub> O	-2101.254806	25020.27022
[ C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ]		905873.1219
Jumlah	-856.8198925	944983.7103
Panas Reaksi		1421386.393
Steam	2367226.924	
<b>TOTAL</b>	<b>2366370.104</b>	<b>2366370.104</b>

## 2. Unit Cooler 1

Komponen	Panas ( kJ/jam )	
	Input	Output
$C_6H_{10}O_5$	-47.67753273	3.649350359
Protein	1.098598441	1.098598441
Lemak	2208.739553	2208.739553
Serat	6.889637694	6.609138472
Abu	5.894768436	5.720563111
Glucose	-11820.87588	904.7976096
$H_2O$	-25020.27022	2101.254806
[ $C_6H_{10}O_5$ ]	-905873.1219	69337.65681
Jumlah	-940539.323	74569.52643
Qserap		-1015108.849
<b>TOTAL</b>	<b>-940539.323</b>	<b>-940539.323</b>

## 3. Unit Sakarifikasi

Komponen	Panas ( kJ/jam )	
	Input	Output
$C_6H_{10}O_5$	-3.649350359	26.78192478
Protein	1.098598441	1.098598441
Lemak	2208.739553	2208.739553
Serat	6.643815785	6.487575768
Abu	5.737562908	5.649293424
Glucose	-904.7976096	490053.8889
$H_2O$	-2101.254806	14302.45341
[ $C_6H_{10}O_5$ ]	-69337.65681	25442.82854
Jumlah	-70125.13905	532047.9278
Panas reaksi		17205.54986
Steam	619378.6168	
<b>TOTAL</b>	<b>549253.4777</b>	<b>549253.4777</b>

4. Unit Cooler 2

Komponen	Panas ( kJ/jam )	
	Input	Output
$C_6H_{10}O_5$	-26.78192478	3.649350359
Protein	1.098598441	1.098598441
Lemak	2208.739553	2208.739553
Serat	6.765378489	6.609138472
Abu	5.808832595	5.720563111
Glucose	-490053.8889	66775.57158
$H_2O$	-14302.45341	2052.224405
[ $C_6H_{10}O_5$ ]	-25442.82854	3466.882841
Jumlah	-527603.5405	74520.49603
Qserap		-602124.0365
<b>TOTAL</b>	<b>-527603.5405</b>	<b>-527603.5405</b>

5. Unit Medium Inokulasi

Komponen	Panas ( kJ/jam )	
	Input	Output
$H_2O$	-205.2224405	205.2224405
$C_6H_{12}O_6$	-6677.557158	6677.557158
$NH_3$	-2.12924E-06	2.12924E-06
$CO_2$	15.31067981	-15.31067981
JUMLAH	-6867.468921	6867.468921
panas reaksi	-125586.7222	
Qserap		-139321.66
<b>TOTAL</b>	<b>-132454.1911</b>	<b>-132454.1911</b>

6. Unit Tangki Fermentor

Komponen	Panas ( kJ/jam )	
	Input	Output
$C_6H_{12}O_6$	-66775.57158	17728.91426

H <sub>2</sub> O	-2052.224405	2055.578962
NH <sub>3</sub>	-1.686584272	
CO <sub>2</sub>	15.31067981	-138379135.4
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH		49.3208432
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O		49.3208432
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O		0.006560433
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O		0.006911368
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O		52.37273348
JUMLAH	-68814.17189	-138359199.8
panas reaksi	-72260358.01	
Qserap		66030027.66
<b>TOTAL</b>	<b>-72329172.18</b>	<b>-72329172.18</b>

#### 7. Unit Heat Exchanger

Komponen	Panas ( kJ/jam )	
	Input	Output
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	-17728.91426	321081.4237
H <sub>2</sub> O	-2055.578962	32837.72032
CO <sub>2</sub>	138379135.4	-3690548047
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	-49.3208432	817.3181754
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	-2.06126E-05	0.000345592
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	-0.006560433	0.108453592
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	-0.006802035	0.114569168
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	-52.37273348	868.4626139
JUMLAH	138359249.2	-3690192442
Qserap		3828551691
<b>TOTAL</b>	<b>138359249.2</b>	<b>138359249.2</b>

8. Unit Distilasi I

Komponen	Panas ( kJ/jam )	
	Input	Output
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	-321081.4237	348377.7111
H <sub>2</sub> O	-29553.94829	31360.62546
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	-817.3181754	688.6183887
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	-0.000345592	0.000372938
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	-0.108453592	0.116885615
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	-0.114569168	-0.114569168
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	-868.4626139	936.1010765
JUMLAH	-352321.3761	381363.0587
Steam	733684.4348	
<b>TOTAL</b>	<b>381363.0587</b>	<b>381363.0587</b>

9. Unit Distilasi II

Komponen	Panas ( kJ/Jam )	
	Input	Output
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (LK)	-6.84E+05	5.48E+05
H <sub>2</sub> O (HK)	-1500740.049	1785956.256
Jumlah	-2.18E+06	2.33E+06
steam yg dibuthkan	4.52E+06	
<b>TOTAL</b>	<b>2.33E+06</b>	<b>2.33E+06</b>

10. Unit Heat Exchanger 2

Komponen	Panas ( kJ/jam )	
	Input	Output
H <sub>2</sub> O	-48.25198615	63.95035699
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	-543.4373698	726.4523427
JUMLAH	-591.689356	790.4026996
Steam	1382.092056	
<b>TOTAL</b>	<b>790.4026996</b>	<b>790.4026996</b>

## 11. Unit Membran Pervaporasi

Komponen	Panas ( kJ/jam )	
	Input	Output
H <sub>2</sub> O	-63.95035699	7.30E+01
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	-726.4523427	445.5609846
JUMLAH	-790.4026996	518.545223
Qserap		-1308.947923
<b>TOTAL</b>	<b>-790.4026996</b>	<b>-790.4026996</b>

### III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

#### 1. Peralatan Proses

<b>REAKTOR SAKARIFIKASI</b>		
Fungsi	Sebagai tempat berlangsungnya reaksi sakarifikasi yang mengubah dekstrin menjadi glukosa.	
Tipe	Stired tank bioreactor	
Jumlah	1 unit	
Material	Stainless Steel SS 316	
Kondisi	Tekanan	30 psi
	Suhu	60 °C
Fase reaksi	Cair	
Katalis	Enzim glukoamilase	
Tinggi	9,1 m	
Diameter	4,5 m	
Volume	112,62 m <sup>3</sup>	
Tebal	9,42 mm	
Jenis <i>head</i> dan <i>bottom</i>	<i>Thorispherical</i>	
<i>Head</i> dan <i>bottom</i>	Tebal	21,28 mm
	Tinggi	0,911 m
Material pengaduk	SS 316 dengan tipe <i>Paddle</i>	
<b>POMPA P-301</b>		
Fungsi	Mengalirkan slurry dari tangki hidrolisa ke reaktorsakarifikasi	

Type	Pompa sentrifugal	
Kapasitas pompa	1,2152 cuft/detik	
Daya pompa	14,54 HP	
Ukuran pipa	Nominal Size	12 in
	Schedule No.	40
	OD	8,625 in = 0,71875 ft
	ID	7,981 in = 0,665 ft
	Tebal dinding	0,406 in = 0,034 ft
	Inside sectional area	0.7773 ft <sup>2</sup>
<b>MILL</b>		
Fungsi	Menghaluskan biji jagung hinggaukuran 1 mm	
Type	Roller Mill	
Bahan Konstruksi	Stainless Steel type 316	
Kebutuhan Power	46,8 HP	
<b>TANGKI PENYIMPANAN PRODUK ETANOL</b>		
Fungsi	Untuk menyimpan produk etanol selama 15 hari	
Material	Carbon Steel SA 2853 grade C	
Jumlah	1 unit	
Type	Silinder tegak dengan flat bottom	
Kondisi	Suhu	30 °C
	Tekanan	1 atm
Fase reaksi	Cair	
Tinggi	30,46 ft	
Diameter	60,92 ft	
Volume	88761,182 ft <sup>3</sup>	
Jenis head dan bottom	Thorisperical	
	Tebal	0,939 in
	Tinggi	14,170 ft
<b>DISTILLING COLUMN T-303</b>		
Fungsi	Memurnikan etanol 95% dari campuran	
Type	Sieve Tray	

Jumlah	1 buah	
Material	Carbon Steel SA 285 grade C	
Tinggi	8,43 m	
Diameter	2,1 m	
Jenis head dan bottom	Thorispherical	
	Tebal	0,2 in
	Tinggi	13,12 in
Kondisi Operasi	Puncak	Tekanan : 1 atm
		Suhu : 82,248 °C
	Umpan	Tekanan : 1 atm
		Suhu : 91,44 °C
	Dasar	Tekanan : 1 atm
		Suhu : 100,038 °C

## 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> )	Saat start-up : 25849,12 m <sup>3</sup> /hari
	Saat pabrik berjalan : 26107,61 m <sup>3</sup> /hari
Air umpan ketel ( <i>boiler feed water</i> )	Saat start-up : 42446,04 m <sup>3</sup> /hari
	Saat pabrik berjalan : 42870,5 m <sup>3</sup> /hari
Total kebutuhan air	68295,16 m <sup>3</sup> /hari
	68,295 m <sup>3</sup> /ton produk
Didapat dari sumber	Sungai Bengawan Solo yang dikelola oleh PT Petrokimia Gresik
<b>STEAM</b>	
Kebutuhan steam	1770 ton/hari
Jenis boiler	Water Tube Boiler
<b>LISTRIK</b>	
Kebutuhan listrik	25,98 kilowatt
Dipenuhi dari	Pembangkit: PLN Kawasan Industri Gresik
<b>BAHAN BAKAR</b>	
Jenis	Industrial Gas



Kebutuhan	31,52 m <sup>3</sup> /hari
Sumber dari	Perusahaan Gas Negara (PGN)

#### IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical plant cost	US \$ 96928262,81	
Fixed capital	US \$ 66763626,14	
Working capital	US \$ 19627744,58	
Total capital investment	US \$ 89173188,49	
<b>ANALISIS KELAYAKAN</b>		
Return on Investment (ROI)	Before tax : 27,15 %	After tax : 19,00 %
Pay Out Time (POT)	Before tax : 2,84 tahun	After tax : 3,70 tahun
Break Even Point (BEP)	40,67 %	
Shut Down Point (SDP)	18,82 %	