

# **TUGAS PRARANCANGAN PABRIK KIMIA**



## **TUGAS PRARANCANGAN PABRIK BIOETANOL DENGAN PROSES FERMENTASI PATI KAPASITAS 80.000 KL/TAHUN**

**Oleh :**

<b>JOHAN ARIF YULIANTO</b>	<b>L2C007054</b>
<b>NURUL AINI</b>	<b>L2C007077</b>
<b>SOFIAH</b>	<b>L2C007086</b>
<b>YURIS SETYAWAN</b>	<b>L2C007099</b>

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

**2011**

## EXECUTIVE SUMMARY

<b>JUDUL TUGAS</b>	<b>PRARANCANGAN PABRIK BIOETANOL DENGAN PROSES FERMENTASI PATI</b>	
	<b>KAPASITAS PRODUKSI</b>	<b>80.000 kL/Tahun</b>

### I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar Belakang	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energi dunia masih didominasi oleh bahan bakar fosil yang berasal dari minyak bumi, batu bara dan gas alam. Padahal, cepat atau lambat cadangan minyak bumi dunia pasti akan habis. Keadaan ini mendorong negara-negara industri mencari sumber energi alternatif seperti etanol, metana, dan hidrogen.</li> <li>- Etanol menjadi pilihan utama dunia karena senyawa ini dapat terus diproduksi baik secara fermentasi maupun sintesis kimia.</li> <li>- Konsumsi bioetanol di dunia sekarang sudah lebih dari 20.368,7 juta gallons/tahun.</li> <li>- Pemanfaatan bioetanol yang diperoleh dari bahan baku tanaman, ubi kayu, tepung pati, dan lain-lain merupakan bahan bakar yang mempunyai siklus emisi gas rumah kaca yang lebih rendah, yaitu lebih rendah 14-19 persen dibandingkan dengan premium, sehingga dapat dikatakan ethanol merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan.</li> </ul>
Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan baku Bahan baku yang digunakan untuk rancangan pabrik bioetanol ini adalah tepung pati. Hasil tepung pati di Indonesia per tahun mencapai 1.116.836 ton.</li> <li>- Kebutuhan produk Pencanangan target produksi bioetanol 1% dari kebutuhan premium bersubsidi di Indonesia pada tahun 2010, yaitu sebesar 214.541 kiloliter/tahun, sulit dicapai karena kapasitas produksi semua produsen hanya sekitar 100.000 kiloliter.</li> <li>- Kapasitas minimum pabrik yang ada di dunia Kapasitas terkecil pabrik bioetanol yang masih beroperasi adalah 70.000 kiloliter/tahun.</li> </ul> <p>Dengan ketiga pertimbangan di atas, maka dengan mendirikan pabrik bioetanol dengan proses fermentasi pati pada tahun 2015 dengan kapasitas produksi 80.000 kiloliter/tahun diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga mengurangi ketergantungan impor.</p>
Dasar Penetapan Lokasi Pabrik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ketersediaan bahan baku Bahan baku utama yang digunakan dalam proses pembuatan etanol ini adalah tepung pati. Lampung Timur merupakan salah satu daerah di Provinsi Lampung dengan produksi tepung pati tertinggi. Sebagai daerah penghasil singkong terbesar maka memungkinkan untuk pengembangan pabrik etanol di daerah ini.</li> <li>- Pemasaran produk Daerah Lampung Timur memiliki fasilitas pelabuhan yang dapat digunakan untuk memasok etanol ke daerah sekitarnya. Produk etanol dapat dengan mudah dipasarkan untuk memenuhi kebutuhan Pulau Jawa, Bali, dan sebagian daerah Sumatera.</li> <li>- 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 serta penyedia utilitas kawasan industri.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas transportasi Pengiriman bahan baku dan distribusi produk dilakukan melalui jalur darat dan laut. Daerah Lampung Timur memiliki fasilitas transportasi darat dan laut yang baik dan mudah dicapai sehingga proses transportasi dapat ditangani dengan baik.</li> <li>- Ketersediaan tenaga kerja Provinsi Lampung memiliki jumlah penduduk yang padat sehingga mudah untuk memperoleh tenaga kerja. Lokasi pabrik berdekatan dengan pemukiman penduduk setempat sehingga mempermudah perekrutan tenaga kerja.</li> <li>- Pembuangan limbah Kawasan industri di Lampung berada dekat dengan beberapa sungai yang bermuara ke Selat Sunda 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.</li> </ul>
Pemilihan Proses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proses yang dipilih dalam produksi bioetanol ini adalah proses fermentasi <i>dry milling</i>. Proses ini melibatkan aktivitas enzim dan yeast.</li> <li>• Proses pembentukan etanol dari tepung pati berlangsung dalam tiga tahap yaitu proses hidrolisa tepung pati menjadi dekstrin, proses konversi dekstrin menjadi glukosa (sakarifikasi) keduanya merupakan reaksi enzimatik dan proses fermentasi glukosa menjadi etanol.</li> <li>• Proses pemurnian bioetanol berlangsung dalam dua tahap yaitu distilasi satu dan distilasi dua</li> </ul>
<b>Bahan Baku</b>	
Jenis	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tepung pati</li> <li>2. Air</li> <li>3. Enzim <math>\alpha</math>-Amylase</li> <li>4. Enzim glukoamilase</li> <li>5. <i>Saccharomyces cerevisiae</i></li> </ol>
Spesifikasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tepung pati <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wujud : padatan</li> <li>• Komposisi <ul style="list-style-type: none"> <li>Pati : 90% (b/b)</li> <li>Air : 8% (b/b)</li> <li>Abu : 0,5% (b/b)</li> <li>Serat : 0,1% (b/b)</li> </ul> </li> <li>• Densitas : 1,5 g/cm<sup>3</sup></li> </ul> </li> <li>2. Air <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wujud : cairan</li> <li>• Warna : bening tidak berwarna</li> <li>• Bau : tidak berbau</li> <li>• Titik didih : 100°C (1 atm)</li> <li>• Densitas : 0,994 gr/cc (pada 30 °C)</li> </ul> </li> <li>3. Enzim <math>\alpha</math>-Amylase <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wujud : padatan</li> <li>• Temperature : 0°C</li> <li>• pH : 6,2 – 7,5</li> </ul> </li> <li>4. Enzim glukoamilase <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wujud : padatan</li> </ul> </li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperature : 0°C</li> <li>• pH : 4,5 – 5</li> </ul> <p>5. <i>Saccharomyces cerevisiae</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wujud : padatan</li> <li>• Kadar air : 4-6%</li> <li>• pH : 3,5 – 6,0</li> </ul>
Produk	
Jenis	Etanol
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wujud : cairan</li> <li>• warna : tidak berwarna</li> <li>• Densitas : 0,789 g/cm<sup>3</sup></li> <li>• Titik didih : 78,4°C</li> <li>• Flash point : 13-14 °C</li> <li>• pH : 6,5-9,0</li> <li>• Angka oktan : 113</li> <li>• Kelarutan dalam air : sangat larut</li> </ul>
Laju Produksi	191.272,73 kg/hari

## **II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN**

### 2.1 Diagram Alir

## 2.2 Peneracaan

### 2.2.1 Neraca Massa

#### 1. Unit Hidrolisa Pati T-203

Komponen	INPUT (kg/jam)		OUTPUT (kg/jam)
	M1	M2	M3
[ C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>1000</sub>	27,004.82	0.00	5,400.96
H <sub>2</sub> O	114,770.50	0.00	114,770.50
α-amylase	0.00	540.10	540.10
[ C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>1-10</sub>	0.00	0.00	26,464.73
<b>Jumlah</b>	141,775.32	540.10	142,315.42
	142,315.42		142,315.42

#### 2. Unit Sakarifikasi T-204

Komponen	INPUT (kg/jam)		OUTPUT (kg/jam)
	M3	M4	M5
[ C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>1000</sub>	5,400.96	0.00	5,400.96
H <sub>2</sub> O	114,770.50	0.00	114,770.50
α-amylase	540.10	0.00	540.10
[ C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>1-10</sub>	26,464.73	0.00	9,262.65
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	0.00	0.00	17,202.07
Glukoamylase	0.00	3,240.58	3,240.58
<b>Jumlah</b>	142,315.42	3,240.58	145,556.00
	145,556.00		145,556.00

### 3. Unit Inokulasi T-205

Komponen	INPUT (kg/jam)		OUTPUT (kg/jam)	
	M6	M7	M8	M9
$C_6H_{12}O_6$	630.11	0.00	0.00	0.00
$CH_{1,6}N_{0,52}O_{0,16}$	20.00	0.00	0.00	20.00
$O_2$	0.00	300,203.62	0.00	0.00
$N_2$	0.00	1,128.77	0.00	1,128.77
$CO_2$	0.00	0.00	7,779.17	0.00
$H_2O$	5,556.55	0.00	0.00	5,790.59
$NH_3$	7,363.09	0.00	0.00	0.00
<b>Jumlah</b>	13,569.76	1,428.98	7,779.17	7,219.57
	14,998.73		14,998.73	

### 4. Unit Fermentasi T-206

Komponen	INPUT (kg/jam)		OUTPUT (kg/jam)	
	M5	M9	M10	M11
$C_6H_{12}O_6$	17,202.07	0.00	824,247.21	0.00
$H_2O$	114,770.50	5,790.59	120,800.71	0.00
$CH_{1,6}N_{0,52}O_{0,16}$	0.00	300,203.62	361.56	0.00
$CO_2$	0.00	0.00	0.00	7,813.22
$C_2H_5OH$	0.00	0.00	8,350.80	0.00
$NH_3$	97.91	0.00	0.00	0.00
$C_2H_4O$	0.00	0.00	3.69	0.00
$C_3H_8O$	0.00	0.00	1.06	0.00
$C_4H_{10}O$	0.00	0.00	1.27	0.00
$C_5H_{12}O$	0.00	0.00	5.29	0.00
<b>Jumlah</b>	132,070.48	6,090.79	130,348.06	7,813.22
	138,161.28		138,161.28	

5. Kolom Distilasi 1

Komponen	INPUT (kg/jam)	OUTPUT (kg/jam)	
	M10	M12	M13
H <sub>2</sub> O	120,800.71	14,974.07	105,826.65
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	8,350.80	8,350.80	0.00
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	3.69	3.69	0.00
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	1.06	1.06	0.00
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	1.27	1.27	0.00
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	5.29	5.29	0.00
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	824,247.21	824,247.21	0.00
CH <sub>1,6</sub> N <sub>0,52</sub> O <sub>0,16</sub>	361.56	0.00	361.56
<b>Jumlah</b>	129,987.08	129,987.08	

6. Unit Distilasi 2

Komponen	INPUT (kg/jam)	OUTPUT (kg/jam)			
	M12	Produk Atas (M14)		Produk Bawah (M15)	
		Komposisi	Laju alir	Komposisi	Laju alir
		%-berat	(kg/jam)	%-berat	(kg/jam)
H <sub>2</sub> O	14,974.1	5	748.703	98.95	14,225.4
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	8,350.8	95	7933.26	1	417.54
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	3.68774	0	0	0.0095	3.68774
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	1.05951	0	0	0.032	1.05951
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	1.27316	0	0	0.00000054	1.27316
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	5.29438	0	0	0.00032	5.29438
<b>Jumlah</b>	23,336.2	<b>100</b>	8,681.97	<b>100</b>	14,654.2
	23,336.2	23,336.2			



## 2.2.2 Neraca Panas

### 1. HE 101

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	H1	Qsteam	H2
H <sub>2</sub> O	2,404,320.93	0.00	28,665,522.50
Steam	0.00	26,261,201.57	0.00
Total	2,404,320.93	26,261,201.57	28,665,522.50
	28,665,522.50		28,665,522.50

### 2. HE 102

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	H3	Qsteam	H4
alfa amilase	-19,848.55	0.00	476,365.08
Steam	0.00	496,213.63	0.00
Total	-19,848.55	496,213.63	476,365.08
	476,365.08		476,365.08

### 3. HE 103

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	H5	Qsteam	H6
Glukoamilase	-1,190,912.70	0.00	285,819.05
Steam	0.00	404,910.32	0.00
Total	0.00	0.00	285,819.05
	285,819.05		285,819.05

### 4. Reaktor Hidrolisa R 201

komponen	INPUT (kJ/jam)		Output (kJ/jam)	
	H7	Qsteam	H8	Qreaksi
[ C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>1000</sub>	181,472.41	0.00	480,838.57	0.00
H <sub>2</sub> O	28,713,159.01	0.00	28,739,755.62	0.00
[ C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>8</sub>	0.00	0.00	235,610,895.39	0.00
	0.00	55,381,025,747.13	0.00	55,145,088,888.97
Total	28,894,631.42	55,381,025,747.13	264,831,489.58	55,145,088,888.97
	55,409,920,378.55		55,409,920,378.55	

5. C 201

Komponen	INPUT (kJ/jam)		Output (kJ/jam)	
	H10	Qcwc	H11	Qcwh
[ C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>1000</sub>	480,838.57	0.00	26,998,998.73	0.00
H <sub>2</sub> O	28,739,755.62	0.00	1,677,761,167.67	0.00
[ C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>8</sub>	235,610,895.39	0.00	1,322,951,090.70	0.00
Pendingin	0.00	57,744,389.42	0.00	173,233,168.27
Total	264,831,489.58	57,744,389.42	149,342,710.73	173,233,168.27
	322,575,879.00		322,575,879.00	

6. Reaktor Sakarifikasi R 202

Komponen	INPUT (kJ/jam)		Output (kJ/jam)	
	H12	Qsteam	H13	H reaksi
[ C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>1000</sub>	269,989.99	0.00	269,990.01	0.00
H <sub>2</sub> O	16,777,611.68	0.00	16,777,611.68	0.00
[ C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>8</sub>	132,295,109.07	0.00	46,303,286.71	0.00
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	0.00	0.00	773,178,956.96	0.00
steam	0.00	1,077,419,424.22	0.00	390,232,289.60
Total	149,342,710.73	1,077,419,424.22	836,529,845.35	390,232,289.60
	1,226,762,134.95		1,226,762,134.95	

7. C 202

Komponen	INPUT (kJ/jam)		Output (kJ/jam)	
	H13	Qcwc	H14	Qcwh
[ C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>1000</sub>	269,990.01	0.00	36,769.02	0.00
H <sub>2</sub> O	16,777,611.68	0.00	2,404,340.03	0.00
[ C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ] <sub>8</sub>	46,303,286.71	0.00	6,305,887.60	0.00
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	773,178,956.96	0.00	105,296,620.32	0.00
Pendingin	0.00	361,243,114.19	0.00	1,083,729,342.57
Total	836,529,845.35	361,243,114.19	114,043,616.98	1,083,729,342.57
	1,197,772,959.54		1,197,772,959.54	

### 8. Fermentor R-203

komponen	INPUT (kJ/jam)		Output (kJ/jam)	
	H14'	H15	H15'	H298
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	105,296,620.32	10,155,898.25	0.00	0.00
H <sub>2</sub> O	2,404,320.93	5,057,876.24	0.00	0.00
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	0.00	195,748.75	0.00	0.00
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	0.00	86.73	0.00	0.00
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	0.00	25.58	0.00	0.00
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	0.00	27.63	0.00	0.00
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	0.00	125.33	0.00	0.00
CO <sub>2</sub>	0.00	0.00	684,683.41	0.00
NH <sub>3</sub>	2,319.79	0.00	0.00	0.00
reaksi	0.00	0.00	0.00	91,736,199.25
Total	107,703,261.03	15,409,788.51	684,683.41	91,736,199.25
	107,703,261.03			107,703,261.03

### 9. HE 301

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	H15	Qsupply	H16
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	10,155,898.25	0.00	103,411,803.03
H <sub>2</sub> O	5,057,876.24	0.00	45,447,413.60
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	195,748.75	0.00	1,861,930.60
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	86.73	0.00	853.09
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	25.58	0.00	242.19
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	27.63	0.00	259.72
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	125.33	0.00	1,173.73
Steam	0.00	135,313,887.44	0.00
Total	15,409,788.51	135,313,887.44	150,723,675.95
		150,723,675.95	150,723,675.95

### 10. Kolom Distilasi 1

Komponen	INPUT (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
		atas	bawah
etanol	45,447,413.60	1,890,187.94	0.09
air	1,861,930.60	4,360,693.86	37,422,407.79
Glucose	0.00	0.00	22.49
CH <sub>1,6</sub> N <sub>0,52</sub> O <sub>0,16</sub>	0.00	0.00	0.37
Total	150,723,675.95	6,250,881.80	37,422,430.74
	150,723,675.95		150,723,675.95

11. Kolom Distilasi 2

Komponen	INPUT (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
		atas	bawah
etanol	1,890,187.94	1,795,678.54	101,260.07
air	4,360,693.86	218,034.69	4,438,563.39
Glucose	0.00	0.00	0.00
CH <sub>1,6</sub> N <sub>0,52</sub> O <sub>0,16</sub>	0.00	0.00	0.00
Total	6,250,881.80	2,013,713.24	4,539,823.46
	6,250,881.80	6,250,881.80	

12. C 301

Komponen	INPUT (kJ/jam)		Output (kJ/jam)	
	H17	Qcwc	H18	Qcwh
etanol	1,795,678.54	0.00	1,048,630.76	0.00
air	218,034.69	0.00	155,832.54	0.00
Pendingin	0.00	404,100.36	0.00	1,212,301.09
Total	2,013,713.24	404,100.36	1,205,512.51	1,212,301.09
	2,417,813.60		2,417,813.60	

13. C 302

Komponen	INPUT (kJ/jam)		Output (kJ/jam)	
	H18	Qcwc	H19	Qcwh
etanol	1,795,678.54	0.00	104,863.08	0.00
air	218,034.69	0.00	15,688.18	0.00
Pendingin	0.00	542,480.63	0.00	1,627,441.89
Total	2,013,713.24	542,480.63	120,551.25	1,627,441.89
	1,747,993.14		1,747,993.14	

### III. PERALATAN PROSES

#### 3.1 Peralatan Proses

<b>Tangki Penyimpanan Produk Etanol</b>	
Fungsi	Untuk menyimpan produk etanol selama 15 hari
Kondisi operasi a. Suhu b. Tekanan c. Wujud	30 <sup>0</sup> C 1 atm cair
Tipe	Silinder tegak dengan dasar datar (flat bottom) dan atap tipe Conical Roof.
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA – 283 grade C</i> - Jumlah = 2 buah - Diameter = 80 ft - Tinggi = 36 ft - Jumlah Course = 6 buah
<i>Course 1</i>	- Panjang plate = 16,75579 ft - Tinggi tangki = 36 ft - Tebal shell = 1,269139 in
<i>Course 2</i>	- Panjang plate = 16,75412 ft - Tinggi tangki = 30 ft - Tebal shell = 1,173821 in
<i>Course 3</i>	- Panjang plate = 16,75246 ft - Tinggi tangki = 24 ft - Tebal shell = 1,078504 in
<i>Course 4</i>	- Panjang plate = 16,7508 ft - Tinggi tangki = 18 ft - Tebal shell = 0,983186 in
<i>Course 5</i>	- Panjang plate = 16,74913 ft - Tinggi tangki = 12 ft - Tebal shell = 0,887868 in
<i>Course 6</i>	- Panjang plate = 16,74747 ft - Tinggi tangki = 6 ft - Tebal shell = 0,792551 in
Sudut <i>head</i> tangki	19,507 <sup>0</sup>
Tinggi <i>head</i> tangki	14,170 ft
Tebal <i>head</i> tangki	0,08 ft
Kapasitas tangki	141258,761 ft <sup>3</sup> = 22872,733 bbl
Diameter nozzle pemasukan/Sch No.	2,469 in / 40
Diameter nozzle pengeluaran/Sch No.	2,875 in / 40
<b>Conveyor (C-101)</b>	
Fungsi	Untuk mengangkut tepung pati dari gudang menuju tangki hidrolisa
Jenis Conveyor	screw
Jenis bahan	Stainless Steel tipe 316
Diameter	12 in
Panjang	45 ft

Kecepatan	106,17 rpm
Power	3 Hp
<b>Pompa (P-101)</b>	
Fungsi	Memindahkan air dari tangki penyimpanan air menuju ke reaktor hidrolisa dengan laju tertentu.
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan	cast iron, carbon steel
Pressure head	34,078 ft.lbf/lbm
Potensial head	39,84 lbf/lbm
Velocity head	0 ft lbf/lbm
Friction Loss	3,020 lbf.ft/lbm
Total head	76,939 ft lbf/lbm
BHP pompa	16,11 Hp
Power motor	20 Hp
Ukuran pipa	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diameter nominal = 8 in</li> <li>2. Schedule number = 40</li> <li>3. ID = 0,6651 ft</li> <li>4. OD = 0,7188 ft</li> <li>5. Bahan = Komersial <i>Steel Pipe</i></li> </ol>
<b>Heater (HE-202)</b>	
Fungsi	Menaikkan temperature air dari tangki penyimpanan masuk ke tangki hidrolisa pati hingga mencapai temperature 85 <sup>0</sup> C
Jenis	<i>double-pipe exchanger</i>
Luas transfer panas	175,72 ft <sup>2</sup>
Panjang hairpin	20 ft
IPS	2 x 1 <sup>1/4</sup>
Jumlah hairpin	11 hairpin
U <sub>c</sub>	314
Rd	0,0002
ΔP annulus	8,12 psi
ΔP pipa	9 psi
<b>Reaktor Hidrolisa(R-201)</b>	
Fungsi	Tempat terjadinya reaksi hidrolisa pati
Tipe	CSTR
Jumlah	1 buah
Bahan konstruksi	Stainless steel dengan spesifikasi tipe 304 grade 3 (SA-167)
Waktu tinggal	75 menit
Diameter tangki	19,64 ft
Tinggi shell	19,95 ft
Tekanan dinding tangki	38,22 psi
Volume reaktor	5950,15 cuft
Tebal head	1,25 in
Tinggi head	3,51 ft
Daya pengaduk	400 Hp
Luas perpindahan panas	676,66 ft <sup>2</sup>
Jumlah putaran	274,5 putaran
<b>Kolom Destilasi 2 (CD-302)</b>	
Fungsi	Memurnikan produk Etanol
Tipe kolom	sieve tray

Jenis bahan	Carbon Steel SA 285 Grade C
Jumlah plate	8 plate
Diameter seksi puncak menara	52,48 in
Diameter seksi dasar menara	59,625 in
Tebal shell	3/16
Tebal tutup kolom	¼ in
Tinggi total kolom	19,376 m

#### IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant Cost	US\$ 46.586.685
Fixed Capital	US\$ 60.935.383
Working Capital	US\$ 55.874.096
Total Capital Investment	US\$ 121.281.801
Analisis Kelayakan	
Return on Investment (ROI)	- Sebelum pajak : 46,65 % - Setelah pajak : 37,32 %
Pay Out Time (POT)	- Sebelum pajak : 1,8 tahun - Setelah pajak : 2,7 tahun
Break Even Point (BEP)	41,87 %
Shut Down Point (SDP)	23,65 %
Discounted Cash Flow (DCF)	28,3 %