

EXECUTIVE SUMMARY
TUGAS PRAPERANCANGAN PABRIK KIMIA



**PRAPERANCANGAN PABRIK BIOETANOL BERBAHAN BAKU NIRA BATANG
SORGUM DENGAN KAPASITAS 50.000 KL/TAHUN**

Oleh :

Galih Prihasetya Hermawan

NIM. L2C08046

Hendrawan Laksono

NIM. L2C08055

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

2012

EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	PRAPERANCANGAN PABRIK BIOETANOL BERBAHAN BAKU NIRA BATANG SORGUM DENGAN KAPASITAS 50.000 KL/TAHUN
-------------	---

I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar Belakang	<ul style="list-style-type: none"> • Krisis energi. • Ketersediaan minyak bumi yang menipis yang mendorong kebutuhan untuk mencari sumber energi baru yang dapat diperbaharui. • Bioetanol memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi gas rumah kaca, karena dengan mencampurkan etanol pada bahan bakar minyak menyebabkan bertambahnya suplai oksigen ekstra yang akan menurunkan kadar monoksida. • Kebijakan energi nasional, untuk memenuhi target substitusi bahan bakar dengan bahan bakar nabati. • Nira batang sorgum merupakan bahan baku bioetanol yang dipilih pada pra perancangan pabrik ini karena yield yang tinggi, pertimbangan ekonomi, ketersediaan, dan mudahnya penanaman di Indonesia.
Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ketersediaan bahan baku Produksi batang sorgum per tahun di pulau Jawa adalah 6123600 ton/tahun 2. Kebutuhan produk Pabrik bioetanol ini didirikan untuk memenuhi kebutuhan bioetanol untuk sebagai bahan campuran premium. Kebutuhan bioetanol 2005 – 2010 adalah 5% dari konsumsi premium yaitu 1.48 juta KL; kebutuhan bioetanol 2011 – 2015 adalah 10% dari perkiraan konsumsi premium yaitu 2.78 juta KL. 3. Kapasitas minimum pabrik Kapasitas pabrik etanol yang sudah beroperasi di Indonesia adalah berkisar antara 4000 – 61000 KL/tahun. <p>Atas pertimbangan – pertimbangan tersebut, kapasitas untuk pabrik bioetanol yang akan kami rancang adalah 50.000 KL per tahun.</p>
Dasar penetapan lokasi pabrik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ketersediaan Bahan Baku Utama Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu provinsi di Pulau Jawa dengan produksi sorgum tertinggi di Indonesia. Sebagai daerah penghasil sorgum terbesar maka memungkinkan untuk pengembangan pabrik etanol di daerah ini. 2. <i>Weight Gain</i> dan <i>Weight Loss</i> Pabrik etanol yang akan didirikan termasuk ke dalam pabrik yang bersifat <i>weight loss</i>, karena untuk menghasilkan 1 liter bioetanol dibutuhkan kurang lebih 20 kg batang sorgum. Pabrik lebih cocok didirikan di daerah yang dekat dengan bahan baku.
Dasar penetapan lokasi pabrik (cont)	<ol style="list-style-type: none"> 3. Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk Batang sorgum tidak berbahaya dibandingkan dengan bioetanol. Dengan sifat produk yang lebih berbahaya, sebaiknya pabrik jenis ini didirikan di

	<p>daerah dekat dengan daerah pemasaran. Daerah Kendal terletak di wilayah yang tidak jauh dari Ibukota Provinsi Jawa Tengah, yaitu Semarang yang merupakan pusat pemasaran di daerah Jawa Tengah, sehingga daerah Kendal cocok untuk pendirian pabrik ini.</p> <p>4. 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.</p>
Pemilihan proses	<ul style="list-style-type: none"> • Proses yang dipilih dalam produksi bioetanol ini adalah proses fermentasi yang melibatkan aktivitas yeast. • Proses pembentukan etanol dari nira batang sorgum berlangsung dalam tiga tahap yaitu proses persiapan bahan baku , fermentasi, dan pemurnian. <p>Proses pemurnian bioetanol berlangsung dalam dua tahap yaitu distilasi pertama menghasilkan etanol 75%, kemudian distilasi kedua untuk memperoleh etanol dengan kadar 95% dan dehidrasi menggunakan membrane pervaporasi sehingga diperoleh etanol dengan kadar 99,5%</p>

Bahan baku utama																	
Jenis	Batang Sorgum varietas <i>sachartum</i>																
Spesifikasi	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Komposisi</th> <th style="text-align: left;">Nira Sorgum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Brix (%)</td> <td>13,60 – 18,40</td> </tr> <tr> <td>Sukrosa (%)</td> <td>10 – 14,40</td> </tr> <tr> <td>Gula reduksi (%)</td> <td>0,75 – 1,35</td> </tr> <tr> <td>Gula total (%)</td> <td>11 – 16</td> </tr> <tr> <td>Amilum (ppm)</td> <td>209 - 1.764</td> </tr> <tr> <td>Asam akonitat (%)</td> <td>0,56</td> </tr> <tr> <td>Abu (%)</td> <td>1,28 – 1,57</td> </tr> </tbody> </table>	Komposisi	Nira Sorgum	Brix (%)	13,60 – 18,40	Sukrosa (%)	10 – 14,40	Gula reduksi (%)	0,75 – 1,35	Gula total (%)	11 – 16	Amilum (ppm)	209 - 1.764	Asam akonitat (%)	0,56	Abu (%)	1,28 – 1,57
	Komposisi	Nira Sorgum															
	Brix (%)	13,60 – 18,40															
	Sukrosa (%)	10 – 14,40															
	Gula reduksi (%)	0,75 – 1,35															
	Gula total (%)	11 – 16															
	Amilum (ppm)	209 - 1.764															
	Asam akonitat (%)	0,56															
Abu (%)	1,28 – 1,57																
Sumber: Direktorat Jendral Perkebunan RI (1996).																	
Kebutuhan	230.850 ton/tahun																
Asal	Jawa Tengah dan Jawa Timur																
Produk																	
Jenis	Bioetanol																

Spesifikasi	<i>Fuel grade</i> (kadar 99,5-100%)
Laju produksi	50.000 KL/tahun
Daerah pemasaran	Pulau Jawa dan sekitarnya

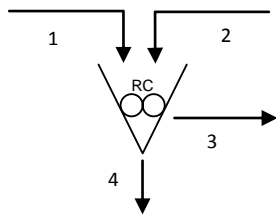
II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

2.1 DIAGRAM ALIR PROSES

(Diagram alir proses terlampir)

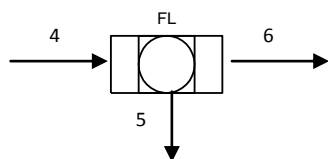
2.2 NERACA MASSA DAN PANAS

a. Unit Roll Crusher (RC)



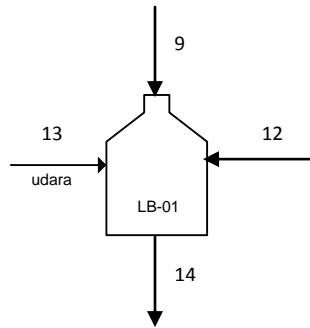
Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	1	2	3	4
Air	218868.1048	41201.92072	54074.1	208236.6
Gula		7102.27	1775.5675	5843.778
Selulosa		2910.945794	727.7364484	2051.888
Hemiselulosa		2046.41678	511.6041949	
Lignin		1455.472897	363.8682242	
Limbah padat				
Seny. Organik				
Jumlah	273585.1		273585.1	

b. Unit Filter (FL)



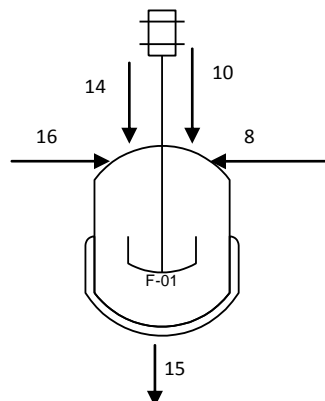
Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	4	5	6
Air	208236.6	2082.365866	206154.2207
Gula	5843.778398	50.25649422	5793.521903
Limbah padat	2051.888482	2051.888482	
Jumlah	216132.3	216132.3	

c. Unit Laboratorium Pengembangbiakan Yeast (LB-01)



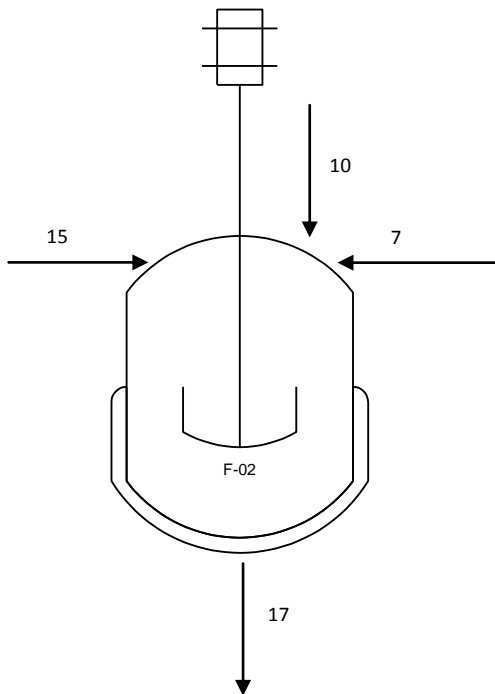
Komponen	Input (kg/jam)			Output (kg/jam)
	9	12	13	14
Air	6184.6			6184.6
Gula	173.81			173.81
TSP		8.6903		
UREA		3.4761		3.4757
<i>Saccaromyces S.</i>				8.6913
Udara			0.0018	
Jumlah	6370.578			6370.577

d. Unit Pre Fermentor (F-01)



Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)
	8	10	14	16	15
Air	14430.79		6184.626622		20615.42207
Gula	405.54		173.8056571		579.3521903
TSP		20.27			
UREA		8.11	3.475684501		11.58241139
<i>Saccaromyces</i> S.			0.001025166		20.28738069
Udara				0.017520359	0.02092868
Jumlah			21226.64		21226.66

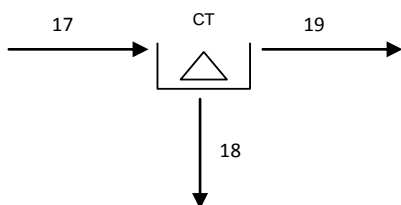
e. Unit Fermentor Utama (F-02)



Komponen	Input (kg/jam)			Output (kg/jam)
	7	10	15	17
Air	185538.7986		20615.42207	231971.4676
Gula	5214.169713		579.3521903	10898.35293
TSP		289.6760952		
UREA		115.8704381	11.58241139	

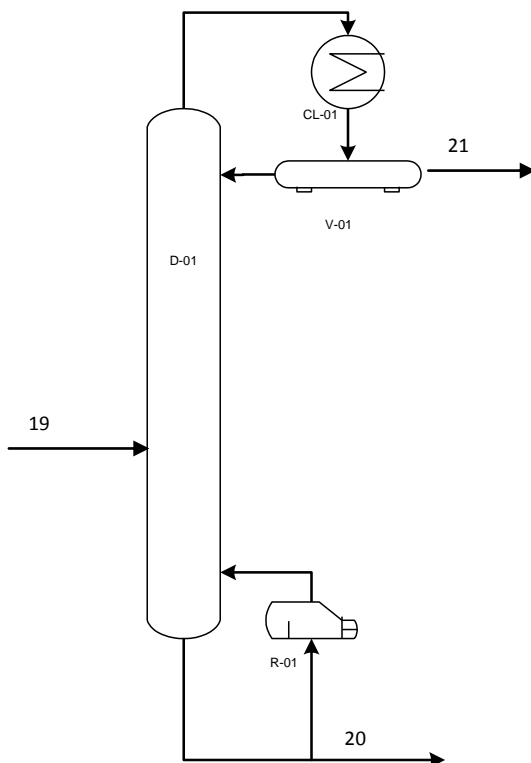
<i>Saccaromyces S.</i>	20.28738069	
Udara		
Etanol		4998.432059
Impuritas		5322.602268
Jumlah	253190.9	253190.9

f. Unit Centrifuge (CF)



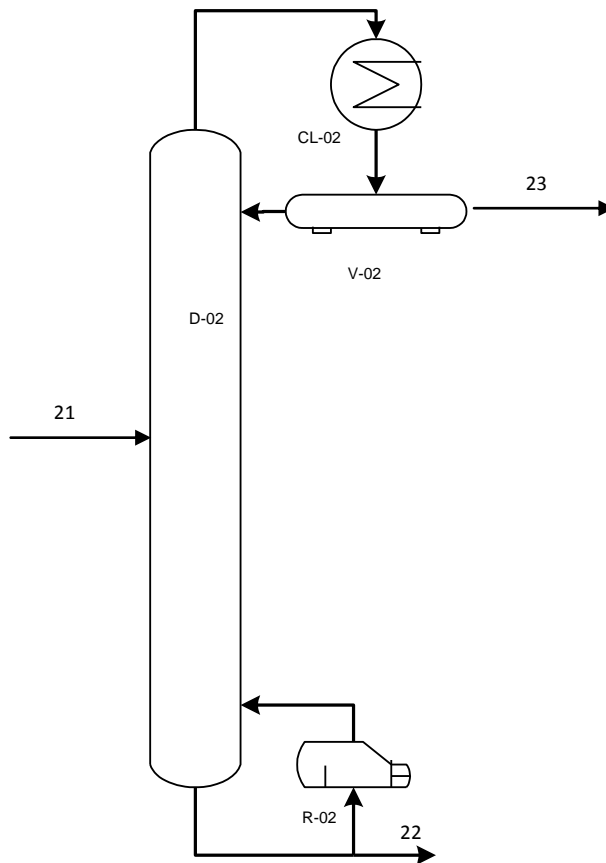
Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	17	18	18	19
Air				231971.4676
Gula			10898.35293	
Etanol	4998.432059			4998.432059
Impuritas	5322.602268		5322.602268	
Jumlah	253190.9		253190.9	

g. Unit Kolom Distilasi I (D-01)



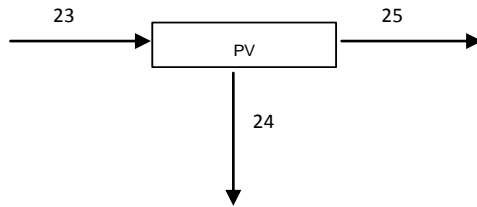
Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	19	20	21
Air	231971.4676	229883.7244	2087.743208
Etanol	4998.432059	24.9921603	4973.439899
Jumlah	236969.9	236969.9	

h. Unit Kolom Distilasi II (D-02)



Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	21	22	23
Air	2087.743208	1774.581727	313.1614812
Etanol	4973.439899	4.973439899	4968.466459
Jumlah	7061.183	7061.183	

i. Unit Membran Pervaporasi (PV)



Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	23	24	25
Air	313.1614812	288.1943131	24.96716814
Etanol	4968.466459		4968.466459
Jumlah	5281.628	5281.628	

II.3.2. Neraca Energi

1. Neraca Panas di Heat Exchanger 1

	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
Q	4985861	94790783
Qsupply	89804921	
Jumlah	94790783	94790783

2. Neraca Panas di Kolom Distilasi 1

a. Kondenser

	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
Q	-5.25E+07	-5.19E+07
Qsupply	613048.1	
Jumlah	-5.19E+07	-5.19E+07

b. Reboiler

	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
Q	-3563342433	-6.61E+09
Qsupply	-3.05E+09	
Jumlah	-6.61E+09	-6.61E+09

3. Neraca Panas di Kolom Distilasi 2

Reboiler

	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
Q	-27552608,54	-5.25E+07
Qsupply	-2.49E+07	
Jumlah	-5.25E+07	-5.25E+07

4. Neraca Panas di Cooler

	Qin (kJ/jam)	Qout (kJ/jam)
Q	1,313,368.426	1,639,711
Qsupply	91,364.87	
Jumlah	1,639,711	1,639,711

III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

1. Pompa

Kode : P-08

Fungsi : Mengalirkan etanol ke tangki penampungan

Tipe : Reciprocating

Material : Carbon steel type SA – 283 grade C,

Kapasitas Pompa : 0.0684 ft³/s

Tenaga Pompa

Power :

- Pompa : 2 HP
- Motor : 2 HP

Ukuran pipa

Nominal pipe size : 2 in

Schedule number : 40

ID : 2.067 in

OD : 2.375 in

2. Heat Exchanger

Kode : E-01

Fungsi : Menaikkan temperature air dari tangki hasil fermentasi masuk ke kolom distilasi (D-01) hingga mencapai temperature $99,67^{\circ}\text{C}$

Tipe : *Shell and Tube*

Material : Carbon Steel SA 283 grade C

Spesifikasi :

- *Shell side* (fluida panas) : Steam Saturated bertekanan 4,45 bar
 - ID : 33 in
 - Baffle space : 10 in
 - Passes : 4
 - Pressure drop : 0,0539 psi
- *Tube side* (fluida dingin) : Hasil main fermentor F-03
 - OD : 1,5 in
 - Jumlah tubes : 200
 - Panjang tubes : 12 ft
 - BWG : 18

- Susunan : *Triangular pitch*
- Tube pitch : 1,875 in
- Pressure drop : 1,329 psi

3. Tangki Penyimpanan

Kode : T-05
 Fungsi : Untuk menampung produk etanol *fuel grade*
 Tipe : Silinder
 Material : Stainless steel 304 grade 3 (SA-167)
 Jumlah : 2 buah
 Kondisi : Tekanan : 1 atm
 : Suhu : 30°C
 Tinggi : 11,47 ft
 Diameter : 6,486 ft
 Volume : 321,6525 ft³
 Jenis *head* dan *bottom* : *Thorispherical*
 Head dan bottom : Tebal : 0,18 in
 : Tinggi : 12,2725 in

4. Kolom Distilasi

Kode : D-02
 Fungsi : Memurnikan etanol menjadi 95 %
 Tipe : Sieve tray
 Jumlah : 1 buah
 Material : Carbon Steel SA 285 Grade C
 Tinggi : 39,28 Ft
 Diameter : 1,267 m
 Jenis *head* dan *bottom* : *Thorispherical*
 Head dan *bottom* : Tebal : 0,25 in
 : Tinggi : 10,66 in
 Kondisi operasi :

Puncak

Tekanan : 1 atm

Suhu : 353,189 K

Umpan

Tekanan : 1,1 atm

Suhu : 368,932 K

Dasar

Tekanan : 1,3 atm

Suhu : 373,038 K

III.2. Utilitas

AIR	
Air untuk keperluan umum (<i>service water</i>)	12,02 m ³ /hari
Air pendingin (<i>cooling water</i>)	4062,567 m ³ /hari
Air untuk proses (<i>process water</i>)	11603,31883 m ³ /hari
Total kebutuhan air	15677,905 m ³ /hari
Didapat dari sumber	Air sungai
STEAM	
Kebutuhan steam	6478,129 m ³ /hari
Jenis boiler	water tube boiler
LISTRIK	
Kebutuhan listrik	6415 Kilowatt
Dipenuhi dari	Pembangkit sendiri: 0 %
	PLN : 100 %
BAHAN BAKAR	
Jenis	Solar
Kebutuhan	2516,498 lb/jam
Sumber dari	Pertamina

IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical plant cost	US\$ 51,613,304.18
Fixed capital	US\$ 73,807,024.97
Working capital	US\$ 8,560,311.01
Total capital investment	US\$ 82,367,335.98
ANALISIS KELAYAKAN	
Return on investment (ROI)	Before tax : 35,81% After tax : 25,07%
Pay out time (POT)	Before tax : 2,28 tahun After tax : 3,02 tahun
Break event point (BEP)	32,41 %
Shut down point (SDP)	13,54 %