

**TUGAS
PERANCANGAN PABRIK KIMIA**



**PRARANCANGAN PABRIK BIOETANOL
DENGAN BAHAN BAKU DARI MOLASES
KAPASITAS PRODUKSI 60.000 KL/TH**

Oleh :

Ilham Basra NIM. L2C 008 057

Dibran Paramartha NIM. L2C 008 125

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

2012

EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	PRARANCANGAN PABRIK BIOETANOL DENGAN BAHAN BAKU DARI MOLASE	
	KAPASITAS PRODUKSI	60.000 kL/tahun

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 dan dapat diperbaharui.</p>
Dasar penetapan kapasitas produksi	<p>Penetapan kapasitas produksi didasarkan oleh 3 hal yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Bahan baku yang digunakan untuk rancangan pabrik bioetanol ini adalah molase. Ketersediaan molase sebagai bahan baku bioethanol di Indonesia cukup banyak. Untuk setiap ton tebu akan menghasilkan sekitar 2,7% tetes tebu. .2. Target penggunaan bioetanol pada tahun 2010 sesuai dengan yang diamanatkan Perpres No. 5 tahun 2006 untuk campuran bensin (gasohol 10) adalah 2,25 juta kl dan 6,28 juta kl pada tahun 2025. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka diperlukan sekitar 105 pabrik baru dengan kapasitas produksi masing-masing 59.400 kL/liter.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 60.000 kL/tahun.
Dasar penetapan lokasi pabrik	<ul style="list-style-type: none">• Ketersediaan bahan baku jagung <p>Provinsi Lampung tercatat sebagai produsen gula nasional terbesar, yang produksinya mencapai 38 persen dari seluruh produksi gula dalam negeri, dengan volumenya mencapai 750.000 - 800.000 ton per tahun. Sebagai daerah penghasil gula terbesar maka memungkinkan untuk mendapatkan bahan baku molase di daerah ini.</p> <ul style="list-style-type: none">• Pemasaran produk <p>Provinsi Lampung memiliki fasilitas pelabuhan yang dapat digunakan untuk</p>

	<p>memasok etanol ke daerah sekitarnya. Lokasi pabrik yang berdekatan dengan pasar atau pusat distribusi akan mempengaruhi harga jual produk dan lamanya waktu pengiriman. Produk etanol dapat dengan mudah dipasarkan untuk memenuhi kebutuhan Pulau Jawa dan Bali.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ketersediaan Air dan Listrik serta Utilitas Lainnya <p>Kebutuhan air diperoleh dari sungai maupun PDAM setempat sedangkan kebutuhan listrik dan PLN menggunakan generator listrik.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ketersediaan Tenaga <p>Provinsi Lampung memiliki jumlah penduduk yang padat sehingga mudah untuk memperoleh tenaga kerja.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pembuangan limbah <p>Kawasan industri di Bandar Lampung berada dekat dengan beberapa sungai yang bermuara ke Sungai Way Seputih dan Way Sekampung 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	<ul style="list-style-type: none"> • Proses yang dipilih dalam produksi bioetanol ini adalah proses fermentasi yang melibatkan aktivitas yeast. • Proses pembentukan etanol dari molase berlangsung dalam tiga tahap yaitu proses persiapan bahan baku , fermentasi, dan distilasi • Proses pemurnian bioetanol berlangsung dalam dua tahap yaitu distilasi dua tahap 1 menghasilkan etanol 40% dan distilasi tahap dua untuk memperoleh etanol dengan kadar 95,6%.
BAHAN BAKU	
Nama	Molase
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> - Wujud : cair - Kandungan : Glukosa min 40% berat Sukrosa max 13% berat Air max 20% berat Abu max 3% berat
Kebutuhan	218217,5 ton/tahun
Asal	Pabrik gula di Lampung
Nama	Air

Spesifikasi	Wujud : cairan Warna : bening tidak berwarna Bau : tidak berbau Titik didih : 100°C (1 atm) Densitas : 0,994 gr/cc (pada 30 °C)
Kebutuhan	74252,31 ton/tahun
Nama	Saccharomyces cerevisiae
Spesifikasi	Kadar air : 4-6% Temperature : 28 °C – 60 °C pH : 3,5 – 6,0
Kebutuhan	881,1 ton/tahun
Asal	Diazyme® L-100
PRODUK	
Jenis	Etanol
Spesifikasi	<u>Sifat-Sifat Fisis</u> - Wujud : Cair - Warna : jernih - Titik didih : 78°C - Berat molekul : 46 - Specific gravity : 1,62
Laju produksi	54395,67 ton/tahun
Daerah pemasaran	Jawa dan Bali

II. PENERACAAN DAN DIAGRAM ALIR

2.1. Peneracaan

Neraca Massa (Kg/Jam)

1. Neraca massa Filter plate and frame

Komponen	Input		Output	
	M1	M2	M3	
$C_6H_{12}O_6$	11021,09		11021,09	
H_2O	5510,54		5510,54	
$C_{12}H_{22}O_{11}$	3581,85		3581,85	
Abu	826,58	826,58		
Sub Jumlah	20940,07	826,58	20113,48	
Jumlah	20940,07	20940,07		

2. Neraca massa Mixer

Komponen	Input		Output
	M3	M4	M5
$C_6H_{12}O_6$	11021,09		14791,46
H_2O	5510,54	9735,29	15245,84
$C_{12}H_{22}O_{11}$	3581,85		
Sub Jumlah	20113,48	9735,29	30037,30
Jumlah	30037,30		30037,30

3. Neraca Massa di Unit Pre Fermentor

Komponen	Input		Output
	M5	M6	M7
$C_6H_{12}O_6$	1479,15		1479,15
$CH_{1,8}N_{0,5}O_{0,2}$		843,11	843,11
CO_2		723,14	723,14
H_2O	300,89		300,89
NH_3		279,39	279,39
Sub Jumlah	1780,03	1845,65	3625,68
Jumlah	3625,68		3625,68

4. Neraca Massa di Unit Main Fermentor

Komponen	Input		Output	
	M7	M8	M9	M10
$C_6H_{12}O_6$	1479,15	14791,46		7625,00
$CH_{1,8}N_{0,5}O_{0,2}$	843,11			1115,06
CO_2	723,14		3356,63	
H_2O	300,89	15245,84		15546,73
C_2H_5OH				3478,98
NH_3	279,39		240,87	
C_2H_4O				0,00
C_3H_8O				0,44
$C_4H_{10}O$				0,53
$C_5H_{12}O$				2,20
Sub Jumlah	26411,62	30037,30	3597,50	27768,94
Jumlah	31366,43		31366,43	

5. Neraca Massa di Filter press

Komponen	Input	Output	
	M10	M11	M12
$C_6H_{12}O_6$	7625,00		7625,00
$CH_{1,8}N_{0,5}O_{0,2}$	1115,06	1115,06	
H_2O	15546,73		15546,73
C_2H_5OH	3478,98		3478,98
C_2H_4O	0,00		0,00
C_3H_8O	0,44		0,44
$C_4H_{10}O$	0,53		0,53
$C_5H_{12}O$	2,20		2,20
Sub Jumlah	27768,94	1115,06	26653,88
Jumlah	27768,94	27768,94	

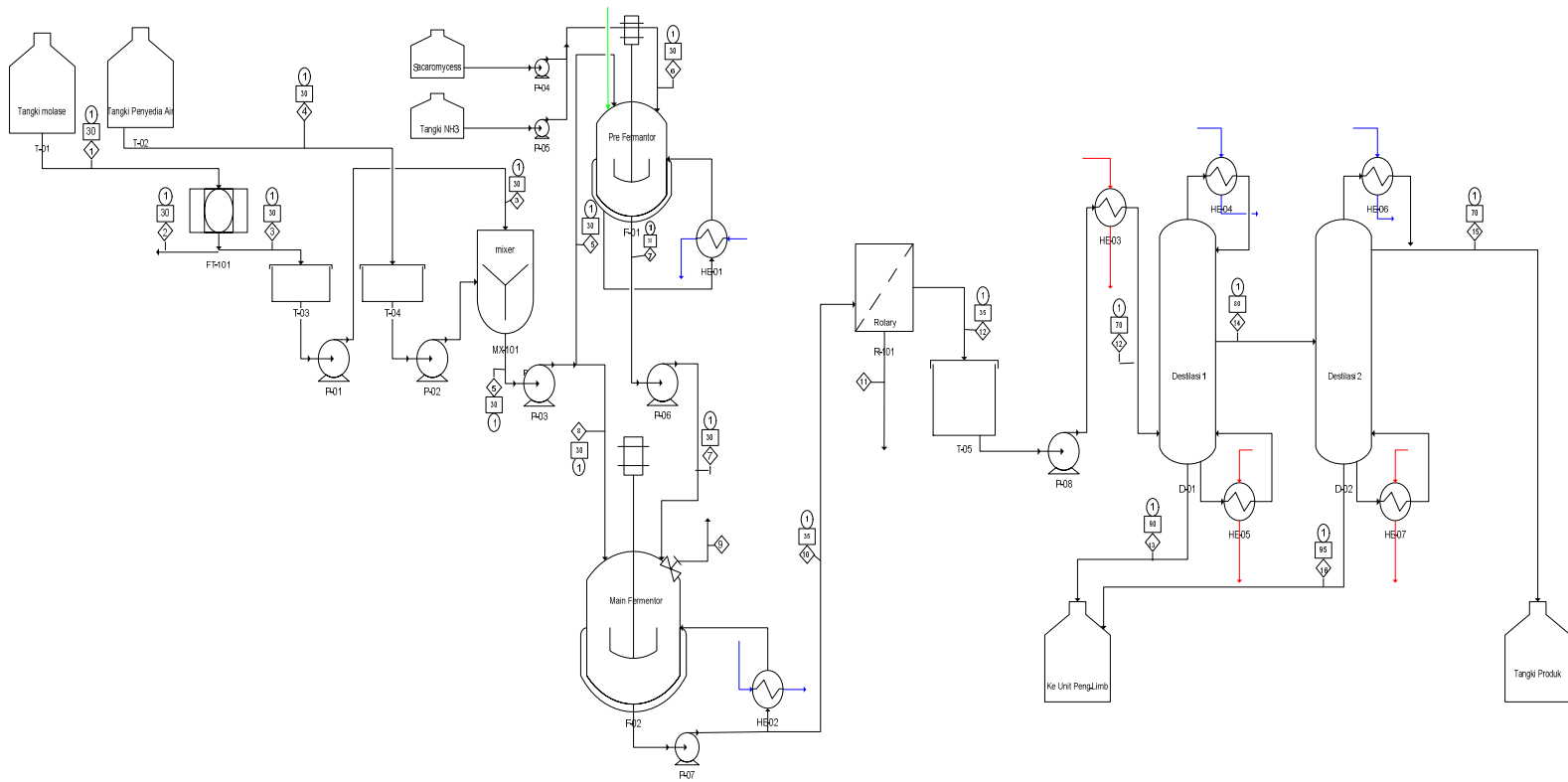
6. Menghitung Neraca Massa di Unit Distilasi I

Komponen	Massa Masuk	Komponen	Massa keluar
	M12	M13	M14
C ₂ H ₅ OH (LK)	7625,00	38,25	7586,74
H ₂ O (HK)	15546,73	14613,97	932,76
C ₂ H ₄ O	0,00	0,00	0,00
C ₃ H ₈ O	0,44	0,37	0,07
C ₄ H ₁₀ O	0,53	0,53	0,00
C ₅ H ₁₂ O	2,20	2,20	0,00
Sub Jumlah	23174,90	14655,33	8519,57
Jumlah	23174,90	23174,90	

7. Menghitung Neraca Massa di Unit Distilasi II

Komponen	Massa masuk	Komponen	Massa keluar
	M14	M15	M16
C ₂ H ₅ OH (LK)	7586,74	5972,64	1614,11
H ₂ O (HK)	932,76	895,43	37,33
C ₂ H ₄ O	0,00	0,00	0,00
C ₃ H ₈ O	0,07	0,07	0,00
Sub Jumlah	8519,57	6868,13	1651,43
Jumlah	8519,57	8519,57	

**FLWSHEET PRA RANCANGAN PABRIK BIOETANOL BERBAHAN BAKU MOLASE
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 60.000 KL/TAHUN**



Keterangan Alat

- F-01 Tangki Pre fermentor
- F-02 Tangki Main Fermentor
- FT-01 Filter Press
- T-01 Tangki molase
- T-02 Tangki air
- T-03 Tangki penampung molase
- T-04 Tangki penampung air
- MX-01 Mixer
- R-01 Rotary vacuum
- D-01 Destilasi 1
- D-02 Destilasi 2
- P-01 Pompa
- P-02 Pompa
- P-03 Pompa
- P-04 Pompa
- P-05 Pompa
- P-06 Pompa
- P-07 Pompa
- P-08 Pompa
- HE-01 Cooler
- HE-02 Cooler
- HE-03 Heater
- HE-04 Kondensor
- HE-05 Reboiler
- HE-06 Kondensor
- HE-07 Reboiler

Komponen	Arus kg/jam															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$C_6H_{10}O_5$	11021,09		11021,09		14791,46	1479,15	1479,15	14791,46		7625,00		7625,00				
H_2O	5510,54		5510,54	9735,29	15245,84		300,89	15245,84		15546,73		15546,73	14613,97	932,76	895,43	37,33
$CH_{1,8}N_{0,5}O_{0,2}$						843,11	843,11			1115,06	1115,06					
C_2H_5OH										3478,98		3478,98	38,25	7586,74	5972,64	1614,11
NH_3						279,39	279,39		240,87							
C_2H_4O										0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C_3H_8O										0,44		0,44	0,44	0,07	0,07	0,00
$C_4H_{10}O$										0,53		0,53	0,53	0,00		
$C_5H_{12}O$										2,20		2,20	2,20	0,00		
CO_2							723,14		3356,63							
$C_{12}H_{22}O_{11}$	3581,85		3581,85													
abu	826,58	826,58														
Jumlah	20940,07	826,58	20113,48	9735,29	30037,30	2601,65	3625,68	30037,30	3597,50	27768,94	1115,06	26653,88	14655,33	8519,57	6868,13	1651,43

III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

3.1. Peralatan Proses

REAKTOR PRE FERMENTOR F-01	
Fungsi	sebagai tempat terjadinya reaksi sakarifikasi
Tipe	reaktor tangki berpengaduk dilengkapi dengan koil pemanas
Jumlah	1 unit
Material	stainless stell dengan spesifikasi tipe 304 grade 3
Pengaduk	flat six blade turbin agitator
REAKTOR PRE FERMENTOR F-02	
Fungsi	sebagai tempat terjadinya reaksi sakarifikasi
Tipe	reaktor tangki berpengaduk dilengkapi dengan koil pemanas
Jumlah	10 unit
Material	stainless stell dengan spesifikasi tipe 304 grade 3
Pengaduk	flat six blade turbin agitator
POMPA P-01	
Fungsi	Mengalirkan Molases dari Tangki Penampung menuju ke Mixer
Tipe	Recirprocating Piston
Kapasitas pompa	0,124 ft ³ /sec
Tenaga pompa	24,117 ft lbf/lbm
Daya pompa	2 HP
POMPA P-02	
Fungsi	Mengalirkan Air dari Tangki Penampung menuju ke Mixer
Tipe	Recirprocating Piston
Kapasitas pompa	0,096 ft ³ /sec
Tenaga pompa	24,812 ft lbf/lbm
Daya pompa	2 HP
POMPA P-03	
Fungsi	Mengalirkan output dari Mixer menuju ke Pre-Main Fermentor
Tipe	Recirprocating Piston
Kapasitas pompa	0,212 ft ³ /sec

POMPA P-04	
Fungsi	Mengalirkan Saccaromyces dari Tangki Penampung menuju ke Pre Fermentor
Tipe	Recirprocating Piston
Kapasitas pompa	3,838 ft ³ /sec
POMPA P-05	
Fungsi	Mengalirkan NH ₃ dari Tangki Penampung menuju ke Pre-Fermentor
Tipe	Recirprocating Piston
Kapasitas pompa	0,004 ft ³ /sec
POMPA P-06	
Fungsi	Mengalirkan output dari Pre Fermentor menuju ke Main Fermentor
Tipe	Recirprocating Piston
Kapasitas pompa	0,048 ft ³ /sec
POMPA P-07	
Fungsi	Mengalirkan output dari Main Fermentor menuju ke Rotary
Tipe	Recirprocating Piston
Kapasitas pompa	0,193 ft ³ /sec
POMPA P-08	
Fungsi	Mengalirkan output Tangki Penampung dari Rotary menuju ke Unit Destilasi
Tipe	Recirprocating Piston
Kapasitas pompa	0,185 ft ³ /sec
HEAT EXCHANGER HE-01	
Fungsi	<i>Mentransfer supply panas dari reaksi di dalam Pre Fermentor untuk tetap menjaga suhu di dalam Pre Fermentor selama proses fermentasi tetap pada suhu yang diinginkan, menurunkan suhu dari 34⁰C menjadi 30⁰C</i>
Tipe	Shell and tube

Bahan Konstruksi	<i>Carbon Stell grade C</i>
HEAT EXCHANGER HE-02	
Fungsi	<i>Mentransfer supply panas dari reaksi di dalam Main Fermentor untuk tetap menjaga suhu di dalam Main Fermentor selama proses fermentasi tetap pada suhu yang diinginkan, menurunkan suhu dari 35⁰C menjadi 30⁰C</i>
Tipe	Shell and tube
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Stell grade C</i>
HEAT EXCHANGER HE-03	
Fungsi	<i>Mentransfer supply panas untuk Output Tangki Penampung dari Rotary sebelum masuk Unit Destilasi (D - 01), menaikkan suhu dari 35⁰C menjadi 70⁰C</i>
Tipe	Shell and tube
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Stell grade C</i>
HEAT EXCHANGER HE-04	
Fungsi	<i>Mentransfer supply panas dari hasil atas Unit Destilasi (D - 01) untuk dikondensasikan, menurunkan suhu dari 90⁰C menjadi 80⁰C</i>
Tipe	Shell and tube
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Stell grade C</i>
HEAT EXCHANGER HE-05	
Fungsi	<i>Mentransfer supply panas untuk Output Unit Destilasi (D - 01) sebelum masuk Unit Destilasi (D - 02), menaikkan suhu dari 70⁰C menjadi 90⁰C</i>
Tipe	Shell and tube
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Stell grade C</i>
HEAT EXCHANGER HE-06	
Fungsi	<i>Mentransfer supply panas dari hasil atas Unit Destilasi (D - 02) untuk dikondensasikan untuk kemudian dijadikan produk berupa Etanol dengan kemurnian 96,5%, menurunkan suhu dari 95⁰C menjadi 70⁰C</i>
Tipe	Shell and tube

Bahan Konstruksi	<i>Carbon Stell grade C</i>
HEAT EXCHANGER HE-07	
Fungsi	<i>Mentransfer supply panas untuk hasil bawah Unit Destilasi (D – 02) untuk proses pemisahan secara distilasi untuk memperoleh produk berupa Ethanol dengan kemurnian 96,5%, menaikkan suhu dari 80⁰C menjadi 95⁰C</i>
Tipe	Shell and tube
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Stell grade C</i>
DISTILLING COLUMN D-01	
Fungsi	Memisahkan etanol produk dari campuran etanol
Tipe	Sieve Tray
Jumlah	1 buah
Material	Low Alloy Carbon Steel SA-285 Grade C
DISTILLING COLUMN D-02	
Fungsi	Memisahkan etanol produk dari campuran etanol
Tipe	Sieve Tray
Jumlah	1 buah
Material	Low Alloy Carbon Steel SA-285 Grade C
TANGKI PENYIMPANAN PRODUK ETANOL	
Fungsi	Menyimpan produk etanol selama 15 hari
Tipe	Tangki silinder tegak dengan dasar flat (Flat Bottom) dan Conical roof
Jumlah	1 buah
Material	Carbon Steel SA-283 Grade C

3.2. Utilitas

AIR	
Air untuk keperluan umum (<i>service water</i>)	12,02 m ³ /hari
Air pendingin (<i>cooling water</i>)	Saat start-up : 4,348m ³ /hari
	Saat pabrik berjalan : 0,4348 m ³ /hari

Air umpan ketel (<i>boiler feed water</i>)	Saat start-up : 22,331 m ³ /hari
	Saat pabrik berjalan : 2,2331 m ³ /hari
Air proses	Saat start-up : 2336,470 m ³ /hari
	Saat pabrik berjalan : 233,6470 m ³ /hari
Total kebutuhan air	248,3349 m ³ /hari
	1,02479 m ³ /ton produk
Didapat dari sumber	Sungai seperti Sungai Way Seputih dan Sungai Way Sekampung serta PDAM setempat.
STEAM	
Kebutuhan steam	278.371,21 m ³ /hari
Jenis boiler	Water Tube Boiler
LISTRIK	
Kebutuhan listrik	0,6 megawatt
Dipenuhi dari	Pembangkit PLN dan generator listrik.
BAHAN BAKAR	
Jenis	<i>Fuel Oil grade 4</i>
Kebutuhan	375 liter /jam
Sumber dari	Dipasok dari Dumai yang terdapat tambang minyak bumi.

IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical plant cost	US \$ 18229100,09	
Fixed capital	US \$ 24178659,73	
Working capital	US \$ 11651774,93	
Total capital investment	US \$ 38347927,43	
ANALISIS KELAYAKAN		
Return on Investment (ROI)	Before tax : 50,63 %	After tax : 35,44 %
Pay Out Time (POT)	Before tax : 1,7 tahun	After tax : 2,32 tahun
Break Even Point (BEP)	49,98 %	
Shut Down Point (SDP)	20,16 %	
Discounted Cash Flow (DCF)	94,96 %	