

TUGAS PERACANGAN PABRIK KIMIA



**PRA RANCANGAN PABRIK METANOL DENGAN PROSES ICI
TEKANAN RENDAH KAPASITAS 450.000 TON/TAHUN**

Disusun oleh :

AFFIAN WIDJANARKO L2C008002

HAMDILLAH USMAN L2C008052

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2012

EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	PERANCANGAN PABRIK METANOL DENGAN PROSES ICI TEKANAN RENDAH	
	KAPASITAS PRODUKSI	450.000 Ton/Tahun

I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar Belakang	<ul style="list-style-type: none">- Di Indonesia pemanfaatan gas alam sejauh ini belum optimal sebagian besar hanya diekspor tanpa melalui proses pengolahan atau sebagai LNG. Dan sangat kecil prosentasenya yang digunakan sebagai bahan baku industri. Pemakaian gas alam sebagai bahan baku industri hanya sebesar 8% sedangkan lebih dari 54% diekspor sebagai LNG. Padahal penggunaan gas alam akan jauh lebih menguntungkan apabila digunakan sebagai bahan baku dibandingkan diekspor sebagai LNG.- Dengan didirikannya pabrik methanol ini diharapkan dapat meningkatkan kapasitas ekspor metanol Indonesia.
Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	<p>Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik Metanol dengan Proses ICI Tekanan Rendah, yaitu :</p> <ul style="list-style-type: none">a. Kebutuhan metanol di Indonesia pada tahun 2015 diperkirakan sebesar 450.000 ton/tahun.b. Ketersediaan bahan baku <p>Indonesia diperkirakan mempunyai kandungan gas alam sebesar 153.72 BCFG (<i>Billion Cubic Feet Gas</i>) yang terdapat di daerah pantai maupun lepas pantai. Penyediaan bahan baku dapat diatasi dengan sumber</p>

	gas alam PT Badak LNG.
Dasar Penetapan Lokasi Pabrik	<p>1. Letak Bahan Baku</p> <p>Bahan baku berpengaruh terhadap kelangsungan operasi dan biaya transportasi pengangkutan, sehingga letaknya harus benar-benar diperhatikan. Mengingat bahan baku pembuatan metanol adalah gas alam dari gas alam PT Badak LNG, maka pabrik metanol didirikan di kawasan Kalimantan Timur.</p> <p>2. Pemasaran</p> <p>Lokasi pemasaran akan sangat berpengaruh terhadap biaya transportasi produk. Letak pabrik metanol yang berdekatan dengan lokasi pemasaran dapat menghemat biaya transportasi produk dan memudahkan konsumen untuk menjangkaunya. Daerah pemasaran metanol terbesar adalah di Pulau Jawa dan Pulau Kalimantan. Metanol sangat diperlukan dalam industri pembuatan asam asetat, formaldehid, MTBE dan metil klorida yang terdapat di kawasan Cilegon dan jaraknya cukup dekat dengan kawasan industri di Pulau Kalimantan.</p> <p>3. Transportasi</p> <p>Dengan adanya fasilitas transportasi berupa jalan raya dan pelabuhan laut yang memadai, maka pemilihan lokasi pabrik metanol di Bontang Kalimantan Timur sangat tepat. Jarak antara kilang dengan sumber bahan baku cukup dekat yaitu sekitar 60 Km, sehingga pengiriman bahan baku gas alam dapat dilakukan dengan sistem perpipaan secara kontinyu dan efisien. Lokasi kilang terletak di tepi pantai</p>

	<p>dalam serta adanya pulau-pulau kecil di depannya, sehingga methanol bisa diangkut menggunakan kapal laut.</p> <p>4. Tenaga Kerja</p> <p>Tenaga kerja dapat diperoleh dari penduduk yang bertempat tinggal disekitar pabrik sehingga dapat memperluas lapangan kerja sehingga mengurangi pengangguran. Tenaga kerja berpendidikan tinggi juga mudah didapat dengan menyerap lulusan perguruan tinggi di Pulau Jawa dan Sumatera.</p> <p>5. Utilitas</p> <p>Penyediaan utilitas seperti air, listrik, dan sarana lainnya perlu diperhatikan agar proses produksi bisa berjalan dengan baik. Sebagai kawasan industri yang telah direncanakan dengan baik dan merupakan tempat industri berskala besar (Pupuk Kaltim dan Pertamina Badak), Bontang telah memiliki sarana utilitas yang memadai.</p>
Pemilihan Proses	<p>Pabrik Metanol yang akan didirikan menggunakan proses ICI tekanan rendah dengan beberapa pertimbangan, diantaranya (1) adanya pemanfaatan panas dari steam reforming, (2) konsumsi energy lebih rendah, (3) biaya peralatan tidak terlalu mahal, dan (4) biaya produksi yang cukup rendah.</p>
Bahan Baku	
Jenis	<p>Gas alam (CH₄ 84.19%, C₂H₆ 5.26%, C₃H₈ 2.96%, C₄H₁₀ - C₆H₁₄ 1.84%, CO₂ 5.6%, N₂ 0.05%)</p>
Spesifikasi	<p>Gas Alam</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Wujud : Gas - Kenampakan : tidak berwarna - Bau : Spesifik - Moisture : 0.15 lb/MMSCF - Densitas : 0.6165 mol / m³
Kebutuhan	Gas alam : 47013.6 kg/jam atau 2315 MSCF/hr
Asal	Gas alam dari PT Badak LNG Bontang, Kalimantan Timur
Produk	
Jenis	Metanol
Spesifikasi	Metanol <ul style="list-style-type: none"> - Wujud : cair - Warna : bening - Kemurnian : min 99.85% - Titik Didih : 64.7°C - Titik Beku : -97.68°C - Density : 0.78663 g/cm³ - Impuritas : H₂O (0.14999 % berat), C₂H₅OH (0.0001 % berat)
Laju Produksi	56818.2 kg/jam
Daerah Pemasaran	Untuk memenuhi kebutuhan ekspor

2. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

2.1 Diagram Alir

Diagram alir terlampir

2.2 Peneracaan

2.2.1 Neraca Massa

1. Neraca Massa Mercury Guard Chamber

Komponen	Input (kg)	Output (kg)	
	Arus 1	Arus 2	Akumulasi
CH ₄	32324.2	32324.2	0.0
C ₂ H ₆	3741.6	3741.6	0.0
C ₃ H ₈	3087.3	3087.3	0.0
C ₄ H ₁₀	1636.0	1636.0	0.0
C ₅ H ₁₂	665.7	665.7	0.0
C ₆ H ₁₄	733.8	733.8	0.0
CO ₂	4789.1	4789.1	0.0
N ₂	33.1	33.1	0.0
H ₂ S	4.0E-02	4.0E-02	0.0
Hg	1.4E-02	0.0	1.7E-02
CH ₃ SH	2.8	2.8	0.0
Jumlah	47013.6	47013.6	1.7E-02
Total	47013.6	47013.6	

2. Neraca Massa Cobalt Moly Hydrotreater

Komponen	Input (kg)	Output (kg)
	Arus 2	Arus 3
CH ₄	32324.2	32324.2
C ₂ H ₆	3741.6	3741.6
C ₃ H ₈	3087.3	3087.3
C ₄ H ₁₀	1636.0	1636.0
C ₅ H ₁₂	665.7	665.7
C ₆ H ₁₄	733.8	733.8
CO ₂	4789.1	4789.1
N ₂	33.1	33.1

H ₂ S	4.0E-02	2.1
CH ₃ SH	2.8	0.0
Total	47013.6	47012.9

3. Neraca Massa Zink Oxyde Guard Chamber

Komponen	Input (kg)		Output (kg)	
	Arus 3	Arus 4	Arus 4	Akumulasi
CH ₄	32324.2	32324.2	32324.2	0.0
C ₂ H ₆	3741.6	3741.6	3741.6	0.0
C ₃ H ₈	3087.3	3087.3	3087.3	0.0
C ₄ H ₁₀	1636.0	1636.0	1636.0	0.0
C ₅ H ₁₂	665.7	665.7	665.7	0.0
C ₆ H ₁₄	733.8	733.8	733.8	0.0
CO ₂	4789.1	4789.1	4789.1	0.0
N ₂	33.1	33.1	33.1	0.0
H ₂ S	2.1	0.0	0.0	2.1
Jumlah	47012.9	47010.7	47010.7	2.1
Total	47012.9	47012.9		

4. Neraca Massa Steam Reformer

Komponen	Input (kg)		Output (kg)
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
CH ₄	32324.2	0.0	269.4
C ₂ H ₆	3741.6	0.0	0.0
C ₃ H ₈	3087.3	0.0	0.0
C ₄ H ₁₀	1636.0	0.0	0.0
C ₅ H ₁₂	665.7	0.0	0.0
C ₆ H ₁₄	733.8	0.0	0.0
CO ₂	4789.1	0.0	35719.5
N ₂	33.1	0.0	33.1
H ₂ O	0.0	127853.7	67140.2
H ₂	0.0	0.0	16684.3
CO	0.0	0.0	55021.7

Jumlah	47010.7	127853.7	174868.2
Total	174864.4		174868.2

5. Neraca Massa Mixing Valve

Komponen	Input		Output
	Arus 6	Arus 8	Arus 7
CH ₄	269.4	379.4	648.9
CO	55021.7	4518.9	59540.6
CO ₂	35719.5	29150.3	64869.8
H ₂	16684.3	10725.4	27409.7
H ₂ O	67140.2	2642.3	69782.6
N ₂	33.1	46.4	79.5
CH ₃ OH	0.0	10459.3	10459.3
CH ₃ OCH ₃	0.0	10.9	10.9
C ₂ H ₅ OH	0.0	25.1	25.1
Jumlah	174868.2	57958.1	232826.3
Total	232826.3		232826.3

6. Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input	Output
	Arus 7	Arus 9
CH ₄	648.9	648.9
CO	59540.6	7580.0
CO ₂	64869.8	49951.1
H ₂	27409.7	17879.4
H ₂ O	69782.6	75970.6
N ₂	79.5	79.5
CH ₃ OH	10459.3	80469.0
CH ₃ OCH ₃	10.9	25.1
C ₂ H ₅ OH	25.075	221.2
Total	232826.3	232824.6

7. Neraca Massa Separator

Komponen	Input	Output	
	Arus 9	Arus 10	Arus 12
CH ₄	648.9	637.5	11.4
CO	7580.0	7533.6	46.4
CO ₂	49951.1	49659.7	291.4
H ₂	17879.4	17806.7	72.6
H ₂ O	75970.6	4500.5	71470.1
N ₂	79.5	79.5	0.0
CH ₃ OH	80469.0	17432.3	63036.7
CH ₃ OCH ₃	25.1	17.5	7.6
C ₂ H ₅ OH	221.2	41.4	179.8
Jumlah	232824.6	97708.7	135116.0
Total	232824.6	232824.6	

8. Neraca Massa Tee Recycle

Komponen	Input	Output	
	Arus 10	Arus 8	Arus 11
CH ₄	637.5	379.4	258.1
CO	7533.6	4518.9	3014.7
CO ₂	49659.7	29150.3	20509.4
H ₂	17806.7	10725.4	7081.3
H ₂ O	4500.5	2642.3	1858.1
N ₂	79.5	46.4	33.1
CH ₃ OH	17432.3	10459.3	6973.0
CH ₃ OCH ₃	17.5	10.9	6.6
C ₂ H ₅ OH	41.4	25.1	16.3
Jumlah	97708.7	57958.1	39750.6
Total	97708.7	97708.7	

9. Neraca Massa Stripper

Komponen	Input	Output	
	Arus 12	Arus 13	Arus 14
CH ₄	11.4	11.4	0.0
CO	46.4	46.4	0.0
CO ₂	291.4	291.4	0.0
H ₂	72.9	72.9	0.0
H ₂ O	71470.1	0.0	71470.1
CH ₃ OH	63036.7	0.0	63036.7
CH ₃ OCH ₃	7.6	7.6	0.0
C ₂ H ₅ OH	179.8	0.0	179.8
Jumlah	135116.2	429.6	134686.6
Total	135116.2	135116.2	

10. Neraca Massa Kolom Distilasi

Komponen	Input (kg)	Output (kg)	
	Arus 14	Arus 15	Arus 18
CH ₃ OH	63036.7	56818.2	6218.4
H ₂ O	71470.1	85.4	71384.8
C ₂ H ₅ OH	179.8	0.6	179.2
Jumlah	134686.6	56904.2	77782.4
Total	134686.6	134686.6	

2.2.2 Neraca Panas

1. Neraca Panas Mercury Guard Chamber (MGC)

	Q _{input} (kJ/jam)	Q _{output} (kJ/jam)	
Q _i MGC	646404.35	Q _o MGC	646428.70
Q _{reaksi}	24.34		

Total	646428.70	Total	646428.70
-------	-----------	-------	-----------

2. Neraca Panas Kompresor Gas Alam (K-01)

Q _{input} (kJ/jam)		Q _{output} (kJ/jam)	
Q _{2i} kompresor	646428.70	Q _{2o} kompresor	10753672.88
Q _w kompresor	10107244.18		
Total	10753672.88	Total	10753672.88

3. Neraca Panas Steam Reformer

Q _{input} (kJ/jam)		Q _{output} (kJ/jam)	
Q _i SR	297467407.26	Q _o SR	346325010.30
Q _{udara}	48527359.46	Q _{Rsintesa}	494371085.68
Q _{bahan bakar}	6948027.64	Q _{flue gas}	206590179.26
Q _{Rbakar}	970051229.86	Q _w	18348953.79
Q _i udara	1919479.10	Q _o udara	48527359.46
Q _{2i} SR	6105904.27	Q _{2o} SR	42271506.93
Q _{5i} SR	80593062.87	Q _{5o} SR	191099546.94
Q _{4i} SR	42289160.83	Q _{4o} SR	106367988.93
Total	1453901631.29	Total	1453901631.29

4. Neraca Panas Cobalt Moly Hydrotreater (CMH)

Q _{input} (kJ/jam)		Q _{output} (kJ/jam)	
Q _{2i} CMH	42271506.93	Q _{2o} CMH	42275846.99
Q _{reaksi}	4340.06		
Total	42275846.99	Total	42275846.99

5. Neraca Panas Zinc Oxyde Guard Chamber (ZOG)

Q _{input} (kJ/jam)		Q _{output} (kJ/jam)	
Q _{3i} ZOG	42275846.99	Q _{3o} ZOG	42289160.83
Q _{reaksi}	13313.84		
Total	42289160.83	Total	42289160.83

6. Neraca Panas Waste Heat Boiler (WHB)

Q _{input} (kJ/jam)		Q _{output} (kJ/jam)	
-----------------------------	--	------------------------------	--

Q_{6i} WHB	346325010.30	Q_{6o} WHB	43301862.39
Q_{BFW}	1686191.17	Q_{steam}	304709339.08
Total	348011201.47	Total	348011201.47

7. Neraca Panas Heat Exchanger (HE-01)

Q_{input} (kJ/jam)		Q_{output} (kJ/jam)	
Q_{6i} HE-01	43301862.39	Q_{6o} HE-01	36639517.25
Q_{i} BB	285682.51	Q_{o} BB	6948027.64
Total	43587544.90	Total	43587544.89

8. Neraca Panas Kompresor Umpan Reaktor

Q_{input} (kJ/jam)		Q_{output} (kJ/jam)	
Q_{6i} kompresor	36639517.25	Q_{6o} kompresor	72734074.16
Q_w kompresor	36094556.91		
Total	72734074.16	Total	72734074.16

9. Neraca Panas Mixing Valve

Q_{input} (kJ/jam)		Q_{output} (kJ/jam)	
Q_{7i} MV	72734074.16	Q_{7o} MV	124576357.46
$Q_{recycle}$	51842283.30		
Total	124576357.46	Total	124576357.46

10. Neraca Panas Reaktor

Q_{input} (kJ/jam)		Q_{output} (kJ/jam)	
Q_{9ia} Reaktor	26141050.82	Q_{9oc} Reaktor	314830563.66
Q_a reaksi	36825061.92		
Q_b reaksi	73650123.84		
Q_b pendingin	52282101.63		
Q_c reaksi	73650123.84		
Q_c pendingin	52282101.63		
Total	314830563.68	Total	314830563.66

11. Neraca Panas Heat Exchanger (HE-02)

Q_{input} (kJ/jam)		Q_{output} (kJ/jam)	
Q_{7i} HE-02	124576357.46	Q_{7o} HE-02	130705254.08
Q_{9i} HE-02	314830563.66	Q_{9o} HE-02	308701667.04

Total	439406921.12	Total	439406921.12
-------	--------------	-------	--------------

12. Neraca Panas Turbin Expander (TE-01)

Q _{input} (kJ/jam)		Q _{output} (kJ/jam)	
Q _{9i} valve	308701667.04	Q _{9o} valve	308701667.04
Total	308701667.04	Total	308701667.04

13. Neraca Panas Kondensor (CD-01)

Q _{input} (kJ/jam)		Q _{output} (kJ/jam)	
Q _{9i} Kondensor-01	308701667.04	Q _{9o} Kondensor-01	78641597.90
		Q _{pendingin}	230060069.14
Total	308701667.04	Total	308701667.04

14. Neraca Panas Separator Produk (SP-01)

Q _{input} (kJ/jam)		Q _{output} (kJ/jam)	
Q _{9i} Separator	78641597.90	Q _{9o} Separator gas	18855725.37
		Q _{pengembunan}	35056214.72
		Q _{9o} Separator cair	24729657.82
Total	78641597.90	Total	78641597.91

15. Neraca Panas Kompresor Arus Recycle (K-03)

Q _{input} (kJ/jam)		Q _{output} (kJ/jam)	
Q _{10i} kompresor	18855725.37	Q _{10o} kompresor	86469229.01
Q _w kompresor	67613503.64		
Total	86469229.01	Total	86469229.01

16. Neraca Panas Turbin Expander (TE-02)

Q _{input} (kJ/jam)		Q _{output} (kJ/jam)	
Q _{12i} valve	24729657.82	Q _{12o} valve	24729657.82
Total	24729657.82	Total	24729657.82

17. Neraca Panas Stripper (S-01)

Q _{input} (kJ/jam)		Q _{output} (kJ/jam)	
-----------------------------	--	------------------------------	--

Q _{12i} Stripper	24729657.82	Q _{13o} stripper	27722.93
Q _{reboiler}	3846953.08	Q _{14o} stripper	28548887.97
Total	28576610.90	Total	28576610.90

18. Neraca Panas Distilasi (D-01)

Q _{input} (kJ/jam)		Q _{output} (kJ/jam)	
Q _{14i} distilasi	28548342.23	Q _{15o} distilasi	5774219.99
Q _{reboiler}	122863944.99	Q _{16o} distilasi	24362695.32
		Q _{pendingin}	121996596.72
Total	151412287.22	Total	151412287.23

3. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

3.1 Peralatan Proses

3.1.1 Kompresor

Kode	: K-01
Fungsi	: Menaikkan tekanan gas alam reaktor dari tekanan 14 atm menjadi 40 atm
Jenis	: Sentrifugal
Jumlah stage	: 1 Stage
P kompresor	: 2.64 MW
P motor	: 2.75 MW

3.1.2 Reaktor

Kode	: R-01
Fungsi	: Untuk mereaksikan gas sintesa menjadi methanol
Tipe	: Quenched Multiplecatalist Bed Reactor
Jumlah	: 1 buah
Tinggi	: 4.12 meter

Diameter : 1.143 meter
Tebal Shell : 1.25 in
Tebal head : 0.069 meter
Suhu masuk : 220 °C
Suhu keluar : 520.11 °C
Tekanan : 50 atm
Katalis : Cu-Zn-Al (CuO-ZnO-Al₂O₃)
(61-30-9)%berat
Diameter Katalis : 5 mm

3.1.3 Heat Exchanger

Kode : HE-02
Fungsi : Memanaskan feed reaktor sebelum masuk reaktor dan mendinginkan produk keluar reaktor
Jenis : 1,2 shell and tube heat exchanger
Bahan : Carbon Steel SA 285 Grade C
OD tube : 1 in BWG 16
ID tube : 0.87 in
Jumlah dan susunan tube : 86 tube, triangular pitch
ID shell : 15.2525 in
Panjang pipa : 12 ft

3.1.4 Kolom Distilasi

Kode : D-01
Fungsi : Memisahkan produk methanol dari ethanol dan air dengan kemurnian 99.85 % berat

Tipe	: Sieve tray tower
Bahan	: Stainless type SA 316 Grade M
Jumlah plate	: 57 buah
Diameter puncak	: 3.6891 m
Diameter dasar menara	: 4.7689 m
Tebal shell	: 3/16 in
Tebal Head puncak	: 3/16 in
Tebal Head dasar	: 1/4 in
Tinggi kolom	: 53.55 m

3.1.5 Pompa Produk Methanol

Kode	: P-01
Fungsi	: Mengalirkan methanol, ethanol dan air dari tangki Akumulator ke tangki Penyimpanan
Tipe pompa	: Sentrifugal
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas pompa	: 0.78 ft ³ /s
Tekanan inlet	: 1.1 atm
Tekanan Outlet	: 1 atm

Dimensi Pipa

D nominal	: 6 in
ID	: 6.065 in
OD	: 6.0625 in
Tebal Pipa	: 0.28 in

Sch : 40

Tenaga motor : 2.5 HP

3.1 Utilitas

Air	
Air untuk sanitasi (<i>service water</i>)	17.08 m ³ /hari
Air untuk pendingin (<i>cooling water</i>)	50239.2 m ³ /hari
Air umpan ketel (<i>boiler feed water</i>)	3222.72 m ³ /hari
Total kebutuhan air	53479 m ³ /hari
Didapat dari sumber	Air laut dan sumur artesis
Steam	
Kebutuhan <i>steam</i>	37234.98 ton/hari
Jenis boiler	Water tube
Listrik	
Kebutuhan listrik	363.66 kW
Dipenuhi dari	PLN
	Generator (Cadangan)
Bahan Bakar	
Jenis	Gas alam
Kebutuhan	68031.29 SCF/hr
Sumber dari	Badak NGL

C. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant Cost	US\$ 3040696.62
Fixed Capital	US\$ 60813932.44
Working Capital	US\$ 30411724.67
Total Capital Investment	US\$ 94266353.73
Analisis Kelayakan	
Return on Investment (ROI)	- Sebelum pajak : 45.93 % - Setelah pajak : 36.74 %
Pay Out Time (POT)	- Sebelum pajak : 1.79 tahun - Setelah pajak : 2.14 tahun
Break Even Point (BEP)	40.60 %
Shut Down Point (SDP)	24.21 %
Rate of Return (ROR)	40.99 %