

**EXECUTIVE SUMMARY**  
**TUGAS PERANCANGAN PABRIK KIMIA**



**PRARANCANGAN PABRIK UREA FORMALDEHID**  
**PROSES FORMOX**  
**KAPASITAS 44.000 TON / TAHUN**

**Oleh:**

**MURTIHASTUTI**

**L2C008084**

**SHINTA NOOR RAHAYU**

**L2C008104**

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

**2012**

## EXECUTIVE SUMMARY

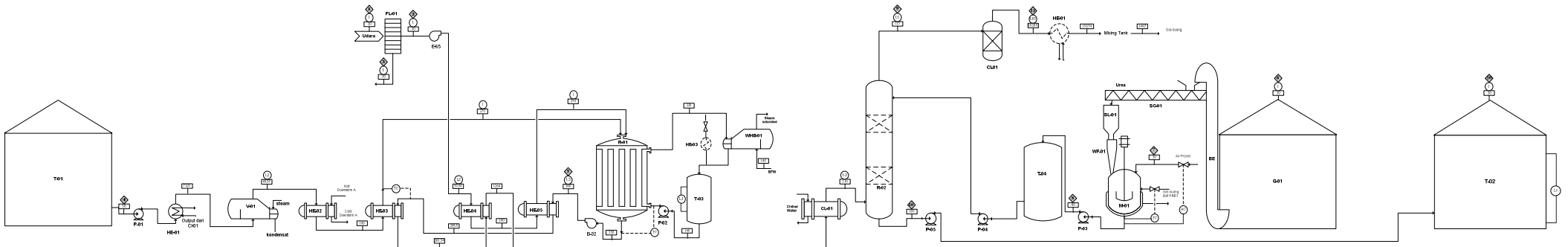
Judul Tugas	Prarancangan Pabrik Urea Formaldehid Proses Formox Kapasitas 44.000 Ton / Tahun
<b>Strategi Perancangan</b>	
Latar Belakang	<p>Pendirian pabrik urea formaldehid memenuhi kriteria layak secara ekonomis, teknis dan lingkungan. Dari segi ekonomi, dapat dilihat bahwa harga urea formaldehid lebih tinggi dibandingkan dengan harga bahan bakunya, yaitu metanol dan urea. Selain itu, di Indonesia kebutuhan urea formaldehid terus mengalami peningkatan. Proses yang dipakai adalah <i>Formox</i> dengan kondisi operasi 1 atm pada suhu 270°C sehingga mudah dan memungkinkan untuk dilakukan. Dari segi lingkungan, limbah pabrik urea formaldehid adalah limbah cair dari limbah sanitasi, air berminyak dari mesin proses, dan limbah air sisa proses, serta limbah gas yaitu formaldehid, methanol dan CO yang keluar dari absorber. Limbah tersebut diolah terlebih dahulu sebelum di buang ke lingkungan.</p>
Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Kapasitas pabrik berada di atas kapasitas minimal pabrik urea formaldehid yang mampu memberikan keuntungan yaitu 22.000 ton/tahun.</li> <li>b. Produksi urea formaldehid dapat bersaing untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang sebagian masih didapatkan dari import.</li> <li>c. Disesuaikan dengan ketersediaan bahan baku, yaitu metanol dari PT Kaltim Metanol Industry yang mempunyai kapasitas 660.000 ton/tahun dan urea diperoleh dari PT Pupuk Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 2.980.000 ton/tahun.</li> </ol>
Dasar Penetapan Lokasi Pabrik	<p>Pabrik urea formaldehid ini akan didirikan di daerah Bontang, Kalimantan Timur. Hal ini berdasarkan pertimbangan transportasi dan lokasi sumber bahan baku, tersedianya fasilitas pelabuhan, peluang perluasan pabrik, serta pemasaran yang mudah.</p>
Pemilihan proses	<p>Proses produksi formaldehid dapat menggunakan proses Hidrokarbon, proses Silver Catalyst, proses Uhde, dan proses Formox. Proses yang dipilih adalah Formox dengan pertimbangan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur operasi rendah (200-400°C).</li> <li>• Tekanan operasi atmosferis</li> <li>• konversi metanol 97,5 % dapat dipertahankan</li> <li>• Menggunakan katalis <i>iron molybdenum</i> yang memiliki pressure drop rendah dan cukup stabil, umur katalis relatif lama, dan selektivitas tinggi.</li> </ul>

<b>Bahan Baku</b>	
a. Metanol	
Spesifikasi	Komposisi : 99,90% metanol dan 0,10% impuritas (% berat)
Kebutuhan	18.607 ton/tahun
Asal	PT Kaltim Metanol Industry
b. Urea	
Spesifikasi	Komposisi : 99,27% urea dan 0,73% impuritas (% berat)
Kebutuhan	22.667 ton/tahun
Asal	PT Pupuk Kalimantan Timur
<b>Bahan Pembantu</b>	
a. Katalis Iron molybdenum oxide	
Spesifikasi	Komposisi : 80 – 81 % MoO <sub>3</sub> , 14 – 15 % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dan 4 – 5 % Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . (% berat)
Kebutuhan	1.255 kg/tahun
<b>Produk</b>	
a. Urea Formaldehid	
Spesifikasi	1. Wujud : cair 2. Kenampakan : tidak berwarna 3. Kemurnian : 85,00 % berat 4. Impuritas : kadar metanol 0,30% berat dan kadar air 13,00% berat.
Laju Produksi	44.000 ton/tahun
Daerah Pemasaran	Pulau Kalimantan

## II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

### 2.1. Diagram Alir

DIAGRAM ALIR PRARANCANGAN PABRIK UREA FORMALDEHID  
PROSES FORMOX  
KAPASITAS 44.000 TON/TAHUN



Komponen	BM	Arus (kg/jam)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Metanol	32,04	0,0	0,0	0,0	2349,3	23,5	0,0	0,0	0,0	6,8	16,7	0,0
Air	18,01	0,0	0,0	0,0	1,3	1414,6	1220,2	21,0	1226,6	1896,0	745,1	1946,6
Oksigen	32,00	13374,6	13374,6	0,0	0,0	12119,0	0,0	0,0	0,0	12119,0	0,0	11938,5
Karbon dioksida	44,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	373,0
Karbonmonoksida	28,01	0,0	0,0	0,0	0,0	164,7	0,0	0,0	0,0	164,7	0,0	0,0
Nitrogen	28,01	44040,3	44040,3	0,0	0,0	44040,3	0,0	0,0	0,0	44040,3	0,0	44040,3
Urea	60,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2862,0	2862,0	0,0	0,0	0,0
Formaldehid	30,03	0,0	0,0	0,0	0,0	2003,4	0,0	0,0	0,0	71,5	71,5	0,0
UF1	90,09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2897,7	0,0
UF2	120,12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1287,9	0,0
UF3	150,15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	536,6	0,0
Partikulan	181,877	11,5	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>		<b>57426,3</b>	<b>57414,9</b>	<b>11,5</b>	<b>2350,7</b>	<b>59765,5</b>	<b>1220,2</b>	<b>2883,0</b>	<b>4088,5</b>	<b>58298,4</b>	<b>5555,6</b>	<b>58298,4</b>

## 2.2. Peneracaan

### 2.2.1. Neraca massa

#### 1. Neraca massa di *filter* (F-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	1	2	3	
O <sub>2</sub>	13.374,554	13.374,554		
N <sub>2</sub>	44.040,297	44.040,297		
Partikulat	11,483			11,483
<b>Total</b>	<b>57.426,334</b>	<b>57.414,851</b>		<b>11,483</b>
		<b>57.426,334</b>		

#### 2. Neraca massa di reaktor (R-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	4	2	5
HCOH			2.003,367
CH <sub>3</sub> OH	2.349,346		23,493
O <sub>2</sub>		13.374,554	12.119,002
H <sub>2</sub> O	1,322		1.414,605
CO			164,697
N <sub>2</sub>		44.040,297	44.040,297
<b>Total</b>	<b>2.350,668</b>	<b>57.414,851</b>	<b>59.765,460</b>
	<b>59.765,519</b>		

#### 3. Neraca massa di *mixing tank* (M-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	6	7	8
H <sub>2</sub> O	1.220,240	21,046	1.226,551
Urea		2.861,953	2.861,953
<b>Total</b>	<b>1.220,240</b>	<b>2.882,998</b>	<b>4.088,504</b>
	<b>4.087,239</b>		

#### 4. Neraca massa di *absorber* (AB-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	5	8	9	10
HCOH	2.003,367		71,549	
CH <sub>3</sub> OH	23,493		6,826	16,667
O <sub>2</sub>	12.119,002		12.119,002	

<b>H<sub>2</sub>O</b>	1.414,605	1.226,551	1.896,038	745,118
<b>CO</b>	164,697		164,697	
<b>N<sub>2</sub></b>	44.040,297		44.040,297	
<b>Urea</b>		2.681,953		71,549
<b>UF<sub>1</sub></b>				2.897,727
<b>UF<sub>2</sub></b>				1.287,878
<b>UF<sub>3</sub></b>				536,616
<b>Total</b>	<b>59.765,460</b>	<b>4.088,504</b>	<b>58.298,408</b>	<b>5.555,556</b>
	<b>63.853,964</b>		<b>63.853,964</b>	

5. Neraca massa di *catalytic incinerator* (CI-01)

<b>Komponen</b>	<b>Input (kg/jam)</b>	<b>Output (kg/jam)</b>
	<b>9</b>	<b>11</b>
<b>HCOH</b>	71,549	
<b>CH<sub>3</sub>OH</b>	6,826	
<b>O<sub>2</sub></b>	12.119,002	11.938,451
<b>H<sub>2</sub>O</b>	1.896,038	1.946,623
<b>CO</b>	164,697	
<b>CO<sub>2</sub></b>		373,012
<b>N<sub>2</sub></b>	44.040,297	44.040,297
<b>Total</b>	<b>58.286,859</b>	<b>58.298,382</b>

2.2.2. Neraca Panas

1. Neraca Panas di HE-01

<b>Q</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
M <sub>1</sub>	35558.207	
V		358547.986
C <sub>12</sub>	8320653.661	
C <sub>13</sub>		7997663.882
<b>Total</b>	<b>8356211.868</b>	<b>8356211.868</b>

2. Neraca Panas di V-01

<b>Q</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
V	358547.986	
M <sub>2</sub>		2726061.824
<i>steam</i>	3018045.836	
kondensat		650531.998

<b>Total</b>	<b>3376593.822</b>	<b>3376593.822</b>
--------------	--------------------	--------------------

3. Neraca Panas di HE-02

<b>Q</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
M <sub>2</sub>	172190.820	
M <sub>3</sub>		690250.148
<i>hot DT</i>	2534262.996	
<i>cold DT</i>		2016203.668
<b>Total</b>	<b>2706453.816</b>	<b>2706453.816</b>

4. Neraca Panas di HE-03

<b>Q</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
M <sub>3</sub>	690250.148	
M <sub>4</sub>		1231487.447
R <sub>3</sub>	15974567.727	
R <sub>4</sub>		15433330.429
<b>Total</b>	<b>16664817.875</b>	<b>16664817.875</b>

5. Neraca Panas di B-01

<b>Q</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
U <sub>1</sub>	284005.656	
U <sub>2</sub>		843338.264
panas kerja	559332.608	
<b>Total</b>	<b>843338.264</b>	<b>843338.264</b>

6. Neraca Panas di HE-04

<b>Q</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
U <sub>2</sub>	843338.264	
U <sub>3</sub>		9827954.644
R <sub>4</sub>	15433330.429	
R <sub>5</sub>		6448714.048
<b>Total</b>	<b>16276668.692</b>	<b>16276668.692</b>

7. Neraca Panas di B-02

<b>Q</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
R <sub>1</sub>	20210533.659	

R <sub>2</sub>		20923472.676
panas kerja	712939.017	
<b>Total</b>	<b>20923472.676</b>	<b>20923472.676</b>

8. Neraca Panas di HE-05

Q	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
U <sub>3</sub>	9827954.644	
U <sub>4</sub>		14776860.232
R <sub>2</sub>	20923472.676	
R <sub>3</sub>		15974567.088
<b>Total</b>	<b>30751427.320</b>	<b>30751427.320</b>

9. Neraca Panas di R-01

Q	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
M <sub>4</sub>	1231487.447	
U <sub>4</sub>	14776860.232	
R <sub>1</sub>		20210533.659
<i>cold DT</i>	33321285.001	
<i>hot DT</i>		41883119.705
panas reaksi	12764020.684	
<b>Total</b>	<b>62093653.364</b>	<b>62093653.364</b>

10. Neraca Panas di WHB-01

Q	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
<i>hot DT</i>	39348856.709	
<i>cold DT</i>		31305081.333
<i>BFW</i>	2210222.885	
<i>steam</i>		10253998.261
<b>Total</b>	<b>41559079.594</b>	<b>41559079.594</b>

11. Neraca Panas di HE-06

Q	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
R <sub>5</sub>	6448714.048	
A <sub>1</sub>		5390513.384
CW <sub>I</sub>	351844.876	
CW <sub>O</sub>		1410045.540
<b>Total</b>	<b>6800558.924</b>	<b>6800558.924</b>

12. Neraca Panas di M-01

<b>Q</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
T <sub>1</sub>	22548.645	
T <sub>2</sub>	20037.710	
A <sub>3</sub>		261867.334
C <sub>13</sub>	7997663.882	
C <sub>14</sub>		7082928.325
panas pelarutan		695454.579
<b>Total</b>	<b>8040250.237</b>	<b>8040250.237</b>

13. Neraca Panas di CI-01

<b>Q</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
C <sub>11</sub>	5237745.741	
C <sub>12</sub>		8285576.900
panas reaksi	3047831.160	
<b>Total</b>	<b>8285576.900</b>	<b>8285576.900</b>

### III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

#### 3.1. Spesifikasi Alat Utama

<b>Ringkasan Tangki (T-01)</b>	
Fungsi	Menampung metanol untuk persediaan selama 7 hari
Kondisi	1. Temperatur = 30°C 2. Tekanan = 1 atm 3. Wujud = cair
Tipe	Silinder vertikal dengan <i>flat bottom</i> dan <i>head conical roof</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i> 1. Jumlah = 2 buah 2. Diameter = 25 ft 3. Tinggi = 40 ft 4. Jumlah <i>course</i> = 5 buah
Tinggi <i>head</i>	4,076 ft
Tebal <i>head</i>	0,341 in.
Tinggi total	44,076 ft
Diameter pipa pemasukan / Sch No.	4 in. / Sch No. 80
Diameter pipa pengeluaran / Sch No.	1 ½ in. / Sch No. 40

<b>Ringkasan Pompa (P-01)</b>	
Fungsi	Memompa bahan baku metanol dari tangki penyimpanan ke <i>vaporizer</i>
Tipe	<i>Centrifugal pump, single stage</i>
Bahan Konstruksi	Pipa baja komersiil
<i>Power</i>	25,924 lb <sub>f</sub> /lb <sub>m</sub>
Daya pompa	1 HP
<i>Power motor</i>	2 HP
Ukuran pipa	1. Diameter nominal = 1 ½ in. 2. <i>Schedule number</i> = 40 3. ID = 1,610 in. 4. Bahan = Komersiil <i>Steel Pipe</i>

<b>Ringkasan Vaporizer (V-01)</b>		
<i>Shell side (fluida panas)</i>		<i>Tube side (fluida dingin)</i>
300	$h_o$ (Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F)	1500
$U_C = 333,33$ Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F		
$U_D = 200$ Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F		

Rd = 0,002		
Rd diijinkan : 0,002		
Diabaikan	ΔP perhitungan (psi)	0,00968
Diabaikan	ΔP diijinkan (psi)	2

<b>Ringkasan Reaktor (R-01)</b>	
Fungsi	Tempat berlangsungnya reaksi antara metanol dan oksigen menjadi formaldehid
Tipe	<i>Fixed bed multitube</i>
Jumlah	1 buah
Berat katalis	17.008.770,06 gr
Waktu tinggal	0,602 detik
Tinggi reaktor	401,272 cm
Kondisi	Non isothermal, non adiabatis Tekanan = 1,392 atm Suhu masuk = 543,15 K Suhu keluar = 603,15 K Fase = Gas
Spesifikasi <i>tube</i>	Jumlah <i>tube</i> = 653 buah Panjang = 267,1 cm ID = 4,089 cm OD = 4,826 cm <i>Pitch</i> = 6,032 cm
Spesifikasi <i>shell</i>	ID = 385,344 cm Tebal = 1,113 cm
<i>Pressure Drop</i>	ΔPs = $2,559 \cdot 10^{-5}$ atm ΔPt = 0,09747 atm

<b>Ringkasan Absorber (R-02)</b>	
Fungsi	Menyerap formaldehid dengan larutan urea
Tipe	<i>Packed Tower</i>
Jenis <i>packing</i>	<i>Raschig rings</i>
Bahan	<i>Stainless steel type 304</i>
Diameter menara	Atas : 6,457 ft = 1,968 m Bawah : 7,382 ft = 2,250 m
Jumlah <i>bed</i>	8
Tebal <i>shell</i> standar	5/16 in.
Tebal <i>head</i> standar	5/16 in.
Tinggi <i>head</i> total	0,307 m
Tinggi <i>absorber</i>	24,35 m

### 3.2.Utilitas

<b>AIR</b>	
Air umpan ketel ( <i>Boiler Feed Water</i> )	29.15 m <sup>3</sup> /hari
Air pendingin ( <i>cooling water</i> )	565.65 m <sup>3</sup> /hari
Air sanitasi	19.7 m <sup>3</sup> /hari
Air proses ( <i>process water</i> )	9,29 m <sup>3</sup> /hari
Total Kebutuhan air	623,79 m <sup>3</sup> /hari
Didapat dari sumber	Air laut
<b>LISTRIK</b>	
Listrik untuk proses	9,698 kW
Listrik untuk utilitas	28,348 kW
Listrik untuk penerangan	27,86 kW
Listrik untuk pendinginan ruangan	15 kW
Listrik untuk perkantoran	7,5 kW
Listrik untuk laboratorium, bengkel dan instrumentasi	50 kW
Listrik untuk unit pengolahan limbah	14,92 kW
Total kebutuhan listrik	153.326 kW
<b>STEAM</b>	
Kebutuhan steam	1325.12 kg/jam
Jenis Vaporizer	<i>Shell and Tube</i>
<b>BAHAN BAKAR</b>	
Bahan Bakar untuk Generator	
Jenis	solar
Kebutuhan	10,074 ft <sup>3</sup> /jam
Sumber dari	PT Pertamina (Persero)

## IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant Cost	Rp 44.521.248.126,89
Fixed Capital Investment	Rp 94.607.652.269,63
Working Capital	Rp 23.651.913.067,41
Total Capital Investment	Rp 127.720.330.564,01
Analisis Kelayakan	
Return on Investment (ROI)	- Sebelum Pajak : 13,67 % - Sesudah Pajak : 9,59 %
Pay Out Time (POT)	- Sebelum Pajak : 4,22 tahun - Sesudah Pajak : 5,10 tahun
Break Even Point (BEP)	67,974 %
Shut Down Point (SDP)	44,554 %
Discounted Cash Flow (DCF)	31,21 %