

**EXECUTIVE SUMMARY**  
**TUGAS PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA**



**TUGAS PRA RANCANGAN PABRIK POLIPROPILEN KOPOLIMER**  
**BUTENA PROSES UNIPOL**  
**KAPASITAS 100.000 TON / TAHUN**

**O l e h :**

**Jefri Chandra Runanda**

**NIM. L2C008133**

**Kusuma Aditya**

**NIM. L2C008134**

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

**2012**

## EXECUTIVE SUMMARY

<b>JUDUL TUGAS</b>	<b>PRARANCANGAN PABRIK POLIPROPILEN KOPOLIMER BUTENA PROSES UNIPOL</b>	
	<b>KAPASITAS PRODUKSI</b>	<b>100.000 TON/TAHUN</b>

### I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar belakang	<p>Perkembangan teknologi plastik di Indonesia mendorong pemerintah untuk memajukan industri plastik dengan memproduksi beraneka ragam plastik yang dapat dipergunakan untuk berbagai macam kebutuhan manusia. Polipropilen merupakan salah satu jenis polimer yang tergolong ke dalam jenis termoplastik, dan Kopolimer polipropilen dipakai sebagai bahan baku plastik tahan panas misalnya sebagai casing komputer, televisi dan peralatan elektronik lainnya, perkakas rumah tangga, industri komponen otomotif.</p>
Dasar penetapan kapasitas produksi	<p>Penetapan kapasitas produksi didasarkan oleh 3 hal yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Proyeksi Kebutuhan Pasar Pada tahun 2015 diperkirakan konsumsi polipropilen di Indonesia sebesar 1.667.900 ton/tahun. Dari data INAPLAS terdapat 3 produsen polipropilen di Indonesia dengan kapasitas total sebesar 705.000 ton/tahun sedangkan untuk kebutuhan konsumsi di Indonesia pada tahun 2015 berkisar 1.667.900 ton/tahun, sehingga dengan mendirikan pabrik polipropilen dapat memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri dan mengurangi kebutuhan import akan polipropilen.</li><li>2. Ketersediaan Bahan Baku Bahan baku yang digunakan untuk membuat polipropilen adalah propilen. Salah satu produsen propilen terbesar di Indonesia yaitu PT. Chandra Asri Petrochemical Center yang memproduksi propilen sebesar 380.000 ton tiap tahunnya. Sehingga dengan melakukan kontrak kerjasama penyediaan bahan baku bersama PT. Chandra Asri Petrochemical Center diharapkan kebutuhan propilen dapat terpenuhi.</li></ol>

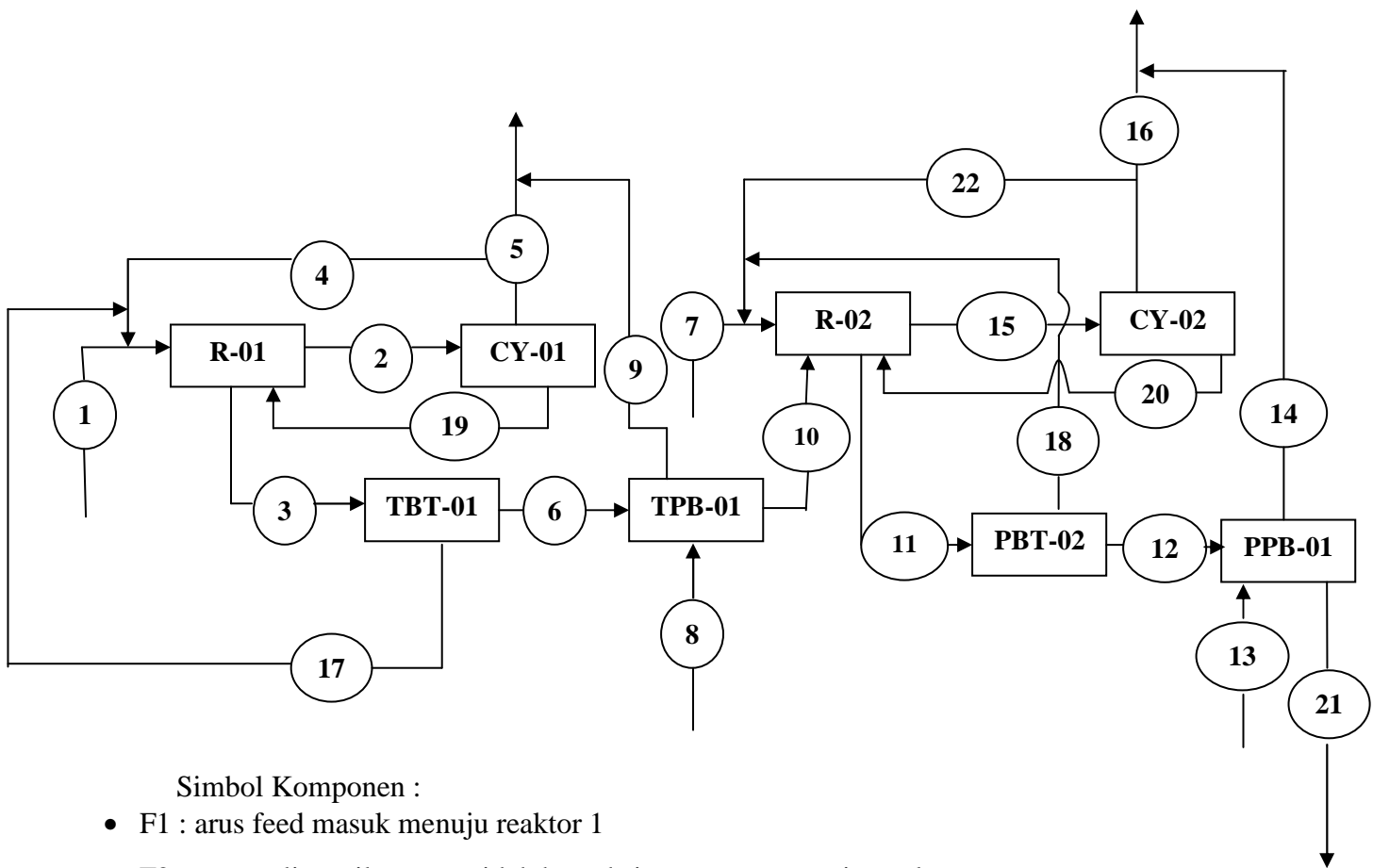
	<p>3. Kapasitas Minimal</p> <p>Kapasitas minimal pabrik yang dapat memberikan keuntungan jika mendirikan pabrik polipropilen dengan proses UNIPOL adalah sebesar 80.000 ton per tahun, pada tahun 2015 dapat diperkirakan mencapai 1.667.900 ton/tahun. Berdasarkan data produksi polipropilen Indonesia tersebut maka perancangan untuk pendirian pabrik awal adalah dengan kapasitas 140.000 ton/tahun. Sehingga dengan didirikannya pabrik polipropilen dengan kapasitas 140.000 ton/tahun dapat memnuhi sebagian kebutuhan polipropilen dalam negeri</p>
<p>Dasar penetapan lokasi pabrik</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyediaan Bahan Baku Bahan baku utama yang digunakan di dalam proses ini adalah propilen, yang dapat diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical Center yang berada di daerah Cilegon.</li> <li>• Pemasaran Daerah Cilegon merupakan daerah yang strategis untuk pemasaran karena dekat dengan Jakarta yang merupakan pusat industri dan perdagangan. Polipropilen merupakan bahan baku pembuatan plastik, serat, karpet, dan lain sebagainya yang pabriknya berada di sekitar Merak, Cilegon, Serang, Tangerang, Jakarta dan Bekasi.</li> <li>• Transportasi Cilegon merupakan komplek industri yang dalam area ini tersedia jalur transportasi yang lengkap mulai dari jalan raya, kereta api dan pelabuhan. Dengan lengkapnya sarana transportasi tersebut maka pemilihan lokasi di Cilegon sangat tepat.</li> <li>• Penyediaan Utilitas Cilegon merupakan kota industri, untuk aliran listrik dipenuhi oleh PLN yang jalurnya tersedia di wilayah ini. Sedangkan untuk penyediaan air proses didapatkan dari perusahaan penyedia air proses yang terdapat di kawasan ini. Kebutuhan air pendingin didapatkan dari laut karena Cilegon merupakan kota yang dekat dengan laut.</li> <li>• Tenaga Kerja Tersedianya tenaga kerja yang terampil mutlak diperlukan untuk menjalankan produksi dan tenaga kerja yang direkrut dapat berasal dari daerah Banten,</li> </ul>

	<p>Jawa Barat dan Jakarta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lahan Cilegon merupakan kawasan industri, sehingga lahan-lahan didaerah tersebut sudah disiapkan untuk pendirian dan pengembangan suatu pabrik, sehingga kemungkinan pengembangan suatu pabrik tidak menjadi suatu persoalan.</li> <li>• Kebijakan Pemerintah Pendirian pabrik perlu mempertimbangkan kebijakan pemerintah yang terkait di dalamnya. Cilegon merupakan daerah yang telah disiapkan untuk sebuah kawasan industri, sehingga sudah sesuai dengan kebijakan pemerintah.</li> <li>• Sarana dan Prasarana Pendirian pabrik didaerah Cilegon dengan mempertimbangkan bahwa di daerah itu telah memiliki sarana dan prasarana yang meliputi jalan-jalan bank-bank dan jaringan telekomunikasi yang baik dan lengkap.</li> </ul>
Pemilihan proses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proses yang dipilih dalam produksi bioetanol ini adalah proses UNIPOL, dengan menggunakan fase gas.</li> <li>• Proses pembentukan polipropilen merupakan reaksi polimerisasi adisi. Mekanisme rekasinya meliputi 3 reaksi, yaitu reaksi inisiasi, reaksi propagasi, dan reaksi terminasi. Langkah proses secara umum meliputi 3 urutan proses, antara lain penyiapan bahan baku, pembentukan produk ( reaksi ), dan pemisahan serta pemurnian produk.</li> <li>• Proses pemurnian produk dilakukan dengan bantuan Product Purge Bin (PPB) yang diinjeksikan langsung dengan gas nitrogen untuk mepurgung sisa gas propilen yang masih terikut dalam produk polipropilen.</li> </ul>
<b>BAHAN BAKU</b>	
Nama	Propilen, C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wujud : cair</li> <li>- Kandungan : propilen minimum 99,5% berat : propana maksimum 0,5% berat</li> <li>- Kadar air : maksimum 5 ppm</li> <li>- Oksigen : maksimum 2 ppm</li> <li>- Kemurnian : maksimal 99,5% volume</li> </ul>
Asal	PT. Chandra Asri Petrochemical Center, Cilegon
<b>BAHAN BAKU PEMBANTU</b>	

Nama	Hidrogen, H <sub>2</sub>
Spesifikasi	Wujud : gas Komposisi : hidrogen minimum 98% berat : nitrogrn maksimum 1,2% berat : metana maksimum 0,8% berat : air maksimum 0,7 ppm
Asal	PT. BOC Gases Indonesia, Jakarta
Nama	Katalis, TiCl <sub>4</sub> -MgCl <sub>2</sub>
Spesifikasi	Wujud : padat (Spherical) Kemurnian : TiCl <sub>4</sub> 97 % berat : MgCl <sub>2</sub> 3 % berat Ukuran, μm : 40
Asal	World Runners Co.,LTD Korea
Nama	Kokatalis Tri Ethyl Aluminium (TEAL), Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>
Spesifikasi	Wujud : cair Komposisi : TEA min 92 % berat : Tri-n-propil aluminium maksimum 3 % berat : Tri-n-butyl aluminium maksimum 3 % berat : Tri isobutyl aluminium maksimum 2 % berat
Asal	Tosoh Finechem Corporation Japan
<b>PRODUK</b>	
Jenis	Polipropilen
Spesifikasi	<u>Sifat-Sifat Fisis</u> - Wujud : padat ( pellet ) - Warna : bening - Titik lebur : 165 °C - Impuritas : maksimum 0,1%
Laju produksi	140.000 Ton/Tahun
Daerah pemasaran	Jawa dan Bali



## II. DIAGRAM ALIR DAN PENERACAAN



### Simbol Komponen :

- F1 : arus feed masuk menuju reaktor 1
- F2 : arus polipropilen yang tidak bereaksi sempurna menuju cyclone separator
- F3 : arus produk homopolipropilen menuju transfer blow tank
- F4 : arus recycle gas propilen menuju mix feed
- F5 : arus gas propilen yang tidak bereaksi menuju flare
- F6 : arus produk homopolimer polipropilen menuju tank purge bin
- F7 : arus campuran fresh feed butena dan hidrogen
- F8 : arus gas nitrogen
- F9 : arus gas campuran nitrogen dan propilen menuju flare
- F10 : arus homopolipropilen masuk reaktor 2
- F11 : arus produk polipropilen kopolimer menuju product blow tank
- F12 : arus produk polipropilen kopolimer menuju product purge bin
- F13 : arus gas nitrogen menuju product purge bin
- F14 : arus nitrogen kelura tank purge bin
- F15 : arus gas butena dan homopolipropilen yang tidak bereaksi sempurna menuju cyclone
- F16 : arus butena menuju flare

- F17 : arus recycle gas propilen menuju mix feed
- F18 : arus recycle gas butena menuju mix feed
- F19 : arus recycle homopolipropilen yang tidak sempurna menuju reaktor 1
- F20 : arus recycle polipropilen kopolimer yang tidak sempurna menuju reaktor 2
- F21 : arus produk polipropilen kopolimer menuju packaging
- F22 : arus recycle gas butena menuju mix feed



## II.1. Peneracaan

### II.1.1 Neraca Massa

#### 1. Neraca Massa di Reaktor 1 (kg)

##### Neraca Massa Reaktor I

komponen	Input (kg)			Output (kg)	
	F5	F10	F15	F8	F16
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	10567,1296	-	497518,3411	496672,9707	1056,7130
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	21.1262	-	53105,6793	53103,9888	2,1126
TiCl <sub>4</sub>	0,3282	-	-	-	0,3282
MgCl <sub>2</sub>	0,0101	-	-	-	0,0101
Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	8,8618	-	-	-	8,8618
PPH	-	1016,1194	-	1016,1194	10161,1941
Jumlah	10597,4559	1016,1194	550624,0186	551008,3741	11229,2298
Jumlah Total	562237,5939			562237,5939	

#### 2.

#### 2. Neraca Massa di Sekitar Reaktor 2 ( kg)

##### Neraca Massa Reaktor II

komponen	Input (kg)				Output (kg)	
	F21	F7	F28	F29	F22	F30
PPH	10161,1941	-	-	-	-	-
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2540,2985	-	120714,4199	-	120535,5941	254,030
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2,5403	-	12322,9315	-	10291,14571	0,2541
TiCl <sub>4</sub>	0,3282	-	-	-	-	0,3282
MgCl <sub>2</sub>	0,0101	-	-	-	-	0,0101
Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	8,8618	-	-	-	-	8,8618
H <sub>2</sub>	-	0,000369	-	-	-	-
KPPB	-	-	-	1262,6288	1262,6288	12626,2887
Jumlah	12713,2330	0,000369	133037,3514	1262,6288	134123,4406	12889,77288
Jumlah Total	147013,2137				147013,2137	

#### 3. Neraca Massa di Sekitar Cyclon 1 (kg)

komponen	Input (kg)	Output (kg)	
	F8	F9	F10
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	496672,9707	496672,9707	-
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	53103,9888	53103,9888	-
PPH	1016,1194	-	1016,1194
Jumlah	551008,3741	549776,9595	1016,1194
Jumlah Total	551008,3741	551008,3741	

4. Neraca Massa di Cyclone 2 (kg)

komponen	Input (kg)	Output (kg)	
	F22	F23	F24
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	120535,5941	120535,5941	-
C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	10291,14571	10291,14571	-
KPPB	1262,6288	-	1262,6288
Jumlah	134123,4406	130826,7398	1262,6288
Jumlah Total	134123,4406	134123,4406	

5. Neraca Massa di Sekitar Transfer Blow Tank (kg)

komponen	Input (kg)	Output (kg)	
	F16	F17	F18
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	1056,7130	845,3704	211,3426
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2,1126	1,69008	0,42252
TiCl <sub>4</sub>	0,3282		0,3282
MgCl <sub>2</sub>	0,0101		0,0101
Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	8,8618		8,8618
PPH	10161,1941	-	10161,1941
Jumlah	11229,2298	847,06048	10382,16932
Jumlah Total	11229,2298	11229,2298	

6. Neraca Massa di Sekitar Transfer Purge Bin ( kg )

komponen	Input (kg)		Output (kg)	
	F16	F35	F19	F20
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	211,3426	-	211,3426	-
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,42252	-	0,42252	-
TiCl <sub>4</sub>	0,3282	-		0,3282
MgCl <sub>2</sub>	0,0101	-		0,0101
Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	8,8618	-		8,8618
N <sub>2</sub>	-	1058,8256	1058,8256	
PPH	10161,1941	-	-	10161,1941
Jumlah	10382,15932	1058,8256	1270,59072	10170,3942
Jumlah Total	11440,98492		11440,98492	

7. Neraca Massa di sekitar Product Blow Tank (kg)

komponen	Input (kg)	Output (kg)	
	F30	F31	F32
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	254,030	50,806	203,224
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,2541	0,05082	0,20328
TiCl <sub>4</sub>	0,3282	0,3282	-
MgCl <sub>2</sub>	0,0101	0,0101	-
Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	8,8618	8,8618	-
KPPB	12626,2887	12626,2887	-
Jumlah	12889,77288	12686,3456	203,42728
Jumlah Total	12889,77288	12889,77288	

8. Neraca Massa di sekitar Product Purge Bin (kg)

komponen	Input (kg)		Output (kg)	
	F31	F36	F33	F34
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	50,806	-	50,806	-
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,05082	-	0,05082	-
TiCl <sub>4</sub>	0,3282	-		0,3282
MgCl <sub>2</sub>	0,0101	-		0,0101
Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	8,8618	-		8,8618
N <sub>2</sub>	-	254,2841	254,2841	-
KPPB	12626,2887	-	-	12626,2887
Jumlah	12686,3456	254,2841	305,1483	12635,4814
Jumlah Total	12940,6297		12940,6297	

II.1.2 Neraca Panas

1. Neraca Panas di Sekitar Vaporizer (kJ/jam)

Komponen	Input (kj)		Output (kj)	
	Q <sub>1</sub>	Q <sub>b</sub>	Q <sub>1</sub> <sup>1</sup>	Q <sub>laten</sub>
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	145.986,276	-	82.428,884	3.470.269,142
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	284,634	-	180,183	6.912,042
Steam	-	3.413.519,341	-	-
Jumlah	146.270,91	3.413.519,341	82.609,067	3.477.181,184
Jumlah Total	3.559.790,251		3.559.790,251	

2. Neraca Panas di Sekitar Compressor 1 ( CP-01 ) ( kJ/jam )

Komponen	Input (kj)		Output (kj)
	Q <sub>1</sub> <sup>1</sup>	Q <sub>cp-1</sub>	Q <sub>1</sub> <sup>2</sup>
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	82.428,884	-	657.234,779
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	180,183	-	1.433,088
panas hasil kompresi	-	576.058,8	-
total	658.667,867		658.667,867

3. Neraca Panas di Sekitar Reaktor 1 ( R-01 ) ( kJ/jam )

Komponen	Input (kj)			Output (kj)	
	Q <sub>5</sub>	Q <sub>15</sub>	Q <sub>reaksi</sub>	Q <sub>8</sub>	Q <sub>16</sub>
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	670.145,938	-	-	36.444.975,89	773.750,944
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1.470,516		-	4.271.765,73	1.698,858
TiCl <sub>4</sub>	9,922	-	-	-	11,437
MgCl <sub>2</sub>	0,118	-	-	-	0,136

Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	767,510	-	-	-	882,932
PPH	-	-	-	2.184.656,732	2.184.656,732
Jumlah	672.394,004	11.453.866,64	33.736.138,75	42.901.398,35	2.961.001,04
Total	45.862.399,39			45.862.399,39	

#### 4. Neraca Panas di Sekitar Compressor 3 ( CP-02 ) ( kJ/jam )

Komponen	Input (kj)		Output (kj)
	Q <sub>in</sub>	Q <sub>CP-3</sub>	Q <sub>out</sub>
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	8.071.485,869	-	10.255.437,36
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	942.883,3385	-	1.198.390,072
Panas	-	2.439.458,223	-
Jumlah	9.014.369,207	2.439.458,223	11.453.827,43
Jumlah Total	11.453.827,43		11.453.827,43

#### 5. Neraca Panas di Sekitar Heat Exchanger 3 ( HE-03 ) ( kJ/jam )

Komponen	Input (kj)	Output (kj)	
	Q <sub>13</sub>	Q <sub>13</sub> <sup>1</sup>	Q <sub>HE-3</sub>
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	36.121.911,76	-323.560,025	-
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	4.242.666,624	-37.811,220	-
Kerja	-	-	40.725.949,63
Jumlah	40.364.578,38	-361.371,245	40.725.949,63
Jumlah Total	40.364.578,38	40.364.578,38	

#### 6. Neraca Panas di Sekitar Transfer Blow Tank (kJ/jam)

Komponen	Input (kj)	Output (kj)		
	Q <sub>16</sub>	Q <sub>17</sub>	Q <sub>18</sub>	Q <sub>loss</sub>
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	77.374,094	24.546,112	6.136,222	-
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	169,885	53,181	13,435	-
TiCl <sub>4</sub>	11,450	-	4,574	-
MgCl <sub>2</sub>	0,136	-	0,055	-
Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	882,932	-	356,176	-

PPH	2.184.656,732	-	866.749,856	-
Jumlah	2.263.095,229	24.599,293	872.904,142	1.365.591,794
Jumlah Total	2.263.095,229	2.263.095,229		

### 7. Neraca Panas di Sekitar Transfer Purge Bin (kJ/jam)

Komponen	Input (kj)		Output (kj)		
	Q <sub>18</sub>	Q <sub>35</sub>	Q <sub>19</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>loss</sub>
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	6.136,222	-	970,456	-	-
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	13,435	-	2,120	-	-
N <sub>2</sub>	-	-	-2.699,991	-	-
TiCl <sub>4</sub>	4,574	-		0,726	
MgCl <sub>2</sub>	0,055	-		0,00883	
Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	356,176	-		56,907	
PPH	866.749,856	-	-	137.176,1204	-
Jumlah	872.904,142	-	-1.727,415	137.233,762	737.397,795
Total	872.904,142		872.904,142		

### 8. Neraca Panas di Sekitar Vaporizer 2 ( VP-2 ) ( kJ/jam )

Komponen	Input (kj)		Output (kj)	
	Q <sub>6</sub>	Q <sub>b</sub>	Q <sub>6</sub> <sup>1</sup>	Q <sub>laten</sub>
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	27.619,384	-	20.186,09	915.664,190
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	30,934	-	22,1122	901,748
Steam	-	909.123,8222	-	-
Jumlah	27.650,318	909.123,8222	20.208,2022	916.565,938
Jumlah Total	936.774,1402		936.774,1402	

### 9. Neraca Panas di Sekitar Kompresor 2 (CP-2) ( kJ/jam )

Komponen	Input (kj)		Output (kj)
	Q <sub>6</sub> <sup>1</sup>	Q <sub>cp-2</sub>	Q <sub>6</sub> <sup>2</sup>
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	20.186,09	-	141.075,82
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	22,1122	-	154,698
Panas hasil kompresi	-	121.022,3158	-
Jumlah	20.208,2022	121.022,3158	141.230,518
Jumlah total	141.230,518		141.230,518

**10. Neraca Panas di Sekitar Kompresor 5 ( CP-5 ) ( kJ/jam )**

Komponen	Input (kj)		Output (kj)
	$Q_7^1$	$Q_{cp-5}$	$Q_7^2$
H <sub>2</sub>	0,0264	-	0,1378
Panas hasil kompresi	-	0,1114	-
Jumlah	0,0264	0,1114	0,1378
Jumlah total	0,1378		0,1378

**11. Neraca Panas di Sekitar Reaktor 2 ( R-02 ) ( kJ/jam )**

Komponen n	Input (kj)				Output (kj)	
	$Q_{21}$	$Q_7^2$	$Q_{29}$	$Q_{reaksi}$	$Q_{22}$	$Q_{30}$
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	152.416,32	-	-	-	9.037.649,83	19.005,84
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	167,371	-	-	-	848.148,86	20,936
TiCl <sub>4</sub>	8,885	-	-	-	-	11,055
MgCl <sub>2</sub>	0,110	-	-	-	-	0,136
Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	712,368	-	-	-	-	884,64
PPH	1.757.886,5 79	-	-	-	-	-
N <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-
KPPB	-	-	-	-	271.801,051	2.718.010,66 3
H <sub>2</sub>	-	0,1378	-	-	-	-
Jumlah	1.911.191,6 33	0,1378	3.735.276,96 3	7.249.064,27 6	10.157.599,74	2.737.933,27
Total	12.895.533,01				12.895.533,01	

**12. Neraca Panas di Sekitar Kompresor 4 ( CP-4 ) ( kJ/jam )**

Komponen	Input (kj)		Output (kj)
	$Q_{28}$	$Q_{CP-4}$	$Q_{28}^1$
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	1.616.361,075	-	2.444.971,552
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	181.350,650	-	274.399,338
Panas	-	921.659,165	-
Jumlah	1.797.711,725	921.659,165	2.719.370,89

Jumlah Total	2.719.370,89	2.719.370,89
--------------	--------------	--------------

### 13. Neraca Panas di Sekitar Heat Exchanger 4 ( HE-4 ) ( kJ/jam )

Komponen	Input (kj)		Output (kj)	
	$Q_{27}$		$Q_{27}^1$	$Q_{HE-4}$
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	8.900.345,051		1.607.677,839	-
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1.002.438,141		180.680,254	-
Kerja	-		-	8.114.425,099
Jumlah	9.902.783,192		1.788.358,093	8.114.425,099
Jumlah Total	9.902.783,192		9.902.783,192	

### 14. Neraca Panas di Sekitar Product Blow Tank (PBT) ( kJ/jam )

Komponen	Input (kj)		Output (kj)		
	$Q_{30}$		$Q_{32}$	$Q_{31}$	$Q_{loss}$
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	18.995,849		7.284,751	1.820,685	-
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	20,925		8,004	2,001	-
TiCl <sub>4</sub>	11,052		-	5,338	-
MgCl <sub>2</sub>	0,136		-	0,066	-
Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	882,916		-	430,279	-
KPPB	2.718.010,663		-	1.304.529,209	-
Jumlah	2.737.921,541		7.292,755	1.306.787,578	1.423.841,208
Jumlah Total	2.737.921,541		2.737.921,541		

### 15. Neraca Panas di Sekitar Product Purge Bin ( PPB ) ( kJ/jam )

Komponen	Input (kj)		Output (kj)		
	$Q_{31}$	$Q_{36}$	$Q_{33}$	$Q_{34}$	$Q_{loss}$
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	1.820,685	-	6,377	-	-
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2,001	-	0,00699	-	-
TiCl <sub>4</sub>	1,108	-	-	0,0188	-
MgCl <sub>2</sub>	0,353	-	-	0,000238	-
Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	45,376	-	-	1,532	-
KPPB	1.304.529,209	-	-	4.575,767	-

N <sub>2</sub>	-	5.845,773	20,997	-	-
Jumlah	1.306.398,732	5.845,773	27,380	4.577,318	1.307.639,807
Total	1.312.244,505		1.312.244,505		

### III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

#### 1. Peralatan Proses

<b>TANGKI PROPILEN ( TK-1 )</b>		
Fungsi	Menyimpan bahan baku propilen	
Tipe	Tangki silinder horisontal dengan bentuk <i>elliptical dished head</i>	
Jumlah	4 unit	
Material	Carbon Steel SA-285	
Kondisi Operasi	Tekanan	13 atm
	Suhu	30 °C
Kondisi Penyimpanan	Cair Jenuh	
Panjang	62,88 m	
Diameter	7,86 m	
Kapasitas	8.650,8690 m <sup>3</sup>	
Tebal shell	3 in	
<b>REAKTOR FLUIDIZED BED ( R-1 )</b>		
Fungsi	Tempat terjadinya reaksi polimerisasi pembentukan polipropilen	
Tipe	Reaktor Fluidized Bed	
Jumlah	2 unit	
Kondisi Operasi	Tekanan	30 atm
	Suhu	70 °C
Bahan Konstruksi	Plate steel SA - 240 grade M tipe 316	
Dimensi Reaktor	Diameter Zona Reaktor (Dt)	3,5 m
	Diameter Freedboard (Df)	9,396 m
	Transport Disengaging Height (TDH)	3,5 m
	Tinggi Reaktor (Lr)	9,779 m
	Tinggi Freedboard	5,5 m



	Tebal Dinding Reaktor (ts)	3 in
	Pressure Drop	705,77 gr/cm <sup>2</sup>
	Jumlah lubang perforated plate	16 lubang/cm <sup>2</sup>
<b>HEAT EXCHANGER ( HE-04 )</b>		
Fungsi	Mendinginkan recycle gas butena yang akan digunakan untuk mengontrol kondisi operasi reaktor	
Tipe	Shell and Tube Heat Exchanger	
Material	Carbon Steel SA 285 Grade C	
Kondisi	Shell ( Fluida Dingin )	Air
	Tube ( Fluida Panas )	Butena
$\Delta_t$ LMTD	31,89 °C	
A	1.722,588 ft <sup>2</sup>	
$U_D$	199,957 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .°F	
$U_C$	278,903 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .°F	
$R_D$ Perhitungan	0,00141 hr.ft <sup>2</sup> .°F/Btu	
<b>Shell → Cooling Water</b>		<b>Tube → Butena</b>
Passes = 1 pass ID Shell = 23,25 in Nt = 384 $\Delta P_s = 2,63$ psi $\Delta P_s$ yang diijinkan = 10 psi		OD = ¾ in BWG = 16 ID = 0,620 in L = 16 ft $a't = 0,302$ in <sup>2</sup> $a''t = 0,1963$ ft <sup>2</sup> Pitch = 1 in Baffle Spacing = 18 in $\Delta P_T = 0,458$ psi $\Delta P_T$ yang diijinkan = 2 psi
<b>POMPA ( PM-3 )</b>		
Fungsi	memompa kokatalis Al(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> dari tanki T-04 ke mixer MXR	
Tipe	Sentrifuge	
Jumlah	1 buah	
Diameter Pipa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ukuran nominal : 1 ½ in</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OD = 1,9 in</li> <li>• ID = 1,61 in</li> <li>• Schedule = 40</li> <li>• Tebal = 0,145 in</li> <li>• Inside section area = 0,01414 ft<sup>2</sup></li> </ul>
Panjang Equivalent	120,93 ft
Static Head	25 ft lb <sub>f</sub> /lb
Velocity Head	0,164 ft lb <sub>f</sub> /lb
Pressure Drop	45,64 lb <sub>f</sub> /ft <sup>2</sup>
Tenaga Pompa	72,877 ft lb <sub>f</sub> /lb
Tekanan Pompa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoritis : 0,23 HP</li> <li>• Sesungguhnya : 2,3 HP</li> </ul>
Tenaga Motor	2,55 HP
<b>CYCLONE SEPARATOR (CY-01)</b>	
Flow Rate	: 3,43 m <sup>3</sup> /s
Luas Area Inlet	: 0,9 ≈ 1 m
Dimensi Cyclone :	<p>Bc = Dc/4 = 0,25 m</p> <p>De = Dc/2 = 0,5 m</p> <p>Hc = Dc/2 = 0,5 m</p> <p>Lc = 2Dc = 2 m</p> <p>Sc = Dc/8 = 0,125 m</p> <p>Zc = 2Dc = 2m</p> <p>Jc = Dc/4 = 0,25</p>
Pressure Drop	: 683,52 milibar = 0,684 bar

## 2. Utilitas

<b>AIR</b>	
<i>Cooling water</i>	Kebutuhan total : 1.325.948,82 m <sup>3</sup> /hari
	<i>Make up</i> : 31.822,77 m <sup>3</sup> /hari
Air umpan boiler	Kebutuhan : 38.051,22 lb/jam
	<i>Make up</i> : 7.264,32 lb/jam

Air sanitasi	Kebutuhan total : 20,78 m <sup>3</sup> /hari
	Suplai air : 6.943,48 m <sup>3</sup> /hari
<i>Chilled Water</i>	1.602.359,02 kg/jam
Sumber perolehan air	Air laut dan air tanah ( <i>deep water</i> )
<b>STEAM</b>	
Kebutuhan steam	34.592,02 lb/jam
Jenis boiler	Water Tube Boiler
<b>LISTRIK</b>	
Kebutuhan listrik	659,87 kW
Dipenuhi dari	Pembangkit: PLN Kawasan Jawa Barat

#### IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical plant cost	Rp 223.708.455.391,69	
Fixed capital	Rp 351.669.691.875,74	
Working capital	Rp 366.255.612.507,11	
Total capital investment	Rp 717.925.304.382,85	
<b>ANALISIS KELAYAKAN</b>		
Return on Investment (ROI)	Before tax : 29,60 %	After tax : 23,68 %
Pay Out Time (POT)	Before tax : 2,53 tahun	After tax : 2,97 tahun
Break Even Point (BEP)	50,83 %	
Shut Down Point (SDP)	20,93 %	
DCFROR	22,57%	