

EXECUTIVE SUMMARY

**TUGAS PERANCANGAN PABRIK KIMIA**



**TUGAS PERANCANGAN PABRIK PHTHALIC ANHYDRIDE  
DENGAN PROSES VON HEYDEN  
KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN**

Oleh:

**DAVIN EKA PUTRA (L2C008024)**

**KATHARINA ANGGRIANI ATMAJA (L2C008068)**

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

**2011**

## EXECUTIVE SUMMARY

<b>JUDUL TUGAS</b>	<b>PERANCANGAN PABRIK PHTHALIC ANHYDRIDE DENGAN PROSES VON HEYDEN</b>	
	<b>KAPASITAS PRODUKSI</b>	45.000 ton/tahun

### I. STRATEGI PERANCANGAN

<b>Latar Belakang</b>	<p>Kebutuhan PA di Indonesia dari tahun 2000 hingga 2011 sebagian masih dipenuhi dengan mengimpor dari mancanegara. Sedangkan, perkembangan industri di Indonesia, khususnya industri petrokimia terus meningkat dan terintegrasi. Perkembangan industri hilir dan juga bahan setengah jadi yang pesat merupakan faktor pendorongnya dibangunnya unit-unit industri hulu. Salah satunya adalah PA sebagai bahan baku pembuatan DOP.</p>
<b>Dasar Penetapan Kapasitas Produksi</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>Kapasitas pabrik berada di atas kapasitas minimal pabrik PA yang mampu memberikan keuntungan.</li><li>Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun ekspor yang semakin meningkat.</li><li>Disesuaikan dengan ketersediaan bahan baku, yaitu kapasitas produksi Ortho-xylene dari PT Trans Pacific Petrochemical Industry (PT TPPI) dengan kapasitas 120.000 ton/tahun.</li></ol>
<b>Dasar Penetapan Lokasi Pabrik</b>	<p>Pabrik PA ini akan didirikan di kawasan industri terpadu di daerah Tangerang, Banten yang dekat dengan daerah pemasaran. Fasilitas yang ada antara lain : Pelabuhan Tanjung Priok, pembangkit listrik dari Waduk Jatiluhur, air, dan utilitas pendukung lainnya.</p>
<b>Pemilihan Proses</b>	<p>Proses ini merupakan pengembangan dari proses Von Heyden di mana bahan bakunya yaitu o-xylene dan oksigen yang semuanya dalam fase gas. Proses dijalankan pada tekanan 1,2 atm dan suhu 340-360°C. Konversi PA mencapai 99,95% didasarkan pada reaktan o-xylene.</p>

	<p>Reaksi utama yang terjadi :</p> $\text{C}_8\text{H}_{10}(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_8\text{H}_4\text{O}_3(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ <p style="text-align: center;">T = 340-360°C ; P = 1,2 atm</p> <p>dengan <math>\Delta H = -266,74</math> kkal/mol</p> <p>Reaksi samping yang terbentuk :</p> $\text{C}_8\text{H}_{10}(\text{g}) + 1,5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\text{C}_8\text{H}_{10}(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_8\text{H}_6\text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\text{C}_8\text{H}_{10}(\text{g}) + 2,5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2(\text{g}) + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\text{C}_8\text{H}_{10}(\text{g}) + 6 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_5\text{H}_6\text{O}_4(\text{g}) + 3 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\text{C}_8\text{H}_{10}(\text{g}) + 7,5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3(\text{g}) + 4 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\text{C}_8\text{H}_{10}(\text{g}) + 8,5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{CO}(\text{g}) + 4 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ <p>Kelebihan dari proses ini antara lain dihasilkan produk PA dengan kemurnian tinggi (99,95%).</p>
<b>Bahan Baku</b>	
<b>Jenis</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O-xylene</li> <li>2. Oksigen</li> </ol>
<b>Spesifikasi</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. O-xylene ((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bentuk : cair (25°C, 1 atm )</li> <li>• Warna : jernih / tidak berwarna</li> <li>• Kemurnian : min. 98 % berat</li> <li>• Impuritas : m-xylene (max 2 %)</li> </ul> </li> <li><b>2. Udara</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bentuk : gas ( 30°C, 1 atm )</li> <li>• Komposisi : 21 %v O<sub>2</sub> dan 79 %v N<sub>2</sub></li> </ul> </li> </ol>
<b>Kebutuhan</b>	<p>O-xylene : 120.000 ton/tahun</p> <p>Oksigen : 165.000 ton/tahun</p>
<b>Asal</b>	<p>Etilen : PT Trans Pacific Petrochemical Industry (PT TPPI)</p> <p>Oksigen : Udara</p>
<b>Produk</b>	
<b>Jenis</b>	Phthalic anhydride (C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CO) <sub>2</sub> O)
<b>Spesifikasi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bentuk : kristal padat berbentuk serpihan atau jarum</li> <li>• Warna : putih</li> </ul>

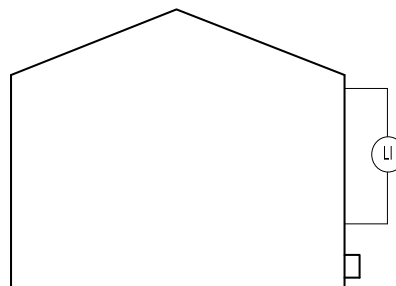
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau : tajam</li> <li>• Kemurnian : min 99,95 % berat</li> <li>• Impuritas : Maleic Anhydride, Toluic Acid, Phthalide, Benzoic Acid, dan Citraconic Acid</li> </ul>
<b>Laju Produksi</b>	130,06 ton/hari
<b>Daerah Pemasaran</b>	<p>Produk PA yang dihasilkan akan dipasarkan ke pabrik-pabrik produsen DOP dan industri lain yang membutuhkan PA. Di Indonesia, produk PA akan dipasarkan ke PT Pardic Jaya Chemical, PT Eternal Buana Chemical Industries, PT Ina Kansai Perkasa (industri alkyd resin) dan PT Indopolymers Adiputra. Selain dipasarkan di dalam negeri, PA juga akan diekspor untuk memenuhi kebutuhan PA dunia yang juga terus meningkat. Target pemasaran adalah negara-negara pengimpor PA dari Indonesia seperti Singapore, Malaysia, dan Thailand.</p>

## II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN (terlampir)

## III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

### 1. Spesifikasi Alat Utama

#### a. Tangki penyimpanan bahan baku ortho xylene

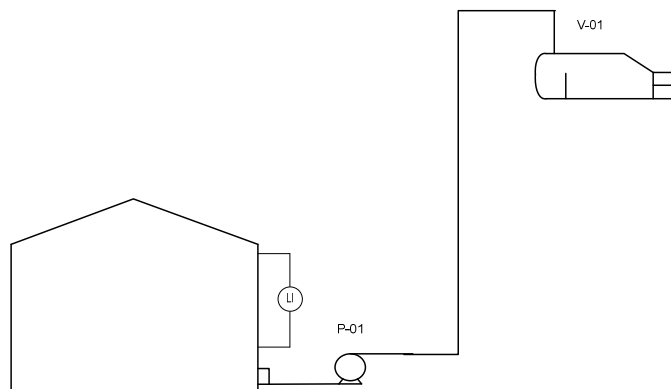


T-01

<b>Fungsi</b>	Menyimpan bahan baku ortho xylene
<b>Tipe</b>	silinder tegak dengan alas datar dan atap conical
<b>Jumlah</b>	1
<b>Material konstruksi</b>	carbon Steel SA- 283 Grade C
<b>Kondisi penyimpanan</b>	cair
<b>Waktu penyimpanan</b>	30 hari

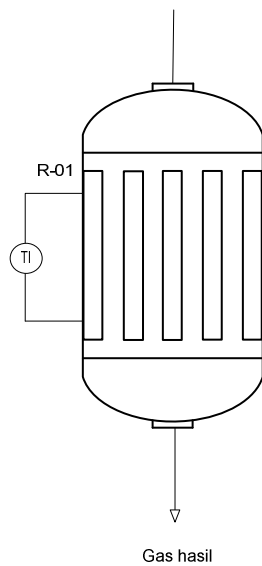
<b>Suhu penyimpanan</b>	30 °C	
<b>Tekanan penyimpanan</b>	1 atm	
<b>Volume</b>	40,790 barrel	
<b>Tinggi</b>	36 ft	
<b>Diameter</b>	90 ft	
<b>Tebal shell</b>	Course 1 = 0,875 in Course 2 = 0,750 in Course 3 = 0,625 in	Course 4 = 0,500 in Course 5 = 0,375 in Course 6 = 0,250 in
<b>Tebal head</b>	0,188 in	
<b>Tinggi head</b>	9 ft	
<b>Diameter pipa</b>	Pemasukan $D_{nom} = 20 \text{ in}$ $ID = 19,25 \text{ in}$ $OD = 20 \text{ in}$ $Sch = 20$	Pengeluaran $D_{nom} = 2 \text{ in}$ $ID = 2,067 \text{ in}$ $OD = 2,38 \text{ in}$ $Sch = 40$

## b. Pompa



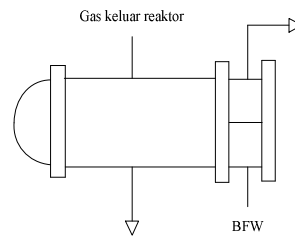
<b>Fungsi</b>	Memompa bahan baku ortho-xylene ke vaporizer (V-01)		
<b>Tipe</b>	<i>Centrifugal pump</i>		
<b>Bahan</b>	Komersial <i>Steel Pipe</i>		
<b>Power pompa</b>	2,89 HP		
<b>Power motor</b>	3,568 HP		
<b>Ukuran pipa</b>	□ D nominal = 2 in □ OD = 2,38 in □ ID = 2,067 in	□ Sch. No. = 40 □ Flow area = 3,35 in <sup>2</sup> □ Tebal dinding = 0,154 in	

### c. Reaktor



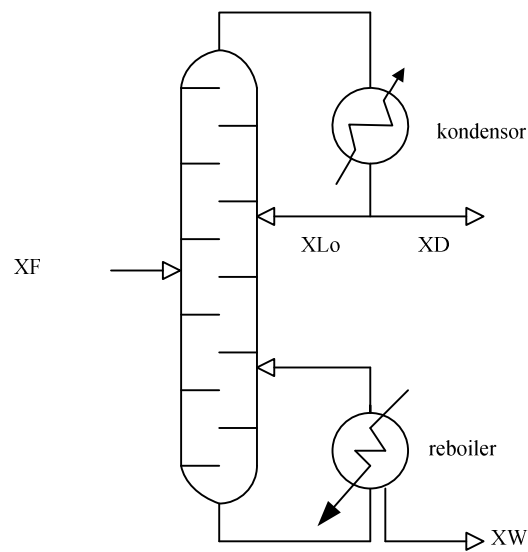
<b>Fungsi</b>	Tempat berlangsungnya reaksi oksidasi
<b>Tipe</b>	<i>autothermal fixed bed multitube</i>
<b>Jumlah</b>	1
<b>Bahan</b>	Tube : baja komersial ASA Standar B.36.10 Shell : stainless steel SA-204 Grade A
<b>Kondisi Operasi</b>	non isothermal - non adiabatik
<b>Jumlah tube</b>	26.935 buah
<b>Temperatur</b>	340 °C
<b>Tekanan</b>	2 atm
<b>Fase reaksi</b>	reaktan gas dengan katalis padat
<b>Katalis</b>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>Tinggi reaktor</b>	17,771 ft
<b>Volume reaktor</b>	2376,575 ft <sup>3</sup>
<b>Tebal shell</b>	5/16 in
<b>Tinggi head</b>	3,56 ft
<b>Dimensi tube</b>	- OD = 1,315 in - ID = 1,049 in - Sch = 40 - pitch = 1,64 in - pass = 1
<b>Dimensi shell</b>	- ID = 202,22 in - B = 50,56 in - pass = 1

**d. Alat Penukar Panas Produk PA (HE-01)**



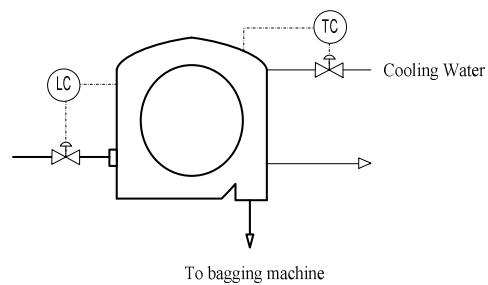
<b>Fungsi</b>	Memanaskan gas hasil reaksi hingga 285 °C	
<b>Jenis</b>	Shell and Tube	
<b>Bahan konstruksi</b>	carbon steel SA-283 Grade C	
<b>Media pemanas</b>	water, 54 atm, 310 °C	
<b>Tube Side</b>	<b>OD</b>	0,75 in
	<b>BWG</b>	16
	<b>ID</b>	0,62 in
	<b>Panjang</b>	16 ft
	<b>Jumlah</b>	246
<b>Shell Side</b>	<b>Pass</b>	4
	<b>Pitch</b>	1 in, square pitch
	<b>Jarak antarbaffle</b>	7 in
<b>Shell</b>		<b>Tube</b>
930	<b>h</b>	903,33
<b>Uc</b>	459,776	
<b>Ud</b>	459,776	
<b>Rd perhitungan</b>	0,005	
2,542	<b>ΔP perhitungan, psia</b>	1,848
10	<b>ΔP yang diijinkan, psia</b>	2

**e. Pre Distillation Column (D-01)**



<b>Fungsi</b>	Memurnikan produk PA	
<b>Tipe</b>	Sieve Tray	
<b>Jumlah Plate Aktual</b>	48	
<b>Lokasi Umpan</b>	antara tray 26 dan 27	
<b>Jarak tray</b>	20 in	
<b>Tinggi menara</b>	26,54 m	
<b>Diameter puncak</b>	0,393 m	
<b>Diameter bawah</b>	1,632 m	
<b>Tebal shell</b>	3/16 in	
<b>Bahan</b>	Carbon steel SA 283 grade A	
<b>Tebal head</b>	Puncak : 3/16 in	Dasar : 5/16 in
<b>Tinggi head</b>	Puncak : 0,099 m	Dasar : 0,285 m

**f. Flaker**





<b>Fungsi</b>	membentuk PA menjadi serpihan (flake)
<b>Tipe</b>	rotaring Drum Flaker ( <i>single drum</i> )
<b>Bahan</b>	carbon steel
<b>Jumlah</b>	1
<b>Kapasitas</b>	5.419,08 <i>kg/jam</i>
<b>Dimensi Flaker</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diameter = 0,83 <i>m</i></li> <li>▪ Luas = 8,81 <i>m</i><sup>2</sup></li> <li>▪ Volume padatan = 3,556 <i>m</i><sup>3</sup>/<i>jam</i></li> <li>▪ Volume solid = 0,0039 <i>m</i><sup>3</sup> / <i>putaran drum</i></li> <li>▪ Jumlah putaran drum = 917,78 <i>putaran / jam</i></li> </ul>

## 2. Utilitas

<b>AIR</b>	
<b>Air pemanas</b>	9.887,952 <i>m</i> <sup>3</sup> /hari
<b>Air pendingin (<i>cooling water</i>)</b>	7.769,989 <i>m</i> <sup>3</sup> /hari
<b>Air untuk Sanitasi</b>	31,164 <i>m</i> <sup>3</sup> /hari
<b>Total Kebutuhan air</b>	17.689,10 <i>m</i> <sup>3</sup> /hari
<b>Didapat dari sumber</b>	Air sanitasi : PDAM Air pemanas dan pendingin : air PLTA waduk Jatiluhur
<b>LISTRIK</b>	
<b>Kebutuhan Listrik</b>	293,065 kWh
<b>Bahan Bakar untuk Generator</b>	
<b>Jenis</b>	Solar
<b>Kebutuhan</b>	1.069,936 liter/hari
<b>Sumber dari</b>	PT Pertamina (Persero)

#### IV. PERHITUNGAN EKONOMI

<b>Physical Plant Cost</b>	US\$ 3.230.013,65
<b>Fixed Capital</b>	US\$ 1.965.509,93
<b>Working Capital</b>	US\$ 7.705.235,35
<b>Total Capital Investment</b>	US\$ 16.379.249,43
<b>ANALISIS KELAYAKAN</b>	
<b>Rate of Return on Investment (ROI)</b>	Before tax : 47,05%      After tax : 37,64%
<b>Pay Out Time (POT)</b>	Before tax : 1 th 9 bln      After tax : 2 th 1 bln
<b>Break Even Point (BEP)</b>	36,92 %
<b>Shut Down Point (SDP)</b>	20,83 %
<b>Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFROR)</b>	45,63 %