

EXECUTIVE SUMMARY
TUGAS PERANCANGAN PABRIK KIMIA



TUGAS PERANCANGAN PABRIK FORMALDEHID
DENGAN PROSES HALDOR TOPSOE KAPASITAS 50.000 Ton/Tahun

Oleh :

AKTRISTA AYU IKA PERMATASARI	21030110151119
ARFISTA NEVA IZAN PERDANA	21030110151129

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

2011

EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	TUGAS PERANCANGAN PABRIK FORMALDEHID DENGAN PROSES HALDOR TOOPSOE	
	KAPASITAS PRODUKSI	50.000 TON / TAHUN

I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar Belakang	<p>Saat ini pembangunan sektor industri di Indonesia mengalami peningkatan, dan salah satunya adalah pembangunan industri kimia. Untuk itu diperlukan suatu usaha untuk menanggulangi ketergantungan impor yang salah satu solusinya adalah dengan pendirian pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.</p> <p>Sampai saat ini industri kimia yang masih kurang mencukupi kebutuhan dalam negeri adalah industri formaldehid. Formaldehid mempunyai nilai yang sangat strategis dalam perkembangan dunia industri karena banyak sektor industri yang menggunakan formaldehid sebagai bahan bakunya. Kebutuhan formaldehid di Indonesia saat ini mencapai 518.900 ton/tahun dan pada tahun 2007 impor formaldehid ke Indonesia sudah mencapai 35.400,77 ton (<i>data impor BPS, 2009</i>).</p> <p>Dengan mempertimbangkan adanya bahan baku yang cukup untuk memproduksi formaldehid dan kebutuhan formaldehid yang cukup banyak pula, maka sangat memungkinkan untuk mendirikan pabrik formaldehid di Indonesia. Pendirian pabrik ini juga bertujuan untuk diversifikasi produk menjadi bahan-bahan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Formaldehid yang akan diproduksi berkadar 37% w/w karena disesuaikan dengan kebutuhan industri terutama industri perekat kayu. Selain itu kadar formaldehid yang terdapat di pasaran nasional maupun internasional berkadar 37% sampai 55% sehingga sesuai dengan kebutuhan pasar.</p>
Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	<p>Dalam pemilihan kapasitas rancangan pabrik Formaldehid ada beberapa pertimbangan, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Proyeksi Kebutuhan Formaldehid <p>Kebutuhan total formaldehid domestik pada tahun 2016 sebesar 567.987,85 ton. Dengan mengasumsikan tidak terjadi penambahan atau pengurangan kapasitas terpasang pabrik formaldehid dan mengabaikan</p>

	<p>jumlah ekspor dan impor, maka terdapat kekurangan formaldehid sebesar 49.087,84 ton/tahun.</p> <p>2. Ketersediaan Bahan Baku</p> <p>Bahan baku yang digunakan adalah metanol, katalis, dan udara. Supplier Metanol adalah PT Kaltim Metanol Indonesia, Bontang, Kalimantan Timur.</p> <p>Katalis yang digunakan dari jenis <i>iron molybdenum</i> yang diimpor dari beberapa Negara, diantaranya : Xstrata and Anlo American, La Caridad Laboratory Mexico, Collahuasi mine North of Santiago, Baosteel China, Mulheim Jerman.</p> <p>Sedangkan supply udara diambil dari udara yang berada di sekitar kawasan pabrik.</p> <p>3. Kapasitas minimum pabrik yang ada di dunia.</p> <p>Kapasitas pabrik baru yang menguntungkan adalah berkisar antara 50.000 hingga 200.000 ton per tahun. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut, maka pabrik akan didirikan pada tahun 2016 dengan kapasitas sebesar 50.000 ton per tahun yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor.</p>
<p>Dasar penetapan lokasi pabrik</p>	<p>Lokasi suatu pabrik akan menentukan kedudukan pabrik dalam persaingan maupun penentuan kelangsungan produksinya. Pemilihan lokasi pabrik tersebut didasarkan pada beberapa kriteria sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rencana lokasi sumber bahan baku <p>Berdasarkan kualitas bahan baku dan ketersediaan pasokan yang mencukupi, maka rencana lokasi pasokan bahan baku berasal dari PT Kaltim Methanol Indonesia, Bontang, Kalimantan Timur</p> 2. Orientasi Pasar <p>Industri-industri yang menjadi target pemasaran produk formaldehid adalah : Industri resin perekat, industri minyak pelumas, industri sintesa bahan kimia intermédiaire.</p> <p>Industri-industri tersebut banyak terdapat di daerah Kalimantan, Jawa Barat, dan Jawa Timur.</p> 3. Sifat bahan baku dan produk <p>Bahan baku utama yang diperlukan untuk memproduksi</p>

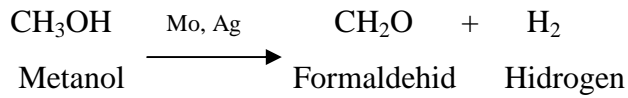
	<p>formaldehid adalah methanol. Methanol bersifat <i>volatile</i> dan memiliki tekanan uap yang tinggi seiring dengan naiknya suhu tangki penyimpanan. Sedangkan produk yang dihasilkan adalah formaldehid yang korosif terhadap senyawa besi pasaran, besi-nikel, dan red brass sehingga diperlukan proses penyimpanan yang lebih khusus. Oleh karena itu, pendekatan yang dilakukan terhadap pendirian pabrik formaldehid adalah berorientasi dekat dengan bahan baku yaitu di daerah Bontang.</p> <p>Berdasarkan hasil uji kelayakan, maka lokasi yang paling baik dijadikan lokasi pendirian pabrik formaldehid adalah Bontang, Kalimantan Timur.</p>
Proses	<p>Ada beberapa macam proses yang dapat digunakan untuk membuat formaldehid. Proses-proses tersebut adalah :</p> <p>a. Proses Hidrokarbon</p> <p>Proses ini merupakan proses oksidasi langsung dari hidrokarbon yang lebih tinggi. Biasanya yang digunakan adalah etilen dengan katalis asam borat atau asam fosfat atau garamnya dari campuran clay atau tanah diatome. Proses ini mempunyai kelemahan yang merupakan alasan mengapa proses ini tidak dikembangkan lagi, yaitu dihasilkan beberapa hasil samping, proses mahal karena diperlukan proses pemurnian tertentu, dan hasilnya kurang memuaskan (<i>Ullmann, 1971</i>).</p> <p>b. Proses Silver Catalyst</p> <p>Proses ini menggunakan katalis perak dengan reaktor <i>fixed bed multitube</i>. Katalis ini berbentuk kristal-kristal perak atau spherical yang ditumpuk pada tube. Katalis ini mempunyai umur sekitar 8 – 12 bulan. Katalis ini mudah teracun oleh sulfur dan beberapa logam dari golongan transisi. Konversi yang terjadi sekitar 65 – 75% dan yield yang diperoleh sekitar 89,1%. Pada proses ini udara yang dimurnikan direaksikan dengan methanol dalam reaktor katalitik. Untuk memurnikan produk sesuai dengan keinginan dilakukan pemurnian dengan proses destilasi (<i>Mc Ketta, 1983</i>).</p>

	<p>c. Proses Mixed Oxide Catalyst/Haldor Topsoe</p> <p>Reaksi terjadi di atas mixed oxide catalyst yang berisi Molybdenum oxide dan iron oxide dengan perbandingan rasio 1,5 dibanding 3. Katalis berbentuk granular atau spherical dan mempunyai umur sekitar 18 bulan. Reaksi terjadi pada suhu sekitar 200 – 593 °C dan dengan tekanan mendekati tekanan atmosfer. Udara berlebihan digunakan untuk memastikan konversi mendekati sempurna, sekitar 98,4%, dan untuk menghindari terjadinya eksplosive (range untuk metanol 6,7 – 36,5% vol. dalam udara). Yield yang diperoleh sekitar 94,4%. Dari berbagai proses diatas digunakan proses <i>Haldor Topsoe</i>, dengan pertimbangan: konversi maupun yieldnya tinggi, suhu dan tekanan operasi rendah, dan lebih ekonomis.</p>
--	--

Bahan Baku

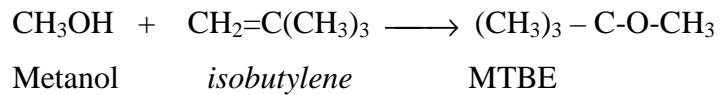
Jenis	Metanol, Udara
Spesifikasi	<p>a. Metanol</p> <p><u>Sifat fisis</u></p> <p>BM : 32,042 g/gmol</p> <p>Titik leleh (1 atm) : - 97,68 °C</p> <p>Titik didih (1 atm) : 64,7 °C</p> <p>Temperatur kritis : 239,43 °C</p> <p>Tekanan kritis : 79,9 atm</p> <p>Density (25 °C) : 0,78663 g/cm³</p> <p>Viskositas (25 °C) : larutan 0,541 cp gas 0,00958 cp</p> <p style="text-align: right;"><i>(Perry, 1999)</i></p> <p>Data termodinamika</p> <p>ΔH_f^0 : -238,660 J/gmol fase cair (pada 25 °C)</p> <p>ΔG_f^0 : -166,270 J/gmol fasa cair (pada 25 °C)</p> <p>C_p gas : $4.394 + 24,274 \cdot 10^{-3} T - 6.855 \cdot 10^{-6} T^2$ cal/gmol. K</p> <p style="text-align: right;"><i>(Smith-Van ness, 2001)</i></p> <p><u>Sifat kimia</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaksi dehidrogenasi <p>Yaitu pelepasan unsur hidrogen. Reaksi ini dapat dilaksanakan</p>

dengan bantuan katalis Mo dan Ag. (Kirk & Othmer, 1978)



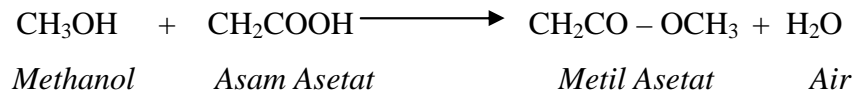
- Reaksi eterifikasi

Reaksi eterifikasi adalah pembentukan senyawa eter misalnya MTBE.



- Reaksi esterifikasi

Reaksi esterifikasi adalah pembentukan senyawa ester dengan jalan mereaksikan metanol dengan senyawa asam organik. Contohnya pembentukan senyawa metil asetat.



b. Udara

Sifat fisis

	N ₂	O ₂
Berat molekul	28,012	31,999
Wujud		gas tidak berwarna
Specific gravity	12,5	1,1053
Titik leleh (P = 1 atm)	-209,86	-218,4
Titik didih (P= 1 atm)	-195,8	-183
Kelarutan dalam 100 bagian air dingin	2,35	4,89
Suhu kritis (°K)	126,2	-154,6
Tekanan kritis (bar)	34	50,43

Data termodinamika

ΔH _f (cal/gmol)	172	106
ΔH ⁰ _v , pada titik didih, 1 atm (cal/gmol)	1336	1629
C _p gas N ₂ : 7,44 – 1,324 · 10 ⁻² T + 6,4 · 10 ⁻⁶ T ² – 2,79 · 10 ⁻⁹ T ³ cal/gmol. K		
Komposisi dalam udara (basis 100% volume)	N ₂ : 79	O ₂ : 21

(Perry, 1999)

Sifat kimia

- Oksigen bereaksi dengan semua elemen lain kecuali He, Ne, Ar.

	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk beberapa bahan yang akan direaksikan dengan oksigen harus dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu tertentu pada pembakaran awal. • Merupakan reagen penghidrolisa pada proses hidrolisa.
Kebutuhan	<ul style="list-style-type: none"> – Metanol : 3200 kg/jam – Udara : 51049 kg/jam
Asal	Bahan baku Metanol direncanakan diperoleh dari PT Kaltim Metanol Indonesia, Bontang, Kalimantan Timur sedangkan udara diperoleh dari udara di sekitar lingkungan pabrik.

Produk

Jenis	Formaldehid
Spesifikasi	<p><i>Formaldehid 37,1 % wt.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Formaldehid : 37,1 % wt. Wujud : cairan Kenampakan : jernih Kemurnian : <ul style="list-style-type: none"> Formaldehid min. 37,1% berat H₂O 61,6 - 62% berat Metanol 0,9 - 1,3% berat Density : 1,008 – 1,104 g/cm³
Laju Produksi	2658,6 kg/jam
Daerah Pemasaran	<p>Industri-industri yang menjadi target pemasaran produk formaldehid adalah :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Industri resin perekat untuk kayu & <i>plywood</i> dan <i>additive</i> (contoh : ureaformaldehid dan melamineformaldehid, serta sebagai <i>additive</i> pada pembuatan polyurethane) ▪ Industri minyak pelumas (sebagai zat <i>additive</i>) ▪ Industri sintesa bahan kimia intermediate (contoh : 1,4 butadienol) <p>Industri-industri tersebut banyak terdapat di daerah Kalimantan, Jawa Barat, dan Jawa Timur.</p>

II. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

2.1. Gambar Flowsheet, instrumen dan kondisi operasinya.

(Terlampir)

2.2 PENERACAAN

2.2.1 Neraca Massa

1. Reaktor

Komponen	Input		Output
	M1	M2	M3
CH ₂ O	-	-	2712,9
CH ₃ OH	-	3200	51,2
H ₂ O	-	1,6	1916,3
O ₂	11840	-	10138,1
CO	-	-	223,16
N ₂	39209,24	-	39209,24
Jumlah	51049,24	3201,6	54250,84
Total	54250,84		54250,84

2. KO Drum

	Input		Output
	M4	M8	M9
CH ₂ O	-	2658,6	2658,6
CH ₃ OH	51,2		51,2
H ₂ O	1916,3	3752,65	5668,9
Jumlah	1967,5	6411,25	
Total	8378,75		8378,75

3. Absorber

Komponen	Input	Output	
	M3	M4	M5
CH ₂ O	2712,9	-	2712,9
CH ₃ OH	51,2	51,2	-
H ₂ O	1916,3	1916,3	-
O ₂	10138,1	-	10138,1
CO	223,1	-	223,1
N ₂	39209,24	-	39209,24
Jumlah	54250,84	1967,5	52283,34
Total	54250,84		54250,84

4. Tangki Produk

Komponen	Input		Output	
	M5	M7	M6	M8
CH ₂ O	2712,9	-	54,26	2658,6
CH ₃ OH	-	-	-	-
H ₂ O	-	3752,6	-	3752,6
O ₂	10138,1	-	10138,1	-
CO	223,1	-	223,1	-
N ₂	39209,24	-	39209,24	-
Jumlah	52283,34	3752,6	49624,7	6411,2
Total	56035,94		56035,94	

2.2.2. Neraca Panas

1. Vaporizer

Komponen	Q Input	Q Output	
		Q output	Q v
CH ₃ OH	76496,37	69444,33	616933,17
H ₂ O	6,3	5,69	702,84
Steam	610583,36	-	-
Jumlah		687086,03	617636,01
Total	687086,03		687086,03

2. Blower

Komponen	Q Input	Q Output
O ₂	9740,61	79429,76
N ₂	36593,87	296963,15
Panas yang dihasilkan	330058,42	
Total	376392,91	376392,91

3. Reaktor

Komponen	Q Input	Q Output
CH ₂ O	-	158137,53
CH ₃ OH	155810,33	3702,53
H ₂ O	98,78	160306,77
O ₂	343014,51	418400,61
CO	-	38261,61
N ₂	1262592,38	1786278,55
Panas Reaksi	-3698040,3	-
Panas yang diserap pendingin	-	-4501611,93
Total	-1936524,3	-1936524,3

4. HE-01

Komponen	Q Input	Q Output
CH ₂ O	163437,20	22038,63
CH ₃ OH	142477,76	1647,16
H ₂ O	155966,23	77130,19
O ₂	486424,96	550279,51
CO	37042,18	16639,61
N ₂	2035578,25	2154294,72
Total	2872030,53	2872030,53

5. HE-02

Komponen	Q Input	Q Output
CH ₂ O	1581137,53	1534737,10
CH ₃ OH	73146,86	142447,76
H ₂ O	60312,46	155966,23
O ₂	418450,65	406999,30
CO	38261,61	37042,18
N ₂	1786278,55	1738615,10
Total	2634537,66	2634537,66

6. Cooler

Komponen	Input	Output
CH ₂ O	434,82	434,82
CH ₃ OH	139,83	139,83
H ₂ O	0,16	0,16
N ₂	5990,85	5990,85
O ₂	12245,35	12245,35
Ar	84538,61	84538,61
CO ₂	749,39	749,39
CO	44,38	44,38
Total	121693,35	121693,35

7. Absorber

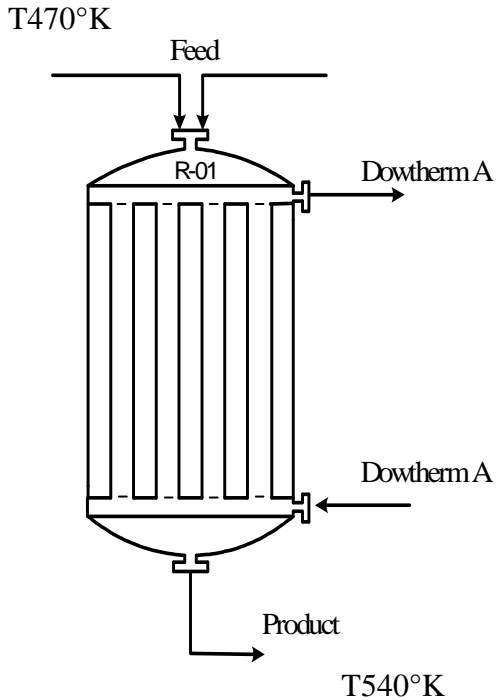
Komponen	Input (kkal)	Output (kkal)
CH ₂ O	14450,45	38546,88
CH ₃ OH	32308	884,58
H ₂ O	16188,79	84152,88
O ₂	42063,32	25304,94
N ₂	184042,84	110870
CO	3203,65	1908,84
ΔH pelarut	1395,98	-
Total	261668,11	261668,11

III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

3.1 Spesifikasi Alat Utama

1. REAKTOR

Gambar alat :



Nama : Reaktor

Kode : R-01

Fungsi : Mereaksikan Metanol dengan Udara menjadi Formaldehid

Jenis : Fixed Bed Multi Tube

Bahan : Carbon steel tipe SA-283 Grade C

Dimensi Reaktor

Spesifikasi tube :	Spesifikasi shell :
Jumlah tube : 3078	ID : 87,64 m
OD : 1,25 m	Tebal : 5/16 in
ID : 0,982 m	Tinggi : 6,612 m
Pass : 1 pass	Bahan : carbon steel tipe SA-283 Grade C
Panjang : 5,702 m	
Waktu Tinggal : 1,004 detik	
Bahan : carbon steel tipe SA-283 Grade C	

Pressure drop : 0,36 psi

Volume reaktor : 44,43 m³

Katalis :

Jenis : Iron Molybdenum Oxide

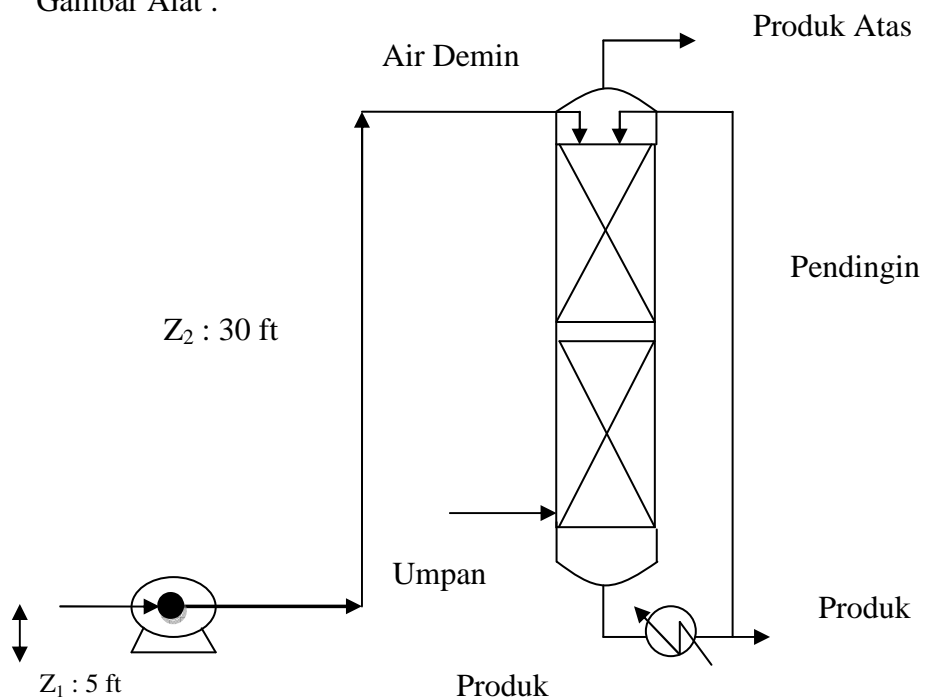
Bentuk : sphere

Diameter : 0,00674 m

Berat : 9448,88 kg

2. POMPA

Gambar Alat :



Nama : Pompa

Kode : P-01

Fungsi : mengalirkan air demin ke absorber sebagai absorban

Tipe : centrifugal, single stage

Bahan konstruksi : pipa baja komersial (*Carbon Steel*)

Kapasitas pompa : 0,029 ft³/s = 13 gal/mnt

Dimensi

Pipa yang digunakan :

D nominal : 1,5 in

ID : 1,61 in = 0,1341 ft

OD : 1,9 in = 0,158 ft

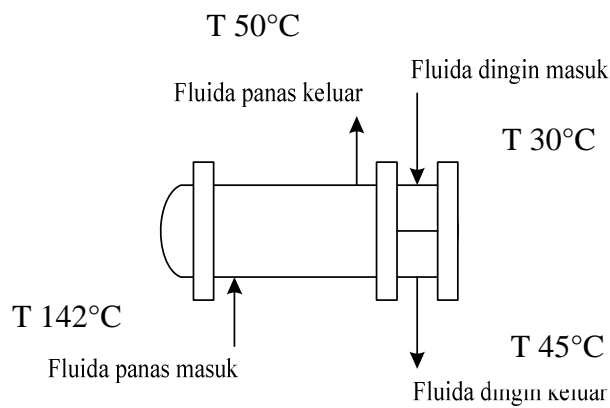
Schedule : 40
 Tebal dinding : 0,145 in

Tenaga

Tenaga pompa : 2 HP
 Tenaga motor : 2 HP

3. COOLER

Gambar Alat :

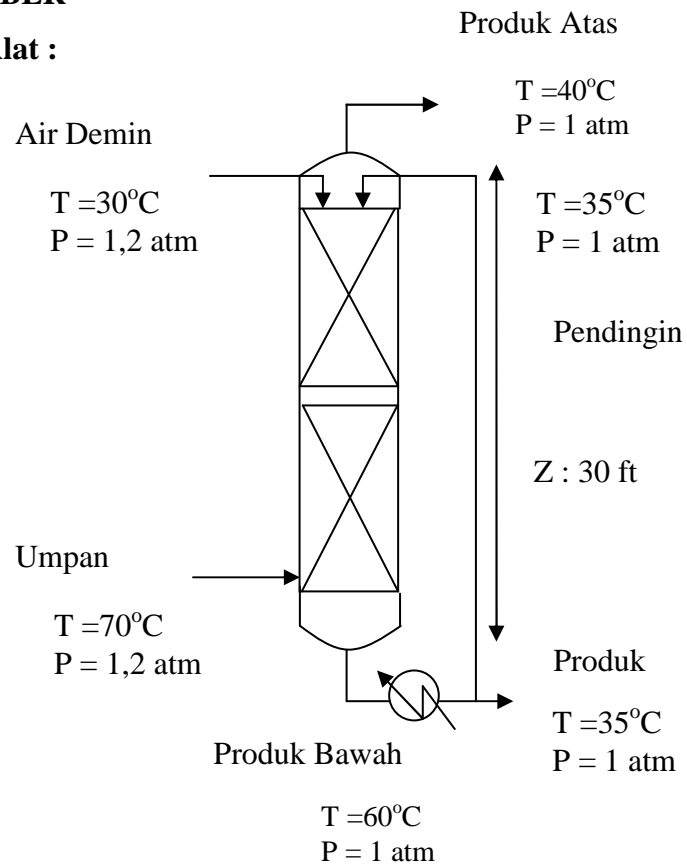


Nama : Cooler
 Kode : C-01
 Fungsi : mendinginkan produk keluar reaktor
 Tipe : *Shell and Tube*
 Luas transfer panas : 987,84 ft²
 Faktor kekotoran : 0,0251 hr.ft².°F/Btu

Shell side	Tube Side
Fluida : produk reaktor	Fluida : <i>cooling water</i>
ID : 1,77 ft	Bahan Konstruksi : <i>carbon steel</i>
Bahan Konstruksi : <i>Carbon Steel</i>	ID : 0,07 ft
Baffle space : 0,35 ft	OD : 0,08 ft
Pressure Drop : 1,9 psi	BWG : 16
	Panjang : 10 ft
	Susunan tube : square pitch
	Jumlah tube : 234
	Pitch : 0,11 ft
	Pressure Drop : 0,36 psi

4. ABSORBER

Gambar Alat :



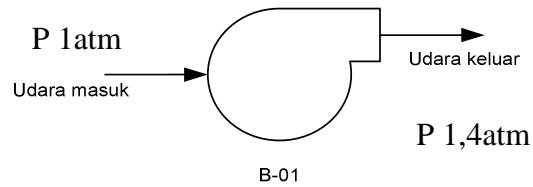
Nama : Absorber
Kode : AB-01
Fungsi : menyerap formaldehid dengan absorbent air demin
Tipe : Packing Tower
Bahan : *Stainless Steel* tipe 304 (SA 240)

Spesifikasi

Diameter menara : 11,5 ft
Jenis Packing : raschig rings
Jumlah bed : 2
Tinggi packing per bed : 14 ft
Tebal shell standart : ¼ in
Tebal head standart : 5/16 in
Tinggi head total : 26,23 in
Tinggi absorber : 30 ft

5. BLOWER

Gambar Alat :



Nama	: Blower
Kode	: B-01
Fungsi	: Mengalirkan udara dan menaikkan tekanan dari 1 atm-1,4 atm
Tipe	: sentrifugal, single stage
Bahan konstruksi	: Baja Komersial (<i>Carbon Steel</i>)
Tenaga blower	: 16 HP
Tenaga motor	: 18 HP

3.2. Utilitas

AIR	
Air sebagai pelarut	58,49m ³ / hari
Air untuk steam pada vaporizer	36,50 m ³ /hari
Air untuk pendingin	516,88 m ³ /hari
Air untuk sanitasi	17,14 m ³ /hari
Total kebutuhan Air	600,54 m ³ /hari
Didapat dari sumber	Air laut
STEAM	
Kebutuhan steam	1672,84 kg/jam
Jenis boiler	Boiler Feed Water
LISTRIK	
Kebutuhan listrik	473,8 kW
Dipenuhi dari	Pembangkit sendiri : 318,28 kW
	PLN : 155,52 kW
BAHAN BAKAR	
Jenis	Fuel oil dan solar
Kebutuhan	Fuel oil : 131,15 kg/jam

	Solar : 67,81 kg/jam
Sumber dari	PT. Pertamina

IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant Cost (PPC)	US \$ 16.686.539,61
Fixed Capital	US \$ 24.807.892,28
Working Capital	US \$ 5.847.543,535
Total Capital Investment	US \$ 30.655.435,82

ANALISIS KELAYAKAN

Return on Investment (ROI)	Before tax : 28,49 % after tax : 22,79 %
Pay Out Time (POT)	Before tax : 2,6Tahun after tax : 3,05Tahun
Break Event Point (BEP)	47,65 %
Shut Down Point (SDP)	24,96 %
Discounted Cash Flow (DCF)	36,54 %