

EXECUTIVE SUMMARY
TUGAS PERANCANGAN PABRIK KIMIA



TUGAS PERANCANGAN PABRIK CHLOROFORM
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Oleh :

Boby Gusman

NIM. L2C007022

Damang Agree C. P

NIM. L2C007025

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2011

EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	PERANCANGAN PABRIK CHLOROFORM	
	KAPASITAS PRODUKSI	20.000 ton/tahun

I. STRATEGI PERANCANGAN

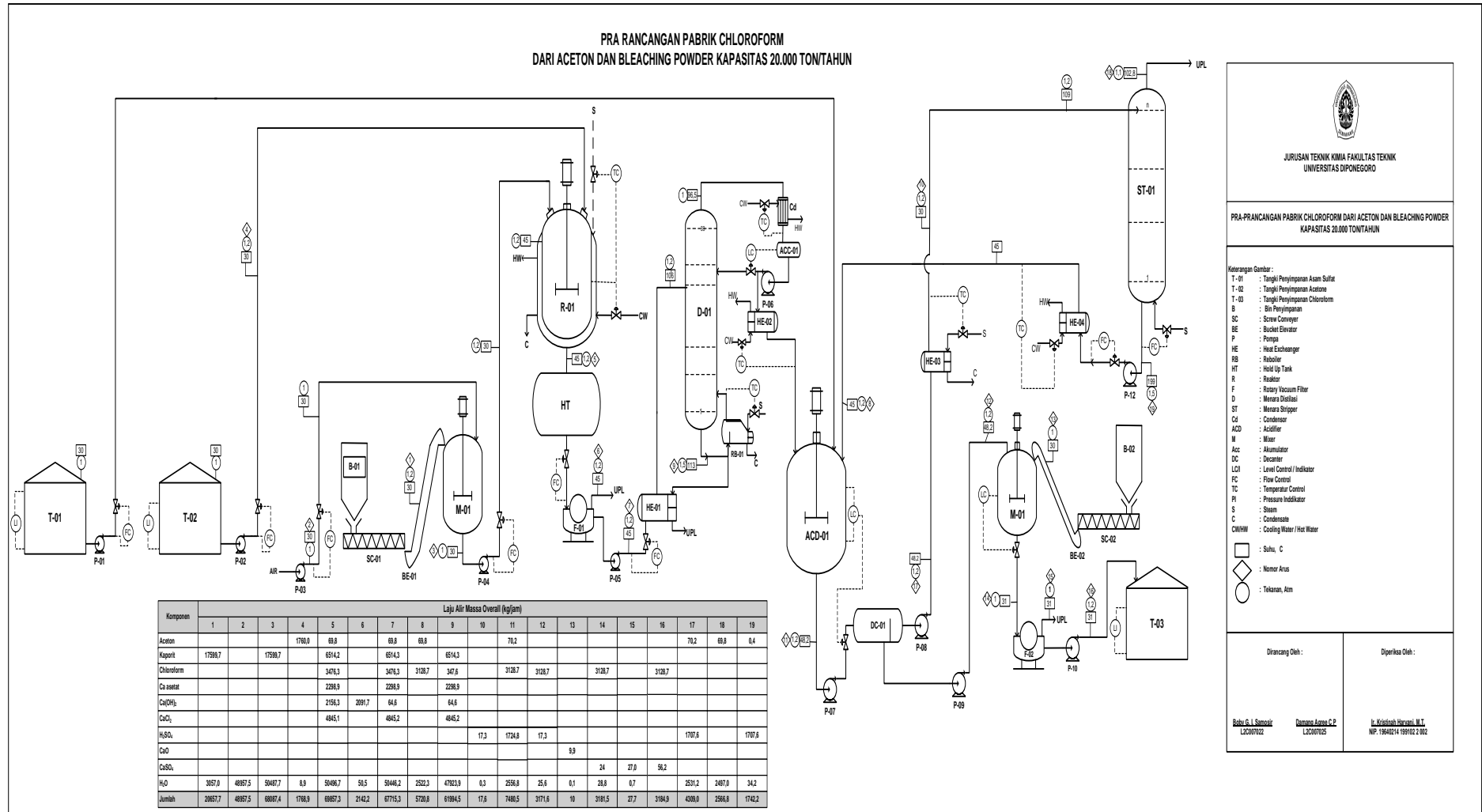
Latar belakang	<p>Chloroform atau trichloromethane mempunyai rumus molekul CHCl_3. Pada tekanan dan temperatur normal, chloroform merupakan cairan bening, berbau khas dan mudah terbakar. Karakteristik lain dari chloroform adalah uap panasnya dengan uap alkohol apabila terbakar akan menimbulkan nyala api berwarna hijau.</p> <p>Chloroform merupakan salah satu produk yang jumlah penggunaannya terus meningkat dari waktu ke waktu. Kebutuhan Indonesia akan chloroform cukup besar dimana sampai akhir tahun 2008 Indonesia masih mengimport 7574,743 ton (sumber : Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia, BPS).</p> <p>Sesuai dengan perkembangan pembangunan, maka didirikannya pabrik ini cukup menguntungkan, dimana kita dapat memasarkan produk-produk dari bahan baku chloroform dengan harga yang lebih kompetitif dan mengurangi ketergantungan import Indonesia akan chloroform, serta melakukan diversifikasi produk yang bernilai ekonomi tinggi untuk memperbaiki perekonomian negara</p>
Dasar penetapan kapasitas produksi	<p>Penetapan kapasitas produksi didasarkan oleh :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Perkiraan kebutuhan chloroform di Indonesia <p>Untuk memenuhi kebutuhan chloroform di Indonesia selama ini, negara kita masih mengimpor chloroform sebesar 7574, 743 ton ton/tahun dari berbagai negara. Dengan makin banyaknya kegunaan dari chloroform maka pangsa pasarnya cukup baik dan juga tidak menutup kemungkinan untuk dapat diekspor ke luar negeri</p>
Dasar penetapan lokasi pabrik	<ul style="list-style-type: none">• Ketersediaan bahan baku <p>Bahan baku utama berupa <i>aceton</i> dan <i>bleaching powder</i>, masing-masing diperoleh dari PT. Asahimas Subentra Chemical di Cilegon dan PT. Metropolitan Phenol Pratama di Serang, Banten..</p> <ul style="list-style-type: none">• Pemasaran produk <p>Pemasaran chloroform ini diutamakan untuk bahan baku pembuatan polimer,</p>

	<p>dimana pabrik polymer sedang berkembang di Indonesia terutama di Cilegon. Chloroform juga digunakan sebagai bahan baku fungisida dan vermicide yang dihasilkan oleh pabrik pupuk dimana pabrik pupuk di Jawa Barat adalah pabrik pupuk Kujang. Selain itu kawasan ini juga dekat dengan pelabuhan merak yang memudahkan dalam pemasaran ke luar jawa maupun ke luar negeri</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ketersediaan Air dan Listrik serta Utilitas Lainnya Didalam perencanaan pabrik ini, air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan selama berlangsungnya proses produksi. Air tersebut dipergunakan sebagai air proses, air sanitasi dan air umpan boiler. Kebutuhan akan air ini diperoleh PT. Krakatau Tirta Indonesia. • Ketersediaan Tenaga Tenaga kerja untuk pabrik direkrut dari daerah Cilegon dan sekitarnya, dimana kepadatan penduduknya tinggi sehingga merupakan sumber tenaga kerja yang potensial. • Fasilitas Transportasi Fasilitas transportasi di daerah ini cukup memadai. Untuk penyediaan bahan baku cukup dengan transportasi darat sedang untuk pemasaran produk di luar pulau jawa maupun ke luar negeri menggunakan transportasi laut dimana telah tersedia pelabuhan yang didukung fasilitas yang memadai.
Pemilihan proses	<p>Proses yang dipakai adalah proses reaksi <i>bleaching powder</i> ($\text{CaOCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) dengan <i>acetone</i>. Reaksi <i>bleaching powder</i> ($\text{CaOCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) dengan <i>acetone</i>, acetaldehyde, atau ethyl alkohol menghasilkan crude chloroform, dimana hasil reaksi dimurnikan dengan penambahan zat kimia dan destilasi. <i>Acetone</i> bereaksi dengan perbandingan 0,1 lb <i>acetone</i> : 1 lb <i>bleaching powder</i>, dan temperatur dijaga sekitar 110 °F dengan menggunakan coil pendingin. Ketika <i>acetone</i> bereaksi semua, temperatur menjadi sekitar 134 °F</p>
BAHAN BAKU	
Nama	<i>Acetone</i>
Spesifikasi	<p>Rumus molekul : CH_3COCH_3 Density (25°C) : 2,566 g/ml Enthalpy pembentukan (25°C) :</p>

	Energi bebas Gibbs (25°C) : -153,05 kJ/mol.K Konduktivitas panas (25°C) : 0,1516 W/m.K Heat capacity (25°C) : 127,56 J/mol.K BM : 58,08 g/gmol Spesifik gravity : 0,791 pada 20°C (cair) dan 2,0 (gas) Titik beku : -94,6 °C pada 1 atm Titik didih : 56,5 °C pada 1 atm. Viscositas : 15 cp
Nama	<i>Bleaching powder</i>
Spesifikasi	Rumus molekul : CaOCl_2 BM : 127 g/gmol Density : 2,35 g/ml Titik leleh : 100°C, terdekomposisi Kelarutan dalam 100 bagian air : 27,8 pada 25°C
BAHAN PENUNJANG	
Nama	Asam Sulfat
Spesifikasi	Rumus molekul : H_2SO_4 Bentuk : Cairan Warna : Jernih Density (25°C) : 1,833 g/ml Energi bebas Gibbs (25°C) : -653,47 kJ/mol.K Konduktivitas panas (25°C) : 0,360 W/m.K Heat capacity (25°C) : 139,95 J/mol.K BM : 98,08 g/gmol Spesifik gravity : 1,834 Titik lebur : 10,49 °C pada 1 atm Titik didih : Terdekomposisi pada 340 °C. Temperatur kristis : 925 °C. Tekanan kristis : 64 °C. Kelarutan : larut dalam air dingin/panas Density (25°C) : 1,833 g/ml
PRODUK	
Jenis	Chloroform
Spesifikasi	Rumus molekul : CHCl_3

BM	: 119,39 g/gmol
Refractive index (20°C)	: 1,4467
Density (25°C)	: 2,566 g/m ₃
Density kritis	: 500 kg/m ₃
Titik leleh (Mpa)	: 500 kg/ m ₃
Titik Didih	: 61,2 °C pada 1 atm.
Titik Beku	: -3,5 oC pada 1 atm
Temperatur Kritis	: 263,2 °C
Tekanan Kritis	: 54 atm
Volume kritis	: 0,002 m ³ /kg
Temperatur pemijaran	: 1000°C
Viscositas (15°C)	: 0,59 cp
Kapasitas panas cair	: 0,234 kal/g °C
Kapasitas panas gas	: 0,142 kal/g °C
Panas penguapan	: 59,3 kal/g
Panas laten penguapan	: 274 kj/kg K
Vapor Pressure	: 1,59 mmHg
Kelarutan dalam air	: 8,22 g/kg H ₂ O
Kelarutan air (22oC)	: 0,806

II. DIAGRAM ALIR DAN PENERACAAN



II.1. Peneracaan

II.1.1 Neraca Massa

1. MIXER

Komponen	Input (kg)		Output (kg)
	1	2	3
CaOCl ₂	4536		4536
H ₂ O	394,4	12617,9	13012,3
Jumlah	17548,3		17548,3

2. REAKTOR

Komponen	Input (kg)		Output (kg)
	3	4	5
CH ₃ COCH ₃		453,6	18,083
CaOCl ₂	4536		1686,66
CHCl ₃			900,08
Ca(CH ₃ COO) ₂			595,23
Ca(OH) ₂			555,75
CaCl ₂			1254,49
H ₂ O	13012,3	2,3	13061,48
Jumlah	18004,2		18004,2

3. FILTER 1

Komponen	gr/100 gr air
Ca(CH ₃ COO) ₂	32
Ca(OH) ₂	0,128
CaCl ₂	119,4
CaOCl ₂	Soluble

4. MENARA DISTILASI

Komponen	Input (kg)	Output (kg)	
	7	8	9
CH ₃ COCH ₃	18	18	

CaOCl ₂	1678,94		1678,94
CHCl ₃	895,96	806,36	89,596
Ca(CH ₃ COO) ₂	592,50		592,50
Ca(OH) ₂	16,66		16,66
CaCl ₂	1248,75		1248,75
H ₂ O	13001,6	650,08	12351,52
Jumlah	17452,41	17452,41	

5. ACIDIFIER

Komponen	Input (kg)			Output (kg)
	8	10	19	11
CH ₃ COCH ₃	18		0,1	18,1
CHCl ₃	806,36			806,36
H ₂ SO ₄		4,47	440,08	444,55
H ₂ O	650,08	0,07	8,81	658,96
Jumlah	1927,97			1927,87

6. DECANTER

Komponen	gr/100 gr air	gr/100 gr CHCl ₃
H ₂ SO ₄	Soluble	Insoluble
CHCl ₂	0,552	Soluble
CH ₂ CO CH ₂	Soluble	0,817

7. MENARA DISTILASI 2

Komponen	Input (kg)	Output (kg)	
	17	18	19
CH ₃ COCH ₃	18,1	18	0,1
H ₂ O	652,37	643,56	8,81
H ₂ SO ₄	440,10		440,10
Jumlah	1110,7	1110,7	

8. MIXER 2

Komponen	Input (kg)		Output (kg)
	12	13	14
CHCl ₃	806,36		806,36
H ₂ SO ₄	4,45		
CaO		2,54	
CaSO ₄			6,18
H ₂ O	6,59	0,03	7,43
Jumlah	819,97		819,97

9. FILTER 2

Komponen	Input (kg)	Output (kg)	
	14	15	16
CHCl ₃	806,36		806,36
H ₂ O	7,43	0,185	7,245
CaSO ₄	6,18	6,18	
Jumlah	819,97	819,97	

10. OVERALL

Arus	Input (kg)	Output (kg)
1	4930,4	
2	12618	
4	456	
6		552,1
9		15978
10	4,54	
13	2,57	
15		6,4
16		813,6
18		661,5
Jumlah	18011,6	18011,6

II.1.2 Neraca Panas

❖ REAKTOR

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
H ₃	3235082,472	
H ₄	59613,029	
H ₅		3238797,783
ΔH_{r298}	45808,332	
Q _{cw}		101706,051
Total	3340503,833	3340503,833

❖ Heat Exchanger (HE-01)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q ₅ = Q ₇	3238797,783	
Q ₇ '		17614453,811
Q ₉	17926112,529	
Q _c		3550456,500
Total	21164910,311	21164910,311

❖ MENARA DISTILASI

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
H ₇ '	17614453,811	
H ₈		1124053,654
H ₉		17926112,529
Q _r	9191265,757	
Q _c		7755553,386
Total	26805719,569	26805719,569

❖ Heat Exchanger (HE-02)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
H ₇ '	17614453,811	
H ₈		1124053,654
H ₉		17926112,529

Qr	9191265,757	
Qc		7755553,386
Total	26805719,569	26805719,569

❖ **ACIDIFIER**

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Q _{8'}	190722,369	
Q ₁₀	0,00	
Q _{19'}	108965,805	
Q _{pelarutan}	26592,476	
Q ₁₁		326280,649
Total	326280,649	326280,649

❖ **MIXER 02**

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
H ₁₂	300451,48	
H ₁₃	1028	
Qr	45,40	
H ₁₄		300496,886
Total	300496,89	300496,8859

❖ **HE-03**

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
H ₁₇	326280,649	
H _{17'}		1501452,100
Q _s	1175171,451	
Total	1501452,100	1501452,100

❖ **STRIPPER**

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
H ₁₇ '	1501452,100	
H ₁₈		823315,529
H ₁₉		1745360,401
H _s	1067223,830	
Total	2568675,930	2568675,930

❖ **Heat Exchanger (HE-04)**

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
H ₁₉	1745360,401	
H ₁₉ '		265434,602
H _{cw}		1479925,799
Total	1745360,401	1745360,401

III. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

1. Peralatan Proses

REAKTOR R-01		
Fungsi	Tempat berlangsungnya reaksi CaOCl_2 dengan acetone yang akan menghasilkan Chloroform.	
Tipe	Reaktor tangki berpengaduk	
Jumlah	4 unit	
Material	Carbon Steel SA 283 grade C	
Kondisi	Tekanan	1,2 atm
	Suhu	45°C
Fase reaksi	Cair-Cair	
Tinggi	6 m	
Volume	107,49 m ³	
Tinggi jaket	4,9 m	
Tebal jaket	6,13 in	
Heat Exchanger (HE-03)		
Fungsi	Memanaskan larutan H_2SO_4 hingga temperatur masuk ST-01	
Tipe	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Bahan konstruksi	Carbon Steel SA-283 grade C	
Panjang Harpin	20 ft	
Ukuran Harpin	4 x 3	
A perpindahan panas	125,92 ft ²	
Jumlah harpin	3 buah	
Tinggi kation exchanger	1,066 m	
MENARA DISTILASI		
Fungsi	Memisahkan crude chloroform dari senyawa-senyawa turunan kalsium	
Tipe	Sieve tray	
Bahan Konstruksi	Carbon steel SA283 grade C	
Kondisi umpan, puncak, dasar	Temperatur = 106,5°C ; 96,9°C ; 113°C Tekanan = 1,2 atm ; 1 atm ; 1 atm	
Diameter atas ; bawah	0,44891 m ; 0,68296	

Tebal shell ; Head atas	3/16 in ; 2/16
Tinggi menara	16,65 m
Jumlah plate aktual	33 plate
POMPA ACETON	
Fungsi	Mengalirkan bahan baku ceton dari tangki penyimpanan ke reaktor
Tipe	Centrifugal pump
Bahan konstruksi	Carbon Steel SA 283 grade D
Kapasitas	16,69 gal/menit
Tenaga pompa	3,98 Hp
Tenaga motor	3 Hp
Pipa	Commercial Steel
Dopt	1,26 in
Schedule	40
ID	1,38 in
OD	1,9
ROTARY VACUM FILTER	
Fungsi	Memisahkan Chloroform dari impuritasnya (CaSO ₄)
Tipe	Rotary vacum filte
Kapasitas	215,26 ft ³
Diameter partikel	2,817 ft
Lebar	4,307
Tenaga Blower	5 Hp
Waktu pembentukan cake	1,005 menit
TANGKI PENYIMPANAN ACETON	
Fungsi	Menyimpan Aceton
Tipe	Tangki silinder tegak dengan flat bottom dan atap conical
Material	Carbon stell SA-283 grade C
Volume	3691,1 bbl

Jumlah	2 buah
Diameter	40 ft
Tinggi	18 ft
Lebar Plate	6 ft
Jumlah Course	3
Tinggi tangki total	29,43 ft
OD nozzle	6,625 in
ID nozzle	8,21 in
Waktu penyimpanan	15 hari
Kondisi operasi	T= 30°C P= 1 atm

2. Utilitas

AIR	
Kebutuhan air umpan boiler	7221,524
Kebutuhan Air Pendingin	435747,471 (kg/jam)
Kebutuhan Air Sanitasi	140,611 m ³ /hari
Air umpan ketel (boiler feed water)	69,976 m ³ /hari
STEAM	
Kebutuhan steam	7221,524 (kg/jam)
Jenis boiler	Water Tube Boiler
LISTRIK	
Kebutuhan listrik	339,084 KW
Dipenuhi dari	Generator 500 kW
BAHAN BAKAR	
Jenis	Fuel oil
Kebutuhan	396 m ³ /bulan
Sumber dari	Pertamina

IV. PERHITUNGAN EKONOMI

Plant Start Up	US \$ 202.233.696.800	
Fixed capital	US \$ 30.875.659,39	
Working capital	US \$ 8.526.644,59	
Total capital investment	US \$ 39.402.303,98	
ANALISIS KELAYAKAN		
Return on Investment (ROI)	Before tax : 28,96%	After tax : 23,17 %
Pay Out Time (POT)	Before tax : 2,57 tahun	After tax : 3,02 tahun
Break Even Point (BEP)	47,98%	
Shut Down Point (SDP)	24,80%	
Discounted Cash Flow (DCF)	42,19	