

# Pra-Rancangan Pabrik Diklorometana dari Metil Klorida dan Klorin Dengan Kapasitas 8.500 Ton/Tahun

Munawaroh dan Tiara Arletta Lovisa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura  
email: munawwaroh.nashailul@yahoo.com dan tiaraarletta@student.untan.ac.id

**Abstrak** – Indonesia adalah salah satu negara penghasil klorin dimana bahan ini dapat diproses untuk menghasilkan diklorometana. Senyawa diklorometana atau biasa disebut metilen klorida merupakan salah satu senyawa klorometana. Pra-rancangan pabrik diklorometana dengan kapasitas 8500 ton/tahun akan dibangun di Kawasan Industri Cilegon, Banten. Bahan baku berupa gas klorin dan metil klorida. Pabrik dirancang beroperasi secara kontinyu selama 330 hari, 24 jam per hari dengan jumlah karyawan sebanyak 150 orang. Proses Pembuatan diklorometana dengan cara mereaksikan metil klorida dan klorin dalam reaktor *plugflow multitube* pada suhu 300°C dan tekanan 3 atm. Produk gas keluaran reaktor masuk ke absorber untuk mengurangi kandungan asam klorida (HCl) yang keluar dibagian bawah absorber. Gas hasil atas absorber masuk kedalam separator untuk memisahkan metil klorida yang tidak bereaksi untuk diumpankan kembali ke reaktor. Gas yang bebas metil klorida diumpankan ke menara distilasi untuk dipisahkan diklorometana dan produk samping yaitu kloroform dan karbon tetraklorida. Bentuk perusahaan dari pabrik diklorometana adalah PT (Perseroan Terbatas) dengan struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non shift*. Berdasarkan hasil analisis ekonomi dan kelayakan pabrik diperoleh *Return On Investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 45,96% dan setelah pajak sebesar 36,76%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak sebesar 1,9 tahun dan setelah pajak sebesar 2,2 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 45,36%. *Shut Down Point (SDP)* sebesar 34,14%. *Discounted Cash Flow (DCF)* sebesar 25,26%. Dengan demikian pra-rancangan pabrik diklorometana dengan kapasitas 8.500 ton/tahun layak untuk dipertimbangkan pendiriannya.

**Kata Kunci:** Diklorometana, klorin, termalklorinasi, metil klorida

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berkembang yang saat ini banyak melakukan pembangunan disegala bidang. Salah satu perkembangan yang cukup pesat adalah sektor industri terutama pembangunan sektor industri kimia. Peningkatan industri kimia juga didukung jumlah bahan baku yang tersedia. Indonesia adalah salah satu negara penghasil klorin dimana bahan ini dapat diproses untuk menghasilkan diklorometana.

Senyawa diklorometana atau biasa disebut metilen klorida merupakan salah satu senyawa klorometana selain kloroform (CHCl<sub>3</sub>) dan karbon tetraklorida (CCl<sub>4</sub>).

Senyawa diklorometana dapat diproduksi dengan klorinasi fase gas metil klorida (CH<sub>3</sub>Cl) dan klorin (Cl<sub>2</sub>) pada suhu tinggi [2]. Penggunaan utama senyawa diklorometana sebagai membuat *refrigerant*, produksi silikon, sebagai pelarut dan pembersih cat (30%), pembentukan film pada kontak logam (20%), pembersihan logam (10%), untuk *aerosol*, farmasi, proses kimia dan busa poliuretan.

Namun, hingga saat ini Indonesia belum memiliki pabrik diklorometana. Hal ini tidak sejalan dengan peningkatan impor diklorometana yang setiap tahun semakin meningkat. Bahan kimia tersebut masih diimpor dari Amerika Serikat, Perancis, Jerman, Inggris, Singapura dan Taiwan. Dengan adanya bahan baku klorin yang banyak diproses di dalam negeri dan meningkatnya kebutuhan diklorometana dapat berpotensi adanya pembangunan pabrik diklorometana di Indonesia.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dibuat suatu pra-rancangan pabrik diklorometana dengan bahan baku metil klorida dan klorin berkapasitas 8500 ton/tahun. Sehingga, inovasi proses produksi maupun pembangunan pabrik baru yang menghasilkan produk bernilai ekonomis seperti diklorometana akan menambah devisa negara. Selain itu, pendirian pabrik diklorometana diharapkan mendorong pertumbuhan dan perkembangan industri-industri lain sehingga mampu menciptakan lapangan kerja baru di Indonesia.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah dalam pra-rancangan pabrik diklorometana dapat dijelaskan sebagai berikut :

### a. Riset dan Analisis Pasar

Tahap awal yang dilakukan pada pra-rancangan pabrik ini yaitu melakukan riset mengenai kebutuhan dan produksi dari produk diklorometana. Kemudian pemilihan bahan baku, kebutuhan pasar dan daya saing pasar serta pemilihan lokasi pabrik yang akan dibangun berdasarkan pertimbangan ekonomis.

### b. Perancangan Proses Pabrik Diklorometana

Perancangan proses diawali dengan pemilihan proses pembuatan diklorometana dari beberapa proses yang ada. Kemudian penyusunan diagram alir proses pabrik berupa diagram alir kuantitatif dan diagram alir kualitatif..

### c. Perhitungan Kapasitas Perancangan

Besarnya kapasitas pabrik pembuatan diklorometana dapat ditentukan berdasarkan orientasi produk dan

mengacu kepada kebutuhan diklorometana dalam negeri.

#### d. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan

Pertimbangan keselamatan dan lingkungan dilakukan berdasarkan pertimbangan bahan-bahan, proses operasi pabrik dan jenis-jenis limbah yang dapat menimbulkan bahaya. Hal ini untuk menghindari dan mengatasi potensi terjadinya bahaya tersebut.

#### e. Spesifikasi Alat Proses

Pemilihan alat dilakukan berdasarkan kesesuaian proses pabrik yang akan dirancang. Spesifikasi alat ini meliputi jenis, ukuran, material yang digunakan dan jumlah yang diperlukan.

#### f. Tata Letak Pabrik dan Instrumentasi

Penentuan tata letak pabrik bertujuan untuk memperhitungkan faktor-faktor keselamatan serta kemudahan pemeliharaan pabrik. Tata letak ini akan ditampilkan berupa desain gambar yang mencakup berbagai area di lokasi pabrik.

#### g. Sistem Manajemen Operasi Pabrik

Keberhasilan suatu perusahaan dalam meningkatkan pendapatannya sangat tergantung pada struktur, bentuk dan manajemen dari perusahaan tersebut. Pada prarancangan pabrik akan dipilih bentuk perusahaan, pembentukan struktur organisasi serta memperhitungkan kebutuhan tenaga kerja dan jadwal kerja.

#### h. Investasi dan Perhitungan Ekonomi

Pada prarancangan pabrik diklorometana ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi yang bertujuan mengetahui apakah pabrik yang dirancang akan menguntungkan atau tidak. Kelayakan investasi modal pada sebuah pabrik yang akan dianalisis meliputi :

- Profitability*
- % Profit on Sales (POS)*
- % Return on Investment (ROI)*
- Pay Out Time (POT)*
- Break Event Point (BEP)*
- Shut Down Point (SDP)*
- Discounted Cash Flow (DCF)*

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Riset dan Analisis Pasar

Riset yang dilakukan pada penelitian ini berupa pemilihan bahan baku dan analisis pasar terhadap produk diklorometana yang akan dijual. Bahan baku yang digunakan pada produksi diklorometana adalah gas klorin ( $\text{Cl}_2$ ) yang diperoleh dari PT. Asahimas dan metil klorida ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ). Selain diklorometana sebagai produk utama, dihasilkan pula produk samping yakni kloroform, karbon tetraklorida dan Asam klorida.

Analisa pasar merupakan langkah untuk mengetahui seberapa besar minat pasar terhadap suatu produk. Analisa pasar ini didasarkan pada data perkembangan ekspor dan impor serta kebutuhan dalam negeri akan diklorometana. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) dari tahun 2011-2017 diperoleh data impor dan ekspor diklorometana yang terlihat pada tabel 1 berikut ini,

**Table 1.** Data Impor dan Ekspor Diklorometana ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )

Tahun	Impor (kg)	Ekspor (kg)
2011	11.557.435	10.000
2012	10.547.176	200
2013	11.507.399	96
2014	11735396	0
2015	11.643.206	0
2016	12.334.454	0
2017	12.409.029	0

(sumber : Badan Pusat Statistik Tahun 2011-2017)

Berdasarkan data tersebut diperoleh proyeksi kebutuhan diklorometana hingga tahun 2024, yang tertera pada tabel 2 dibawah ini,

**Table 2.** Proyeksi Kebutuhan Diklorometana ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )

Tahun	Konsumsi (kg/tahun)
2018	12.571.320
2019	12.795.075
2020	13.018.830
2021	13.242.585
2022	13.466.340
2023	13.690.095
2024	13.913.851

Pabrik diklorometana ini direncanakan dibangun pada awal tahun 2022 dan pada tahun 2024 sudah dapat berproduksi. Pabrik akan beroperasi dengan kapasitas 8.500 ton/tahun dimana memenuhi 60% dari peluang pasarnya.

Lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik berada di kawasan industri Cilegon, Banten. Pertimbangan lokasi ini berdasarkan pada faktor ekonomis diantaranya dekat dengan produsen bahan baku klorin yang berada di Cilegon, pemasaran produk yang sebagian besar untuk industri *polyurethane*, pemenuhan utilitas dan sarana transportasi yang cukup mudah diakses.

#### 3.2 Perancangan Proses Pabrik Diklorometana

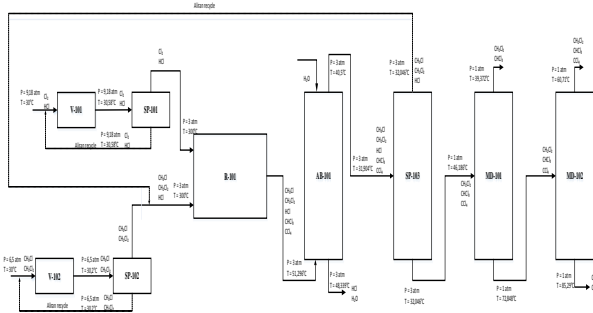
Secara umum diklorometana dapat dibuat dengan beberapa cara, antara lain [5] :

- Proses termalklorinasi
- Proses fotoklorinasi

Pada perancangan pabrik ini dipilih proses termalklorinasi. Proses ini didasarkan pada reaksi klorinasi langsung terhadap metil klorida pada suhu yang tinggi. Temperatur reaksi antara 275 sampai 450 °C. Reaksi terjadi pada fase gas. Reaksi antara metil klorida dengan klorin merupakan reaksi *multistep* dan berlangsung secara eksotermis *irreversible*. Konversi dari proses ini adalah 52,5% terhadap metil klorida dan 99% terhadap klorin, memiliki impuritas yang sedikit serta yield sebesar 80-92% [5] :

Reaksi pembentukan diklorometana dilakukan di dalam reaktor jenis *plugflow multitube*. Gas klorin direaksikan dengan gas metil klorida menghasilkan diklorometana ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ), kloroform ( $\text{CHCl}_3$ ), karbon tetra klorida ( $\text{CCl}_4$ ) dan asam klorida ( $\text{HCl}$ ). Kemudian hasil

keluaran reaktor dimasukkan ke absorber (AB-101) untuk dipisahkan dari HCl. Gas produk yang sudah terpisah dialirkan ke separator (SP-103). Separator ini bertujuan untuk memisahkan sisa metil klorida (CH<sub>3</sub>Cl) yang tidak bereaksi. Campuran diklorometana dan produk sampingnya yang sudah terbebas dari metil klorida dimasukkan ke dalam kolom distilasi (MD-101) untuk mengambil produk utama. Produk atas berupa diklorometana, sedangkan produk bawah campuran kloroform (CHCl<sub>3</sub>) dan karbon tetraklorida (CCl<sub>4</sub>) dipisahkan di kolom distilasi yang kedua (MD-102). Berikut ini adalah diagram alir kualitatif proses pabrik diklorometana :



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pabrik Diklorometana

**3.3 Perhitungan Kapasitas Perancangan**

Pra-rancangan pabrik diklorometana (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) dari metil klorida (CH<sub>3</sub>Cl) dan klorin (Cl<sub>2</sub>) memiliki kapasitas produksi sebesar 8.500 ton/tahun, dengan ketentuan sebagai berikut :

- 1 tahun operasi = 330 hari kerja
- 1 hari kerja = 24 jam
- Basis = 1 jam operasi

Maka kapasitas produksi diklorometana tiap jam adalah :

$$= \frac{8500 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

$$= 1703,23 \text{ kg/jam}$$

Spesifikasi produk utama diklorometana adalah 99,927%, sehingga :

$$= 99,927\% \times 1703,2323 \text{ kg/jam}$$

$$= 1702,44 \text{ kg/jam}$$

Spesifikasi produk samping pabrik diklorometana, yaitu :

- a. Kloroform (CHCl<sub>3</sub>) : 784,36 kg/jam (99,97%)
- b. Karbon Tetraklorida (CCl<sub>4</sub>) : 160,48 kg/jam (99,03%).

**3.4 Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan**

Keselamatan dan keamanan kerja merupakan hal penting bagi perlindungan tenaga kerja yang berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan dan proses pengolahan, tempat kerja, lingkungannya serta cara pengerjaannya. Hal ini dikarenakan bahan-bahan yang digunakan dalam pabrik cukup berbahaya. Untuk pelaksanaan program keselamatan kerja, disediakan perlengkapan pakaian seragam kerja, menyediakan alat-alat pelindung diri yang disesuaikan dengan kondisi dan jenis pekerjaan untuk tiap-tiap karyawan. Peralatan *safety (safety equipment)* harus dipakai oleh setiap karyawan yang berada di *plant* atau daerah proses [10] :

Penanganan limbah juga sangat diperhatikan dalam proses suatu pabrik. Strategi pengendalian dan penanggulangan

limbah pada perancangan pabrik diklorometana, yaitu [6] :

1. Pencegahan terjadinya insiden pencemaran
  - a. House keeping, untuk mencegah terjadinya kebocoran, ceceran atau tetesan bahan pencemar
  - b. Mengendalikan kondisi operasi pabrik sesuai SOP
  - c. Operasi penanggulangan keadaan darurat
  - d. Melakukan minimisasi limbah dengan cara daur ulang (recycling), penggunaan kembali (reduce).
2. Memasang dan mengoperasikan alat pengolahan limbah
3. Pemantauan kualitas air limbah sesuai baku mutu industri kimia.

Program pemantauan lingkungan untuk menjaga kualitas air limbah dan badan air penerima (sungai) dilakukan secara kontinu oleh bagian ekologi yang dianalisis oleh laboratorium intern, dan laboratorium instansi pemerintah yang terkait dengan pemantauan lingkungan.

**3.5 Spesifikasi Alat Proses**

Berikut ini adalah spesifikasi alat-alat utama pada perancangan pabrik diklorometana yaitu :

Table 3. Spesifikasi Reaktor [1]

Spesifikasi Alat	R-101	
Fungsi	Pembentukan diklorometana	
Tipe	<i>multitube plugflow reactor</i>	
Design	<i>1-1 Shell and Tube</i>	
Jumlah	1 buah	
Suhu	300 – 437,34°C	
Tekanan	3 atm	
Waktu tinggal	0,63 detik	
Panjang	5 m	
	<i>Tube Side</i>	<i>Shell Side</i>
Diameter dalam	0.017 m	31 in (0,79 m)
Diameter luar	0.019 m	31,38 in (0,80 m)
	Jumlah tube = 745 Pitch = 1 in (0,03 m)	Jumlah baffle = 8 Jarak antar baffle = 23,25 in (0,60 m)
Jumlah pass	1	1
Bahan konstruksi	SA 213 TP 304	SA 213 TP 304
Ukuran pipa umpan klorin	18 in SN 20	
Ukuran pipa umpan metil klorida	18 in SN 20	
Ukuran pipa produk	18 in (0,46 m)	
Ukuran pipa pendingin	14 n (0,36 m)	

Table 4. Spesifikasi Absorber [2]

Spesifikasi Alat	AB-101
Fungsi	Menyerap HCl dengan air (diinginkan 99,9% HCl umpan dapat terserap air).
Tipe	Menara bahan isian dengan bentuk shell silinder tegak, <i>top &amp; bottom torispherical head</i>
Suhu	51,25 – 40,50°C
Tekanan	3 atm

Spesifikasi Alat	AB-101
Diameter	1,38 m
Tinggi menara	8,9151 m
Tinggi packing	6,642 m
Tebal shell	0,375 in (0,0095 m)
Tebal head	0,2279 in (0,01 m)
Jenis packing	Ceramic raschig rings
Diameter packing	2 in
Bahan konstruksi	Stainless steel SS 304

Table 5. Spesifikasi Separator [3]

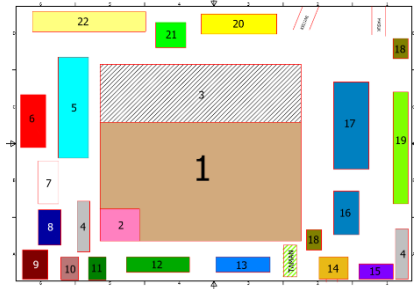
Spesifikasi Alat	SP-103
Fungsi	Memisahkan metil klorida dari campuran gas keluaran absorber
Tipe	Drum vertikal, torispherical head
Suhu	31°C
Tekanan	3 atm
Kapasitas	0,3515 m <sup>3</sup>
Diameter shell	0,9652 m
Tinggi shell	1,89 m
Tebal shell	0,0048 m
Tebal head	0,0048 m
Tinggi head	0,0978 m
Bahan konstruksi	Stainless steel SS 304

Table 6. Spesifikasi Menara Distilasi [2]

Spesifikasi Alat	MD-101
Fungsi	Memisahkan metil klorida dengan campuran gas keluar absorber
Tipe	Menara plate dengan sieve tray
Tekanan	1 atm
Diameter atas	42 in
Diameter bawah	48 in
Tinggi menara	35,6594 m
Tebal atas	0,25 in
Tebal bawah	0,4375 in
Tebal head atas	0,19 in
Tebal head bawah	0,25 in
Tinggi head atas	5,7259 in
Tinggi head bawah	6,3592 in
Bahan konstruksi	Stainless steel SA 167 type 304
Tipe plate	Sieve tray
Jumlah plate	62
Feed plate	Plate ke-21 dari atas
Plate spacing	0,5 m

3.6 Tata Letak Pabrik dan Instrumentasi

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari seluruh bagian pabrik, meliputi tempat kerja alat, tempat kerja karyawan, tempat penyimpanan barang, tempat penyediaan sarana utilitas dan sarana lain bagi pabrik. Pada prarancangan pabrik ini, tata letak dari pabrik dapat dilihat pada gambar 2.

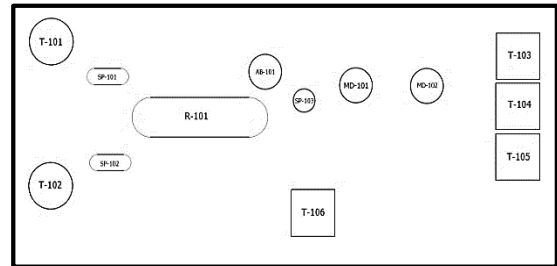


Gambar 2. Tata Letak Pabrik Keseluruhan

Keterangan:

- |                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| 1. Area Proses              | 12. Kantor K3          |
| 2. Ruang kontrol            | 13. Poliklinik         |
| 3. Area perluasan           | 14. Masjid             |
| 4. Parkir                   | 15. Kantin             |
| 5. Utilitas                 | 16. Kantor Litbang     |
| 6. Pemadam Kebakaran        | 17. Kantor Pusat       |
| 7. Laboratorium             | 18. Satpam             |
| 8. Bengkel dan Perlengkapan | 19. Rest dan Taman     |
| 9. Gudang                   | 20. Perumahan Manager  |
| 10. Limbah                  | 21. GOR                |
| 11. Penghijauan             | 22. Perumahan Karyawan |

Dan berikut ini sketsa tata letak peralatan proses pabrik diklorometana, tersaji pada gambar 3.



Gambar 3. Tata Letak Peralatan Proses

Keterangan:

- T-101 : Tangki Klorin (Cl<sub>2</sub>)
- T-102 : Tangki Metil Klorida (CH<sub>3</sub>Cl)
- T-103 : Tangki Diklorometana (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)
- T-104 : Tangki Asam Klorida (HCl)
- T-105 : Tangki Karbon Tetraklorida (CCl<sub>4</sub>)
- MD-101 : Menara Distilasi 1
- MD-102 : Menara Distilasi 2
- R-101 : Reaktor
- SP-101 : Separator 1
- SP-102: Separator 2
- SP-103 : Separator 3

3.7 Sistem Manajemen Operasi Pabrik

Pabrik Diklorometana yang akan didirikan mempunyai :

- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- Lapangan Usaha : Industri Diklorometana
- Lokasi Perusahaan : Cilegon, Banten
- Tenaga Kerja : 150 orang

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada prancangan pabrik diklorometana ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan

saham, dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih.

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Hal ini dikarenakan berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain :

- Pendelegasian wewenang
- Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- Pembagian tugas kerja yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Sistem kontrol asas kerja yang telah dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman terhadap asas-asas tersebut, maka dipilih organisasi kerja berdasarkan Sistem *Line and Staff*. Pada sistem ini, garis wewenang lebih sederhana, praktis dan tegas. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Berikut ini jumlah karyawan menurut jabatan pada pra-rancangan pabrik diklorometana,

**Table 7.** Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Keuangan dan Administrasi	1
4	Staff Ahli	3
5	Kepala Bagian	6
6	Kepala Seksi	13
7	Kepala Shift	24
8	Pegawai Staff 1	17
9	Pegawai Staff 2	19
10	Operator	47
11	Security	4
12	Sopir	4
13	Cleaning Service	10
<b>TOTAL</b>		<b>150</b>

Pabrik diklorometana ini direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan, dan *shutdown* pabrik. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan yaitu karyawan *shift dan non shift*.

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi, Para karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian selama 24 jam, dengan pengaturan sebagai berikut :

- Shift Pagi : Jam 07.00 – 15.00
- Shift Sore : Jam 15.00 – 23.00
- Shift Malam : Jam 23.00 – 07.00

Karyawan *non shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang

termasuk karyawan harian adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta karyawan yang berada di kantor. Pembagian kerja karyawan *non shift* sebagai berikut :

Jam kerja :

- Hari Senin-Kamis : Jam 08.00 – 17.00
- Hari Jumat : Jam 08.00 – 17.00

Jam istirahat :

- Hari Senin-Kamis : Jam 12.00 – 13.00
- Hari Jumat : Jam 11.00 – 13.00

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk dengan mutu sesuai dengan standar dan jumlah produk sesuai dengan rencana dalam jangka waktu sesuai jadwal.

a. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan alat, dan penyimpangan operasi. Hal - hal tersebut dapat diketahui dari monitor atau hasil analisis laboratorium.

b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku serta perbaikan alat yang terlalu lama. Penyimpangan perlu diketahui penyebabnya, baru dilakukan evaluasi. Kemudian dari evaluasi tersebut diambil tindakan seperlunya dan diadakan perencanaan kembali dengan keadaan yang ada.

c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan maka bahan proses harus mencukupi sehingga diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

### 3.8 Investasi dan Perhitungan Ekonomi

Analisis ekonomi digunakan untuk memperoleh perkiraan atau estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang akan diperoleh. lamanya modal investasi dapat dikembalikan dalam titik impas. Selain itu, analisis ekonomi juga dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

Analisa kelayakan pendirian pabrik diklorometana meliputi sebagai berikut [9] :

#### 1. % Profit on Sales (POS)

POS adalah persen keuntungan penjualan produk terhadap harga jual produk itu sendiri. Besarnya POS pabrik diklorometana ini adalah :

POS sebelum pajak = 13,75 %

POS setelah pajak = 11,00 %

#### 2. % Return on Investment (ROI)

ROI adalah tingkat pengembalian modal dari pabrik ini. dimana untuk pabrik yang tergolong *high risk*.

ROI sebelum pajak = 45,96 %

ROI setelah pajak = 36,76%

### 3. Pay Out Time (POT)

POT adalah jumlah tahun yang diperlukan untuk mengembalikan *Fixed Capital Investment* berdasarkan profit yang diperoleh. Besarnya POT untuk pabrik yang beresiko tinggi sebelum pajak adalah maksimal 2 tahun.

POT sebelum pajak = 1,9 tahun

POT setelah pajak = 2,2 tahun

### 4. Break Event Point (BEP)

BEP adalah titik impas, suatu keadaan dimana besarnya kapasitas produksi dapat menutupi biaya keseluruhan. Range BEP antara 40-60%. Besarnya BEP untuk pabrik diklorometana ini adalah 45,36 %

### 5. Shut Down Point (SDP)

SDP adalah suatu titik dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *Fixed Cost* yang menyebabkan pabrik harus ditutup. Besarnya SDP untuk pabrik diklorometana ini adalah 34,14 %

### 6. Discounted Cash Flow (DCF)

DCF adalah perbandingan besarnya persentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibandingkan dengan tingkat bunga yang berlaku di bank. Tingkat bunga simpanan di Bank Mandiri adalah 5,5 % (www.bankmandiri.co.id, 2018), dari perhitungan nilai DCF yang diperoleh adalah 25,26 %.

b. Pay Out Time (POT) sebelum pajak sebesar 1,9 tahun, sedangkan setelah pajak diperoleh sebesar 2,2 tahun.

c. Break Even Point (BEP) sebesar 45,36 %.

d. Shut Down Point (SDP) sebesar 34,14 %.

e. Discounted Cash Flow (DCF) sebesar 25,26 %.

Dengan demikian pra-rancangan pabrik diklorometana dengan kapasitas 8.500 ton/tahun layak untuk dipertimbangkan pendiriannya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan penulis kepada rekan kerja perancangan dan pihak-pihak yang telah membantu proses penelitian pra-rancangan pabrik ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brownell, L.E., and Young, E.H., Process Equipment Design, 1<sup>st</sup> editions, John Wiley & Son Inc., New York, 1959.
- [2] Coulson, J.M., and Richardson, J.F., An Introduction to Chemical Engineering, Allyn and Bacon Inc., Massachutes, 1983.
- [3] Faith, W. L., Keyes, D. B., and Clark, R. L., Industrial Chemicals, John Wiley & Sons New York, 1957.
- [4] Geankoplis, C.J., and Richardson, J.F., Design Transport Process and Unit Operation, Pegamon Press., Singapore, 1989.
- [5] Mc Ketta, J.J., and Cunningham, D.F., Encyclopedia of Chemical Processing and Design, vol 8, Marcel Pekker Inc., New York, 1979.
- [6] New Jersey Department Healt, Dicloromethane, Hazardous Substance Fact Sheet, 2008.
- [7] Perry, R.H., and Green, D.W., Perry's Chemical Engineer's Handbook, 6th editions, McGraw Hill Book Company, Singapore, 1997.
- [8] Stellman, JM., Encyclopedia of Occupational Health and Safety: Guides, Indexes, Directory, Geneva: International Labour Office, 1998.
- [9] Timmerhauss, K.D., and Peters, M.S., Plant Design and Economics for Chemical Engineering, 3rd editions, McGraw Hill International Book Company, Singapore. , 1991.
- [10] Walas, S.M., Chemical Process Equipment (Selection Design), 3rd editions, Butterworths, United States of America, 1988.

**Table 8.** Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

No.	Keterangan	Perhitungan	Batasan
1.	<i>Return On Investment</i> (% ROI)		• min 44 % (resiko tinggi)
	ROI sebelum pajak	45,96 %	
	ROI setelah pajak	36,76 %	
	<i>Pay Out Time</i> (POT)		• maks. 2 tahun (resiko tinggi)
2.	POT sebelum pajak	1,9 tahun	
	POT setelah pajak	2,2 tahun	
3.	<i>Break Even Point</i> (BEP)	45,36 %	• 40 – 60 %
4.	<i>Shut Down Point</i> (SDP)	34,14 %	• min. 12-14% bunga pinjaman
5.	<i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	25,26 %	• min 7% bunga deposito

Dari analisis ekonomi yang telah dilakukan. dapat diambil kesimpulan bahwa pendirian pabrik diklorometana dengan kapasitas 8.500 ton/tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka kesimpulan yan dapat diambil yaitu :

1. Pabrik diklorometana memiliki kapasitas pabrik sebesar 8500 ton/tahun menggunakan bahan baku metil klorida dan klorin.
2. Dari analisa ekonomi yang dilakukan memperoleh hasil sebagai berikut :
  - a. % Return On Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 45,96 %. sedangkan setelah pajak diperoleh sebesar 36,76 %.