

PRARANCANGAN PABRIK METIL KLORIDA DARI METANOL DAN HIDROGEN KLORIDA DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 10.000 TON/TAHUN

Risa Dwi Rachmawati¹, Nurus Shafirah Qolbi¹, Ageng Syaifuddin¹, Istiqomah Rahmawati¹, Ditta Kharisma Yolanda Putri¹

¹Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember,
Jl. Kalimantan No. 37, Jember

*Corresponding Author: risarachma02@gmail.com

Abstrak

Metil klorida merupakan senyawa *chloromethane* selain metilen klorida, kloroform dan karbon tetraklorida. Metil klorida atau klorometana memiliki beragam aplikasi industri yang digunakan dalam produksi resin, elastomer, silikon, dan produksi bahan kimia pertanian (*herbisida*). Data kebutuhan impor metil klorida rata-rata pada tahun 2018 – 2022 adalah sebesar 1.648 ton/tahun dengan rata-rata kenaikan sebesar 16,58%. Kebutuhan metil klorida diperkirakan sebesar 5.630 ton/tahun pada tahun 2028.

Pabrik metil klorida direncanakan berdiri di Kawasan Industri Cilegon dengan pertimbangan kemudahan akses sumber bahan baku, penyediaan air, penyediaan listrik, dan kebutuhan lainnya. Produksi metil klorida dilakukan dengan mereaksikan metanol dengan hidrogen klorida yang disebut sebagai reaksi hidroklorinasi. Campuran gas metanol dan hidrogen klorida direaksikan dalam reaktor *fixed bed multitube* pada suhu 300°C dan tekanan 3 atm menghasilkan *yield* sebesar 90 – 95%. Pabrik metil klorida akan beroperasi kontinyu 24 jam selama 330 hari/tahun dengan 129 karyawan.

Kata kunci: Metil klorida, Hidroklorinasi, *fixed bed multitube*

1. Pendahuluan

Metil klorida merupakan senyawa *chloromethane* berbeda dengan kloroform, metilen klorida, maupun karbon tetraklorida. Metil klorida atau klorometana memiliki beragam aplikasi industri yang digunakan dalam produksi resin, elastomer, silikon, dan produksi bahan kimia pertanian (*herbisida*). Pembangunan pabrik metil klorida di Indonesia dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang setiap tahunnya meningkat (Yandrapu and Kanidarapu 2022).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) rata-rata impor Indonesia sejumlah 1.648 ton/tahun dengan rata-rata kenaikan sebesar 16,58% dari tahun 2018-2022. Perhitungan kapasitas produksi dilakukan dengan menggunakan metode *discounted* (Kusnarjo 2010).

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad (1)$$

$$m_5 = P (1 + i)^n \quad (2)$$

Nilai m_1 adalah nilai impor, m_2 adalah produksi dalam negeri, m_3 adalah kapasitas pabrik, m_4 adalah nilai ekspor, dan m_5 adalah nilai konsumsi dalam negeri.

Kapasitas produksi 10.000 ton/tahun dipilih karena mampu mencukupi 100% kebutuhan metil klorida dalam negeri sebesar 5.630 ton/tahun, dapat mengekspor sebanyak 43,7% dari total kapasitas produksi, dan membuka lapangan kerja baru.

2. Deskripsi Proses

Proses yang dapat digunakan untuk memproduksi metil klorida adalah proses klorinasi dengan bahan baku berupa metana dan klorin, serta proses hidroklorinasi menggunakan bahan baku berupa metanol dan asam klorida (Taylor et al. 2000). Proses hidroklorinasi merupakan proses



penggabungan atom halogen dari asam klorida bersama sebuah senyawa organik. Proses hidroklorinasi dengan bahan baku metanol dan asam klorida dengan bantuan katalis akan menghasilkan metil klorida. Campuran gas metanol dan asam klorida direaksikan dalam reaktor batch jenis *fixed bed multitube* pada suhu 300°C dan tekanan 3 atm. Reaksi dalam reaktor dengan sifat eksotermis maka dibutuhkan *dowtherm A* untuk mengontrol temperatur. Yield yang dihasilkan sekitar 90 – 95%. (Thyagarajan, Kumar, and Kuloor 1966).

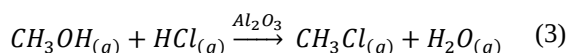
Perancangan pabrik metil klorida (CH_3Cl) ini berbahan baku dari asam klorida (HCl) dan metanol (CH_2OH) yang direaksikan dengan katalis alumina (Al_2O_3). Pembuatan metil klorida ini melalui tiga tahapan proses yaitu:

a. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa hidrogen klorida dan metanol cair diuapkan dengan menggunakan vaporizer. Hidrogen klorida cair terlebih dahulu dipisahkan dengan menggunakan separator. Hidrogen klorida dan metanol dalam fasa gas diumpankan menuju heater untuk menaikkan suhunya menjadi 300°C sebelum diumpankan menuju reaktor. Kondisi umpan reaktor disesuaikan terlebih dahulu dengan kondisi pada reaktor dengan tekanan 3 atm menggunakan kompressor.

b. Reaksi

Reaksi yang terjadi pada reaktor adalah sebagai berikut:



Reaktor yang digunakan pada proses pembuatan metil klorida merupakan *Fixed Bed Multitube* yang didukung didalamnya terdapat shell and tube. Dalam bagian shell reaktor diberikan *dowtherm A* untuk pendingin agar menjaga kondisi operasi dalam reaktor dengan karakteristik eksotermis.

c. Pemurnian

Produk keluar reaktor berupa metil klorida dan air dengan fasa gas. Gas produk reaktor kemudian diumpankan menuju Absorber agar memisahkan produk dengan sisa bahan baku yang tidak bereaksi. Dengan memanfaatkan air menjadi absorber, bahan baku seperti methanol maupun asam klorida yang tidak bereaksi mampu terjatir pada air.

3. Utilitas

Unit utilitas sebagai salah satu bagian pendukung proses yang dibutuhkan sebuah industri kimia sehingga mampu berlangsung secara baik. Utilitas dalam pabrik metil klorida tersusun atas unit

pengadaan air, unit penyedia steam, unit pengadaan listrik, unit pengadaan bahan bakar, unit pengolahan limbah.

Unit pengadaan air diperlukan untuk memenuhi semua kebutuhan produksi maupun kebutuhan lainnya seperti kebutuhan air umpan boiler, brine water, *dowtherm A* dan air sanitasi atau air bersih. Pemenuhan kebutuhan air pada pabrik metil klorida dari asam klorida dan metanol ini didapat dari PT. Krakatau Tirta Industri. PT. Krakatau Tirta Industri merupakan pabrik yang bergerak dibidang water treatment yang beroperasi di lingkungan kawasan industri Cilegon. Total kebutuhan air yang diperlukan adalah sebesar 1.104,4 m³/hari.

Kebutuhan steam pada pabrik metil klorida diperoleh dari boiler. Kebutuhan steam sesuai terhadap total air umpan boiler. Bahan bakar berupa diesel fuel dibutuhkan dalam menghasilkan panas untuk mengubah air umpan boiler menjadi steam. Penyediaan bahan bakar dipenuhi melalui Pertamina terdekat dari lokasi pabrik. Kebutuhan bahan bakar boiler sebesar 84,304 kg/jam.

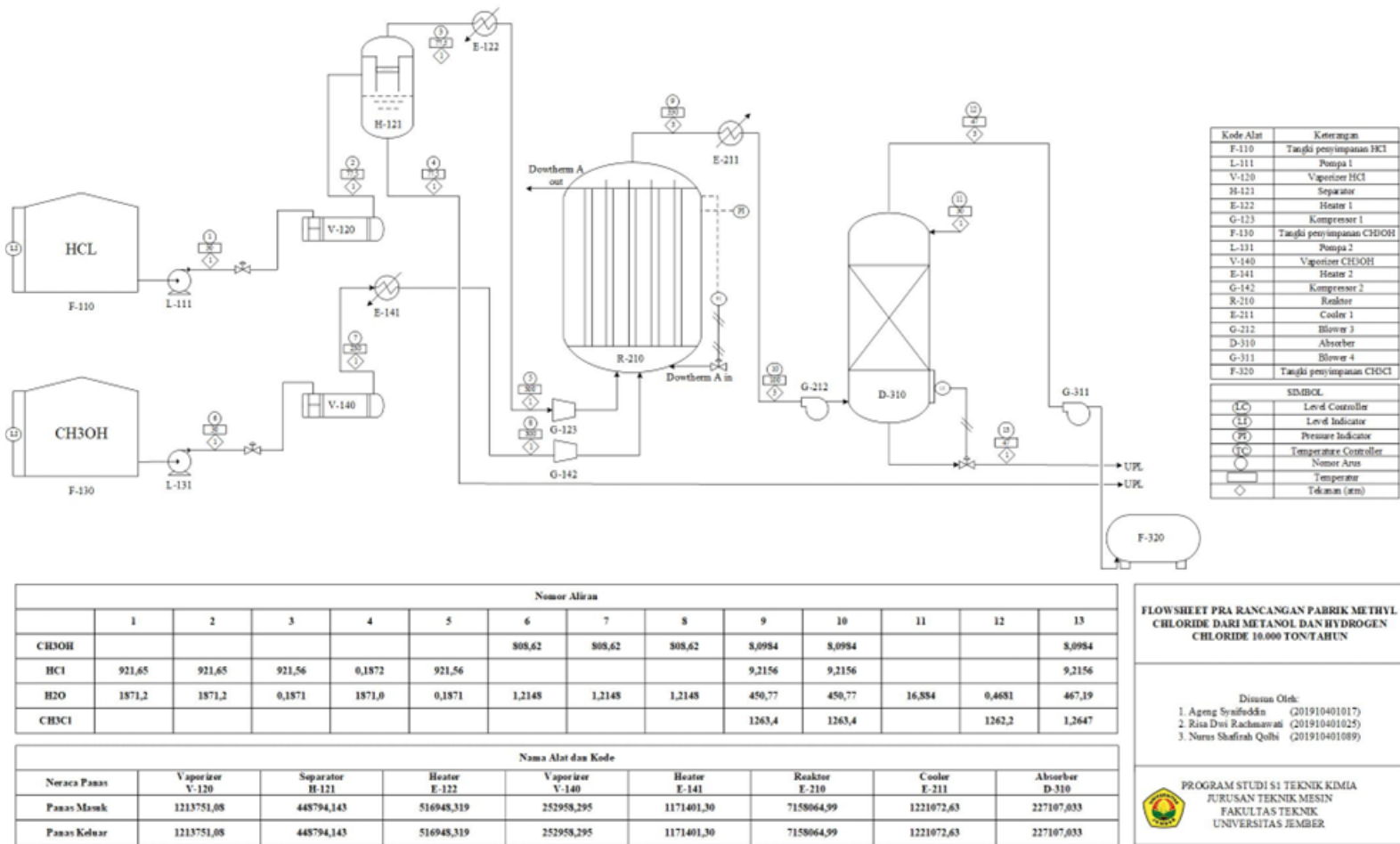
Listrik pada pabrik metil klorida dimanfaatkan dalam mengoperasikan berbagai peralatan untuk proses produksi, utilitas, penerangan pabrik, dan sebagai sumber daya untuk kantor dan fasilitas-fasilitas lainnya. Sumber tenaga listrik diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan Generator Set (Genset).

Limbah yang dihasilkan dari pabrik metil klorida dari asam klorida dan metanol dengan kapasitas 10.000 ton/tahun berjenis limbah cair. Limbah yang terdapat pada pabrik ini berupa metanol, asam klorida, air, dan sedikit produk metil klorida. Pengolahan limbah cair pada pabrik ini menerapkan kebijakan pengelolaan limbah yang berkelanjutan dengan bekerjasama dengan pihak ketiga yaitu PT. Krakatau Tirta Industri.

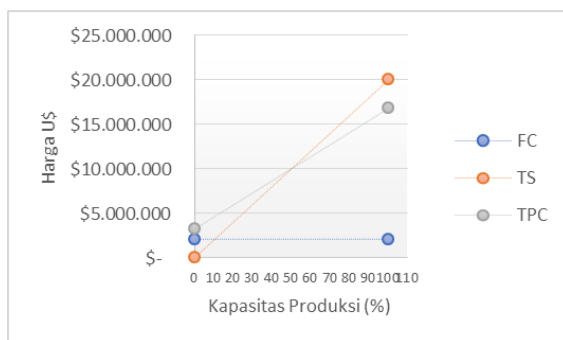
4. Analisis Ekonomi

Perhitungan evaluasi ekonomi diperlukan untuk menentukan sebuah pabrik layak untuk didirikan maupun tidak. Penentuan kelayakan pabrik ditinjau dari beberapa parameter seperti yang terdapat pada Tabel 1. Perhitungan evaluasi ekonomi pada pabrik metil klorida diambil berdasarkan pada buku (Peters, Timmerhaus, and others 2018) dan (Kusnarjo 2010). Pabrik layak didirikan jika nilai Break Even Point (BEP) berada diantara 40 – 60%. Perhitungan BEP dapat dilakukan secara grafis maupun analitis. Pada perhitungan secara grafis ditunjukkan pada **Gambar 2**.





Gambar 1. Flow Diagram Process Pra-rancangan Pabrik Metil Klorida Kapasitas 10.000 Ton/Tahun



Gambar 2. Analisa BEP Pabrik Metil Klorida Kapasitas 10.000 Ton/Tahun

Evaluasi ekonomi juga ditinjau dari:

- Annual Cash Flow (ACF)* yang harus lebih besar dari bunga bank. Pada pabrik metil klorida ini bunga bank yang digunakan adalah sebesar 6,25%.
- Pay Out Time (POT)* kurang dari setengah umur pabrik. Pada pabrik metil klorida ini nilai POT adalah kurang dari 5 tahun.
- Net Profit Over Total Lifetime (NPOTLP)* harus lebih besar dari TCI ditambah dengan jumlah bunga pinjaman.
- Total Capital Sink (TCS)* harus lebih besar dari TCI.
- Rate of Return (ROR)* harus lebih besar dibandingkan bunga bank sebesar 6,25%.
- Discounted Cash Flow Rate of Return (DCF-ROR)* harus lebih besar dari bunga bank sebesar 6,25%.
- Break Even Point (BEP)* berada diantara 40 – 60%.

Tabel 1. Evaluasi Ekonomi Pabrik Metil Klorida Kapasitas 10.000 Ton/Tahun

No.	Parameter	Hasil	Kesimpulan
1	POT	3,50	Layak
2	NPOTLP	\$31,16 M	Layak
3	TCS	\$37,55 M	Layak
4	ROR	19,00%	Layak
5	ACF	23,00%	Layak
6	DCF-ROR	26,00%	Layak
7	BEP	42,00%	Layak

5. Kesimpulan

Pabrik metil klorida dengan kapasitas produksi 10.000 ton/tahun direncanakan berdiri pada tahun 2028 di Kawasan Industri Estate Cilegon (KIEC). Pabrik metil klorida direncanakan berdiri dengan jenis Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah karyawan 129 orang dan akan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari/tahun.

Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi, pabrik metil klorida ini layak untuk didirikan.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik, 2023, "Jumlah dan Nilai Impor Metil Klorida di Indonesia Periode 2018 – 2022", Badan Pusat Statistik. Available at: <https://www.bps.go.id>
- Kusnarjo, 2010, "Desain Pabrik Kimia". Surabaya.
- Peters, Max S., Klaus D. Timmerhaus, dkk., 2018, "Plant Design and Economics for Chemical Engineers". McGraw-Hill International.
- Taylor, M. C., R. B. McMullin, C. A. Gammill, J. Am, Chern Soc, dan John A. Wojtowicz. 2000. "O · c Ro · C." (5).
- Thyagarajan, M. S., Rajinder Kumar, dan N. R. Kuloor, 1966, "Hydrochlorination of Methanol to Methyl Chloride in Fixed Catalyst Beds." *Industrial & Engineering Chemistry Process Design and Development* 5(3):hal. 209–13.
- Yandrapu, Vikranth Pridhvi, dan Nagamalleswara Rao Kanidarapu, 2022, "Energy, Economic, Environment Assessment and Process Safety of Methylchloride Plant Using Aspen HYSYS Simulation Model." *Digital Chemical Engineering* 3:100019.

