

PRARANCANGAN PABRIK METHYL CHLORIDE DARI METHANOL DAN HYDROGEN CHLORIDE KAPASITAS 2.600 TON/TAHUN

(Design Of Methyl Chloride From Methanol And Hydrogen Chloride With A Capacity Of 2,600 Tons/Year)

Agnes Yohan*, Arif Rahman, Syamsuddin Yani, Rismawati Rasyid

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumaharjo No.Km5 Panai kang, Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia

Inti Sari

Methyl Chloride dibuat dengan mereaksikan antara methanol dengan hydrogen chloride. Reaksi antara methanol dan hydrogen Chloride terjadi di reaktor fixed bed. Reaktor ini bersifat eksotermis, sehingga dibutuhkan media pendingin berupa dowertherm A untuk mengatur temperatur reaksi. Produk metyl chloride yang dihasilkan mempunyai kemurnian sekitar 99%. Kapasitas produksi metyl chloride dirancang 2.600 ton/tahun, membutuhkan bahan baku methanol sebesar 99.9% dan hydrogen chloride sebesar 37%. Pabrik direncanakan didirikan di kawasan industri Cilegon, Banten Jawa Barat dengan luas tanah 10.000 m². Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem garis dan staf, membutuhkan tenaga kerja sebanyak 150 orang. Pendirian pabrik metyl chloride di atas dibutuhkan modal tetap sebesar Rp. 11.616.696.296, modal kerja sebesar Rp. 41.218.333.379, dan pengeluaran umum sebesar Rp. 660.153.172.238. Harga jual produksi sebesar Rp 106.340.000.000 pertahun. dengan keuntungan sebelum dan sesudah pajak berturut-turut Rp. 24.345.737.871 per tahun dan Rp. 18.259.303.403 per tahun. Profitabilitas meliputi Rate of Investment (ROI) sebelum dan sesudah pajak berturut-turut sebesar 36% dan 27%, Pay Out Time (POT) sebelum dan sesudah pajak berturut turut 2.19 tahundan 2.72 tahun dan Break Event Point (BEP) sebesar 45,55%. Berdasarkan pertimbangan teknik dan hasil perhitungan analisis ekonomi di atas, maka pabrik metyl chloride berkapasitas 2.600 ton/tahun layak didirikan.

Kata Kunci: Metyl Chloride, Methanol, Hydrogen Chloride, Reaktor Fixed Bed

Key Words : Metyl Chloride, Methanol, Hydrogen Chloride, Reaktor Fixed Bed

Abstract

Methyl Chloride is made by reacting methanol with hydrogen chloride. The reaction between methanol and hydrogen chloride occurs in the fixed bed reactor. This reactor is exothermic, so a cooling medium in the form of dowertherm A is needed to regulate the reaction temperature. The resulting methyl chloride product has a purity of about 99%. Methyl chloride production capacity is designed to be 2,600 tons/year, requiring 99.9%

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Email :

jmpe@umi.ac.id

*Corresponding Author

agnes-yohan05@gmail.com



Journal History

Paper received : 05 Agustus 2023

Received in revised : 15 September 2023

Accepted : 28 Oktober 2023

methanol and 37% hydrogen chloride as raw materials. The factory is planned to be built in the Cilegon industrial area, Banten, West Java, with a land area of 10,000 m². The form of the company is a Limited Liability Company (PT) with a line and staff system, requiring a workforce of 150 people. Based on the calculation of the economic evaluation for the establishment of the methyl chloride factory above, a fixed capital of Rp. 11,616,696,296, working capital of Rp. 41,218,333,379, and general expenses of Rp. 660.153.172.238. The production selling price is IDR 106,340,000,000 per year, with profit before and after tax, respectively IDR. 24,345,737,871 per year and Rp. 18,259,303,403 per year. Profitability includes the Rate of Investment (ROI) before and after tax of 36% and 27% respectively, Pay Out Time (POT) before and after tax of 2.19 years and 2.72 years respectively and Break Event Point (BEP) of 45.55% Based on technical considerations and the results of the economic analysis above, a methyl chloride plant with a capacity of 2,600 tons/year is feasible to build.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia sangat pesat, terdapat beberapa industri berskala besar yang berdiri di Indonesia. Pesatnya perkembangan industri di Indonesia ini didukung oleh sumber daya alam dan sumber daya manusia yang berlimpah. Kondisi ini akan berpengaruh terhadap peningkatan kebutuhan bahan baku kimia yang digunakan untuk proses produksi. Kebutuhan bahan-bahan kimia untuk industri-industri di Indonesia juga semakin meningkat. Pabrik kimia di Indonesia masih kurang sehingga peningkatan impor bahan-bahan kimia di Indonesia seperti metil klorida. Metil klorida merupakan salah satu bahan penting yang dibutuhkan dalam industri silikon, bahan obat-obatan untuk pertanian, bahan dalam industri karet sintesis, sebagai bahan baku pembuatan *methyl cellulose*, pembuatan aditif bahan bakar (*Tetra Ethyl Lead*), serta dapat digunakan sebagai bahan dalam industri pembersih lantai. [1]

Kebutuhan metil klorida di Indonesia cukup besar sehingga untuk mencukupinya masih harus mengimpor dari luar negeri. Pendirian pabrik metil klorida ini diharapkan akan memenuhi kebutuhan dalam negeri dan akan membuka kesempatan bagi negara Indonesia untuk menjadi salah satu pengekspor metil klorida ke mancanegara. Pendirian pabrik juga akan merangsang tumbuhnya industri-industri yang memproduksi metil klorida menjadi bahan lain sehingga akan meningkatkan perekonomian negara dan akan membuka kesempatan terciptanya lapangan kerja baru. [2]

Proses pembuatan metil klorida ada dua jenis yaitu klorinasi metana dan hidroklorinasi metanol dengan asam klorida. Perbandingan 2 proses tersebut dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perbandingan proses pembuatan metil klorida [3]

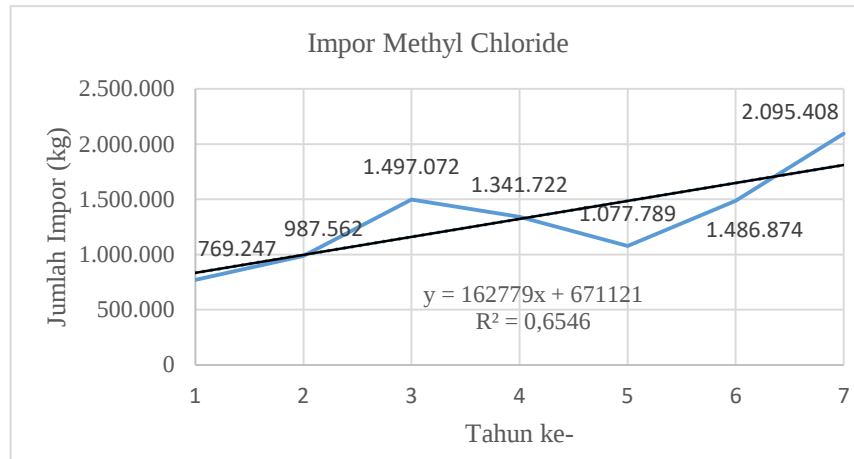
No	Aspek Pemanding	Klorinasi Metana	Hidroklorinasi Metanol dan AsamKlorida
1	Jenis reaksi	Banyak reaksi samping	Reaksi tunggal
2	Suhu	400-500°C	100-150°C
3	Konversi	90%	95%
4	Yield proses	80-85%	90-95%

Tabel 1 di atas disimpulkan bahwa proses pembuatan metil klorida dipilih proses hidroklorinasi metanol dengan pertimbangan konversi yang diperoleh cukup tinggi yaitu pada tahap satu sebesar 95% dan suhu reaksi relatif rendah 100-150°C. Reaksi hidroklorinasi yang berjalan tunggal tidak menghasilkan banyak produk samping, sehingga produk yang terbentuk sesuai dengan yang diinginkan.

Kapasitas produksi pabrik berpengaruh pada perhitungan teknis maupun ekonomis, akan tetapi terdapat faktor yang menentukan produksi seperti data perkembangan impor metil klorida. Data perkembangan impor metil klorida dapat dilihat pada tabel 2 dan Gambar 1 berikut:

Tabel 2. Data Perkembangan Impor Metil klorida di Indonesia

No	Tahun	Impor (kg)
1	2015	769.247
2	2016	987.562
3	2017	1.497.072
4	2018	1.341.722
5	2019	1.077.789
6	2020	1.486.874
7	2021	2.095.408



Gambar 1 Grafik Perkembangan Impor Metil klorida

Perhitungan kapasitas pabrik menggunakan persamaan dari grafik yaitu $Y = 162779x + 671121$. Kebutuhan metil klorida pada tahun 2026 adalah 2.624.475 kg/tahun. Kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan pada tahun 2026 adalah 2.600 ton/tahun. [4]

PROSES PEMBUATAN METIL KLORIDA

Proses pembuatan Metil klorida menggunakan asam klorida (HCl) dan metanol (CH_3OH). Metanol cair dengan kemurnian 99,85% dari tangki penyimpanan yang bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C diumpankan ke dalam *Vaporizer-01* yang bekerja pada tekanan 1,2 atm dan suhu $69,4^\circ\text{C}$. Hasil penguapan dari *Vaporizer-01* lalu diumpankan ke *Heater-01* untuk dinaikkan suhunya hingga 200°C , suhu dimana reaksi hidroklorinasi berjalan. Dan diumpankan kedalam reaktor. [5]

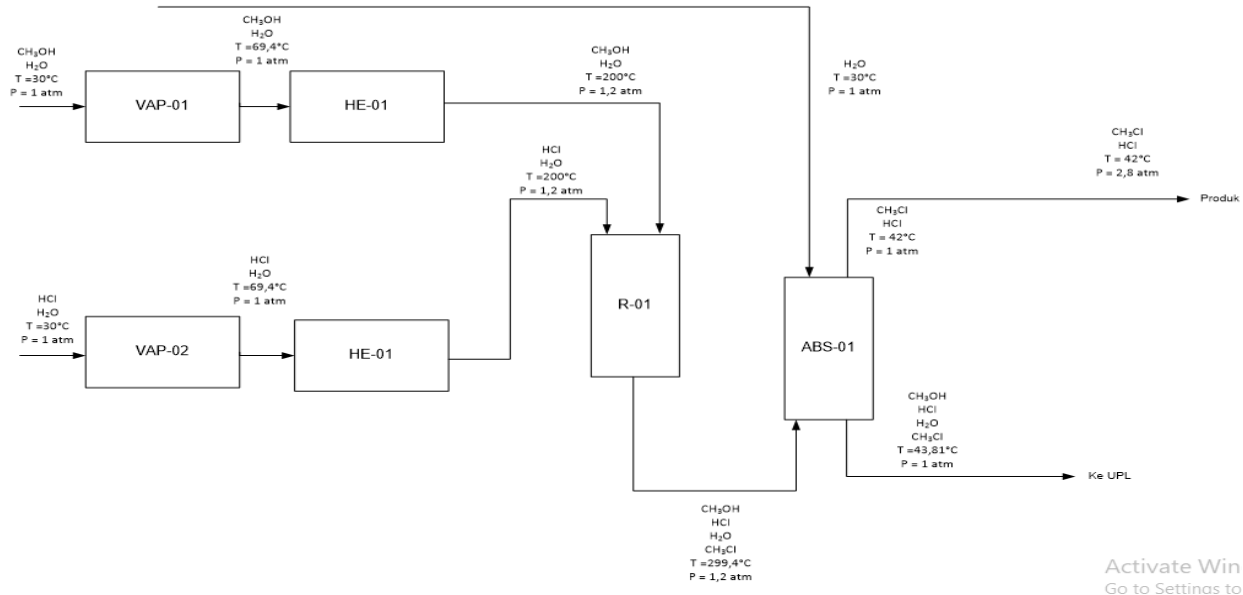
Bahan baku lainnya berupa HCl dengan kemurnian 33,33 % dari tangki penyimpanan bertekanan 1 atm dan suhu 30°C diumpankan menuju *Vaporizer-02* yang bekerja pada tekanan 1,2 atm dan suhu $69,4^\circ\text{C}$. Hasil penguapan dari *Vaporizer-01* lalu diumpankan ke *Heater-01* untuk dinaikkan suhunya hingga 200°C , suhu dimana reaksi hidroklorinasi berjalan kemudian diumpankan menuju reaktor. [6]

Umpan masuk reaktor meliputi gas campuran methanol, asam klorida, dan air yang keluar dari *Heater-01* dan *Heater-02*. Reaktor yang digunakan adalah *fixed-bed reactor* yang bekerja secara adiabatik dan menggunakan katalis silica alumina gel. Kondisi masuk reaktor adalah dengan suhu 200°C dan tekanan 1,2 atm, sedangkan kondisi keluarnya adalah suhu $299,4^\circ\text{C}$ dan tekanan 1,2 atm. Reaksi hidroklorinasi metanol terjadi didalam reaktor yang menghasilkan produk metil klorida dan HCl dengan konversi 95%. Reaksi berjalan secara non isothermal, sehingga dibutuhkan pendingin tambahan yaitu dowertherm A. [7]

Produk keluar reaktor didinginkan dengan menggunakan *Cooler-01*. Kemudian hasil keluaran *Cooler-01* lalu diumpankan menuju *Absorber* untuk dilakukan pemisahan antara produk berupa *methyl chloride* dan impurities HCl dengan menggunakan H_2O sebagai penyerap impurities HCl. Hasil bawah *Absorber* berupa cairan dialirkan menuju

Unit Pengolahan Limbah (UPL), sedangkan hasil atas *absorber* berupa uap *methyl chloride* dialirkan menuju kondensor untuk dikondensasikan menjadi cairan. Produk akhir *methyl chloride* dialirkan menuju tangki penyimpanan produk. [8]

Diagram alir pembuatan metil klorida dengan proses hidroklorinasi dapat dilihat pada gambar 2 berikut: [9]



Gambar 2. Diagram Alir Kualitatif Proses Pembuatan Metil klorida

ANALISA EKONOMI

Perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang menentukan apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan pabrik Metil klorida adalah sebagai berikut :[10]

Faktor-faktor utama yang perlu ditinjau untuk memutuskan hal ini adalah :

a. Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return / IRR*)

Hasil perhitungan pada Lampiran Ekonomi, didapatkan harga $i = \%$ yang mana lebih besar dari harga i untuk bunga pinjaman yaitu 15% per tahun. Harga $i = 34,67\%$ yang didapatkan dari perhitungan menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman 15% per tahun.[11]

b. Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Time / POT*)

Perhitungan yang dilakukan pada Lampiran Ekonomi diperoleh waktupengembalian modal minimum adalah 2,19 tahun. Nilai POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik yaitu 9 tahun menunjukkan bahwa pabrik layak untuk didirikan. [12]

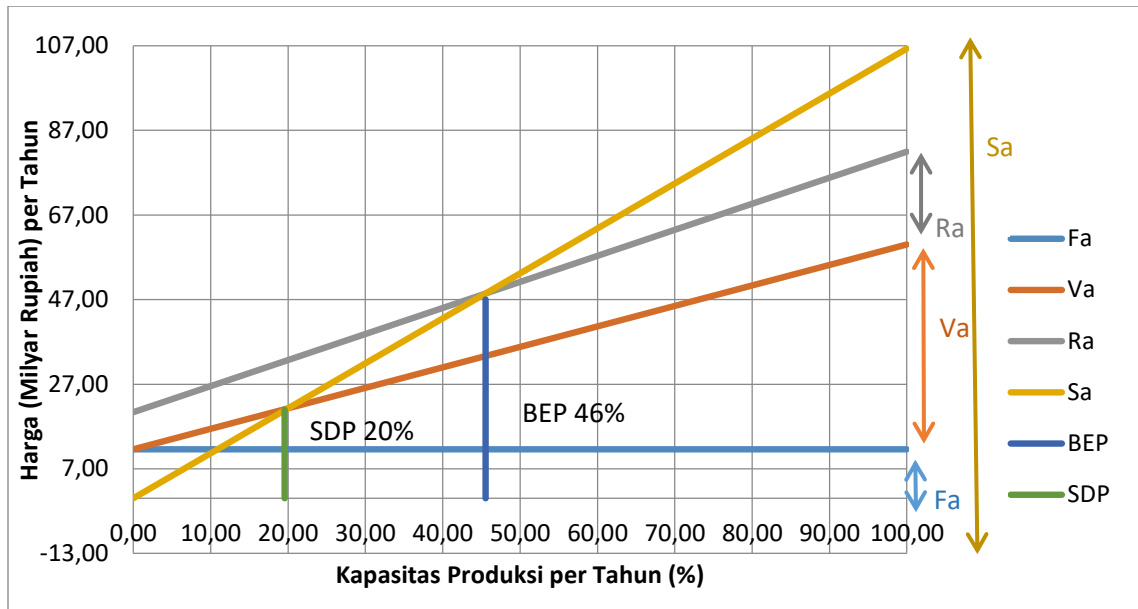
c. Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (F_a), Biaya variabel (V_a), *Regulated cost* (R_a) dan biaya total tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi (S_a). Nilai Titik Impas (BEP) pada Lampiran Ekonomi sebesar 46 %.[13]

d. *Shut Down Point* (SDP)

SDP adalah suatu titik atau saat suatu penentuan aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain variabel cost yang terlalu tinggi, atau bisa juga keputusan management akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit). Nila SDP pada lampiran Ekonomi sebesar 22%. [14]

Grafik penentuan titik BEP dan SDP pabrik metil klorida dapat dilihat pada gambar 3 berikut:



Gambar 3 Grafik Break Event Point (BEP)

KESIMPULAN

Kapasitas produksi pabrik metil klorida yang akan didirikan yaitu 2.600 ton/tahun. Bentuk hukum perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan 150 orang dan luas tanah yang dibutuhkan adalah 10.000 m². Hasil analisa ekonomi diperoleh total modal investasi sebesar Rp 88.822.435.867, pengeluaran umum sebesar Rp. 22.845.624.089, *pay out time* sebesar 2,19 tahun, *return of investment* sebesar 27%, *break even point* sebesar 46%, *shut down point* sebesar 20% dan *internal rate of return* sebesar 34,67%. Berdasarkan hasil analisa ekonomi tersebut, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Pabrik Metil klorida dari metanol dan hidrogen klorida layak untuk didirikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada pemberi dana dalam penyusunan prarancangan pabrik kimia. Ucapan terima kasih dapat juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penyusunan prarancangan pabrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Kirk_outhmer v1_ Encyclopedia of Chemicalm Technologi, vol 1.pdf."
- [2] H. Silla, *Separator Design*. 2003. doi: 10.1201/9780203912454.ch6.
- [3] C. Geankoplis, "146254681-Transport-Processes-and-Unit-Operations-Geankoplis-pdf.pdf." p. 938, 1993.
- [4] A. Gupta, "Physical and Chemical Properties Temperature From Empirical," *Theguardian*, pp. 1–80, 2013.
- [5] "Brown, G.G - Unit Operations.pdf."
- [6] J. B. Joshi and L. K. Doraiswamy, *Chemical reaction engineering*. 2008. doi: 10.1201/9781420087567-13.
- [7] J. J. McKetta and W. A. Cunningham, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. 2021. doi: 10.1201/9781003209812.
- [8] E. B. Nauman, *AND SCALEUP CHEMICAL REACTOR AND SCALEUP*.
- [9] J. R. Backhurst, J. H. (John H. Harker, J. F. (John F. Richardson, and J. M. (John M. Coulson, "Coulson & Richardson's chemical engineering, J.M. Coulson and J.F. Richardson. Solutions to the problem in chemical engineering, volume 1," vol. 1, p. 332, 2001.
- [10] M. T. Ipm and M. T. Ipm, *Dr. Ir. La Ifa, S.T., M.T. IPM, ASEAN Eng. Dr. Ir. Nurdjannah, S.T., M.T. IPM, ASEAN Eng.*
- [11] M. Peters and K. Timmerhaus, *Plant desing and Economics for Chemical Engineers*, vol. 2, no. 4. 1994.
- [12] J. Bralla, "Handbook of manufacturing processes," 2006, [Online]. Available:

- http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/file_ebook/Isi1687720554214.pdf
- [13] N. York, C. Brisbane, T. Singapore, and G. D. Ulrich, "John Wiley & Sons a Guide To Chemical Engineering Process Design and Economics".
- [14] D. Shallcross, "Process Equipment Design," *Chemical Engineering Explained: Basic Concepts for Novices*. pp. 324–346, 2023. doi: 10.1039/bk9781782628613-00324.