

PRARANCANGAN PABRIK BUTIL METAKRILAT DARI ASAM METAKRILAT DAN BUTANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 17.000 TON/TAHUN

Achmad Sunan Japar Sidik^{1*}, Bintang Hambela Ilmanto¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jalan A. Yani KM 35, Kampus ULM Banjarbaru, Kalimantan Selatan

*Corresponding Author: achmad.sunan82@gmail.com

Abstrak

Butil metakrilat dengan rumus molekul $C_4H_8O_2$ merupakan senyawa organik yang pada keadaan normal berupa cairan. Butil metakrilat digunakan sebagai kopolimer dalam jumlah tertentu dalam bentuk emulsi polimer digunakan sebagai bahan baku dan additive pada berbagai industri seperti: pigmen promoter perekat, pelapisan kulit, pengkilap lantai, lapisan pelindung, bahan perekat dan cat.

Proses yang digunakan untuk pembuatan butil metakrilat adalah esterifikasi asam metakrilat dengan butanol dengan bantuan katalis asam sulfat, pada tekanan 1 atm dan suhu $90^\circ C$, dimana reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dan reaksi bersifat isothermal (menghasilkan panas). Keluaran reaktor yang sudah melalui proses penetralan katalis dan pemisahan dari slurry dialirkan menuju menara distilasi untuk memurnikan butil metakrilat dari butanol dan air. Keluaran bottom menara distilasi berupa butil metakrilat kemudian didinginkan dan dialirkan ke tangki penyimpanan produk. Distilat berupa butanol kemudian dialirkan sebagai arus recycle. Butil metakrilat diproduksi dengan kapasitas 17.000 ton/tahun dengan 330 hari kerja dalam 1 tahun dan dioperasikan mulai tahun 2024. Pendirian pabrik direncanakan berlokasi di Tuban, Jawa Timur dengan luas area $16.566 m^2$. Tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 161 orang dan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi garis dan staf. Kebutuhan utilitas diambil dari sungai Bengawan Solo sebanyak $22.647,9270 m^3/hari$. Sedangkan kebutuhan listrik untuk operasional pabrik sebesar 261,83 kW.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, didapat nilai Return on Investment (ROI) sesudah pajak untuk pabrik ini sebesar 20%, Pay Out Time (POT) sesudah pajak sebesar 3,6 tahun. Sedangkan nilai Break Even Point (BEP) sebesar 50% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 21%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik ini bisa dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : Asam Metakrilat, Butil Metakrilat, Butanol, Break Event Point dan Shut Down Point

1. Pendahuluan

Negara-negara di dunia harus bersiap untuk menghadapi era perdagangan bebas yang sudah dimulai terkhususnya negara Indonesia. Negara Indonesia saat ini masih bisa dikatakan cukup tertinggal untuk menghadapi era perdagangan bebas tersebut. Perekonomian di negara Indonesia saat ini cukup tertinggal dibandingkan negara-negara maju lainnya merupakan salah satu tantangan saat ini. Karena itu perlu adanya upaya baru untuk negara Indonesia bisa siap dan bersaing dengan negara-negara maju lainnya didunia. Salah satunya dengan pengembangan di bidang industri, terkhususnya industri kimia.

Pembangunan industri kimia sebagai salah satu usaha untuk mengembangkan negara jangka panjang yang diarahkan agar mencapai kondisi

ekonomi yang lebih kuat dan sehat, yaitu kondisi di mana ekonomi dengan titik berat industri kimia yang maju. Oleh karena itu, proses pengembangan industri kimia lebih diperhatikan untuk mendukung kemajuan industri kimia sebagai penggerak peningkatan laju ekonomi dan perluasan lapangan kerja. Tujuannya adalah untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, dan juga untuk memberikan lapangan pekerjaan bagi masyarakat Indonesia. Sejalan dengan kebijakan pemerintah untuk peningkatan laju pertumbuhan industri kimia maka pembangunan industri kimia yang berwawasan masa depan dan mempunyai prospek yang cukup bagus. Salah satu pembangunan industri kimia yaitu pembangunan pabrik butil metakrilat.



Perancangan pabrik butil metakrilat ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan butil metakrilat di Indonesia yang diharapkan dapat mengurangi kebutuhan impor bahan kimia tersebut. Selain itu, hal ini dapat menjadi acuan tumbuhnya pabrik butil metakrilat yang lain untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Dipandang dari segi sosial akan dapat memberikan lapangan pekerjaan bagi penduduk serta meningkatkan pendapatan pemerintah suatu daerah

Dengan mempertimbangkan hal tersebut di atas maka pendirian pabrik butil metakrilat dari asam metakrilat dan butanol sangat diperlukan. Data impor butil metakrilat di Indonesia tahun 2010-2018 dapat dilihat pada **Tabel 1** (Badan Pusat Statistik, 2018).

Tabel 1 Data Impor Butil Metakrilat di Indonesia Tahun 2010-2018

No.	Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2010	2.142	0
2	2011	2.231	4,15
3	2012	2.660	19,23
4	2013	3.216	20,90
5	2014	3.269	1,66
6	2015	2.806	-14,18
7	2016	3.300	17,61
8	2017	3.305	-8,95
9	2018	5.806	93,22
Pertumbuhan Rata-rata			14,85

Dengan pertimbangan kapasitas yang ditentukan setidaknya masuk dalam kapasitas pabrik yang sudah berproduksi di Dunia. Adapun data pabrik Butil Metakrilat yang telah beroperasi di Dunia dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Data Pabrik Butil Metakrilat di Dunia

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
Fushin Anxin Chemical Co., Ltd	Tiongkok	200.000
Sumitomo Chem	Jepang	75.000
LG MMA	Korea Selatan	22.000
Heilongjiang Longxin	Tiongkok	12.000

Dari data tersebut maka dapat diperkirakan jumlah kebutuhan Butil Metakrilat pada tahun 2024 yang didapatkan dari perhitungan *discounted method* dengan rumus (Ulrich, 1984):

$$F = P (1+i)^n \quad \dots(1.1)$$

Berdasarkan hasil perhitungan dari persamaan *discounted method* dan data Butil Metakrilat pada tahun 2010 sampai 2018 menunjukkan bahwa peluang kapasitas pabrik Butil Metakrilat yang akan didirikan pada tahun 2024 yaitu 17.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan impor dan sebagian kecil untuk di ekspor. Sebagai pertimbangan kapasitas pabrik, dilihat juga kapasitas produksi pabrik Butil Metakrilat di Dunia. Dengan pertimbangan ini kapasitas yang ditentukan setidaknya masuk dalam kapasitas pabrik yang sudah berproduksi di Dunia.

2. Deskripsi Proses

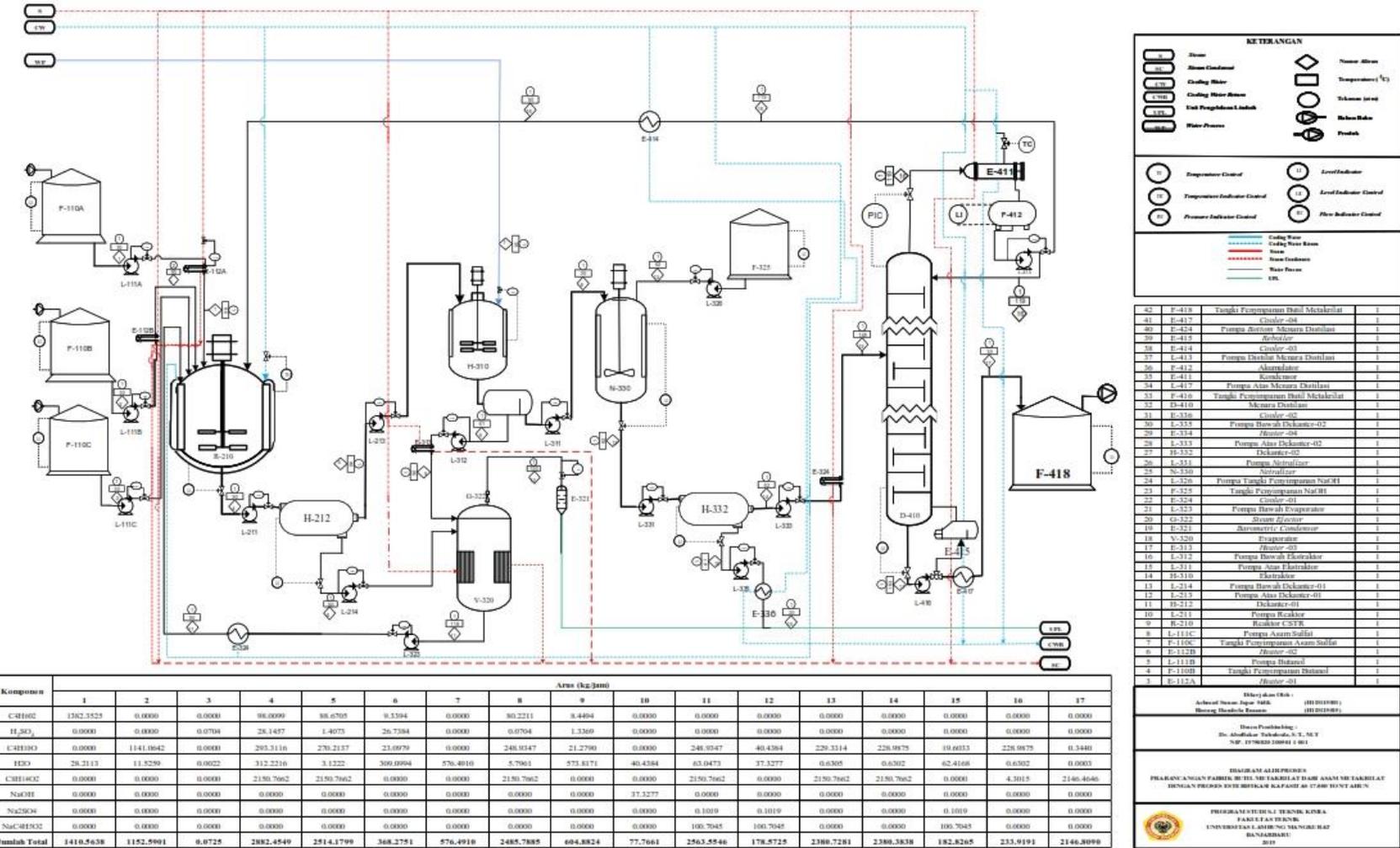
Pada perancangan pabrik Butil Metakrilat ini, proses pembuatan Butil Metakrilat dalam skala industri dibedakan berdasarkan bahan baku yang digunakan. Ada proses yang menggunakan asam metakrilat dan butanol, ada yang menggunakan metil metakrilat dan butanol dan ada yang menggunakan metakrolein, butanol dan oksigen. Perbandingan proses pembuatan Butil Metakrilat, dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perbandingan Proses Pembuatan Butil Metakrilat

Parameter	Proses I	Proses II	Proses II
Kondisi Operasi	90°C ; 1 atm	80°C ; 1 atm	110-130 °C ; 1 atm
Reaksi	Cair-cair	Cair-gas	Cair-cair
Ketersediaan bahan baku	Mudah diperoleh dan murah	Sulit diperoleh dan mahal	Mudah diperoleh tetapi mahal
Harga katalis	Murah	Sangat mahal	Cukup mahal
Konversi	93%	-	-
Waktu reaksi	0,1 – 3 jam	-	-



DIAGRAM ALIR PROSES
PRARANCANGAN PABRIK BUTIL METAKRILAT DARI ASAM METAKRILAT DENGAN PROSES
ESTERIFIKASI KAPASITAS 17.000 TON/TAHUN



Gambar 1. Process Flow Diagram Prarancangan Pabrik Butil Metakrilat dari Asam Metakrilat dan Butanol dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 17.000 Ton/Tahun

Proses pembuatan Butil Metakrilat ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

a. Tahap Persiapan Bahan Baku

Asam metakrilat dari tangki penyimpanan (F-110A) dialirkan menggunakan pompa menuju reaktor (R-210) serta dicampurkan dengan butanol dari tangki penyimpanan (F-110B) serta hasil *recycle* untuk di reaksikan didalam reaktor pada suhu 90°C. Asam sulfat dari tangki penyimpanan (F-110C) sebagai katalis dialirkan menggunakan pompa kedalam reaktor (R-210).

b. Tahap Reaksi

Butanol dan asam metakrilat direaksikan di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (R-210) pada suhu 90°C dengan tekanan 1 atm. Perbandingan mol butanol: asam metakrilat = 1:1. Konversi yang didapatkan 93%. Reaksi dijalankan pada suhu 90°C. Kadar katalis asam sulfat yang digunakan adalah 1% berat. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



c. Tahap Pemisahan Produk

Produk keluar reaktor (R-210) terdiri atas ester dan air, selanjutnya diumpankan kedalam dekanter-01 (H-212) untuk dipisahkan. Hasil pemisahannya, ester diumpankan kedalam ekstraktor (H-310) dan air diumpankan ke evaporator (V-320) untuk dipekatkan. Air dipisahkan dari ester yang masih terikut kedalam evaporator (V-320) tersebut. Air kemudian diuapkan keluar melalui bagian atas evaporator (V-320), larutan pekat asam di *recycle* ke reaktor (R-210). Larutan ester akan masuk ke netralizer (N-330) untuk dinetralkan asamnya dengan menambahkan larutan NaOH dari tangki penyimpanan (F-325) secara stoikiometris dan dipisahkan dalam dekanter-02 (H-332). Fase air dibuang sebagai limbah dan fase ester diumpankan kedalam menara distilasi (D-410) untuk dimurnikan esternya. Butanol keluar sebagai hasil atas menara distilasi (D-410) di *recycle* ke reaktor (R-210) dan produk butil metakrilat keluar sebagai hasil bawah menara distilasi (D-410) lalu disimpan dalam tangki penyimpanan (F-418).

Reaksi pembentukan Butil Metakrilat merupakan reaksi orde 2 dengan nilai k sebesar 2613,0310 kmol/L.jam dengan konversi sebesar 93% (US005386052A). Adapun persamaan kecepatan reaksi adalah sebagai berikut:

$$-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$$

Berdasarkan perhitungan neraca massa, komposisi masuk & keluar reaktor dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Neraca Massa Reaktor (R-210)

Komponen	Aliran Masuk (kg/jam)					Aliran Keluar (kg/jam)
	1	2	3	16	11	
C ₄ H ₆ O ₂	1382	-	-	-	17	98,00
C ₄ H ₁₀ O	-	1141	-	228	44	293,31
C ₈ H ₁₄ O ₂	-	-	-	4,30	-	2155
H ₂ SO ₄	-	-	0,07	-	28	28,14
H ₂ O	28,21	11	0,00	-	-	312,22
Subtotal	1411	1152	0,07	233	90	2886
TOTAL	2886,7565					2886,7565

3. Utilitas

Untuk memenuhi kebutuhan air pabrik, direncanakan menggunakan air dari sungai Bengawan Solo. Pembangkit listrik utama pada pabrik ini menggunakan listrik dari PLN dan terdapat generator sebagai suplai listrik cadangan. Kebutuhan total utilitas yang dibutuhkan pada pabrik Butil Metakrilat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan Utilitas Pabrik Butil Metakrilat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	727,1254 kg/jam
Air	22.647,9270 kg/jam
Listrik	261,83 kW
Bahan Bakar	4521,8374 kg/jam

4. Analisis Ekonomi

Berikut adalah daftar harga bahan baku dan produk pada prarancangan pabrik Butil Metakrilat

Tabel 6. Daftar Harga Bahan Baku dan Produk

Komponen	Harga (Rp/Kg)
Asam metakrilat	14.009
Butanol	1.012
Asam sulfat	5.60
Butil metakrilat	34.000

Adapun biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik Magnesium Karbonat dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Total Biaya Pabrik Butil Metakrilat

Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
FCI	310.497.893.712,33
WC	82.150.027.801,40
TCI	436.647.609.471,10
TPC	452.530.774.898,06

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau kecil dan pabrik tersebut dapat dikategorikan layak atau tidak untuk didirikan maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan ekonominya. Beberapa cara yang



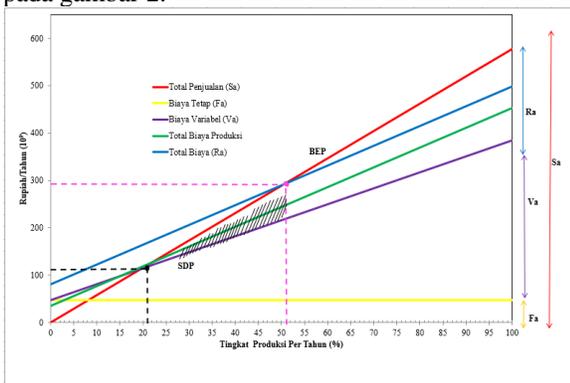


digunakan untuk menyatakan kelayakan ekonomi antara lain adalah *Percent Profit On Sales* (POS), *Percent Return On Investment* (ROI), *Pay Out Time* (POT), *Net Present Value* (NPV), *Interest Rate of Return* (IRR), *Break Even Point* (BEP), dan *Shut Down Point* (SDP). Hasil analisa ekonomi pabrik Magnesium Karbonat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Ket
ROI	20%	Min. 11%	Layak
POT	3,6 thn	Max. 5 thn	Layak
BEP	50%	40-60%	Layak
SDP	21%	20-40%	Layak

Return On Investment (ROI) adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. *Pay Out Time* (POT) adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui berapa lama investasi yang telah dilakukan akan kembali. *Break Even Point* (BEP) adalah titik impas atau suatu kondisi dimana pabrik menunjukkan biaya dan penghasilan jumlahnya sama atau tidak untung dan tidak rugi. *Shut Down Point* (SDP) adalah suatu titik atau saat dimana penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan karena lebih murah untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Expense* (Fa) dibandingkan harus produksi. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomis nya suatu aktivitas produksi atau tidak menghasilkan profit (Aries, 1955). Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik Magnesium Karbonat dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik BEP dan SDP Pabrik Butil Metakrilat dengan Kapasitas 17.000 Ton/Tahun

5. Kesimpulan

Prarancangan Pabrik Butil Metakrilat dari Asam Metakrilat dan Butanol dengan Proses Esterifikasi

Kapasitas 17.000 ton/tahun akan didirikan di Tuban, Jawa Timur pada tahun 2024. Bentuk perusahaan yang direncanakan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi yaitu garis dan staf dengan jumlah tenaga kerja yang diperlukan yaitu 161 orang. Kelayakan suatu pabrik dapat dilihat dari beberapa faktor analisa ekonomi. Dari analisa ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 20%, POT sebesar 3,6 tahun, BEP sebesar 50% dan SDP sebesar 21%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik Butil Metakrilat ini layak untuk didirikan dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Daftar Pustaka

- Aries, R. S. dan Newton, R. D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc Graw-Hill, Inc: New York.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2018. *Data Ekspor-Impor Menurut Komoditi*. <https://www.bps.go.id/> Diakses pada tanggal 29 Desember 2018.
- Brown, G. G et all. 1956. *Unit Operations*. John Wiley & Sons, Inc: New York.
- Brownell, Llyod E and Edwin H.Y. 1959. *Process Equipment Design*. John Wiley & Sons, Inc: New York.
- Coulson, J.M and J.F Richardson. 1999. *Chemical Engineering Design Volume 6*. Department of Chemical Engineering: Butterworth-Heinemann.
- Departemen Kesehatan RI. 2019. *Standar Kualitas Air Bersih*.
- Fauconet, M. and Richard, N., 1996, *Process for The Production of Alkyl (Meth)acrylate By Direct Esterification*, Patent Number: 5,510,514 pp 1-12, United States Patent Office. London.
- Geankoplis, Christie John. 1997. *Transport Processes and Unit Operation Third Edition*. Prentice Hall: New Jersey.
- Hesse, H. C., & Rushton, J. H. 1959. *Process Equipment Design*. VonNostrand Company Inc: New York.
- Himmeblau, David M and James B.Riggs. 2004. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering Seventh Edition*. Prentice Hall: New Jersey.
- Joshi, M. V. 1976. *Process Equipment Design*. Mc Millan Company: New Delhi.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: Mc.Graw Hill.
- Ketta, John, 1990. *Encyclopedia Chemical Process and Design*. Marchell Dekker Inc., New York.

