



PRARANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI BUTANOL DAN ASAM ASETAT MENGGUNAKAN PROSES ESTERIFIKASI DENGAN KATALIS AMBERLYST 15 KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Lazuardi Ramadan*, Muhammad Rizki Ramadhani

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

*Corresponding Author: lazuardiramadan13@gmail.com

Abstrak

Butil asetat dikenal juga sebagai butyl etanoat merupakan salah satu bahan kimia organik yang banyak digunakan sebagai solven dalam produksi berbagai macam bahan kimia. Butil asetat merupakan cairan tidak berwarna yang mudah terbakar. Butil asetat dapat diaplikasikan sebagai lapisan pelindung yang cepat mengering karena butil asetat dapat menguap cukup cepat, akan tetapi butil asetat tidak sampai membuat terjadinya perubahan warna dalam kondisi normalnya. Selain itu butil asetat juga merupakan solvent aktif yang berguna sebagai film former seperti pada selulosa nitrat, etil selulosa, resin methacrylate dan ada juga digunakan pada getah alam misalnya kauri dan damar. Disamping itu butil asetat juga diaplikasikan sebagai protective coating yang biasanya berguna sebagai pelarut pada beberapa industri seperti pada kerajinan kulit, industri tekstil dan juga pada plastik, serta biasanya juga digunakan untuk solvent ekstraksi pada berbagai proses beberapa jenis minyak dan juga untuk obat-obatan. Kebutuhan akan butil asetat di Indonesia masih bergantung impor dari negara lain, sehingga untuk menutupi kebutuhan import tersebut, dirancang pabrik butil asetat kapasitas 20.000 ton/tahun. adapun bahan baku pembuatannya terdiri dari butanol dan asam asetat yang memiliki kemurnian 99 % yang didapatkan pada industri yang ada di Indonesia. Adapun lokasi dari pendirian pabrik ini direncanakan dibangun di daerah Gresik, yang bertujun untuk mendekati dari sumber bahan baku, dan juga dekat dengan pelabuhan untuk pengiriman serta juga karena Gresik merupakan sebuah kawasan industri.

Pabrik butil asetat yang akan dibangun dihasilkan dari reaksi antara butanol dan asam asetat dengan menggunakan proses esterifikasi. Butanol dan asam asetat bekerja pada tekanan 1 atm dengan suhu 30 °C yang akan dinaikan suhunya menjadi 90 °C dengan heater. Reaksi pembentukan butil asetat terjadi pada fasa cair-cair didalam continous stirred tank reactor dengan bantuan katalis amberlyst 15. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis dengan kondisi operasi pada tekanan 1 atm dengan suhu 90 °C yang selanjutnya akan dimurnikan dengan menara distilasi. Produk akhir yang diperoleh berupa butil asetat dengan kemurnian 99 %. Pemenuhan air diperoleh dari sungai muara Brantas sebanyak 112.705,0613 kg/jam. Sedangkan kebutuhan listrik untuk operasional pabrik sebesar 547,7322 kWatt, dengan kebutuhan bahan bakar untuk generator tersebut terpakai diesel oil sebanyak 6,0391 liter/jam.

Nilai Return on Investment (ROI) sesudah pajak untuk pabrik ini adalah sebesar 20 % dan waktu pengembalian modal (POT) sesudah pajak adalah 3,77 tahun. Sedangkan kapasitas Break Even Point (BEP) adalah sebesar 55,61 %, dan kapasitas Shut Down Point (SDP) adalah 32,37 %. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Kata Kunci: butil asetat, esterifikasi, eksotermis, BEP, SDP

1. Pendahuluan

Butil asetat yang juga dikenal sebagai butyl etanoat atau butil asetat merupakan salah satu bahan kimia organik yang banyak digunakan sebagai solven dalam produksi berbagai macam bahan

kimia. Merupakan cairan tidak berwarna yang mudah terbakar. Butil asetat bisa ditemukan dalam berbagai dikenal sebagai jenis buah buahan yang memberikan rasa dan bau yang khas seperti pisang yang biasa juga digunakan sebagai perasa sintetik



dalam permen, es krim dan bahan-bahan perasa dalam pembuatan kue. Butil asetat sendiri memiliki beberapa macam bentuk, yaitu pada bentuk normalnya berupa n-butil asetat dan pada hasil turunannya berbentuk sec-butil asetat, iso-butil asetat, dan juga tert-butil asetat. Namun yang kebanyakan diproduksi secara komersial hanya lah dalam bentuk normalnya, yaitu butil asetat dan dalam bentuk turunan nya, yaitu iso-butyl asetat. Proses pembuatan butil asetat sendiri ada 2 macam, yaitu dengan proses batch dan proses kontinyu dengan menggunakan reaksi esterifikasi. Reaksi esterifikasi dapat berjalan sempurna dengan cara melebihi salah satu dari reaktannya.

Butil asetat diaplikasikan pada dunia industri sebagai solven aktif yang digunakan untuk film former seperti pada selulosa nitrat, etil selulosa, resin methacrylate dan ada juga digunakan pada getah alam seperti kauri dan damar. Disamping itu butil asetat juga diaplikasikan sebagai protective coating yang biasanya berguna sebagai pelarut pada beberapa industri seperti pada kerajinan kulit, industri tekstil dan juga pada plastik, serta biasanya juga digunakan untuk solvent ekstraksi pada berbagai proses beberapa jenis minyak dan juga untuk obat-obatan. Selain itu juga, butil asetat juga bisa digunakan dalam pembuatan parfum dan sebagai komponen pada beberapa aroma sintetis yang misalnya adalah aroma pir, aprikot, raspberry dan delima.

Indonesia masih mengimpor butil asetat dari luar negeri (Amerika, Eropa, dan China) untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Data impor menunjukkan jumlah penggunaan butil asetat di Indonesia cukup tinggi. Pada tahun 2016, jumlah impor butil asetat sebesar 12.098.299 kg (BPS, 2016). Beberapa produsen dengan kapasitas yang besar pada pasar global adalah perusahaan *BASF (Europe)*, *European Oxo (Europe)*, *Dow Chemical (AS)*, *Eastman Chemical (AS)*, *Celanese (Singapore)*, *Yangtze River Acetyls (China)*.

Kebutuhan akan butil asetat yang cukup tinggi di Indonesia inilah yang menyebabkan Indonesia mengimpor butil asetat dari luar negeri. Adanya pembangunan pabrik butil asetat di Indonesia diharapkan dapat mengurangi atau bahkan memenuhi kebutuhan butil asetat di Indonesia, sehingga membuka kesempatan terciptanya lapangan pekerjaan baru, dan dengan dibangunnya pabrik butil asetat di Indonesia maka diharapkan akan mendorong pembangunan pabrik lainnya yang menggunakan bahan baku atau produk butil asetat sebagai bahan baku utama dalam prosesnya,

maupun sebagai bahan pembantu dalam suatu proses industri. Pembangunan pabrik ini didukung dengan adanya pabrik butanol yang berada di Indonesia yaitu PT. Petro Oxo Nusantara yang berada di daerah Gresik dan asam asetat yang diperoleh dari PT. Indo Acidatama *Chemical Industry* yang berada di daerah Surakarta. Oleh karena itu, pendirian pabrik butil asetat perlu didirikan di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

. Kebutuhan ekspor-impor butil asetat di Indonesia pada tahun 2011 sampai dengan 2016 (BPS, 2016):

Tabel 1 Kebutuhan Ekspor-Impor Butil Asetat di Indonesia

No.	Tahun	Ekspor (Ton)	Pertumbuhan (%)	Impor (Ton)	Pertumbuhan (%)
1.	2011	2.373	0	4.640	0
2.	2012	4.878	105,58	6.304	35,85
3.	2013	4.504	-7,66	6.490	2,95
4.	2014	1.000	-77,80	4.962	-23,55
5.	2015	72	-92,80	11.455	130,84
6.	2016	144	100,25	12.098	5,61
			4,59		25,28

Pabrik butil asetat akan direncanakan didirikan pada tahun 2022 mendatang. Adapun perhitungan dari kapasitas pabrik menggunakan *discounted method* dengan mengikuti persamaan berikut :

$$m_5 = P (1+i)^n \quad \dots (1.1)$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \quad \dots (1.2)$$

Hasil dari perhitungan *discounted method* peluang kapasitas dari pabrik butil asetat pada tahun 2022 adalah sebesar 26.975,03 ton/tahun. Berdasarkan pertimbangan dari sumber bahan baku yang ada dan faktor lainnya maka diambil kapasitas pabrik butil asetat yang akan dibangun pada tahun 2022 adalah sebesar 20.000 ton/tahun atau 74% dari kapasitas total perhitungan.

Pabrik butil asetat direncanakan akan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur. Adapun pemilihan lokasi tersebut dipertimbangkan dari ketersediaan bahan baku yang berada di dipulau Jawa, lahan pembangunan yang cukup besar dan area tersebut mudah dijangkau dengan transportasi serta daerah tersebut dekat dengan pelabuhan. Bentuk dari perusahaan ini direncanakan dalam bentuk



Perseroan Terbatas dengan total karyawan yang bekerja sebanyak 130 orang.

2. Uraian Proses

Proses produksi butil asetat dapat dilakukan dengan beberapa bahan baku yang digunakan yaitu butanol-asam asetat dengan enzim, butanol-vinyl asetat, butanol-metil asetat, dan butanol-asam asetat. Perbandingan proses produksi butil asetat :

Tabel 2 Perbandingan Proses Produksi butil asetat

Karakteristik	Butanol-Asam Asetat dengan Enzim	Butanol-Vinyl Asetat
Konversi	60 %	78 %
Proses	dengan enzim lipase	dengan pelarut n-heksana
Kondisi Operasi	37 °C	50 °C
Aspek Ekonomi	Butanol : Rp.165.644/L Asam asetat : Rp. 128.374/L Enzim lipase : \$100/kg	Butanol : Rp.165.644/L Vinyl asetat : Rp.8.509.952/L

Karakteristik	Butanol-Metil Asetat	Butanol-Asam Asetat
Konversi	70 %	98,5 %
Proses	dengan katalis NKC-9	dengan katalis Amberlyst 15
Kondisi Operasi	57 °C	90 °C ; 1 atm
Aspek Ekonomi	Butanol : Rp.165.644/L Metil asetat : Rp. 314.723/L	Butanol : Rp.165.644/L Asam asetat : Rp.128.374/L Amberlyst 15 : \$ 6.060/Ton

Berdasarkan pada perbandingan beberapa hal diatas, maka bahan baku yang dipilih untuk membuat butil asetat adalah dengan bahan baku butanol-asam asetat dengan menggunakan katalis amberlyst 15.

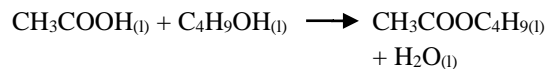
Butil asetat diproduksi dalam tiga tahap, yaitu:

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku butanol 99 % dan asam asetat 99 % dari tangki penyimpanan pada suhu 30 °C dinaikan suhunya menggunakan heater hingga mencapai 90 °C sebagai persiapan sebelum masuk reaktor untuk proses pembentukan butil asetat.

2. Tahap Pembentukan Produk

Reaksi antara butanol dan asam asetat dengan perbandingan mol 1,1:1 untuk membentuk butil asetat terjadi pada fasa cair-cair dengan continous stirred tank reactor dengan bantuan katalis amberlyst 15. Reaksi berlangsung pada suhu 90 °C dengan tekanan 1 atm selama 4 menit dengan konversi 98,5 %. Reaksi yang berlangsung bersifat eksotermis, dengan reaksi yang terjadi :



Produk keluaran reaktor diturunkan suhunya menjadi 30 °C menggunakan cooler lalu dialirkan menggunakan pompa menuju sentrifuge.

3. Tahap Pemurnian Produk

Pada sentrifuge terjadi pemisahan antara sisa katalis dengan produk hasil dari reaktor, yang kemudian dimurnikan lagi dengan menara distilasi. Hasil bawah dari menara distilasi berupa 99 % butil asetat kemudian didinginkan dengan cooler hingga suhunya 30 °C dan disimpan dalam tangki penyimpanan. Sedangkan hasil atas dari menara distilasi berupa butanol, asam asetat, air dan sedikit butil asetat dialirkan menuju *waste water treatment* untuk diolah lebih lanjut sebelum dibuang.

Ditinjau dari termodinamikanya, maka dapat diketahui suatu reaksi tersebut bersifat endotermis atau bersifat eksotermis dengan menggunakan data dan persamaan berikut:

Tabel 3 ΔH_{298K} Senyawa

Senyawa	ΔH_{298} (kJ/mol)
Asam Asetat	-484,3
Butanol	-327,3
Butil Asetat	-529,2
Air	-285,8



$$\begin{aligned} \Delta H_{298} &= \sum \Delta H_{\text{produk}} - \sum \Delta H_{\text{reaktan}} \\ &= \{ \Delta H_{f,298}(\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9) + \Delta H_{f,298}(\text{H}_2\text{O}) \} \\ &\quad - \{ \Delta H_{f,298}(\text{CH}_3\text{COOH}) + \Delta H_{f,298}(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) \} \\ &= ((-529,2) - (-285,8)) - ((-484,3) - (-327,3)) \\ &= -3,4 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Reaksi pembentukan butil asetat bersifat eksotermis yang ditandai dengan ΔH_f bernilai negatif. Sedangkan untuk mengetahui reaksi berjalan secara *reversible* atau *irreversible* dapat diketahui dari nilai kesetimbangan kimia yang dihitung dengan data energi Gibbs masing-masing senyawa dengan mengikuti persamaan berikut:

Tabel 4 ΔG_{298K} Senyawa

Senyawa	ΔG_{298} (kJ/mol)
Asam Asetat	-390,2
Butanol	-162,5
Butil Asetat	0
Air	-237,14

$$\begin{aligned} \Delta G_{298} &= \sum \Delta G_{\text{produk}} - \sum \Delta G_{\text{reaktan}} \\ &= \{ \Delta G_{298}(\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9) + \Delta G_{298}(\text{H}_2\text{O}) \} - \\ &\quad \{ \Delta G_{298}(\text{CH}_3\text{COOH}) + \Delta G_{298}(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) \} \\ &= \{ (0) + (-237,14) \} - \{ (-390,2) + (-162,5) \} \\ &= 315,56 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka reaksi pembentukan butil asetat berlangsung secara tidak spontan (*reversible*).

Reaksi pembentukan butil asetat merupakan reaksi orde 2 dengan perhitungan sebagai berikut :

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

Dengan nilai

$$k = 48651,11258 \text{ L/kmol jam (Tang, 2010)}$$

$$C_A = 0,000089 \text{ kmol/L}$$

$$C_B = 0,000683 \text{ kmol/L}$$

maka,

$$\begin{aligned} -r_A &= k \cdot C_A \\ &= 48651,11258 \text{ L/kmol jam} \times 0,000089 \\ &\quad \text{kmol/L} \times 0,000683 \text{ kmol/L} \\ &= 0,002962 \text{ kmol/L jam} \end{aligned}$$

sehingga, laju reaksi pembentukan $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$ adalah sebesar 0,002962 kmol/L jam.

Dari hasil perhitungan neraca massa pada reaktor maka dapat diketahui komposisi dari komponen

masuk dan keluar reaktor yang dituliskan pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi Komponen Masuk dan Keluar pada Reaktor

Komponen	Aliran Masuk (Kg/Jam)			Aliran Keluar
	1	2	3	4
Asam Asetat	1465,8782	0	0	21,9882
Butanol	0	1990,2555	0	208,0722
Butil Asetat	0	0	0	2792,9039
Air	14,8069	20,1036	0	408,0798
Amberlyst-15	0	0	40,000	40,0000
Total	1480,6850	2010,3591	40,000	3531,0441

Daftar harga bahan baku dan produk dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Harga Bahan Baku dan Produk

Komponen	Harga (per kilogram)
Asam Asetat	Rp 5.231
Butanol	Rp 13.371
Butil Asetat	Rp 42.533
Amberlyst 15	Rp 36.962

Sumber : www.molbase.com

3. Utilitas

Utilitas adalah salah satu unit penunjang yang penting dalam suatu pabrik dalam hal menyediakan kebutuhan air (steam, cooling water, brine water, air bersih), kebutuhan listrik yang digunakan dan juga bahan bakarnya. Sumber air dipasang dari Sungai Brantas untuk memnuhi kebutuhan air pabrik butil asetat ini. Pembangkit listrik utama yang digunakan pada pabrik adalah generator dengan bahan bakar diperoleh dari PT. Pertamina. Kebutuhan air dan bahan bakar yang diperlukan untuk mengoperasikan pabrik butil asetat dijelaskan pada Tabel 7.

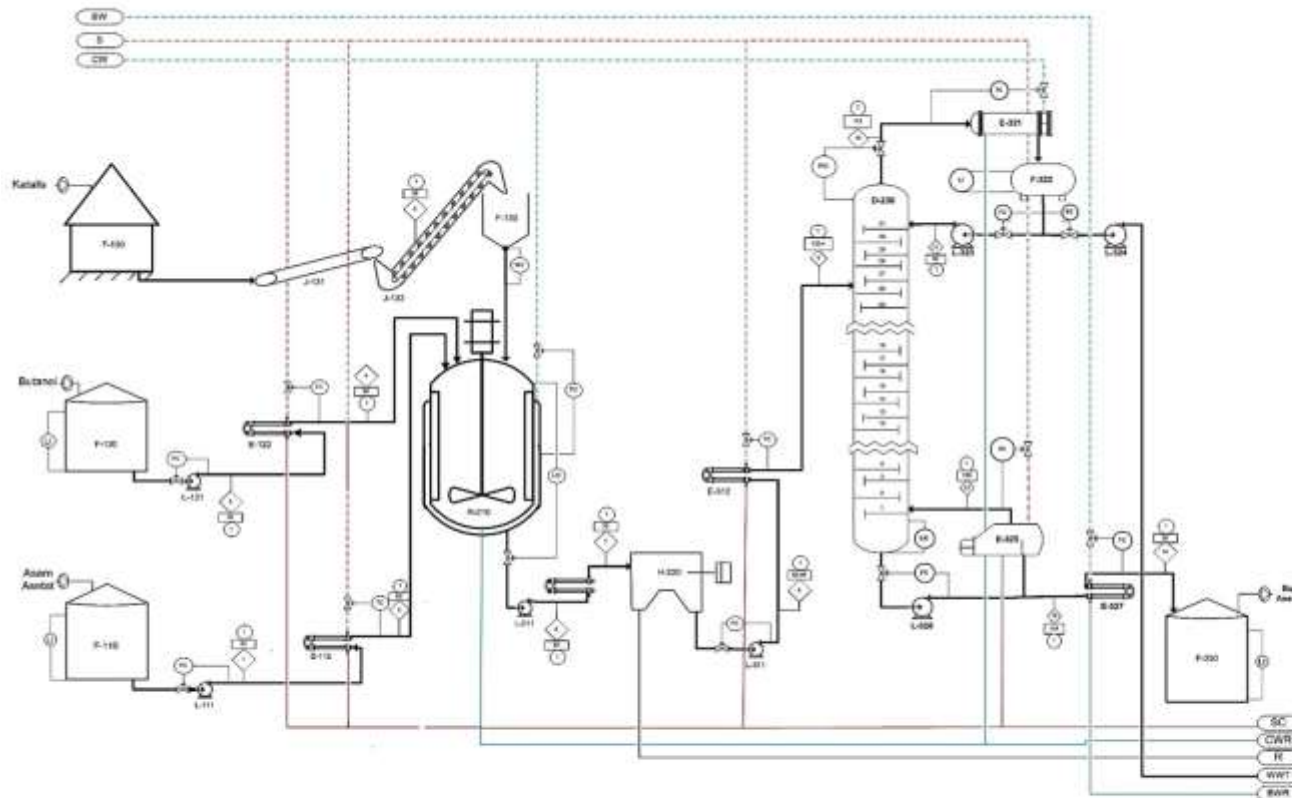
Tabel 7 Kebutuhan Utilitas Pabrik n-Butanol

Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
Steam	3.249,7561
Cooling water	106.893,2916
Brine water	5388,4039
Bahan bakar	6,0391
Air	112.705,0613





**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI BUTANOL DAN ASAM ASETAT MENGGUNAKAN PROSES
ESTERIFIKASI DENGAN AMBERLYST 15 KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**



KETERANGAN	
Aliran Proses	Aliran Proses
DA: Biner Flow	◇: Nomor Aliran
WF: Water Flow	□: Temperature (°C)
S: Steam	○: Tekanan (atm)
CW: Cooling Water	⊗: Bahan Baku
CC: Steam Condensat	⊙: Produk
CWR: Cooling Water Return	
R: Tank Regenerasi	
WWT: Water Water Treatment	
BW: Biner Water Access	
TC: Temperature Control	PC: Pressure Control
FC: Flow Control	LC: Level Control
TA: Temperature Indicator Control	WC: Weight Control
LI: Level Indicator	

22	F-100	TANGKI PENYIMPANAN BUTIL ASETAT	1
23	F-101	COOLER	1
24	E-101	REKOLER	1
25	L-104	POMPA REU	1
26	L-103	POMPA ACCUMULATOR	1
27	F-102	ACCUMULATOR	1
28	E-102	CONDENSER	1
29	D-101	MEKANA DISTILASI	1
30	E-103	HEATER REU	1
31	L-102	POMPA REU	1
32	D-102	BUTIRY BRUIR FACUW FILTER	1
33	L-101	POMPA REAKTOR	1
34	R-101	REAKTOR CSTR	1
35	E-104	HEATER	1
36	J-102	REKUP ALKALINE	1
37	J-101	REU CONDENSOR	1
38	F-101	URANG PENYIMPANAN KATALIS	1
39	E-105	HEATER BUTANOL	1
40	L-105	POMPA BUTANOL	1
41	F-102	TANGKI PENYIMPANAN BUTANOL	1
42	E-106	HEATER ASAM ASETAT	1
43	L-104	POMPA ASAM ASETAT	1
44	F-101	TANGKI PENYIMPANAN ASAM ASETAT	1
NO	KODE	JUMLAH	

Diperiksa Oleh :	
LALU ARBI RAMADAN	(HIDU002)
MURAHMAD RIZKI RAMADHAN	(HIDU003)

Diperiksa Oleh :	
YULI RIZKI RAMADHAN, S.T., M.Eng.	(08071120131000)

PRARANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI BUTANOL DAN ASAM ASETAT MENGGUNAKAN PROSES ESTERIFIKASI DENGAN AMBERLYST 15 KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN	
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMBUING MANGKURAT BANDARBARU 2017	

KOMPONEN	NERACA MASSA KGGJAM													
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 14
Asam Asetat	1465.88	1465.88	0.00	0.00	0.00	21.99	19.79	19.79	19.69	19.66	0.10	0.10	0.10	0.10
Butanol	0.00	0.00	1990.26	1990.26	0.00	208.07	187.27	187.27	176.03	175.78	11.24	11.22	11.22	11.22
Butil Asetat	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2792.90	2513.61	2513.61	12.57	12.55	2501.05	2497.49	2497.49	2497.49
Air	14.81	14.81	20.10	20.10	0.00	468.08	46.81	46.81	46.81	453.40	12.87	16.44	16.44	16.44
Katalis	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	1480.69	1480.69	2010.36	2010.36	40.00	3531.04	2767.48	2767.48	255.10	661.39	2525.25	2525.25	2525.25	2525.25

Gambar 1. Flow Diagram Process Prarancangan Pabrik Butil Asetat dari Butanol dan Asam Asetat Menggunakan Proses Esterifikasi dengan Katalis Amberlyst 15 Kapasitas 20.000 Ton/Tahun



4. Analisis Ekonomi

Pabrik butil asetat memerlukan modal untuk biaya pendirian pabrik dengan rincian di Tabel 8.

Tabel 8 Jumlah Biaya Pendirian Pabrik Butil Asetat

Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
FCI	338.014.571.353,02
TPC	711.797.817.636,44
TCI	498.491.151.554,66
WC	136.332.682.247,85

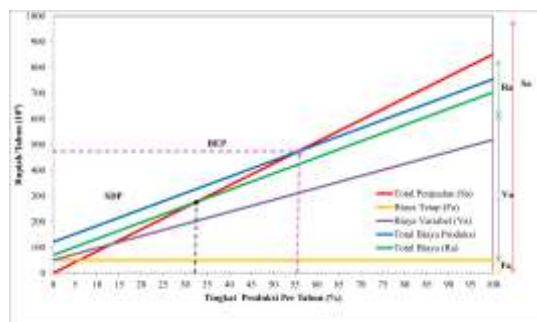
Suatu pabrik dapat disebut sehat apabila pabrik tersebut menghasilkan keuntungan yang logis dan tinggi bagi suatu investor. Perancangan pabrik dapat dikatakan tidak maupun layak untuk didirikan dilihat dari hasil analisis ekonominya. Berdasarkan hasil perhitungan dari analisis ekonomi dapat dipilih sebuah keputusan untuk menjalankan atau tidak menjalankannya maupun untuk menunda pendirian pabrik tersebut (Prasetya, 2014). Adapun faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam proses analisis ekonomi untuk mengetahui kelayakan pendirian suatu pabrik adalah Pay Out Time (POT), Interest Rate of Return (IRR), Percent Return on Investment (ROI), Shut Down Point (SDP) dan Break Event Point (BEP).

Tabel 8. Hasil Perhitungan Analisis Ekonomi

Analisa Kelayakan	Nilai	Batasan	Ket
ROI	20%	Minimal 11%	Layak
POT	3,37 th	Maksimal 5 th	Layak
IRR	13,52%	> 12%	Layak
BEP	55,61%	40% - 60%	Layak
SDP	32,37%	20%-40%	Layak

ROI merupakan perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun, didasarkan pada kecepatan pengembalian modal industri yang diinvestasikan (Alimah, 2013). Semakin besar persentasenya, maka keadaan perusahaan semakin baik (Simamora, 2002). POT merupakan jangka waktu pengembalian dana investasi (Alimah, 2013). IRR adalah tingkat bunga yang dapat membuat besarnya *net present value* (NPV) sama dengan nol. Pabrik layak untuk diusahakan dan memberikan keuntungan jika nilai IRR lebih besar

dari bunga bank (Haryadi, 2012). Berdasarkan hasil perhitungan, nilai bunga bank yang diperoleh untuk melunasi modal pinjaman pada bank dalam waktu 10 tahun adalah 12%. BEP merupakan titik impas, dimana nilai total *output* pendapatan atau total *output* penjualan sama dengan total biaya yang telah dikeluarkan, sehingga perusahaan tidak dalam keadaan untung maupun rugi (Haryadi, 2012). SDP adalah suatu titik penentuan aktivitas produksi lebih baik dihentikan daripada dilanjutkan beroperasi (Sari, 2016). Grafik kelayakan analisis ekonomi pabrik butil asetat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik SDP dan BEP Pabrik Butil Asetat Kapasitas 20.000 Ton/Tahun

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan Prarancangan Pabrik Butil Asetat dari Butanol dan Asam Asetat Menggunakan Proses Esterifikasi dengan Katalis Amberlyst 15 Kapasitas 20.000 Ton/Tahun, dapat disimpulkan bahwa pabrik layak untuk dibangun. Kelayakan pembangunan pabrik dapat dilihat dari beberapa faktor hasil perhitungan analisis ekonomi, yaitu didapatkan nilai ROI 20%, POT 3,37 tahun, IRR 13,52%, BEP 55,61% dan SDP 32,37%.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2016. *Data Ekspor-Impor Menurut Komoditi*.
 Brownell, Llyod E and Edwin H.Y. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
 Coulson, J.M and J, F Richardson. 1999. *Chemical Engineering Design Volume 6*.



Department of Chemical Engineering:
Butterworth-Heinemann.

Escandell J., D.J. Wurm, M.P. Belleville, J. Sanchez, M. Harasek, D. Paolucci-Jeanjean. 2015. *Enzymatic synthesis of butyl acetate in a packed bed reactor under liquid and supercritical conditions*. Elsevier B.V. All rights reserved.

Geankoplis, Christie John. 1997. *Transport Processes and Unit Operation Third Edition*. New Jersey: Prentice Hall.

He jie, Baoyun Xu, Weijiang Zhang, Cuifang Zhou, Xuejia Chen. 2010. *Experimental Study And Process Simulation Of N-Butyl Acetate Produced By Transesterification In A Catalytic Distillation Column*. Shanghai, China.

Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: Mc.Graw Hill.

Kirk-Othmer. 1981. *Encyclopedia of Chemical Technology Vol.19*. John Wiley & Sons inc. New York.

Rohm, Haas. 2005. *Industrial Grade Strongly Acidic Catalyst*. Philadelphia, U.S.A.

Salah Riadh Ben, Hafedh Mejdoub, Hanen Ghanghui, Nabil Miled, and Youssef Gargouri. 2007. *Production of Butyl Acetate Ester by Lipase from Novel Strain of Rhizopus oryzae*, *journal of bioscience and biotechnology*. The Society for Biotechnology, Japan

Smith, J.M, H.C Van Ness and M.M Abbott. 2005. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics Seventh Edition*. New York: Mc Graw Hill.

Steinigeweg Sven and Jürgen Gmehling. 2002. *n-Butyl Acetate Synthesis via Reactive Distillation: Thermodynamic Aspects, Reaction Kinetics, Pilot-Plant Experiments, and Simulation Studies*. *Industrial Chemistry, Carl von Ossietzky University of Oldenburg, Germany*.

Tang, Yeong-Trang, Yi-Wei Chen, Hsiao-Ping Huang, Cheng-Ching Yu. *Design of Reactive Distillations for Acetic Acid*

Esterification. Dept. Of Chemical Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.

Timmerhaus, Klaus D and Max S.P. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers Fourth Edition*. Singapore: McGraw Hill.

Ulrich, G.D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. New York: John Wiley and Sons.

