



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 melebihkan 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.

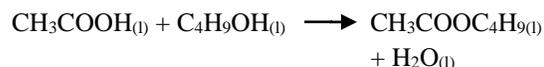
Butil asetat diproduksi dalam tiga tahap, yaitu:

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

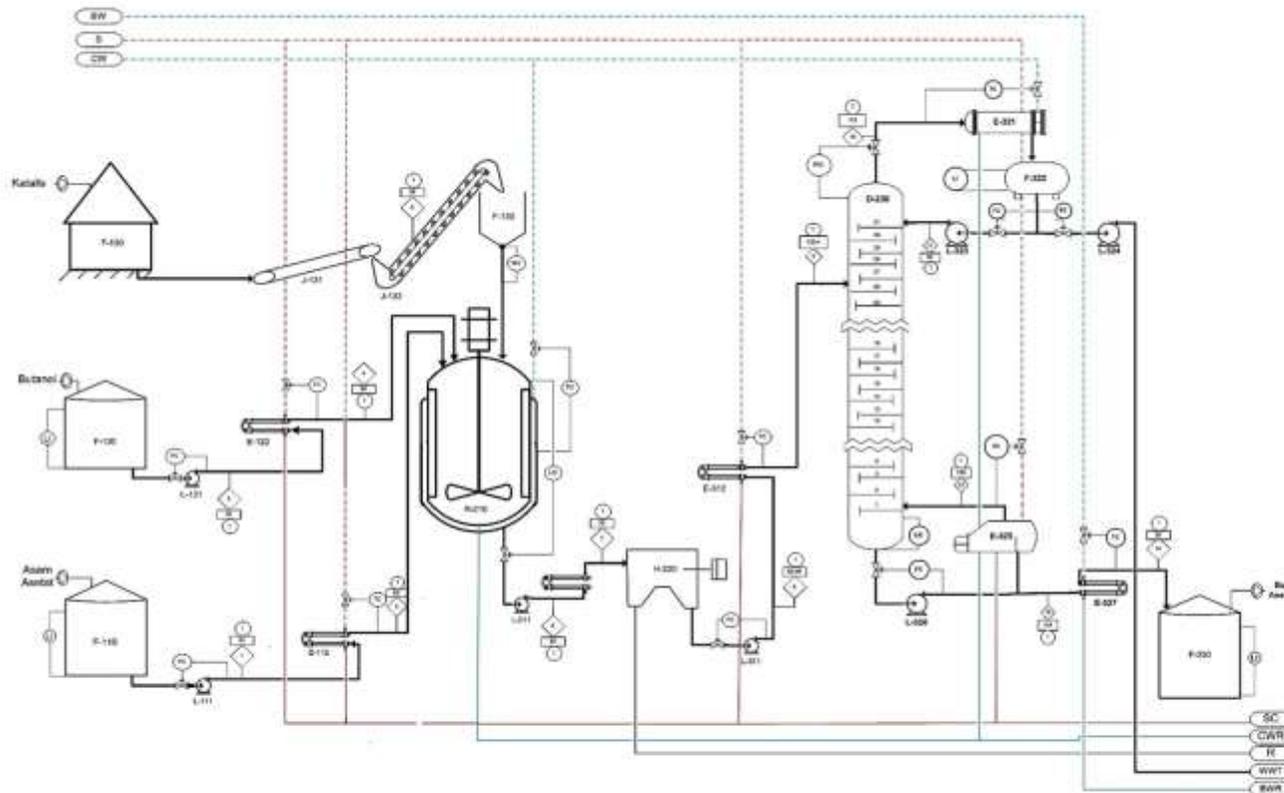
Utilitas adalah salah satu unit penunjang yang penting dalam suatu pabrik dalam hal menyediakan kebutuhan air (steam, cooling water, brine water, air bersih), kebutuhan listrik yang digunakan dan juga bahan bakarnya. Sumber air dipasang dari Sungai Brantas untuk memnuhi kebutuhan air pabrik butil asetat 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	
BWT: 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	

No	Simbol	Nama Alat	Jumlah
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	MEPARA DISTILASI	1
30	E-103	HEATER REU	1
31	L-101	POMPA REU	1
32	D-102	REACTOR	1
33	L-102	POMPA REAKTOR	1
34	R-101	REACTOR CSTR	1
35	E-104	HEATER	1
36	F-103	REACTOR	1
37	F-104	REACTOR	1
38	F-105	REACTOR	1
39	F-106	REACTOR	1
40	F-107	REACTOR	1
41	F-108	REACTOR	1
42	F-109	REACTOR	1
43	F-110	REACTOR	1
44	F-111	REACTOR	1
45	F-112	REACTOR	1
46	F-113	REACTOR	1
47	F-114	REACTOR	1
48	F-115	REACTOR	1
49	F-116	REACTOR	1
50	F-117	REACTOR	1
51	F-118	REACTOR	1
52	F-119	REACTOR	1
53	F-120	REACTOR	1
54	F-121	REACTOR	1
55	F-122	REACTOR	1
56	F-123	REACTOR	1
57	F-124	REACTOR	1
58	F-125	REACTOR	1
59	F-126	REACTOR	1
60	F-127	REACTOR	1
61	F-128	REACTOR	1
62	F-129	REACTOR	1
63	F-130	REACTOR	1
64	F-131	REACTOR	1
65	F-132	REACTOR	1
66	F-133	REACTOR	1
67	F-134	REACTOR	1
68	F-135	REACTOR	1
69	F-136	REACTOR	1
70	F-137	REACTOR	1
71	F-138	REACTOR	1
72	F-139	REACTOR	1
73	F-140	REACTOR	1
74	F-141	REACTOR	1
75	F-142	REACTOR	1
76	F-143	REACTOR	1
77	F-144	REACTOR	1
78	F-145	REACTOR	1
79	F-146	REACTOR	1
80	F-147	REACTOR	1
81	F-148	REACTOR	1
82	F-149	REACTOR	1
83	F-150	REACTOR	1
84	F-151	REACTOR	1
85	F-152	REACTOR	1
86	F-153	REACTOR	1
87	F-154	REACTOR	1
88	F-155	REACTOR	1
89	F-156	REACTOR	1
90	F-157	REACTOR	1
91	F-158	REACTOR	1
92	F-159	REACTOR	1
93	F-160	REACTOR	1
94	F-161	REACTOR	1
95	F-162	REACTOR	1
96	F-163	REACTOR	1
97	F-164	REACTOR	1
98	F-165	REACTOR	1
99	F-166	REACTOR	1
100	F-167	REACTOR	1
101	F-168	REACTOR	1
102	F-169	REACTOR	1
103	F-170	REACTOR	1
104	F-171	REACTOR	1
105	F-172	REACTOR	1
106	F-173	REACTOR	1
107	F-174	REACTOR	1
108	F-175	REACTOR	1
109	F-176	REACTOR	1
110	F-177	REACTOR	1
111	F-178	REACTOR	1
112	F-179	REACTOR	1
113	F-180	REACTOR	1
114	F-181	REACTOR	1
115	F-182	REACTOR	1
116	F-183	REACTOR	1
117	F-184	REACTOR	1
118	F-185	REACTOR	1
119	F-186	REACTOR	1
120	F-187	REACTOR	1
121	F-188	REACTOR	1
122	F-189	REACTOR	1
123	F-190	REACTOR	1
124	F-191	REACTOR	1
125	F-192	REACTOR	1
126	F-193	REACTOR	1
127	F-194	REACTOR	1
128	F-195	REACTOR	1
129	F-196	REACTOR	1
130	F-197	REACTOR	1
131	F-198	REACTOR	1
132	F-199	REACTOR	1
133	F-200	REACTOR	1
134	F-201	REACTOR	1
135	F-202	REACTOR	1
136	F-203	REACTOR	1
137	F-204	REACTOR	1
138	F-205	REACTOR	1
139	F-206	REACTOR	1
140	F-207	REACTOR	1
141	F-208	REACTOR	1
142	F-209	REACTOR	1
143	F-210	REACTOR	1
144	F-211	REACTOR	1
145	F-212	REACTOR	1
146	F-213	REACTOR	1
147	F-214	REACTOR	1
148	F-215	REACTOR	1
149	F-216	REACTOR	1
150	F-217	REACTOR	1
151	F-218	REACTOR	1
152	F-219	REACTOR	1
153	F-220	REACTOR	1
154	F-221	REACTOR	1
155	F-222	REACTOR	1
156	F-223	REACTOR	1
157	F-224	REACTOR	1
158	F-225	REACTOR	1
159	F-226	REACTOR	1
160	F-227	REACTOR	1
161	F-228	REACTOR	1
162	F-229	REACTOR	1
163	F-230	REACTOR	1
164	F-231	REACTOR	1
165	F-232	REACTOR	1
166	F-233	REACTOR	1
167	F-234	REACTOR	1
168	F-235	REACTOR	1
169	F-236	REACTOR	1
170	F-237	REACTOR	1
171	F-238	REACTOR	1
172	F-239	REACTOR	1
173	F-240	REACTOR	1
174	F-241	REACTOR	1
175	F-242	REACTOR	1
176	F-243	REACTOR	1
177	F-244	REACTOR	1
178	F-245	REACTOR	1
179	F-246	REACTOR	1
180	F-247	REACTOR	1
181	F-248	REACTOR	1
182	F-249	REACTOR	1
183	F-250	REACTOR	1
184	F-251	REACTOR	1
185	F-252	REACTOR	1
186	F-253	REACTOR	1
187	F-254	REACTOR	1
188	F-255	REACTOR	1
189	F-256	REACTOR	1
190	F-257	REACTOR	1
191	F-258	REACTOR	1
192	F-259	REACTOR	1
193	F-260	REACTOR	1
194	F-261	REACTOR	1
195	F-262	REACTOR	1
196	F-263	REACTOR	1
197	F-264	REACTOR	1
198	F-265	REACTOR	1
199	F-266	REACTOR	1
200	F-267	REACTOR	1
201	F-268	REACTOR	1
202	F-269	REACTOR	1
203	F-270	REACTOR	1
204	F-271	REACTOR	1
205	F-272	REACTOR	1
206	F-273	REACTOR	1
207	F-274	REACTOR	1
208	F-275	REACTOR	1
209	F-276	REACTOR	1
210	F-277	REACTOR	1
211	F-278	REACTOR	1
212	F-279	REACTOR	1
213	F-280	REACTOR	1
214	F-281	REACTOR	1
215	F-282	REACTOR	1
216	F-283	REACTOR	1
217	F-284	REACTOR	1
218	F-285	REACTOR	1
219	F-286	REACTOR	1
220	F-287	REACTOR	1
221	F-288	REACTOR	1
222	F-289	REACTOR	1
223	F-290	REACTOR	1
224	F-291	REACTOR	1
225	F-292	REACTOR	1
226	F-293	REACTOR	1
227	F-294	REACTOR	1
228	F-295	REACTOR	1
229	F-296	REACTOR	1
230	F-297	REACTOR	1
231	F-298	REACTOR	1
232	F-299	REACTOR	1
233	F-300	REACTOR	1
234	F-301	REACTOR	1
235	F-302	REACTOR	1
236	F-303	REACTOR	1
237	F-304	REACTOR	1
238	F-305	REACTOR	1
239	F-306	REACTOR	1
240	F-307	REACTOR	1
241	F-308	REACTOR	1
242	F-309	REACTOR	1
243	F-310	REACTOR	1
244	F-311	REACTOR	1
245	F-312	REACTOR	1
246	F-313	REACTOR	1
247	F-314	REACTOR	1
248	F-315	REACTOR	1
249	F-316	REACTOR	1
250	F-317	REACTOR	1
251	F-318	REACTOR	1
252	F-319	REACTOR	1
253	F-320	REACTOR	1
254	F-321	REACTOR	1
255	F-322	REACTOR	1
256	F-323	REACTOR	1
257	F-324	REACTOR	1
258	F-325	REACTOR	1
259	F-326	REACTOR	1
260	F-327	REACTOR	1
261	F-328	REACTOR	1
262	F-329	REACTOR	1
263	F-330	REACTOR	1
264	F-331	REACTOR	1
265	F-332	REACTOR	1
266	F-333	REACTOR	1
267	F-334	REACTOR	1
268	F-335	REACTOR	1
269	F-336	REACTOR	1
270	F-337	REACTOR	1
271	F-338	REACTOR	1
272	F-339	REACTOR	1
273	F-340	REACTOR	1
274	F-341	REACTOR	1
275	F-342	REACTOR	1
276	F-343	REACTOR	1
277	F-344	REACTOR	1
278	F-345	REACTOR	1
279	F-346	REACTOR	1
280	F-347	REACTOR	1
281	F-348	REACTOR	1
282	F-349	REACTOR	1
283	F-350	REACTOR	1
284	F-351	REACTOR	1
285	F-352	REACTOR	1
286	F-353	REACTOR	1
287	F-354	REACTOR	1
288	F-355	REACTOR	1
289	F-356	REACTOR	1
290	F-357	REACTOR	1
291	F-358	REACTOR	1
292	F-359	REACTOR	1
293	F-360	REACTOR	1
294	F-361	REACTOR	1
295	F-362	REACTOR	1
296	F-363	REACTOR	1
297	F-364	REACTOR	1
298			



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

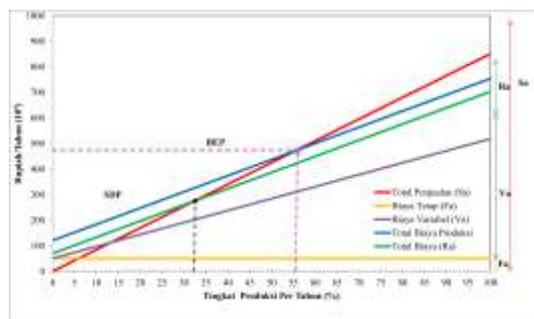
Suatu pabrik dapat disebut sehat apabila pabrik tersebut menghasilkan keuntungan yang logis dan tinggi bagi suatu investor. Perancangan pabrik dapat dikatakan tidak maupun layak untuk didirikan dilihat dari hasil analisis ekonominya. Berdasarkan hasil perhitungan dari analisis ekonomi dapat dipilih sebuah 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 Eksnor-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: Mc Graw Hill.

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

