

# PRARANCANGAN PABRIK BUTIL OLEAT DARI ASAM OLEAT DAN BUTANOL MENGGUNAKAN KATALIS *CERIC AMMONIUM SULFATE* DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

Adya Faurina\*, Norhasanah

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

\*Corresponding Author: adyafaurina@gmail.com

## Abstrak

*Butil oleat umumnya digunakan sebagai bahan pembuatan plasticizer, aditif minyak pelumas, wetting agent, pelarut industri, dan lain-lain. Butil Oleat adalah ester dari asam lemak rantai panjang, memiliki rumus kimia  $C_{17}H_{33}COOC_4H_9$ . Saat ini di Indonesia belum ada perusahaan yang memproduksi butil oleat dan Indonesia masih mengimpor butil oleat dalam jumlah yang cukup besar. Perancangan pabrik butil oleat ini direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun pada tahun 2022 dengan kapasitas 10.000 ton/tahun.*

*Pembuatan butil oleat dilakukan dengan mereaksikan asam oleat dan butanol dalam reaktor tangki berpengaduk (RTB) dengan bantuan katalis ceric ammonium sulfat dan reaksi bersifat endoterm (memerlukan panas). Reaksi berlangsung pada suhu  $140\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm, dengan proses esterifikasi. Hasil keluaran reaktor dialirkan ke Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF) untuk pemisahan katalis dengan produk. Kemudian produk yang bebas katalis dialirkan menuju dekanter untuk memisahkan butil oleat sebagai fase ringan dengan air sebagai fase beratnya. Produk atas dekanter dialirkan menuju vaporizer 1 untuk menguapkan butanol. Produk bawah keluaran vaporizer 1 dialirkan menuju vaporizer 2 untuk menguapkan butanol yang masih tersisa dan untuk menambah kemurnian produk. Produk atas keluaran vaporizer 1 dan vaporizer 2 berupa butanol di recycle kembali menuju reaktor. Diperoleh produk butil oleat dengan kemurnian 95,5%.*

*Pendirian pabrik direncanakan berlokasi di kecamatan Cikampek, kabupaten Karawang, Jawa Barat dengan luas area  $7.266\text{ m}^2$ . Pemasaran Butil Oleat diutamakan untuk konsumsi dalam negeri. Tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 135 orang dan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi garis dan staf. Kebutuhan utilitas diambil dari waduk Jatiluhur sebanyak  $570,24\text{ m}^3/\text{hari}$ . Berdasarkan hasil analisa ekonomi, didapat nilai Return on Investment (ROI) sesudah pajak untuk pabrik ini sebesar 23%, Pay Out Time (POT) sesudah pajak sebesar 3,1 tahun. Sedangkan nilai Break Even Point (BEP) sebesar 49% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 31%. Berdasarkan pertimbangan hasil analisa kelayakan ekonomi tersebut, maka pabrik Butil Oleat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun layak didirikan.*

**Kata kunci:** butil oleat, esterifikasi, butanol, asam oleat, ceric ammonium sulfat

## 1. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara berkembang yang saat ini sedang giat melaksanakan perkembangan di berbagai bidang. Diantaranya adalah pembangunan di bidang industri, yang salah satunya industri kimia. Perkembangan industri yang semakin meningkat ialah industri bahan polimer untuk menghasilkan produk sintesis dan plastik. Butil Oleat merupakan bahan yang mempunyai peranan penting dalam pabrik plastik, yaitu berfungsi sebagai *plasticizers*. Manfaat lain butil oleat digunakan pada pabrik pembuatan karet sintesis, pabrik cat, pabrik

pembuat pelumas, pabrik poliester bahkan sebagai bahan tambahan pada kosmetik dan pabrik lainnya. Bahan dasar butil oleat adalah butanol dan asam oleat (Lewis, 2001).

Kebutuhan bahan baku dapat dipenuhi dari PT. OXO Nusantara, Gresik, Pabrik Tianjin City FuYu Fine Chemical Co., Ltd., China, dan Boc Sciences, China. Kebutuhan Butil Oleat di dalam negeri banyak diperlukan. Pabrik di Indonesia yang memerlukan Butil Oleat antara lain PT. Maspion dan PT. Pertamina serta industri kosmetik sebagai cat kuku. Namun Indonesia belum memiliki pabrik



Butil Oleat dan masih harus mengimpor dari luar negeri. Pemilihan untuk mendirikan pabrik ini sebagai upaya penghematan beban impor *plasticizers* untuk industri plastik dalam negeri. Serta mendorong berdirinya pabrik lain untuk mendukung kemajuan perekonomian di Indonesia. Kebutuhan impor Butil Oleat di Indonesia pada tahun 2008 sampai dengan 2013 (BPS, 2017):

**Tabel 1** Kebutuhan Impor Butil Oleat di Indonesia

No.	Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2008	422,14	0
2	2009	853,78	102,25
3	2010	512,74	-39,94
4	2011	1.256,97	145,14
5	2012	1.352,19	7,57
6	2013	1.870,05	38,29
Pertumbuhan Rata-rata			42,44

Pabrik Butil Oleat direncanakan dibangun pada tahun 2022. Berdasarkan perhitungan menggunakan *discounted method* dengan rumus sebagai berikut :

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

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

peluang kapasitas Butil Oleat yang akan didirikan pada tahun 2022 sebesar 40.000 ton/tahun. Berdasarkan pertimbangan bahan baku, maka kapasitas yang akan Butil Oleat yang akan didirikan sebesar 10.000 ton/tahun atau 25% dari kapasitas total.

Pabrik Butil Oleat direncanakan berlokasi di Kecamatan Cikampek, Kabupaten Karawang Provinsi Jawa Barat. Pemilihan lokasi berdasarkan atas ketersediaan lahan yang cukup dan lokasi yang dekat dengan pelabuhan memudahkan transport bahan baku yang beberapa harus impor dari China. Selain itu dekat dengan daerah perusahaan yang memerlukan bahan Butil Oleat. Bentuk perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas dengan total karyawan sebanyak 135 orang.

## 2. Deskripsi Proses

Proses produksi Butil Oleat dapat dilakukan dengan beberapa cara, berikut dua cara

pembuatannya berdasarkan katalis yang digunakan, yaitu dengan katalis homogen berupa asam sulfat serta dengan katalis padat berupa *ceric ammonium sulfate* (CAS). Perbandingan proses produksi Butil Oleat :

**Tabel 2** Perbandingan Proses Produksi Butil Oleat

Parameter	Proses	
Katalis	Asam Fosfat	CAS
Temperatur	105 °C	140 °C
Tekanan	16 atm	1 atm
Konversi	90%	97,1%
Waktu reaksi	16 jam	3 jam
Kelebihan	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proses pemisahan, pemurnian lebih sederhana karena katalis heterogen</li> <li>• Katalis merupakan alternatif baru yang ramah lingkungan</li> <li>• Tidak bersifat korosif</li> </ul>
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proses reaksi yang cukup lama</li> <li>• Katalis bersifat korosif</li> <li>• Tidak ramah lingkungan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Katalis baru dikembangkan</li> </ul>

Berdasarkan perbandingan proses pada Tabel 2, proses yang dipilih untuk menghasilkan Butil Oleat adalah proses dengan menggunakan katalis *ceric ammonium sulfate*.

Butil Oleat diproduksi dalam tiga tahap, yaitu :

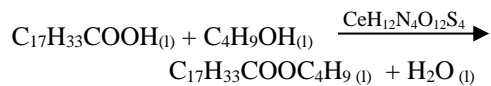
### 1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku cair asam oleat (99%) dan butanol (99%) disimpan dalam tangki penyimpanan serta katalis padat *ceric ammonium sulfate* pada gudang pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm. Kemudian bahan cair dipanaskan dalam *heater* hingga suhu 100 °C.

### 2. Tahap Pembentukan Produk



Reaksi asam oleat dan butanol dengan perbandingan mol 1:2,5 untuk membentuk Butil Oleat terjadi dalam reaktor tangki berpengaduk (RTB). Reaksi berlangsung pada suhu 100 °C dan tekanan 1 atm selama 3 jam dengan konversi 97,1%. Reaktor dilengkapi dengan jaket pemanas karena reaksi berlangsung endotermis. Reaksi pembentukan butil oleat dibantu dengan penambahan katalis *ceric ammonium sulfat* sebesar 5% dari berat total bahan baku (Long, et al. 2013). Reaksi yang terjadi :



Hasil keluaran reaktor yang terdiri dari butil oleat, asam oleat, butanol, air, asam palmitat, dan katalis bersuhu 140 °C kemudian dialirkan menuju *Rotary Drum Vacuum Filter* untuk memisahkan katalis yang terkandung dalam produk.

### 3. Tahap Pemurnian Produk

Produk yang telah terpisah dari katalis dialirkan menuju dekanter untuk memisahkan fase ringan berupa butil oleat, butanol, asam oleat, asam palmitat dan fase berat berupa air dan butanol yang sedikit terlarut. Hasil bawah dekanter dialirkan menuju UPL. Hasil atas dekanter dialirkan menuju vaporizer I untuk memurnikan produk butil oleat dari butanol. Hasil atas vaporizer 1 berupa butanol dialirkan menuju kondensor 1 untuk diembunkan dan diturunkan suhunya sebagai arus *recycle* menuju reaktor. Hasil bawah vaporizer 1 dialirkan menuju vaporizer 2 untuk menambah kemurnian produk. Butanol keluaran atas vaporizer 2 dialirkan menuju kondensor untuk di *recycle* menuju reaktor. Produk keluaran vaporizer 2 memiliki kemurnian butil oleat sebesar 95,5 dialirkan menuju tangki produk.

Berdasarkan tinjauan termodinamika, dapat diketahui suatu reaksi bersifat eksotermis atau endotermis dengan data dan perhitungan sebagai berikut (Coulson, 2005):

**Tabel 3** Daftar  $\Delta H_{298K}$  Komponen

Komponen	$\Delta H_{298}$ (kJ/mol)
Asam Oleat	-646,02
Butanol	-274,86
Butil Oleat	-816,9
Air	-242

$$\begin{aligned} \Delta H_{298} &= \sum \Delta H_{\text{produk}} - \sum \Delta H_{\text{reaktan}} \\ &= [\Delta H_{298} (\text{Butil Oleat}) + \Delta H_{298} (\text{Air})] - \\ &\quad [\Delta H_{298} (\text{Asam Oleat}) + \Delta H_{298} (\text{Butanol})] \\ &= [(-816,9) + (-242)] + [(-646,02) + \\ &\quad (-274,86)] \\ &= -3.785,5237 - (-4.894,9392) \\ &= -1.109,4154 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Reaksi pembentukan Butil Oleat bersifat endotermis yang ditandai dengan  $\Delta H_f$  bernilai positif. Sedangkan untuk mengetahui reaksi berjalan secara *reversible* atau *irreversible* dapat dilihat dari harga kesetimbangan kimia yang dipengaruhi oleh energi Gibbs dengan data dan perhitungan sebagai berikut (Yaws, 1999) :

**Tabel 4** Daftar  $\Delta G_{298K}$  Komponen

Komponen	$\Delta G_{298}$ (kJ/mol)
Asam Oleat	-189,69
Butanol	-150,67
Butil Oleat	-187,38
Air	-242

$$\begin{aligned} \Delta G_{298} &= \sum \Delta G_{\text{produk}} - \sum \Delta G_{\text{reaktan}} \\ &= [\Delta G_{298} (\text{Butil Oleat}) + \Delta G_{298} (\text{Air})] - \\ &\quad [\Delta G_{298} (\text{Asam Oleat}) + \Delta G_{298} (\text{Butanol})] \\ &= [-187,38 + (-242)] + [(-189,69) \\ &\quad + (-150,67)] \\ &= -429,38 - (-340,36) \\ &= -89,02 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka reaksi pembentukan Butil Oleat berlangsung secara tidak spontan atau lambat (*reversible*).

Reaksi pembentukan Butil Oleat merupakan reaksi orde 2 dengan perhitungan sebagai berikut (Fogler):

$$-r_A = k \cdot C_A^{1,5} C_B^{0,5}$$


$$-r_A = \frac{-dCA}{dt}$$

$$\frac{-dCA}{dt} = k \cdot C_A^{1,5} C_B^{0,5}$$

$$\frac{dCA}{Ca^{1,5} \cdot Cb^{0,5}} = k \cdot dt$$

diintegrasikan menjadi :

$$\frac{2}{Ca^{0,5} Cb^{0,5}} - \frac{2}{Ca^{0,5} Cb^{0,5}} = k \cdot t$$

$$k \cdot t = \frac{2}{Ca^{0,5} Cb^{0,5}} - \frac{2}{Ca^{0,5} Cb^{0,5}}$$

$$k \cdot t = \frac{4,66e-5^{0,5} \times 0,002^{0,5}}{0,0016^{0,5} \times 0,002^{0,5}}$$

$$k = [(2/0,000338)-(2/0,00199)]/3$$

$$k = 1.634,0968 \text{ L/mol.jam}$$

maka,

$$-r_A = k \cdot C_A^{1,5} C_B^{0,5}$$

$$= 1.634,0968 \times 4,66e-5^{1,5} \times 23-3^{0,5}$$

$$= 0,0000258 \text{ kmol/L.jam}$$

$$= 0,0258 \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{jam}$$

sehingga, laju reaksi pembentukan Butil Oleat adalah sebesar 0,0258 kmol/m<sup>3</sup>.jam.

Berdasarkan perhitungan neraca massa, komposisi masuk dan keluar reaktor dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5** Komposisi Masuk dan Keluar Reaktor

Komponen	Aliran Masuk (kg/jam)	Aliran Keluar (kg/jam)
Asam Oleat	1.037,09	30,07
Butanol	680,38	416,12
Butil Oleat	-	1.207,06
Air	2,99	67,22
Asam Palmitat	10,47	10,47
Katalis	86,54	86,54
<b>TOTAL</b>	<b>1.817,50</b>	<b>1.817,50</b>

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

**Tabel 6** Harga Bahan Baku dan Produk

Komponen	Harga (per kilogram)
Asam Oleat	Rp 19.716
Butanol	Rp 12.934
Butil Oleat	Rp 67.034
Katalis	Rp 14.327

Sumber : [www.molbase.com](http://www.molbase.com)

### 3. Utilitas

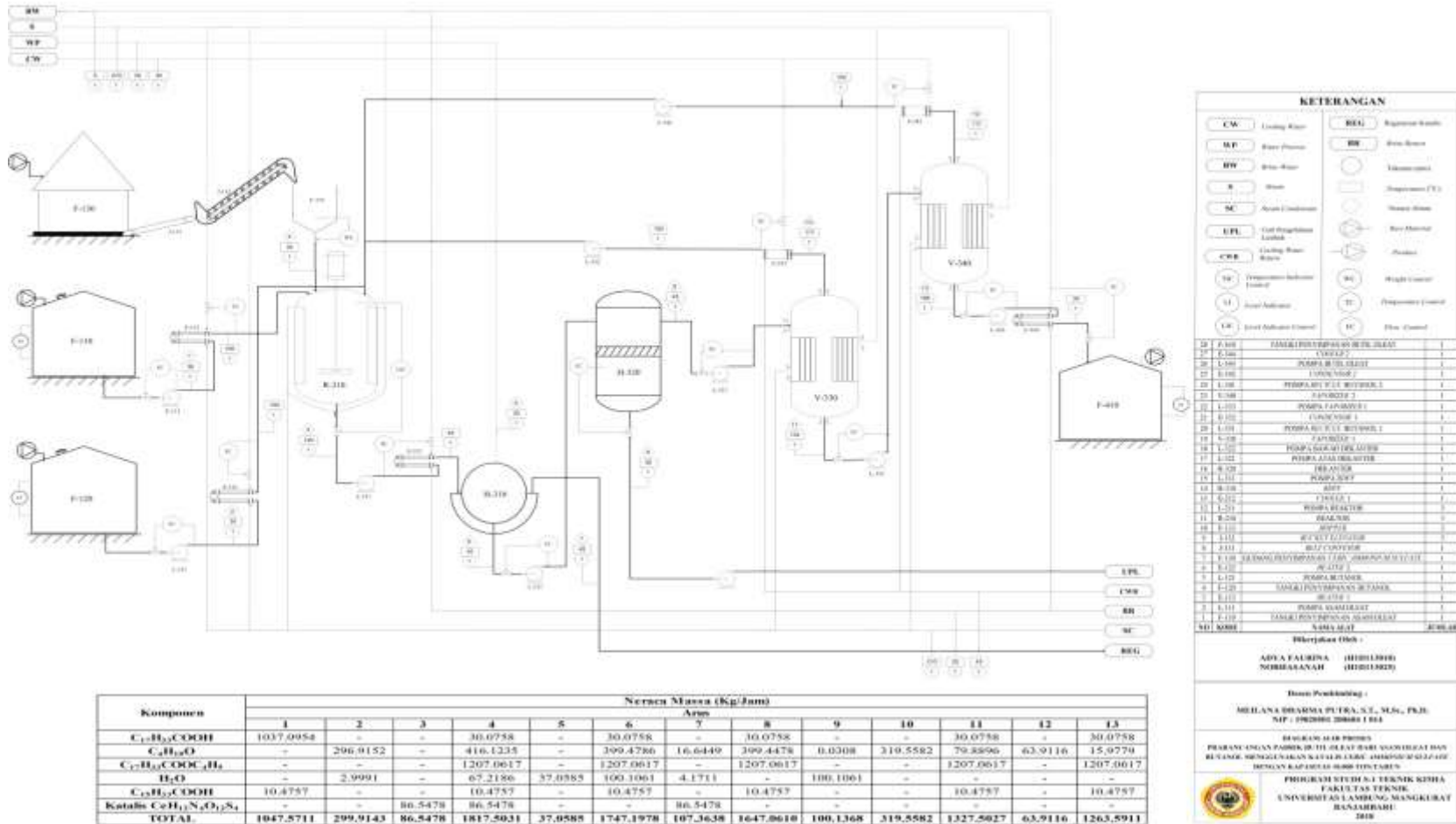
Utilitas merupakan unit penunjang dalam suatu pabrik untuk menyediakan kebutuhan steam dan air pendingin, listrik serta air. Sumber air untuk pabrik Butil Oleat diperoleh dari waduk Jatiluhur dengan kapasitas 60.000 m<sup>3</sup>/hari dan luas sekitar 8.300 Ha. Pembangkit listrik utama pabrik menggunakan generator yang bahan bakarnya diperoleh dari PT. Pertamina dan ketersediaan listrik diatur oleh PT. Tatajabar Sejahtera. Kebutuhan rutin yang diperlukan dalam kegiatan operasi pabrik Butil Oleat dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7** Kebutuhan Utilitas Pabrik Butil Oleat

Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
Steam	1.299,778
Cooling water	573,62
Brine water	15.831,217
Bahan bakar	6,755



PRARANCANGAN PABRIK BUTIL OLEAT DARI ASAM OLEAT DAN BUTANOL MENGGUNAKAN KATALIS CERIC AMMONIUM SULFATE DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN



Gambar 1 Flow Diagram Process Prarancangan Pabrik Butil Oleat dari Asam Oleat dan Butanol Menggunakan Katalis Ceric Ammonium Sulfate dengan Kapasitas 10.000 Ton/Tahun



## 4. Analisis Ekonomi

Pabrik Butil Oleat memerlukan modal dengan seperti pada Tabel 8.

**Tabel 8** Jumlah Biaya Pendirian Pabrik Butil Oleat

Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
FCI	163.888.302.019,5
TPC	574.355.832.595,32
TCI	279.831.526.304,64
WC	110.090.070.641,59

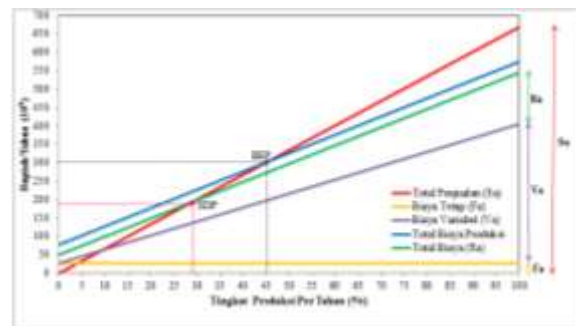
Suatu pabrik dikatakan sehat jika dapat memberikan keuntungan yang layak bagi perusahaan. Perancangan pabrik layak atau tidak untuk dibangun dapat diketahui melalui analisa ekonomi. Berdasarkan analisis tersebut dapat diambil keputusan untuk menjalankan proyek, menunda atau tidak menjalankannya (Prasetya at al., 2014). Beberapa faktor yang harus ditinjau dalam menganalisa kelayakan pendirian pabrik antara lain *percent return on investment* (ROI), *pay out time* (POT), *interest rate of return* (IRR), *break event point* (BEP) dan *shut down point* (SDP).

**Tabel 8** Analisis Ekonomi

Analisa Kelayakan	Nilai	Batasan	Ket
ROI	23%	Minimal 11%	Layak
POT	3,1th	Maksimal 5 th	Layak
IRR	14,21%	> 12%	Layak
BEP	49%	40% - 60%	Layak
SDP	31%	20%-40%	Layak

ROI merupakan perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun, didasarkan pada kecepatan pengembalian modal industry 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 Oleat dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Grafik SDP dan BEP Pabrik Butil Oleat Kapasitas 10.000 Ton/Tahun

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan prarancangan pabrik butil oleat dari asam oleat dan butanol menggunakan katalis *ceric ammonium sulfate* dengan kapasitas 10.000 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 23%, POT 3,1 tahun, IRR 14,21%, BEP 49% dan SDP 31%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S.and Newton, R.D., 1955.*Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: MC Graw Hill Book Company inc.
- BPS, 2013. Oleic, linoleic acids, their salts and esters.  
<http://www.BPS.com>  
Diakses pada 15 Juli 2017
- Brown, G. G et all. 1956. Unit Operation. New York : John Wiley & Sons.



- Brownell, Llyod E and Edwin H.Y. 1959. Process Equipment Design. New York : John Wiley & Sons.
- Coulson, J., Richardson, J., Backhurst, J. & Harker, J. 1991. Vol. 2: Particle technology and separation processes, Oxford [etc.]: Butterworth-Heinemann.
- Considine, Douglas M. 1985. Instruments and Controls Handbook 3rd Edition. USA: Mc.Graw-Hill, Inc.
- Ditjen POM. 1979. Farmakope Indonesia. Edisi ke-III. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta. Hal 56-58.
- Geankoplis, Christie John. 1997. Transport Processes and Unit Operation Third Edition. New York : John Wiley & Sons. DP-2
- GoogleMaps. 2018. <http://maps.google.co.id> . Diakses 7 Januari 2018.
- Halimatuddahlia. 2004. Pembuatan n-Butanol dari Berbagai Proses. USU Digital Library. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Holleman, LWJ. 1970. Kimia Organik. Penerjemah: Djohari, A. A, dkk. Jakarta: penerbit Universitas Indonesia. Hal 177-179.
- Kemenperin, 2018. [www.kemenperin.go.id](http://www.kemenperin.go.id) . [Diakses 26 Desember 2017]
- Kern, D. Q. 1965. Process Heat Transfer. New York: Mc Graw Hill.
- Kirk, R.E., Othmer, V.R., 1999, Encyclopedia Of Chemical Technology, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 2001. Encyclopedia of Chemical Technology, 4th Edition., Vol.23, The Inter Science Encyclopedia, inc., New York.
- Korobov, M.V. 2000. Standard Thermodynamics Properties of Chemical Substance. CRC Press LLC.
- Lewis, R.J. 2001. Hawley's Condensed Chemical Dictionary 14th Edition, New York, John & Wiley Sons, Inc.
- Long, Xu, et al. 2013. Study on Synthesis of butyl oleat catalyzed by ceric ammonium sulfat. International Jurnal of Scientific & Engineering Research, China. Vol.4 No.2 (1086-1088).
- Max, S. P., Klaus, D. T. & Ronald, E. W. 1991. Plant design and economics for chemical engineers. International edition.
- Othmer, D.F., and Sanjeev A.R. 1950. N-Butyl Oleat from n-Butyl Alcohol and Oleic Acid. Industrial and Engineering Chemistry, Polytechnic Institute of Brooklyn. Vol.42 No.9 (1912-1919).
- Perry, R., Green D, Maloney J., 1984, Perry's Chemical Engineers' Handbook (6th ed.). McGraw-Hill Book Company. ISBN 0-07-049479-7.
- Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., West, R.E., 2003, Plant Design And Economics For Chemical Engineers, 5th Ed., Mc-Graw Hill, New York.
- Selly, Mers dan Nirwana. 2014. Kajian Awal Pengaruh Waktu Reaksi dan Rasio Molar Asam Oleat dengan Butanol Terhadap Sifat Fisika Kimia Plastisizer Butil Oleat. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Siagian P. Sondang. 1992. Manajemen Sumber Daya Manusia. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.
- Smith, J.M, H.C. Van Ness and N.M Abbott. 2005. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics Seventh Edition. New York: Mc Graw Hill.
- Sutarto. 2002. Dasar-dasar Organisasi. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. DP-4
- Timmerhause, 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, John Wiley & Sons, New York
- Yaws, C.L., 1999, Chemical Properties Handbook, Mcgraw Hill Companies Inc., USA

