

PRARANCANGAN PABRIK *BUTYL ACETATE* DENGAN PROSES ESTERIFIKASI DARI *ACETIC ACID* DAN *BUTANOL* DENGAN KATALIS *SULFURIC ACID* KAPASITAS 26.000 TON/TAHUN

Norliana^{1*}, Rabiah¹

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

*Corresponding Author: rabiahkintap@gmail.com

Abstrak

Butyl acetate merupakan ester dengan rumus molekul $CH_3COOC_4H_9$ atau $C_6H_{12}O_2$. Senyawa ini dihasilkan dari reaksi esterifikasi senyawa asam karboksilat dan alkohol. Aplikasi dari senyawa *butyl acetate* dalam industri kimia digunakan sebagai pelarut diantaranya solvent aktif untuk film former, pelarut pada kerajinan kulit, plastik, tekstil dan sebagai solvent ekstraksi pada proses bermacam-macam minyak dan obat-obatan. Perancangan pabrik *butyl acetate* ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2025 dengan kapasitas 26.000 ton/tahun. Bahan baku utama yang diperlukan adalah *acetic acid* yang diperoleh dari PT. Indo Acidatama Chemical Industry di Surakarta, *Butanol* diperoleh dari PT. Petro Oxo Nusantara di Gresik dan *sulfuric acid* diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik. Kebutuhan air akan dipenuhi oleh air Bengawan solo yang terletak dekat dengan pabrik. Pabrik akan didirikan di kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur.

Pabrik *butyl acetate* yang di rancang diproduksi dari *acetic acid* dan *butanol* melalui reaksi esterifikasi. *Acetic acid* dan *butanol* beroperasi pada tekanan 1 atm dan temperatur 30 °C yang temperaturnya akan dinaikkan hingga mencapai 100 °C menggunakan heater. Pembuatan *butyl acetate* terjadi dalam reaktor *continous stirred tank reactor (CSTR)* dengan fase cair cair dengan bantuan katalis *sulfuric acid*. Reaksi berlangsung pada suhu 100 °C dan tekanan 1 atm selama 15 menit dan bersifat eksotermis, kemudian *butyl acetate* yang telah terbentuk dimurnikan dengan menggunakan menara distilasi. Produk *butyl acetate* akhir didapat dengan kemurnian 99%.

Pemasaran *butyl acetate* diutamakan untuk konsumsi dalam negeri. Bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi line dan staff. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian menurut jam kerja yang terdiri dari shift dan non-shift dengan tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 130 orang. Selain itu diperoleh juga Return of Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 44 % dan Return of Investment (ROI) sesudah pajak sebesar 22% . Pay Out Time (POT) sebelum pajak yaitu 1,77 tahun dan Pay Out Time (POT) sesudah pajak sebesar 3,09 tahun. Sehingga diperoleh Break Event Point (BEP) sebesar 44% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 21%. Berdasarkan pertimbangan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik *butyl acetate* dengan kapasitas 26.000 ton/tahun ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata Kunci: *butyl acetate*, esterifikasi, ester, eksotermis

1. Pendahuluan

Sebagai negara berkembang Indonesia terus melakukan pengembangan dalam berbagai bidang diantaranya pada sektor industri. Salah satunya adalah dengan cara memenuhi kebutuhan bahan-bahan industri melalui pendirian pabrik-pabrik kimia. Kebutuhan dan jumlah bahan industri yang belum dapat dipenuhi cukup banyak dan biasanya diperoleh dengan cara impor dari negara-negara produsen yang sudah maju. Meningkatnya pada industri di Indonesia diiringi juga meningkatnya kebutuhan bahan baku dalam proses industri.

Bahan baku yang dapat diproses produksi sendiri sebagian masih di impor, karena tidak adanya bahan baku yang tersedia di dalam negeri. Salah satu contoh bahan baku yang mengalami peningkatan yaitu adalah *butyl acetate*.

Butyl acetate merupakan senyawa yang didapat dari proses esterifikasi *acetic acid* dan *butanol* melalui proses *batch* dan *continous* (Faith dkk., 1975). Memiliki rumus molekul $CH_3COOC_4H_9$ dengan berat molekul 116,16 g/mol merupakan cairan jernih yang tidak berwarna dengan bau yang manis dan khas (Perry, 2005).





Adapun kegunaan dari *butyl acetate* banyak digunakan industri yang ada di Indonesia diantaranya yaitu penggunaan pada industri tekstil, industri plastik, industri farmasi, industri oli dan sebagai bahan baku dalam industri parfum dan juga sebagai *solvent* pada persiapan pembuatan industri kulit buatan dan lain sebagainya. Oleh karena itu produk ini memiliki peranan yang besar dalam kehidupan industri.

Maka dengan mempertimbangkan hal tersebut pendirian pabrik *butyl acetate* dari *acetic acid* dan *butanol* dengan katalis *sulfuric acid* sangat diperlukan. Adapun data impor di Indonesia terhadap *butyl acetate* pada tahun 2015-2019 dari Badan Pusat Statistik dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut:

Tabel 1. Data Import Ferrosulfat Heptahidrat di Indonesia (BPS, 2019)

Tahun	Jumlah (Ton)	% Pertumbuhan
2015	10654,7421	88,2976
2016	7258,2996	-46,7939
2017	11003,9872	34,0394
2018	14012,7641	21,4717
2019	12987,1682	-7,8970
Rata-Rata	17,82	

Adapun pertimbangan dalam menentukan kapasitas pabrik, yaitu kapasitas pabrik yang direncanakan harus di atas minimum kapasitas pabrik, atau minimal sama dengan kapasitas pabrik yang sudah beroperasi atau berdiri. Berikut kapasitas pabrik *butyl acetate* yang telah berdiri dapat dilihat pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2 Pabrik yang telah beroperasi diseluruh dunia (Business, 2019)

No	Nama Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
1	Incos Oxide (Belgium)	100.000
2	BASF	90.000
3	Dow Chemical (Texas)	70.000
4	Jiangment (China)	60.000
5	Continental (Indonesia)	20.000

Perkiraan perhitungan konsumsi kebutuhan dari *butyl acetate* yang diperoleh pada tahun 2025 dari perhitungan *discounted method* dengan rumus yang digunakan (Ulrich, 1984):

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

Berdasarkan perhitungan hasil dari data impor *butyl acetate* di

perkiraan konsumsi dari *butyl acetate* selama 6 tahun kedepan membuktikan adanya peluang kapasitas pabrik *butyl acetate* yang akan rencana akan didirikan pada tahun 2025 diambil sekitar 20% dari peluang kapasitas yang sudah ada di Indonesia sebesar yaitu 26.000 ton/tahun.

2. Deskripsi Proses

2.1 Karakteristik jenis-jenis proses

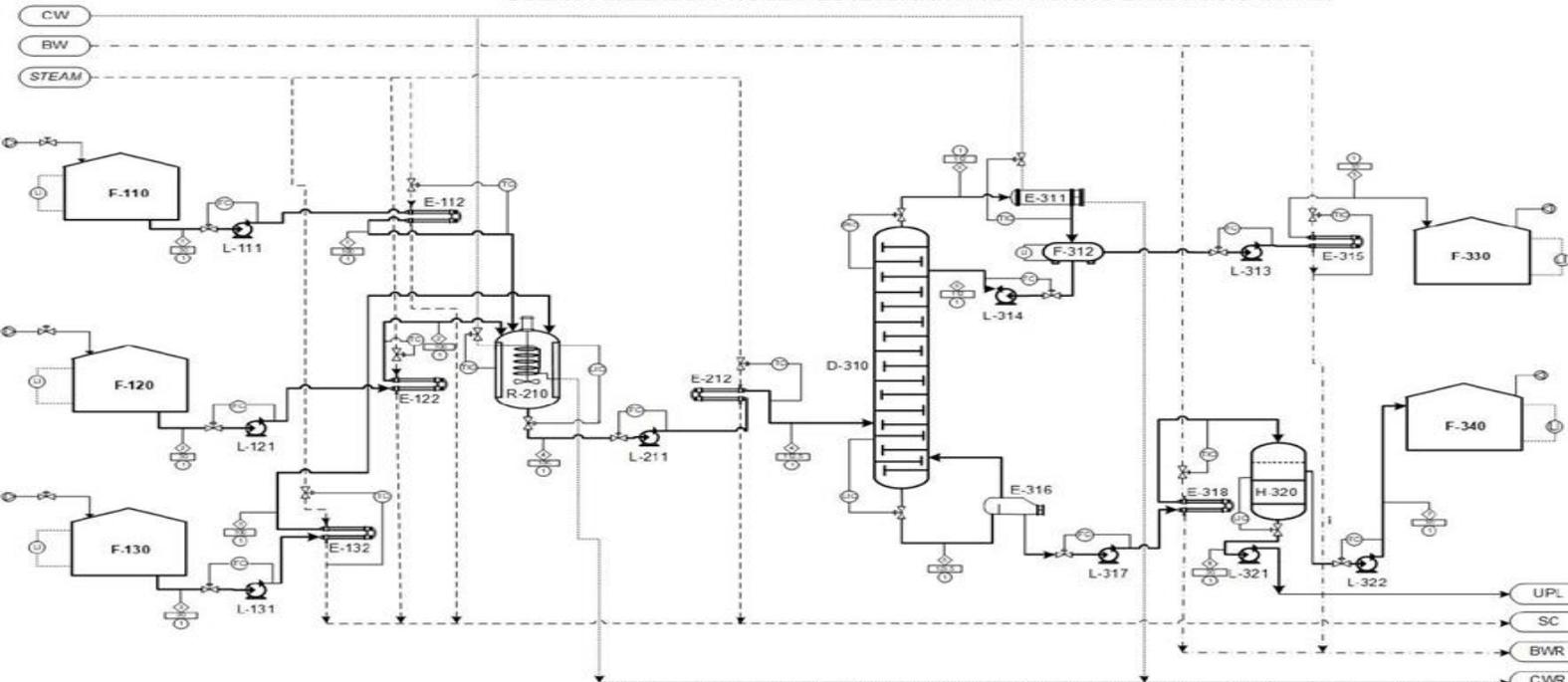
Dari berbagai jenis proses yang dapat digunakan pada pembuatan *butyl acetate* tersebut dapat dibuat dalam tiga jenis proses pengolahan berikut adalah perbandingan proses pembuatan dari *butyl acetate* dapat dilihat pada **Tabel 3**

No	Jenis Proses	Konversi	Katalis	Kondisi Operasi	Aspek Ekonomi
1	<i>Acetic acid</i> dan <i>butanol</i>	60%	Enzim Lipase	37 °C 1 atm	Butanol : Rp.16000/L Acetic acid : Rp. 12000/L Enzim : \$ 100/Kg
2	<i>Acetic acid</i> dan <i>butanol</i>	95%	<i>Sulfuric Acid</i>	100 °C 1 atm	Butanol : Rp.16000/L Acetic acid : Rp. 12000/L <i>Sulfuric Acid</i> : Rp. 4000/L
3	<i>Butanol</i> dan <i>metil Acetate</i>	70 %	NKC-9	57 °C 1 atm	Butanol : Rp.16000/L Acetic acid : Rp. 12000/L NKC: Rp. 5000/L

Berdasarkan uraian berbagai jenis proses di atas maka bahan baku yang diambil yaitu *butanol* dan *acetic acid* dengan menggunakan katalis *sulfuric acid* karena beberapa pertimbangan yaitu mempunyai konversi relative besar yakni 95 % sehingga lebih menguntungkan dan ekonomis. Harga bahan baku lebih murah dan kondisi operasi pada pembuatan *butyl acetate* menggunakan bahan baku *acetic acid* dan *butanol* dengan katalis *sulfuric acid* terjadi pada suhu 100 °C



PRARANCANGAN PABRIK BUTYL ACETATE DARI ASAM ASETAT DAN BUTANOL DENGAN KATALIS ASAM SULFAT MELALUI PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 26.000 TON/TAHUN



KOMPONEN	NERACA MASSA (KG/JAM)							
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8
Acetic acid	1788.1882	-	-	89.4094	89.4094	-	-	-
Butanol	-	5364.5647	-	3267.7539	3267.7539	-	-	-
Butyl Acetate	-	-	-	3286.0974	11.2063	3274.8911	3274.8911	-
Water	18.0625	54.1875	0.0715	581.8138	559.0128	22.8010	7.9372	14.8638
Sulfuric acid	-	-	3.5048	3.5048	3927.3824	3.5048	-	3.5048
Total	1806.2507	5418.7522	3.5764	7288.5793	3927.3824	3301.1969	3282.8283	18.3686

KETERANGAN

	Brine Water		Nomor Aliran
	Brine Water Return		Temperature (°C)
	Steam		Tekanan (atm)
	Steam Condensate		Bahan Baku
	Cooling Water		Produk
	Waste Water Treatment Plant		

	Temperature Indicator Control		Level Control
	Pressure Indicator Control		Level Indicator
	Flow Control		

NO	KODE	NAMA ALAT	JUMLAH
26	F-340	TANGKI PRODUK BUTYL ACETATE	1
25	L-332	TANGKI PRODUK BUTANOL	1
24	L-322	POMPA ATAS DECANTER-1	1
23	L-321	POMPA BAWAH DECANTER-1	1
22	H-320	DECANTER-1	1
21	E-318	COOLER-2	1
20	L-317	POMPA REBOILER	1
19	E-316	REBOILER	1
18	E-315	COOLER-1	1
17	L-314	POMPA ACCUMULATOR	1
16	L-313	POMPA DISTILASI	1
15	F-312	ACCUMULATOR	1
14	E-311	CONDENSOR	1
13	D-310	MENARA DISTILASI	1
12	E-212	HEATER	1
11	L-211	POMPA REAKTOR	1
10	R-210	REAKTOR C STR	1
9	E-132	HEATER SULFURIC ACID	1
8	L-311	POMPA SULFURIC ACID	1
7	F-130	TANGKI PENYIMPANAN SULFURIC ACID	1
6	E-122	HEATER BUTANOL	1
5	L-121	POMPA BUTANOL	1
4	F-120	TANGKI PENYIMPANAN BUTANOL	1
3	E-112	HEATER ACETIC ACID	1
2	L-111	POMPA ACETIC ACID	1
1	F-110	TANGKI PENYIMPANAN ACETIC ACID	1

Dibuat oleh :
 NORLIANA RABAH 1610814320009
 1610814120012

Dosen Pembimbing :
 Dr. Ima Syarifah, ST., M.T.,
 NIP. 19690608 199702 2 002

FLWSHEET
 PRARANCANGAN PABRIK BUTYL ACETATE DARI ASAM ASETAT DAN BUTANOL DENGAN KATALIS ASAM SULFAT MELALUI PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 26.000 TON/TAHUN

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
 BANJARMASRU
 2020

Gambar 1. Flow Diagram Process Prarancangan Pabrik Butyl Acetate dari Acetic Acid dan Butanol dengan katalis Sulfuric Acid melalui proses Esterifikasi Kapasitas 26.000 ton/tahun.



Berikut tahap proses pembuatan *butyl acetate* dengan bahan baku *acetic acid* dan *butanol* dengan katalis *sulfuric acid* dibagi dalam tiga proses:

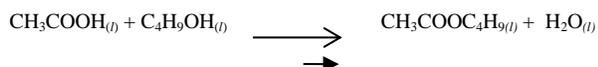
1. Tahap persiapan bahan baku

Acetic acid dan *butanol* dengan kemurnian 99% serta *sulfuric acid* sebagai katalis dengan kemurnian 98% yang disimpan dalam bentuk cair pada temperatur 30 °C dan tekanan 1 atm didalam tangki penampung (F-110) untuk *acetic acid*, (F-120) untuk *butanol* dan (F-130) untuk *sulfuric acid*. Kemudian ketiga bahan tersebut dipompa dengan pompa (L-111) untuk *acetic acid*, (L-121) untuk *butanol* dan (L-131) untuk *sulfuric acid* menuju *heater acetic acid* (E-112), *butanol* (E-122) dan *heater sulfuric acid* (E-132) untuk dipanaskan hingga suhu 100 °C. Selanjutnya dialirkan menuju reaktor (R-210).

2. Tahap Reaksi

Acetic acid dan *butanol* di alirkan kedalam reaktor (R-210) untuk di reaksi dengan perbandingan 1:3 dengan bantuan *sulfuric acid* sebagai katalis dengan konsentrasi 0,049%.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Reaksi berlangsung secara eksotermis pada suhu 100 °C dan tekanan 1 atm selama 15 menit, sehingga untuk mempertahankan suhu digunakan *coil* yang berisi air pendingin. Hasil reaksi yang keluar dari bagian bawah reaktor berupa cairan yang kemudian di pompa (L-211) menuju *heater* (E-212) yang kemudian masuk kedalam menara destilasi (D-310) untuk di murnikan (Faith dkk., 1975)

3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian

Hasil dari reaktor (R-210) dipompa (L-211) menuju *heater* (E-212) untuk dinaikan suhunya menjadi 112 °C yang kemudian masuk kedalam menara destilasi (D-310) untuk segera di murnikan. Destilasi berfungsi untuk memisahkan *butanol*, *water*, dan *acetic acid* dari produk, namun tidak 100% *acetic acid* teruap dan menjadi distilat, terdapat sedikit *asetic acid* yang terikut pada produk bawah distilasi, begitupun dengan *butyl acetate* yang tidak 100% menjadi produk bawah masih terdapat sedikit *butyl acetate* yang ikut teruap. Proses pemurnian terjadi pada suhu 112 °C dengan tekanan 1 atm.

Produk atas pada menara destilasi (D-310) berupa gas dari *butanol*, *water*, *asetic acid* dan *butyl acetate* masuk ke dalam kondensor (E-311) untuk merubah fase gas menjadi cair, fase cair keluaran kondensor ditampung pada tangki akumulator (F-312) untuk selanjutnya diumpankan menuju cooler (E-315) untuk didinginkan sebelum ditampung pada tangki penampungan *butanol* (F-330).

Sedangkan produk bawah berupa cairan *butyl acetate*, *water* dan *sulfuric acid* dialirkan menuju reboiler (E-316) untuk diuapkan sebagian hasilnya. kemudian dipompa (L-317) menuju cooler (E-318) untuk diturunkan suhunya menjadi 30 °C, selanjutnya dialirkan menuju *decanter* (H-320) untuk dipisah antara *sulfuric acid* dan *butyl acetate* dengan perbedaan berat jenis. *Sulfuric acid* yang terdapat pada lapisan bawah dialirkan kedalam tangki pembuangan.

3. Utilitas

Untuk memenuhi kebutuhan air pada pabrik, direncanakan menggunakan air Sungai kali lamong yang merupakan aliran dari sungai bengawan solo. Pabrik ini menggunakan PLN sebagai alat pembangkit listrik utama dan sebagian kebutuhan listrik dibantu generator. Kebutuhan total utilitas yang dibutuhkan pada pabrik *butyl acetate* dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Kebutuhan Utilitas Pabrik *Butyl Acetate*

Kebutuhan	Jumlah
Steam	12936,6134kg/jam
Air	270954,9709kg/jam
Listrik	671,8512 kW
Bahan Bakar	416,4929 liter/jam.

4. Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi perlu dilakukan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang akan mengalami keuntungan atau kerugian. Berdasarkan analisa yang didapat ini pabrik yang dirancang dapat dikategorikan layak berdiri atau tidak. Adapun biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik *butyl acetate* dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:



Tabel 5 . Total Biaya Pabrik *Butyl Acetate*

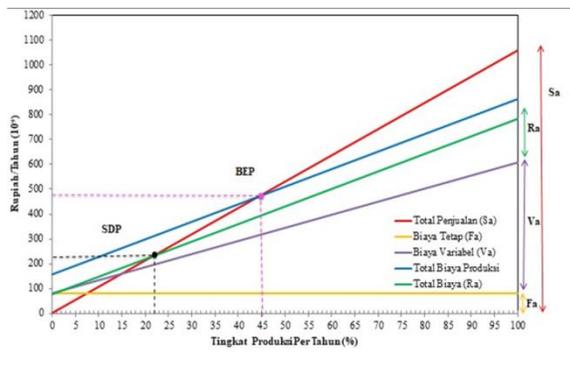
Jenis Biaya	Jumlah
FCI	Rp.540.480.087.01
WC	Rp.741.980.525.53
TCI	Rp.162.894.718.03
TPC	Rp.813.303.884.42

Berikut adalah cara yang dapat digunakan untuk menyatakan suatu kelayakan ekonomi pada suatu pabrik antara lain adalah), *Percents Return On Investment (ROI)*, *Percent Profit on Sales (POS)*, *Pay Kout KtimeK (POT)*, *Net Presents Value (NPV)*, *Interest Rate of Return (IRR)*, *Breaks Even Point (BEP)*, dan *Shut Down Points (SDP)*. Berikut hasil analisa ekonomi pabrik *butyl acetate* dapat dilihat pada **Tabel 6** berikut:

Tabel 6 . Analisa Ekonomi pabrik *butyl acetate*

Analisa	Nilai	Batasan	Ket
POT	3,09 thn	Max. 5 thn	Layak
ROI	46%	Min.22%	Layak
BEP	44%	40-60%	Layak
SDP	21%	20-40%	Layak

Pay Out Time (POT) adlah waktu pengembalian modal yang diperoleh berdasarkan keuntungan yang dicapai .*Return On Investment (ROI)* adalah tingkat hasil keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. *Break Even Point (BEP)* adalah titik impas atau suatu kondisi dimana pabrik menunjukkan penghasilan dan biaya jumlahnya sama atau tidak menguntungkan dan tidak merugikan. *Shut Down Point (SDP)* adalah penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan karena lebih murah untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Expanse (Fa)* dibandingkan harus produksi berdasarkan titik tertentu. Berikut adalah grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik *Butyl Acetate*



Gambar 2. Grafik BEP dan SDP Pabrik *Butyl Acetate* dengan Kapasitas 26.000 Ton/Tahun

5. Kesimpulan

Hasil prarancangan pabrik *butyl acetate* dengan proses esterifikasi dari *acetid acid* dan *butanol* dengan katalis *sulfuric acid* kapasitas 26.000 Ton/Tahun akan didirikan di Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa-Timur dengan luas tanah yang diperlukan 30983,3 m² pada tahun 2025. Direncanakan bentuk perusahaan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisaie yaitu *line* dan staf dengan 130 orang tenaga kerja yang diperlukan. Dari analisa ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 11%, POT sebesar 3,09 tahun, BEP sebesar 44% dan SDP sebesar 24%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik *butyl acetate* ini layak untuk didirikan dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Daftar Pustaka

- Atmowisastro, D. (2007): *Butanol Dipromosikan Sebagai Gasohol*. Warta Pertamina. www.pertamina.com. Diakses pada tanggal 08 Februari 2020.
- BPS. (2019): *Data Ekspor-Impor Menurut Komoditi*. www.bps.go.id Diakses pada tanggal 5 Januari 2020
- Bussiness, I. C. (2013): *Tabel Kapasitas Pabrik Minimal*. <http://www.scribd.com/document/332982809/B-AB-I>.
- Deann, J. A. (1999): *Lange's handboo of chemistry*. Mc Graw-Hill, Inc. New york; London
- Coulson, J..M. dan Richardson, J. F. 1989. *Chemical Engineering, Volume 6* , Pergamon Press : Oxford ,
- Faithh, W. L., Keyess, D. B. dan Clarks, R. L. (1975): *Industrial Chemical*. John Willey and Sons Inc. New Yorks
- Fessenden, R. J. d. J. S. FF. (1999): *Kimia Organik*. Erlangga. Jakarta
- Halimatusadiyah (2004): *Pembuatan n-Butanol dari Berbagai Proses*. USU
- He, jj., Baoayun, X., Weijiang, Z., Cuifang, Z. dan Chen., X. (2011): *Experimentals Studi And Process Simulation Off N-Butyl Acetate Produceds By Transesterification In A Catalytics Distillation Column*. Shanghai, China.
- <https://www.solvents.basf.com> portal /load/fid245442/n-BUTANOL Diakses pada tanggal 12 Februari 2020

