

PRARANCANGAN PABRIK ASAM FENIL ASETAT DARI BENZIL SIANIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 4.500 TON/TAHUN

Muhammad Fahmi Oktavian¹, Rizky Praditama*¹

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

*Corresponding Author: rizkypraditama@gmail.com

Abstrak

Asam fenil asetat adalah salah satu senyawa organik yang utamanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan obat-obatan farmasi atau bahan campuran untuk pembuatan produk kimia atau farmasi lain. Asam fenil asetat sering digunakan sebagai bahan pembuatan phenylacetone dan penicillin yang diperlukan untuk produksi amphetamine. Asam fenil asetat juga sering dipakai untuk bahan campuran dalam industri parfum, misal methyl phenylacetic madu dan beraroma mawar, ethyl phenylacetic acid beraroma madu, amyphenylacetic acid beraroma coklat. Pembuatan asam fenil asetat dapat dilakukan dengan beberapa proses, salah satunya adalah dengan proses hidrolisis benzil sianida dan asam sulfat.

Pembuatan asam fenil asetat dengan proses hidrolisis diawali dengan mempersiapkan bahan baku yaitu mengencerkan asam sulfat dengan air memanasakannya sebelum dimasukkan ke dalam reaktor dengan tekanan operasi 1 atm dan suhu 90°C. Proses hidrolisis terjadi di dalam reaktor, kemudian hasil keluaran reaktor diteruskan ke rdvf untuk memisahkan filtrat dan cake yang terbentuk. Filtrat yang dihasilkan akan dimasukkan ke dekanter untuk memisahkan komponen berdasarkan massa jenisnya, sedangkan cake berupa amonium bisulfat dialirkan menuju gudang penyimpanan menggunakan cooling conveyor. Hasil pada atas dekanter akan diteruskan ke menara distilasi untuk memisahkan asam fenil asetat dari reaktan yang tersisa, sedangkan hasil pada bawah dekanter akan di-recycle kembali ke dalam reaktor. Hasil atas menara distilasi didinginkan terlebih dahulu di heat exchanger lalu di-recycle kembali ke reaktor. Hasil bawah menara distilasi didinginkan di heat exchanger menjadi 100°C, kemudian diumpukan ke prilling tower untuk dikristalkan. Kemudian padatan kristal yang keluar dari prilling tower di perkecil ukurannya di ball mill dan dilakukan pengayakan pada screening untuk mendapatkan produk yang seragam. Asam fenil asetat diproduksi dengan kapasitas 4.500 ton/tahun dengan 330 hari kerja dalam 1 tahun dan dioperasikan mulai tahun 2024. Pendirian pabrik direncanakan berlokasi di Cilincing, Jakarta Utara dengan luas area 32.304 m² dengan tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 135 orang dan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi garis dan staff. Kebutuhan air di ambil dari Sungai Tiram sedangkan kebutuhan listrik untuk operasional pabrik dipasok dari PLN Babelan.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, didapat Return on Investment (ROI) sesudah pajak untuk pabrik ini sebesar 26%, Pay Out Time (POT) sesudah pajak sebesar 2,8 tahun. Sedangkan nilai Break Even Point (BEP) sebesar 44% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 23,15%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik ini bisa dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik. Sehingga dapat dinyatakan bahwa pabrik ini layak didirikan.

Kata kunci : Asam fenil asetat, hidrolisis, break even point, shut down point

1. Pendahuluan

Asam fenil asetat adalah senyawa organik yang digunakan sebagai bahan baku utama atau bahan pembantu. Asam fenil asetat utamanya digunakan sebagai bahan baku penicillin, dan phenylacetone yang diperlukan untuk produksi amphetamine. Asam fenil asetat juga digunakan sebagai bahan pembantu dalam industri parfum dan aroma, misal methyl phenylacetic beraroma mawar dan madu, ethyl phenylacetic acid beraroma madu,

amyphenylacetic acid beraroma coklat.

Dalam bidang pertanian, asam fenil asetat digunakan untuk pembuatan insektisida, ratisida, dan regulator pertumbuhan tanaman. Dalam bidang farmasi, asam fenil asetat digunakan sebagai bahan baku pembuatan anesthetic, analgesic dan obat pembunuh kuman. Data statistik yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik (2019) menunjukkan bahwa di Indonesia belum ada pabrik asam fenil asetat





sehingga untuk memenuhi kebutuhan asam fenil asetat dalam negeri selama ini masih mengimpor dari negara lain seperti India, China, Inggris, dan Belanda. Pendirian pabrik ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan asam fenil asetat dalam negeri sehingga dapat mengurangi jumlah impor. Selain itu pembangunan pabrik ini juga dapat meningkatkan kemajuan industri yang menggunakan asam fenil asetat sebagai bahan baku utama maupun bahan pembantu. Selain dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perekonomian, diharapkan pula dapat melakukan ekspor.

Adapun beberapa perusahaan yang memproduksi asam fenil asetat di dunia ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1 Produksi Asam Fenil Asetat di Dunia

Perusahaan Asam Fenil Asetat	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
Taixing Deyuan Fine Chemical (China)	3.000
Suihua Chemical (China)	6.000
Ibis Chemie International (India)	8.500

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, jumlah impor asam fenil asetat di Indonesia dari tahun 2013-2018 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2 Data Impor Asam Fenil Asetat (Badan Pusat Statistik)

Tahun	Jumlah (Ton)
2013	1581,514
2014	1885,933
2015	1914,814
2016	3448,157
2017	3028,213
2018	3215,636

Berdasarkan data di atas, perkiraan jumlah kebutuhan asam fenil asetat pada tahun 2024 dapat diperkirakan menggunakan perhitungan *discounted method* dengan rumus sebagai berikut (Peters, 1999) :

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

Berdasarkan hasil perhitungan dari persamaan *discounted method* dan data asam fenil asetat pada tahun 2013 sampai 2018 menunjukkan bahwa peluang kapasitas pabrik asam fenil asetat yang dapat didirikan pada tahun 2024 yaitu 6.188,227 ton/tahun.

Kapasitas produksi pabrik asam fenil asetat yang akan didirikan yaitu 75% dari kebutuhan yaitu sebesar 4.500 ton/tahun untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri. Kapasitas yang ditentukan tersebut masuk dalam kapasitas pabrik yang sudah berproduksi di seluruh dunia.

2. Deskripsi Proses

Pembuatan asam fenil asetat dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu dengan proses karbonilasi, hidrolisis dan hidrogenasi. Adapun perbandingannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 Jenis-jenis Proses Pembuatan Asam Fenil Asetat

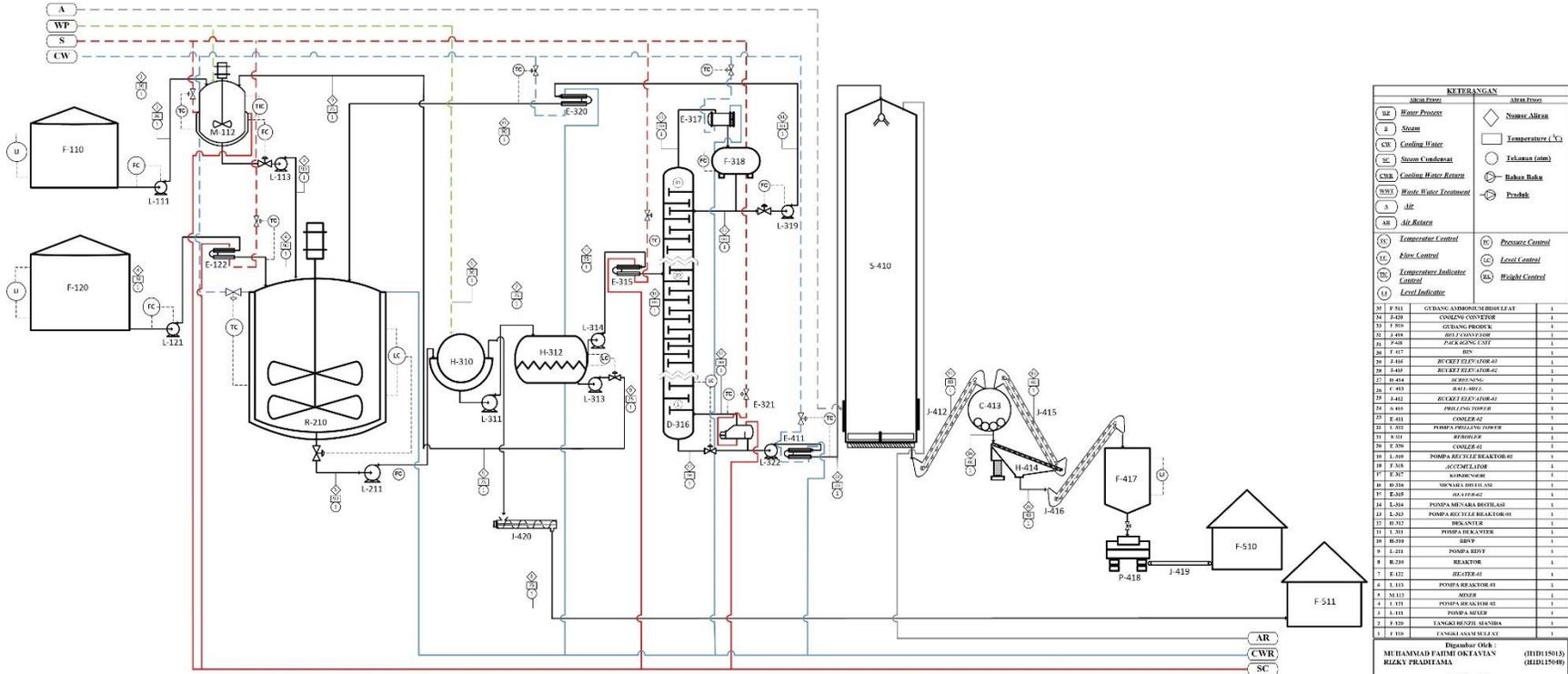
Parameter	Jenis Proses		
	Karbonilasi (Erowid, 2005)	Hidrolisis (Kamm dan Mathews, 1941)	Hidrogenasi (Erowid, 2005)
Bahan baku	<ul style="list-style-type: none"> •Benzil Klorida •Magnesium 	<ul style="list-style-type: none"> •Benzil Sianida •Asam Sulfat 	<ul style="list-style-type: none"> •Asam Mandelik •Asam Fosfor
Kondisi Operasi	<ul style="list-style-type: none"> •80°C •20 atm 	<ul style="list-style-type: none"> •90°C •1 atm 	<ul style="list-style-type: none"> •150°C •20 atm
Katalis	•Pd(PPh ₃) ₂ Cl ₂	-	•Pd / BaSO ₄
Waktu Reaksi	•3 jam	•3 jam	•6 jam
Konversi	•75%	•80%	•90%

Berdasarkan ketiga uraian proses di atas dipilih proses hidrolisis dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Proses hidrolisis memiliki kondisi operasi rendah karena proses berjalan pada tekanan 1 atm dan suhu 90°C sehingga memiliki tingkat risiko yang lebih rendah.
2. Peralatan yang digunakan relatif lebih ekonomis karena tekanan operasi yang rendah, yaitu 1 atm.
3. Waktu reaksi yang cukup singkat bila dibandingkan dengan proses hidrogenasi meskipun konversi reaksinya tidak sebesar proses hidrogenasi.



PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK ASAM FENIL ASETAT DARI BENZIL SIANIDA DAN ASAM SULFAT
DENGAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 4.500 TON/TAHUN



Komponen	NERACA MASSA KG/JAM															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$C_6H_5CH_2CN$	-	-	-	623,0478	124,60956	-	124,60956	-	5,8896724	118,7199	117,5327	1,187199	1,187199	1,187199	0,0119	1,175327
H_2SO_4	747,6573	-	747,6573	-	330,16208	-	330,16208	-	330,16208	-	-	-	-	-	-	-
H_2O	12,7153	969,2081	981,9233	12,46096	841,01866	378,9536	1204,8142	15,15815	1180,7179	24,09628	24,09628	-	-	-	-	-
$C_6H_5CH_2COOH$	-	-	-	-	579,38119	-	579,38119	-	19,553712	559,8275	5,598275	554,2292	554,2292	5,5423	548,6869	-
NH_4HSO_4	-	-	-	-	489,91792	-	19,596717	470,3212	19,596717	-	-	-	-	-	-	-
Total	760,3726	969,2081	1729,5807	635,5087	2365,0894	378,9536	2258,5637	485,4793	1555,9201	702,6436	147,2272	555,4164	555,4164	5,5542	549,8622	-

Gambar 1 Process Flow Diagram

KETERANGAN

Water Process	Water Process	Water Process
Steam	Steam	Steam
Cooling Water	Cooling Water	Cooling Water
Steam Condensate	Steam Condensate	Steam Condensate
Cooling Water Return	Cooling Water Return	Cooling Water Return
WWT (Waste Water Treatment)	WWT (Waste Water Treatment)	WWT (Waste Water Treatment)
Air	Air	Air
Air Return	Air Return	Air Return
Temperature Control	Temperature Control	Temperature Control
Flow Control	Flow Control	Flow Control
Temperature Indicator Control	Temperature Indicator Control	Temperature Indicator Control
Level Indicator	Level Indicator	Level Indicator
Number Alarm	Number Alarm	Number Alarm
Temperature (°C)	Temperature (°C)	Temperature (°C)
Tekanan (atm)	Tekanan (atm)	Tekanan (atm)
Bahan Baku	Bahan Baku	Bahan Baku
Produk	Produk	Produk
Pressure Control	Pressure Control	Pressure Control
Level Control	Level Control	Level Control
Weight Control	Weight Control	Weight Control

1	F-110	TANGKI ASAM BENZIL	1
2	F-120	TANGKI ASAM SULFAT	1
3	F-318	TANGKI REAKTOR	1
4	F-317	TANGKI REAKTOR	1
5	F-315	TANGKI REAKTOR	1
6	F-417	TANGKI REAKTOR	1
7	F-510	TANGKI REAKTOR	1
8	F-511	TANGKI REAKTOR	1
9	F-110	TANGKI ASAM BENZIL	1
10	F-120	TANGKI ASAM SULFAT	1
11	F-318	TANGKI REAKTOR	1
12	F-317	TANGKI REAKTOR	1
13	F-315	TANGKI REAKTOR	1
14	F-417	TANGKI REAKTOR	1
15	F-510	TANGKI REAKTOR	1
16	F-511	TANGKI REAKTOR	1

MUHAMMAD FAHMI OKTAVIAN (18101150115)
RIZKY PRADIYANA (18101150109)

Diperiksa Oleh:
Dr. DONI RAHMAT WICAKNO, S.T., M.Eng.
(1810112 20032 1 001)

PERUMBAHAN PERENCANAAN DAN DESAIN
PABRIK ASAM FENIL ASETAT DARI BENZIL SIANIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 4.500 TON/TAHUN

PERUMBAHAN PERENCANAAN DAN DESAIN
PABRIK ASAM FENIL ASETAT DARI BENZIL SIANIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 4.500 TON/TAHUN



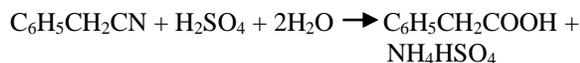
Proses pembuatan asam fenil asetat ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

a. Persiapan Bahan Baku

Benzil sianida 98% dari tangki benzil sianida (F-120) terlebih dahulu dipanaskan di *heat exchanger* (E-122) sampai mencapai temperatur 90°C. Asam sulfat 98% dari tangki asam sulfat (F-110) diencerkan dalam *mixer* (M-112) dengan menambahkan air ke dalam *mixer*. *Mixer* dilengkapi jaket pemanas yang berfungsi memanaskan asam sulfat hingga 90°C.

b. Hidrolisis

Hidrolisis asam fenil asetat dilakukan di dalam *continuous stirred tank reactor* (R-210) dengan cara mereaksikan benzil sianida, asam sulfat, dan air dengan perbandingan massa benzil sianida : asam sulfat : air = 1 : 1,2 : 1,643. Metode ini menghasilkan konversi 80% terhadap benzil sianida. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Reaksi terjadi dalam *continuous stirred tank reactor* (R-210) yang berlangsung dalam kondisi eksotermis, atmosferik, pada temperatur 90°C dengan konversi 80%. Untuk menjaga agar temperatur di reaktor tetap konstan maka digunakan jaket pendingin.

c. Pemurnian Produk

Hasil reaksi hidrolisis kemudian diumpankan ke *rotary drum vacuum filter* (H-310) untuk memisahkan padatan yang terbentuk yaitu amonium bisulfat dari cairannya. Amonium bisulfat dialirkan menggunakan *cooling conveyor* (J-420) menuju gudang penyimpanan amonium bisulfat (F-511). Cairan yang keluar dari *rotary drum vacuum filter* (H-310) diumpankan ke dekanter (H-312) untuk memisahkan komponen berdasarkan fasa dan berat jenisnya, operasi berlangsung pada temperatur 80°C dan kondisi atmosferik. Hasil atas dekanter yang berupa fase ringan lalu diumpankan ke dalam menara distilasi (D-316) untuk memisahkan asam fenil asetat dari campurannya. Hasil bawah dekanter yang berupa fase ringan di-*recycle* kembali ke dalam reaktor. Hasil atas menara distilasi yang berupa campuran air, benzil sianida, asam fenil asetat dan air didinginkan terlebih dahulu di *heat exchanger* (E-320) lalu di-*recycle* kembali ke reaktor. Hasil bawah menara distilasi didinginkan di *heat exchanger* (E-411) menjadi 100°C, lalu diumpankan ke *prilling tower* (S-410) untuk dikristalkan. Kemudian kristal hasil dari *prilling tower* diperkecil ukurannya

menggunakan *ball mill* (C-413). Untuk menghasilkan produk yang seragam dilakukan pengayakan pada *screen* (H-414). Kristal yang telah sesuai standar ukuran pada umumnya (0,5 mm) diangkat dengan *belt conveyor* (J-416) menuju *bin* (F-417) yang selanjutnya diteruskan ke unit pengepakan (P-418). Asam fenil asetat yang sudah dikemas diangkat menggunakan *belt conveyor* (J-419) menuju gudang penyimpanan asam fenil asetat (F-510).

3. Utilitas

Sumber air untuk pabrik asam fenil asetat diperoleh dari Sungai Tiram. Air yang digunakan sebesar 166.666,4 kg/jam. Pembangkit listrik disuplai dari PLN Babelan dan memiliki cadangan energi dari generator yang menggunakan bahan bakar solar. Kebutuhan total utilitas yang diperlukan pada operasi pabrik asam fenil asetat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Kebutuhan Utilitas Pabrik Asam Fenil Asetat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	21.058,6 kg/jam
Cooling Water	141.200 kg/jam
Air Proses	1.774,3 kg/jam
Listrik	1.123,8 kWh
Bahan Bakar	441,2 liter/jam

4. Analisis Ekonomi

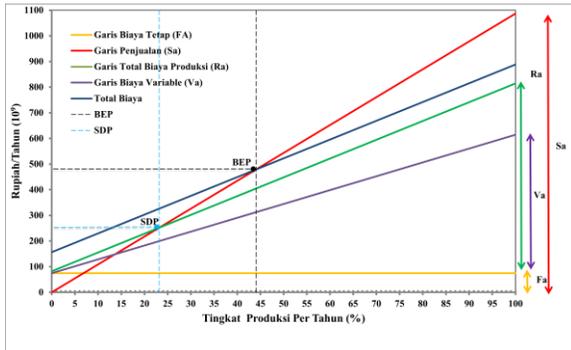
Mengetahui keuntungan yang diperoleh suatu pabrik serta mengetahui layak atau tidaknya suatu pabrik didirikan dapat dilakukan dengan melakukan analisis ekonomi. Adapun hasil analisis ekonomi pabrik asam fenil asetat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Analisis Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Ket
ROI	26%	Min. 11%	Layak
POT	2,8 thn	Max. 5 thn	Layak
BEP	44%	40-60%	Layak
SDP	23%	20-40%	Layak

Return On Investment (ROI) adalah nilai keuntungan yang diperoleh dari investasi yang dikeluarkan. *Pay Out Time* (POT) adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. *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 saat dimana penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan karena lebih murah untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Expense* (Fa) dibandingkan harus berproduksi. Berikut adalah grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik asam fenil asetat:





Gambar 2. Grafik BEP dan SDP

5. Kesimpulan

Prarancangan Pabrik Asam Fenil Asetat dari Benzil Sianida dan Asam Sulfat dengan Proses Hidrolisis akan berdiri di Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara dengan luas pabrik yang direncanakan sebesar 32.304 m² yang didirikan pada tahun 2024 dengan kapasitas 4.500 ton/tahun. Bentuk perusahaan yang direncanakan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi yaitu garis dan staf dengan jumlah pekerja yang diperlukan yaitu 135 orang. Dari analisa ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 26%, POT selama 2,8 tahun, BEP sebesar 44% dan SDP sebesar 23%. Sehingga pabrik asam fenil asetat ini layak berdiri dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistika Indonesia.2019. *Data Impor-Ekspor*. <http://www.bps.go.id>. Diakses pada tanggal 18 Januari 2019.
- Erowid. 2005. *Synthesis of Phenyl Acetic Acid*. <https://www.erowid.org/archive/rhodium/chemistry/phenylacetic.html>. Diakses pada tanggal 14 Januari 2019
- Geankoplis, C. J. 1993. *Transport Process and Separation Process Principles*, New Jersey, Pearson Education, Inc.
- Kamm and Matthews. 1941. *Phenyl Acetic Acid. Organic Syntheses, Coll. Vol. 1*, p.436.
- McCabe, W., J.C., S. & P., H. 1993. *Unit Operation of Chemical Engineering*, United States of America, McGraw Hill Book, Co.
- Perry, R. H. 1999. *Perry's Chemical Engineers Handbook*, edited by D. W. Green and J. O. H. Maloney. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Peters and Timmerhause. 1991. *Plants Design and Economics for Chemical Engineering 4th Edition*. McGraw-Hill Inc. Singapore.

PubChem.2019.

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>

Diakses pada tanggal 19 Januari 2019.

Smith, J. M. & Ness, H. C. V. 1975. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, New York, Mc. Graw Hill.

Walas, S. M. 1988. *Chemical Proses Equipment*, University of Kansas, Department of Engineering.

Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*, New York, McGraw-Hill.

