

PRARANCANGAN PABRIK ASAM SALISILAT DARI FENOL DAN KARBON DIOKSIDA DENGAN PROSES KOLBE-SCHMITT KAPASITAS 3.000 TON/TAHUN

Muhammad Bahrul Ulum^{1*}, Muhamad Rofi Haka¹

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

*Corresponding Author: rofihaka@gmail.com

Abstrak

Asam Salisilat mempunyai rumus kimia ($C_7H_6O_3$) atau sering disebut juga dengan 2- hydroxy-benzoic acid. Asam salisilat memiliki banyak kegunaan, diantaranya sebagai formulasi pembuatan lotion dan salep untuk penyembuhan ketombe, eksim, psoriasis dan berbagai penyakit kulit. Hal tersebut dikarenakan properti keratolitik pada asam aromatik ini dapat menghilangkan sel kulit mati dari permukaan kulit yang sehat dengan aman. Peluang berkembangnya industri asam salisilat di Indonesia cukup besar, maka perlu direncanakan perancangan pabrik kimia dengan produk asam salisilat. Pabrik ini direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan kapasitas produk asam salisilat sebesar 3.000 ton/tahun dan rencana didirikan pada tahun 2022. Bahan baku utama yang diperlukan adalah fenol dan karbon dioksida yang dipasok dari daerah Jawa Timur.

Pabrik akan dibangun di Jl. Prof. DR. Moh. Yamin, Sekarsore, Gresik, Jawa Timur dimana lokasi pabrik dekat dengan sungai Brantas dan Bengawan Solo, sehingga sumber air untuk unit utilitas berasal dari sungai tersebut. Asam salisilat diproduksi dengan menggunakan proses Kolbe-Schmitt, dimana pada proses ini sodium phenolate diperoleh dengan mereaksikan fenol dengan natrium hidroksida di dalam reaktor I. Sodium phenolate yang terbentuk kemudian direaksikan dengan karbon dioksida pada temperatur $170^\circ C$ di dalam reaktor II dan menghasilkan produk berupa sodium salisilat. Sodium salisilat kemudian dicuci untuk menghilangkan warna. Kemudian sodium salisilat direaksikan dengan H_2SO_4 di dalam reaktor III sehingga dihasilkan asam salisilat dan Na_2SO_4 sebagai produk samping. Kemudian asam salisilat yang telah diproduksi ditampung di dalam gudang penyimpanan lalu dikemas, dan kemudian dikirim ke konsumen. 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 160 orang. Adapun hasil analisa ekonomi memberikan hasil investasi modal total (TCI) adalah sebesar Rp 209.074.601.571,67 dan diperoleh hasil penjualan yaitu sebesar 386.186.041.004. Selain itu diperoleh juga Return of Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 27% dan Return of Investment (ROI) sesudah pajak sebesar 18%. Pay Out Time (POT) sebelum pajak 2,7 tahun dan Pay Out Time (POT) sesudah pajak sebesar 3,6 tahun. Sehingga diperoleh Break Event Point (BEP) sebesar 47,7% dan Shut down point (SDP) sebesar 21%. Berdasarkan pertimbangan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik asam salisilat dengan kapasitas 3.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : Asam alisilat, sodium phenolate, sodium salisilat

1. Pendahuluan

Sebagai salah satu negara berkembang, Indonesia merupakan negara yang giat melakukan pembangunan di segala bidang. Salah satunya pembangunan di bidang perekonomian yang digiatkan oleh pemerintah untuk mencapai kemandirian perekonomian nasional. Untuk mencapai tujuan ini pemerintah memfokuskan pada pembangunan di bidang industri. Pembangunan di bidang industri dilakukan dengan tujuan utama untuk memenuhi kebutuhan bahan kimia di dalam negeri. Selain itu pembangunan pabrik kimia juga akan

berdampak langsung pada peningkatan perekonomian masyarakat dikarenakan akan menciptakan lapangan kerja baru serta merangsang kegiatan ekonomi disekitar pabrik.

Salah satu bahan kimia yang mempunyai kegunaan yang penting dan menjadi bahan baku yang banyak digunakan di berbagai industri adalah asam salisilat. Asam salisilat dikenal juga dengan nama 2- hydroxy-benzoic acid atau orthohydrobenzoic acid. Asam salisilat mempunyai struktur kimia $C_7H_6O_3$. Bubuk



asam salisilat mudah larut dalam lemak dan sukar larut dalam air (Sulistyaningrum et al., 2012).

Di Indonesia sampai saat ini belum terdapat pabrik yang memproduksi asam salisilat dan kebutuhan bahan ini masih didatangkan dari luar negeri. Selain dapat membantu perkembangan industri di Indonesia, pendirian pabrik ini pun tidak akan terlalu menghabiskan banyak biaya karena bahan baku yang dibutuhkan tersedia di Indonesia.

Dengan mempertimbangkan hal tersebut di atas maka pendirian pabrik asam salisilat dari fenol dan karbon dioksida sangat diperlukan. Data impor asam salisilat di Indonesia tahun 2014-2018 dapat dilihat pada **Tabel 1** (bps.go.id).

Tabel 1 Data Kebutuhan Asam Salisilat di Indonesia Tahun 2014-2018

No.	Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2014	2.125, 331	0
2	2015	2.062, 244	-2,96
3	2016	2.319, 563	12,47
4	2017	2.416, 128	4,16
5	2018	2.764, 802	14,43
Pertumbuhan Rata-rata			7,03

Adapun kebutuhan Asam Salisilat komersial dapat dilihat pada **Tabel 2** (data.un.org)

Tabel 2 Data Kebutuhan Asam Salisilat Komersial

No.	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	China	963.000
2	Argentina	197.000
3	Australia	179.000
4	Perancis	5.441
5	Mesir	1.615
6	Kanada	2.098

Dari data tersebut maka dapat diperkirakan jumlah kebutuhan Asam Salisilat pada tahun 2022 yang didapatkan dari perhitungan *discounted method* dengan rumus (Ulrich, 1984):

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

Berdasarkan hasil perhitungan dari persamaan *discounted method* dan data Asam Salisilat pada tahun 2014 sampai 2018 menunjukkan bahwa peluang kapasitas pabrik Asam Salisilat yang akan didirikan pada tahun 2022 yaitu 3.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan impor. Dilihat dari beberapa tinjauan di atas, maka pabrik Asam Salisilat dengan kapasitas 3000 ton/tahun diharapkan dapat memenuhi 82,68% dari kebutuhan dalam negeri yang diperkirakan pada tahun 2022.

2. Deskripsi Proses

Dalam proses pembuatan Asam Salisilat pada skala industri, terdapat beberapa proses yang dapat digunakan yaitu dengan proses Kolbe dan proses kolbe-schmitt.

Berikut adalah perbandingan proses pembuatan Asam Salisilat, dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perbandingan Proses Pembuatan Aluminium Sulfat

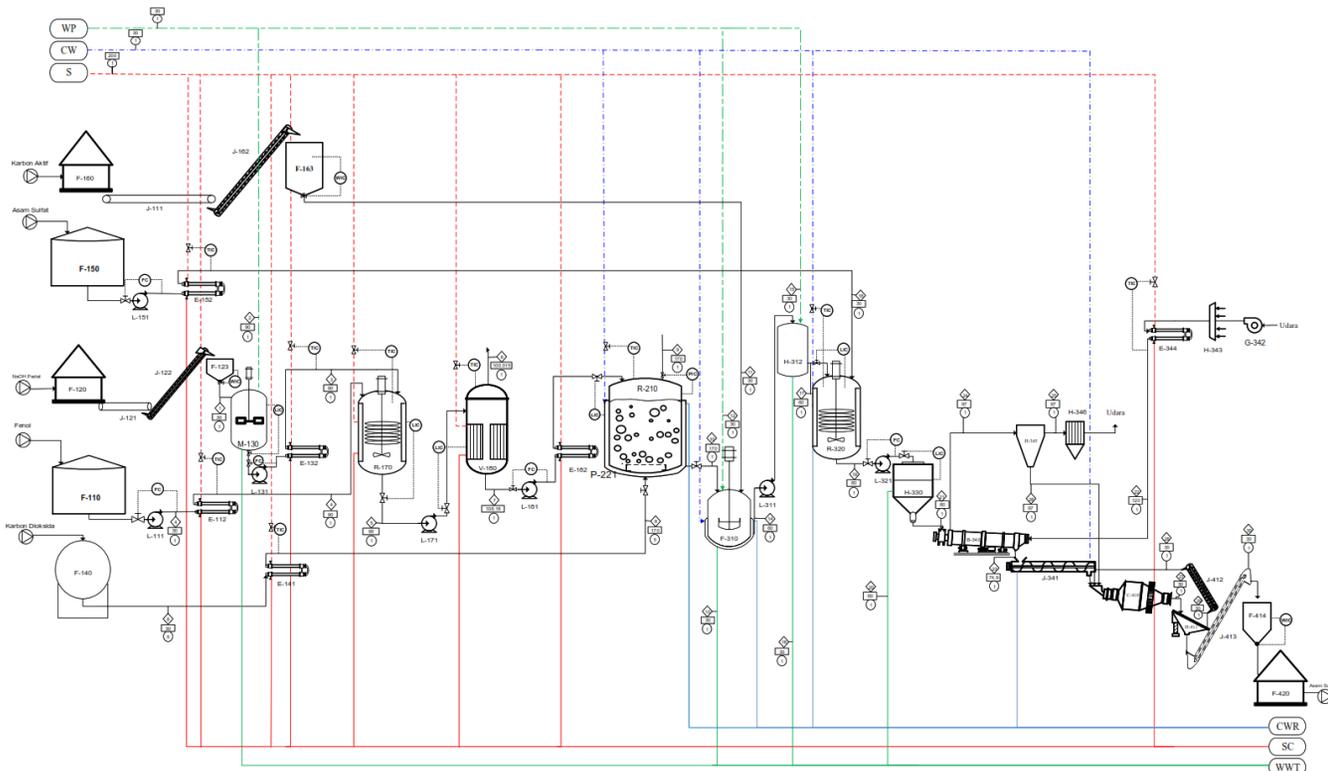
No	Parameter	Proses Kolbe	Proses Kolbe-Schmitt
1	Bahan Baku	Fenol NaOH CO ₂ H ₂ SO ₄	Fenol NaOH CO ₂ H ₂ SO ₄
2	Yield (%)	50	95
3	Suhu (°C)	200	170
4	Tekanan (atm)	6	5
5	Produk Samping	Na ₂ SO ₄	Na ₂ SO ₄

Berdasarkan data diatas, dipilih proses Kolbe-Schmitt dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Yield yang diperoleh lebih besar
2. Suhu yang digunakan lebih kecil
3. Tekanan yang digunakan lebih kecil



PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK ASAM SALISILAT DARI FENOL DAN KARBON DIOKSIDA
DENGAN PROSES KOLBE-SCHMITT KAPASITAS 3.000 TON/TAHUN



Komponen	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	Arus 15	Arus 16	Arus 17	Arus 18	Arus 19	Arus 20	Arus 21	Arus 22	Arus 23	Arus 24	Arus 25	Arus 26	Arus 27	Arus 28	Arus 29	Arus 30	
C ₆ H ₆ O	-	-	-	374,5168	36,2202	-	36,2202	-	-	36,2202	-	-	36,2202	-	-	36,2202	-	-	36,2202	21,5962	2,4220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NaOH	179,1902	179,1902	11,1433	11,1433	-	-	11,1433	-	-	11,1433	-	-	11,1433	-	-	11,1433	-	-	11,1433	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H ₂ O	179,1902	179,1902	7,6444	233,3162	185,8130	46,7092	-	-	11,1433	-	-	104,3008	-	-	104,3008	25,4174	26,5137	101,1862	93,7405	106,8996	26,9447	109,9120	-	-	0,1794	169,7723	169,0027	0,1668	0,1849	0,0004	0,0004
C ₆ H ₄ O ₂	-	-	-	-	429,7198	-	-	-	429,7198	-	-	-	-	-	429,7198	-	-	-	-	429,7198	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C ₆ H ₄ (OH) ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	321,9029	-	-	-	-	-	321,9029	-	-	-	-	321,9029	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Karbon Aktif	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162,8971	19,3477	-	-	-	182,2448	-	-	-	-	182,2448	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0163	0,0163	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Na ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C ₆ H ₅ O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Udara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total	179,1902	179,1902	316,3804	382,2192	700,5995	185,8130	513,7905	182,9134	13,5040	610,4328	30,5216	104,3008	30,5216	714,7334	25,4174	37,0750	702,4757	234,2758	936,7516	696,2644	268,4872	113,0974	379,7879	303,3907	183,4500	13,9458	410,0973	11,2835	11,2835	395,8833	

KETERANGAN

Aliran Proses		Aliran Proses	
CW	Cooling Water	◇	Nomor Aliran
CWR	Cooling Water Return	□	Temperature (°C)
S	Steam	○	Tekanan (atm)
SC	Steam Condensat	○	Bahan Baku
WWT	Waste Water Treatment	○	Produk
FC	Flow Control	LIC	Level Control
WC	Weight Control	PIC	Pressure Control
Temperatur Indicator Control			
44	GLDANG ASAM SALISILAT	F-420	1
43	RV ASAM SALISILAT	F-414	1
42	BUCKET ELEVATOR IV	F-410	1
41	BUCKET ELEVATOR III	F-412	1
40	SCREEN	H-411	1
39	RAJA RATA	C-410	1
38	ROTOR	H-348	1
37	SILIKON	H-342	1
36	HEATER VI	E-344	1
35	HEATER V	H-342	1
34	BLUFLER LABA	U-342	1
33	CONDENSING STEAM CONVERTOR	F-341	1
32	HEATER	H-340	1
31	CONTROL	H-336	1
30	POMPA REAKTOR III	L-321	1
29	REAKTOR III	R-320	1
28	FILTER PRESS	H-312	1
27	POMPA PENGUJI FINE	L-311	1
26	CONDENSING STEAM CONVERTOR	F-310	1
25	REAKTOR II	R-210	1
24	HEATER	H-124	1
23	POMPA PENGUJI COARSE	L-120	1
22	HEATER	H-116	1
21	POMPA REAKTOR I	L-111	1
20	REAKTOR I	R-110	1
19	RV KARBON AKTIF	F-102	1
18	BUCKET ELEVATOR II	F-102	1
17	HEATER	H-104	1
16	GLDANG KARBON AKTIF	F-100	1
15	POMPA ASAM SALISILAT	F-102	1
14	TANGKI PENYIMPANAN ASAM SALISILAT	F-100	1
13	HEATER III	H-111	1
12	TANGKI PENYIMPANAN CO ₂	F-100	1
11	HEATER II	H-112	1
10	POMPA SETEL	L-111	1
9	HEATER	H-110	1
8	BUCKET ELEVATOR I	L-125	1
7	GLDANG PENYIMPANAN SARI	F-120	1
6	HEATER I	E-112	1
5	POMPA FENOL	L-111	2
4	TANGKI PENYIMPANAN FENOL	F-110	2
30	NAMA ALAT	KODE	01-00-00

Digambar Oleh :
M. BAHRU LILIA (HDI15017)
MUHAMMAD ROFI HAUSA (HDI15019)

Diperiksa Oleh :
MUHAMMAD ROFI HAUSA (HDI15017)
MUHAMMAD ROFI HAUSA (HDI15019)

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK ASAM SALISILAT DARI FENOL DAN KARBON DIOKSIDA DENGAN PROSES KOLBE-SCHMITT KAPASITAS 3.000 TON/TAHUN

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LABONG MANGKURAT
BANJARBARU
2019

Gambar 1. Process Flow Diagram Prarancangan Pabrik Asam Salisilat dari Fenol dan Karbon Dioksida dengan Proses Kolbe-Schmitt Kapasitas 3.000 Ton/Tahun



Proses pembuatan Asam Salisilat ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

a. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan asam salisilat adalah fenol dan natrium hidroksida (NaOH). NaOH yang digunakan untuk reaksi sebesar 50% (w/w). Sehingga NaOH padat yang dibeli harus diencerkan terlebih dahulu di dalam *mixer* (M-130) dengan menambahkan air pada perbandingan 1:1. Fenol dan natrium hidroksida direaksikan pada reaktor I (R-170) pada temperatur 90°C, sehingga dihasilkan *sodium phenolate* mentah. *Sodium Phenolate* mentah akan dikurangi kadar airnya dengan cara diuapkan menggunakan *evaporator* (V-180), sehingga akan didapatkan *sodium phenolate* dengan kadar air yang kecil. *Sodium phenolate* selanjutnya diumpankan ke dalam reaktor II (R-210) untuk proses karboksilasi.

b. Proses Karboksilasi

Karbon dioksida (CO₂) pada tekanan 5 atm dialirkan ke dalam reaktor II (R-210) untuk direaksikan dengan *sodium phenolate*. Temperatur diatur pada suhu 170°C dan dijaga agar reaksi karboksilasi dapat berlangsung sempurna. Produk yang dihasilkan dari reaktor II (R-210) berupa campuran sodium salisilat.

c. Pembentukan dan Pemurnian

Sodium salisilat yang dihasilkan dicuci di dalam *dissolving tank* (F-310) dan ditambahkan karbon aktif untuk menghilangkan warna dan selanjutnya dibawa ke *filter press* (H-312) untuk proses filtrasi. Kemudian asam sulfat diumpankan ke reaktor III (R-320) untuk direaksikan dengan sodium salisilat. Produk asam salisilat yang dihasilkan kemudian dialirkan ke *centrifuge* (H-330) untuk memisahkan produk samping yang berupa natrium sulfat. Produk asam salisilat yang berupa *slurry* kemudian dikeringkan dalam *rotary dryer* (B-340) pada suhu 120°C.

d. Penyimpanan Produk

Asam salisilat kering dibawa ke *ball mill* (C-410) untuk dihancurkan menjadi ukuran 100 *mesh*. Kemudian dimasukkan ke dalam *screen* (H-411) untuk memisahkan produk keluaran *ball mill* (C-410) yang berukuran lebih dari 100 *mesh*. Produk *off spec* asam salisilat yang tidak sesuai akan dikembalikan ke *ball mill* (C-410), sedangkan asam salisilat yang berukuran 100 *mesh* diangkat menggunakan *bucket*

elevator (J-413) menuju *bin* asam salisilat (F-414) untuk ditampung. Dari *bin* (F-414) selanjutnya asam salisilat masuk ke unit pengepakan dan ditampung di gudang (F-420) sebelum dipasarkan.

3. Utilitas

Untuk memenuhi kebutuhan air pabrik, direncanakan menggunakan air Sungai Bengawan Solo. Pembangkit listrik utama pada pabrik ini menggunakan generator dan sebagian kebutuhan listrik dari PLN. Kebutuhan total utilitas yang dibutuhkan pada pabrik Asam Salisilat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan Utilitas Pabrik Asam Salisilat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	5.276,2116 kg/jam
Air	4.728,1688 kg/jam
Listrik	168,2580 kW
Bahan Bakar	311,8572 kg/jam

4. Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan untuk mengetahui besar atau kecilnya keuntungan yang diperoleh sehingga pabrik yang dirancang dapat dikategorikan layak berdiri atau tidak. Adapun biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik Asam Salisilat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Total Biaya Pabrik Magnesium Karbonat

Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
FCI	209.510.898.306,80
WC	50.487.742.334,90
TCI	275.517.966.442
TPC	287.700.648.057,47

Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan ekonomi antara lain adalah *Percent Profit On Sales* (POS), *Percent Return On Investment* (ROI), *Pay Out Time* (POT), *Net Present Value* (NPV), *Interest Rate of Return* (IRR), *Break Even Point* (BEP), dan *Shut Down Point* (SDP). Hasil analisa ekonomi pabrik Magnesium Karbonat dapat dilihat pada tabel berikut:

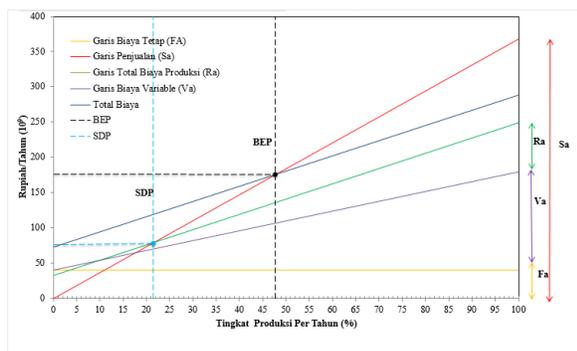
Tabel 7. Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Ket
ROI	21%	Min. 11%	Layak
POT	3,6 thn	Max. 5 thn	Layak
BEP	47,7%	40-60%	Layak
SDP	21,54%	20-40%	Layak





Return On Investment (ROI) adalah keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat 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 suatu titik atau saat dimana penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan karena lebih murah untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Expense (Fa)* dibandingkan harus produksi. Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik Asam Salisilat



dapat dilihat pada gambar 2.

Gambar 2. Grafik BEP dan SDP Pabrik Asam Salisilat dengan Kapasitas 3.000 Ton/Tahun

5. Kesimpulan

Prarancangan Pabrik Asam Salisilat dari Fenol dan Karbon Dioksida dengan Proses Kolbe-Schmitt Kapasitas 3.000 ton/tahun akan didirikan di Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur pada tahun 2022. Bentuk perusahaan yang direncanakan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi yaitu *line* dan staf dengan jumlah tenaga kerja yang diperlukan yaitu 160 orang. Dari analisa ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 21%, POT sebesar 3,6 tahun, BEP sebesar 47,7% dan SDP sebesar 21,54%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik Asam Salisilat ini layak untuk didirikan dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. 2018. *Other Esters of Salicylic Acid & Their Salts*. <https://www.bps.go.id/>
Diakses pada tanggal 22 Januari 2019.
- Brown, G.G., Katz, D., Foust, AS and Scedewind, R. 1950. *Unit Operation*. John Wiley & Sons. New York.

Grand View Research. 2018. *Salicylic Acid Market Analysis By Application (Pharmaceutical, Food & Preservatives, Cosmetics) And Segment Forecast To 2024*.

<http://grandviewresearch.com/press-release/global-salicylic-acid-market/>
Diakses pada tanggal 22 Januari 2019.

Treybal, R.E. 1981. *Mass Transfer Operation Third Edition*. Singapore: Mc.Graw Hill Book Company.

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

UNdata. 2019. Data Ekspor-Impor.
<http://data.un.org/>
diakses pada tanggal 22 Januari 2019

