

PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA DARI AMONIUM SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA MELALUI PROSES METHATESIS KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

Aliah^{1*}, Zaini Lambri Assyaifi¹

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

*Corresponding Author: aliahkasran@gmail.com

Abstrak

Produk amonium klorida biasa digunakan dalam pembuatan berbagai senyawa ammoniak, *electroplating*, bahan pencuci, pembersih logam dalam industri *soldering*, sebagai pelapis dalam industri logam timah dan galvanik. Salah satu pembuatan amonium klorida dari reaksi antara amonium sulfat dan natrium klorida. Pabrik ini dirancang dengan kapasitas 30.000 ton/tahun. Pabrik direncanakan berdiri di kawasan Industri Gresik Jawa Timur pada tahun 2023.

Pabrik ini menggunakan proses methatesis yaitu mereaksikan ammonium sulfat dengan natrium klorida. Reaktor yang digunakan adalah reaktor *batch* dengan konversi 99,6% pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm. Selanjutnya hasil keluaran reaktor dialirkan menuju *rotary drum vacuum filter*, untuk memekatkan larutan amonium klorida digunakan *evaporator*. Larutan jenuh dari *evaporator* dialirkan ke *crystallizer* sehingga terbentuk kristal amonium klorida. Tahap akhir dari pengolahan produk ini yaitu proses pengecilan produk sampai 200 *mesh* sebelum memasuki unit *packaging*.

Berdasarkan analisa ekonomi, pabrik ini dapat dinyatakan layak dilihat dari nilai *Return On Investment (ROI)* sebesar 41%. Adapun *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak adalah 1,4 tahun dan sesudah pajak adalah 2 tahun. *Break Even Point (BEP)* adalah 41% dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 28%. Dari uraian di atas maka pabrik ammonium klorida dari ammonium sulfat dan natrium klorida melalui proses methatesis kapasitas 30.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

Kata kunci : amonium klorida, ammonium sulfat, natrium klorida dan methatesis.

1. Pendahuluan

Sebagai negara berkembang, Indonesia memiliki jumlah populasi penduduk yang sangat besar. Pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia yang semakin pesat mengakibatkan meningkatnya kebutuhan hidup masyarakat. Indonesia secara bertahap melaksanakan pembangunan di segala bidang termasuk bidang industri. Salah satu contoh sektor industri yang sedang dikembangkan di Indonesia adalah industri ammonium klorida.

Amonium klorida adalah Ammonium klorida (NH_4Cl) atau sal amoniak (bentuk mineralogi amonium) adalah garam kristal yang sangat larut dalam air. Mineral ini umumnya terbentuk pada pembakaran timbunan batubara yang merupakan kondensasi gas-gas turunan batubara (Ullman, 2002). Adapun kegunaan dari amonium klorida adalah sebagai bahan baku dalam industri baterai kering. Selain itu, dapat juga digunakan sebagai bahan baku dalam industri pupuk, bahan penunjang dalam industri farmasi, pembuatan berbagai senyawa amoniak, *electroplating*, bahan pencuci serta

sebagai bahan untuk memperlambat melelehnya salju (Kirk-Othmer, 1997).

Penentuan kapasitas suatu pabrik yang akan dibangun dapat ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti ketersediaan bahan baku, permintaan produk dan kapasitas pabrik yang sudah ada. Data kapasitas pabrik yang sudah ada dapat dilihat pada **tabel 1**.

Tabel 1 Data Kapasitas Pabrik Amonium Klorida di Dunia

No.	Nama Perusahaan	Lokasi	Jumlah (Ton)
1.	Hubei Yingcheng	Cina	40.000
2.	Shaanxing	Cina	30.000
3.	Daixi Chemical of Shandong Zouping Education Equipment Co., Ltd	Cina	18.000

Data kebutuhan impor ammonium klorida di Indonesia dari tahun 2013-2017 dapat dilihat pada **tabel 2** (BPS, 2018).

Tabel 2 Kebutuhan Impor *Precipitated Silica*

No.	Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1.	2013	7.508,86	0
2.	2014	22.923,26	0,67
3.	2015	9.258,68	-1,48
4.	2016	14.106,93	0,34
5.	2017	27.643,93	0,49
Pertumbuhan Rata-rata			0,01

Berdasarkan data di atas, perkiraan jumlah kebutuhan ammonium klorida pada tahun 2023 dapat diperkirakan menggunakan perhitungan *discounted method* dengan rumus sebagai berikut (Peters, 1991) :

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

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan *discounted method* menunjukkan peluang kapasitas ammonium klorida yang akan didirikan tahun 2023 yaitu sebesar 30.000 ton/tahun. Data impor amonium klorida pada tahun 2015 sampai 2017 mengalami kenaikan. Sehingga berdasarkan data impor amonium klorida tersebut ditetapkan kapasitas prarancangan pabrik amonium klorida yang akan didirikan pada tahun 2023 adalah sebesar 30.000 ton/tahun.

2. Deskripsi Proses

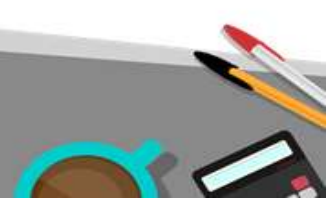
Pembuatan ammonium klorida dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan proses *direct neutralization* dan proses methatesis. Pada proses methatesis terbagi lagi menjadi tiga proses yaitu methatesis amonia-soda, methatesis amonium sulfit-natrium klorida, methatesis ammonium sulfat-natrium klorida. Pemilihan keempat proses tersebut dilakukan berdasarkan perbandingan dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perbandingan Proses *Direct Neutralizer*, Methatesis Amonia-Soda, Methatesis Amonium Sulfit-Natrium Klorida, Methatesis Ammonium Sulfat-Natrium Klorida

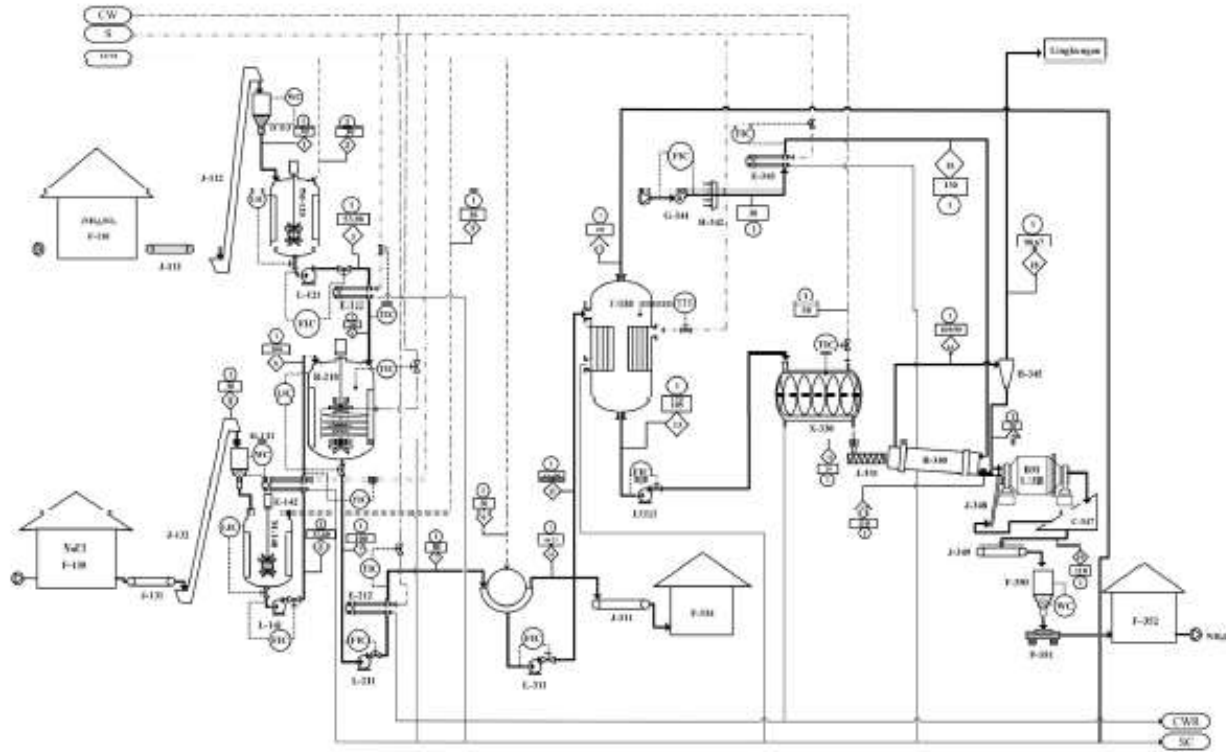
No	Parameter	<i>Direct Neutralizer</i> (Wilheim, 1938)	<i>Methatesis Ammonia-Soda</i> (Kirk Othmer, 1997)	<i>Methatesis Amonium Sulfit-Natrium Klorida</i> (Kirk Othmer, 1997)	<i>Methatesis Amonium Sulfat-Natrium Klorida</i> (Kirk Othmer, 1997)
1.	Produk	Menghasilkan NH ₄ Cl sebagai produk utama	Menghasilkan NH ₄ Cl sebagai produk samping	Menghasilkan NH ₄ Cl sebagai produk samping	Menghasilkan NH ₄ Cl sebagai produk utama
2.	Yield	-	90%	-	94%-95%
3.	Konversi reaksi	-	90%	-	95%
4.	Suhu Operasi	Tinggi	110 °C	95 – 105 °C	100 °C
5.	Jenis Reaksi	<i>Irreversible</i>	<i>Reversible</i>	<i>Reversible</i>	<i>Irreversible</i>
6.	Orde Reaksi	1	2	2	2
7.	Waktu Reaksi	-	9 jam	6 jam	2 jam
8.	Bahan Baku	Banyak tersedia	Sulit diperoleh	Sulit diperoleh	Banyak tersedia

Berdasarkan kedelapan aspek tersebut, maka dipilih proses methatesis ammonium sulfat-natrium klorida dengan pertimbangan yaitu kondisi operasi atmosferis yang berlangsung pada suhu 100 °C dengan tekanan 1 atm sehingga lebih mudah dalam pengontrolan reaksi, desain peralatan lebih murah

serta kemurnian produk yang dihasilkan lebih tinggi. Selain itu dari produk yang dihasilkan berupa produk utama. Sedangkan berdasarkan bahan baku, bahan baku untuk proses methatesis ammonium sulfat-natrium klorida banyak tersedia.



FLOW DIAGRAM PROCESS
PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA DARI AMONIUM SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA
KAPASITAS 30.000 TON / TAHUN



KETERANGAN

Aliran Proses		Aliran Bahan	
	Cooling Water		Natrium Klorida
	Dissolved Water		Amonium Sulfat
	Steam		Bakul Batu
	Steam Condensate		Bakul
	Water Process		Level Indicator
	Temperature Indicator Control		Weight Control
	Flow Indicator Control		

No.	Kode	Nama Alat	Jumlah
17	F-114	Gudang Natrium Sulfat	1
16	F-101	Unit Pengapungan Na ₂ SO ₄	1
15	F-111	Ball Conveyor Na ₂ SO ₄	1
14	F-102	Ball Conveyor Bt 75000	1
13	F-103	Gudang Amonium Klorida	1
12	F-104	Bucket Elevator Amonium Klorida	1
11	H-107	Crusher	1
10	C-104	Ball Mill	1
9	F-105	Ball Amonium Klorida	1
8	H-114	Cyclone	1
7	E-104	Heater Udara	1
6	H-102	Filter Udara	1
5	L-101	Filter 4 1000	1
4	H-101	Rotary Dryer	1
3	X-101	Acid Conveyor	1
2	X-102	Crystallizer	1
1	L-101	Pompa Evaporator	1
	V-101	Evaporator	1
	L-101	Pompa EDHF	1
	H-101	Rotary Drum Vacuum Filter	1
	E-101	Cooler	1
	L-101	Pompa Reaktor	1
	H-101	Reaktor	1
	E-101	Heater NaCl	1
	L-101	Pompa NaCl	1
	M-101	Mixer NaCl	1
	H-101	Hepper NaCl	1
	J-101	Bucket elevator NaCl	1
	F-101	Ball Conveyor NaCl	1
	F-102	Gudang NaCl	1
	E-101	Heater Amonium Sulfat	1
	L-101	Pompa (NH ₄) ₂ SO ₄	1
	M-101	Mixer Amonium Sulfat	1
	H-101	Hepper Amonium Sulfat	1
	J-101	Bucket elevator	1
	F-101	Ball Conveyor	1
	F-101	Gudang (NH ₄) ₂ SO ₄	1

Komponen	Neraca Massa (kg/jam)																						
	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5	Area 6	Area 7	Area 8	Area 9	Area 10	Area 11	Area 12	Area 13	Area 14	Area 15	Area 16	Area 17	Area 18	Area 19	Area 20	Area 21		
NaHSO ₄							392,4702		124,7170	278,2474		278,2470											
NaHSO ₃																							
Na ₂ SO ₄							520,4913		520,4913														
(NH ₄) ₂ SO ₄	5100,0281		5100,0281				25,0514		255,0514														
NaCl				4024,4331		4024,4331	418,4403		418,4403														
CaSO ₄				170249		170249	170249		170249														
H ₂ O	31,0214	3078,4650	4030,0114	36,7432	1107,4269	1884,1190	1884,2004	4100,0200	398,7114	11394,1170	11394,1130	398,3820	398,3820		184,3200	16,0617	184,3200		16,8148	0,7331	16,0617		
Total	6132,1496	3078,4650	9130,0394	4076,1372	1807,4268	6766,5649	12917,2038	4030,0200	4824,4270	12332,7746	13126,1326	2807,4034	2807,4034	20590,0867	20590,0867	20590,0867	20912,1886	2798,4268	20874,7628	17,4628	2983,0876	190,1470	2802,8405

Disusun Oleh:
XAIM LAMBE ANSARI (01010401)

Berkas 104 :
 DI BERTUJUKAN KE: SLENG
 NIP. 1986029 20081 2 001

FLOW DIAGRAM PROCESS
PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM KLORIDA DARI
AMONIUM SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA
KAPASITAS 30.000 TON / TAHUN

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBU MANGARUAT
2018

Gambar 1. Flow Diagram Process Prarancangan Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida Melalui Proses Methatesis Kapasitas 30.000 Ton/Tahun



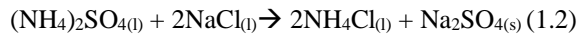
Proses pembuatan amonium klorida ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

a. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku ammonium sulfat dan natrium klorida dimasukkan ke dalam *mixer* untuk diencerkan. Selanjutnya hasil dari pengenceran ini dipompa menuju *heater* untuk memanaskan suhu menjadi 100 °C sesuai kondisi operasi reaktor.

b. Pembentukan Produk

Pada tahap ini, amonium sulfat akan direaksikan dengan natrium klorida pada sebuah reaktor *batch*. Reaktor bekerja pada suhu 100 °C dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi adalah reaksi endotermis, maka diperlukan *coil* untuk menjaga suhu operasi tetap pada batas yang diinginkan. Pada reaktor digunakan pengaduk untuk mempercepat terjadinya reaksi. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



c. Pemurnian Produk

Produk yang dihasilkan dari reaktor ini akan dialirkan ke *rotary drum vacuum filter*. *Cake* yang dihasilkan akan dialirkan ke *rotary dryer* untuk dikeringkan, sedangkan filtrat yang dihasilkan akan dialirkan menuju UPL. *Rotary dryer* digunakan untuk mengurangi kadar air pada *cake*. Selanjutnya *cake* yang sudah kering akan diangkat dengan *screw conveyor* untuk didinginkan sebelum menuju ke *ball mill*. Produk dihancurkan hingga ukuran produk menjadi 200 *mesh*. Setelah itu, produk diayak menggunakan *vibrating screen* untuk memisahkan produk yang ukurannya sudah memenuhi spesifikasi dengan yang belum memenuhi spesifikasi. Produk yang belum memenuhi spesifikasi akan dikembalikan lagi ke *ball mill*, sedangkan untuk produk yang ukurannya telah memenuhi spesifikasi akan masuk ke dalam gudang produk dan di-*packing* dengan ukuran 50 kg/karung.

Berdasarkan tinjauan termodinamika, dapat diketahui bahwa reaksi pembentukan produk bersifat endotermis atau eksotermis dengan perhitungan sebagai berikut.

Tabel 4. Data ΔH_f° pada temperatur 25 °C (Yaws, 1999)

Komponen	ΔH_f° (kcal/kmol)
NH ₄ Cl	-71,2
Na ₂ SO ₄	-330,82
(NH ₄) ₂ SO ₄	-279,33
NaCl	-97,324

Perhitungan entalpi pada temperatur 25 °C

$$\begin{aligned} \Delta H \text{ reaksi} &= \Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan} \\ &= 0,758 \text{ kcal/gmol.} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa reaksi pembentukan ammonium klorida bersifat endotermis ditandai dengan nilai ΔH_f yang positif.

Reaksi pembentukan amonium klorida merupakan reaksi orde 2 dengan nilai k sebesar 0,2134 L/mol.jam (Keyes, 1975) Adapun persamaan kecepatan reaksi adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} -r_A &= k \cdot C_A \cdot C_B \\ &= k \cdot C_{A0} (1-x) (C_{B0} - x \cdot C_{A0}) \\ &= k \cdot C_{A0}^2 (1-x) (M-x) \end{aligned} \quad \dots(1.3)$$

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

Tabel 5. Neraca Massa Reaktor (R-210)

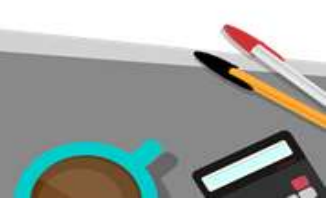
Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	3	6	7
NH ₄ Cl	-	-	3907,4380
NH ₄ Cl	-	-	-
Na ₂ SO ₄	-	-	5188,0024
(NH ₄) ₂ SO ₄	5080,4268	-	254,0213
NaCl	-	4885,0258	615,9909
CaSO ₄	-	17,8539	17,8539
H ₂ O	4014,0504	1856,8057	1856,8057
Udara	-	-	-
Total	9094,4772	6759,6854	15854,1627

3. Utilitas

Sumber air untuk pabrik ammonium klorida diperoleh dari Sungai Kali Mas Surabaya dengan debit air sebesar 2.939-11.764 m³/detik. Pembangkit listrik utama menggunakan generator dengan bahan dasar solar yang diperoleh dari PT. Pertamina dan sebagian kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN. Kebutuhan total utilitas yang diperlukan pada operasi pabrik ammonium klorida dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Kebutuhan Utilitas Pabrik Amonium Klorida

Kebutuhan	Jumlah
Steam	5075,6307 kg/jam
Air	37.252,5913kg/jam
Listrik	891,8246 kW
Bahan Bakar	331,3232 liter/jam



4. Analisis Ekonomi

Data harga bahan baku dan produk pada pabrik ammonium klorida dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Daftar Harga Bahan Baku dan Produk

Komponen	Harga (Rp/Kg)
Amonium Sulfat	16.650,00
Natrium Klorida	18.821,00
Amonium Klorida	50.673,00

Adapun biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik amon dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 8. Total Biaya Pabrik Amonium Klorida

Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
FCI	24.440.126.027,63
WC	373.318.569.536,00
TCI	585.626.571.978,00
TPC	1.310.385.907.593,00

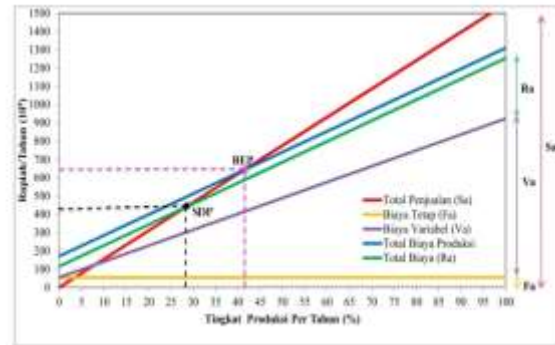
Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau kecil dan pabrik tersebut dapat dikategorikan layak atau tidak untuk didirikan maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan ekonominya. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan ekonomi antara lain adalah *Percent Profit 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 *precipitated Silica* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Ket
ROI	41%	Min. 11%	Layak
POT	2 thn	Max. 5 thn	Layak
BEP	41%	40-60%	Layak
SDP	28%	20-40%	Layak

Return On Investment (ROI) adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. *Pay Out Time (POT)* adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui berapa lama investasi yang telah dilakukan akan kembali. *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. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena

keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi atau tidak menghasilkan profit (Aries, 1955). Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik ammonium klorida dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik BEP dan SDP Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida Melalui Proses Methatesis Kapasitas 30.000 Ton/Tahun

5. Kesimpulan

Prarancangan Pabrik Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida Melalui Proses Methatesis akan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur pada tahun 2023 dengan kapasitas 30.000 ton/tahun. Bentuk perusahaan yang direncanakan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi yaitu *line* dan staf dengan jumlah tenaga kerja yang diperlukan yaitu 157 orang. Kelayakan suatu pabrik dapat dilihat dari beberapa faktor analisa ekonomi. Dari analisa ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 41%, POT sebesar 2 tahun, BEP sebesar 57% dan SDP sebesar 28%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik ammonium klorida ini layak untuk didirikan dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Daftar Pustaka

- Aries, R.S. and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc-Graw Hill Book Company Inc. New York.
- Badan Pusat Statistika Indonesia. 2018. *Data Ekspor-Impor*. <http://www.bps.go.id>. Diakses tanggal 25 Mei 2018.
- Faith, W.L., Keyes, D. B, and Clark, R. L. 1975. *Industrial Chemicals*. John Willey and Sons Inc. Newyork.
- Kirk R.F and Othmer D.F. 1982. *Encyclopedia of Chemical Technology*. John Willey and Sons Inc. New York.
- Peters, M.S and Timmerhouse, K.D. 1991. *Plants Design and Economics for Chemical*





- Engineering 4th Edition.* McGraw-Hill Inc. Singapore.
- Ullman. 2002. *Ullmann's Encyclopedia og Industry Chemistry 5th Edition.* Weinhem Willey-Vch Verlag GmbH & co KgaA. Germany.
- Wilheim, H. 1938. U.S. Patent No. 2,133,513. Washington DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Yaws, Carl. 1999. *Chemical Properties Hand Book.* Lamar University Beaumont. Texas.

