

PRARANCANGAN PABRIK SODIUM NITRAT DARI SODIUM KARBONAT DAN ASAM NITRAT DENGAN PROSES SINTESIS KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Faridh Syuhada¹, Fakhri Rizaldi*¹

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

*Corresponding Author: odiefakh@gmail.com

Abstrak

Sodium nitrat dengan rumus NaNO_3 merupakan tipe garam yang biasa digunakan sebagai bahan peledak, pembuatan pupuk, pembuatan kaca, pembuatan briket arang, obat-obatan serta sebagai bahan pengawet makanan. Saat ini Indonesia masih mengimpor sodium nitrat, hal ini dikarenakan belum adanya pabrik sodium nitrat di Indonesia. Prarancangan pabrik sodium nitrat direncanakan akan didirikan dengan kapasitas sebesar 15.000 ton/tahun dan akan di dirikan pada tahun 2024 di lokasi Cikampek, provinsi Jawa Barat dengan luas tanah 19.995 m². Direncanakan pabrik ini beroperasi selama 330 hari/tahun dengan jumlah karyawan 187 orang.

Proses yang digunakan dalam pembuatan sodium nitrat adalah proses sintesis. Reaktor yang digunakan merupakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi suhu 60 °C dan pada tekanan 1 atm yang bersifat eksotermis (menghasilkan panas). Produk bawah reaktor dialirkan ke evaporator untuk tahap kedua yaitu proses pemurnian untuk mendapatkan larutan NaNO_3 dengan konsentrasi 98%, sedangkan produk atas reaktor berupa CO_2 menuju udara bebas. Selanjutnya produk evaporator masuk ke proses kristalisasi untuk mengkristalkan larutan NaNO_3 dan produknya dilakukan pemisahan antara kristal NaNO_3 dengan larutan sisa. Kemudian proses drying untuk mengurangi kadar air pada kristal NaNO_3 . Produk yang dihasilkan adalah NaNO_3 dengan kemurnian 99,8 %.

Pabrik ini direncanakan sebagai perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Berdasarkan hasil analisis ekonomi, pabrik ini membutuhkan modal investasi sebesar Rp 931.289.095.005,30-. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 35% dan ROI sesudah pajak sebesar 22%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 2,3 tahun dan sesudah pajak 3,3 Tahun. Nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 45% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 21%. Berdasarkan hasil analisis ekonomi tersebut menunjukkan bahwa pabrik sodium nitrat layak untuk didirikan.

Kata kunci: Sodium nitrat, Sodium Karbonat, Asam Nitrat, Sintesis

1. Pendahuluan

Kebutuhan impor bidang kimia di Indonesia semakin meningkat seiring bertambahnya waktu. Sehingga sektor industri kimia di Indonesia dihadapkan dengan persoalan ketergantungan impor. Salah satu diantaranya yaitu sodium nitrat, tipe garam yang biasa digunakan pada bahan peledak, pembuatan pupuk, kaca, briket arang serta obat-obatan. Diperkirakan kebutuhan sodium nitrat akan terus meningkat sedangkan pabrik yang memproduksi sodium nitrat di Indonesia belum ada hingga saat ini.

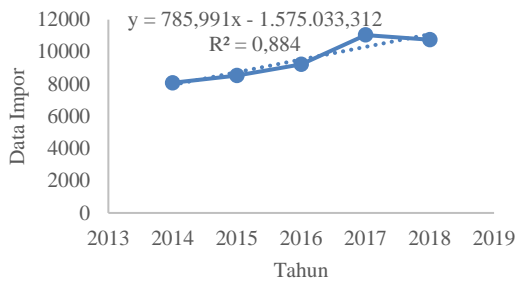
Bahan baku untuk produksi sodium nitrat adalah sodium karbonat yang dapat dipenuhi oleh Tata Chemical Inc yang terletak di Negara India yang memiliki kapasitas 5,5 juta ton/tahun dan asam nitrat oleh PT Multi Nitrotama Kimia yang memiliki kapasitas 55.000 ton/tahun.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, jumlah impor sodium nitrat di Indonesia dari tahun 2014-2018 dapat ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1 Data Impor Sodium Nitrat

Tahun	Jumlah (Ton)
2014	8.081,97
2015	8.521,06
2016	9.225,68
2017	11.043,11
2018	10.750,90





Gambar 1. Grafik Data Impor

Berdasarkan grafik impor sodiium nitrat tersebut maka dapat diperkirakan jumlah kebutuhan sodium nitrat pada tahun 2019-2024 yang ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2. Perkiraan Data Impor Sodium Nitrat

Tahun	Jumlah (Ton)
2019	11.882,51
2020	12.668,50
2021	13.454,49
2022	14.240,49
2023	15.026,48
2024	15.812,47

Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa perkiraan kapasitas pabrik sodium nitrat yang akan didirikan pada tahun 2024 yaitu 15.812,47 ton/tahun. Sehingga direncanakan kapasitas produksi sodium nitrat yang akan didirikan yaitu sekitar 94% dari impor yaitu sebesar 15.000 ton/tahun untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri

2. Deskripsi Proses

2.1 Jenis-jenis Proses

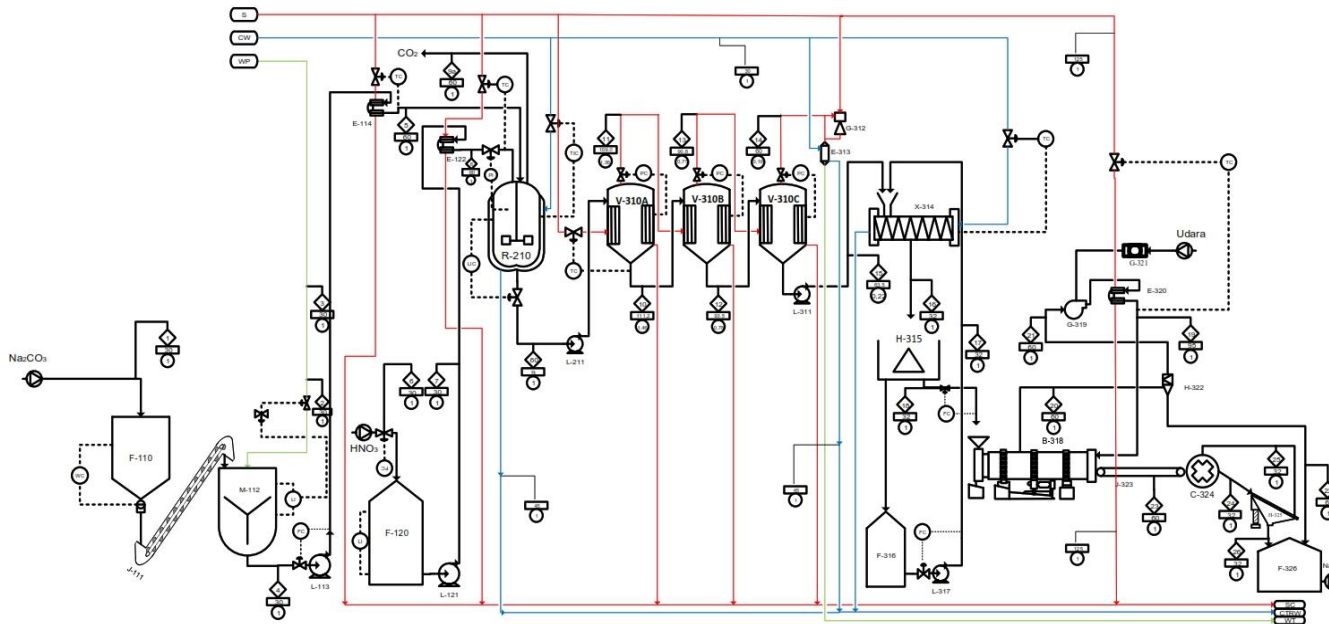
Proses produksi sodium nitrat dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu proses shank, proses guggenheim dan proses sintesis. Perbandingan proses produksi sodium nitrat dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Perbandingan Ketiga Jenis Pembuat Sodium Nitrat

Ditinjau dari	Shank	Guggenheim	Sintesis
Kadar sodium nitrat	60 %	80-85 %	90-99 %
Bahan baku	Batuan tambang	Batuan tambang	Senyawa yang dapat tercampur membentuk sodium nitrat
Hasil Samping	Sodium sulfat, magnesium sulfat	Sodium sulfat, magnesium sulfat	Karbon dioksida dan air
Kondisi Operas	100° C, 1 atm	40° C, 1 atm	60° C, 1 atm
Proses	Batch	Batch	Kontinu

Berdasarkan uraian Tabel 3 di atas, maka proses yang dipilih untuk produksi sodium nitrat adalah proses sintesis antara sodium sodium karbonat dan asam nitrat dikarenakan memiliki tingkat kemurnian produk yang tinggi dan proses yang lebih sederhana dibandingkan proses yang lain.





Komponen	Sudut Massa (kg/jam)																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26					
HNO3						966,8224	966,8224	966,8224	193,3648																						
H2O	1,6267	1,6267	1,6267	1119,3362	700,1125	700,1125	700,1125	0,9348041		1571,6391	19,3364	1188,4740	19,3364	19,3364	805,3089	250,5141	40,2654	12,5257			47,5933	47,5933		0,3850	0,4043	0,0193	0,3850				
Na2CO3	811,7318	811,7318	811,7318	811,7318	813,3583					16,2346	16,2346	16,2346	16,2346	16,2346	16,2346	17,8464	0,8117	0,8523		0,0085				0,8438	0,3860	0,0422	0,8438				
NaNO3										1278,3540	1278,3540	1278,3540	1278,3540	1278,3540	26,8454	63,9177	1,2423			0,0134	0,0093	0,0133	1,5286	1,3953	0,0664	1,5286					
NaNO3.2H2O															1910,4866					19,1049	0,1910	18,9138	1891,3817	1985,9508	54,5691	1891,3817					
CO2										330,8681																					
Uap Air											383,1651		383,1651	1149,4952								35,4527									
As Pemasok			1119,3362	1119,3362																							593,0188				
Udara Hangat																															
Udara Panas																															
Total	813,3583	813,3583	1119,3362	1032,6047	1032,6047	1666,9351	1666,9351	1666,9351	1528,7292	330,8681	2866,2277	402,5015	2483,0627	402,5015	1148,8316	2099,8976	2204,8925	104,9949	1025,2069	540,4255	593,0188			630,8762	629,3360	4,803033	18,9271	1893,9384	1988,4364	54,6970	1893,9384

Gambar 2 Process Flow Diagram

Keterangan			
Aliran Proses		Aliran Proses	
(S)	Steam	(O)	Nomor Aliran
(CW)	Cooling Water	(T)	Temperatur
(WP)	Water Process	(D)	Tekanan
(SC)	Steam Condensat	(M)	Bahan Baku Masuk
(CTRW)	Cooling Tower Return Water	(P)	Produk
(WT)	Water Treatment	(PC)	Pressure Control
(TC)	Temperature Control		
(L)	Level Indicator		

Nomor	Kode Alat	Keterangan	Jumlah
1	F-110	Tangki Na2CO3	4
2	L-111	Bucket Elevator Na2CO3	1
3	M-112	Mixer	1
4	L-113	Pompa Na2CO3	1
5	E-114	Heat Exchanger	1
6	F-120	Tangki HNO3	2
7	L-121	Pompa HNO3	1
8	E-122	Heat Exchanger	1
9	R-210	Reaktor	2
10	L-211	Pompa	1
11	V-310A	Evaporator I	1
12	V-310B	Evaporator II	1
13	V-310C	Evaporator III	1
14	L-311	Pompa	1
15	G-312	Jet Ejector	1
16	E-313	Barometric Condenser	1
17	N-314	Crystallizer	1
18	H-315	Centrifuge	1
19	F-316	Storage Mother Liquor	1
20	L-317	Pompa Mother Liquor	1
21	B-318	Rotary Dryer	1
22	G-319	Blower	1
23	E-320	Heat Exchanger	1
24	G-321	Filter Udara	1
25	H-322	Cyclone	1
26	J-323	Screw Conveyor	1
27	C-324	Ball Mill	1
28	H-325	Screens	1
29	F-326	Gudang Penyimpanan NaNO3	1

Digambar Oleh:
Farid Syuhada (HID115009)
Fakhri Rizaldi (HID115206)

Diperiksa Oleh:
Chaltri Irawan, ST., MT., Ph.D
NIP. 19750 404 200003 1 002

Flowsheet
Prarancangan Pabrik Sodium Nitrat dari Sodium Karbonat dan Asam Nitrat dengan Proses Sintesis Kapasitas 15000 Ton/Tahun

Program Studi S-1 Teknik Kimia
Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat
Banjarmuru
2020

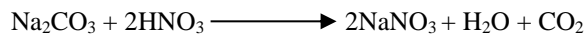
Proses pembuatan sodium nitrat ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

a. Penyimpanan Bahan Baku

Bahan baku asam nitrat disimpan dalam tangki penyimpanan (F-120) pada fase cair pada temperatur 30°C dan tekanan 1 atm. Sedangkan sodium karbonat disimpan dalam fase padat dengan suhu 30°C dan pada tekanan 1 atm dalam silo penyimpanan bahan baku (F-110). Bahan baku asam nitrat diperoleh di pasaran dengan konsentrasi 68% ,sedangkan sodium karbonat (Na₂CO₃) diperoleh dengan kemurnian 99%. Terdapat perlakuan khusus untuk sodium karbonat, sebelumnya dilakukan proses pre-treatment terlebih dahulu yaitu pengenceran, dimana sodium karbonat diangkat menuju *mixer* (M-112) untuk dilarutkan dengan air. Setelah kedua bahan dalam fase cair, kemudian dialirkan menuju *heat exchanger* (E-114,E- 122) yang bertujuan untuk menaikkan suhu menjadi 60°C dengan pemanas steam.

b. Proses Pembentukan Produk

Setelah dipanaskan, kedua reaktan tersebut dipompa menuju reaktor alir tangki berpengaduk (R-210) untuk mengalami proses reaksi. Reaksi yang terjadi dalam reaktor:



Perbandingan antara molar reaktan Na₂CO₃ dan HNO₃ adalah 1:2 dengan konversi total sebesar 98% terhadap HNO₃. Reaktor akan beroperasi secara *isothermal* pada suhu 60°C dan pada tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi adalah eksotermis, untuk mempertahankan suhu dalam reaktor diperlukan jaket pendingin. Larutan jenuh NaNO₃ yang keluar dari reaktor terdiri dari larutan NaNO₃, H₂O serta gas CO₂. Gas hasil reaksi seperti gas CO₂ dan uap air yang keluar di bagian atas reaktor akan keluar ke udara bebas.

c. Pemurnian Produk

Tujuan dari tahap ini untuk memisahkan sodium nitrat dari air dan sisa reaktan lainnya sehingga diperoleh produk nitrat dalam bentuk kristal. Tahap pemisahan dan pemurnian produk terdiri dari:

Larutan pekat sodium nitrat yang keluar dari reaktor (R-210), selanjutnya akan dipompa dari reaktor menuju evaporator (V-310) untuk menguapkan kandungan air. Cairan produk bawah yang keluar evaporator (V-310) selanjutnya dialirkan masuk ke dalam *crystallizer* (X-314) untuk mengalami proses pengkristalan dengan mendinginkan cairan jenuh tersebut menggunakan air

pendingin sampai suhu 32°C. Sedangkan produk atas yang berupa uap air hasil evaporasi akan dikondensasikan (E-313) dan dialirkan menuju *waste water treatment plant*. Hasil (produk) keluar *crystallizer* (X-314) berupa kristal sodium nitrat yang kemudian diumpukan masuk ke dalam *centrifuge* (H-315) untuk dipisahkan antara kristal sodium nitrat dengan *mother liquornya* yang masih melekat. *Mother liquor* yang telah dipisahkan kemudian dialirkan menuju *crystallizer* (X-314) untuk dikristalkan kembali . Sedangkan hasil berupa kristal sodium nitrat dibawa menuju *rotary dryer* (B-318) untuk mengurangi kadar airnya.

Di dalam *rotary dryer* (B-318), terjadi proses pengurangan kadar air yang dilakukan dengan menghembuskan udara panas dengan suhu sekitar 95°C. Udara panas disiapkan dari udara luar yang disaring terlebih dahulu dengan Filter udara (G-321) kemudian dihembuskan dengan menggunakan blower (G-319) masuk ke dalam *heat exchanger* (E-320). Pemanasan udara di dalam *heat exchanger* (E-320) dipanaskan dengan steam dari suhu 30°C sampai 95°C. Sodium nitrat produk keluar *rotary dryer* (B-318) ,selanjutnya akan menuju screen (H-325) untuk diatur ukurannya menjadi 100 mesh, jenis screen yang digunakan pada pabrik ini adalah screen *vibrated* yaitu hanya menghasilkan produk *on size* dan *over size*, untuk produk yang *over size* akan masuk ke dalam Ball mill (C-324) agar ukurannya disesuaikan menjadi 100 mesh, dan produk yang *on size* dibawa menuju tangki storage (F-326) dan siap untuk dikemas.

3. Utilitas

Sumber air untuk pabrik sodium nitrat diperoleh dari Sungai Citarum. Air yang digunakan sebesar 8.875,04 kg/jam. Kebutuhan total utilitas yang diperlukan pada operasi pabrik sodium nitrat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Kebutuhan Utilitas Pabrik Sodium Nitrat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	186,1017 kg/jam
Air Pendingin	3690,4397 kg/jam
Listrik	622,1923 kW
Bahan Bakar	63,3126 liter/jam

4. Analisis Ekonomi

Mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau kecil dan pabrik tersebut dapat dikategorikan layak atau tidak untuk didirikan perlu



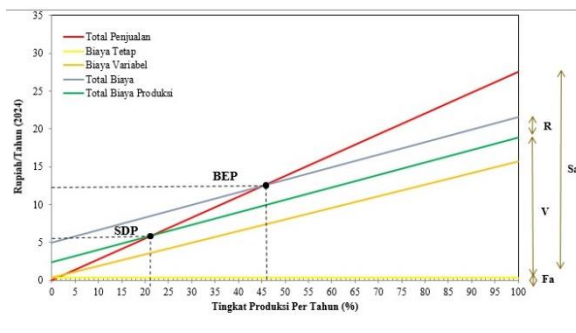


dilakukannya analisis ekonomi. Adapun hasil analisis ekonomi pabrik sodium nitrat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Ket
ROI	23%	Min. 11%	Layak
POT	3,3 thn	Max. 5 thn	Layak
BEP	45%	40-60%	Layak
SDP	21%	20-40%	Layak

Return On Investment (ROI) adalah keuntungan yang dihasilkan 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 produksi. Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik sodium nitrat dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Grafik BEP dan SDP

5. Kesimpulan

Prarancangan Pabrik Sodium Nitrat dari Sodium Karbonat dan Asam nitrat dengan Proses Sintesis akan berdiri di daerah Cikampek, Provinsi Jawa Barat, didirikan pada tahun 2024 dengan kapasitas 15.000 ton/tahun. Bentuk perusahaan yang direncanakan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi yaitu garis dan staf dengan jumlah tenaga kerja yang diperlukan yaitu 187 orang. Dari analisa ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 23%, POT sebesar 3,3 tahun, BEP sebesar 45% dan SDP sebesar 21%. Sehingga pabrik sodium nitrat ini layak untuk didirikan dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistika Indonesia. 2018. *Data Ekspor-Impor*. <http://www/bps.go.id>. Diakses tanggal 11 Desember 2018.
- Banchero, B. 1955. *Chemical Engineering Series*. Mc Graw Hill in Chemical Engineering. New York.
- Brown, G. G et all. 1956. *Unit Operations*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Brownell, Llyod E and Edwin H.Y. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Coulson, J.M and J. F Richardson. 1983. *Chemical Engineering Design Volume 6*. Department of Chemical Engineering: Butterworth-Heinemann.
- Fogler. 1992. *Elements of Chemical Reaction Engineering* 4th edition. Prentice-Hall International, Inc, Amerika.
- Geankoplis, Christie John. 1997. *Transport Processes and Unit Operation Third Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kirk, K. E. and Othmer, D. F. 2004. *Encyclopedia of Chemical Technology*. The Interscience Encyclopedia, John Willey and Sons, Inc. New York.
- 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 Timmerhouse. 1991. *Plants Design and Economics for Chemical Engineering 4th Edition*. McGraw-Hill Inc. Singapore.
- Ullmann. 1996. *Ullmann's Encyclopedia of Chemistry 5th Edition*. Weinheim Willey-Vch Verlag GmbH & co KgaA. Germany.
- Yaws, Carl. 1999. *Chemical Properties Hand Book*. Lamar University Beaumont. Texas.



