

# PRARANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT DARI AMONIA DAN UDARA DENGAN PROSES OKSIDASI KAPASITAS 23.000/TON/TAHUN

Sovy Yuniar<sup>1\*</sup>, Husnul Khatimah Maulana<sup>1</sup>

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

\*Corresponding Author: sovyyuniar18@gmail.com

## Abstrak

Asam nitrat atau  $HNO_3$  merupakan jenis asam kuat yang sulit didapatkan dengan konsentrasi murni. Asam nitrat banyak dipakai sebagai bahan baku peledak, sebagai bahan baku berbagai pupuk nitrogen, sebagai agen doping kimia untuk semikonduktor organik, dan sebagai solvent yang dapat melarutkan logam dan unsur-unsur kimia non logam. Kebutuhan asam nitrat tersebut dapat dijadikan peluang untuk didirikannya pabrik Asam Nitrat lebih banyak di Indonesia. Pabrik akan berjalan selama 330 hari/tahun dengan Asam Nitrat sebagai produk sebanyak 23.000 ton/tahun dan didirikan tahun 2024.

Pabrik ini direncanakan memakai proses Oksidasi. Amonia dengan suhu ruang dan tekanan 8 atm dialirkan dari tangki penyimpanan menuju vaporizer untuk diuapkan. Keluaran Vaporizer dipisahkan dengan separator, dimana fase cair dikembalikan ke vaporizer untuk diuapkan kembali, sedangkan fase gas diteruskan ke reaktor Fixed Bed untuk dicampurkan dengan udara bertekanan. Gas  $NO$  terbentuk dari reaksi yang terjadi di dalam reaktor, dimana gas tersebut dikontakkan dengan  $H_2O$  di kondensor sehingga menghasilkan Asam Nitrat konsentrasi rendah yang kemudian di alirkan ke mixer. Sedangkan gas keluaran reaktor yang kebanyakan berisi  $NO$  diturunkan suhu dan tekanannya sebelum diubah menjadi  $NO_2$  dalam reaktor alir pipa. Kemudian  $NO_2$  yang terbentuk dikontakkan dengan air yang disemprotkan dari puncak menara absorber. Asam nitrat dihasilkan dari proses tersebut dan dicampur dengan asam nitrat konsentrasi rendah di dalam mixer. Dihasilkan Asam Nitrat 60% dari proses tersebut. Bahan baku yang diperlukan adalah Amonia dan udara dengan katalis Platina. Pabrik akan didirikan di Cantung, Kotabaru. Terdapat pelabuhan di dekat lokasi pabrik, hal ini memudahkan sumber air untuk kebutuhan utilitas maupun transportasi air. Perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) berstruktur organisasi line dan staff, tenaga kerja yang dipergunakan 159 pegawai.

Dilakukan analisis ekonomi yang hasilnya antara lain investasi modal total (TCI) sebesar Rp 535.129.663.751. di dapat hasil penjualan yaitu sebesar Rp 1.381.599.326.897.64. Selain itu didapat juga Return of Investment (ROI) sesudah pajak sebesar 20%. Pay Out Time (POT) sesudah pajak sebesar 3,4 tahun. Sehingga diperoleh Break Event Point (BEP) sebesar 44% dan Shut down point (SDP) sebesar 21%. Dari data di atas, disimpulkan plant Asam Nitrat dengan kapasitas 23.000 ton/tahun ini layak dibangun.

**Kata kunci:** Asam Nitrat, Amonia, Oksidasi

## 1. Pendahuluan

Data Badan Pusat Statistik tahun 2011 – 2017 memaparkan pertumbuhan impor asam nitrat sebesar 4,58%. Namun produksi asam nitrat dalam negeri hanya sebesar 55.000 ton/tahun, kekurangan pasokan asam nitrat ditutupi dengan cara mengimpor asam nitrat sebesar 16.775,085 ton pada tahun 2017.

Data tersebut memaparkan kebutuhan asam nitrat terlampaui banyak dan saat ini perusahaan dalam negeri belum bisa menutupi kebutuhan tersebut, oleh karena itu industri asam nitrat perlu dikembangkan untuk mengurangi impor. Dengan bahan baku yang sudah tersedia dan mudah didapat di Indonesia, pendirian pabrik asam nitrat ini mendorong pemanfaatan SDM yang sudah ada secara optimal.

Menurut data Badan Pusat Statistik, jumlah Asam Nitrat yang diimpor ke Indonesia dari tahun 2011 hingga 2017 disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1** Impor Data  $HNO_3$   
(Badan Pusat Statistik, 2011-2017)

Tahun	Jumlah (ton)
2011	11.187,313
2012	13.402,659
2013	12.568,111
2014	15.657,478
2015	10.875,406
2016	14.365,929
2017	16.775,085



Dari data tersebut maka dapat diperkirakan jumlah kebutuhan asam nitrat pada tahun 2024 yang didapatkan dari perhitungan metode *discounted*:

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

Keterangan :

F = Nilai pada tahun ke-n

P = Besarnya data pada tahun sekarang (ton/tahun)

i = Kenaikan data rata-rata

n = Selisih tahun (tahun ke-n)

Peluang kapasitas produksi pabrik asam nitrat pada tahun 2024:

$$F = P(1+i)^n$$

$$\begin{aligned} F &= 16.775.085 (1+(4,58/100))^7 \\ &= 2.295.119 \text{ kg/tahun} \\ &= 22.951,19 \text{ ton/tahun} \approx 23.000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dari data impor asam nitrat pada 7 tahun terakhir menunjukkan apabila peluang kapasitas pabrik asam nitrat yang akan didirikan pada tahun 2024 berkisar antara 22.000 – 23.000 ton/tahun. Sehingga dapat diputuskan pabrik asam nitrat yang akan didirikan pada tahun 2024 berkapasitas 23.000 ton/tahun.

## 2. Deskripsi Proses

Ditinjau dari prosesnya, pembuatan asam nitrat dapat dilakukan dengan beberapa proses, yaitu proses Retort, Difusi, dan Oksidasi. Lebih rinci sebagai berikut :

**Tabel 2** Macam Proses dalam Pembuatan Asam Nitrat.

	Proses		
	Retort	Difusi	Oksidasi
Kelebihan	Kemurnian produk tinggi (96%-99%) Konversi reaksi 97% Suhu operasi 150°C-200°C Tekanan atmosfer Tidak memerlukan katalis	Kemurnian produk tinggi (95-%) Suhu operasi 150°C Tidak memerlukan katalis	Bahan baku mudah diperoleh Kemurnian produk sesuai kebutuhan pasar (50%-70%) Konversi 99,8% Tekanan operasi mudah dicapai (1 atm – 8 atm) Katalis mudah diperoleh
kekurangan	Bahan baku sulit didapat Waktu operasi lama (12 jam)	Bahan baku sulit didapat	

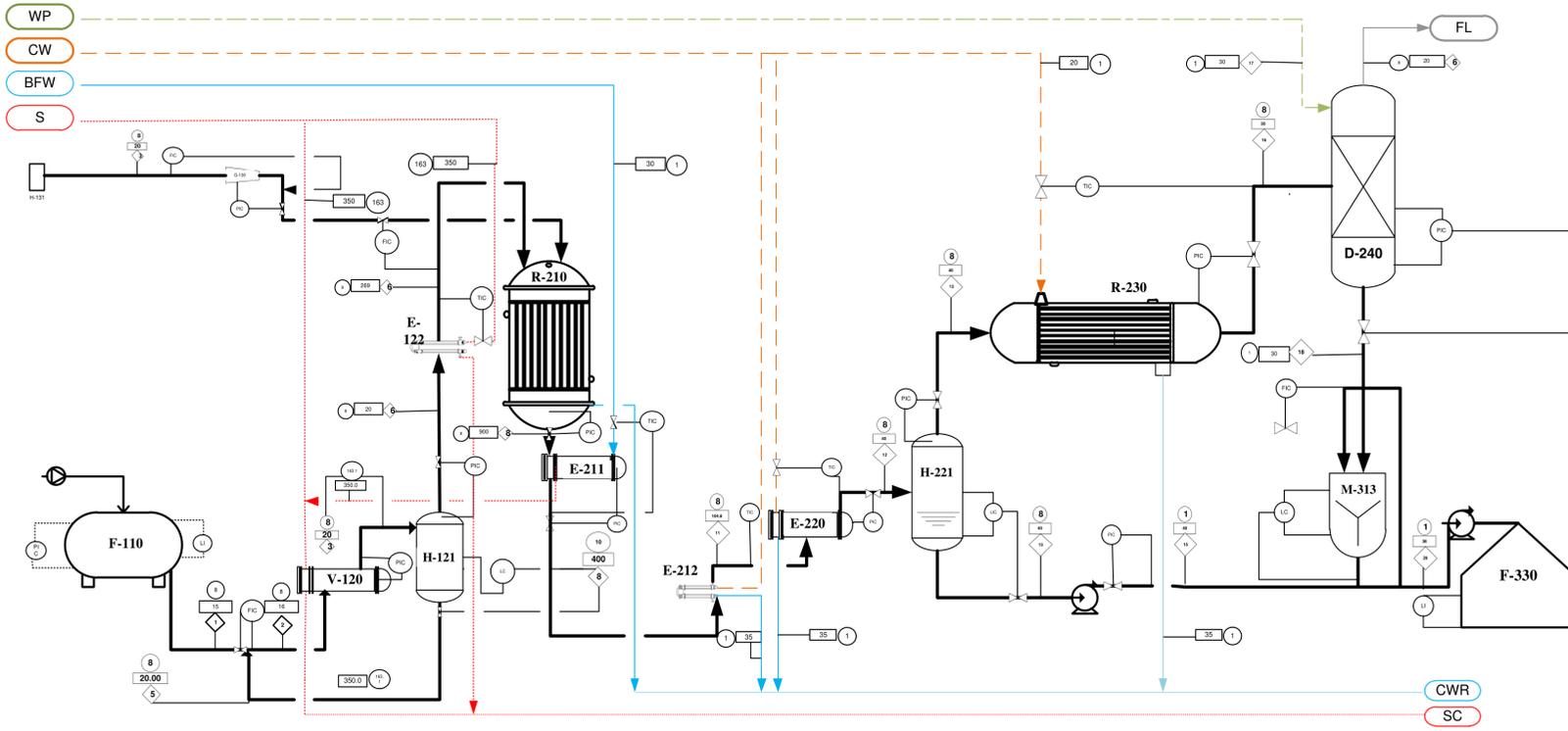
Berdasarkan pertimbangan di atas, prarancangan pabrik asam nitrat akan menggunakan proses oksidasi. Hal ini karena perbandingan harga produk yang lebih tinggi daripada harga bahan baku, serta bahan baku yang sangat mudah didapat di Indonesia.



# PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

## PRARANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT DARI AMONIA DAN UDARA DENGAN PROSES OKSIDASI

### KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN



Keterangan		
Aliran Proses	Aliran Proses	Aliran Proses
CW	Cooling Water	Nomor Aliran
S	Steam	Suhu (°C)
CWR	Cooling Water Return	Tekanan (atm)
BFW	Boiler Water Feed	Bahan Baku
FL	Reboiler	Produk
TIC	Temperature Indicator Control	Level Indicator
PIC	Pressure Indicator Control	Flow Control

NO	KODE	NAMA ALAT	JUMLAH
18	L-314	POMPA MIXER	1
17	M-313	MIXER	1
16	A-312	EXPANSION VALVE	1
15	L-311	POMPA SEPARATOR	1
14	F-310	TANGKI ASAM NITRAT	2
13	D-240	ABSORBER	1
12	R-230	REAKTOR FLUG FLOW	1
11	H-221	SEPARATOR	1
10	E-220	COOLER CONDENSOR	1
9	E-212	COOLER	1
8	E-211	WASTE HEAT BOILER	1
7	R-210	REAKTOR FIXED BED	1
6	H-131	FILTER	1
5	G-130	KOMPRESOR	1
4	E-122	HEATER	1
3	H-121	SEPARATOR	1
2	V-120	VAPORIZER	1
1	F-110	TANGKI AMONIA	2
NO	KODE	NAMA ALAT	JUMLAH

Digambar Oleh :  
 Soyy Yuniar (H1D115025)  
 Husnul Khatimah Maulana (H1D115035)

Diperiksa Oleh:  
 Dr. Doni Rahmat Wicaksono, S.T, M. Eng  
 (NIP. 19810112 200312 1 001)

FLOWSHEET  
 PABRIK ASAMNITRAT DARI AMONIA DAN UDARA  
 DENGAN PROSES OKSIDASI  
 KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN

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

Komponen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
NH3	621.63147	155.40787	777.03934	621.63147	155.40787	621.63147	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O2	-	-	-	-	-	-	2229.7973	2229.7973	799.0107	799.0107	799.0107	244.2159	244.2159	-	-	134.52781	-	-	134.52781	-
N2	-	-	-	-	-	-	7343.5375	7343.5375	7369.1004	7369.1004	7369.1004	7369.1004	7369.1004	-	-	943.6144	-	-	7369.1004	-
NO	-	-	-	-	-	-	1040.4908	1040.4908	1040.4908	1040.4908	1040.4908	206.12696	206.12696	-	-	0.4122539	-	-	209.26858	-
NO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	647.18102	647.18102	-	-	962.58381	-	-	1.9251676	-
HNO3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	865.73363	865.73363	-	-	865.73363	-	-	-	-
H2O	3.1237762	0.7809441	3.9047203	3.1237762	0.7809441	3.1237762	-	-	989.48811	989.48811	989.48811	21.540215	21.540215	844.1919	844.1919	21.540215	442.31229	316.91761	-	1742.9306
Total	624.75525	156.18881	780.94406	624.75525	156.18881	624.75525	9573.3348	9573.3348	10198.09	10198.09	10198.09	9353.8981	8488.1645	1709.9255	1709.9255	2062.6785	442.31229	1194.1146	7714.822	2904.0401

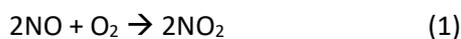
Gambar 1. Flow Diagram Process Prarancangan Pabrik Asam Nitrat Kapasitas 23.000 ton/tahun



Berikut adalah tahapan proses yang harus dilalui agar didapat produk Asam Nitrat dari proses Oksidasi, yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku  
Amonia cair dari tangki penyimpanan di alirkan ke vaporizer untuk diuapkan dengan suhu 30°C. bagian amonia yang lolos dari vaporizer namun masih berbentuk cairan *direct cycle* kembali ke evaporator setelah sebelumnya dipisahkan terlebih dahulu dengan amonia yang suda menjadi uap menggunakan *separator*. Selanjutnya uap ammonia dipanaskan dengan *heater* dengan media pemanas berupa gas hasil reaksi reaktor *fixed bed* sebelum kemudian masuk ke reaktor *fixed bed* dan dicampurkan dengan udara bertekanan.

2. Tahap oksidasi  
Pada tahap ini, udara dan amonia yang sudah diuapkan dicampur dalam reaktor *fixed bed*. Terjadi reaksi pembentukan gas NO dengan bantuan katalisator, kondisi operasi adalah 900°C dengan tekanan 8 atm. Suhu reaktor dijaga menggunakan sirkulasi air pendingin. Setelah keluar dari reaktor, gas-gas didinginkan dengan alat penukar panas. Sebagian dari panas digunakan kembali sebagai *steam* pada *waste heat boiler* dan *vaporizer*. Gas yang keluar dari *waste heat boiler* dengan *heat exchanger* masuk ke kondensor *parsial* agar mengalami penurunan suhu. Pada kondensor *parsial*, NO teroksidasi menjadi NO<sub>2</sub> sehingga dihasilkan *weak acid* konsentrasi 50%. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Perpindahan panas pada kondensor *parsial* meningkatkan pemisahan antara fasa cair dan gas serta menyebabkan reaksi oksidasi NO menjadi NO<sub>2</sub>. Pengaruh temperature sangat penting karena reaksi tersebut merupakan reaksi homogen fase gas dengan kecepatan reaksi yang lambat seiring kenaikan suhu.

3. Tahap pemisahan dan pemurnian hasil.  
Asam nitrat cair (*weak acid*) bersama gas yang tidak terembunkan dialirkan menuju separator untuk dipisahkan fasenya. Dari separator, asam nitrat encer di campurkan dengan asam nitrat 70% dari adsorber di dalam mixer. Sedangkan gas yang keluar dari separator mengalir ke reaktor alir pipa hingga terjadi proses oksidasi kembali. Kemudian gas dari reaktor alir pipa yang sebagian besar NO<sub>2</sub> dialirkan dari bawah

absorber untuk dikontakan dengan air yang disemprotkan dari puncak absorber

### 3. Utilitas

Sungai Cantung dapat menjadi sumber air dengan debit yang Kebutuhan air yang diperoleh dari sungai Cantung digunakan untuk air pendingin, air proses, *steam* dan lain-lain. Sedangkan Perusahaan Listrik Negara dapat menjadi sumber listrik pabrik.

Tabel 3. Kebutuhan Utilitas Pabrik Furfural

Kebutuhan	Jumlah
Steam	2231.8648 kg/jam
Air	28.5104,7383 kg/jam
Listrik	1.500 kW
Bahan Bakar	399404.105 liter/jam

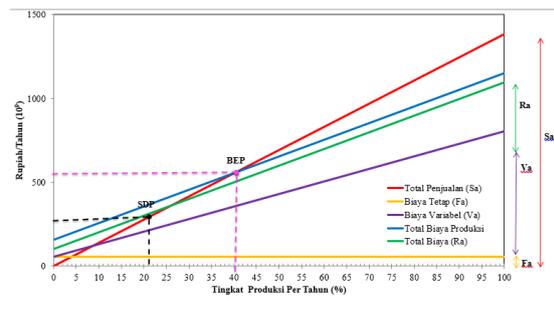
### 4. Analisis Ekonomi

Dilakukan untuk mempelajari layak tidaknya sebuah plant bisa berdiri dengan cara memperhitungkan besar kecilnya keuntungan yang diperoleh. Berikut merupakan tabel hasil analisis ekonomi pabrik Asam Nitrat:

Tabel 4. Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Ket
R O I	20%	Min. 11%	Layak
P O T	3,4 thn	Max. 5 thn	Layak
B E P	44%	40-60%	Layak
S D P	21%	20-40%	Layak

*Return On Investment* (ROI) adalah keuntungan yang diperoleh berasal dari tabungan terpakai. *Pay Out Time* (POT) adalah yaitu kembalinya modal dari pencapaian laba. *Break Even Point* (BEP) adalah kondisi plant yang menunjukkan jumlah yang sama antara biaya dan penghasilan, dengan kata lain tidak menguntungkan dan sebaliknya. *Shut Down Point* (SDP) adalah kondisi penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan karena lebih ekonomis untuk menghentikan produksi pabrik dan membayar *Fixed Expanse* (Fa) dibanding produksi. Berikut ini adalah grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik:



Gambar 2. Grafik BEP dan SDP

## 5. Kesimpulan

Hasil analisa perhitungan pada Prarancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara dengan Proses Oksidasi Kapasitas Produksi 23.000 Ton/Tahun diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Kapasitas rancangan pabrik direncanakan 23.000 ton/tahun. Bentuk hukum perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT). Pabrik terletak di daerah Cantung, kabupaten Tanah Bumbu dengan luas tanah yang dibutuhkan adalah 40.000 m<sup>2</sup>. Dengan analisa ekonomi ROI sebesar 20%;POT 3,4 tahun dan persedntase BEP dan SDP sebesar 44% dan 20%. Berdasarkan pertimbangan tersebut pabrik Asam Nitrat dinyatakan layak untuk didirikan dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

## Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. 2019. *Data Impor Etil Klorida di Indonesia*.  
<http://www.bps.go.id/>  
Diakses pada tanggal 2 April 2019
- Brown, George G. 1956. *Unit Operations*. CBS Publishers & Distributors. New Delhi.
- Coulson, J. M. and J. F. Richardson. 1989. *An Introduction to Chemical Engineering*. Allyn and Bacon Inc. Massachusets.
- Coulson, R. K. 2005. *Chemical Engineering Design Volume 6 4<sup>th</sup> Edition*. Elsevier Butterworth-Heinemann. Oxford.
- Culp, et. AL., 1978. *Handbook of Anvanced Wastewater Treatment*. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Kern, Donald Q. 1950. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill International Book Company, Inc. Japan.
- Kirk, Raymond E. dan Donald F. Othmer. 1996. *Encyclopedia of Chemical Technology, Pigments to Powders, Handling*. John Wiley & Sons, Inc. Universitas Michigan.
- Perry, Robert H. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7<sup>th</sup> Edition*. McGraw-Hill Company. USA.
- Ullman, Fritz. 1985. *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry Vol. 3*. John Willey and Sons Inc. New York.

