

SKRIPSI

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ASAM NITRAT KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Kimia pada Universitas Sriwijaya



Siti Nadhilah Febrianti

NIM 03031181419013

Fenny Dwi Ayu Diah

NIM 03031181419019

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN ASAM NITRAT
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

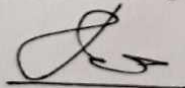
Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Siti Nadhilah Febrianti 03031181419013
Fenny Dwi Ayu Diah 03031181419019

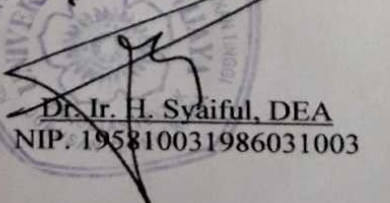
Indralaya, November 2018

Pembimbing



Dr. Eng. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M. Eng
NIP.195910191987111001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Nitrat Kapasitas 60.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan Siti Nadhilah Febrianti dan Fenny Dwi Ayu Diah di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 November 2018.

Palembang, November 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Ir. H. Abdullah Saleh, M.S., M. Eng.
NIP.195304261984031001
2. Ir. Hj. Farida Ali, DEA.
NIP.195511081984032001
3. Ir. Hj. Siti Miskah, M.T.
NIP.195602241984032002
4. Tine Aprianti, S.T., M.T.
NIP.198204252013102201

(Abdullah Saleh)

(Farida Ali)

(Siti Miskah)

(Tine Aprianti)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Nadhilah Febrianti
NIM : 03031181419013
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Nitrat Kapasitas
60.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Fenny Dwi Ayu Diah** didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, November 2018



Siti Nadhilah Febrianti
NIM. 03031181419013



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fenny Dwi Ayu Diah
NIM : 03031181419019
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Nitrat Kapasitas
60.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Siti Nadhilah Febrianti didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, November 2018




Fenny Dwi Ayu Diah
NIM. 03031181419019



KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis ucapkan kepada Allah Yang Maha Esa. Atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Nitrat Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

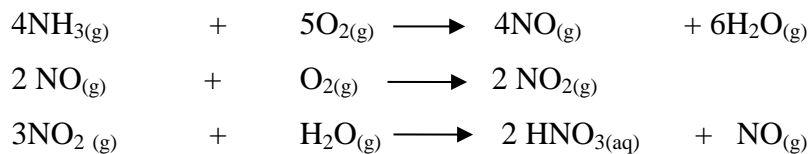
Penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam menyelesaikan tugas akhir ini walaupun masih terdapat banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan. Penulis berharap agar laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Inderalaya, November 2018

Penulis

RINGKASAN

Pabrik pembuatan Asam Nitrat dengan kapasitas 60.000 ton/tahun direncanakan didirikan pada tahun 2023 berlokasi di kawasan industri Karawang, Jawa Barat dengan luas area 4,10 Ha. Proses pembuatan Asam Nitrat ini mengacu pada US Patent No. 9,695,044 B2. Bahan baku dari pembuatan Asam Nitrat terdiri dari Amonia dan udara. Reaksi berlangsung pada reaktor *Fixed Bed Multitube* dengan menggunakan katalis Pt-Rh pada temperatur 850°C dan tekanan 8 atm. Selanjutnya oksidasi nitrogen monoksida menjadi nitrogen dioksida. Nitrogen dioksida kemudian di absorpsi oleh air membentuk asam nitrat.



Pabrik ini akan didirikan perusahaan berbentuk perseroan terbatas (PT) dengan sistem organisasi *Line and Staff*, yang dipimpin oleh seorang Direktur Utama dengan total karyawan 154 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi pabrik Asam Nitrat ini layak didirikan karena telah memenuhi persyaratan parameter ekonomi sebagai berikut

- Investasi : US\$ 17,119,651.9445
- Biaya Produksi per tahun : US\$ 20,307,765.4439
- Hasil Penjualan per tahun : US\$ 32,458,096.6595
- Laba bersih per tahun : US\$ 9,828,114.0467
- *Pay Out Time* : 1,87 tahun
- *Rate of Return* : 49,68%
- *Discounted Cash Flow –ROR*: 57,07%
- *Break Even Point* : 31,28%
- *Service Life* : 11 tahun

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dari berbagai pihak. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan, serta dorongan dari berbagai pihak, baik secara moral maupun material. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dengan segala rahmat dan karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua kami tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa yang tak henti-hentinya mengalir demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.
4. Ibu Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.
5. Bapak Dr. Eng. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan dan semangat kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
6. Seluruh Staff Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Inderalaya, November 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
RINGKASAN	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PEMBAHASAN UMUM.....	1
1.1. Pendahuluan	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan.....	2
1.3. Macam-Macam Proses Pembuatan Asam Nitrat	3
1.4. Sifat-Sifat Fisika dan Kimia.....	4
BAB II PERENCANAAN PABRIK.....	10
2.1. Alasan PendirianPabrik.....	10
2.2. Pemilihan KapasitasProduksi.....	11
2.3. Pemilihan Bahan Baku.....	13
2.4. Pemilihan Proses.....	13
2.5. Uraian Proses	14
BAB III LOKASI DAN LETAK PERALATAN PABRIK	17
3.1. Lokasi Pabrik	17
3.2. Tata Letak Pabrik.....	22
3.3. Luas Area	23
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....	26
4.1. Neraca Massa	26
4.2. Neraca Panas	29

BAB V UTILITAS	33
5.1. Unit Pengadaan Air	33
5.2. Unit Pengadaan <i>Steam</i>	41
5.3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik.....	42
5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar	44
5.5. Total Kebutuhan Utilitas.....	47
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	48
6.1. <i>Filter</i> (F-01)	48
6.2. Kompresor (K-01)	48
6.3. Furnace (FR-01).....	49
6.4. Reaktor (R-01)	50
6.5. <i>Waste Heat Boiler</i> (WHB-01).....	50
6.6. Cooler (C-01)	51
6.7. Cooler (C-02).....	52
6.8. Absorber (AB-01)	52
6.9. Heater (H-01)	54
6.10. Heater (H-02)	54
6.11. Pompa (P-01)	55
6.12. Pompa (P-02)	56
6.13. Stripper (ST-01)	57
6.14. Tanki (T-01).....	57
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	59
7.1. Bentuk Organisasi Perusahaan.....	59
7.2. Struktur Organisasi	64
7.3. Tugas dan Wewenang	65
7.4. Kepegawaian.....	69
7.5. Sistem Kerja.....	70
7.6. Penentuan Jumlah Karyawan.....	71
BAB VIII ANALISA EKONOMI.....	76
8.1. Keuntungan (<i>Profit</i>)	77
8.2. Lama Pengembalian Modal (<i>Time of Return Investment</i>)	79

8.3. Total Modal Akhir (<i>Total Final Capital</i>).....	81
8.4. Laju Pengembalian Modal (<i>Rate of Return Capital</i>)	84
8.5. Titik Impas (<i>Break Even Point, BEP</i>).....	86
BAB IX KESIMPULAN	89
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

2.1. Data Kebutuhan Impor Asam Nitrat di Indonesia.....	11
2.2. Data Kebutuhan Impor Asam Nitrat di Malaysia	11
2.3. Tabel Perbandingan Proses Pembuatan Asam Nitrat.....	13
5.1. Kebutuhan Air Pendingin.....	35
5.2. Kebutuhan <i>Steam</i> Pemanas	38
5.3. Kebutuhan <i>Steam</i> Pemanas	41
5.4. Kebutuhan Listrik.....	43
5.5. Kebutuhan Bahan Bakar <i>Furnace</i>	45
7.1. Pembagian jam kerja pekerja shift	71
7.2. Perincian Jumlah Karyawan.....	73
8.1. Angsuran Pengembalian Modal TCI.....	80
8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi	88

DAFTAR GAMBAR

2.1. <i>Flowsheet</i> Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Nitrat	16
3.1. Tata Letak Pabrik	24
3.2. Tata Letak Peralatan	24
3.3. Lokasi Pabrik Pembuatan Asam Nitrat di Karawang	25
7.1. Struktur Organisasi Perusahaan	75
8.1. Grafik Break Even Point	87

DAFTAR NOTASI

1. KOMPRESSOR

n	= Jumlah Stage
P_{in}	= Tekanan input, atm
P_{out}	= Tekanan output, atm
P_w	= Power kompresor
Q	= Volumetrik flowrate, ft^3/min
T_1	= Temperatur masuk, K
T_2	= Temperatur keluar, K
η	= Efisiensi
ρ	= Densitas, kg/m^3
W	= Laju alir massa, lb/jam
HP	= Horse Power

2. COOLER, HEATER, WASTE HEAT BOILER, FURNACE

A	= Area perpindahan panas, ft^2
a_a, a_p	= Area pada annulus, inner pipe, ft^2
a_s, a_t	= Area pada shell, tube, ft^2
a''	= Permukaan eksternal per 1 in, ft^2/in
B	= Jarak antar baffle, in
C	= Jarak ruang antar tube, in
D	= Diameter dalam tube, in
D_e	= Diameter ekivalen, in
f	= Faktor friksi, ft^2/in^2
G_a	= Laju alir massa fluida pada annulus, $lb/jam.ft^2$
G_p	= Laju alir massa fluida pada inner pipe, $lb/jam.ft^2$
G_s	= Laju alir massa fluida pada shell, $lb/jam.ft^2$
G_t	= Laju alir massa fluida pada tube, $lb/jam.ft^2$
g	= Percepatan gravitasi
h	= Koefisien perpindahan panas, $Btu/jam.ft^2.^{\circ}F$

h_i, h_{i0}	= Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube
jH	= Faktor perpindahan panas
k	= Konduktivitas termal, Btu/jam.ft ² .°F
L	= Panjang tube, pipa, ft
LMTD	= Perbedaan logaritma temperatur rata-rata, °F
N	= Jumlah baffle
N_t	= Jumlah tube
P_T	= Tube pitch (sudu pitch), in
ΔP_r	= Return drop sheel, Psi
ΔP_s	= Penurunan tekanan pada shell, Psi
ΔP_t	= Penurunan tekanan tube, Psi
ID	= Inside Diameter, ft
OD	= Outside Diameter, ft
ΔP_T	= Penurunan tekanan total pada tube, Psi
Q	= Beban panas pada heat exchanger, Btu/jam
R_d	= Dirt factor, Btu/jam.ft ² .°F
R_e	= Bilangan Reynold, dimensionless
s	= Specific gravity
T_1, T_2	= Temperatur fluida panas inlet, outlet, °F
t_1, t_2	= Temperatur fluida dingin inlet, outlet, °F
T_c	= Temperatur rata-rata fluida panas, °F
t_c	= Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
U_c, U_d	= Tahanan panas saat bersih dan kotor, Btu/jam.ft ² .°F
W	= Laju alir massa fluida panas, lb/jam
w	= Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
μ	= Viscositas, cp

3. REAKTOR

P_i	= Tekanan parsial
C	= Tebal korosi yang dizinkan, atm
R	= Laju reaksi

N_t	= jumlah tube
V_t	= Volume Area per tube, m^3
V_R	= Volume Reaktor, m^3
F_{A_0}	= laju alir umpan, kmol/jam
H	= Tinggi Reaktor, m
P	= Tekanan, atm
P_T	= tube pitch, atm
S	= Working Stress yang diizinkan, atm
T	= Temperatur. $^{\circ}C$
t	= Tebal dinding vessel
x	= Konversi
ρ	= Densitas

4. ABSORBER, STRIPPER

A	= Cross sectional area tower, m^2
BM_{avg}	= BM rata-rata, kg/kmol
C	= Maksimum korosi, in
D	= Diameter kolom, m
D_G, D_L	= Difusivitas gas dan liquid, m^2/s
E	= Joint efisiensi
ρ_g, ρ_L	= Densitas gas dan liquid, kg/m^3
F_g, F_L	= Koefisien perpindahan massa gas dan liquid, $kmol/m^2.s$
G	= Superficial molar gas mass velocity, $kmol/m^2.s$
G'	= Superficial gas mass velocity, $kg/m^2.s$
H_{tG}	= Tinggi transfer unit fase gas, m
H_{tL}	= Tinggi transfer unit fase liquid, m
$H_{t_{og}}$	= Overall tinggi transfer gas
L	= Total laju liquid, $kg/m^2.s$
L'	= Superficial liquid mass velocity, $kg/m^2.s$
m	= Rasio distribusi kesetimbangan
P	= Tekanan desain, psi

S	= Tekanan kerja yang diizinkan, psi
Sc_g, Sc_l	= Schmidt number of gas, liquid
Z	= Tinggi packing, m
μ_g, μ_L	= Viskositas gas dan liquid kg/m.s
ε	= Energi daya tarik molekul
ε_{Lo}	= Fractional liquid volume, m^2/m^3
ΔP	=Perbedaan tekanan, N/m^2
σ	= Tegangan permukaan liquid, N/m
N_{tOG}	= Jumlah perpindahan unit

5. POMPA

A	= Area alir pipa, in^2
D_{opt}	= Diameter optimum pipa, in
f	= Faktor friksi
g	= Percepatan gravitasi, ft/s^2
g_c	= Konstanta percepatan gravitasi, ft/s^2
H_f	= Total friksi, ft
H_{fs}	= Friksi pada permukaan pipa, ft
H_{fc}	= Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft
H_{fe}	= Friksi karena ekspansi tiba-tiba, ft
H_{ff}	= Friksi karena <i>fitting</i> dan <i>valve</i> , ft
H_d, H_s	= <i>Head Discharge, suction</i> , ft
ID	= Diameter dalam, in
OD	= Diameter Luar, in
L	= Panjang pipa, m
L_e	= Panjang ekuivalen pipa, m
NPSH	= Perbedaan antara tekanan pada pipa hisap pompa dan tekanan uap pada cairan yang sedang dipompa, ft .lbf/ lb
Puap	= Tekanan uap, psi
Q_f	= Laju alir volumetrik, ft^3/s
NRe	= Reynold Number, tidak berdimensi
V_s	= Kecepatan umpan, ft/s

V_d	= Kecepatan fluida yang meninggalkan pompa, ft/s
BHP	= Daya Poros Pompa, HP
MHP	= Daya motor pompa, HP
ΔP	= Differential <i>pressure</i> , psi
ε	= <i>Equivalent roughness</i> , ft
η	= Efisiensi pompa
μ	= Viskositas, kg/m.hr
ρ	= Densitas, kg/m ³

6. TANGKI

C	= Tebal korosi yang diizinkan
D	= Diameter tangki, m
E	= Efisiensi penyambungan, dimensionless
h	= Tinggi head, m
H	= Tinggi silinder, m
H_T	= Tinggi total tangki, m
P	= Tekanan Operasi, atm
S	= Tekanan kerja yang diizinkan, Psia
T	= Temperatur Operasi, K
t	= tebal dinding tangki, m
V_e	= Volume ellipsoidal head, m ³
V_s	= Volume silinder, m ³
V_t	= Volume tangki, m ³
W	= Laju alir massa, kg/jam
ρ	= Densitas, kg/m ³

7. Filter

Q	= Laju alir volumetrik, m ³ /s
A_r	= Luas area perpindahan panas (<i>Cross Sectional</i>), m ²
t	= Tebal dinding filter
CA	= Korosi yang diizinkan
ID	= Diameter Dalam, m

OD = Diameter Luar, m
P = Tekanan desain, atm

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASSA	94
LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS	113
LAMPIRAN I PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN	153
LAMPIRAN IV PERHITUNGAN EKONOMI	271
LAMPIRAN V KESELAMATAN KERJA DAN KESEHATAN LINGKUNGAN	284
LAMPIRAN VI INSTRUMENTASI DAN PERPIPAAN	299
MAKALAH TUGAS KHUSUS STRIPPER.....	308
MAKALAH TUGAS KHUSUS ABSORBER.....	326

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Pendahuluan

Industri di Indonesia menjadi salah satu bidang yang semakin diperhatikan dan terus dikembangkan. Salah satu industri yang terus dikembangkan adalah industri kimia. Hal ini dilakukan karena Indonesia masih banyak mengandalkan impor bahan-bahan kimia dari negara-negara lain, serta kurangnya pemanfaatan maupun pengolahan hasil alam secara maksimal. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2017 Indonesia masih melakukan impor asam nitrat dari negara lain sebesar 16775 ton. Sehingga pendirian pabrik asam nitrat di Indonesia memiliki prospek cerah dan menjanjikan bagi pertumbuhan industri asam nitrat dan industri kimia lain di Indonesia.

Salah satu bahan kimia yang masih diimpor dari negara lain, yaitu asam nitrat. Asam Nitrat (HNO_3) atau lebih dikenal dengan *Aqua Fortis*, Asam Azotic, Nitril Hidroksida atau Hidrogen Nitrat merupakan bahan kimia yang digunakan untuk memproduksi bahan kimia lain misalnya industri Ammonium Nitrat, Nitrobenzene, Insektisida, Nitroselulosa, Nitroklorobenzen, Nitrogliserin dan Trinitrotoluene (Uhde, 2009).

Pada saat ini di Indonesia terdapat dua industri yang memproduksi asam nitrat, yaitu PT. Kaltim Nitrate Indonesia dengan kapasitas produksi 120.000 ton/tahun (kni.co.id) dan PT. Multi Nitrotama Kimia dengan kapasitas produksi 55.000 ton/tahun (mnk.co.id). Kedua pabrik tersebut belum bisa memenuhi kebutuhan Asam Nitrat di Indonesia yang setiap tahunnya terus meningkat dan masih mengandalkan impor. Oleh karena itu, pra rencana pendirian pabrik asam nitrat perlu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan Asam Nitrat di Indonesia. Pendirian pabrik Asam Nitrat diharapkan akan menunjang berdirinya industri-industri lain yang menggunakan Asam Nitrat sehingga dapat memberikan dampak positif berupa penambahan lapangan pekerjaan bagi masyarakat, pemberian devisa bagi negara dan pengurangan ketergantungan produk dari negara lain.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Asam Nitrat telah dikenal oleh bangsa Arab sejak abad ke 8 Masehi dengan sebutan aqua fortis atau aqua valens (air kuat). Hal ini dibuktikan dalam tulisan yang berjudul Arab Alchemist yang dibuat pada abad ke 8 masehi. Asam nitrat diperoleh dengan cara distilasi campuran dari cairan cyprus vitriol. Distilasi campuran menghasilkan cairan kental yang dikenal dengan aqua fortis. Hal diatas mendorong beberapa ilmuwan untuk mempelajari reaksi dari pembuatan asam nitrat. Sekitar abad ke-17 masehi, disimpulkan bahwa asam nitrat dapat dibuat dari potassium dan asam sulfat. Sejak penemuan ini, asam nitrat diproduksi secara komersial dengan bahan baku potassium nitrat (Taylor,1985).

Pada abad ke-19 di Amerika Serikat mulai mengganti potassium nitrat dengan sodium nitrat. Penggantian proses dilakukan mulai tahun 1903 untuk pertama kalinya asam nitrat berhasil diproduksi langsung dengan mereaksikan oksigen dan nitrogen dalam bunga api listrik. Proses ini pertama kali dimulai oleh E. Birkeland dan S.Eyde do Norwegia. Proses ini berkembang sangat pesat di Norwegia dan Jerman karena tersedia tenaga listrik yang sangat murah. Proses ini terus dilakukan sampai tahun 1930-an. Pada saat yang bersamaan, metode baru pembuatan asam nitrat mulai dikembangkan. Tahun 1908 di Bochum, Jerman, Ostwald beerhasil membuat pabrik asam nitrat skala komersial dengan kapasitas 3 ton per hari. proses pembuatan asam nitrat Ostwald berdasarkan oksidasi katalitik amonia dengan udara. Namun pabrik ini tidak begitu berkembang karena sumber amonia yang tidak mencukupi. Seiring berjalannya waktu, dikembangkan proses Haber-Bosch pada tahun 1913 yang menghasilkan amonia. Sehingga proses Ostwald dapat terus beroperasi dan produksi asam nitrat semakin meningkat. Pabrik asam nitrat skala besar pertama kali dibangun di Amerika Serikat oleh Chemical Construction Company (Muscle Shoals, Alabama). Proses produksi dioperasikan pada tekanan atmosfer dan digunakan beberapa konverter oksidasi amonia (Taylor, 1985).

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Asam Nitrat

Secara umum proses pembuatan asam nitrat terdiri dari beberapa macam, yaitu proses Wisconsin, proses Nuklir, proses Birkeland-Eyde, proses Chile Saltpelter dan proses Ostwald.

1.3.1. Proses Wisconsin

Proses Wisconsin dikembangkan oleh Universitas Wisconsin selama Perang Dunia II. Proses ini merupakan proses fiksasi termal langsung dari Nitrogen yang terdapat dengan magnesita yang panas dan kemudian segera didinginkan sehingga menghasilkan Nitrogen Oksida berkonsentrasi 1-2%. Kemudian untuk memisahkan Nitrogen dari campuran dilakukan dengan mengontakkannya pada tiga lapisan silika gel. Tujuan proses tersebut adalah untuk menghilangkan kandungan air dari campuran tersebut dan mengubah Nitrogen Oksida menjadi Nitrogen Dioksida. Selanjutnya Nitrogen Dioksida dikontakkan dengan air sehingga membentuk asam nitrat (Uhde, 2009).

1.3.2. Proses Nuklir

Pada proses ini, udara diradiasikan pada reaktor nuklir sehingga diperoleh Nitrogen Dioksida. Asam nitrat yang diperoleh dari proses ini merupakan produk samping dari reaktor nuklir. Proses ini belum dikembangkan secara komersial karena masih harus dilakukan penelitian lebih lanjut (Uhde, 2009).

1.3.3. Proses Birkeland-Eyde

Proses Birkeland-Eyde menggunakan udara sebagai bahan baku. Udara yang mengandung Nitrogen dan Oksigen dikontakkan dengan bunga api listrik. Pada proses tersebut akan terjadi fiksasi Nitrogen menjadi NO_2 yang selanjutnya dilarutkan dalam air hingga membentuk asam nitrat (Thiemann, M., dkk, 2012).

1.3.4. Proses Chile Saltpelter

Proses pembuatan asam nitrat yang tertua dilakukan sebelum abad ke-20, asam nitrat diperoleh dari reaksi antara Chile Saltpelter (mineral yang mengandung NaNO_3) dengan asam sulfat pekat yang akan menghasilkan asam nitrat dan produk samping berupa Sodium Bisulfat. Selama proses, asam nitrat mengalami dekomposisi karena panas reaksi yang terjadi (Uhde, 2009).

1.3.5. Proses Ostwald

Pada proses ini, ammonia dioksidasi dengan oksigen membentuk Nitrogen Oksida dan air pada suhu 800-900°C dengan menggunakan katalis alloy Platina (90%) dan Rhodium (10%). Selanjutnya Nitrogen Oksida dioksidasi lagi membentuk Nitrogen Dioksida dan dimernya. Kemudian Nitrogen Dioksida diabsorpsi dengan air dalam kolom absorber membentuk asam nitrat (Thiemann, M., dkk, 2012).

1.4. Sifat Fisik dan Kimia

1) Amonia

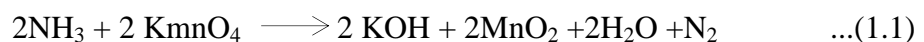
a) Sifat Fisika

Rumus molekul	: NH ₃
Berat molekul	: 17,03
Wujud	: <i>Liquid</i>
Warna	: Tidak bewarna
Titik didih, °C	: -33,4
Titik leleh, °C	: -77,7
Temperatur kritis, K	: 405,55
Tekanan Kritis, bar	: 112,77
Kapasitas panas, kJ/kmol.K	: 3,578+3,020x10 ⁻³ T-0,186 x 10 ⁻⁹ T ³
Kelarutan, 0°C	: 89,9 g/100g H ₂ O
Kelarutan, 86°C	: 7,4 g/100g H ₂ O
Densitas, 1 atm	: 0,7708 g/ml

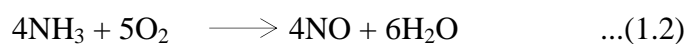
(Kirk dan Othmer, 2005)

b) Sifat Kimia

- Pada suhu tinggi bila dioksidasi dengan KmnO₄ menghasilkan Nitrogen dan air.

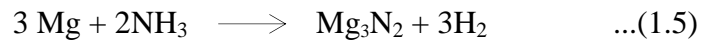


- Dengan katalis Pt-Rhodium dioksidasi menjadi Nitrogen Oksida dan air menghasilkan asam nitrat.

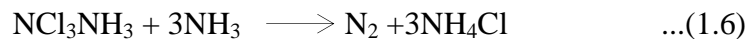




- Mengalami reaksi netralisasi terhadap asam.
- Sangat mudah larut dalam air, dalam keadaan standar.
- Amonia bersifat korosif pada tembaga dan timah.
- Amonia umumnya bersifat basa, namun berbau sangat menyengat.
- Amonia dengan logam aktif seperti magnesium akan menghasilkan magnesium nitrit.



- Bereaksi dengan halogen :



(Kirk dan Othmer, 2005)

2) Oksigen

a) Sifat Kimia

Rumus molekul	: O ₂
Berat molekul	: 31,199
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik didih, °C	: -183,0
Titik leleh, °C	: -218,4
Temperatur kritis, K	: 154,77
Tekanan Kritis, bar	: 50,8
Kapasitas panas, kJ/kmol.K	: 3,639+0,506x10 ⁻³ T-0,277x10 ⁻⁹ T ³
Densitas (0°C) g/L	: 1,4289

(Kirk dan Othmer, 2005)

b) Sifat Kimia

- Oksigen membentuk senyawa dengan semua unsur, kecuali gas-gas mulia ringan.

- Untuk elemen-elemen tertentu seperti logam alkali rubidium dan cesium, energi aktivitas pada suhu kamar mencukupi dan reaksi berjalan spontan.
- Untuk beberapa material yang akan direaksikan dengan O₂ harus dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu tertentu untuk pembakaran awal.
- Oksigen aktif mengoksidasi hampir semua logam.

(Kirk dan Othmer, 2005)

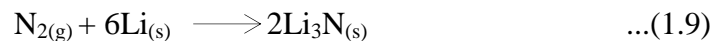
3) Nitrogen

a) Sifat Fisika

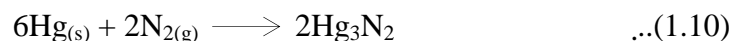
Rumus molekul	: N ₂
Berat molekul	: 28,014
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak bewarna
Titik didih, °C	: -195,8
Titik leleh, °C	: -209,86
Temperatur kritis, K	: 126,1
Tekanan kritis, bar	: 33,94
Kapasitas panas, kJ/kmol.K	: 3,280 + 0,593x10 ⁻³ T + 0,040x10 ⁻⁹ T ³

b) Sifat Kimia

- Nitrogen merupakan unsur yang stabil dan kurang reaktif.
- Dalam keadaan bebas, Nitrogen merupakan molekul diatomik dengan ikatan kovalen rangkap 3.
- Pada suhu rendah, Nitrogen sukar bereaksi dengan unsur lain, hanya logam Litium yang dapat bereaksi dengan Nitrogen.



- Pada suhu tinggi dapat bereaksi dengan beberapa logam alkali dan alkali tanah.



(Kirk dan Othmer, 2005)

4) Argon

a) Sifat Fisika

Nomor atom	: 18
Massa atom	: 39,948 g/mol
Titik lebur	: -189 °C
Titik didih	: -185,7 °C

b) Sifat Kimia.

- Argon adalah gas mulia ketiga dan berkontribusi pada sekitar 1% atmosfer bumi.
- Argon memiliki kelarutan mirip oksigen.
- Argon tidak berwarna dan tidak berbau baik dalam bentuk cair dan gas. Argon biasanya diperoleh melalui fraksinasi udara cair.

(Kirk dan Othmer, 2005)

5) Air

a) Sifat Fisika

Rumus molekul	: H ₂ O
Berat molekul	: 18,016
Wujud	: <i>Liquid</i>
Titik didih, °C	: 100
Titik leleh, °C	: 0
Temperatur kritis, K	: 374,15
Tekanan kritis, bar	: 218,4
Kapasitas panas, kJ/kmol.K	: $3,47 + 1,450 \times 10^{-3}T - 0,121 \times 10^{-9}T^3$

b) Sifat Kimia

- Air bersifat polar karena adanya perbedaan muatan.
- Molekul air berbentuk seperti huruf V.
- Air bersifat netral (pH=7) dalam keadaan murni.
- Air sering disebut sebagai pelarut universal karena air melarutkan banyak zat kimia.

(Kirk dan Othmer, 2005)

6) Nitrogen Monoksida

a) Sifat Fisika

Rumus molekul	: NO
---------------	------

Berat molekul	: 30,01
Wujud	: gas
Warna	: Tidak bewarna
Titik didih, °C	: -151
Titik leleh, °C	: -161
Temperatur Kritis, K	: 180
Tekanan Kritis, bar	: 64,7
Kapasitas panas, kJ/kmol.K	: $3,387+0,629 \times 10^{-3}T-0,014 \times 10^{-9}T^3$

b) Sifat Kimia

- Pada konsentrasi tinggi maka akan menimbulkan keracunan.
- Gas NO dapat menjadi penyebab hujan asam.

(Kirk dan Othmer, 2005)

7) Nitrogen Dioksida

a) Sifat fisika

Rumus molekul	: NO ₂
Berat Molekul	: 46,01
Wujud	: Gas
Warna	: Merah-coklat
Titik didih, °C	: 21,3
Titik leleh, °C	: -9,3
Temperatur kritis, K	: 431
Tekanan kritis, bar	: 100
Kapasitas panas, kJ/kmol.K	: $4,982+1,195 \times 10^{-3}T-0,792 \times 10^{-9}T^3$

b) Sifat Kimia

- Gas NO₂ merupakan gas beracun
- Bau gas NO₂ sangat menyengat
- NO₂ merupakan oksida asam yang dapat menyebabkan hujan asam

(Kirk dan Othmer, 2005)

8) Asam Nitrat

a) Sifat Fisika

Rumus molekul	: HNO ₃
Berat molekul	: 63,013
Wujud	: <i>liquid</i>
Titik didih, °C	: 86
Titik leleh, °C	: -41,6
Temperatur kritis, K	: 520
Tekanan Kritis, bar	: 68,90
Kapasitas panas, kJ/kmol.K	: 110,00

b) Sifat Kimia

- Asam nitrat merupakan pengionisasian yang kuat
- Asam nitrat merupakan pengoksidasi yang kuat
- Asam nitrat berfungsi sebagai *nitrating agent*
- Asam nitrat tidak stabil terhadap panas

(Kirk dan Othmer, 2005)

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba, 2018. *Nitric Acid Selling Price*. (Online). www.alibaba.com. (Diakses pada tanggal 4 Oktober 2018).
- Alibaba, 2018. Harga Katalis Alloy platinum Rhodium. www.alibaba.com. (Diakses pada tanggal 4 Oktober 2018).
- Arif, 2009. Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri. Graha Ilmu Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik, 2017. *Indeks Harga Produsen (IHP) Indonesia Triwulan Menurut Sektor 2010-2017*. (Online). <https://www.bps.go.id/dynamictable/2015/10/31/969/indeks-harga-produsen-ihp-indonesia-triwulanan-menurut-sektor-2010-100-2010-2017.html> (Diakses pada 13 Oktober 2018).
- Badan Pusat Statistik, 2018. *Impor Asam Nitrat di Indonesia*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang, 2018. *Kabupaten Karawang dalam Angka*. BPS kabupaten Karawang. :Karawang.
- Birke, D., 2017. United States Patent Nomor 9695,044 B2, *Method and Device For Producing Nitric Acid*.
- Carter, W., dan Usry, M.F., 2009. *Biaya Akuntansi*. Salemba Empat. Jakarta.
- CEPCI, 2017. *Economic Indikator*. (Online). www.chemengonline.com. (Diakses pada Tanggal 20 November 2018).
- Considine, 1985. *Instruments and Control Handbook, Third Edition*. Mc.Graw-Hill: USA.
- Evans, F.L. 1980. *Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plants, second edition*. Gulf Publishing Co: United States of America.
- Farhat, dkk., 2005. *Pemasyarakatan sebagai Upaya Perlindungan Masyarakat*. Laporan Penelitian. Universitas Gadjah Mada.
- Felder, R. M. and Rousseau, R. W., 2005. *Elementary Principles of Chemical Process, third Edition*. John Wiley and Sons, Inc: New York.
- Fogler, 1992. *Elements of Chemical Reaction Engineering, fourth edition*. Prentice-Hall International. Inc: Amerika.

Geo Dipa Energi, 2018. *Rencana Kerja dan Syarat-syarat Pekerjaan Pengolahan Sistem Air Pendingin Cooling Tower*. Nomor RKS-051-PST/GDE/IX/2018.

Hasibuan, 2010. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Bumi Aksara: Jakarta.

Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Unsri: Palembang.

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 11 Tahun 2010. *Pengendalian Pencemaran Air*.

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995. *Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri*.

Keputusan Menteri PUPR No. 568/KPTS/M2017. *Harga Air Permukaan*.

Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*,. Mc.Graw – Hill International Editions: Singapura.

Kirk dan Othmer., 2005. *Encyclopedia of Chemical Technolog “, fifth edition*. John Wiley & Sons, Inc: New York.

Kompas, 2017. *Syarat-syarat Air Sanitasi*. (Online). [https://Adv.kompas.id _2017_12_27_dukungan-fasilitator-untuk air sanitasi](https://adv.kompas.id/_2017_12_27_dukungan-fasilitator-untuk-air-sanitasi). (Diakses pada Tanggal 4 Oktober 2018).

Kusumadewi, 2015. *Laporan kerja Praktek Analisa Kinerja Steam Generator*. Universitas 11 Maret.

Laporan Status Lingkungan Hidup. 2017. Pemerintah Kabupaten Karawang

Levenspiel, O., 1999. *Chemical Reaction Engineering, third edition* . John Willey and Sons Inc: Singapore.

Maloney,2007. *Principle Instruments Analyisy*. Mc-Graw Hill:New York.

Murke R., 2006. United States Patent. 7118,723 B2.*Method For Producing Nitric Acid*.

PemKaB, Karawang. 2015. *Gambaran Umum Kabupaten Karawang*. Didapat dari www.karawangkab.go.id. [http://www.karawangkab.go.id/sites/ default/ files/pdf/](http://www.karawangkab.go.id/sites/default/files/pdf/). Diakses pada Tanggal 15 April 2018.

Perry, R.H. and Green, D.W. 1999. *Perry’s Chemical Engineers Hand Book*,6th. ed. Mc. Graw Hill Co. International Student edition: Kogakusha, Tokyo.

Peraturan Daerah Kabupaten Karawang Nomor 1 Tahun 2011 Tentang Penyelenggaraan Ketenagakerjaan.

Peraturan kepala Kepolisian Negara Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2008 Tentang Pengawasan, Pengendalian, dan Pengamanan Bahan Peledak Komersial.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2010 Tentang Transportasi Perairan.

Peraturan Pemerintah RI No. 142 Tahun 2015 tentang Kawasan Industri.

Peraturan Pemerintah RI No 107 Tahun 2015 Tentang Industri.

Peters, M. S. dan K. D. Timmerhaus, 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.

Profil Perusahaan PT. Kaltim Nitrat Indonesia. www.kni.co.id (Diakses pada Tanggal 4 April 2018).

Profil Perusahaan PT. Multi Nitrotama Kimia. www.mnk.co.id. (Diakses pada Tanggal 4 April 2018).

Ramadhiani, A.2016. Industri Terus Tumbuh, Karawang diincar Pengembang Besar. (Online). <https://www.google.co.id/amp/s/amp.kompas.com/properti/read/2016/05/09/21000082>. (Diakses 15 April 2018).

Standar Nasional Indonesia 19-6728-1-2002.

Standar Nasional Indonesia 03-6197-2011.

Sinnot, R. K. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Volume 6, Fourth Edition: Chemical Engineering Design*. Elsevier Butterworth-Heinemann: Oxford

Smith, J.M., 1973. *Chemical Engineering Kinetic's*, 3rd ed, Mc GrawHill Book: Kogakusha, Tokyo

Smith, J. M. dan H. C. Van Ness, 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Sixth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.

Taylor.F, 1985. *Nitric Acid and Fertilizer Nitrates*.Madison : University Of Wisconsin

Treyball, R.E., 1968. *Mass Transfer Operations, 2nd Ed*. Mc. Graw Hill, International Student Edition: Singapore.

Uhde, 2009. *Nitric Acid*. Company of ThyssenKrupp Technologies: Germany.

Undang-undang No. 1 Tahun 1995. Tentang Perseroan Terbatas.

Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2013 Tentang Ketenagakerjaan.
Undang-undang Nomor 40 Tahun 2007 Tentang Perseroan Terbatas.
Undang-undang No. 1 Tahun 1970 Tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja.
Birke, D., 2017. United States Patent Nomor 9695,044 B2, *Method and Device For Producing Nitric Acid*.
.Walas, S. M., 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Butterworth- Heinemann: New York.
Wijanah, S. 2016. Tata Letak Pabrik. (Online). https://www.academia.edu/10736796/tata_letak_pabrik. (Diakses pada tanggal 23 April 2018).
www.matche.com. (Diakses pada Tanggal 3 Oktober 2018).
www.infohargabbm. Harga bahan bakar 2018. . (Diakses pada Tanggal 3 Oktober 2018).
www.pertamina.com. *Industrial Diesel Oil* 2018. . (Diakses pada Tanggal 3 Oktober 2018).
www.rumah123.com. Harga Rumas Di Karawang 2018. (Diakses pada Tanggal 3 Oktober 2018).
Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. McGraw Hill Company, Inc: New York.