

**PRARANCANGAN PABRIK *SODIUM NITRATE* DARI
ASAM NITRAT DAN *SODIUM HYDROXIDE*
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

(Skripsi)

Oleh :

MEGA PRISTIANI



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

PREDESIGN FACTORY OF SODIUM NITRATE FROM NITRIC ACID AND SODIUM HYDROXIDE WITH CAPACITY 40.000 TONS/YEAR (Design of Rotary Dryer (RD-401))

By

MEGA PRISTIANI

Sodium Nitrate plant with raw materials, nitric acid and sodium hydroxide is planned to be built in Cilegon, Banten. Establishment of this plant is based on some consideration due to the raw material resources, the transportation, the labors availability and also the environmental condition.

This plant is meant to produce 40,000 tons/year with 330 working days in a year. The raw materials used consist of 3,740.0056 kg/hour of nitric acid and 2,376.2622 kg/hour of sodium hydroxide.

The utility units consist of water supply system, steam supply system, instrument air supply system, power generation system, refrigerant supply system.

The business entity form is Limited Liability Company (Ltd) using line and staff organizational structure with 142 labors.

From the economic analysis, it is obtained that:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	=	Rp. 310.717.306.800,-
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	=	Rp. 54.832.465.900,-
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	=	Rp. 365.549.772.700,-
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	=	35,92%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	=	20,80%
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) _b	=	2,02 tahun
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) _a	=	2,52 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) _b	=	41,15%
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) _a	=	32,92%
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	=	28,75%

Considering the summary above, it is proper to study the establishment of sodium nitrate plant further, because the plant is profitable and has good prospects.

ABSTRAK

PRARANCANGAN PABRIK *SODIUM NITRATE* DARI ASAM NITRAT DAN *SODIUM HYROXIDE* KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN (Perancangan *Rotary Dryer* (RD-401))

Oleh

MEGA PRISTIANI

Pabrik *Sodium nitrate* berbahan baku asam nitrat dan *Sodium hyroxide*, direncanakan didirikan di Cilegon, Banten. Pendirian pabrik berdasarkan atas pertimbangan ketersediaan bahan baku, sarana transportasi yang memadai, tenaga kerja yang mudah didapatkan dan kondisi lingkungan.

Pabrik direncanakan memproduksi *Sodium nitrate* sebanyak 40.000 ton/tahun, dengan waktu operasi 24 jam/hari, 330 hari/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah asam nitrat sebanyak 3.740,0056 kg/jam dan *sodium hyroxide* sebanyak 2.376,2622 kg/jam.

Penyediaan kebutuhan utilitas pabrik terdiri dari unit pengadaan air, pengadaan *steam*, pengadaan udara instrument, pengadaan listrik, pengadaan *refrigerant*.

Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) menggunakan struktur organisasi *line* dan *staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 142 orang.

Dari analisis ekonomi diperoleh:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	=	Rp. 310.717.306.800,-
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	=	Rp. 54.832.465.900,-
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	=	Rp. 365.549.772.700
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	=	35,92%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	=	20,80%
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) _b	=	2,02 tahun
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) _a	=	2,52 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) _b	=	41,15%
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) _a	=	32,92%
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	=	28,75%

Mempertimbangkan paparan di atas, sudah selayaknya pendirian pabrik *Sodium nitrate* ini dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai masa depan yang baik.

**PRARANCANGAN PABRIK *SODIUM NITRATE* DARI
ASAM NITRAT DAN *SODIUM HYDROXIDE*
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

Oleh :

MEGA PRISTIANI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
Sarjana Teknik

Pada

Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi

: PRARANCANGAN PABRIK *SODIUM*
NITRATE DARI ASAM NITRAT
DAN *SODIUM HYDROXIDE* KAPASITAS
40.000 TON/TAHUN
(Perancangan *Rotary Dryer* (RD-401))

Nama Mahasiswa

: Mega Pristiani

No. Pokok Mahasiswa

: 1115041027

Jurusan

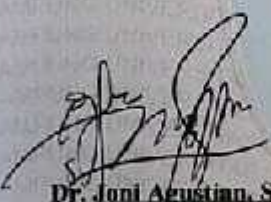
: Teknik Kimia

Fakultas

: Teknik

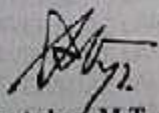
MENYETUJUI

Komisi Pembimbing


Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc.
NIP. 196908071998021001


Donny Lesmana, S.T., M.Sc.
NIP. 196902081997032001

Ketua Jurusan


Ir. Azhar, M.T.
NIP. 196604011995011001

MENGESAHKAN

Tim Penguji

Ketua : Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc.

Sekretaris : Donny Lesmana, S.T., M.Sc.

Penguji

Bukan Pembimbing : Ir. Azhar, M.T.

Panca Nugrahini F, S.T., M.T.

Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Prof. Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196207171987031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 21 Desember 2017

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atas pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana diterbitkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pada skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 21 Desember
2017



Mega Pristiani
NPM. 11150410127

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dengan judul “Prarancangan Pabrik *Sodium nitrate* dari Asam Nitrat dan *Sodium hydroxide* Kapasitas 40.000 ton/tahun ” dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat guna memperoleh derajat kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Azhar, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung dan sekaligus Dosen Penguji 1 Tugas Akhir saya.
2. Bapak Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan ilmu, pengarahan, bimbingan, kritik dan saran selama penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu bermanfaat yang diberikan dapat berguna dikemudian hari.
3. Bapak Donny Lesmana, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan ilmu, pengarahan, bimbingan, kritik dan saran selama penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu bermanfaat yang diberikan dapat berguna dikemudian hari.

4. Ibu Panca Nugrahini F, S.T., M.T Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran, juga selaku dosen atas semua ilmu yang telah penulis dapatkan.
5. Ibu Dr. Eng. Dewi Agustina Iryani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Kerja Praktek (KP) dan Dosen Pembimbing Penelitian saya, yang banyak memberi ilmu dan bimbingannya untuk penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu dan bekal masa depan yang akan selalu bermanfaat.
7. Bapak, dan Mamak, kakak-kakak dan juga adek tercinta Putri Anjani atas segala dukungan, pengorbanan, do'a, cinta dan kasih sayang yang selalu mengiringi di setiap langkahku. Semoga Allah SWT memberikan perlindungan dan Karunia-Nya.
8. Rizka Aidila Fitriana, S.T. selaku rekan seperjuangan dalam suka dan duka yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir dan juga teman kos yang mengajari ilmu agama untuk semakin dekat dengan Allah.
9. Nita Listiani, S.T., selaku patner Penelitian dan kerja Praktek, selaku sahabat dan teman diskusi.
10. Yeni Ria Wulandari, S.T., selaku sahabat dan juga teman seangkatan, atas semua bantuan dan dukungannya untuk pencapaian ini.
11. Sahabat-sahabatku Megananda Eka Wahyu, Tika Novarani, Poppy Meutia Zari, Diah Rosalina, Rhiki Sekhti Utami, Ayu Septriana, Dai Bakhtiar Purba, Murni Fitria, Rina Wijayanti, Maryanto, Rini D. Anjani, Catur Putra Satgada, Friendika Mahendra, Etika Suryo, Faisal, Wayan Hera, Andi

Wijaya, Havidin Sidik, Putu Mira, Trisna Aulia, Haryanti, Eti Purwaningsih, Dini Dian Prajawati, Rina Septiana, Rendri Ardinata, Fitria Yenda, Ajeng Ayu Puspitasari, Merry Cristine, Ricky Fahlevi KS, Raynal Rahman, Nilam Sari Sitorus Pane, Siti Sumartini dan Bagus Adi Pamungkas untuk semua dukungannya selama ini.

12. Teman-teman Angktan Alief Nurtendron, Andi Fini Ardian, Sherlyana, Aryanto, Bima Firmandana, Nisa Meutia Risty, Arcealin Anggraeni, Dian Anggita Sari, Destiara Khoirunnisa, Dicky Aditya R, Eriski Prawira, Nadia Mustika Insani, Iqbal Immanudin, Mitra Dimas Sanjaya, Fully Resha, Koni Prasetyo, Muhammad Haikal Pasha, Lamando Aquan Raja, dan Pirda Hiline Novryanto.
13. Sahabat-sahabat kosan, Lilis Agestia, Farida Lukmi, Seza, Ayu Valentine, Ira Wati, Apryana, Mitha, Fitri, Kak Santika, Mbak Mella, Cici, Nining, Mbak Silo, untuk semua kebersamaan dalam keluarga kosan.
14. Semua Pihak yang membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini baik adik-adik maupun kakak yang namanya tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka terhadap penulis dan semoga skripsi ini berguna di kemudian hari.

Bandar Lampung, 21 Desember 2017

Penulis,

Mega Pristani

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
ABSTRAK	iii
COVER DALAM	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kegunaan Produk	1

1.3	Ketersediaan Bahan Baku	2
1.4	Penentuan Kapasitas Produksi	3
1.5	Tempat dan Lokasi Produk	6

BAB II DESKRIPSI PROSES

2.1	Jenis-jenis Sintesis <i>Sodium Nitrate</i> (NaNO_3)	8
2.2	Pemilihan Proses Sintesis	9
2.3	Perhitungan Ekonomi Kasar Berdasarkan Bahan Baku	14
2.4	Pemilihan Proses	22
2.5	Uraian Proses	24
2.6	Blok Diagram Alir Proses	25
2.7	Kinetika Reaksi Netralisasi <i>Sodium Nitrate</i>	26

BAB III SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK

3.1	Spesifikasi Produk	27
3.2	Spesifikasi Bahan Baku	28
3.3	Pengendalian Kualitas	29

BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

4.1	Neraca Massa	31
4.2	Neraca Energi	34

BAB V SPESIFIKASI PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

5.1	Peralatan Proses	38
5.2	Peralatan Utilitas	59

BAB VI UTILITAS

6.1	Unit Penyediaan Air	85
6.2	Unit Penyediaan <i>Steam</i>	96
6.3	Unit Penyediaan Udara Instrumen.....	97
6.4	Unit Pembangkit dan Pendistribusian Listrik	98
6.5	Unit Pengadaan Bahan Bakar	98
6.6	Laboratorium	99
6.7	Instrumentasi dan Pengendalian Proses.....	102

BAB VII TATA LETAK DAN LOKASI PABRIK

7.1	Lokasi Pabrik	106
7.2	Tata Letak Pabrik	108
7.3	Prakiraan Area Lingkungan	109

BAB VIII MANAGEMEN DAN ORGANISASI

8.1	<i>Project Master Schedule</i>	112
8.2	Bentuk Perusahaan.....	115
8.3	Struktur Organisasi Perusahaan.....	116
8.4	Tugas dan Wewenang.....	120
8.5	Status Karyawan dan Sistem Penggajian.....	130
8.6	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	131
8.7	Jumlah Tenaga Kerja	134
8.8	Kesejahteraan Karyawan	137
8.9	Manajemen Produksi	142

BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI

9.1	Investasi	146
9.2	Evaluasi Ekonomi	149
9.3	Angsuran Pinjaman	151
9.4	<i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	151
9.5	Penentuan Tingkat Resiko Pabrik.....	152

BAB X SIMPULAN DAN SARAN

10.1	Simpulan	154
10.2	Saran	154

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

LAMPIRAN D

LAMPIRAN E

LAMPIRAN F

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Pabrik Penyedia Bahan Baku di Indonesia	2
1.2. Data Impor <i>Sodium Nitrate</i> di Indobesia	3
1.3. Hasil Perhitungan Data Proyeksi Kebutuhan NaNO_3	4
1.4. Impor <i>Sodium Nitrate</i> di Dunia.....	5
1.5. Kapasitas Produksi <i>Sodium Nitrate</i> Komersial	5
2.1. Nilai ΔH_f° Masing – Masing Komponen.....	9
2.2. Harga ΔH_f° dan ΔG_f°	11
2.3. Harga ΔH_f° dan ΔG_f°	12
2.4. Data Bahan Baku dan Produk Pada Proses Sintesis dari Na_2CO_3 dan HNO_3 14	
2.5. Data Bahan Baku dan Produk Pada Proses Sintesis dari NaCl dan HNO_3 . 17	
2.6. Data Bahan Baku dan Produk Pada Proses Sintesis dari NaOH dan HNO_3 20	
2.7. Perbandingan Proses Sintesis dengan Bahan Baku Na_2CO_3 , NaCl , NaOH ... 23	
4.1. Neraca Massa <i>Dissolving Tank</i> (DT–101)	30
4.2. Neraca Massa <i>Dissolution Tank</i> (DT–102)	31
4.3. Neraca Massa <i>Reactor</i> (RE–201)	31
4.4. Neraca Massa <i>Holding Tank</i> (HT–301)	32
4.5. Neraca Massa <i>Flash Drum</i> (FD–301)	32
4.6. Neraca Massa <i>Water Jet Ejector</i> (JE–301)	32

4.7. Neraca Massa <i>Crystalizer</i> (CE-301)	33
4.8. Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CF-401)	33
4.9. Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-401)	33
4.10. Neraca Massa <i>Cyclone</i> (CY401)	34
4.11. Neraca Energi <i>Heater</i> (HE-301)	34
4.12. Neraca Energi <i>Dissolving Tank</i> (DT -101)	35
4.13. Neraca Energi <i>Reactor</i> (DT-101)	35
4.14. Neraca Energi <i>Flash Drum</i> (FD-301)	36
4.15. Neraca Energi <i>Water Jet Ejector</i> (JE-301).....	36
4.16. Neraca Energi <i>Crystallizer</i> (CR-301)	37
4.17. Neraca Energi <i>Heater</i> (HE-402)	37
4.18. Neraca Energi <i>Rotary Dryer</i> (RD-401).....	38
4.19. Neraca Energi <i>Heater</i> (HE-403)	38
6.1. Kebutuhan Air Umum	88
6.2. Kebutuhan Air Proses	89
6.3. Kebutuhan Air Pembangkit <i>Steam</i>	90
6.4. Kebutuhan Air untuk <i>Cooling Water</i>	91
6.5. Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian	106
6.6. Pengendalian Variabel Utama Proses	106
7.1. Perincian luas area Pabrik Sodium Nitrat	110
8.1. <i>Project Master Schedule</i>	115
8.2. Jadwal Kerja Regu Shift	133
8.3. Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat	136
8.4. Penggolongan Tenaga Kerja	137

9.1. <i>Fixed capital investment</i>	148
9.2. <i>Manufacturing cost</i>	149
9.3. <i>General expenses</i>	150
9.4. Hasil Uji Kelayakan Ekonomi	153

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Diagram Penggunaan <i>Sodium Nitrate</i>	2
1.2. Rencana Lokasi Pabrik <i>Sodium Nitrate</i>	7
2.1. Digram Alir Proses	25
7.1. Lokasi Pabrik	111
7.2. Tata Letak Pabrik dan Fasilitas Pendukung	112
7.3. Tata Letak Alat Proses	112
8.2. Sturktur Organisasi Perusahaan	119
9.1. Kurva <i>Break Even Point</i> dan <i>Shutdown Point</i>	152
9.2. Kurva <i>Cummulative Cash Flow</i>	153

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

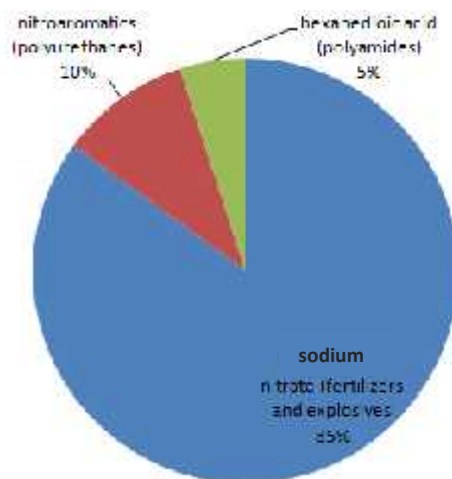
Bahan baku pembuatan *Sodium nitrate* (NaNO_3) adalah *Sodium hydroxide* (NaOH) dan *Nitric acid* (HNO_3). NaNO_3 merupakan bahan kimia *intermediate*. Pembangunan industri kimia yang menghasilkan produk antara (*intermediate*) ini sangat penting, karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri yang pada akhirnya akan dapat mengurangi pengeluaran devisa untuk mengimpor bahan tersebut, termasuk diantaranya *Sodium Nitrate* (NaNO_3). NaNO_3 merupakan kristal bening tidak berwarna dan tidak berbau. Bahan kimia ini mempunyai sifat-sifat di antaranya mudah larut dalam air, gliserol, dan alkohol. Mempunyai titik lebur pada temperatur 308°C serta meledak pada temperatur 1000°C .

Kebutuhan NaNO_3 di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat sesuai dengan banyaknya industri yang menggunakannya, oleh karena itu pendirian pabrik ini sangat diperlukan untuk dapat memenuhi sebagian besar kebutuhan NaNO_3 dalam negeri dan diharapkan juga dapat membuka lapangan kerja baru.

1.2 Kegunaan Produk

Kegunaan dari NaNO_3 ini cukup luas antara lain sebagai bahan pembuatan pupuk yang mengandung senyawa nitrogen, dinamit, pembuatan kalium nitrat,

pembuatan kaca, reagen pada senyawa kimia analisa, obat-obatan, *refrigerant*, korek api, bahan bakar roket, dan belum lama ini digunakan sebagai bahan pengawet makanan seperti *hot dog*.



Gambar 1.1. Diagram Penggunaan *Sodium nitrate*

(Sumber: www.thoharianwarphd.com/2015/11/aplikasi-kimia-pembuatan-sodium-nitrat.html)

1.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku *Sodium nitrate* adalah *Sodium hydroxide* dan *Nitric acid*. *Sodium hydroxide* dapat diperoleh dari PT. Asahimas Subentra Chemical, Cilegon. Sedangkan *Nitric acid* dapat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia, Cikampek. Sehingga untuk pemenuhan bahan baku tidak perlu dikhawatirkan.

Tabel 1.1 Pabrik Penyedia Bahan Baku di Indonesia

No.	Bahan Baku	Nama Produsen	Kapasitas (ton/tahun)
1	<i>Sodium hydroxide</i> (NaOH)	PT. Asahimas Subentra	285.000
		Chemical	215.000
		PT. Sulfindo Adiusaha	
2	<i>Nitric acid</i> (HNO ₃)	PT. Multi Nitrotama Kimia	150.000
		PT. Emulsion Grade	90.000
		Ammonium Nitrate	

(Sumber : www.kemenperin.go.id, mnk.co.id/about-us/milestone)

1.4 Penentuan Kapasitas Produksi

Penentuan kapasitas produksi didasarkan pada pertimbangan – pertimbangan sebagai berikut:

1.4.1 Proyeksi Impor *Sodium Nitrate* (NaNO_3)

Tabel 1.2. Data impor *Sodium Nitrate* di Indonesia

Tahun	Impor (ton/tahun)
2010	6.209,15
2011	7.161,59
2012	7.986,72
2013	7.460,59
2014	8.081,98

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2016)

Berdasarkan data pada Tabel 1.2. impor *Sodium nitrate* Indonesia secara umum telah mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Dari data tersebut dapat diperoleh persamaan laju kenaikan konsumsi *Sodium nitrate* melalui metode regresi polinomial orde 3 dengan menggunakan persamaan berikut:

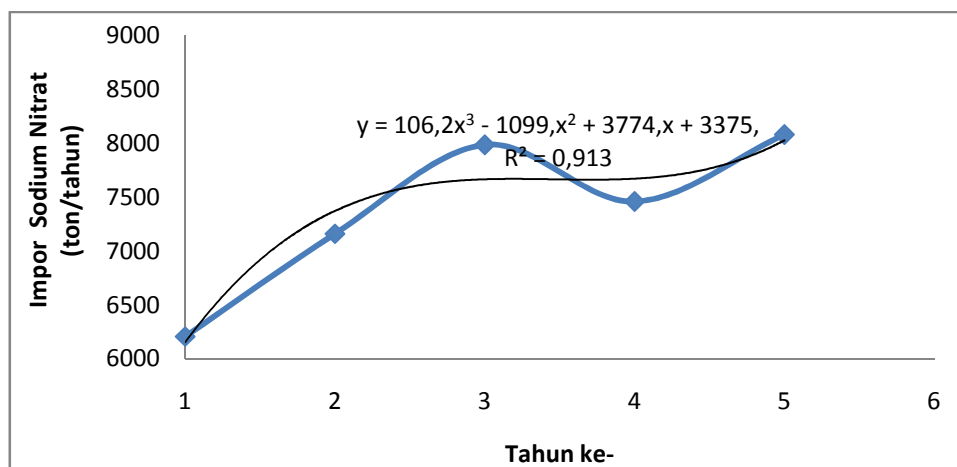
$$y = 106,2x^3 - 1099x^2 + 3774x + 3375$$

(1.1)

dimana:

y = jumlah impor NaNO_3

x = Tahun produksi



Gambar 1.1. Kurva regresi linear proyeksi impor NaNO_3

Dari gambar 1.1. diperoleh persamaan laju kenaikan konsumsi NaNO_3 , sehingga dapat dilakukan prediksi kebutuhan NaNO_3 di Indonesia pada tahun 2021 (tahun ke-10).

Dengan menggunakan persamaan (1.1) diperoleh proyeksi kenaikan kebutuhan NaNO_3 di Indonesia dari tahun 2015 (tahun ke-6) sampai tahun 2021 (tahun ke-10). Hasil perhitungan kebutuhan dapat dilihat pada tabel 1.4 berikut.

Tabel 1.3. Hasil perhitungan data proyeksi kebutuhan NaNO_3

Tahun	Kebutuhan (ton/tahun)
2010	6.209,15
2011	7.161,59
2012	7.986,72
2013	7.460,59
2014	8.081,98
2015	9.394,2
2016	12.368,6
2017	17.605,4
2018	25.741,8
2019	37.415
2020	53.262,2
2021	73.920,6

1.4.2 Kebutuhan *Sodium Nitrate* Di Dunia

Kebutuhan *Sodium nitrate* di dunia (Malaysia, Thailand, India) diperkirakan akan terus meningkat sesuai dengan data-data impor dari negara tersebut pada tahun 2010-2014 sebagaimana dapat dilihat pada tabel 1.4.

Tabel 1.4. Impor *Sodium Nitrate* di Malaysia, Thailand, dan India

No.	Tahun	Malaysia (ton/tahun)	Thailand (ton/tahun)	India (ton/tahun)
1	2010	3.232	3.847	3.566
2	2011	3.925	4.927	4.554
3	2012	4.008	4.802	3.552
4	2013	5.859	3.883	4.179
5	2014	4.811	5.269	5.465

Sumber: UNdata. A World of Information. 2016

Dari data pada Tabel 1.4. dapat dihitung rata-rata nilai keseluruhan impor untuk negara Malaysia, Thailand, dan India pertahun nya yaitu sebesar 13.175,8 ton/tahun.

1.4.3 Kapasitas Produksi Minimal

Untuk memproduksi *Sodium nitrate* harus diperhitungkan juga kapasitas produksi yang menguntungkan. Kapasitas produksi secara komersial yang telah ada di dunia terlihat pada tabel berikut.

Tabel 1.5. Kapasitas Produksi *Sodium Nitrate* Komersial

Pabrik	Proses	Kapasitas (ton/tahun)
Deepak Nitrite Ltd. Bombay	Sintesis	40.000
Qena Distriq. Egypt	Shank	113.000
Chillean Nitrate Group. USA	Sintesis	800.000
SQM Nitratos S.A.	Gugenheim	770.000
Maria Elina. Chilli	Gugenheim	520.000
Pedro de valdivia	Gugenheim	750.000

(Sumber: Othmer, 1997, vol.22)

Berdasarkan perkiraan kebutuhan dalam negeri dan negara tetangga pada tahun 2021 yaitu sebesar 87.096,4 ton/tahun. Berdasarkan prediksi kapasitas produksi *Sodium nitrate* hanya akan mengambil 46% dari kebutuhan *Sodium nitrate* pada tahun 2021. Hal ini telah diatur dalam peraturan perundang-undangan republik indonesia nomor 5 tahun 1999 tentang praktek monopoli dan persaingan usaha tidak sehat pada bab III pasal 4 ayat 1 yang menyatakan pelaku usaha atau kelompok pelaku usaha tidak diperbolehkan menguasai lebih dari 75% pasar. Dilihat dari peraturan perundang-undangan maka di dapat perkiraan kapasitas pabrik yang akan di didirikan pada tahun 2021 sekitar **40.064,3 ton** dengan pembulatan sehingga diambil kapasitas sebesar **40.000 ton/tahun** dengan pertimbangan dengan kapasitas tersebut diharapkan :

Dapat memenuhi kebutuhan *Sodium nitrate* dalam negeri dan negara-negara tetangga

1. Dapat memberikan keuntungan karena kapasitas rancangan berada pada kapasitas terkecil pabrik yang ada di dunia
2. Dapat memicu berdirinya industri – industri lainnya yang menggunakan *Sodium nitrate*
3. Dengan berdirinya pabrik ini maka diharapkan dapat mengurangi jumlah pengangguran yang ada di Indonesia.

1.5 Tempat dan Lokasi Pabrik

Letak geografis suatu pabrik memiliki pengaruh sangat besar terhadap keberhasilan perusahaan. Beberapa faktor dapat menjadi acuan dalam menentukan lokasi pabrik antara lain, penyediaan bahan baku, pemasaran produk, transportasi

dan tenaga kerja. Berdasarkan tinjauan tersebut maka lokasi pabrik *Sodium nitrate* ini dipilih di Cilegon, Banten dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. *Nitric acid* sebagai bahan baku diperoleh dari PT Multi Nitrotama Kimia, Cikampek dan *Sodium hydroxide* diperoleh dari PT. Asahimas Subentra Chemical, Cilegon. Sehingga jarak lokasi pabrik dan sumber bahan baku cukup dekat.
2. Cilegon merupakan kawasan industri yang berarti memperpendek jarak antara pabrik yang memproduksi dengan pabrik yang membutuhkan *Sodium nitrate*.
3. Kawasan industri Cilegon dekat dengan pelabuhan laut Merak dan telah ada sarana transportasi jalan raya, sehingga mempermudah sistem pengiriman bahan baku dan produk.
4. Penyediaan air dapat diperoleh dari PT. Krakatau Tirta Industri dan tenaga listrik diperoleh dari PLN serta generator pabrik.
5. Kondisi iklim setempat serta sikap masyarakat yang sudah terbiasa dengan kawasan industri sangat mendukung bagi kawasan industri.



(Gambar 1.3. Rencana Lokasi Pabrik *Sodium nitrate*,)
Google Maps - ©2016 Google

BAB II

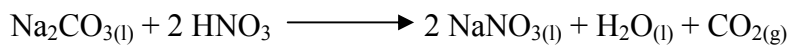
DESKRIPSI PROSES

2.1. Jenis-Jenis Sintesis Sodium Nitrat (NaNO_3)

Sodium nitrate sintesis diproduksi dengan netralisasi asam nitrat dengan *Sodium hydroxide*. Macam-macam proses sintesis antara lain:

- a. Mereaksikan Na_2CO_3 dengan HNO_3

Reaksi:



Proses ini berlangsung pada suhu 350°C pada tekanan vakum di dalam reaktor *fluidized bed*. Reaksi ini akan menghasilkan produk NaNO_3 dengan konversi 90% terhadap HNO_3 (Leornand dan Terre, 1950).

- b. Mereaksikan NaCl dengan HNO_3

Reaksi:



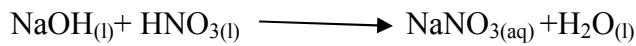
(Kirk Othmer)

Proses ini berlangsung pada suhu 25°C pada tekanan 1 atm (Kobe, 1957), dalam reaktor CSTR. Besarnya konversi yang dicapai adalah 25-40% terhadap NaCl (Kubelka, 1934).

- c. Mereaksikan *Sodium hydroxide* (NaOH) dengan konsentrasi 40% dan asam nitrat (HNO_3) dengan konsentrasi 53%.

Proses ini berlangsung pada suhu 60°C pada tekanan 1 atm, dalam reaktor CSTR. Besarnya konversi yang dicapai adalah 100% terhadap asam nitrat (HNO_3) (Shreve, 1956).

Reaksi:



(Kirk Othmer, vol 22 4th edition)

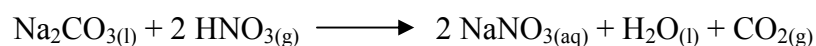
2.2. Pemilihan Proses Sintesis

a. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika bertujuan untuk mengetahui apakah reaksi bersifat endotermis atau eksotermis. Penentuan panas reaksi yang berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH°_f) pada $P = 1$ atm dan $T = 298$ K.

- Mereaksikan Na_2CO_3 dengan HNO_3

Reaksi yang terjadi adalah:



Nilai ΔH°_f masing-masing komponen pada suhu 298K dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai ΔH°_f masing-masing komponen

Komponen	ΔH°_f (J/mol)	ΔG°_{f298} (J/mol)
Asam nitrat / $\text{HNO}_{3(l)}$	173,218	-80,710
<i>Sodium nitrate</i> / $\text{NaNO}_{3(s)}$	-446,683	-365,891
Air / $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	-285,830	-237,129
$\text{CO}_{2(g)}$	-393,51	-394,359
<i>Sodium carbonat</i> / Na_2CO_3	-1130,70	-1044,440

Sumber : *Smith's*, 2001 dan Othmer,

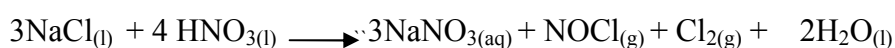
$$\begin{aligned}
 \Delta H^\circ_{r298} \text{ K} &= \Delta H^\circ_f \text{ produk} - \Delta H^\circ_f \text{ reaktan} \\
 &= [2(\Delta H^\circ_f \text{NaNO}_3) + (\Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O}) + (\text{CO}_2)] - [(2 \times \Delta H^\circ_f \text{Na}_2\text{CO}_3) + (2 \times \Delta H^\circ_f \\
 &\quad \text{HNO}_3)] \\
 &= [2(-446,683) + (-241,8) + (-393,51)] - [(-1130,70) + (2 \times 173,218)] \\
 &= (-1528,86) - (784,264) \\
 &= -744,412 \text{ J/mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta G^\circ_{298} &= \Delta G^\circ_{\text{produk}} - \Delta G^\circ_{\text{reaktan}} \\
 \Delta G^\circ_{298} \text{ K} &= \Delta G^\circ_f \text{ produk} - \Delta G^\circ_f \text{ reaktan} \\
 &= [2(\Delta G^\circ_f \text{NaNO}_3) + (\Delta G^\circ_f \text{H}_2\text{O}) + (\text{CO}_2)] - [(2 \times \Delta G^\circ_f \text{Na}_2\text{CO}_3) + (2 \times \Delta G^\circ_f \\
 &\quad \text{HNO}_3)] \\
 &= [2(-365,891) + (-237,129) + (-394,359)] - [(-1044,44) + (2 \times -80,710)] \\
 &= (-1363,27) - (-1205,86) \\
 &= -157,41 \text{ J/mol}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan nilai ΔH_r^0 diperoleh nilai sebesar -744,412 J/mol. Karena ΔH_r^0 bernilai negatif, maka reaksi bersifat eksotermis. Kemudian berdasarkan nilai ΔG^0 yang telah didapatkan sebesar -157,41 J/mol menunjukkan bahwa reaksi pembentukan *Sodium nitrate* dari *Sodium carbonate* dan asam nitrat dapat berlangsung tanpa membutuhkan energi yang besar, karena diinginkan nilai $\Delta G^0 < 0$ agar tidak membutuhkan energi berupa panas yang terlalu besar (konsumsi energi kecil).

- Mereaksikan NaCl dengan HNO_3

Persamaan reaksi tersebut adalah sebagai berikut:



Tabel 2.2. Harga ΔH_f° dan ΔG_f°

Komponen	ΔH_f° , J/mol	ΔG_f° , J/mol
NaCl	-410,994	-384,049
HNO_3	173,218	-79,914
NaNO_3	-446,683	-365,891
NOCl	51,7142	66,0654
Cl_2	0	0
H_2O	-241,8	-228,589

- Panas reaksi standar (ΔH_r°)

$$\Delta H_r^\circ \text{ 298 K} = \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_r^\circ &= [3(\Delta H_f^\circ \text{NaNO}_3) + (\Delta H_f^\circ \text{NOCl}) + (\text{Cl}_2) + 2(\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O})] - \\ &\quad [3(\Delta H_f^\circ \text{NaCl}) + (4 \times \Delta H_f^\circ \text{HNO}_3)] \\ \Delta H_r^\circ &= [3(-466,683) + (\Delta H_f^\circ 51,714) + (0) + 2(-241,8)] - [3(-410,994) + (4 \times \\ &\quad 173,218)] \\ \Delta H_r^\circ &= 93,919 \text{ J/mol}\end{aligned}$$

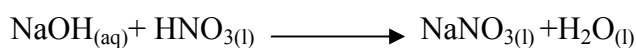
ΔH_r° bernilai positif yang artinya reaksi ini bersifat endotermis.

$$\begin{aligned}\Delta G_{298}^0 &= \Delta G_{\text{produk}}^0 - \Delta G_{\text{reaktan}}^0 \\ \Delta H G^\circ &= [3(\Delta G_f^\circ \text{NaNO}_3) + (\Delta G_f^\circ \text{NOCl}) + (\text{Cl}_2) + 2(\Delta G_f^\circ \text{H}_2\text{O})] - \\ &\quad [3(\Delta G_f^\circ \text{NaCl}) + (4 \times \Delta G_f^\circ \text{HNO}_3)] \\ &= 3(-365,891) + (66,0654) + (0) + 2(-228,589) - [3(-384,049) + (4 \times -79,914)] \\ &= 153,9192 \text{ J/mol}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan nilai ΔH_r^0 diperoleh nilai sebesar 93,919 J/mol. Karena ΔH_r^0 bernilai positif, maka reaksi bersifat endotermis. Kemudian berdasarkan nilai ΔG^0 yang telah didapatkan sebesar 897,3734 J/mol menunjukkan bahwa reaksi pembentukan *Sodium nitrat* dari *Sodium chloride* dan asam nitrat berlangsung membutuhkan energi yang besar, karena nilai $\Delta G^0 > 0$ membutuhkan energi berupa panas yang terlalu besar (konsumsi energi besar).

- Mereaksikan (NaOH) dan (HNO₃)

Reaksi:



Tabel 2.3. Harga ΔH_f° dan ΔG_f°

Komponen	ΔH_f° , J/mol	ΔG_f° , J/mol
NaOH	-425,609	-379,494
HNO ₃	-174,100	-79,914
NaNO ₃	-446,683	-365,891
H ₂ O	-241,8	-237,589

- Panas reaksi standar (ΔH_r°)

$$\Delta H_{r298}^\circ K = \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$\Delta H_r^\circ = [(-241,8) + (-446,683)] - [(-425,609) + (-174,100)]$$

$$\Delta H_r^\circ = [(-688,483)] - [(-599,609)]$$

$$= -88,874 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G_{298}^\circ = \Delta G^\circ \text{ produk} - \Delta G^\circ \text{ reaktan}$$

$$\Delta H_r^\circ = [(-365,891) + (-237,589)] - [(-379,494) + (-79,914)]$$

$$= (-603,48) - (-459,408)$$

$$= -144,072 \text{ J/mol}$$

Berdasarkan perhitungan nilai ΔH_r° diperoleh nilai sebesar -88,874 J/mol. Karena ΔH_r° bernilai negatif, maka reaksi bersifat eksotermis. Kemudian berdasarkan nilai ΔG° yang telah didapatkan sebesar -144,072 J/mol menunjukkan bahwa

reaksi pembentukan *Sodium nitrate* dari *Caustic soda* dan asam nitrat dapat berlangsung tanpa membutuhkan energi yang besar, karena diinginkan nilai $\Delta G^0 < 0$ agar tidak membutuhkan energi berupa panas yang terlalu besar (konsumsi energi kecil).

2.3. Perhitungan Ekonomi Kasar Berdasarkan Bahan Baku

Perhitungan ekonomi kasar berdasarkan harga bahan baku :

a. *Sodium nitrate* dari Na_2CO_3 dengan HNO_3

Harga bahan baku :

Tabel 2.4. Data Bahan Baku dan Produk Pada Proses Sintesis dari Na_2CO_3 dan HNO_3

Material	Rumus Molekul	Berat Molekul (Kg/Kmol)	Harga (Rupiah/kg)
<i>Sodium carbonate</i>	Na_2CO_3	105,99	6.000
<i>Nitric acid</i>	HNO_3	63,012	1.300
<i>Sodium nitrate</i>	NaNO_3	84,99	13.055

Sumber: Alibaba.com

Konversi reaksi pembentukan *Sodium nitrate* (NaNO_3) dari Na_2CO_3 dan HNO_3 adalah sebesar 90% terhadap NaNO_3 . Waktu operasinya adalah 24 jam dan 330 hari dalam satu tahun.

Kapasitas produksi *Sodium nitrate* (NaNO_3) = 40.000 ton/tahun

$$= 5050,5050 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Mol Sodium Nitrat } (\text{NaNO}_3) = 5050,5050 / 84,99 \text{ kg/mol}$$

$$= 59,42 \text{ kmol/jam}$$



$$M = \quad 30,63 \quad 61,26$$

$$B = \quad 29,71 \quad 59,42 \quad 59,42 \quad 29,71 \quad 29,71$$

$$S = \quad 0,91 \quad 1,83 \quad 59,42 \quad 29,71 \quad 29,71$$

● *Sodium Carbonate* (Na_2CO_3)

Berat molekul relatif $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 105,99 \text{ kg/kmol}$

$$\text{Mol Na}_2\text{CO}_3 \text{ awal} = 30,63 \text{ Kmol/jam}$$

$$\text{Massa Na}_2\text{CO}_3 = \text{mol Na}_2\text{CO}_3 \times \text{BM Na}_2\text{CO}_3$$

$$= 30,63 \text{ kmol/jam} \times 105,99 \text{ kg/kmol}$$

$$= 3.246,61 \text{ kg/jam}$$

$$= 25.713.152 \text{ kg/tahun}$$

$$\text{Harga Na}_2\text{CO}_3 = \text{massa Na}_2\text{CO}_3 \times \text{harga Na}_2\text{CO}_3$$

$$= 25.713.152 \text{ kg/tahun} \times \text{Rp.3.990kg}$$

$$= \text{Rp.102.595.000.000/tahun}$$

● *Nitric acid* (HNO_3)

$$\text{Berat molekul relatif HNO}_3 = 63,012 \text{ kg/kmol}$$

$$\text{Mol HNO}_3 \text{ awal} = 61,26 \text{ kmol/jam}$$

$$\text{Massa HNO}_3 = \text{mol HNO}_3 \times \text{BM HNO}_3$$

$$= 61,26 \text{ kmol/jam} \times 63,012 \text{ kg/kmol}$$

$$= 3.860,27 \text{ kg/jam}$$

$$= 30.573,396,44 \text{ kg/tahun}$$

Harga HNO_3

$$= \text{massa } \text{HNO}_3 \times \text{harga } \text{HNO}_3$$

$$= 30.573,396,44 \text{ kg/tahun} \times \text{Rp.1.300 /kg}$$

$$= \text{Rp.39.745.415.376/tahun}$$

Harga bahan baku

$$= \text{Harga } \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Harga } \text{HNO}_3$$

$$= 102.595.000.000 + 39.745.415.376$$

$$= \text{Rp.142.340.000.000/tahun}$$

• *Sodium nitrate* (NaNO_3)

Berat molekul relatif NaNO_3

$$= 84,99 \text{ kg/kmol}$$

Massa NaNO_3

$$= 40.000.000 \text{ kg/tahun}$$

Harga NaNO_3

$$= \text{massa } \text{NaNO}_3 \times \text{harga } \text{NaNO}_3$$

$$= 40.000.000 \text{ kg/tahun} \times \text{Rp. 13.055/kg}$$

$$= \text{Rp}522.200.000.000/\text{tahun}$$

Harga Produk

$$= \text{Rp.522.200.000.000/tahun}$$

EP/Profit

$$= \text{harga jual produk} - \text{harga bahan baku}$$

$$= \text{Rp.522.200.000.000/tahun} - \text{Rp.123.673.144.057/tahun}$$

$$= \text{Rp. } 398.530.000.000/\text{tahun}$$

b. Sodium Nitrat dari NaCl dengan HNO₃

Tabel 2.5. Data Bahan Baku dan Produk Pada Proses Sintesis dari NaCl dan HNO₃

Material	Rumus Molekul	Berat Molekul (Kg/Kmol)	Harga (Rupiah/kg)
<i>Sodium clorida</i>	NaCl	58,44	5.874
<i>Nitric acid</i>	HNO ₃	63,012	1.300
<i>Sodium nitrate</i>	NaNO ₃	84,99	13.055

Sumber: Alibaba.com

Konversi reaksi pembentukan *Sodium nitrate* (NaNO₃) dari NaCl dan HNO₃ adalah sebesar 40% terhadap HNO₃. Waktu operasinya adalah 24 jam dan 330 hari dalam satu tahun.

Kapasitas produksi *Sodium nitrate* (NaNO₃) = 40.000 ton/tahun

$$= 5050,5050 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Mol } \textit{Sodium nitrate} (\text{NaNO}_3) = 5050,505 / 84,99 \text{ kg/mol}$$

$$= 59,42 \text{ kmol/jam}$$



$$M = 132,05 \quad 176,07$$

$$B = 59,42 \quad 79,23 \quad 59,42 \quad 19,80 \quad 19,80 \quad 19,80$$

$$S = 72,63 \quad 96,84 \quad 59,42 \quad 19,80 \quad 19,80 \quad 19,80$$

● *Sodium Chloride* (NaCl)

$$\text{Berat molekul relatif NaCl} = 58,44 \text{ kg/kmol}$$

$$\text{Mol NaCl awal} = 132,05 \text{ kmol/jam}$$

$$\text{Massa NaCl} = \text{mol NaCl} \times \text{BM NaCl}$$

$$= 132,05 \text{ kmol/jam} \times 58,44 \text{ kg/kmol}$$

$$= 61.120.915,58 \text{ kg/tahun}$$

$$\text{Harga NaCl} = \text{massa NaCl} \times \text{harga NaCl}$$

$$= 61.120.915,58 \text{ kg/tahun} \times \text{Rp. } 5.874 \text{ /kg}$$

$$= \text{Rp. } 359.024.000.000 \text{ /tahun}$$

• *Nitric acid* (HNO_3)

$$\text{Berat molekul relatif HNO}_3 = 63,012 \text{ kg/kmol}$$

$$\text{Mol HNO}_3 \text{ awal} = 176,07 \text{ kmol/jam}$$

$$\text{Massa HNO}_3 = \text{mol HNO}_3 \times \text{BM HNO}_3$$

$$= 63,012 \text{ kg/kmol} \times 176,07 \text{ kmol/jam}$$

$$= 11.094,72 \text{ kg/jam}$$

$$= 87.870.206,07 \text{ kg/tahun}$$

$$\text{Harga HNO}_3 = \text{massa HNO}_3 \times \text{harga HNO}_3$$

$$= 87.870.206,07 \text{ kg/tahun} \times \text{Rp. } 1.300 \text{ /kg}$$

$$= \text{Rp. } 114.231.000.000 \text{ /tahun}$$

$$\text{Harga bahan baku} = \text{Harga NaCl} + \text{Harga HNO}_3$$

$$= 359.024.000.000 + 114.231.000.000$$

$$= \text{Rp.}473.256.000.000\text{tahun}$$

● *Sodium nitrate* (NaNO_3)

$$\text{Berat molekul relatif } \text{NaNO}_3 = 84,99 \text{ kg/kmol}$$

$$\text{Massa } \text{NaNO}_3 = 40.000.000\text{kg/jam}$$

$$\text{Harga } \text{NaNO}_3 = \text{massa } \text{NaNO}_3 \times \text{harga } \text{NaNO}_3$$

$$= 40.000.000\text{kg/tahun} \times \text{Rp. } 13.055/\text{kg}$$

$$= \text{Rp}522.200.000.000/\text{tahun}$$

$$\text{Harga Produk} = \text{Rp. } 522.200.000.000/\text{tahun}$$

$$\text{EP/Profit} = \text{harga jual produk} - \text{harga bahan baku}$$

$$= \text{Rp.}522.200.000.000/\text{tahun} - \text{Rp.}473.256.000.000$$

$$= \text{Rp. } 48.944.468.795/\text{tahun}$$

c. **Sodium Nitrat dari NaOH dengan HNO_3**

Tabel 2.6. Data Bahan Baku dan Produk

Material	Rumus Molekul	Berat Molekul (Kg/Kmol)	Harga (Rupiah/kg)
<i>Sodium hydroxide</i>	NaOH	58,44	5.874
<i>Nitric acid</i>	HNO_3	63,012	1.300
<i>Sodium nitrate</i>	NaNO_3	84,99	13.055

Sumber: Alibaba.com

Konversi reaksi pembentukan *Sodium nitrate* (NaNO_3) dari NaOH dan HNO_3 adalah sebesar 100% terhadap NaNO_3 . Waktu operasinya adalah 24 jam dan 330 hari dalam satu tahun.

Kapasitas produksi *Sodium nitrate* (NaNO_3) = 40.000 ton/tahun

$$= 5050,505 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Mol Sodium Nitrat (Na}_2\text{NO}_3) = 5050,505 / 84,99 \text{ kg/mol}$$

$$= 59,42 \text{ kmol/jam}$$



$$M = \begin{array}{cc} 59,42 & 59,42 \end{array}$$

$$B = \begin{array}{cccc} 59,42 & 59,42 & 59,42 & 59,42 \end{array}$$

$$S = \begin{array}{cccc} 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \end{array}$$

● *Sodium Hidrokside* (NaOH)

$$\text{Berat molekul relatif NaOH} = 40,00 \text{ kg/kmol}$$

$$\text{Mol NaOH awal} = 59,42 \text{ kmol/jam}$$

$$\text{Massa NaOH} = \text{mol NaOH} \times \text{BM NaOH}$$

$$= 59,42 \text{ kmol/jam} \times 40,00 \text{ g/kmol}$$

$$= 2.376,98 \text{ kg/jam}$$

$$= 18.825.744 \text{ kg/tahun}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Harga NaOH} &= \text{massa NaOH} \times \text{harga NaOH} \\
 &= 18.825.744 \text{ kg/tahun} \times \text{Rp.5.874/kg} \\
 &= \text{Rp. 110.582.000.000/tahun}
 \end{aligned}$$

• *Nitric Acid* (HNO_3)

$$\text{Berat molekul relatif } \text{HNO}_3 = 63,012 \text{ kg/kmol}$$

$$\text{Mol } \text{HNO}_3 \text{ awal} = 59,42 \text{ kmol/jam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa } \text{HNO}_3 &= \text{mol } \text{HNO}_3 \times \text{BM } \text{HNO}_3 \\
 &= 59,42 \text{ kmol/jam} \times 63,012 \text{ kg/kmol} \\
 &= 3.774,46 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$= 29.656.195 \text{ kg/tahun}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Harga } \text{HNO}_3 &= \text{massa } \text{HNO}_3 \times \text{harga } \text{HNO}_3 \\
 &= 29.656.195 \text{ kg/tahun} \times \text{Rp.1300 /kg} \\
 &= \text{Rp.38.553.052.915/tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Harga bahan baku} &= \text{Harga NaOH} + \text{Harga } \text{HNO}_3 \\
 &= 110.582.000.000 + 38.553.052.915 \\
 &= \text{Rp. 149.135.000.000/tahun}
 \end{aligned}$$

• *Sodium nitrate* (NaNO_3)

$$\text{Berat molekul relatif } \text{NaNO}_3 = 84,99 \text{ kg/kmol}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mol NaNO}_3 &= 59,42 \text{ kmol/jam} \\
 \text{Massa NaNO}_3 &= 40.000.000 \text{ kg/tahun} \\
 \text{Harga NaNO}_3 &= \text{massa NaNO}_3 \times \text{harga NaNO}_3 \\
 &= 40.000.000 \text{ kg/tahun} \times \text{Rp. } 13.055/\text{kg} \\
 &= \text{Rp. } 522.200.000.000/\text{tahun} \\
 \text{Harga Produk} &= \text{Rp. } 522.200.000.000 / \text{tahun} \\
 \text{EP/Profit} &= \text{harga jual produk} - \text{harga bahan baku} \\
 &= \text{Rp} 522.200.000.000./\text{tahun} - \text{Rp. } 149.135.000.000/\text{tahun} \\
 &= \text{Rp. } 373.000.000.000/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

2.4. Pemilihan Proses

Dari ketiga proses yang telah diuraikan di atas maka dapat dilihat perbandingannya pada Tabel 2.7 di untuk mengetahui, proses mana yang akan digunakan untuk proses produksi sodium nitrat.

Tabel 2.7. Perbandingan Proses Sintesis dengan bahan baku Na_2CO_3 , NaCl , NaOH

Jenis Proses	Bahan Baku		
	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HNO}_3$	$\text{NaCl} + \text{HNO}_3$	$\text{NaOH} + \text{HNO}_3$
Kondisi Operasi	T : 350°C P : vakum	T : 25°C P : 1 atm	T: 60°C P : 1 atm
Konversi	97%	40%	100%
Rasio Reaktan	3:1	1,3:1	1:1
Sumber bahan baku	lokal	Lokal	Lokal
Alat – alat proses	FBR (<i>Fluidized Bed Reactor</i>), <i>Evaporator</i> , <i>Decanter</i> , <i>Solidification</i> , <i>Separator</i> , <i>Centrifuge/Filter</i>	CSTR (<i>Continuous Stirred Tank Reactor</i>), <i>Evaporator</i> , <i>Decanter</i> , <i>Centrifuge</i>	CSTR (<i>Continuous Stirred Tank Reactor</i>), <i>Crystalizer</i> , <i>Centrifuge</i> , <i>Rotary dryer</i>
Referensi	US Patent 2,535,990 (Leornand dan Terre dkk, 1950).	US Patent 2,086,084 (Paul Kubelka dkk, 1937).	The Chemical Process Industries (Shreve, 1956), Kirk Othmer vol.22. 4 th edition
Profit (Rp./tahun)	371.279.317.794	351.394.925.944	369.209.000.000

Berdasarkan Tabel 2.7. dengan perbandingan ketiga proses diatas, maka pada prarancangan pabrik *Sodium Nitrate* ini dipilih proses sintesis dengan bahan baku *Sodium hyroxide* (NaOH) dan asam nitrat (HNO_3). Alasan yang mendasari selain karena konversi yang besar juga karena temperatur operasi yang tidak terlalu tinggi.

2.5. Uraian Proses

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku dari masing-masing tangki pengenceran dipompa menuju reaktor dengan perbandingan antara sodium hidroksida dengan asam nitrat sebesar 1:1. Penyimpanan bahan baku dilakukan dalam kondisi 30°C serta tekanan 1 atm.

2. Proses Pembentukan Produk

Reaktor yang digunakan adalah reaktor CSTR. Suhu operasi pada reaktor dipertahankan pada suhu 60°C. Untuk menjaga suhu reaksi dilakukan pendinginan dengan menggunakan koil pendingin. Produk yang keluar juga pada suhu yang sama yaitu 60°C dengan tekanan 1 atm dan dialirkan melalui pompa (P-05) menuju evaporator.

3. Proses Pemurnian dan Pemisahan Produk

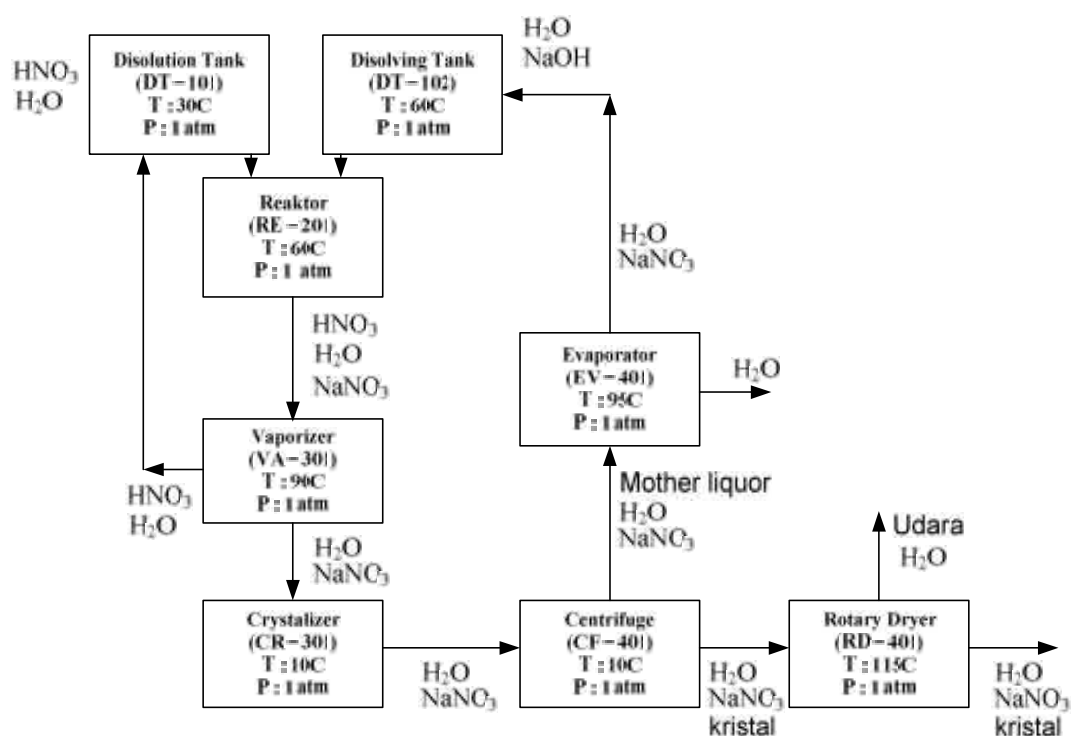
Hasil dari Evaporator kemudian dipompa ke *Crystalizer* (CR-301) berpendingin *chiller water* untuk dikristalkan. Selanjutnya *slurry* yang keluar dari *Crystalizer* (CR-301) diumpankan ke *Centrifuge* (CF-301) untuk memisahkan antara kristal produk dengan cairannya (*mother liquor*). *Mother liquor* hasil keluaran *Centrifuge* (CF-301) direcycle ke *Evaporator* (EV-301) untuk ikut serta direcycle kembali di *Crystalizer* (CR-301), sehingga mampu mengurangi jumlah bahan baku yang dibutuhkan.

4. Proses Pembentukan Produk Akhir

Hasil padatan yang keluar dari *Centrifuge* (CF-301) dibawa dengan *Screw Conveyor* (SC-401) untuk menghilangkan kandungan airnya di dalam *Rotary Dryer* (RD-301). Untuk mengurangi kandungan air digunakan pemanas yang berupa udara panas yang berasal dari udara sekeliling dialirkan dengan *Blower* (BL-501) dan dipanaskan dalam pemanas.

Hasil padatan yang keluar dari *Rotary Dryer* (RD-301) kemudian diangkut dengan *Belt Conveyor* (BC-401) kemudian ditampung di *Solid Storage* (SS-401). Selanjutnya produk tersebut dimasukan ke unit *packing* dan kemudian dipasarkan.

2.6. Blok Diagram Alir Proses



Gambar 2.1 Diagram Alir Proses

2.7 Kinetika Reaksi Netralisasi *Sodium Nitrate*

Produksi *Sodium nitrate* dari proses sintesis reaksi antara *Sodium hidroksida* dengan asam nitrat dilakukan dalam reaktor *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) pada suhu 60°C dan tekanan atmosfer. Kondisi operasi pada reaktor berlangsung secara isothermal. Reaksi pembentukan *Sodium nitrate* dari *Sodium hydroxide* dan asam nitrat merupakan reaksi netralisasi. Sehingga harga konstanta kecepatan reaksi dapat diprediksi dengan rumus:

$$k = \frac{\Theta T e^{\Delta G/RT}}{h} \text{ (Persamaan Eyring: Kimia Fisika, 2015)}$$

di mana:

$$\Theta = \text{konstanta Boltzman, } 0,33087 \cdot 10^{-23} \text{ cal/K (mol)}$$

$$h = \text{konstanta Planck, } 1,58427 \cdot 10^{-34} \text{ cal.s. /mol}$$

$$\Delta G = -23.127$$

$$R = 1,987 \text{ cal/mol.K}$$

$$T = 333\text{K}$$

$$\begin{aligned} k &= \frac{0,33087 \cdot 10^{-23} \text{ cal/K(mol)} \times 333\text{K}}{1,58427 \cdot 10^{-34} \text{ cal.s /mol}} e^{-23127/(1,987 \cdot 333,15)} \\ &= 2,09084 \cdot 10^{10} \cdot 333,15 \cdot 6,6123926 \cdot 10^{-16} \\ &= 0,004604/\text{s} \end{aligned}$$

BAB III

SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan *Sodium nitrate* dirancang berdasarkan variabel utama yaitu; spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, dan pengendalian kualitas.

3.1. Spesifikasi Produk

Sodium nitrate

Rumus molekul : NaNO_3

Bentuk, 30°C, 1 atm : kristal bening

Bau : tidak berbau

Berat Molekul (BM) : 84,99 g/gmol

Kemurnian : 99,99 %

Titik leleh : 308°C

Titik didih : 380°C

Viscositas (μ) : 6,9 Cp

Kapasitas panas (Cp) :

$\text{NaNO}_{3(l)}$: $0,05 + 6,82 \cdot 10^{-4}T$ Kcal/kg°K

$\text{NaNO}_{3(g)}$: $0,06 + 7,18 \cdot 10^{-5}T$ Kcal/kg°K

Densitas (ρ) : 2,26 kg/liter

Kelarutan : 73 gr/100 gr air pada 0°C

180 gr/100 gr air pada 100°C

3.2. Spesifikasi Bahan Baku

1) *Sodium hydroxide*

Rumus molekul	: NaOH
Bentuk, 30°C, 1 atm	: Cair
Berat Molekul (BM)	: 39,99 g/gmol
Komposisi :	
NaOH	: 98 %
H ₂ O	: 2 %
Titik cair	: 30°C
Titik didih	: 1390°C
Viscositas (μ)	: 12,17 Cp
Kapasitas panas (Cp)	: 0,525 Kcal/kg°K
Densitas (ρ)	: 1,51 kg/liter
Kelarutan	: 313 gr/100 gr air pada 90°C
	180 gr/100 gr air pada 100°C

2) **Asam Nitrat**

Rumus molekul	: HNO ₃
Bentuk, 30°C, 1 atm	: Cair
Berat Molekul (BM)	: 63,0125g/gmol
Komposisi :	
HNO ₃	: 70 %
Air	: 30 %
Titik cair	: -42°C
Titik didih	: 86°C

Viscositas (μ) : 1,25 Cp

Kapasitas panas (Cp) : 0,417 Kcal/kg^oK

Densitas (ρ) : 1,5 kg/liter

3.2. Pengendalian Kualitas

3.2.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang diperoleh. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Evaluasi yang digunakan standar yang hampir sam dengan standar Amerika yaitu ASTM 1972. Adapun parameter yang akan diukur adalah:

- 1) Kemurnian dari bahan baku asam nitrat dan *sodium hydroxide*
- 2) Kandungan di dalam asam nitrat dan *sodium hydroxide*
- 3) Kadar air
- 4) Kadar zat pengotor

3.2.2. Pengendalian Kualitas Produk

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut:

- 1) Pengendalian kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor/analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

2) Pengendalian kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3) Pengendalian waktu

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

X. SIMPULAN DAN SARAN

10.1. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik *Sodium Nitrate* dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 41,15% dan sesudah pajak sebesar 35,92%.
2. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak 2,52 tahun.
3. *Break Even Point* (BEP) sebesar 35,92% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 20,80%, yakni batasan kapasitas produksi sehingga pabrik harus berhenti berproduksi karena merugi.
4. *Interest Rate of Return* (IRR) sebesar 28,75%, lebih besar dari suku bunga bank saat ini, sehingga investor akan lebih memilih untuk menanamkan modalnya ke pabrik ini daripada ke bank.

10.2. Saran

Berdasarkan pertimbangan hasil analisis ekonomi di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Prarancangan Pabrik *Sodium Nitrate* dengan kapasitas 40.000 ton/tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut dari segi proses maupun ekonominya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agra, S. W., 1985. *Ringkasan Reaktor Kimia*. Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta
- Alibaba Group, 2016. *Product Price*. <http://www.alibaba.com>. Diakses pada 15 Desember 2016
- American Society for Testing and Material, 1972. *Annual Book of ASTM Standards Test Method for Raw Material*. ASTM : USA
- Anonim, 2016. Peta Provinsi Banten. <https://www.google.co.id/maps>, 2016. Diakses pada 10 Oktober 2016.
- Banchero, Julius T., and Walter L. Badger. 1988. *Introduction to Chemical Engineering*. McGraw Hill : New York
- Bank Indonesia, 2017. *Nilai Kurs*. www.bi.go.id. Diakses pada 17 Juli 2017
- Badan Pusat Statistik, 2016, *Statistic Indonesia*, www.bps.go.id, Indonesia. Diakses 10 Desember 2016.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design 3^{ed}*, John Wiley & Sons, New York.
- Cepci, 2017. *Index*. www.chemengonline.com. Diakses pada 17 Juli 2017
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering vol 6*, Pergamon Press Inc, New York.

Coulson, J.M., and Richardson, J.F. 1988. *An Introduction to Chemical Engineering*. Allyn and Bacon Inc. Massachusetts

Coulson, J.M., and Richardson, J.F. 2005. *Chemical Engineering 4th edition*. Butterworth-Heinemann : Washington

Fatimah, Is, 2015. *Kimia Fisika*. Ed.1. Deepublish : Yogyakarta

Fogler, H. Scott. 1999. *Elements of Chemical Reaction Engineering 4th edition*. Prentice Hall International Inc. : United States of America.

Geankoplis, C. J.1983. *Transport Processes and Unit Operations, Ed. 2nd*. Allyn and Bacon, Inc : London

Geankoplis.Christie.J., 1993, *Transport Processes and unit Operation 3th ed*, Allyn & Bacon Inc, New Jersey.

Hesse, Herman C, 1959. *Process Equipment Design, 7th edition*. D Van Nostrand : New York

Himmeblau, David., 1996. *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering*. Prentice Hall Inc, New Jersey

Joshi, M. V., 1981. *Process Equipment Design*. MC Graw Hill : Indian ltd

Kementrian Perindustrian RI, 2016. Direktorat Jendral Basis Industri. www.kemenperin.go.id, Indonesia

Kern, D.1950. *Process Heat Transfer*. Mc Graw Hill International Book Company: London

Kern, Donald Q. 1983. *Process Heat Transfer*. Mcgraw-Hill Co.: New York.

Kirk, R.E and Othmer, D.F., 2006, "Encyclopedia of Chemical Technology", 4th ed., vol. 17., John Wiley and Sons Inc., New York.

Kobe. 1957. *Inorganic Process Industry*. The Macmillan Company : New York

Kubelka, P. 1934. *Patent No. 1978751*. U.S. Patent

Leornand, A.S., dan Terre, H. 1950. *Patent No. 2535990*. U.S. Patent

Ludwig, E.E., 2001. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, Gulf Publishing, Co., Houston

Megyesy.E.F., 1983, *Pressure Vessel Handbook*, Pressure Vessel Handbook Publishing Inc, USA.

Moss, D.2004.*Pressure Vessel Design Manual, Ed. 3th*.Elvesier : Boston

Othmer, D.F. dan Kirk, R.E. 1997. *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*. Vol 22. John Wiley and Sons Inc. New York

Perry, Robert H., and Don W. Green. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th edition*. McGraw Hill : New York.

Peter.M.S. and Timmerhause.K.D., 1991, *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 3^{ed}*, McGraw-Hill Book Company, New York.

Rase.1977. *Chemical Reactor Design for Process Plant, Vol. 1st, Principles and Techniques*.John Wiley and Sons : New York

R.K.Sinnot, 2003. *An Introduction to Chemical Engineering Design*, Pergamon Press

Shreve, R.H, 1956. *The Chemical Process Industries*, 5 th edition. MC Graw Hill Book Company, LTD, Tokyo

Smith, J.M., H.C. Van Ness, and M.M. Abbott. 2001. *Chemical Engineering Thermodynamics 6th edition*. McGraw Hill : New York.

Smith, R.2005.*Chemical Process Design and Integration*.John Wiley and Sons : New York

Stocchi, E., 1990. *Industrial Chemistry Vol.1*, Ellis Horwood : England

Timmerhaus, Klaus D., Max S. Peters, and Ronald E. West. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 5th edition*. McGraw-Hill : New York.

Ulmann's, 2004. *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, vol.A11, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim

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

Undata. *A World of Information*, 2016. www.data.un.org. Diakses pada 10 Oktober 2016

Wallas. S.M., 1988, *Chemical Process Equipment*, Butterworth Publishers, Stoneham USA.

Wallas, Stanley M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Butterworth-Heinemann : Washington.

Yaws, C.L., 1996, *Chemical Properties Handbook*, Mc Graw Hill Book Co., NewYork

www.BKPM.go.id. *Buku Investasi*. Diakses pada 05 Januari 2017, 09.45 WIB

www.BPJS-Kesehatan.go.id. Diakses pada 03 Maret 2017, 11.05 WIB

www.handymath.com. *Solution For Technicians*. Diakses pada 24 Januari 2017,
13.45 WIB

www.watsonmcdaniel.com, 2017. *Catalog Products*. Watson McDaniel
Company. Diakses pada 17 September 2017, 06.45 WIB

www.matches.com. *Harga Alat*. Diakses pada 09 September 2017

www.mhhe.com. *Chemical Data*. Diakses pada September 2017

www.nema.org. *Standar NEMA*. Diakses pada 13 Juli 2017, 12.30 WIB

www.olx.co.id, 2017. *Daftar Harga Tanah di Serang, Banten*. Diakses pada 18
Agustus 2017, 15.27 WIB

www.powderbulk.com, 2017. *Powder and Bulk Engineering*. Diakses pada 05
September 2017, 08.15 WIB

www.thohariawanphd.com/2015/n/aplikasi-kimia-pembuatan-sodium-nitrat.html,
Diakses pada 11 Oktober 2016, 09.49 WIB