

**PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM NITRAT (NaNO_3)
DENGAN PROSES SINTESIS KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**



TUGAS AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan Seminar
Skripsi pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi,
Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh:

**Ilham Rivki Maulana
NIM. 40040121650040**

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM NITRAT (NaNO_3)
DENGAN PROSES SINTESIS KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan
Teknik**

Disusun Oleh:

Ilham Rivki Maulana

NIM. 40040121650040

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 3 Maret 2025

Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng.

NIP. 198002202005011001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Ilham Rivki Maulana
NIM : 40040121650040
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Sodium Nitrat
(Skripsi) : (NaNO₃) Dengan Proses Sintesis Kapasitas
35.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S-Tr Teknologi Rekayasa
Kimia Industri

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Hilmi Rifaa Fadillah didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Semarang, 3 Maret 2025


Ilham Rivki Maulana
NIM. 40040121650040



HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Tugas Akhir

- Bahasa Indonesia : Pra Rancangan Pabrik Sodium Nitrat (NaNO_3) Dengan Proses Sintesis Kapasitas 35.000 Ton/Tahun
- Bahasa Inggris : *Pre-Design of a Sodium Nitrate (NaNO_3) Factory with a Synthesis Process Capacity of 35,000 Tons/Year*

Identitas Penulis :

Nama : Ilham Rivki Maulana

NIM : 40040121650040

Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/ S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Tugas Akhir/Skripsi ini telah di sahkan dan disetujui pada:

Hari : Kamis.....
Tanggal : 27 Maret 2025

Penguji I,

Hermawan Dwi Ariyanto S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. H.7. 199005152021021001

Semarang, 27 Maret 2025

Penguji II,

Teguh Riyanto S.T., M.T
NIP. 199508242024061002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan terselesaikannya skripsi ini, maka tidak lupa penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini, khususnya kepada :

1. Mohammad Endy Yulianto S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Dr. Ir. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan dengan baik hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik
3. Seluruh Dosen, tenaga kependidikan dan staf administrasi Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Ayah, Ibu, Adek Ammar dan seluruh keluarga yang telah memberikan doa serta dukungan moral dan semangat.
5. Hilmi Rifaa Faadhilah, partner dalam penyusunan skripsi yang telah bekerjasama dengan sangat baik hingga dapat terselesaikan dengan baik.
6. Keluarga besar TRKI angkatan 2021 yang telah memberikan semangat, dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Untuk seseorang yang belum bisa penulis tuliskan dengan jelas namanya disini, namun sudah tertulis jelas di *Lauhul Mahfudz* untukku. Terimakasih sudah menjadi salah satu sumber motivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu bentuk penulis untuk memantaskan diri. Meskipun saat ini penulis tidak tahu keberadaanmu entah di bumi bagian mana dan menggenggam tangan siapa. Seperti kata Bj Habibie "kalau memang dia dilahirkan untuk saya, kamu jungkir balik pun saya yang dapat"..

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan bantuan berupa saran dan kritik yang demi kesempurnaan dan penyusunan skripsi ini.

Semarang,3 Maret 2025

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
INTISARI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	2
1.2.1 <i>Supply</i> (Pasokan).....	2
1.2.2 Impor Negara Asia dan Kanada.....	4
1.2.3 <i>Demand</i> (Permintaan).....	6
1.2.4 Ketersediaan Bahan Baku.....	7
1.2.5 Kapasitas Terpasar Pabrik Sodium Nitrat Komersial.....	8
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	9
1.4 Tinjauan Proses.....	11
1.4.1 Macam-Macam Proses Pembuatan.....	11
1.4.2 Kegunaan Produk.....	14
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	16
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	16
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	16
2.1.2 Spesifikasi Produk.....	16
2.2 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk.....	17
2.2.1 Bahan Baku.....	17
2.2.2 Produk.....	18
2.3 Konsep Proses.....	20

2.3.1 Dasar Reaksi.....	20
2.3.2 Mekanisme Reaksi	20
2.3.3 Tinjauan Termodinamika	21
2.3.4 Tinjauan Kinetika Reaksi	23
2.4 Diagram Alir dan Langkah Proses	24
2.4.1 Diagram Alir Proses	24
2.4.2 Langkah-langkah Proses	24
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas	29
2.5.1 Neraca Massa	29
2.5.2 Neraca Panas	34
2.6 Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses	38
2.6.1 Tata Letak Pabrik	38
2.6.2 Tata Letak Peralatan Proses	42
BAB III SPESIFIKASI ALAT	44
3.1 Unit Penyimpanan (Tangki Penyimpanan HNO ₃)	44
3.2 Unit Pemindah (Pompa HNO ₃)	44
3.3 Unit Pemindah (<i>Belt Conveyor</i>)	45
3.4 Unit Penukar Panas (<i>Heater NaCl</i>)	46
3.5 Unit Reaksi (Reaktor CSTR).....	47
3.6 Unit Pemisah (<i>Evaporator</i>)	48
3.7 Unit Pemisah (<i>Cristalizer</i>)	50
3.8 Unit Pemisah (<i>Rotary Dryer</i>)	50
3.9 Unit Pemisah (<i>Vibrating Screen</i>)	51
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES	52
4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	52
4.1.1 Unit Pengadaan Air	52
4.1.2 Unit Pengolahan Air.....	55

4.1.3 Unit Demineralisasi.....	55
4.1.4 Unit Deaerator.....	56
4.1.5 Kebutuhan Air.....	57
4.2 Unit Pengadaan Listrik.....	59
4.3 Unit Pengadaan Steam.....	63
4.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	65
4.5 Unit Penyedia Udara Tekan.....	66
4.6 Laboratorium.....	66
4.6.1 Bagian – Bagian Laboratorium.....	66
4.6.2 Alat – Alat Utama Laboratorium.....	67
4.7 Unit Pengolahan Limbah.....	67
4.8 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Lingkungan Hidup.....	70
4.9 Instrumentasi.....	74
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	75
5.1 Bentuk Perusahaan.....	75
5.2 Struktur Organisasi Perusahaan.....	76
5.3 Tugas dan Wewenang.....	77
5.3.1 Pemegang Saham.....	77
5.3.2 Dewan Komisaris.....	78
5.3.3 Dewan Direksi.....	78
5.3.4 Staf Ahli.....	79
5.3.5 Penelitian dan Pengembangan (Litbang).....	79
5.3.6 Kepala Bagian.....	79
5.3.7 Kepala Seksi.....	82
5.3.8 Kepala Regu.....	82
5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	82
5.4.1 Karyawan <i>Shift</i>	82

5.4.2	Karyawan <i>Non Shift</i>	83
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah	84
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	84
5.6.1	Penggolongan Jabatan	84
5.6.2	Jumlah Karyawan dan Gaji	85
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan	86
5.8	Kesehatan Keselamatan Kerja (K3)	87
5.8.1	Kesehatan Kerja	87
5.8.2	Keselamatan Kerja	88
5.8.3	Program Kesehatan dan Keselamatan Kerja	89
BAB VI <i>TROUBLESHOOTING</i>		94
BAB VII ANALISA EKONOMI.....		97
7.1	Penaksiran Harga Peralatan.....	97
7.2	Dasar Perhitungan	99
7.2.1	Kapasitas Produksi	99
7.2.2	Kebutuhan Bahan Baku dan Produk	99
7.3	Perhitungan Biaya Produksi (<i>Production Cost</i>).....	99
7.3.1	Penaksiran Modal Industri (<i>Total Capital Investment</i>).....	99
7.3.1.1	<i>Fixed Capital Investment (CPI)</i>	99
7.3.1.2	<i>Working Capital Investmen (WCI)</i>	101
7.3.1.3	<i>Plant Start Up</i>	102
7.3.1.4	<i>Interest During Construction (IDC)</i>	102
7.3.2	<i>Manufacturing Cost</i>	102
7.3.2.1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	102
7.3.2.2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	103
7.3.2.3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	103
7.3.3	<i>General Expense</i>	104

7.3.3.1	<i>Administration Cost</i>	104
7.3.3.2	<i>Sales Expense</i>	104
7.3.3.3	<i>Research</i>	104
7.3.3.4	<i>Finance</i>	104
7.4	Analisa Kelayakan.....	105
7.4.1	<i>Percent profit on Sales (POS)</i>	105
7.4.2	<i>Percent Return on Investment (ROI)</i>	105
7.4.3	<i>Pay Out Time (POT)</i>	105
7.4.4	<i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	105
7.4.5	<i>Break Even Point (BEP)</i>	106
7.4.6	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	106
7.5	Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi	107
7.5.1	<i>Capital Investment</i>	107
7.5.1.1	<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	107
7.5.1.2	<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	108
7.5.2	<i>Manufacturing Cost Investment (MCI)</i>	109
7.5.2.1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	109
7.5.2.2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	109
7.5.2.3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	109
7.5.2.4	<i>Total Manufacturing Cost (TMC)</i>	110
7.5.3	<i>General Expense (GE)</i>	110
7.5.3.1	<i>Total General Expense (TGE)</i>	110
7.5.3.2	Total Biaya Produksi (<i>Production Cost</i>).....	110
7.5.4	Keuntungan	110
7.5.5	Analisa Kelayakan.....	111
	DAFTAR PUSTAKA	113
	LAMPIRAN.....	115

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Sodium Nitrat di Indonesia	2
Tabel 1.2 Kapasitas Pabrik Sodium Nitrat Komersial	8
Tabel 1.3 Kelebihan dan Kekurangan Proses Pembuatan Sodium Nitrat	13
Tabel 2.1 Harga ΔH°_f (Patnaik, 2001).....	21
Tabel 2.2 Harga ΔG° (Patnaik, 2001).....	22
Tabel 2.3 Neraca Massa Tangki Penyimpanan HNO_3	29
Tabel 2.4 Neraca Massa Tangki Penyimpanan NaCl	29
Tabel 2.5 Neraca Massa Reaktor	29
Tabel 2.6 Neraca Massa <i>Evaporator</i>	29
Tabel 2.7 Neraca Massa <i>Crystallizer</i>	30
Tabel 2.8 Neraca Massa <i>Centrifuge</i>	30
Tabel 2.9 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i>	31
Tabel 2.10 Neraca Massa <i>Cyclone</i>	31
Tabel 2.11 Neraca Massa Tangki Penyimpanan	31
Tabel 2.12 Neraca Massa <i>Overall</i>	32
Tabel 2.13 Neraca Panas <i>Heater</i> HNO_3	34
Tabel 2.14 Neraca Panas <i>Heater</i> NaCl	34
Tabel 2.15 Neraca Panas Reaktor.....	34
Tabel 2.16 Neraca Panas <i>Evaporator</i>	34
Tabel 2.17 Neraca Panas <i>Crystallizer</i>	35
Tabel 2.18 Neraca Panas Kondensor	35
Tabel 2.19 Neraca Panas <i>Heater Centrifuge</i>	35
Tabel 2.20 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i>	35
Tabel 2.21 Neraca Panas <i>Heater</i> Udara.....	36
Tabel 2.22 Neraca Panas <i>Overall</i>	36
Tabel 2.23 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik.....	39
Tabel 3.1 Ringkasan Tangki Penyimpanan HNO_3	44
Tabel 3.2 Ringkasan Pompa HNO_3	45
Tabel 3.3 Ringkasan <i>Belt Conveyor</i>	45
Tabel 3.4 Ringkasan <i>Heater</i> NaCl	46
Tabel 3.5 Ringkasan Reaktor CSTR.....	47

Tabel 3. 6 Ringkasan <i>Evaporator</i>	48
Tabel 3. 7 Ringkasan <i>Cristalizer</i>	50
Tabel 3. 8 Ringkasan <i>Rotary Dryer</i>	50
Tabel 3. 9 Ringkasan <i>Rotary Dryer</i>	51
Tabel 4. 1 Syarat Air Pendingin (ASME, 2017).....	52
Tabel 4. 2 Parameter dalam Standar Baku Mutu untuk Air Sanitasi.....	54
Tabel 4. 3 Kebutuhan Air Pendingin.....	57
Tabel 4. 4 Kebutuhan Air Umpan Boiler (Steam).....	58
Tabel 4. 5 Kebutuhan Listrik untuk Proses.....	60
Tabel 4. 6 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas.....	60
Tabel 4. 7 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan.....	61
Tabel 4. 8 Kebutuhan AC dalam ruangan.....	62
Tabel 4. 9 Baku Mutu Air Limbah B3.....	69
Tabel 5. 1 Rincian Pergantian Jam Kerja (<i>Shift</i>).....	83
Tabel 5. 2 Jumlah Karyawan Menurut Jabatan.....	85
Tabel 5. 3 Perincian Golongan dan Gaji Karyawan.....	86
Tabel 6. 1 <i>Troubleshooting</i>	94
Tabel 7. 1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index 2010-2024</i>	98
Tabel 7. 2 Total Biaya <i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	107
Tabel 7. 3 Total Biaya <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	107
Tabel 7. 4 Total <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	108
Tabel 7. 5 Total <i>Working Capital Investment (WCI)</i>	108
Tabel 7. 6 Total <i>Capital Investment (TCI)</i>	108
Tabel 7. 7 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	109
Tabel 7. 8 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	109
Tabel 7. 9 Total <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	109
Tabel 7. 10 Total <i>Manufacturing Cost (TMC)</i>	110
Tabel 7. 11 Total Biaya <i>General Expense (TGE)</i>	110
Tabel 7. 12 Total Biaya Produksi (<i>Production Cost</i>).....	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Data Impor Sodium Nitrat	3
Gambar 1.2 Grafik Data Impor Sodium Nitrat Negara Malaysai, Thailand, Jepang, dan Kanada	5
Gambar 2.1 Blok Diagram Alir Proses.....	27
Gambar 2.2 Diagram Alir Proses Pembuatan Sodium Nitrat	28
Gambar 2.3 Diagram Neraca Massa Overall	33
Gambar 2.4 <i>Lay Out</i> Pabrik Sodium Nitrat	41
Gambar 2.5 <i>Lay Out</i> Peralatan Proses	43
Gambar 3.1 Tangki Penyimpanan HNO ₃	44
Gambar 3.2 Pompa HNO ₃	44
Gambar 3.3 Belt Conveyor	45
Gambar 3.4 <i>Heater</i> NaCl.....	46
Gambar 3.5 Reaktor CSTR.....	47
Gambar 3.6 Evaporator.....	48
Gambar 3.7 <i>Cristalizer</i>	50
Gambar 3.8 <i>Rotary Dryer</i>	50
Gambar 3.9 <i>Vibrating Screen</i>	51
Gambar 4.1 Diagram Alir Pengolahan Limbah.....	55
Gambar 5.1 Struktur Organisasi Pabrik Sodium Nitrat.....	77
Gambar 7.1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> 2010-2024.....	99
Gambar 7.2 Grafik Ekonomi	111

INTISARI

Sodium nitrat (NaNO_3) merupakan senyawa kimia yang berperan sebagai bahan antara (*intermediate*) dalam produksi pupuk yang mengandung nitrogen. Selain itu, sodium nitrat juga digunakan dalam industri pembuatan kaca, dinamit, dan berbagai keperluan lainnya. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan sodium nitrat di Indonesia, ketergantungan terhadap impor masih cukup tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pra-perancangan pabrik sodium nitrat guna memenuhi kebutuhan domestik serta membuka peluang ekspor untuk kelebihan produksi, yang pada akhirnya dapat meningkatkan cadangan devisa negara. Pabrik sodium nitrat yang direncanakan akan memiliki kapasitas produksi sebesar 35.000 ton per tahun. Bahan baku utama yang digunakan dalam produksi sodium nitrat adalah asam nitrat yang diperoleh dari PT Multi Nitrotama Kimia dan natrium klorida dari PT Cheeta Garam Indonesia. Lokasi pendirian pabrik direncanakan di Cilegon, Banten. Proses produksi sodium nitrat dilakukan melalui sintesis dengan tingkat kemurnian yang mencapai sekitar 95–99%. Reaksi kimia berlangsung dalam reaktor *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) pada kondisi fase cair, bersifat irreversible, dengan suhu operasi 60°C dan tekanan 1 atm. Reaksi pembentukan sodium nitrat bersifat endotermis. Proses pemurnian dan pemisahan dalam pabrik ini dilakukan menggunakan peralatan seperti *evaporator*, *crystallizer*, *rotary dryer*, *ball mill*, dan *vibrating screen*. Untuk mendukung keberlangsungan operasional pabrik, disediakan unit pendukung yang meliputi penyediaan dan pengolahan air, udara tekan, steam, listrik, serta bahan bakar. Selain itu, terdapat unit pengolahan limbah dan pengendalian pencemaran air serta udara, didukung oleh laboratorium analisis untuk memastikan kualitas produk dan kepatuhan terhadap standar lingkungan. Pabrik ini direncanakan berbentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) dengan status perusahaan terbuka, yang memperoleh pendanaan melalui penjualan saham. Sistem kerja karyawan dibagi berdasarkan jam kerja, yang mencakup karyawan shift dan non-shift. Secara keseluruhan, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 189 orang, dengan sistem operasional pabrik berjalan selama 24 jam per hari selama 330 hari per tahun. Berdasarkan analisis ekonomi, pembangunan pabrik sodium nitrat ini memerlukan investasi modal tetap sebesar USD 27.616.770,3 dan modal kerja sebesar USD 13.949.450,3. Dari hasil analisis finansial, diperoleh tingkat laba sebelum pajak (POS) sebesar 11,80%, setelah pajak 8,84%, serta Return on Investment (ROI) setelah pajak sebesar 16,26%. *Payback Period* (POT) diperkirakan 3,8 tahun, dengan *Break-Even Point* (BEP) sebesar 48,14%, *Shut Down Point* (SDP) 15 %, dan *Internal Rate of Return* (IRR) 37%. Berdasarkan kajian tersebut, pra-perancangan pabrik sodium nitrat dengan kapasitas 35.000 ton per tahun dinilai layak untuk didirikan dan menguntungkan bagi para investor yang ingin menanamkan modalnya dalam proyek ini.