

**PRA-RANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT (NH_4NO_3) DENGAN PROSES
STENGEL KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN**

*Pre-Design of an Ammonium Nitrate (NH_4NO_3) Plant with a Stengel Process Capacity of
55,000 Tons/Year*



TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Tugas Akhir dan Seminar Tugas Akhir
pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi,
Universitas Diponegoro

Disusun oleh:

FADRIAN SUKMA AR RASYID NIM. 40040121650096

PROGRAM STUDI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2025

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA-RANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT (NH_4NO_3) DENGAN PROSES
STENGEL KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh

FADRIAN SUKMA AR RASYID

NIM. 40040121650096

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

**Semarang, 21 Agustus 2025
Dosen pembimbing,**


Dr. Heny Kusumayanti, S.T., M.T.

NIP. 197210291995122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fadrian Sukma Ar Rasyid
NIM : 40040121650096
Judul Skripsi : Pra-Rancangan Pabrik Amonium Nitrat (NH_4NO_3)
Dengan Proses Stengel Kapasitas 55.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/ S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya Fadrian Sukma Ar Rasyid serta partner saya, Muhammad Maulana Ichwan didampingi dosen pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapapun.



Semarang, 15 Agustus 2025



Fadrian Sukma Ar Rasvid

NIM 40040121650096

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Laporan Tugas : Pra-Rancangan Pabrik Amonium Nitrat (NH_4NO_3)
Akhir Dengan Proses Stengel Kapasitas 55.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis

Nama Mahasiswa : Fadrian Sukma Ar Rasyid
NIM : 40040121650096
Fakultas : Sekolah Vokasi/STr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Tugas Akhir ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 24 September 2025

Menyetujui,
Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,


Anggun Puspitarini Siswanto S.T., Ph.D
NIP. H.7198803152018072001


Yusuf Ma'rifat Fajar Aziz S.T., M.T.
NIP. 199511062024061002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Pra-Rancangan Pabrik Amonium Nitrat (NH_4NO_3) dengan Proses Stengel Kapasitas 55.000 Ton/Tahun”**. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Mohamad Endy Yulianto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri.
2. Dr. Heny Kusumayanti, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas akhir yang mengarahkan penulis dapat lebih memahami dan mengerti tentang banyak hal dan menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan benar.
3. Dr. Ir. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng., M.M., IPM., ASEAN Eng selaku dosen wali kelas 2021 B Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri.
4. Seluruh dosen, tenaga kependidikan, dan staff administrasi Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberikan kelancaran selama menjalani perkuliahan.
5. Ibu saya yang selalu berdoa dan memberikan semangat untuk Fadrian sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
6. Orang tua yang tidak henti-hentinya memberikan doa dan motivasi untuk senantiasa bersemangat dan tidak menyerah untuk menyelesaikan tugas akhir.
7. Seluruh teman – teman yang telah memberikan informasi, semangat, dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penyusun menyadari keterbatasan dan kemampuan dalam penyusun tugas akhir, oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga bermanfaat bagi penyusun untuk menyempurnakan tugas akhir ini.

Semarang, 15 Agustus 2025

Penyusun

RINGKASAN

Pabrik ammonium nitrat direncanakan beroperasi pada tahun 2028 dengan kapasitas 55.000 ton/tahun menggunakan proses stengel. Bahan baku utama dari pabrik ini adalah ammonia dan asam nitrat dengan penambahan kalsium tri phosphate sebagai coating agent. Pabrik ini akan didirikan di Kawasan Industri Indotaisei, Cikampek, Jawa Barat. Bahan Baku ammonia didapatkan dari PT Pupuk Kujang dan asam nitrat dari PT Multi Nitrotama Kimia. Proses reaksi berjalan dengan bersifat eksotermis dan irreversible. Proses yang digunakan yaitu reactor dengan mereaksikan ammonia dan asam nitrat dengan suhu operasi 205°C dan tekanan 3,4 atm. Produk berupa ammonium nitrat yang keluar dari reaktor akan dibawa menuju Cyclone Separator untuk proses pemekatan dan didinginkan di cooling belt. Selanjutnya akan dilakukan penghancuran menggunakan Grinder agar produk membentuk flakes yang sesuai dengan spesifikasi. Setelah proses grinder, produk akan saring menggunakan screen sehingga produk dengan ukuran yang sudah sesuai akan dilakukan coating menggunakan kalsium triphosphate. Coating agent disemurkan dari atas coating drum (CD-01) yang diputar sehingga flakes akan terlapis. Pelapisan ini berfungsi untuk menjaga flakes amonium nitrat agar tidak menggumpal saat penyimpanan dan pendistribusian serta tidak berinteraksi dengan air. Produk amonium nitrat yang keluar dari coating drum mempunyai kemurnian 96,8% berat. Kebutuhan energi pada pabrik ini diperoleh dari bahan bakar berupa solar. Kebutuhan listrik untuk operasional pabrik dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangan. Bentuk perusahaan yang direncanakan pada pabrik ammonium nitrat ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan status perusahaan terbuka yang mendapatkan modal dari penjualan saham, dan tiap pemegang saham mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih dengan jumlah karyawan 154 orang. Dari perhitungan neraca massa dan neraca panas didapatkan efisiensi neraca panas sebesar 95%. Pada desain proyek pabrik ammonium nitrat ini dapat dilihat dari analisa kelayakan berdasarkan nilai Break Even Point (BEP) sebesar 41,03% dan Pay Out Time setelah pajak pada tahun ke-4.

Kata kunci: Amonium nitrat, proses Stengel, pra-rancangan pabrik, analisis kelayakan, efisiensi energi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	vi
KATA PENGANTAR	viii
RINGKASAN.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Kapasitas Rancangan	2
1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Amonium Nitrat di Indonesia.....	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku Amonium Nitrat	7
1.3 Pemilihan Lokasi	10
1.4 Tinjauan Proses.....	15
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	18
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	18
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	18
2.1.2 Spesifikasi Bahan Pembantu	19
2.1.3 Spesifikasi Produk	19
2.1.4 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku.....	19
2.1.5 Sifat Fisika dan Kimia Produk.....	21
2.2 Konsep Proses	22
2.2.1 Dasar Reaksi	22
2.2.2 Mekanisme Reaksi.....	22
2.2.3 Kondisi Operasi	23
2.2.4 Tinjauan Termodinamika.....	23
2.2.5 Tinjauan Kinetika	25
2.3 Langkah Proses	26
2.4 Process Flow Diagram Amonium Nitrat	30

2.5	Neraca Massa dan Neraca Panas.....	31
2.5.1	Neraca Massa.....	31
2.5.2	Neraca Panas	36
2.6	Tata Letak Pabrik dan Pemetaan.....	42
2.6.1	Layout Pabrik.....	42
2.6.2	Pemetaan	45
BAB III SPESIFIKASI ALAT		51
3.1	Unit Penyimpanan.....	51
3.2	Unit Pemindahan.....	55
3.3	Unit Penukar Panas.....	56
3.4	Unit Reaksi	57
3.5	Unit Pemekatan.....	58
BAB IV PENDUKUNG PROSES		60
4.1	Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	61
4.2	Unit Pengadaan Listrik	72
4.3	Unit Pengadaan Steam	77
4.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar	81
4.5	Unit Penyediaan Udara Tekan	81
4.6	Unit Pengolahan Limbah	82
4.7	Laboratorium.....	84
4.8	Instrumentasi	87
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN		89
5.1	Bentuk Perusahaan.....	89
5.2	Struktur Organisasi	91
5.3	Tugas dan Wewenang.....	94
5.4	Pembagian Jam Kerja.....	99
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah.....	100
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	101
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	105
5.8	Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	106
5.9	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	107
BAB VI TROUBLESHOOTING		109
6.1	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Penyimpanan Bahan Baku	109

6.2	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaksi	113
6.3	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemekatan.....	115
6.4	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas	116
BAB VII ANALISA EKONOMI		119
7.1	Perkiraan Harga Peralatan.....	119
7.2	Dasar Perhitungan	122
7.3	Perhitungan Biaya.....	123
7.4	Analisis Kelayakan	128
7.5	Hasil Perhitungan.....	130
7.6	Kesimpulan	134
DAFTAR PUSTAKA.....		136
LAMPIRAN A NERACA MASSA.....		138
LAMPIRAN B NERACA PANAS		149
LAMPIRAN C PERANCANGAN ALAT		170
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI		225

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Ekspor Amonium Nitrat di Indonesia (BPS, 2022)	3
Tabel 1.2 Kapasitas Produksi Pabrik Amonium Nitrat di Indonesia (Kemenperin, 2024)	3
Tabel 1.3 Data Kebutuhan Amonium Nitrat di Indonesia tahun 2014-2022 (BPS, 2021).....	3
Tabel 1.4 Prediksi Ekspor dan Impor.....	5
Tabel 1.5 Prediksi Produksi dan Konsumsi.....	5
Tabel 1.6 Produsen Amonia di Indonesia	7
Tabel 1.7 Produsen Asam Nitrat di Dunia	7
Tabel 1.8 Perbandingan Pemilihan Lokasi Pabrik	12
Tabel 1.9 Pemilihan Lokasi Pabrik Amonium Nitrat.....	14
Tabel 1.10 Perbandingan Proses Pembuatan Amonium Nitrat.....	17
Tabel 2.1 Spesifikasi Asam Nitrat	18
Tabel 2.2 Spesifikasi Amonia	18
Tabel 2.3 Spesifikasi Trikalsium Fosfat	19
Tabel 2.4 Spesifikasi Amonium Nitrat	19
Tabel 2.5 Data ΔH°_f pada $T = 298^{\circ}\text{K}$	23
Tabel 2.6 Data ΔG pada $T = 298^{\circ}\text{K}$	24
Tabel 2.7 Neraca Massa di Sekitar Reaktor R-101	31
Tabel 2.8 Neraca Massa di Sekitar <i>Cyclone Separator</i>	32
Tabel 2.9 Neraca Massa di Sekitar Condenser.....	32
Tabel 2.10 Neraca Massa di Sekitar <i>Grinder</i>	33
Tabel 2.11 Neraca Massa di Sekitar Screen.....	33
Tabel 2.12 Neraca Massa di Sekitar Coating Drum.....	33
Tabel 2.13 Neraca Massa Overall	34
Tabel 2.14 Neraca Panas di Sekitar Heater I.....	36
Tabel 2.15 Neraca Panas di Sekitar Vaporizer	37
Tabel 2.16 Neraca Panas di Sekitar Kompresor.....	37
Tabel 2.17 Neraca Panas di Sekitar Heater II	37
Tabel 2.18 Neraca Panas di Sekitar Reaktor.....	38
Tabel 2.19 Neraca Panas di Sekitar Separator	38
Tabel 2.20 Neraca Panas di Sekitar Heat Exchanger I.....	39
Tabel 2.21 Neraca Panas di Sekitar Condensor	40

Tabel 2.22 Neraca Panas di Sekitar Cooling Belt	40
Tabel 2.23 Neraca Panas di Sekitar Coating Drum.....	41
Tabel 2.24 Neraca Panas Overall.....	41
Tabel 2.25 Keterangan Bagian Pabrik	46
Tabel 2.26 Perincian Penggunaan Tanah Bagian Indoor	46
Tabel 2.27 Perincian Penggunaan Tanah Bagian Outdoor	47
Tabel 3.1 Spesifikasi Nitric Acid Day Tank (T-01).....	51
Tabel 3.2 Spesifikasi Nitric Acid Storage (T-02)	52
Tabel 3.3 Spesifikasi Ammonia Day Tank (T-21).....	53
Tabel 3.4 Spesifikasi Ammonia Day Tank (T-22).....	54
Tabel 3.5 Spesifikasi Nitric Acid Pump (P-01).....	55
Tabel 3.6 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-01).....	56
Tabel 3.7 Spesifikasi Reaktor (R-01).....	57
Tabel 4.1 Persyaratan Air Umpan Boiler (Branan, 1976.).....	62
Tabel 4.2 Jumlah Kebutuhan Air Pendingin.....	65
Tabel 4.3 Kebutuhan Air Total	66
Tabel 4.4 Data Jumlah Kebutuhan Listrik Peralatan Proses	73
Tabel 4.5 Jumlah Kebutuhan Listrik Utilitas	73
Tabel 4.6 Jumlah Kebutuhan Listrik Penerangan Bangunan Indoor	74
Tabel 4.7 Jumlah Kebutuhan Listrik Penerangan Bangunan Outdoor.....	75
Tabel 4.8 Jumlah Kebutuhan Listrik untuk AC	76
Tabel 4.9 Jumlah Kebutuhan Steam pada Unit Pengadaan Steam.....	78
Tabel 5.1 Pembagian Shift Karyawan	99
Tabel 5.2 Jadwal Kerja Untuk Setiap Regu	99
Tabel 5.3 Jabatan dan Pendidikan.....	101
Tabel 5.4 Rincian Jumlah Karyawan Proses Produksi.....	102
Tabel 5.5 Rincian Jumlah Karyawan Utilitas	103
Tabel 5.6. Perincian Jumlah Karyawan HSE Lingkungan, Lab, dan Maintenance	104
Tabel 5.7 Jumlah Karyawan dan Rincian Gaji Karyawan	104
Tabel 6.1 Analisa HAZOP pada Unit Penyimpanan Bahan Baku	109
Tabel 6.2 Analisa HAZOP pada Unit Reaksi.....	113
Tabel 6.3 Analisa HAZOP pada Unit Pemekatan.....	115
Tabel 6.4 Troubleshooting pada Unit Penukar Panas	116

Tabel 7.1 Indeks CEPCI pada Tahun 2001-2023.....	120
Tabel 7.2 Total Biaya Physical Plant Cost (PPC)	130
Tabel 7.3 Total Biaya Direct Plant Cost (DPC).....	130
Tabel 7.4 Total Fixed Capital Investment (FCI).....	130
Tabel 7.5 Total Working Capital Investment (WCI)	131
Tabel 7.6 Total Capital Investment (TCI).....	131
Tabel 7.7 Total Biaya Direct Manufacturing Cost (DMC)	131
Tabel 7.8 Total Biaya Indirect Manufacturing Cost (IMC)	132
Tabel 7.9 Total Biaya Fixed Manufacturing (FMC)	132
Tabel 7.10 Total Biaya Manufacturing Cost (MC).....	132
Tabel 7.11 Total Biaya General Expense (GE).....	132
Tabel 7.12 Total Biaya Produksi (Production Cost)	133
Tabel 7.13 Analisa Kelayakan Ekonomi.....	134

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Perbandingan Kebutuhan Amonium Nitrat di Indonesia (Ton/tahun)	4
Gambar 1.2 Denah Lokasi Rencana Pendirian Pabrik	15
Gambar 2.1 Blok Diagram Neraca Massa	31
Gambar 2.2 Blok Diagram Neraca Panas	36
Gambar 2.3 Layout Pabrik	45
Gambar 2.4 Blok Diagram Neraca Panas	149
Gambar 5.1 Struktur Organisasi Perusahaan	93
Gambar 7.1 Indeks CEPFI pada Tahun 2001-2023	121
Gambar 7.2 Grafik Analisa BEP dan SDP	134