

SKRIPSI

**PRA-PRANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT DARI AMONIA DENGAN
PROSES OKSIDASI HIGH PRESSURE BERKAPASITAS 23.000 TON/TAHUN**



Disusun oleh:

Alfian Husnie Arya Fandy

40040119650056

**PRODI S.Tr. TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS
DIPONEGORO
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

**(Pra-Perancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dengan Proses Oksidasi
High Pressure Berkapasitas 23.000 ton/tahun)**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan Seminar Skripsi
pada Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi,
Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh :

NAMA

NIM

ALIFIAN HUSNIE ARYA FANDY

40040119650056

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 11 Mei 2026

Dosen Pembimbing,


Dr. Eng. Vita Paramita S.T., M.M., M.Eng.

NIP. 198102152005012002

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Judul Laporan Skripsi : Pra-Prancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dengan Proses Oksidasi *High Pressure* Berkapasitas 23.000 Ton/Tahun.

Identitas Penulis

Nama : Alifian Husnie Arya Fandy
NIM : 40040119650056
Fakultas : Sekolah Vokasi/S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Mengetahui,
Tim Penguji

Semarang, 30 Juni 2026

Penguji I,

Penguji II,



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



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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Alifian Husnie Arya Fandy

NIM : 40040119650056

Judul Skripsi : Pra-Perancangan Pabrik Asam Nitrat dengan Proses Oksidasi High Pressure
Berkapasitas 23.000 ton/tahun.

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

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya atas nama Alifian Husnie Arya Fandy didampingi pembimbing saya Ibu Dr. Eng. Vita Paramita S.T., M.M., M.Eng. dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 25 Juni 2026

Mengetahui,
Mahasiswa



Alifian Husnie Arya Fandy

NIM. 40040119650056

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyusun Skripsi yang berjudul “Pra-Prancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dengan Proses Oksidasi High Pressure Berkapasitas 23.000 Ton/Tahun”. Laporan ini merupakan salah satu syarat kelulusan yang harus dipenuhi oleh mahasiswa S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Dalam penyusunan laporan, tentu tidak terlepas dari bantuan dan kerja sama dari berbagai pihak. Maka, penulis mengucapkan terima kasih dengan hati yang tulus ikhlas kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Dr. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri.
3. Dr. Eng. Vita Paramita, S.T., M.M., M.Eng., selaku Dosen Wali dan Dosen Pembimbing skripsi yang dengan penuh kesabaran, ketulusan, dan ketegasan yang telah membimbing saya melewati proses penyusunan skripsi ini. Serta memberikan semangat dan motivasi dalam penyusunan skripsi.
4. Orang tua dan keluarga yang telah melahirkan, mendidik, memberi motivasi dan menjadi alasan penulis untuk terus semangat, serta doa yang tiada henti mengiri setiap langkah penulis.
5. Keluarga besar Teknologi Rekayasa Kimia Industri Angkatan 2021 yang telah memberikan informasi, semangat, dan dukungan dalam menyelesaikan laporan magang ini.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam pembuatan dan atau penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai adanya kritik dan saran yang bersifat membangun agar skripsi ini bisa menjadi lebih baik.

Semarang, 30 Mei 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
INTISARI.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2. Kapasitas Perancangan.....	2
1.2.1. Data Impor Asam Nitrat.....	2
1.2.2. Data Ekspor Asam Nitrat	3
1.2.3. Ketersediaan Bahan Baku	5
1.2.4. Kapasitas Pabrik Komersial yang Masih Beroperasi	6
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik	7
1.3.1. Sumber Bahan Baku	9
1.3.2. Pasar.....	9
1.3.3. Sumber Daya Manusia.....	9
1.3.4. Sarana Transportasi.....	10
1.3.5. Penyediaan Utilitas	10
1.3.6. Pembuangan Limbah	10
1.3.7. Kebijakan Pemerintah.....	11
1.4. Tinjauan Proses.....	11
1.4.1. Tinjauan Proses Secara Umum.....	11
1.4.1.1. Proses Asam Terkonsentrasi (Nitric Acid Concentration).....	11
1.4.1.2. Secara langsung (Direct Process)	11
1.4.1.3. Secara tidak langsung (Indirect Process)	12
1.4.1.4. Proses Asam Lemah (Weak Acid Process)	12
1.4.1.5. Monopressure Process.....	13
1.4.1.6. Dual-pressure Process.....	13
1.4.1.7. Proses Retort.....	14
1.4.1.8. Proses Wisconsin.....	14
1.4.2. Pemilihan Proses	14
1.4.3. Kegunaan Produk.....	17
BAB II	18

DESKRIPSI PROSES	18
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	18
2.1.1. Spesifikasi Bahan Bahan Baku Utama	18
2.1.2. Spesifikasi Katalis	20
2.1.3. Spesifikasi Produk	20
2.2. Konsep Proses	21
2.2.1. Dasar Reaksi	21
2.2.2. Tinjauan Termodinamika dan Kinetika	22
2.2.3. Fase Reaksi	27
2.2.4. Kondisi Operasi	27
2.3. Langkah Proses	28
2.3.1. Diagram Alir	28
2.3.2. Langkah Proses	28
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas	32
2.4.1. Neraca Massa	32
2.4.2. Neraca Massa Sebelum <i>Scale Up</i>	33
2.4.3. Neraca Panas	40
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan	45
2.5.1. Tata Letak Pabrik	45
2.5.2. Tata Letak Peralatan	48
BAB III	52
SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	52
3.1. Unit Pemindahan	52
3.2. Unit Penyimpanan	54
3.3. Unit Reaktor Kimia	55
3.4. Unit Penukaran Panas	56
3.5. Unit Pemisahan	57
BAB IV	58
UNIT PENDUKUNG PROSES	58
4.1. Unit Pengadaan Air	58
4.1.1. Kebutuhan air pendingin	60
4.1.2. Kebutuhan air umpan boiler	62
4.1.3. Kebutuhan sanitasi	64
4.1.4. Kebutuhan Hydrant	65
4.2. Unit pengadaan Steam	65
4.2.1. Menentukan Kapasitas Boiler	66
4.2.2. Menentukan Luas Perpindahan Panas	67
4.3. Unit Pengadaan Udara Tekan	68
4.4. Unit Pengadaan Listrik	68

4.4.1. Listrik untuk proses produksi, utilitas, dan pengolahan limbah	69
4.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar	75
4.6. Unit Pengolahan Limbah	76
4.6.1. Limbah cair	76
4.6.2. Limbah padat	76
4.6.3. Limbah Gas	76
4.7. Laboratorium.....	76
4.7.1. Analisa Unit Utilitas	76
4.7.2. Laboratorium Quality Control	77
4.7.3. Laboratorium penelitian, dan pengembangan.....	77
4.7.4. Alat-alat utama laboratorium	77
BAB V.....	78
MANAJEMEN PERUSAHAAN	78
5.1. Bentuk Perusahaan	78
5.2. Struktur Organisasi.....	79
5.3. Tugas dan Wewenang.....	81
5.3.1. Pemegang Saham	81
5.3.2. Dewan Komisaris (Board of Commissioners)	81
5.3.3. Dewan Direksi.....	81
5.3.4. Sekertaris	82
5.3.5. Kepala Bagian	82
5.4. Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan.....	82
5.4.1. Pembagian Jam Karyawan	83
5.5. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	84
5.5.1. Penggolongan Jabatan	84
5.5.2. Jumlah Karyawan dan Gaji	86
5.6. Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	88
5.7. <i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	89
BAB VI	91
TROUBLESHOOTING	91
6.1. Analisa HAZOP di Tahap Penyimpanan Bahan Baku.....	92
6.2. Analisa HAZOP di tahap preparasi bahan baku.....	95
6.3. Analisa HAZOP di tahap pembentukan produk	98
6.4. Analisa HAZOP di tahap pemurnian produk.....	99
BAB VII.....	104
ANALISA EKONOMI.....	104
7.1. Penaksiran Harga Peralatan	104
7.3. Perhitungan Biaya.....	107
7.3.1. Capital Investment.....	107

1.	Fixed Capital Investment (FCI).....	107
2.	Working Capital Investment (WCI).....	108
3.	Plant Start Up.....	109
4.	IDC (Interest During Construction).....	109
7.3.2.	Manufacturing Cost.....	109
5.	Direct Manufacturing Cost (DMC).....	109
6.	Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	110
7.	Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	110
7.3.3.	General Expense.....	111
8.	Administration Cost.....	111
9.	Sales Expense.....	111
10.	Research.....	112
11.	Finance.....	112
7.4.	Analisis Kelayakan.....	112
1.	Percent Profit on Sales (POS).....	112
2.	Percent Return on Investment (ROI).....	112
3.	Pay Out Time.....	112
7.5.	Hasil Perhitungan.....	113
A.	Capital Investment.....	113
Total Capital Investment (TCI).....		115
B.	Production Cost.....	115
BAB VIII.....		119
PENUTUPAN.....		119
8.1. KESIMPULAN.....		119
DAFTAR PUSTAKA.....		120
LAMPIRAN A.....		122
NERACA MASSA.....		122
A.	Blok diagram secara umum.....	122
A.	Ketentuan yang Digunakan.....	123
2.	Komposisi Bahan Baku.....	123
3.	Komposisi Produk.....	124
4.	Reaksi yang Terjadi di dalam Reaktor.....	124
5.	Selektivitas.....	124
6.	Data Masing-Masing Komponen.....	125
B.	Ketentuan yang Digunakan.....	126
5.	Neraca Massa Condenser.....	131
LAMPIRAN C.....		141
PERANCANGAN ALAT.....		141
1.	Menentekukan Jenis Kompresor.....	144

Stage 1	147
Stage 2	147
Menghitung W polytropic dan actual work	152
2. Tangki Penyimpanan 1	155
Menentukan Tipe Tangki.....	155
Tekanan Uap.....	157
Rapat massa fase cair.....	157
1. Menentukan Suhu dan Tekanan Perancangan	158
2. Menghitung Kapasitas Tangki.....	158
3. Ukuran Tangki.....	160
4. Tebal Tangki.....	161
3. Pompa (P-01).....	164
2.2 Menghitung Tenaga Pompa.....	165
➤ Neraca Massa Arus 2.....	177
➤ Neraca Massa Arus 3.....	177
➤ Neraca Massa Komponen.....	177
• Komposisi pada Arus 2.....	177
• Komposisi pada Arus 3 REAKSI 1.....	178
REAKSI SAMPING O-XYLENE 1.....	178
REAKSI SAMPING O-XYLENE 2.....	178
REAKSI SAMPING O-XYLENE 3.....	178
REAKSI SAMPING M-XYLENE 1	179
➤ Menentukan Persamaan Flash Calculation	182
➤ Menghitung komposisi uap cair sistem dengan persamaan flash calculation	183
TOTAL 0,9997 1,0004.....	186
➤ Neraca Massa Total	186
➤ Neraca Massa pada Arus 3	186
➤ Neraca Massa pada Arus 4	186
➤ Neraca Massa pada Arus 5	186
➤ Neraca Massa Komponen.....	186
➤ Menentukan Persamaan Flash Calculation	190
➤ Menghitung komposisi uap cair sistem dengan persamaan flash calculation	192
➤ Neraca Massa Total	194
➤ Neraca Massa pada Arus 4	194
➤ Neraca Massa pada Arus 6	194
➤ Neraca Massa pada Arus 7	194
➤ Neraca Massa Komponen.....	194
➤ Neraca Massa Total	198
➤ Neraca Massa pada Arus 5	198

➤ Neraca Massa pada Arus 7	198
➤ Neraca Massa pada Arus 8	198
➤ Neraca Massa Komponen.....	198
4. Neraca Massa di sekitar Distilasi (DC-301)	200
➤ Menghitung Hasil Bawah Menara Distilasi.....	201
➤ Neraca Massa Total	201
➤ Menghitung Fraksi Komponen Arus 9	201
➤ Neraca Massa pada Arus 9	202
➤ Neraca Massa pada Arus 10	202
➤ Neraca Massa Komponen.....	202
C. Scale Up	204
Neraca Massa Overall.....	204

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Impor Asam Nitrat di Indonesia	2
Gambar 1. 2. Ekspor Asam Nitrat di Indonesia.....	3
Gambar 1. 3. Peta Cikampek, Jawa Barat	11
Gambar 2. 1. Blok Diagram Neraca Massa.....	32
Gambar 2. 2. Blok Diagram Neraca Panas.....	40
Gambar 2. 3. Layout Pabrik Nitric Acid	47
Gambar 2. 4. Layout Peralatan Proses Pabrik Nitric Acid	50
Gambar 4. 1. Cooling Water	61
Gambar 4. 2. Generator Diesel.....	74
Gambar 5. 1. Struktur Organisasi Pabrik Asam Nitrat	80
Gambar 7. 1. Grafik Analisis BEP dan SDP	118

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Data Impor Ekspor Asam Nitrat di Indonesia dan Pertumbuhannya (BPS, 2022) ..	3
Tabel 1. 2. Data Pabrik Produsen Asam Nitrat di Indonesia.....	4
Tabel 1. 3. Data Pabrik Produsen Asam Nitrat di Indonesia.....	6
Tabel 1. 4. Matriks Penentuan Lokasi Pabrik	8
Tabel 1. 5. Pabrik konsumen Asam Nitrat di Indonesia.....	9
Tabel 1. 6. Perbandingan Parameter Produksi Asam Nitrat.....	15
Tabel 1. 7. Kelebihan dan Kekurangan dari Berbagai Jenis Proses Oksidasi	16
Tabel 2. 1. Komposisi Amonia.....	18
Tabel 2. 2. Komposisi Udara (Perry, 2008).....	19
Tabel 2. 3. Harga ΔH_f dan ΔG^0 untuk masing - masing komponen (Yaws, 1999).....	22
Tabel 2. 4. Harga ΔH_f dan ΔG^0 untuk masing - masing komponen (Yaws, 1999).....	24
Tabel 2. 5. Harga ΔH_f dan ΔG^0 untuk masing - masing komponen (Yaws, 1999).....	26
Tabel 2. 6. Neraca Massa di Sekitar Reaktor (R-201)	33
Tabel 2. 7. Neraca Massa di Sekitar Condensor Partial (CP-301)	34
Tabel 2. 8. Neraca Massa di Sekitar Condensor Partial (CP-302)	35
Tabel 2. 9. Neraca Massa di Sekitar Accumulator Tank (AT-301)	36
Tabel 2. 10. Neraca Massa di Sekitar Menara Destilasi (DC-301)	37
Tabel 2. 11. Neraca Panas di Sekitar Blower (B-101)	40
Tabel 2. 12. Neraca Panas di Sekitar Kompresor (C-101).....	41
Tabel 2. 13. Neraca Panas di Sekitar Vaporizer (VP-101).....	41
Tabel 2. 14. Neraca Panas di Sekitar Furnance (FR-101).....	41
Tabel 2. 15. Neraca Panas di Sekitar Reaktor (R-201)	42
Tabel 2. 16. Neraca Panas di Sekitar Cooler (C-301)	42
Tabel 2. 17. Neraca di Sekitar Condensor Partial (CP-301)	42
Tabel 2. 18. Neraca Panas di Sekitar Condensor Partial (CP-302)	43
Tabel 2. 19. Neraca Panas di Sekitar Accumulator Tank (AT-301)	43
Tabel 2. 20. Neraca Panas di Sekitar Heat Exchanger (HE-302).....	43
Tabel 2. 21. Neraca Panas di Sekitar Menara Destilasi (DC-301).....	44
Tabel 2. 22. Neraca Panas di Sekitar Cooler (HE-303)	44
Tabel 2. 23. Neraca Panas di Sekitar Flaker (FL-401).....	45
Tabel 3. 1. Spesifikasi Kompresor-1 (K-01).....	52
Tabel 3. 2. Spesifikasi Pump (P-01).....	53

Tabel 3. 3. Spesifikasi Tank Bahan Baku-1 (T-01).....	54
Tabel 3. 4. Spesifikasi Reaktor-1 (R-01).....	55
Tabel 3. 5. Spesifikasi Waste Heat Boiler (WHB).....	56
Tabel 3. 6. Spesifikasi Absorber (ABS-01).....	57
Tabel 4. 1. Diagram Alir Pengolahan Air.....	58
Tabel 4. 2. Syarat Mutu Air Pendingin	61
Tabel 4. 3. Persyaratan Air Umpan Boiler	63
Tabel 4. 4. Kebutuhan Listrik Proses Produksi	69
Tabel 4. 5. Kebutuhan Listrik Utilitas	69
Tabel 4. 6. Kebutuhan Listrik Penerangan	70
Tabel 4. 7. Ruangan yang Membutuhkan AC	72
Tabel 4. 8. Total Kebutuhan Listrik pada Pabrik Asam Nitrat.....	73
Tabel 5. 1. Pembagian Shift	84
Tabel 5. 2. Jabatan dan Pendidikan Minimal	84
Tabel 5. 3. Jumlah Karyawan Proses	86
Tabel 5. 4. Jumlah Karyawan Utilitas	87
Tabel 5. 5. Jumlah Karyawan QC, HSE, dan Maintenance	87
Tabel 7. 1. Indeks CEP Tahun 2001 sampai dengan 2022	105
Tabel 7. 2. Dasar Perhitungan	106
Tabel 7. 3. Total Biaya Physical Plant Cost (PPC)	113
Tabel 7. 4. Total Biaya Direct Plant Cost (DPC)	114
Tabel 7. 5. Total Fixed Capital Investment (FCI)	114
Tabel 7. 6. Total Working Capital Investment (WCI).....	114
Tabel 7. 7. Total Biaya Direct Manufacturing Cost (DMC)	115
Tabel 7. 8. Total Biaya Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	115
Tabel 7. 9. Total Biaya Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	116
Tabel 7. 10. Total Biaya Manufacturing Cost (MC)	116
Tabel 7. 11. Total Biaya General Expense (GE).....	116
Tabel 7. 12. Total Biaya Produksi (Production Cost)	117
Tabel 7. 13. Kesimpulan Analisa Kelayakan	118

INTISARI

Kebutuhan asam nitrat di Indonesia belum terpenuhi oleh produsen lokal, sehingga harus melakukan impor dari luar negeri dengan peningkatan sebesar 531% dari tahun 2021-2026. Pabrik asam nitrat ini didirikan pada tahun 2026 dengan kapasitas 23.000 ton/tahun dengan menggunakan proses oksidasi mono-high pressure yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan asam nitrat di dalam negeri.

Bahan baku pabrik ini adalah amonia dan udara. Pabrik ini akan didirikan di Dawuan dalam bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Proses pembuatan asam nitrat berlangsung di dalam reaktor Shallow Bed pada fase gas-gas. Reaksi di dalam reaktor bersifat eksotermis dan berlangsung pada suhu 900°C serta tekanan 9,8 atm. Katalis yang digunakan adalah Pt-Rh dengan konversi reaksi sebesar 95%. Pendirian pabrik ini didukung oleh unit utilitas yang terdiri atas pengolahan dan penyediaan air, penyediaan steam, listrik, dan bahan bakar. Pabrik Asam Nitrat ini juga dilengkapi dengan unit pengolahan limbah, laboratorium analisis, serta fasilitas Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

Berdasarkan analisis kelayakan ekonomi, Pabrik Asam Nitrat dinilai layak untuk dikaji lebih lanjut karena memiliki nilai ROI sebelum dan sesudah pajak masing-masing sebesar 28% dan 21,37%. POT setelah pajak memenuhi batas yang ditetapkan, yaitu sekitar 4 tahun. Nilai BEP dan SDP masing-masing sebesar 42,09% dan 23,79%. Berdasarkan analisis ekonomi tersebut, pendirian Pabrik Asam Nitrat dengan kapasitas 23.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

Kata kunci : Asam nitrat, amonia, oksidasi mono-high pressure, reaktor Shallow Bed.