

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA

PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT HEPTAHIDRAT
DARI NATRIUM KLOORIDA DAN ASAM FOSFAT DENGAN PROSES
NETRALISASI KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Oleh:

Aisya Raudanty Aminudin (2110814220001)
Ajeng Putri Sintiyawati Nur Azzahra (2110814320015)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 23 Juni 2025 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :


Ketua : Desi Nurandini, S.T., M.Eng
NIP. 198711152015042004

Anggota : Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197405212002122003


Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T
NIP. 197608192003121001

Banjarbaru, 06 Juli 2025
diketahui dan disahkan oleh :

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,


Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 197401071998021001

Koordinator Program Studi
Teknik Kimia,


Dr. Ir. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng.
NIP. 198101122003121001

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT HEPTAHIDRAT
DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM FOSFAT DENGAN PROSES
NETRALISASI KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

***PRE-DESIGN OF SODIUM DIPHOSPHATE HEPTAHYDRATE PLANT
FROM SODIUM CHLORIDE AND PHOSPHORIC ACID BY
NEUTRALIZATION PROCESS CAPACITY 20.000 TONS/YEAR***

Oleh :

AISYA RAUDANTY AMINUDIN

2110814220001

AJENG PUTRI SINTIYAWATI NUR AZZAHRA

2110814320015

Banjarbaru, 11 Juni 2025

Dosen Pembimbing,



**Prof. Dr. Ir. AGUS MIRWAN, S.T., M.T.
NIP. 19760819 200312 1 001**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama	NIM
Aisyah Raudanty Aminudin	2110814220001
Ajeng Putri Sintiyawati Nur Azzahra	2110814320015

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi yang berlaku.

Demikian pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarbaru, 1 Juli 2025



Aisyah Raudanty Aminudin
NIM. 2110814220001



Ajeng Putri Sintiyawati Nur Azzahra
NIM. 2110814320015

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT HEPTAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM FOSFAT DENGAN PROSES NETRALISASI KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN” dapat terselesaikan. Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi mata kuliah tugas akhir dan sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat.

Penulisan laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karenanya, izinkan penulis untuk mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orangtua, kakak, adik dan seluruh keluarga yang selalu memberikan bantuan, dukungan dan do'a yang tiada henti kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, ST., MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan saran dan dukungan dalam kemajuan tugas akhir ini.
4. Ibu Desi Nurandi S.T., M.Eng dan Ibu Prof. Ir Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.d selaku dosen penguji yang telah memberikan bantuan dalam bentuk kritik, saran, dan masukan berharga serta memberikan wawasan yang mendalam untuk memperbaiki tugas akhir penulis ke arah yang lebih baik.
5. Seluruh staf dosen dan karyawan di Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan saran dan motivasi dalam penyelesaian tugas Akhir ini secara langsung maupun tidak langsung.
6. Seluruh civitas akademik dan orang-orang yang ada disekitar Fakultas Teknik ULM Banjarbaru yang memberikan penulis pelajaran dan pengalaman yang berharga, mengenai masalah perkuliahan atau pun yang tidak berkaitan dengan itu.

7. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat angkatan 2021 yang selalu membantu, selalu dengan senang hati berbagi informasi dan tukar pendapat mengenai tugas akhir, tanpa kalian semua penulis tidak akan menjadi seperti sekarang.
8. Kakak-kakak Program studi S-1 Teknik kimia yang telah banyak memberikan bantuan dan memberikan masukan yang sangat bermanfaat.
9. HIMATEKKIM ULM, BEM ULM, KSR-PMI Unit ULM Sub Unit Banjarbaru sebagai organisasi yang membesarkan penulis dan memberikan pelajaran yang sangat berkesan di luar perkuliahan.
10. Seluruh Teman dan sahabat penulis yang berada di luar sana yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terimakasih atas bantuan dan doanya.
11. Arya Ginanjar, pasangan penulis (Aisyah Raudanty Aminudin) yang selalu mendukung dan memberi motivasi besar dalam pengerjaan tugas akhir ini
12. Serta semua pihak yang telah memberikan masukan, bantuan dan kerjasamanya

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan pada laporan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua

Banjarbaru, 11 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	I-2
1.2.1 Natrium Difosfat Heptahidrat.....	I-2
1.2.2 Natrium Klorida (NaCl).....	I-3
1.2.3 Asam Fosfat (H ₃ PO ₄).....	I-3
1.2.4 Reaktor <i>Batch</i> Tangki Berpengaduk.....	I-4
1.3 Pemilihan Kapasitas Perancangan	I-5
1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	I-5
1.3.2 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	I-5
1.3.4 Kebutuhan Impor Natrium Difosfat Asia Tenggara	I-8
1.3.5 Kapasitas Minimal	I-11
1.4 Spesifikasi Bahan.....	I-12
BAB II URAIAN PROSES.....	II-1
2.1 Jenis- Jenis Proses.....	II-1
2.2 Uraian Proses	II-5
2.3 Tinjauan Termodinamika.....	II-7
2.3.1 Entalpi Pembentukan (ΔH_f°).....	II-7
2.3.2 Energi Bebas <i>Gibbs</i> (ΔG°).....	II-8
2.3.3 Konstanta Kesetimbangan	II-9
2.4 Tinjauan Kinetika.....	II-11
2.5 Diagram Alir Kualitatif.....	II-12
2.6 Diagram Alir Kuantitatif.....	II-13

2.7 <i>Flow Diagram Process</i>	II-14
BAB III NERACA MASSA.....	III-1
3.1 <i>Mixer NaCl (M-120)</i>	III-1
3.2 <i>Reaktor (R-210)</i>	III-2
3.3 <i>Evaporator (V-310)</i>	III-2
3.4 <i>Kristalizer (X-320)</i>	III-3
3.5 <i>Centrifuge (H-330)</i>	III-4
3.6 <i>Rotary Dryer (B-340)</i>	III-4
3.7 <i>Cyclone (H-344)</i>	III-5
3.8 <i>Cooling Conveyor (J-345)</i>	III-6
3.9 <i>Ball Mill (C-350)</i>	III-6
3.10 <i>Screening (H-352)</i>	III-7
BAB IV NERACA PANAS	IV-1
4.1 <i>Mixer Pengenceran NaCl (M-120)</i>	IV-1
4.2 <i>Heater NaCl (E-122)</i>	IV-2
4.3 <i>Heater Asam Fosfat (E-132)</i>	IV-2
4.4 <i>Reaktor (R-210)</i>	IV-3
4.5 <i>Evaporator (V-310)</i>	IV-4
4.6 <i>Kondensor (E-312)</i>	IV-5
4.7 <i>Crystalizer (X-320)</i>	IV-6
4.8 <i>Rotary Dryer (B-340)</i>	IV-7
4.9 <i>Heater Udara Panas (E-343)</i>	IV-8
4.10 <i>Cooling Conveyor (J-345)</i>	IV-9
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	V-1
5.1 <i>Silo NaCl (F-110)</i>	V-1
5.2 <i>Belt Conveyor NaCl (J-111)</i>	V-1
5.3 <i>Bucket Elevator NaCl (J-112)</i>	V-2
5.4 <i>Bin NaCl (F-113)</i>	V-2
5.5 <i>Mixer (M-120)</i>	V-3
5.6 <i>Pompa Larutan NaCl (L-121)</i>	V-3
5.7 <i>Heater NaCl (E-122)</i>	V-4
5.8 <i>Tangki Penyimpanan Asam Fosfat (F-130)</i>	V-4

5.9 Pompa Larutan Asam Fosfat (L-131)	V-5
5.10 <i>Heater</i> Asam Fosfat (E-132).....	V-5
5.11 Reaktor (R-210)	V-6
5.12 Pompa Reaktor (L-211)	V-8
5.13 Evaporator (V-310).....	V-8
5.14 Pompa Produk Evaporator (L-311).....	V-9
5.15 Kondensor (E-312).....	V-9
5.16 Pompa HCl (L-313)	10
5.17 <i>Crystallizer</i> (X-320).....	V-10
5.18 <i>Belt Conveyor Crystallizer</i> (J-321)	V-14
5.19 <i>Centrifuge</i> (H-330).....	V-14
5.20 <i>Belt Conveyor Centrifuge</i> (J-331).....	V-14
5.21 Pompa <i>Centrifuge</i> (L-332).....	V-15
5.22 Filter Udara (H-341)	V-15
5.23 <i>Blower</i> (G-342)	V-16
5.24 <i>Heater</i> Udara (E-343)	V-16
5.25 <i>Rotary Dryer</i> (B-340)	V-17
5.26 <i>Cyclone</i> (H-344).....	V-19
5.27 <i>Cooling Belt Conveyor</i> (J-345)	V-20
5.28 <i>Ball Mill</i> (C-350).....	V-20
5.29 <i>Belt Conveyor Ballmill</i> (J-351)	V-21
5.30 <i>Screen</i> (H-352).....	V-21
5.31 <i>Belt Conveyor Screen</i> (J-353)	V-22
5.32 <i>Belt Conveyor</i> Produk (J-354)	V-22
5.33 <i>Bucket elevator</i> Produk (J-355).....	V-22
5.34 <i>Bin</i> Produk (F-356)	V-23
5.35 <i>Unit Packaging</i> (P-410)	V-23
5.36 <i>Belt Conveyor</i> Produk (J-411)	V-24
5.37 Gudang Penyimpanan (F-420).....	V-24
5.38 Tangki Penyimpanan HCl (F-430).....	V-24
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VI-1
6.1 Instrumentasi.....	VI-1

6.2 Keselamatan Kerja	VI-6
6.2.1 Bahaya di Pabrik.....	VI-8
6.2.2 Alat Pelindung Diri (APD)	VI-12
BAB VII ANALISIS HAZID DAN HAZOP	VII-1
7.1 Pendahuluan.....	VII-1
7.1.1 Manajemen Risiko	VII-1
7.1.2 Definisi Risiko.....	VII-1
7.1.3 Identifikasi dan Pengendalian Risiko	VII-2
7.2 Hazard.....	VII-3
7.3 HAZOP (<i>Hazard and Operability Study</i>)	VII-44
7.3.1 Deskripsi	VII-44
7.3.2 Konsep HAZOP.....	VII-45
7.3.3 Potensi Bahaya dalam Sistem.....	VII-45
7.3.4 Estimasi Consequences.....	VII-48
7.3.5 Analisis Risiko.....	VII-49
7.3.6 Rekomendasi Mitigasi	VII-52
7.4 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	VII-54
7.5 Kesimpulan	VII-56
BAB VIII TATA LETAK PABRIK	VIII-57
8.1 Lokasi Pabrik	VIII-57
8.2 Tata Letak Bangunan dan Peralatan Pabrik	VIII-5
8.2.1 Layout Pabrik	VIII-6
8.2.2 Tata Letak Alat Proses.....	VIII-10
BAB IX ORGANISASI PERUSAHAAN.....	IX-1
9.1 Organisasi Perusahaan	IX-1
9.1.1 Bentuk Umum Perusahaan	IX-1
9.1.2 Struktur Organisasi	IX-4
9.1.3 Tugas Dan Wewenang.....	IX-8
9.2 Sistem Kerja.....	IX-14
9.3 Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan	IX-16
9.4 Sistem Penggajian.....	IX-18
9.5 BPJS dan Fasilitas Tenaga Kerja	IX-21

BAB X UTILITAS	X-1
10.1 Unit Penyediaan Uap (<i>Steam</i>).....	X-1
10.2 Unit Penyediaan Air.....	X-4
10.3 Unit Pembangkit Listrik.....	X-38
10.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar	X-38
10.5 Unit Pengolahan Limbah	X-40
BAB XI ANALISA EKONOMI.....	XI-1
11.1 Penaksiran Harga Peralatan	XI-2
11.2 Penentuan Total Investasi Modal (TCI).....	XI-3
11.2.1 Investasi Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i>).....	XI-3
11.2.2 Modal Kerja/ <i>Working Capital</i> (WC)	XI-5
11.3 Penentuan Biaya Total Produksi	XI-6
11.3.1 <i>Manufacturing Cost</i> (MC)	XI-6
11.3.2 <i>General Expencc</i>	XI-8
11.4 Total Penjualan	XI-9
11.5 Perkiraan Rugi/Laba Usaha	XI-9
11.6 Analisa Kelayakan	10
11.6.1 <i>Percent Profit on Sales</i> (POS).....	XI-10
11.6.2 <i>Percent Return On Investment</i> (ROI).....	XI-10
11.6.3 <i>Pay Out Time</i> (POT).....	XI-10
11.6.4 <i>Net Present Value</i> (NPV).....	XI-11
11.6.5 <i>Interest Rate of Return</i> (IRR)	XI-11
11.6.6 <i>Break Even Point</i> (BEP).....	XI-12
11.6.7 <i>Shut Down Point</i> (SDP).....	XI-12
BAB XII KESIMPULAN	XII-1
DAFTAR PUSTAKA	DP-1
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	
LAMPIRAN D	
LAMPIRAN E	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Struktur Kimia Natrium Difosfat Heptahidrat.....	I-2
Gambar 1. 2 Struktur Kimia Natrium Klorida	I-3
Gambar 1. 3 Struktur Kimia Asam Fosfat	I-4
Gambar 1. 4 Grafik Perkiraan Kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat	I-8
Gambar 2. 1 Diagram Pembuatan Natrium Difosfat.....	II-2
Gambar 2. 2 Diagram Pembuatan Natrium Difosfat.....	II-2
Gambar 2. 3 Diagram Alir Kualitatif.....	II-12
Gambar 2. 4 Diagram Alir Kualitatif.....	II-13
Gambar 2. 5 <i>Flow Diagram Process</i>	II-14
Gambar 5. 1 Desain Alat Utama Reaktor (R-210).....	V-24
Gambar 5. 2 Desain Alat Utama Kristallizer (X-320)	V-25
Gambar 7. 1 <i>Fault Tree Analysis Boiler</i>	VII-55
Gambar 8. 1 Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik.....	VIII-4
Gambar 8. 2 Tata Letak Bangunan Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat	VIII-8
Gambar 8. 3 Tata Letak Alat Proses	VIII-12
Gambar 9. 1 Struktur Organisasi perusahaan.....	IX-7
Gambar 10. 1 Diagram Alir Unit Utilitas	X-1
Gambar 11. 1 Grafik <i>Break Even Point</i> and <i>Shut Down Point</i>	XI-13

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Natrium Difosfat Heptahidrat (BPS, 2024).....	I-6
Tabel 1. 2 Data Impor di Asia Tenggara	I-9
Tabel 1. 3 Perkiraan Kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat Tahun 2030.....	I-10
Tabel 1. 4 Kapasitas Produksi Komersial (www.chemnet.com/dir.html)	I-11
Tabel 2. 1 Perbandingan Proses.....	II-3
Tabel 2. 2 Data Panas Pembentukan (ΔH_f^{298}).....	II-7
Tabel 2. 3 Nilai ΔG_f° Masing-Masing Komponen	II-8
Tabel 3. 2 Neraca Massa <i>Mixer</i> Natrium Klorida (M-130).....	III-1
Tabel 3. 3 Neraca Massa Reaktor (R-210)	III-2
Tabel 3. 4 Neraca Massa Evaporator (V-310)	III-3
Tabel 3. 5 Neraca Massa Kristalizer (X-320)	III-3
Tabel 3. 6 Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (H-330).....	III-4
Tabel 3. 7 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (B-350).....	III-5
Tabel 3. 8 Neraca Massa <i>Cyclone</i> (H-344).....	III-5
Tabel 3. 9 Neraca Massa <i>Cooling Conveyor</i> (E-365)	III-6
Tabel 3. 10 Neraca Massa <i>Ball Mill</i> (C-350).....	III-6
Tabel 3. 11 Neraca Massa <i>Screening</i> (H-351).....	III-7
Tabel 4. 1 Neraca Panas <i>Mixer</i> NaCl (M-120)	IV-1
Tabel 4. 2 Neraca Panas <i>Heater</i> NaCl (E-122).....	IV-2
Tabel 4. 3 Neraca Panas <i>Heater</i> Asam Fosfat (E-122)	IV-2
Tabel 4. 4 Neraca Panas Reaktor (R-210)	IV-3
Tabel 4. 5 Neraca Panas Evaporator (V-310).....	IV-4
Tabel 4. 6 Neraca Panas Kondenser (E-312).....	IV-5
Tabel 4. 7 Neraca Panas <i>Crystalizer</i> (X-320).....	IV-6
Tabel 4. 8 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (B-340).....	IV-7
Tabel 4. 9 Neraca Panas <i>Heater</i> Udara Panas (E-343)	IV-8
Tabel 4. 10 Neraca Panas <i>Cooling Conveyor</i> (J-345).....	IV-9
Tabel 6. 1 Penggunaan Instrumentasi pada Peralatan Pabrik.....	VI-5
Tabel 6. 2 Lambang Bahaya pada Alat Pabrik	VI-11
Tabel 6.3 Lambang Pemakaian Alat Pelindung Diri pada Area Pabrik	VI-14
Tabel 7. 1 Identifikasi <i>Hazard</i> Bahan.....	VII-4
Tabel 7. 2 Identifikasi Potensi Paparan Bahan Kimia.....	VII-9
Tabel 7. 3 Identifikasi Potensi Paparan Fisis	VII-11
Tabel 7. 4 Identifikasi Hazard Limbah Gas, Cair dan Padat.....	VII-14
Tabel 7. 5 Identifikasi Hazard Peralatan Proses	VII-18
Tabel 7. 6 Identifikasi Hazard Peralatan Utilitas	VII-21
Tabel 7. 7 Identifikasi Hazard <i>Plant Layout</i>	VII-39
Tabel 7. 8 <i>Guide Word</i> dan Deviasi komponen <i>Node</i> Drum Uap	VII-47
Tabel 7. 9 <i>Guide Word</i> dan Deviasi komponen Sistem Pembakaran.....	VII-47
Tabel 7. 10 <i>Guide Word</i> dan Deviasi Sistem Air Umpan	VII-47
Tabel 7. 11 <i>Guide Word</i> dan Deviasi komponen <i>node</i> <i>Blowdown</i>	VII-48
Tabel 7. 12 <i>Guide Word</i> dan Deviasi komponen <i>node</i> <i>Pipa Steam (Downstream)</i> ...	VII-48
Tabel 7. 13 Estimasi <i>Consequences</i> <i>Node</i> <i>Boiler</i>	VII-48
Tabel 7. 14 Analisis Risiko	VII-50

Tabel 7. 15 Rekomendasi Mitigasi Analisis HAZOP <i>Boiler</i>	VII-52
Tabel 8. 1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	VIII-9
Tabel 8.2 Perincian Gaji Karyawan.....	VIII-18
Tabel 9. 1 Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	VIII-16
Tabel 9. 2 Karyawan dan Kualifikasi	VIII-17
Tabel 10. 1 Kebutuhan <i>Steam</i>	X-3
Tabel 10. 2 Kebutuhan Air Pendingin	X-5
Tabel 10. 4 Kebutuhan Air Proses.....	X-6
Tabel 10. 5 Standar Kualitas Air Bersih	X-9
Tabel 10. 6 Syarat-Syarat Air Umpan <i>Boiler</i>	X-15