

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT DARI AMONIA,
KARBON DIOKSIDA DAN KALSIUM SULFAT DENGAN PROSES
MERSEBURG KAPASITAS 320.000 TON/TAHUN**

***PREDESIGN OF AMMONIUM SULFATE PLANT FROM AMMONIA,
CARBON DIOXIDE AND CALCIUM SULFATE BY MERSEBURG PROCESS
WITH 320.000 TON/YEAR CAPACITY***



DISUSUN OLEH:

AULIYANI LUTFI	1910814120010
AZZAHARA NUR FAUZY	1910814320016

DOSEN PEMBIMBING:

Ir. HESTI WIJAYANTI, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 19800529 200501 2 003

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat dari Amonia, Karbon Dioksida dan Kalsium Sulfat dengan Proses Merseburg Kapasitas 320.000 Ton/Tahun

Oleh:

Auliyani Lutfi (1910814120010)
Azzahara Nur Fauzy (1910814320016)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 8 Januari 2024
dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Prof. Ir. Chairul Irawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197504042000031002

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

Pembimbing : Ir. Hesti Wijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D
Utama NIP. 198005292005012003



Banjarbaru, 16 JAN 2024
diketahui dan disahkan oleh:


Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Kimia,



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

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



LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PRA-RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT DARI AMONIA,
KARBON DIOKSIDA DAN KALSIUM SULFAT DENGAN PROSES
MERSEBURG KAPASITAS 320.000 TON/TAHUN**

Disusun oleh:

Auliyani Lutfi 1910814120010

Azzahara Nur Fauzy 1910814320016

Telah disetujui untuk diseminarkan di Program Studi S-1 Teknik Kimia
Universitas Lambung Mangkurat

Banjarbaru, 19 Desember 2023

Dosen Pembimbing



Ir. Hesti Wijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 19800529 200501 2 003

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Auliyani Lutfi

Azzahara Nur Fauzy

NIM : 1910814120010

1910814320016

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam Laporan 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 apapun.

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

Banjarbaru, Januari 2024



Auliyani Lutfi

1910814120010



Azzahara Nur Fauzy

191081320016

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya jualah kami dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pra-rancangan Pabrik Amonium Sulfat dari Amonia, Karbon Dioksida dan Gypsum Dengan Proses Merseburg Kapasitas 320.000 Ton/tahun”. Penyelesain tugas ini bertujuan untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir dan sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat. Pada penyusunan tugas ini penulis dihadapkan dengan berbagai rintangan serta kendala yang akhirnya dapat diatasi berkat adanya bantuan, baik berupa bimbingan, pengarahan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karenanya, pada kesempatan ini izinkan penulis untuk mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga besar yang selalu memberi dukungan baik dukungan moral maupun moril serta doa untuk kami selama berjuang menyelesaikan tugas akhir.
2. Ibu Ir. Hesti Wijayanti, ST., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing dan memberikan bantuan kepada kami berupa saran, masukan serta ilmu yang berguna dalam pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Ir. Chairul Irawan, S.T., M.T., Ph.D. dan Ibu Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji tugas akhir kami yang telah memberikan saran dan kritik untuk hasil yang terbaik pada tugas prarancangan pabrik ini.
4. Seluruh dosen Program Studi S-1 Teknik Kimia yang telah memberikan kami banyak ilmu semasa perkuliahan sehingga kami dapat menyelesaikan tugas prarancangan pabrik ini dengan baik.
5. Seluruh keluarga besar Prodi S-1 Teknik Kimia ULM Angkatan 2019, terutama teman-teman terdekat kami yang banyak membantu dan bersedia membagikan ilmunya serta senantiasa memberikan motivasi, tak lupa juga kepada Alumni yang selalu bersedia menjadi tempat untuk kami bertukar pikiran agar kami dapat menyelesaikan tugas prarancangan pabrik ini.

6. Semua pihak yang telah membantu kami untuk terselesaikannya tugas prarancangan pabrik ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan pada tugas prarancangan ini dikarenakan kami juga manusia yang tidak luput dari yang namanya kesalahan. Oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun dan konstruktif sangat diperlukan sekali oleh penulis agar nanti dapat bermanfaat untuk kedepannya. Akhir kata, penulis hanya bisa berharap semoga apa yang tersaji dalam tugas prarancangan pabrik ini dapat kita ambil manfaatnya baik untuk masa sekarang ataupun masa yang akan datang. Aamiin.

Banjarbaru, 19 Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka	I-2
1.2.1 Bahan Baku	I-2
1.2.2 Produk Utama.....	I-4
1.2.3 Kegunaan Produk	I-4
1.3 Penentuan Kapasitas Perancangan.....	I-4
1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	I-4
1.3.2 Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri	I-5
1.3.3 Kebutuhan Amonium Sulfat	I-6
1.3.4 Kapasitas Perancangan Pabrik.....	I-8
1.4 Spesifikasi Bahan	I-8
1.4.1 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku	I-8
1.4.2 Sifat Fisik dan Kimia Produk	I-11
BAB II URAIAN PROSES	II-1
2.1 Jenis-Jenis Proses	II-1
2.1.1 Proses <i>Merseburg</i> (Reaksi Antara <i>Gypsum</i> dan Amonium)	II-1
2.1.2 Proses Netralisasi (Reaksi Antara Amonia dan Asam Sulfat).....	II-2
2.1.3 Proses Marino (Reaksi Amonia dengan Sulfur Dioksida)	II-3
2.1.4 Proses Karbonasi Batubara	II-4
2.2 Seleksi Proses.....	II-6
2.3 Uraian Proses	II-7
2.3.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku	II-8
2.3.2 Tahap Reaksi	II-8
2.3.3 Tahap Pemurnian dan Pengepakan	II-9

2.4	Tinjauan Termodinamika.....	II-10
2.4.1	Panas Pembentukan Standar (ΔH_f°).....	II-11
2.4.2	Energi Bebas Gibbs.....	II-12
2.4.3	Harga Kesetimbangan Kimia (K).....	II-13
2.5	Tinjauan Kinetika (k).....	II-14
2.6	Diagram Alir Kualitatif.....	II-15
2.7	Diagram Alir Kuantitatif.....	II-16
2.8	Diagram Alir Proses.....	II-17
BAB III NERACA MASSA.....		III-1
3.1	Absorber.....	III-1
3.2	Mixer.....	III-2
3.3	Reaktor.....	III-2
3.4	RDVF.....	III-3
3.5	Evaporator.....	III-3
3.6	Crystallizer.....	III-4
3.7	Rotary Dryer.....	III-4
3.8	Ball Mill.....	III-4
3.9	<i>Screening</i>	III-5
BAB IV NERACA PANAS.....		IV-1
4.1	Vaporizer NH ₃	IV-1
4.2	Vaporizer CO ₂	IV-2
4.3	Expander NH ₃	IV-2
4.4	Expander CO ₂	IV-3
4.5	Cooler.....	IV-3
4.6	Heater CO ₂	IV-4
4.7	Absorber.....	IV-4
4.8	<i>Heater</i> (NH ₄) ₂ CO ₃	IV-5
4.9	<i>Mixer</i>	IV-5
4.10	Reaktor.....	IV-6
4.11	RDVF.....	IV-6
4.12	Evaporator.....	IV-7
4.13	<i>Crystalizer</i>	IV-7
4.14	<i>Rotary Dryer</i>	IV-8

4.15	<i>Cooling Conveyor</i>	IV-8
BAB V SPESIFIKASI ALAT		V-1
5.1	Tangki Penyimpanan Amonia.....	V-1
5.2	Pompa Tangki Amonia	V-1
5.3	<i>Vaporizer</i>	V-2
5.4	<i>Expander</i>	V-2
5.5	<i>Cooler</i>	V-3
5.6	Tangki Penyimpanan Karbondioksida	V-3
5.7	Pompa Tangki Karbondioksida	V-4
5.8	<i>Vaporizer</i>	V-4
5.9	<i>Expander</i>	V-5
5.10	<i>Heater-01</i>	V-5
5.11	<i>Absorber</i>	V-6
5.12	<i>Heater-02</i>	V-7
5.13	Pompa Absorber	V-7
5.14	Gudang Penyimpanan Gypsum	V-8
5.15	<i>Bucket Elevator Gypsum</i>	V-8
5.16	<i>Mixer</i>	V-8
5.17	Reaktor.....	V-9
5.18	<i>Rotary Drum Vacum Filter (RDVF)</i>	V-11
5.19	Pompa Rotary Drum Vacum Filter	V-12
5.20	<i>Evaporator</i>	V-12
5.21	Pompa Evaporator	V-13
5.22	<i>Crystallizer</i>	V-13
5.23	<i>Screw Conveyor</i>	V-13
5.24	<i>Rotary Dyer</i>	V-14
5.25	<i>Cooling Conveyor</i>	V-18
5.26	<i>Ball Mill</i>	V-18
5.27	Screening.....	V-18
5.28	Bucket Elevator Amonium Sulfat Oversize	V-18
5.29	<i>Bucket Elevator Produk Akhir Amonium Sulfat</i>	V-19
5.30	<i>Bin (NH₄)₂SO₄</i>	V-19
5.31	Unit Pengemasan.....	V-19

5.32	Gudang Produk	V-19
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA		VI-1
6.1	Instrumentasi	VI-1
6.2	Keselamatan Kerja	VI-5
6.3	Pengadaan Sistem Manajemen OHSAS 18001 dan ISO 14001.....	VI-10
BAB VII TATA LETAK PABRIK		VII-1
7.1	Lokasi Pabrik	VII-1
7.1.1	Faktor Primer	VII-1
7.1.2	Faktor Sekunder	VII-3
7.2	Tata Letak Bangunan dan Peralatan Proses	VII-6
BAB VIII ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN		VIII-1
8.1	Organisasi Perusahaan.....	VIII-1
8.2	Bentuk Perusahaan	VIII-1
8.3	Struktur Organisasi.....	VIII-2
8.4	Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab	VIII-6
8.4.1	Pemegang Saham	VIII-6
8.4.2	Dewan Komisaris	VIII-6
8.4.3	Direktur Utama.....	VIII-6
8.4.4	Staf Ahli	VIII-8
8.4.5	Sekretaris.....	VIII-8
8.4.6	Manajer	VIII-8
8.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	VIII-9
8.6	Status Karyawan dan Sistem Upah.....	VIII-11
8.7	Jumlah Karyawan dan Gaji	VIII-13
8.8	Kesejahteraan Sosial Karyawan	VIII-16
8.9	Manajemen Perusahaan	VIII-17
BAB IX UTILITAS		IX-1
9.1	Unit Penyediaan <i>Steam</i> (Boiler)	IX-1
9.1.1	Kebutuhan <i>Steam</i>	IX-1
9.1.2	Spesifikasi Peralatan Penyediaan <i>Steam</i>	IX-2
9.2	Unit penyediaan Air	IX-3
9.2.1	Kebutuhan Air Pabrik.....	IX-3
9.2.2	Pengolahan Air	IX-7

9.2.3	Kebutuhan Bahan Kimia untuk Pengolahan Air	IX-10
9.2.4	Spesifikasi Peralatan Unit Penyediaan Air	IX-11
9.3	Unit Pembangkit Listrik	IX-30
9.3.1	Kebutuhan Listrik Pabrik	IX-31
9.3.2	Unit Penyediaan Listrik	IX-36
9.4	Unit Penyedia Bahan Bakar	IX-36
9.4.1	Kebutuhan Bahan Bakar	IX-37
9.4.2	Spesifikasi Alat Penyediaan Bahan Bakar	IX-37
9.5	Unit Pengolahan Limbah	IX-38
9.5.1	Laboratorium	IX-39
9.5.2	Spesifikasi Alat Pengelolaan Limbah	IX-41
BAB X ANALISA EKONOMI		X-1
10.1.	Penaksiran Harga Peralatan	X-2
10.2.	Penentuan Investasi Modal Total (TCI)	X-2
10.2.1.	Investasi Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i>)	X-3
10.2.2.	Modal Kerja / <i>Working Capital</i> (WC)	X-5
10.2.3.	<i>Plant Start Up</i>	X-6
10.3.	Penentuan Biaya Total Produksi (TPC)	X-6
10.3.1.	<i>Manufacturing Cost</i> (MC)	X-6
10.3.2.	<i>General Expense</i>	X-8
10.4.	Total Penjualan	X-9
10.5.	Perkiraan Laba Usaha	X-9
10.6.	Analisa Kelayakan	X-10
10.6.1.	<i>Percent Profit on Sales</i> (POS)	X-10
10.6.2.	<i>Percent Return On Investment</i> (ROI)	X-10
10.6.3.	<i>Pay Out Time</i> (POT)	X-11
10.6.4.	<i>Net Present Value</i> (NPV)	X-11
10.6.5.	<i>Interest Rate of Return</i> (IRR)	X-11
10.6.6.	<i>Break Even Point</i> (BEP)	X-12
10.6.7.	<i>Shut Down Point</i> (SDP)	X-13
BAB XI KESIMPULAN		XI-1
DAFTAR PUSTAKA		DP-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Pembuatan Amonium Sulfat dengan Proses <i>Merseburg</i>	II-2
Gambar 2.2 Diagram Alir Pembuatan Amonium Sulfat dengan Proses Netralisasi	II-3
Gambar 2.3 Diagram Alir Pembuatan Ammonium Sulfat dengan Proses Marino	II-4
Gambar 2.4 Diagram Alir Kualitatif Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat dengan Proses Karbonasi Batubara (<i>Cake Oven Gas</i>)	II-15
Gambar 2.5 Diagram Alir Kualitatif Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat dengan Proses <i>Merseburg</i>	II-15
Gambar 2.6 Diagram Alir Kuantitatif Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat dengan Proses <i>Merseburg</i>	II-16
Gambar 2.7 Diagram Alir Proses Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat dengan Proses <i>Merseburg</i>	II-17
Gambar 5.1 Major Design Absorber (D-210).....	V-21
Gambar 5.2 Major Design reaktor (R-240)	V-22
Gambar 7.1 Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik	VII-5
Gambar 7.2 Tata Letak Bangunan Pabrik	VII-9
Gambar 7.3 Tata Letak Peralatan Proses (Skala 1:1000).....	VII-10
Gambar 9.1 Diagram Alir Unit Utilitas	IX-43
Gambar 10.1 Grafik Break Event Point dan Shut Down Point	X-14

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produsen Bahan Baku di Indonesia (PT Petrokimia Gresik, 2023).....	I-5
Tabel 1.2 Pabrik Amonium Sulfat yang Telah Beroperasi	I-5
Tabel 1.3 Data Impor Amonium Sulfat (BPS, 2023).....	I-6
Tabel 1.4 Data Ekspor Amonium Sulfat (BPS, 2023)	I-6
Tabel 1.5 Data Produksi Amonium Sulfat (APPI, 2023).....	I-7
Tabel 1.6 Data Konsumsi Amonium Sulfat (APPI, 2023).....	I-7
Tabel 2.1 Seleksi Proses Pembuatan Amonium Sulfat	II-6
Tabel 2.2 Harga (ΔH_f°) Masing-Masing Komponen.....	II-11
Tabel 2.3 Harga (ΔG_f°) Masing-Masing Komponen.....	II-12
Tabel 3.1 Neraca Massa <i>Absorber</i>	III-1
Tabel 3.2 Neraca Massa <i>Mixer</i>	III-2
Tabel 3.3 Neraca Massa Reaktor	III-2
Tabel 3.4 Neraca Massa RDVF	III-3
Tabel 3.5 Neraca Massa <i>Evaporator</i>	III-3
Tabel 3.6 Neraca Massa <i>Crystallizer</i>	III-4
Tabel 3.7 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i>	III-4
Tabel 3.8 Neraca Massa <i>Ball Mill</i>	III-5
Tabel 3.9 Neraca Massa <i>Screening</i>	III-5
Tabel 4.1 Neraca Panas <i>Vaporizer</i> NH_3	IV-1
Tabel 4.2 Neraca Panas <i>Vaporizer</i> CO_2	IV-2
Tabel 4.3 Neraca Panas <i>Expander</i> NH_3	IV-2
Tabel 4.4 Neraca Panas <i>Exspander</i> CO_2	IV-3
Tabel 4.5 Neraca Panas <i>Cooler</i>	IV-3
Tabel 4.6 Neraca Panas <i>Heater</i> CO_2	IV-4
Tabel 4.7 Neraca Panas Absorber.....	IV-4
Tabel 4.8 Neraca <i>Heater</i> $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	IV-5
Tabel 4.9 Neraca Panas <i>Mixer</i>	IV-5
Tabel 4.10 Neraca Panas Reaktor.....	IV-6
Tabel 4.11 Neraca Panas RDVF	IV-6
Tabel 4.12 Neraca Panas Evaporator.....	IV-7
Tabel 4.13 Neraca Panas <i>Crystalizer</i>	IV-7

Tabel 4.14 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i>	IV-8
Tabel 4.15 Neraca Panas <i>Cooling Conveyor</i>	IV-8
Tabel 6.1 Instrumen Alat Pada Prarancangan Pabrik Ammonium Sulfat.....	VI-5
Tabel 6.2 Alat Pelindung Diri pada Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat.....	VI-7
Tabel 7.1 Rincian Luas Tanah dan Penggunaannya.....	VII-8
Tabel 8.1 Jadwal Kerja Masing-Masing Regu.....	VIII-12
Tabel 8.2 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	VIII-12
Tabel 8.3 Perincian Jumlah Karyawan	VIII-13
Tabel 8.4 Perincian Gaji.....	VIII-15
Tabel 9.1 Kebutuhan <i>Steam</i> untuk Pemanas	IX-2
Tabel 9.2 Kebutuhan Air Pendingin	IX-3
Tabel 9.3 Kebutuhan Air Proses	IX-4
Tabel 9.4 Kebutuhan Air Sanitasi untuk Berbagai Kebutuhan.....	IX-6
Tabel 9.5 Standar Kualitas Air Bersih	IX-6
Tabel 9.6 Syarat-Syarat Air Umpan Boiler.....	IX-10
Tabel 9.7 Kebutuhan Listrik Unit Proses.....	IX-32
Tabel 9.8 Kebutuhan Listrik Unit Utilitas	IX-33
Tabel 9.9 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan.....	IX-34