

**PRARANCANGAN PABRIK PUPUK KALIUM SULFAT DARI KALIUM
OKSIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES DEKOMPOSISI
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

***PRE-DESIGN OF POTASSIUM SULFATE FERTILIZER PLANT FROM
POTASSIUM OXIDE AND SULFURIC ACID BY DECOMPOSITION
PROCESS CAPACITY OF 20,000 TON/YEAR***



DISUSUN OLEH:

RIZKA SAFITRI	2010814320006
SULIS SRI WAHYUNI	2010814320014

PEMBIMBING:

Prof. Ir. IRYANTI FATYASARI NATA S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19750113 200003 2 003

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

2024

**PRARANCANGAN PABRIK PUPUK KALIUM SULFAT DARI KALIUM
OKSIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES DEKOMPOSISI
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

***PRE-DESIGN OF POTASSIUM SULFATE FERTILIZER PLANT FROM
POTASSIUM OXIDE AND SULFURIC ACID BY DECOMPOSITION
PROCESS CAPACITY OF 20,000 TON/YEAR***



DISUSUN OLEH:

RIZKA SAFITRI	2010814320006
SULIS SRI WAHYUNI	2010814320014

PEMBIMBING:

Prof. Ir. IRYANTI FATYASARI NATA S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19750113 200003 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 PUPUK KALIUM SULFAT DARI KALIUM
OKSIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES DEKOMPOSISI
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

Oleh:

RIZKA SAFITRI	2010814320006
SULIS SRI WAHYUNI	2010814320014

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 18 Juli 2024 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Desi Nurandini S.T. M.Eng.
NIP. 19871115 201504 2 004

Anggota : Prof. Meilana Dharma Putra S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 19820501 200604 1 014

Pembimbing : Prof. Ir. Iryanti F. Nata, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19750113 200003 2 003

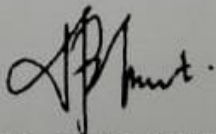
Banjarbaru, **18 JULI 2024**

diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**


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

**Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Kimia**


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

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK PUPUK KALIUM SULFAT DARI KALIUM
OKSIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES DEKOMPOSISI
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

**PRE-DESIGN OF POTASSIUM SULFATE FERTILIZER PLANT FROM
POTASSIUM OXIDE AND SULFURIC ACID BY DECOMPOSITION
PROCESS CAPACITY OF 20,000 TON/YEAR**

DISUSUN OLEH :

RIZKA SAFITRI

2010814320006

SULIS SRI WAHYUNI

2010814320014

Telah disetujui untuk diseminarkan di Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM

Banjarbaru, Juli 2023

Dosen Pembimbing,



Prof. Ir. Iryanti Fatyasari Nata, ST., MT., Ph.D

NIP 19750113 200003 2 003

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	NIM
Rizka Safitri	2010814320006
Sulis Sri Wahyuni	2010814320014

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, 18 Juli 2024



Rizka Safitri

NIM. 2010814320006

Banjarbaru, 18 Juli 2024



Sulis Sri Wahyuni

NIM. 2010814320014

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik Pupuk Kalium Sulfat dari Kalium Oksida dan Asam Sulfat dengan Proses Dekomposisi Kapasitas 20.000 Ton/Tahun”. Tugas ini disusun dalam rangka memenuhi mata kuliah tugas perancangan pabrik kimia atau tugas akhir serta sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua tercinta, kakak, adik, dan seluruh keluarga besar kami yang telah memberikan segala bantuan, dukungan moral dan moril serta do'a yang tiada henti kepada kami mulai dari awal kuliah hingga kami menyelesaikan perkuliahan.
2. Ibu Prof. Ir. Iryanti Fatyasari Nata, ST., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir kami di Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM yang telah membimbing dan memberi saran dan masukan yang berguna dalam kemajuan tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM yang telah memberikan masukan terhadap perkuliahan kami.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Kimia yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam pengerjaan tugas akhir ini dan senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat untuk kami selama masa perkuliahan.
5. Seluruh staf Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan bantuan dalam urusan administrasi sebagai mahasiswa selama menuntut ilmu di ULM.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat angkatan 2020 yang selalu menemani dan bersama dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan.

7. Seluruh keluarga besar Mahasiswa dan Alumni Teknik Kimia ULM yang telah mau meluangkan waktunya berbagi informasi, memberikan saran serta memberikan beberapa literatur yang sangat membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
8. Seluruh civitas akademik dan orang-orang yang ada di sekitar Fakultas Teknik ULM Banjarbaru yang memberikan kami pelajaran dan pengalaman yang berharga selama perkuliahan.
9. Seluruh teman dan sahabat kami yang berada di luar sana yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan do'anya.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan, seperti kita ketahui bahwa tidak ada manusia yang sempurna, kami hanya bisa berusaha melakukan yang terbaik dan semaksimal mungkin. Adanya kekurangan pada tugas akhir ini, maka kami mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi diperolehnya hasil yang maksimal dan terbaik dari tugas akhir ini. Semoga tugas akhir Prarancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Banjarbaru, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
INTISARI	1
BAB I	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka	I-2
1.2.1 Kalium Sulfat (K_2SO_4).....	I-2
1.2.2 Kalium Oksida (K_2O).....	I-3
1.2.3 Asam Sulfat (H_2SO_4)	I-3
1.3 Pemilihan Kapasitas Pabrik.....	I-4
1.4 Spesifikasi Bahan	I-8
1.4.1 Bahan Baku	I-8
1.4.2 Produk Utama	I-9
BAB II	II-10
2.1 Seleksi Proses	II-10
2.2 Uraian Proses.....	II-12
2.2.1 Tahap Pemisahan Bahan Baku.....	II-12
2.2.2 Tahap Reaksi	II-12
2.2.3 Tahap Pemurnian dan Penyimpanan.....	II-13
2.3 Tinjauan Termodinamika	II-13
2.4 Tinjauan Kinetika	II-16
BAB III	III-20
3.1 Reaktor (R-210).....	III-20
3.2 <i>Crystallizer</i> (X-310)	III-21
3.3 <i>Centrifuge</i> (H-312)	III-21
3.4 <i>Rotary Dryer</i> (B-320).....	III-22
3.5 <i>Cyclone</i> (H-324)	III-22
3.6 <i>Ball Mill</i> (C-326).....	III-23
3.7 <i>Screen</i> (H-327)	III-24

BAB IV	V-25
4.1 <i>Heater Asam Sulfat (E-122)</i>	IV-25
4.2 Reaktor (R-210).....	IV-26
4.3 <i>Cooler (E-212)</i>	IV-26
4.4 <i>Crystallizer (X-310)</i>	IV-27
4.5 <i>Rotary Dryer (B-320)</i>	IV-28
4.6 <i>Heater Udara Panas (E-323)</i>	IV-28
4.7 <i>Cooling Conveyor (J-325)</i>	IV-29
BAB V.....	V-30
5.1 Gudang Kalium Oksida (F-110).....	V-30
5.2 <i>BELT CONVEYOR 1 (J-111)</i>	V-30
5.3 <i>BUCKET ELEVATOR 1 (J-112)</i>	V-31
5.4 <i>HOPPER KALIUM OKSIDA (F-113)</i>	V-31
5.5 TANGKI ASAM SULFAT (F-120).....	V-32
5.6 POMPA ASAM SULFAT (L-121)	V-32
5.7 <i>HEATER ASAM SULFAT (E-122)</i>	V-33
5.8 REAKTOR (R-210)	V-33
5.9 POMPA REAKTOR (L-211).....	V-35
5.10 <i>COOLER (E-212)</i>	V-35
5.11 <i>CRYSTALLIZER (X-310)</i>	V-36
5.12 <i>SCREW CONVEYOR 1 (J-311)</i>	V-37
5.13 <i>CENTRIFUGE (H-312)</i>	V-38
5.14 POMPA KE WWTP (L-313).....	V-38
5.15 <i>SCREW CONVEYOR 2 (J-314)</i>	V-39
5.16 ROTARY DRYER (B-320).....	V-39
5.17 <i>BLOWER (G-321)</i>	V-42
5.18 AIR FILTER (H-322)	V-43
5.19 <i>AIR HEATER (E-323)</i>	V-43
5.20 <i>CYCLONE (H-324)</i>	V-44
5.21 <i>COLLING CONVEYOR (J-325)</i>	V-44
5.22 <i>BALL MILL (C-326)</i>	V-45
5.23 <i>SCREENING (H-327)</i>	V-45
5.24 <i>BUCKET ELEVATOR 2 (J-328)</i>	V-46
5.25 <i>BUCKET ELEVATOR 3 (J-329)</i>	V-46

5.26	BIN KALIUM SULFAT (F-330).....	V-47
5.27	<i>PACKING UNIT</i> (P-331).....	V-47
5.28	<i>BELT CONVEYOR 2</i> (J-111).....	V-48
5.29	GUDANG KALIUM SULFAT (F-333).....	V-48
BAB VI.....		VI-49
6.1	Instrumentasi	VI-49
6.2	Keselamatan Kerja	VI-55
6.3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pabrik Kalium Sulfat.....	VI-57
6.3.1	Pencegahan Terhadap Kebakaran dan Ledakan.....	VI-58
6.3.2	Pencegahan Terhadap Bahaya Mekanis.....	VI-60
6.3.3	Pencegahan Terhadap Bahaya Listrik.....	VI-60
6.3.4	Pencegahan Terhadap Gangguan Kesehatan	VI-61
6.3.5	Alat Pelindung Diri (APD)	VI-61
BAB VII		VII-64
7.1	Lokasi Pabrik.....	VII-64
7.2	Tata Letak Pabrik	VII-68
7.3	Tata Letak Pabrik dan Perincian Luas Tanah.....	VII-69
7.4	Tata Letak Peralatan Proses.....	VII-72
BAB VIII.....		VIII-75
8.1	Organisasi Perusahaan.....	VIII-75
8.1.1	Bentuk Perusahaan	VIII-75
8.1.2	Struktur Organisasi	VIII-77
8.1.3	Tugas dan Wewenang	VIII-81
8.2	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	VIII-88
8.3	Status Karyawan dan Sistem Upah	VIII-90
8.4	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	VIII-91
8.4.1	Penggolongan Jabatan.....	VIII-91
8.4.2	Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji Pegawai.....	VIII-92
8.5	Tata Tertib	VIII-94
8.6	BPJS Ketenagakerjaan dan Fasilitas Tenaga Kerja.....	VIII-94
BAB IX.....		IX-97
9.1	Unit Pengolahan Air	IX-97
9.1.1	Kebutuhan Air.....	IX-97
9.1.2	Pengolahan Air.....	IX-100

9.1.3	Spesifikasi Alat Unit Pengolahan Air	X-105
9.2	Unit Penyedia Steam	IX-117
9.2.1	Kebutuhan Uap (<i>Steam</i>)	IX-117
9.3	Unit Pembangkit Listrik	IX-119
9.4	Unit Penyedia Bahan Bakar	IX-120
1.	Tangki Bahan Bakar (F-270)	IX-120
2.	Pompa Bahan Bakar (L-271)	IX-120
9.5	Unit Pengelolaan Limbah	IX-121
1.	Bak Penampungan Limbah	IX-122
2.	Bak Pengendapan Limbah	IX-122
3.	Bak Aerasi	IX-122
BAB X	X-125
10.1	Penaksiran Harga Peralatan	X-126
10.2	Penentuan Investasi Modal Total (TCI)	X-126
10.2.1	Investasi Modal Tetap (Fixed Capital Investment)	X-127
10.2.2	Modal Kerja (WCI)	X-129
10.2.3	Plant Start Up	X-130
10.3	Penentuan Biaya Total Produksi (TPC)	X-130
10.3.1	Manufacturing Cost (<i>MC</i>)	X-130
10.3.2	General Expense	X-132
10.4	Total Penjualan	X-133
10.5	Perkiraan Laba Usaha	X-133
10.6	Analisa Kelayakan	X-133
10.6.1	<i>Percent Profit on Sales (POS)</i>	X-134
10.6.2	<i>Percent Return On Investment (ROI)</i>	X-134
10.6.3	<i>Pay Out Time (POT)</i>	X-134
10.6.4	<i>Net Present Value (NPV)</i>	X-135
10.6.5	Interest Rate of Return (<i>IRR</i>)	X-135
10.6.6	<i>Break Even Point (BEP)</i>	X-136
10.6.7	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	X-136
BAB XI	XI-139
DAFTAR PUSTAKA	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Struktur Kimia Kalium Sulfat.....	I-2
Gambar 1. 2 Struktur Kimia Asam Sulfat	I-3
Gambar 2. 1 Diagram Alir Kualitatif Proses Pembuatan Kalium Sulfat Dari Kalium Oksida Dan Asam Sulfat dengan Proses Dekomposisi Kapasitas 20.000 Ton/Tahun	II-17
Gambar 2. 2 Diagram Alir Kuantitatif Proses Pembuatan Kalium Sulfat Dari Kalium Oksida dan Asam Sulfat dengan Proses Dekomposisi Kapasitas 20.000 Ton/Tahun.....	II-18
Gambar 7. 1 Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik Pupuk Kalium Sulfat .	VII-67
Gambar 7. 2 Tata Letak Bangunan Pabrik Pupuk Kalium Sulfat.....	VII-71
Gambar 7. 3 Skema Alat Proses Pabrik Pupuk Kalium Sulfat.....	VII-74
Gambar 8. 1 Bagan Struktur Pabrik Pupuk Kalium Sulfat	VIII-80
Gambar 9. 1 Diagram Alir Unit Utilitas	IX-124
Gambar 10. 1 <i>Break Event Point</i> dan <i>Shutdown Point</i> Prarancangan Pabrik Kalium Sulfat dari Kalium Oksida dan Asam Sulfat dengan proses Dekomposisi Kapasitas 20.000 Ton/Tahun	X-138

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Data Kebutuhan Pupuk Kalium Sulfat di Indonesia.....	I-4
Tabel 1. 2	Data Produksi Pupuk Kalium Sulfat P.T. Petrokimia Gresik	I-4
Tabel 1. 3	Data Kebutuhan Pupuk Kalium Sulfat di Dunia pada Tahun 2022	I-7
Tabel 1. 4	Data Kapasitas Pabrik Pupuk Kalium Sulfat.....	I-7
Tabel 2. 1	Seleksi Proses Pembuatan Kalium Sulfat.....	II-11
Tabel 2. 2	Nilai ΔH_f dan ΔG_f	II-14
Tabel 3. 1	Neraca Massa Reaktor	III-20
Tabel 3. 2	Neraca Massa <i>Crystallizer</i>	III-21
Tabel 3. 3	Neraca Massa <i>Centrifuge</i>	III-21
Tabel 3. 4	Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i>	III-22
Tabel 3. 5	Neraca Massa <i>Cyclone</i>	III-23
Tabel 3. 6	Neraca Massa <i>Ball Mill</i>	III-23
Tabel 3. 7	Neraca Massa <i>Screen</i>	III-24
Tabel 4. 1	Neraca Panas <i>Heater</i> Asam Sulfat	IV-25
Tabel 4. 2	Neraca Panas Reaktor.....	IV-26
Tabel 4. 3	Neraca Panas <i>Cooler</i>	IV-27
Tabel 4. 4	Neraca Panas <i>Crystallizer</i>	IV-27
Tabel 7. 1	Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik	VII-69
Tabel 8. 1	Jadwal Kerja Masing-Masing Per Kelompok	VIII-89
Tabel 9. 1	Kebutuhan Air Pendingin	IX-98
Tabel 9. 2	Kebutuhan Air Sanitasi	IX-99
Tabel 9. 3	Kebutuhan Air Keseluruhan.....	IX-99
Tabel 9. 4	Standar Kualitas Air Bersih.....	IX-100
Tabel 9. 5	Syarat-syarat Air Umpan Boiler.....	IX-105
Tabel 9. 6	Kebutuhan Steam	IX-119

INTISARI

Kalium sulfat dikenal sebagai garam abu sulfur, merupakan garam yang terdiri dari kristal putih yang dapat larut dalam air dan tidak mudah terbakar. Pupuk K_2SO_4 mengandung unsur kalium (K) yang sangat diperlukan oleh tanah yang membantu menyuburkan tanaman, memperkuat tubuh tanaman agar daun, bunga, dan buah tidak mudah gugur. Pabrik pupuk kalium sulfat dirancang dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dengan bahan baku kalium oksida dan asam sulfat. Pabrik pupuk kalium sulfat ini direncanakan didirikan pada tahun 2028. Kalium sulfat dibuat dengan mereaksikan kalium oksida (K_2O) dengan asam sulfat (H_2SO_4). Reaksi dilakukan dalam Reaktor *Batch* pada suhu $90^\circ C$, tekanan 1 atm dengan konversi 93,01%. Di reaktor terjadi reaksi dalam fase cair-cair, *irreversible* dan eksotermis. Larutan hasil reaktor kemudian dialirkan ke *crystallizer* untuk proses pengkristalan. Kristal K_2SO_4 . Kristal yang keluar dari *centrifuge* kemudian dikeringkan menggunakan udara panas di dalam *rotary dryer*. Keluaran *rotary dryer* berupa kristal selanjutnya dihaluskan dengan *crusher* dan di *screening* dengan ukuran 20-40 *mesh*. Kemudian produk disimpan di tangka penyimpanan dengan kemurnian 99%.

Pabrik pupuk kalium sulfat ini beroperasi selama 330 hari kerja dalam 1 tahun dan dioperasikan mulai tahun 2028. Lokasi yang dipilih adalah di Kawasan Purworejo, Jawa Tengah seluas 35,005 m^2 . Kebutuhan utilitas diambil dari sungai jali sebanyak 153434,1691 kg/jam. Sedangkan kebutuhan listrik untuk operasional pabrik sebesar 444,0060 kW disuplai dari generator. Untuk mengantisipasi adanya pemadaman maupun saat terjadi perawatan, maka disediakan generator yang berlebih. Bahan bakar untuk generator maupun boiler tersebut dipakai solar sebanyak 61,7773 liter/jam.

Nilai *Return on Investment* (ROI) sesudah pajak untuk pabrik ini sebesar 8%, *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak sebesar 5,68 tahun, sedangkan kapasitas *Break Even Point* (BEP) adalah 59,41% kapasitas dan *Shut Down Point* (SDP) adalah sebesar 31,92%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa layak untuk dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Kata kunci : Kalium Sulfat, Kalium oksida, asam sulfat