

SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT DARI
LIMBAH FOSFOGIPSUM DAN AMONIA DENGAN KAPASITAS
PRODUKSI 300.000 TON/TAHUN**



OLEH :

RINANDA ZHAHIRA

2110017411027

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS BUNG HATTA

PADANG



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT DARI LIMBAH FOSFOGIPSUM
DAN AMONIA DENGAN KAPASITAS 300.000 TON/TAHUN

OLEH :

Rinanda Zhahira

2110017411027

Disetujui oleh:

Pembimbing

Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T.

Diketahui oleh :

Fakultas Teknologi Industri

Dekan



Prof. Dr. Eng Reni Desmiarti, ST, MT

Jurusan Teknik Kimia

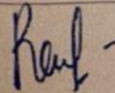
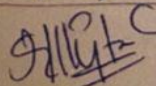
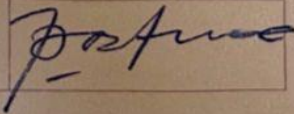
Ketua

Dr. Maria Ulfah, ST, MT

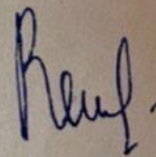


**LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI/
PRA RANCANGAN PABRIK**

Nama : Rinanda Zhahira
NPM : 2110017411027
Tanggal Sidang : 27 Agustus 2025

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Pembimbing	Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T	
Penguji	1. Dr. Ellyta Sari, S.T., M.T	
	2. Prof. Dr. Pasymi, S.T, M.T.	

Pembimbing,



Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

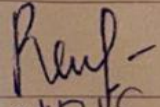
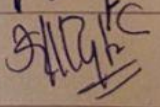
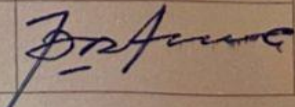
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI

PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT DARI LIMBAH FOSFOGIPSUM
DAN AMONIA DENGAN KAPASITAS 300.000 TON/TAHUN

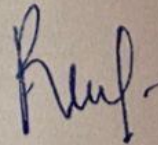
Oleh :

Rinanda Zhahira
2110017411027

Sidang Tugas Akhir Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta Dengan Team Penguji :

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Pembimbing	Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T	
Penguji	1. Dr. Ellyta Sari, S.T., M.T	
	2. Prof. Dr. Pasymi, ST, M.T.	

Pembimbing,



Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi yang berjudul Pra Rancangan Pabrik Amonium Sulfat dari Limbah Fosfopogypsum dan Amonia dengan Kapasitas 300.000 Ton/Tahun. Proposal tugas akhir ini disusun dengan kerja keras penulis dan pihak-pihak yang turut berperan di dalamnya. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta dan Pembimbing Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Maria Ulfah, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik kimia dan selaku pembimbing akademik yang telah senantiasa membimbing penulis hingga saat ini.
3. Seluruh dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk kelancaran pembuatan tugas akhir ini.
4. Yang paling utama kepada kedua orang tua yaitu bapak Raziman dan ibu Anilayati yang telah memberikan do'a serta dukungan dalam segi apapun. Rasa iri dan rindu yang selalu penulis rasakan saat menulis tugas akhir ini terbalaskan atas gelar yang sudah penulis raih. Tetapi itu semua tidak mengurangi rasa bangga dan terima kasih atas kehidupan yang ibu bapak berikan kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini. Kepada ibuku belahan jiwaku pintu surgaku terima kasih atas do'a yang tak pernah putus semangat yang tak henti- hentinya diberikan kepada penulis. Dukungan dan do'a yang ibu berikan membentuk darah penulis berisikan keberanian dan kejujuran dimanapun penulis berpijak.
5. Kakak Ranika Hamidah, abang Reza Fajar Sidiq, dan adik Rifa Nugraha Azuhri yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, kasih sayang, nasehat, dan do'a untuk kelancaran penulis. Kepada keponakan- keponakan tersayangku kakak Azalia dan adak Azra terima kasih sudah selalu menjadi

penghibur hati penulis, penghilang rasa lelah penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Kepada teman seperjuangan penulis, Adilah Rahmi Putri yang selalu ada saat penulis putus asa, yang selalu menemani penulis hingga sekarang, memberikan berbagai isi bumi untuk membuat penulis semakin yakin bahwa dunia hanya tempat bersabar, memberikan penulis motivasi untuk selalu bangkit. Terima kasih sebesar – besarnya penulis ucapkan karena selalu memberikan arahan yang terbaik untuk setiap langkah penulis di tanah rantau yang sangat kejam. Terima kasih sudah selalu memberikan pundak kepada penulis, menutup luka-luka penulis yang sangat parah. Untuk semua rekan-rekan seperjuangan terima kasih sudah memberikan segala upaya untuk selalu membuat penulis selalu tersenyum.
7. Kepada seseorang lelaki yang tidak bisa penulis sebutkan namanya, yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan penulis. Terima kasih sudah menjadi rumah untuk melepas keluh dan kesah, selalu memberikan kasih dan sayangnya, selalu mendampingi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, memberikan semangat setiap malam dalam tangis dan haru. Kerasnya dunia selalu penulis rasakan tetapi keluhan penulis selalu di peluk hingga penulis semakin tenang dalam menyelesaikan tugas akhir. Terima kasih sudah menjadi semangat paling tajam yang membuat penulis selalu bangkit dalam kondisi apapun.
8. Teman-teman seperjuangan di Teknik Kimia yang telah memberikan berbagai macam pengalaman baik maupun buruk yang membuat penulis menjadi orang yang kuat hingga sekarang.

Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak terkait.

Padang, 8 Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas	2
1.3 Lokasi Pabrik.....	7
BAB II TINJAUAN TEORI.....	11
2.1 Tinjauan Umum.....	11
2.1.1 Amonium Sulfat	11
2.1.2 Limbah Fosfogypsum.....	11
2.2 Tinjauan Proses	14
2.3 Pemilihan Proses	21
2.4 Sifat Fisik dan Kimia Bahan	23
2.5 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	28
BAB III TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES	30
3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram	30
3.2 Deskripsi Proses	30
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI.....	35
4.1 Neraca Massa	35
4.2 Neraca Energi.....	46
BAB V UTILITAS.....	58
5.1 Unit Penyediaan Listrik	58
5.2 Unit Penyediaan Air.....	59
5.3 Unit Penyedia Udara Instrumen.....	62

5.4 Unit Pembangkit Steam	68
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	71
a. Spesifikasi Peralatan Utama	71
b. Spesifikasi Peralatan Utilitas	88
BAB VII TATA LETAK DAN K3LH.....	102
7.1 Tata Letak Pabrik.....	102
7.2 Bahaya (<i>Hazard</i>).....	107
7.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lingkungan Hidup.....	113
BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN.....	119
8.1 Bentuk Perusahaan.....	119
8.2 Struktur Organisasi.....	120
8.3 Tugas dan Wewenang.....	121
8.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	126
8.5 Sistem Kerja.....	127
8.6 Jumlah Karyawan.....	127
8.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	128
BAB IX ANALISA EKONOMI.....	130
9.1 Total Capital Ivestmesnt.....	130
9.2 Biaya Produksi (Total Production Cost).....	131
9.3 Harga Jual (Total Sales).....	133
9.4 Tinjauan Kelayakan Pabrik.....	133
BAB X TUGAS KHUSUS.....	135
10.1 Pendahuluan.....	135
10.2 Ruang lingkup rancangan.....	135
10.3 Rancangan.....	135
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN.....	171
11.1 Kesimpulan.....	171
11.2 Saran.....	172
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Persebaran Bahan Baku Limbah Fosfogypsum	3
Tabel 1.2 Data Produsen Bahan Baku Ammonia di Indonesia	3
Tabel 1.3 Data Produsen Bahan Baku CO ₂ di Indonesia	3
Tabel 1.4 Data Impor dan Eskpor Amonium Sulfat (Pupuk ZA).....	4
Tabel 1.5 Data Konsumsi Ammonium Sulfat di Indonesia.....	4
Tabel 1.6 Nama Pabrik Ammonium Sulfat di Indonesia	6
Tabel 1.7 Analisis SWOT Lokasi Pabrik di Satimpo, Kalimantan Timur	7
Tabel 1.8 Analisis SWOT Lokasi Pabrik Jetagiri, Jawa Timur	9
Tabel 1.9 Analisis SWOT Lokasi Pabrik Palembang	11
Tabel 2.1 Pemilihan Proses	22
Tabel 2.2 Sifat Fisika Fosfogypsum.....	23
Tabel 2.3 Sifat Fisika Amonia.....	24
Tabel 2.4 Sifat Fisika Karbondioksida	25
Tabel 2.5 Sifat Fisika Asam Sulfat.....	26
Tabel 2.6 Sifat Fisika Amonium Sulfat.....	27
Tabel 2.7 Sifat Fisika Kalsium Karbonat	28
Tabel 2.8 Spesifikasi Bahan Baku Limbah <i>phosphogypsum</i>	28
Tabel 2.9 Spesifikasi Bahan Baku Amoniak.....	28
Tabel 2.10 Spesifikasi Bahan Baku Karbondioksida	29
Tabel 2.11 Spesifikasi Bahan Baku Asam sulfat.....	29
Tabel 2.12 Spesifikasi Amonium Sulfat.....	29
Tabel 2.13 Spesifikasi CaCO ₃	29
Tabel 4.1 Kandungan Fosfogypsum.....	34
Tabel 4.2 Spesifikasi Amonia.....	34
Tabel 4.3 Neraca Massa <i>Mixing Tank</i> 1 (M-1021).....	36

Tabel 4.4 Neraca Massa <i>Mixing Tank</i> 2 (M-1022).....	37
Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Absorber</i> (AB-2032).....	38
Tabel 4.6 Neraca Massa <i>Scrubber</i> (SB-2061).....	39
Tabel 4.7 Neraca Massa Reaktor 1 (R-2031).....	40
Tabel 4.8 Neraca Massa <i>Rotary Vacuum Filter</i> (RV-2051).....	41
Tabel 4.9 Neraca Massa Reaktor 2 (R-2051).....	42
Tabel 4.10 Neraca Massa <i>Evaporator</i> (EV-3071)	43
Tabel 4.11 Neraca Massa <i>Evaporator</i> (EV-3072)	43
Tabel 4.12 Neraca Massa <i>Evaporator</i> (EV-3073)	43
Tabel 4.13 Neraca Massa <i>Kristalizer</i> (K-3062).....	44
Tabel 4.13 Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CT-3081)	45
Tabel 4.15 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-3091)	45
Tabel 4.16 Neraca Energi <i>Mixing Tank</i> 1 (M-1021)	46
Tabel 4.17 Neraca Energi <i>Mixing Tank</i> 2 (M-1022)	47
Tabel 4.18 Neraca Energi <i>Absorber</i> (AB-2032).....	48
Tabel 4.19 Neraca Energi <i>Scrubber</i> (SB-2061)	49
Tabel 4.20 Neraca Energi Reaktor 1 (R-2031).....	50
Tabel 4.21 Neraca Energi <i>Rotary Vacuum Filter</i> (RV-2051)	51
Tabel 4.22 Neraca Energi <i>Heater</i> (HE-2121).....	52
Tabel 4.23 Neraca Energi Reaktor 2 (R-2051).....	53
Tabel 4.24 Neraca Energi <i>Evaporator</i> (EV-3071 s/d EV-3072).....	54
Tabel 4.25 Neraca Energi <i>Kristalizer</i> (K-3062).....	55
Tabel 4.26 Neraca Energi <i>Heater</i> (HE-2122).....	56
Tabel 4.27 Neraca Energi <i>Rotary Dryer</i> (RD-3091)	57
Tabel 5.1 Kebutuhan Listrik.....	58
Tabel 5.2 Kebutuhan Air Sanitasi	62
Tabel 5.3 Resin yang Digunakan	63

Tabel 5.4 Kebutuhan <i>Steam</i>	68
Tabel 6.1 Spesifikasi <i>Warehouse fosfogypsum</i>	71
Tabel 6.2 Spesifikasi <i>Warehouse CaO</i>	72
Tabel 6.3 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i>	73
Tabel 6.4 Spesifikasi <i>Mixing Tank</i>	74
Tabel 6.5 Spesifikasi <i>Pompa</i>	75
Tabel 6.6 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i>	76
Tabel 6.7 Spesifikasi <i>Wash Tank</i>	77
Tabel 6.8 Spesifikasi <i>Absorber</i>	78
Tabel 6.9 Spesifikasi <i>Reaktor Berpengaduk</i>	79
Tabel 6.10 Spesifikasi <i>Scrubber</i>	80
Tabel 6.11 Spesifikasi <i>Rotary Vacuum Filter</i>	81
Tabel 6.12 Spesifikasi <i>Acid Storage Tank</i>	82
Tabel 6.13 Spesifikasi <i>Evaporator</i>	83
Tabel 6.14 Spesifikasi <i>Prilling Tower</i>	84
Tabel 6.15 Spesifikasi <i>Centrifuge</i>	85
Tabel 6.16 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i>	86
Tabel 6.17 Spesifikasi <i>Tangki Penyimpanan</i>	87
Tabel 6.18 Spesifikasi <i>Heater</i>	88
Tabel 6.19 Spesifikasi <i>Screener</i>	89
Tabel 6.20 Spesifikasi <i>Pompa Air Laut</i>	90
Tabel 6.21 Spesifikasi <i>Tangki Mixer Klorinasi</i>	91
Tabel 6.22 Spesifikasi <i>Tangki Penyimpanan NaOCl</i>	92
Tabel 6.23 Spesifikasi <i>Cadridge Filter Vertical</i>	93
Tabel 6.24 Spesifikasi <i>Membran Reserve Osmosis</i>	94
Tabel 6.25 Spesifikasi <i>Tangki Pelarutan Kaporit</i>	95
Tabel 6.26 Spesifikasi <i>Bak Penampung Air Sanitasi</i>	96

Tabel 6.27 Spesifikasi <i>Softener Tank (Ion Exchanger)</i>	97
Tabel 6.28 Spesifikasi Tanki Penyimpanan HCl.....	98
Tabel 6.29 Spesifikasi Tanki Penyimpanan NaOH.....	99
Tabel 6.30 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i>	99
Tabel 6.31 Spesifikasi Bak <i>Denim Water</i>	100
Tabel 6.32 Spesifikasi Tanki <i>Deaerator</i>	100
Tabel 6.33 Spesifikasi Boiler.....	101
Tabel 7.1 Hazard pada Alat Industri.....	107
Tabel 7.2 Penilaian Peluang Terjadinya Bahaya.....	111
Tabel 7.3 Akibat dan Tingkat Keparahan.....	111
Tabel 7.4 Matriks Resiko.....	112
Tabel 7.5 Penilaian Tingkat Resiko.....	113
Tabel 7.6 Macam-Macam Alat Pelindung Diri.....	116
Tabel 8.1 Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i>	126
Tabel 8.2 Karyawan <i>Non Shift</i>	126
Tabel 8.3 Karyawan <i>Shift</i>	127
Tabel 9.1 <i>Total Capital Investment</i>	131
Tabel 9.2 Biaya Komponen <i>Manufacturing Cost</i>	132
Tabel 9.3 Perhitungan Laba Kotor dan Laba Bersih.....	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Pabrik I.....	7
Gambar 1.2 Lokasi Pabrik II	9
Gambar 1.3 Lokasi Pabrik III.....	10
Gambar 2.1 Struktur Amonium Sulfat	12
Gambar 2.2 Blok Diagram Proses De Nora (Naturalisasi).....	15
Gambar 2.3 Blok Diagram Proses Merseburg.....	18
Gambar 2.4 Blok Diagram Proses Sintesis <i>Caprolactum</i>	20
Gambar 3.1 Blok Diagram Pembuatan Pupuk ZA dari Limbah <i>Phosphogypsum</i> dan Ammonia	31
Gambar 3.2 Flow Sheet proses Pembuatan pupuk ZA dari limbah <i>phosphogypsum</i> dan ammonia dengan Metode Merseburg.....	32
Gambar 5.1 Flowsheet Utilitas Pra Rancangan Pabrik Amonium Sulfat dari Limbah Fospogypsum dan Amonia.....	60
Gambar 7.1 Tata letak Pabrik Amonium Sulfat dari Atas.....	105
Gambar 8.1 Struktur Organisasi.....	121
Gambar 9.1 Grafik <i>Break Even Point</i> (BEP).....	134

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A NERACA MASSA.....	LA-1
LAMPIRAN B NERACA ENERGI.....	LB-1
LAMPIRAN C SPESIFIKASI PERALATAN.....	LC-1
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI.....	LD-1

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pupuk ZA, atau dikenal juga sebagai amonium sulfat, merupakan pupuk kimia penting yang kaya akan kandungan nitrogen dan belerang, dua unsur hara esensial bagi pertumbuhan tanaman. Amonium sulfat $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ berperan krusial dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen, sekaligus memperbaiki kondisi tanah. Dalam lima tahun terakhir, permintaan pupuk ZA di Indonesia terus mengalami peningkatan. Penggunaan pupuk ZA tersebar di berbagai sektor industri, dengan rincian: pertanian (38%), industri kimia (32%), industri makanan (18%), dan sektor lainnya (12%). Tingginya permintaan pasar terhadap pupuk ZA mendorong peningkatan produksi dalam negeri. Akan tetapi, saat ini Indonesia baru mampu memenuhi separuh dari kebutuhan pupuk ZA domestik. Data Badan Pusat Statistik (2023) mencatat tren impor pupuk ZA di Indonesia mencapai 59,91%, menandakan ketergantungan yang signifikan pada impor (Burhan, 2011).

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, salah satu solusi adalah dengan memanfaatkan limbah fosfogipsum, yang dihasilkan dari proses produksi asam fosfat. Fosfogipsum ini tersedia dalam jumlah besar di pabrik-pabrik penghasil asam sulfat, seperti PT. Petrokimia Gresik. Pemanfaatan limbah fosfogipsum menjadi pupuk ZA menawarkan potensi bisnis yang menguntungkan, dengan potensi keuntungan hingga tiga kali lipat dari harga bahan baku. Saat ini, PT. Petrokimia Gresik merupakan satu-satunya pabrik di Indonesia yang mengolah limbah fosfogipsum menjadi pupuk ZA dengan kapasitas produksi mencapai 750.000 ton per tahun (Gresik, *Production Capacity*, 2021). Proses produksi pupuk ZA menggunakan bahan baku utama limbah fosfogipsum, amonia, asam sulfat, dan CO_2 . Keberadaan pabrik yang menghasilkan limbah fosfogipsum, amonia, dan asam sulfat di satu lokasi, yaitu di Pulau Jawa khususnya PT. Petrokimia Gresik, memberikan keuntungan dalam hal ketersediaan bahan baku. Teknologi yang digunakan untuk memproduksi pupuk ZA adalah metode Merseburg, yang pertama kali dikembangkan oleh *Carl Bosch* dan *Friedrich*

Bergius pada tahun 1918 dan telah dimodifikasi agar limbah pabrik diolah kembali sehingga ramah lingkungan pada tahun 2015.

Rancangan pabrik pupuk ZA menggunakan proses Merseburg dengan bahan baku utama amonia, CO_2 , dan limbah fosfogipsum. Proses produksi meliputi beberapa tahapan utama, mulai dari pengolahan bahan baku, reaksi pembentukan produk, hingga pemurnian produk ZA yang dihasilkan yaitu, tahap karbonasi, tahap reaksi, tahap filtrasi, tahap netralisasi, tahap evaporasi dan kristalisasi, tahap pengeringan (drying), serta tahap pengemasan. Metode Merseburg merupakan satu-satunya metode yang efektif untuk mengolah limbah fosfogipsum menjadi amonium sulfat (pupuk ZA). Berdasarkan tingginya kebutuhan pupuk ZA dan volume impor yang besar, pengembangan industri pabrik amonium sulfat (pupuk ZA) di Indonesia dengan bahan baku limbah fosfogipsum dinilai layak untuk didirikan karena dapat memenuhi kebutuhan pupuk ZA dalam negeri, mengurangi ketergantungan pada impor, serta memberikan peluang bagi Indonesia untuk menjadi salah satu produsen pupuk ZA di pasar global. Selain itu, pembangunan pabrik pupuk ZA juga berpotensi membuka lapangan pekerjaan baru lebih kurang 300 orang yang dapat membantu mengurangi angka pengangguran serta meningkatkan perekonomian di Indonesia.

1.2 Kapasitas Pabrik

Pada penentuan kapasitas untuk pabrik ammonium sulfat dari limbah fosfogipsum terdapat beberapa faktor yang dipertimbangkan. Pertimbangan ini meliputi ketersediaan bahan baku, kebutuhan pasar baik ekspor maupun impor, dan kapasitas minimum pabrik yang telah ada.

1.2.1 Ketersediaan Bahan Baku

Pada perancangan pabrik ammonium sulfat ini terdapat tiga bahan baku yang digunakan yaitu limbah fosfogipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), amonia (NH_3), dan karbondioksida (CO_2). Bahan baku tersebut sudah diproduksi di Indonesia sehingga kebutuhan bahan baku dapat terpenuhi secara berkelanjutan. Bahan baku limbah fosfogipsum dapat diambil dari pabrik asam fosfat, yang data persebarannya dapat dilihat pada **Tabel 1.1**

Tabel 1.1 Data Persebaran Bahan Baku Limbah Fosfogipsum

No	Nama Pabrik	Lokasi Pabrik	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
1	PT. Pupuk Sriwijaya	Palembang	200.000
2	PT. Pupuk Petrocentral	Cikampek	120.000
3	PT. Pupuk Kaltim	Bontang	200.000
4	PT. Petro Jordan Abadi	Bontang	200.000
5	PT. Petrokimia Gresik	Gresik	400.000

Sumber : Pupuk Indonesia (2024)

Adapun data produsen bahan baku ammonia di Indonesia dapat dilihat pada

Tabel 1.2

Tabel 1.2 Data Produsen Bahan Baku Ammonia di Indonesia

No.	Nama Pabrik	Lokasi Pabrik	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1.	PT Pupuk Sriwijaya	Palembang	1.335.000
2.	PT Pupuk Kujang	Cikampek	660.000
3.	PT Pupuk Kaltim	Bontang	485.000
4.	PT Kaltim Parna Industri	Bontang	500.000
5.	PT Pupuk Iskandar Muda	Aceh Utara	726.000
6.	PT Petrokimia Gresik	Gresik	1.105.000

Sumber: kemenperin.go.id (2024)

Kebutuhan bahan baku CO₂ dapat diperoleh dari pabrik penyedia CO₂ cair maupun hasil sampingan pabrik pupuk di Indonesia, yang dapat dilihat pada **Tabel**

1.3

Tabel 1.3 Data Produsen Bahan Baku CO₂ di Indonesia

No.	Nama Pabrik	Lokasi Pabrik	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1.	PT Petro Oxo Nusantara	Gresik	33.000
2.	PT Pupuk Kujang	Cikampek	50.000
3.	PT Molindo Inti Gas	Malang	17.632

Sumber: kemenperin.go.id (2024)

1.2.2 Kebutuhan Pasar

Kebutuhan ammonium sulfat atau pupuk ZA sangat dibutuhkan di sektor pertanian. Hal ini mengakibatkan kebutuhan impor dari luar negeri dapat ditutupi

dengan pemanfaatan limbah fosfogipsum menjadi ammonium sulfat. Data impor amonium sulfat dapat dilihat pada **Tabel 1.4**

Tabel 1.4 Data Impor dan Eskpor Amonium Sulfat (Pupuk ZA)

Tahun	Impor (ton/tahun)	Pertumbuhan impor (%)	Ekspor (ton/tahun)	Pertumbuhan ekspor (%)
2019	1.067.577	0	1820	-
2020	986.750	50,4	1114	1,92
2021	1.200.781	1,41	2452	8,09
2022	642.986	2,58	488	1,86
2023	698.985	5,68	464	38,23
Rata-rata		12,02		12,53

Sumber : Badan Pusat Statistika (2024)

Data konsumsi ammonium sulfat di Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1.5**

Tabel 1.5 Data Konsumsi Ammonium Sulfat di Indonesia

Tahun	Jumlah Konsumen (ton/tahun)	Pertumbuhan Konsumsi (%)
2019	633.209	-
2020	721.323	13,92
2021	825.245	14,41
2022	927.168	12,35
2023	975.429	5,21
Rata-rata		0,09

Sumber: Badan Pusat Statistika (2024)

Pabrik ammonium sulfat direncanakanakan berdiri pada tahun 2029. Untuk perencanaan ini, digunakan data impor dari tahun 2019 hingga 2023, sehingga estimasi penggunaan amonium sulfat pada tahun 2029 dapat dihitung dengan rumus neraca peluang kapasitas,

$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \dots\dots\dots(1.1)$ $m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \dots\dots(1.2)$ Dimana: m_1 = nilai impor pada tahun 2030 (ton/tahun) m_2 = produksi pabrik dalam negeri	Maka, Estimasi nilai ekspor tahun 2030 : $m_1 = P (1 + i)^n$ $= 698.985 (1 + (-0,0474))^6$ $= 522.235,377 \text{ ton/tahun}$ Estimasi nilai ekspor tahun 2030 :
--	--

(ton/tahun)	$m_4 = P (1 + i)^n$
m_3 = kapasitas pabrik yang akan	$= 464 (1 + (0,00739))^6$
didirikan (ton/tahun)	$= 443,77 \text{ ton/tahun}$
m_4 = nilai ekspor pada tahun 2030	Estimasi nilai produksi dalam negeri tahun 2030:
(ton/tahun)	$m_2 = P (1 + i)^n$
m_5 = nilai konsumsi dalam negeri	$= 767.853 (1 + 0,12)^6$
tahun 2029 (ton/tahun)	$= 1.516.907,09 \text{ ton/tahun}$
Estimasi nilai impor pada tahun 2030:	Estimasi nilai konsumsi dalam negeri tahun 2030 :
$m = P (1 + i)^n$(1.3)	$m_5 = P (1 + i)^n$
Dimana:	$= 975.429 (1 + 0,09)^6$
m = jumlah impor pada tahun 20230	$= 1.651.776,65 \text{ ton/tahun}$
P = jumlah impor pada tahun 2025	
i = rata-rata kenaikan impor tiap tahun	
(%)	
n = jangka waktu pabrik berdiri	
(2025-2030) = 5 tahun	

Dari hasil tersebut, kapasitas pabrik amonium sulfat yang menggunakan amonia dan asam sulfat pada tahun 2030 dapat dihitung menggunakan persamaan (1.2). Dengan demikian, kapasitas pabrik yang direncanakan untuk tahun 2030 adalah:

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (2.039.142,47) - (1.652.220,47)$$

$$m_3 = 386.922,03 \text{ ton/tahun} \approx 400.000 \text{ ton/tahun}$$

Dengan mempertimbangkan kebutuhan konsumsi domestik dan permintaan ekspor yang tinggi, kapasitas produksi yang direncanakan untuk tahun 2030 adalah 300.000 ton per tahun.

1.2.3 Kapasitas Minimum yang Telah Ada

Dalam penentuan kapasitas pabrik, hal penting yang harus di perhatikan selain ketersediaan bahan baku dan kebutuhan pasar adalah kapasitas pabrik yang telah ada. Hal ini guna untuk memperkirakan kapasitas pendirian pabrik agar tidak terlalu jauh

berbeda dari kapasitas pabrik yang telah ada. Menurut data PT. Pupuk Indonesia, pabrik ammonium sulfat (pupuk ZA) hanya ada di PT. Petrokimia Gresik dengan kapasitas produksi dapat dilihat pada **Tabel 1.6**

Tabel 1.6 Nama Pabrik Ammonium Sulfat di Indonesia

No.	Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
1	Zichuan Antou Alum factory, China	96.000
2	Hunan suncheng enterprisos, China	36.000
3	Cameroon Chemical Industry Malaysia	240.000
4	Timuraya tunggal Indonesia	32.500
5	Pupuk Indonesia	750.000
6	BASF Germany	600.000

Sumber: Motoree (2025)

1.2.4 Kapasitas Produksi Pabrik Ammonium Sulfat

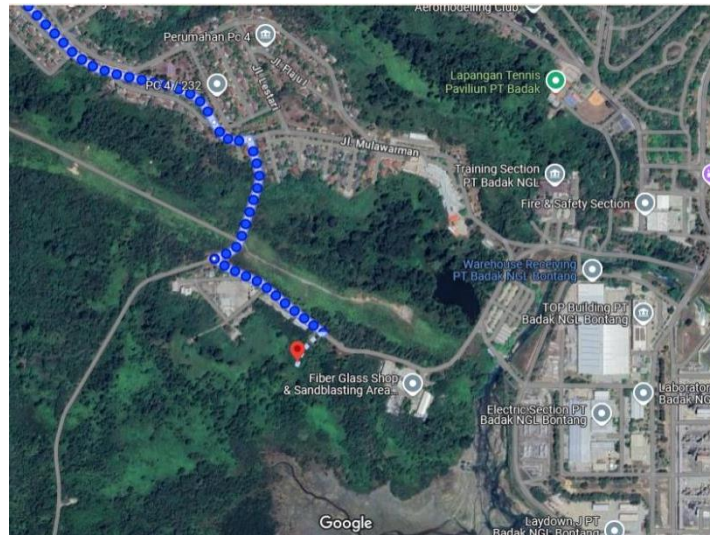
Dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, kebutuhan pasar, dan kapasitas pabrik yang telah berdiri, didapatkan kesimpulan bahwa di Indonesia kapasitas produksi pabrik amonium sulfat yang ideal adalah 300.000 ton/Tahun dengan kebutuhan bahan baku limbah fospogypsum sebanyak 580.350 ton/tahun, amoniak 2.870 ton/tahun, asam sulfat 46.000 ton/tahun dan CO₂ sebanyak 2.445 ton/tahun.

1.3 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik ditentukan dengan analisa SWOT (*Strength, Weakness, Opportunity, and Threat*). Pabrik ammonium sulfat dari limbah fospogypsum dengan kapasitas 300.000 ton/tahun, direncanakan akan berdiri di tiga lokasi alternatif yang akan disusun dalam bentuk tabel sebagai acuannya.

1.3.1. Alternatif Lokasi I (Kota Bontang, Kalimantan Timur)

Lokasi Pabrik terletak di Satimpo, Kecamatan Bontang Selatan, Kota Bontang, Kalimantan Timur yang dapat dilihat pada Gambar 1.2



Gambar 1.1 Lokasi Pabrik 1

Adapun tabel analisis SWOT pada lokasi pabrik di Satimpo, Kalimantan Timur dapat dilihat pada **Tabel 1.7**

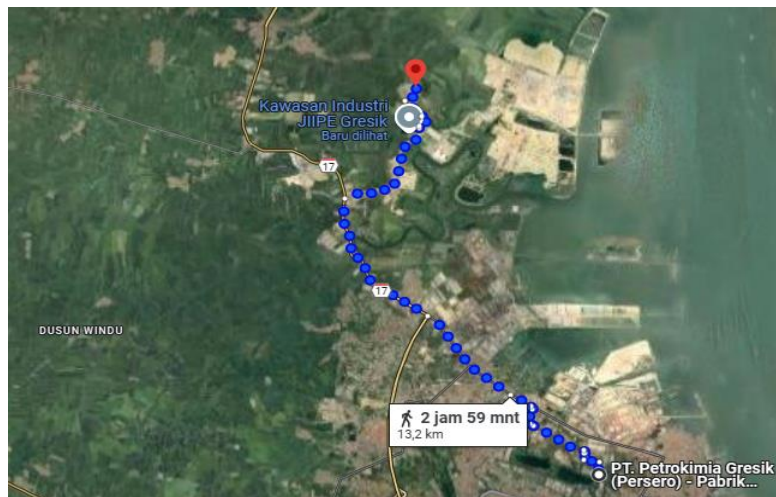
Tabel 1.7 Analisis SWOT Lokasi Pabrik di Satimpo, Kalimantan Timur

Variabel	Internal		Eksternal	
	<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Weakness</i> (Kelemahan)	<i>Opportunities</i> (Peluang)	<i>Threat</i> (Tantangan)
Bahan Baku	Dekat dengan bahan baku limbah fosfogipsum dan amoniak yaitu di PT Pupuk Kaltim dan PT Kaltim Purna Industri	Jauh dari bahan baku CO ₂ (PT Petro Oxo Nusantara) yaitu ke Pulau Jawa	Sumber bahan baku melimpah dan mencukupi kebutuhan produksi	Adanya biaya tambahan dalam transportasi bahan baku CO ₂
Pemasaran	Sektor pertanian di Kalimantan Timur memiliki potensi pasar yang cukup besar untuk pupuk amonium sulfat.	Membutuhkan investasi yang cukup besar, terutama untuk teknologi pengolahan dan infrastruktur	Masyarakat semakin peduli terhadap lingkungan, sehingga produk yang ramah lingkungan seperti pupuk amonium sulfat akan semakin diminati.	Adanya pesaing yang memproduksi amonium sulfat dengan harga yang lebih kompetitif.

Utilitas	Dekat dengan jalan tol	Ketersediaan infrastruktur pendukung seperti energi dan listrik kurang memadai	Lokasi di dekat perairan sehingga memudahkan dalam segi utilitas	Proses produksi dapat berpotensi mencemari air tanah jika tidak dikelola dengan baik.
Tenaga Kerja	Sumber daya manusia sebagai angkatan kerja yang dimiliki memadai dengan jumlah penduduknya yang banyak	Dibutuhkan tenaga kerja dengan keahlian khusus di bidang kimia dan teknik kimia	Dapat meningkatkan kompetensi masyarakat sekitar dalam menjadi tenaga kerja untuk proses pengolahan industri	Melakukan pelatihan dan pengembangan tenaga kerja untuk meningkatkan kompetensi

1.3.2. Alternatif Lokasi II (Gresik, Jawa Timur)

Lokasi Pabrik terletak di Jetakgiri, Kecamatan Kebumas, Kabupaten Gresik Jawa Timur yang dapat dilihat pada **Gambar 1.3**



Gambar 1.2 Lokasi Pabrik 2

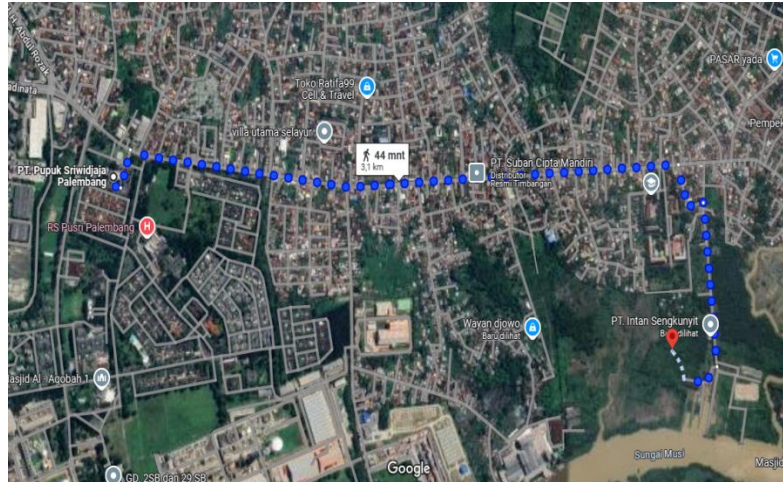
Adapun tabel analisis SWOT pada lokasi pabrik di Jetakgiri, Jawa Timur dapat dilihat pada **Tabel 1.8**

Table 1.8 Analisis SWOT Lokasi Pabrik Jetagiri, Jawa Timur

Variabel	Internal		Eksternal	
	<i>Strength</i> (Kekuatan)	<i>Weakness</i> (Kelemahan)	<i>Opportunities</i> (Peluang)	<i>Threat</i> (Tantangan)
Bahan Baku	Dekat dengan bahan baku limbah fosfogypsum, CO ₂ dan amoniak yaitu di PT Petrokimia Gresik	Dibutuhkan tambahan sumber bahan baku CO ₂ yaitu ke PT Pupuk Kujang yang agak jauh dari lokasi pabrik (cikampek)	Sumber bahan baku melimpah dan mencukupi kebutuhan produksi	Adanya sedikit biaya tambahan dalam transportasi bahan baku CO ₂
Pemasaran	Permintaan akan pupuk amonium sulfat di Indonesia cukup tinggi, terutama untuk lahan pertanian yang kekurangan sulfur	Membutuhkan investasi yang cukup besar, terutama untuk teknologi pengolahan dan infrastruktur	Masyarakat semakin peduli terhadap lingkungan, sehingga produk yang ramah lingkungan seperti pupuk amonium sulfat akan semakin diminati.	Adanya pesaing yang memproduksi amonium sulfat dengan harga yang lebih kompetitif
Utilitas	Infrastruktur lengkap (jalan, Pelabuhan, pembangkit listrik, system pengolahan limbah)	Kemampuan pengelolaan ramah lingkungan kurang baik	Lokasi di dekat perairan sehingga memudahkan dalam segi utilitas.	Perubahan regulasi lingkungan dapat meningkatkan biaya produksi dan operasional pabrik
Tenaga Kerja	Sumber daya manusia sebagai angkatan kerja yang dimiliki memadai dengan jumlah penduduknya yang banyak	Dibutuhkan tenaga kerja dengan keahlian khusus dalam bidang kimia dan teknik kimia.	Dapat meningkatkan kompetensi masyarakat sekitar dalam menjadi tenaga kerja untuk proses pengolahan industri	Harus melakukan pelatihan dan pengembangan tenaga kerja untuk meningkatkan kompetensi.

1.3.3. Alternatif Lokasi III (Palembang, Sumatera Selatan)

Lokasi pabrik terletak di Sei Selincah, Kecamatan Kalidoni, Kota Palembang, Sumatera Selatan yang dapat dilihat pada **Gambar 1.3**



Gambar 1.3 Lokasi Pabrik 3

Adapun tabel analisis SWOT pada lokasi pabrik di Jetakgiri, Jawa Timur dapat dilihat pada **Tabel 1.9**

Table 1.9 Analisis SWOT Lokasi Pabrik Palembang

Variabel	Internal		Eksternal	
	Strength (Kekuatan)	Weakness (Kelemahan)	Opportunities (Peluang)	Threat (Tantangan)
Bahan Baku	Dekat dengan bahan baku limbah fosfogypsum dan amoniak yaitu di PT Pupuk Sriwijaya	Jauh dari bahan baku CO ₂ (PT Petro Oxo Nusantara) yaitu ke Pulau Jawa	Sumber bahan baku melimpah dan mencukupi kebutuhan produksi	Adanya biaya tambahan dalam transportasi bahan baku CO ₂
Pemasaran	Pertumbuhan ekonomi regional (PDRB) yang stabil, sehingga memberikan iklim investasi	Adanya pesaing penghasil produk yang sama	Masyarakat semakin peduli terhadap lingkungan, sehingga produk yang ramah lingkungan seperti pupuk	Persaingan harga

	regional yang kondusif.		amonium sulfat akan semakin diminati	
Utilitas	Kemampuan pengelolaan lingkungan yang lebih baik dibanding provinsi lainnya.	Ketersediaan infrastruktur pendukung seperti jalan, transportasi, dan energi kurang memadai	Lokasi di dekat perairan sehingga memudahkan dalam segi utilitas.	Membutuhkan air dalam jumlah yang cukup, sehingga ketersediaan air bersih menjadi pertimbangan penting
Tenaga Kerja	Sumber daya manusia sebagai angkatan kerja yang dimiliki memadai dengan jumlah penduduknya yang banyak	Dibutuhkan tenaga kerja dengan keahlian khusus di bidang kimia dan teknik kimia	Dapat meningkatkan kompetensi masyarakat sekitar dalam menjadi tenaga kerja untuk proses pengolahan industri	Melakukan pelatihan dan pengembangan tenaga kerja untuk meningkatkan kompetensi

