

**PRARANCANGAN PABRIK GIPSUM DARI KALSIUM KARBONAT DAN ASAM
SULFAT KAPASITAS 185.000 TON/TAHUN**



TUGAS AKHIR

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

Disusun Oleh:

Shafira Ardaneshwari Santoso NIM 40040121650055
Yunita Dwi Asari NIM 40040121650100

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2025**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRARANCANGAN PABRIK GIPSUM DARI KALSIUM KARBONAT DAN
ASAM SULFAT KAPASITAS 185.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik

Disusun Oleh:

Shafira Ardaneshwari Santoso NIM 40040121650055

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 9 September 2025

Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Fahmi Arifian, S.T., M.Eng., M.M., IPM., ASEAN Eng.

NIP. 198002202005011001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Nama : Shafira Ardaneshwari Santoso
NIM : 40040121650055
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Universitas : Universitas Diponegoro
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng., M.M., IPM., ASEAN Eng.
Judul Tugas Akhir : PRARANCANGAN PABRIK GIPSUM DARI KALSIUM
KARBONAT DAN ASAM SULFAT DENGAN
KAPASITAS 185.000 TON/TAHUN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil karya, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Diponegoro. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Semarang, 9 September 2025

Pembuat Pernyataan,



Shafira Ardaneshwari Santoso

NIM. 40040121650055

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Laporan TA : Prarancangan Pabrik Gypsum dari Kalsium Karbonat dan Asam Sulfat Kapasitas 185.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis:

Nama : Shafira Ardaneshwari Santoso

NIM : 40040121650055

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

Laporan Tugas Akhir ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 25 September 2025

Semarang, 25 September 2025

Mengetahui,
Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,


Dr. Heny Kusumayanti S.T., M.T.
NIP. 197210291995122001


Teguh Riyanto S.T., M.T.
NIP. 199508242024061002

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	vi
KATA PENGANTAR	xiii
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan	2
1.2.1 Prediksi kebutuhan Gypsum di Indonesia	2
1.2.2 Perhitungan Kapasitas Produksi	5
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku	7
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	7
1.3.1 Bahan Baku	8
1.3.2 Sarana dan Transportasi	9
1.3.3 Tenaga Kerja	9
1.3.4 Karakteristik Lokasi	9
1.3.5 Kebijakan Pemerintah	9
1.3.6 Perluasan Pabrik	10
1.4 Tinjauan Proses	11
1.4.1 Macam-macam Proses Pembuatan Gypsum	12
1.4.2 Kegunaan Produk	14
1.5 Tinjauan Proses Secara Umum	15
BAB II DESKRIPSI PROSES	17
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	17
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	17
2.1.2 Spesifikasi Produk Utama	19
2.1.3 Spesifikasi Produk Samping	19
2.2 Konsep Proses	20
2.2.1 Dasar Reaksi	20
2.2.2 Mekanisme Reaksi	20

2.2.3 Fase Reaksi.....	20
2.2.4 Kondisi Proses.....	21
2.2.5 Tinjauan Thermodinamika.....	21
2.2.6 Tinjauan Kinetika Reaksi (k)	23
2.3 Langkah Proses	24
2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku	24
2.3.2 Tahap Penyimpanan Bahan Baku.....	25
2.3.3 Tahap Pembentukan Produk.....	25
2.3.4 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk	25
2.4 Proses Flow Diagram Gypsum.....	26
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas.....	27
2.5.1 Neraca Massa Energi.....	27
2.6 Tata Letak Pabrik	39
2.6.1 Lay Out Pabrik	39
2.6.2 Lay Out Peralatan Proses	43
BAB III PESIFIKASI ALAT.....	46
3.1 Unit Penyimpanan	46
3.2 Unit Reaktor Kimia	46
3.3 Unit Pemisahan	47
3.4 Unit Pengeringan	48
3.5 Unit Pencampuran.....	49
3.6 Unit Penukar Panas.....	50
3.7 Unit Pemindahan	50
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES.....	51
4.1 Unit Pengolahan dan Penyediaan Air (Water Treatment System).....	51
4.1.1 Unit Pengolahan Air	51
4.1.2 Unit Penyedia Air	54
4.1.3 Kebutuhan Air	59
4.2 Unit Pengadaan Listrik.....	60
4.3 Unit Pengadaan Steam.....	65
4.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	66
4.5 Unit Pengadaan Udara Tekan	66

4.6 Unit Pengadaan Laboratorium	67
4.7 Unit Pengadaan Udara Tekan	69
4.7.1 Limbah Gas	69
4.7.2 Limbah Padat.....	69
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	70
5.1 Bentuk Perusahaan	70
5.2 Struktur Organisasi	73
5.3 Tugas dan Wewenang.....	75
5.3.1 Pemegang Saham.....	75
5.3.2 Dewan Komisaris.....	76
5.3.3 Direktur Utama.....	76
5.3.4 Staf Ahli	76
5.3.5 Kepala Bagian	77
5.3.6 Supervisor	79
5.3.7 Karyawan dan Operator.....	79
5.4 Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan.....	80
5.4.1 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	80
5.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	83
5.5.1 Penggolongan Jabatan	85
5.5.2 Jumlah Karyawan Total.....	86
5.5.3 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan	88
5.6 Kesejahteraan Karyawan	89
5.7 Corporate Social Responsibility (CSR).....	93
BAB VI TROUBLESHOOTING	123
BAB VII ANALISA EKONOMI.....	123
7.1 Penentuan Harga Alat.....	124
7.2 Dasar Perhitungan	126
7.2.1 Kapasitas Produksi	126
7.2.2 Kebutuhan Bahan Baku	126
7.2.3 Harga Bahan Baku dan Produk.....	127
7.3 Perhitungan Biaya Produksi	127
7.3.1 Penaksiran Modal Industri (<i>Capital Investment</i>).....	127
7.3.2 Penentuan Biaya Pembuatan (<i>Manufacturing Cost</i>)	129

7.3.3 General Expense.....	131
7.4 Analisa Kelayakan.....	132
7.5 Hasil Perhitungan.....	134
7.5.1 Capital Investment.....	134
7.5.2 Production Cost.....	136
7.5.3 Analisa Kelayakan.....	138
LAMPIRAN A NERACA MASSA ENERGI	142
LAMPIRAN B NERACA PANAS	166
LAMPIRAN C PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT.....	205
LAMPIRAN D ANALISA KELAYAKAN	290

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Gypsum (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2025)	3
Tabel 1.2 Data Ekspor Gypsum (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2025).....	3
Tabel 1.3 Kapasitas Pabrik Gypsum di Indonesia	7
Tabel 1.4 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	10
Tabel 1.5 Kelebihan dan Kekurangan Metode Pembuatan Gypsum	15
Tabel 2.1 Spesifikasi Kalsium Karbonat PT Pentawira Agraha Sakti (PT Pentawira Agraha Sakti, 2013).....	18
Tabel 2.2 Harga ($\Delta H^{\circ}F$) masing-masing komponen	21
Tabel 2. 3 ($\Delta G^{\circ}F$) masing-masing komponen (Lide, 1982)	22
Tabel 2. 4 Komponen Batu Kapur	27
Tabel 2.5 Neraca Massa Crusher	27
Tabel 2.6 Neraca Massa Energi Hammer Mill	28
Tabel 2.7 Neraca Massa Energi Vibrating Screen	28
Tabel 2.8 Neraca Massa Energi Mixer H ₂ SO ₄	29
Tabel 2.9 Neraca Massa Energi Reaktor (CSTR).....	29
Tabel 2.10 Neraca Massa Energy Rotary Drum Vacuum Filter	30
Tabel 2.11 Neraca Massa Rotary Dryer.....	30
Tabel 2.12 Neraca Massa Energi Crusher II.....	31
Tabel 2.13 Neraca Massa Energi Hammer Mill II.....	31
Tabel 2.14 Neraca Massa Energi Vibrating Screen II.....	32
Tabel 2.15 Neraca Massa Energi Scrubber.....	33
Tabel 2.16 Neraca Panas Mixer H ₂ SO ₄	35
Tabel 2.17 Neraca Panas Heat Exchanger	35
Tabel 2.18 Neraca Panas Reaktor (CSTR)	36
Tabel 2.19 Neraca Panas Rotary Drum Vacuum Filter.....	36
Tabel 2.20 Neraca Panas Rotary Dryer	37
Tabel 2.21 Keterangan Layout Alat.....	45
Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan H ₂ SO ₄	46
Tabel 3.2 Spesifikasi Alat Reaktor (CSTR).....	46
Tabel 3.3 Spesifikasi Alat Rotary Drum Vacuum Filter	47
Tabel 3.4 Spesifikasi Alat Rotary Dryer.....	48
Tabel 3.5 Spesifikasi Alat Tangki Mixer	49
Tabel 3.6 Spesifikasi Alat Heat Exchanger	50
Tabel 3.7 Spesifikasi Alat Pompa.....	50
Tabel 4.1 Spesifikasi Air dalam Cooling Tower.....	54
Tabel 4.2 Syarat Umpan Boiler	56
Tabel 4.3 Standar Baku Mutu Air Domestik	57
Tabel 4.4 Kebutuhan Listrik untuk Alat Pabrik.....	60
Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas	61
Tabel 4.6 Kebutuhan Lumen Penerangan Pabrik	62
Tabel 4.7 Kebutuhan Lumen Penerangan Pabrik	62
Tabel 4.8 Kebutuhan Listrik untuk Pendingin Udara.....	64
Tabel 5.1 Jadwal Kerja Masing-Masing Regu.....	82

Tabel 5.2 Perincian Jumlah Karyawan Produksi	83
Tabel 5.3 Jumlah Karyawan Utilitas.....	84
Tabel 5. 4 Jumlah Karyawan HSE, Laboratorium, Maintenance	85
Tabel 5.5 Penggolongan Jabatan	85
Tabel 5. 6 Perincian Jumlah Karyawan	86
Tabel 5.7 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan.....	88
Tabel 6.1 Troubleshooting Unit Penyimpanan	97
Tabel 6.2 Troubleshooting Unit Transportasi	101
Tabel 6.3 Troubleshooting Unit Pengolahan	106
Tabel 6.4 Troubleshooting Unit Reaktor	109
Tabel 6.5 Troubleshooting Unit Filtrasi.....	111
Tabel 6.6 Troubleshooting Unit Pengeringan.....	112
Tabel 6.7 Troubleshooting Unit Pompa.....	115
Tabel 6.8 Troubleshooting Udara Tekan.....	118
Tabel 6.9 Troubleshooting Unit Pengemasan.....	121
Tabel 7.1 Chemical Engineering Plant Index (CEP) dari 2001 hingga 2024	124
Tabel 7.2 Total Biaya Physical Plant Cost (PPC).....	134
Tabel 7.3 Biaya Engineering and Contruction.....	135
Tabel 7.4 Total Fixed Capital Investment (FCI).....	135
Tabel 7.5 Working Capital Investment	135
Tabel 7.6 Total Capital Investment.....	136
Tabel 7.7 Direct Manufacturing Cost	136
Tabel 7.8 Indirect Manufacturing Cost.....	137
Tabel 7.9 Fixed Manufacturing Cost	137
Tabel 7.10 Total Manufacturing Cost	137
Tabel 7.11 General Exprense	138
Tabel 7.12 Total Production Cost	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data Impor Gypsum di Indonesia.....	4
Gambar 1.2 Data Ekspor Gypsum di Indonesia	4
Gambar 1.3 Lokasi Pendirian Pabrik Gypsum	8
Gambar 2.1 Proses Flow Diagram Pabrik Gypsum	26
Gambar 2.2 Diagram Alir Blok Neraca Massa Energi	34
Gambar 2.3 Diagram Alir Neraca Panas	38
Gambar 2.4 Lay Out Pabrik.....	42
Gambar 2.5 Lay Out Peralatan	44
Gambar 4.1 Diagram Alir Unit Pengolahan Air	52

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas Rahmat dan Hidayah-Nya penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “PRARANCANGAN PABRIK GIPSUM DARI KALSIMUM KARBONAT DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS 185.000 TON/TAHUN”. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat Kesehatan sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Dr. Mohamad Endy Yulianto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri.
3. Dr. Ir. Fahmi Arifian, S.T., M.Eng., M.M., IPM., ASEAN Eng. Selaku Dosen Pembimbing Tugas akhir sekaligus Dosen Wali yang mengarahkan penulis, memberikan nasihat dan membimbing dalam menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
4. Seluruh dosen, tenaga kependidikan, dan staff administrasi Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memberikan kelancaran selama menjalani perkuliahan.
5. Ayah, Bunda, Abang dan Adik yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, doa, kasih dan sayang kepada penulis secara moral dan material sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
6. Partner tugas akhir, Yunita Dwi Asari yang selalu memberikan dukungan, masukan, membantu dalam memahami materi, menuangkan ide dan pemikiran selama penyusunan tugas akhir.
7. Meara, Manda, dan Tety yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis, menemani, menjadi *support system* dan memberikan saran atau masukan disetiap langkah penulis.
8. Anggi, Dinda, dan Nayla yang selalu memberikan saran, dukungan serta menemani penulis dalam menyusun tugas akhir.

9. Danis, Kyla, Nilam, Fasya, dan Septi teman seperjuangan penulis yang menemani kegiatan penulis selama menjalankan kuliah di TRKI.
10. Semua teman-teman serta orang terdekat yang sempat hadir dalam hidup penulis yang telah memberikan *insight* baik, *experience* yang *positive*, serta *sharing* berbagai informasi sehingga membantu penyusun dalam menyusun tugas akhir.

INTISARI

Pabrik gipsum merupakan Perusahaan berbentuk PT (Perseroan Terbatas) dengan status Perusahaan terbuka yang mendapatkan modal dari penjualan saham dan tiap pemegang saham mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Kekuasaan tertinggi PT dipegang oleh Rapat Pemegang Saham (RUPS) dan setiap pemegang saham memiliki hak suara dalam rapat umum. Pabrik ini mengelola kalsium karbonat dan asam sulfat menjadi gipsum dengan kapasitas 185.000 Ton/Tahun. Pabrik gipsum rencana dibangun pada tahun 2025 dan beroperasi tahun 2030 di zona industri Gresik, tepatnya di Manyar, Gresik. Pabrik ini direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari/tahun dengan basis 24 jam/hari dengan pembagian jam kerja 3 shift.

Proses pembuatan gipsum menggunakan metode sintesis dengan kondisi operasi reaksi di suhu 93°C dan tekanan 1 atm dalam reaktor CSTR menghasilkan reaksi eksoterm (melepas panas) sehingga memerlukan jaket pendingin agar suhu terjaga stabil. Kemurnian dari gipsum yang dihasilkan proses ini sebesar 91%. Pada perancangan pabrik ini tentu telah dibuat penilaian investasi, dari hasil perhitungan analisa kelayakan maka diperoleh *percent profit on sales* sebelum pajak sebesar 55,51% dan setelah pajak 41,64%, nilai *return of investment* sebelum pajak sebesar 45,55% dan setelah pajak 34,16%, nilai *pay on time* 2,73 tahun, nilai IRR sebesar 21%, nilai *break even point* sebesar 29,21%, dan *shut down point* sebesar 7,58%. Dari hasil evaluasi analisa kelayakan, maka pabrik gipsum dengan kapasitas 185.000 ton/tahun dapat layak untuk didirikan.

Kata Kunci: Kalsium Karbonat, Asam Sulfat, Gipsum, Reaktor