

**PRA RANCANGAN PABRIK *ANHYDROUS INSOLUBLE CALCIUM*
SULFATE DARI *PHOSPHOGYPSUM* DENGAN PROSES KALSINASI**



DISUSUN OLEH :

NUR ANNISA
NPM. 21031010019

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2026**

**"PABRIK ANHYDROUS INSOLUBLE CALCIUM SULFATE DARI
PHOSPHOGYPSUM DENGAN PROSES KALSINASI "**

PRA RANGANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Kimia



DISUSUN OLEH:

**NUR ANNISA
NPM. 21031010019**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS**

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2026

Pra Rancangan Pabrik

"Pabrik Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate dari Phosphogypsum dengan Proses Kalsinasi"

LEMBAR PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN PABRIK
ANHYDROUS INSOLUBLE CALCIUM SULFATE DARI
PHOSPHOGYPSUM DENGAN PROSES KALSINASI"**

**Disusun Oleh :
NUR ANNISA
NPM. 21031010019**

**Telah Dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Tim penguji
Pada Tanggal : 20 Agustus 2026**

Tim Penguji :

**1. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.
NIP. 19660621 199203 2 001**

Pembimbing

**Ir. Sani, M.T.
NIP. 19630412 199103 2 001**

**2. Dr. Ir. Susilowati, M.T.
NIP. 19621120 199103 2 001**

**3. Beta Cahaya Pertiwi, S.T., M.T.
NIP. 19980602 202406 2 001**

**Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

**Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001**

Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pra Rancangan Pabrik

"Pabrik Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate dari Phosphogypsum
dengan Proses Kalsinasi"

LEMBAR PENGESAHAN

PRA-RANCANGAN PABRIK
"ANHYDROUS INSOLUBLE CALCIUM SULFATE DARI
PHOSPHOGYPSUM DENGAN PROSES KALSINASI"

Disusun Oleh :

NUR ANNISA

NPM. 21031010019

Laporan ini telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing

Mengetahui

Dosen Pembimbing Tugas Akhir


Ir. Sanj, M.T

NIP. 19630412 199103 2 001

Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : NUR ANNISA
NPM : 21031010019
Program Studi : Teknik Kimia / ~~Teknik-Industri~~ / ~~Teknologi-Pangan~~ /
~~Teknik-Lingkungan~~ / ~~Teknik-Sipil~~

Telah mengerjakan revisi / tidak-ada-revisi *) PRA RENCANA (DESAIN) / SKRIPSI /
TUGAS AKHIR Ujian Lisan Periode Agustus, TA. 2026/2027.

Dengan Judul : PRA RANCANGAN PABRIK ANHYDROUS INSOLUBLE CALCIUM
SULFATE DARI PHOSPHOGYPSUM MENGGUNAKAN PROSES
KALSINASI

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.

2. Dr. Ir. Susilowati, M.T.

3. Beta Cahaya Pertiwi, S.T., M.T.

Surabaya, 25 Agustus 2026

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Sani, M.T.
NIP. 19630412 199103 2 001



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Annisa
NPM : 21031010019
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi/Tugas Akhir/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Disertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 20 Agustus 2026
Yang Membuat Pernyataan



Nur Annisa
NPM. 21031010019



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik *Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate* dari *Phosphogypsum* dengan Proses Kalsinasi”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya haturkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas karunia dan izin-Nya sehingga saya berhasil menyelesaikan Tugas Akhir Pra rancangan Pabrik yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Kalsium Sulfat Anhidrat Dari Gypsum Dengan Proses Kalsinasi”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk kelulusan. Saya ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih khusus saya sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik & Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Ir. Sani, M.T., selaku Dosen Pembimbing Pra rancangan Pabrik yang senantiasa memberikan bimbingan, ide, saran, dan masukan kepada penyusun.
4. Ir. Nurul Widji Triana, M.T. dan Ir. Suprihatin, M.T., selaku dosen penguji seminar proposal Pra Rancangan Pabrik ini
5. Dr. T. Ir. Susilowati, M.T., dan Beta Cahaya Pertiwi, ST, M.T., selaku dosen penguji sidang komprehensif ini
6. Orang Tua tercinta yang selalu sabar dan mendukung proses penyusun.
7. Partner penyusun, Diah Nur Fitri Midayoga, S.T., Terima kasih telah menjadi partner yang senantiasa sabar dan selalu mencari Solusi Bersama.
8. Sahabat-sahabat penyusun, Mom’s sosialita (aamiin), Della Arthamevia, S.T.; Fatikhah Cahyani, S.T., dan Diah Nur Fitri Midayoga, S.T.
9. Paksi Muhammad si paling cerewet tapi baik. Terima kasih sudah memberikan support kepada penyusun. Terima kasih juga karena telah datang di saat penyusun sedang dalam masa-masa sulit. Semoga kebahagiaan selalu Bersama kita.



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik *Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate* dari *Phosphogypsum* dengan Proses Kalsinasi”

10. Kepada Bu Dewi selaku Atasan penyusun yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi terhadap penyusun. Terima Kasih bu Dewi.
11. Rekan-rekan kerja di Ditpolairud yang senantiasa mendukung penyusun.
12. Kepada diri sendiri yang sudah sangat hebat dalam berjuang. Terima kasih sudah melakukan yang terbaik. Pasti, apapun yang diinginkan akan terwujud. Percayalah.

Saya menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan masukan yang membangun untuk memperbaiki kekurangan pada tugas akhir penyusun. Akhir kata, saya berharap bahwa tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan semua pihak yang berkepentingan

Surabaya, 20 Februari 2026

Penyusun



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik *Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate* dari *Phosphogypsum* dengan Proses Kalsinasi”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
INTISARI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
BAB II URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES	II-1
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	V-1
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VI-1
BAB VII UTILITAS	VII-1
BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	VIII-1
BAB IX STRUKTUR ORGANISASI.....	IX-1
BAB X ANALISA EKONOMI	X-1
BAB XI DISKUSI DAN KESIMPULAN	XI-1
DAFTAR PUSTAKA	DP-1
APPENDIX A	APP A-1
APPENDIX B	APP B-1
APPENDIX C	APP C-1
APPENDIX D	APP D-1



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik *Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate* dari *Phosphogypsum* dengan Proses Kalsinasi”

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Pemilihan Lokasi Pabrik Kalsium Sulfat Anhidrat	I-3
Gambar II.1 Diagram Proses Hydrothermal	II-1
Gambar II.2 Diagram Proses Acid Digestion	II-2
Gambar II.3 Diagram Proses Kalsinasi	II-3
Gambar II.4 Diagram Proses Kalsinasi Kalsium Sulfat Anhidrat.....	II-8
Gambar VIII.1 Layout Pabrik	VIII-7
Gambar VIII.2 Layout Peralatan Pabrik	VIII-8
Gambar IX. 1 Struktur Organisasi Perseroan	IX-3



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik *Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate* dari *Phosphogypsum* dengan Proses Kalsinasi”

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Produsen Phosphogypsum Di Indonesia	I-4
Tabel I.2 Produsen Asam Sulfat Di Indonesia.....	I-4
Tabel I.3 Data Impor Anhydrous Calcium Sulfate di Indonesia.....	I-7
Tabel I.4 Data Ekspor Anhydrous Calcium Sulfate di Indonesia.	I-8
Tabel I.5 Produksi Kalsium Sulfat Anhidrat Di PT Smelting	I-9
Tabel I.6 Data Konsumsi Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate di Indonesia	I-9
Tabel II.1 Pemilihan Proses	II-5
Tabel VI.1 Nama Alat dan Instrumentasi Peralatan.....	VI-3
Tabel VI.2 Analisis K3 Akibat Bahaya karena Kebakaran.....	VI-7
Tabel VI.3 Analisis K3 pada peralatan Vessel.....	VI-8
Tabel VI.4 Analisis K3 pada peralatan Heat Exchanger.....	VI-9



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik *Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate* dari *Phosphogypsum* dengan Proses Kalsinasi”

INTISARI

Phosphogypsum merupakan limbah samping dari industri pupuk fosfat yang memiliki kandungan utama *Calcium Sulfate Dihidrat* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Ketersediaannya yang melimpah di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal sehingga berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan. Salah satu upaya peningkatan nilai tambah *phosphogypsum* adalah mengolahnya menjadi *Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate* (CaSO_4 anhidrat II) melalui proses kalsinasi. Produk ini memiliki stabilitas termal yang tinggi, tidak mudah larut dalam air, serta banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengisi (filler) pada industri cat, keramik, material konstruksi, dan berbagai aplikasi industri lainnya. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan *Anhydrous Calcium Sulfate* di Indonesia, direncanakan pendirian pabrik *Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate* dengan kapasitas produksi 80.000 ton/tahun yang berlokasi di Kecamatan Jenu, Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Pabrik dirancang beroperasi selama 330 hari per tahun dengan sistem operasi kontinyu. Bahan baku utama yang digunakan adalah *phosphogypsum* dan asam sulfat.

Proses produksi diawali dengan pengecilan ukuran *phosphogypsum* menggunakan ball mill, kemudian direaksikan dengan larutan asam sulfat 5% di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada tekanan atmosfer untuk menghilangkan pengotor seperti senyawa fosfat, fluorida, dan kalsium oksida. Slurry hasil reaksi dipisahkan menggunakan vacuum filter, kemudian dikeringkan di rotary dryer. Padatan kering selanjutnya dikalsinasi di dalam rotary kiln pada suhu 600°C dan tekanan 1 atm sehingga terjadi proses dehidrasi sempurna yang menghasilkan *Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate*. Produk hasil kalsinasi kemudian didinginkan menggunakan cooler, digiling kembali dengan ball mill, dan dipisahkan menggunakan classifier untuk memperoleh ukuran partikel sesuai spesifikasi produk. Fraksi yang belum memenuhi ukuran dikembalikan ke ball mill sebagai aliran recycle, sedangkan produk yang memenuhi spesifikasi disimpan di tangki penyimpanan sebagai produk akhir.



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik *Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate* dari *Phosphogypsum* dengan Proses Kalsinasi”

Ketentuan pendirian pabrik *Anhydrous Insoluble Calcium Sulfate* dari *Phosphogypsum* dengan Proses Kalsinasi direncanakan sebagai berikut:

1. Kapasitas Produksi : 80.000 Ton/Tahun
2. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
3. Sistem Organisasi : Garis Dan Staff
4. Lokasi Pabrik : Kecamatan Jenu, Kabupaten Tuban, Jawa Timur
5. Sistem Operasi : Kontinyu
6. Waktu Operasi : 330 Hari
7. Jumlah Karyawan : 180 orang
8. Utilitas
 - a) Kebutuhan Steam : 443,5143 kg/jam
 - b) Kebutuhan Listrik : 380,322 kWh
 - c) Kebutuhan Air : 136,810 m³/jam
 - d) Kebutuhan Bahan Bakar : 35,39 L/jam
9. Luas Pabrik : 24964 m²
10. Analisa Ekonomi
 - a) Masa Kontruksi : 3 Tahun
 - b) Fixed Capital Investment (FCI) : Rp. 358.817.119.053
 - c) Working Capital Investment (WCI) : Rp. 145.824.334.122
 - d) Biaya Bahan Baku (Pertahun) : Rp. 287.638.545.076
 - e) Biaya Utilitas (Pertahun) : Rp. 23.249.395.142
 - f) Hasil Penjualan(Pertahun) : Rp. 751.999.999.925
 - g) Bunga Pinjaman Bank : 8%
 - h) Rate On Investment (Sebelum Pajak) : 26,69%
 - i) Rate On Investment (Setelah Pajak) : 20,02%
 - j) Pay Back Period (PBP) : 4 Tahun 1 Bulan
 - k) Internal Rate Of Return (IRR) : 15%
 - l) Break Event Point (BEP) : 31,19%%