

PRA RANCANGAN PABRIK

**“PABRIK ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN KAPASITAS
50.000 TON/TAHUN”**



DISUSUN OLEH :

FERDIYAN TRI PRAYOGA

NPM. 20031010117

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
SURABAYA
2024**

PRA RANCANGAN PABRIK

**“PABRIK ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN KAPASITAS
50.000 TON/TAHUN”**

Digunakan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik



DISUSUN OLEH :

FERDIYAN TRI PRAYOGA

NPM. 20031010117

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
SURABAYA
2024**

**PRA RANCANGAN PABRIK
ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES CENTRAL PRAYON DENGAN
KAPASITAS 50.000 TON TAHUN**

**LEMBAR PENGESAHAN
PRA RANCANGAN PABRIK
"ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES CENTRAL PRAYON DENGAN KAPASITAS
50.000 TON TAHUN"**

Disusun Oleh
FERDIYAN TRI PRAYOGA 20031010117

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Dosen Penguji
pada Tanggal : 12 September 2024

Tim Penguji :

Pembimbing :

1.


(Dr. Ir. Sintha Soraya Sauti, MT.)
NIP. 19660621 199203 2 001


(Ir. Caecilia Pujiastuti, MT.)
NIP. 19630305 198803 2 001


2.


(Ir. Sani, MT.)
NIP. 19630412 199103 2 001

3.


(Dr. F. Ir. Susilowati, MT.)
NIP. 19621120 199103 2 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


(Prof. Dr. Dra. Jarivah, MP.)
NIP. 19650403 199103 2 001

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

**PRA RANCANGAN PABRIK
"ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES CENTRAL PRAYON DENGAN
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN"**

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK

**"PABRIK ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES CENTRAL PRAYON DENGAN KAPASITAS
50.000 TON/TAHUN"**

DISUSUN OLEH :

**FERDIYAN TRI PRAYOGA
NPM. 20031010117**

Pra Rancangan Pabrik Ini Telah Disetujui dan Disahkan oleh

Dosen Pembimbing Pra Rancangan Pabrik

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing Pra Rancangan Pabrik**

**(Ir. Caecilia Puliastuti, MT.)
NIP. 19630305 198803 2 001**

**Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ferdiyan Tri Prayoga
NPM : 20031010117
Fakultas / Program Studi : Fakultas Teknik dan Sains / Teknik Kimia
~~Judul Skripsi/Tugas Akhir/~~
~~Tesis-Disertasi~~ : Pra Rancangan Pabrik Asam Fosfat Dari Batuan Fosfat Dan Asam Sulfat Menggunakan Proses Central Prayon Dengan Kapasitas 50.000 Ton/ Tahun.

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun , sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 12 September 2024

Yang Menyatakan



Ferdiyan Tri Prayoga



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Ferdiyan Tri Prayoga
NPM : 20031010117
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 September, TA. 2024/2025.

Dengan Judul : **PABRIK ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES CENTRAL PRAYON DENGAN KAPASITAS
50.000 TON / TAHUN**

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT

2. Ir. Sani, MT

3. Dr. T. Ir. Susilowati, MT

Surabaya, 12 September 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. Caecilia Pujiastuti, MT
NIP. 19630305 198803 2 001

Catatan: *) coret yang tidak perlu



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan karunia serta rahmat-Nya sehingga penyusun diberikan kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik dengan judul “**Pabrik Asam Fosfat dari Batuan Fosfat dan Asam Sulfat Menggunakan Proses *Central Prayon* dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun**”. Laporan ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia di Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur. Penyusun menyadari bahwa dalam menyelesaikan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini tidak dapat tersusun sedemikian rupa tanpa bantuan dari berbagai pihak baik sarana, prasarana, kritik dan saran. Penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ir. Caecilia Pudjiastuti, MT. selaku Dosen Pembimbing pada Pra Rancangan Pabrik, yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan laporan Pra Rancangan Pabrik.
4. Tim Penguji yang telah memberikan masukan serta saran dalam penyusunan laporan pra rancangan pabrik.
5. Kedua orang tua tercinta, Bapak Herman dan Ibu Kusnul yang telah memberikan dukungan baik secara moril maupun materil sehingga membuat penulis semangat dalam menyelesaikan hingga akhir.
6. Sahabat penyusun, Yan Dwi Pracoko dan Genny Styllita Yudarsono yang telah memberi dukungan penuh dan mendengarkan keluh kesah penyusun selama proses penyusunan Tugas Akhir.
7. Tim Cheetatoz, Salma, Angeli, Elvina yang merupakan teman seperjuangan penyusun dari awal mahasiswa baru dan telah kebersamai penyusun dalam



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

menempuh perkuliahan selama 4 tahun hingga akhirnya dapat menyelesaikan Tugas Akhir bersama.

8. Angkatan 2020 yang telah memberikan banyak sekali pengalaman baru, relasi baru, karya baru dan insight menarik yang belum pernah penyusun dapatkan sebelumnya di luar kampus.
9. Semua pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini, sehingga dapat terselesaikan.

Penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan, fasilitas yang telah diberikan. Penyusun menyadari bahwa dalam pembuatan laporan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi perbaikan penyusunan laporan berikutnya. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat membawa manfaat kebaikan dan keberkahan bagi banyak pihak. Akhir kata, penyusun mengucapkan terima kasih dan mohon maaf sebesar-besarnya kepada semua pihak.

Surabaya, 12 September 2024

Penyusun



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
INTISARI	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN 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 PERUSAHAAN.....	IX-1
BAB X ANALISA EKONOMI	X-1
BAB XI DISKUSI DAN KESIMPULAN.....	XI-1
DAFTAR PUSTAKA	x
APPENDIKS A.....	A-1
APPENDIKS B.....	B-1
APPENDIKS C.....	C-1
APPENDIKS D.....	D-1



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Hubungan antara Kebutuhan Produk Asam Fosfat di Indonesia dengan Tahun Produksi	I-7
Gambar II.1 Pembuatan Asam Fosfat dengan Electric Furnace Process	II-1
Gambar II.2 Pembuatan Asam Fosfat dengan Dorr Strong-Acid Process	II-3
Gambar II.3 Pembuatan Asam Fosfat dengan Proses Nissan	II-4
Gambar II.4 Pembuatan asam fosfat dengan Central Prayon Process	II-5
Gambar II.5 Bagan Flowsheet Proses Asam Fosfat dari Batuan Fosfat dan Asam Sulfat dengan Proses Central Prayon.....	II-10
Gambar II.5 Bagan Blok Diagram Proses Asam Fosfat dari Batuan Fosfat dan Asam Sulfat dengan Proses Central Prayon.....	II-11
Gambar VIII.1 Lokasi Pendirian Pabrik	VIII-1
Gambar VIII.2 Lahan untuk Pendirian Pabrik	VIII-6
Gambar VIII.3 Tata Letak Pabrik Asam Fosfat	VIII-10
Gambar VIII.4 Tata Letak Peralatan Pabrik Asam Fosfat	VIII-11
Gambar IX.1 Struktur Organisasi Perusahaan	IX-9
Gambar X.1 Grafik Break Even Point.....	X-13



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Kebutuhan Asam Fosfat di Indonesia	I-5
Tabel I.2 Perusahaan yang Memproduksi Asam Fosfat di Indonesia	I-6
Tabel I.3 Data Impor dan Ekspor Asam Fosfat di Indonesia	I-7
Tabel I.4 Tabel Regresi Linier Kebutuhan Asam Fosfat 7 Tahun Terakhir	I-8
Tabel I.5 Komposisi Batuan Phosphate (Sumber: Alibaba.com)	I-9
Tabel II.1 Seleksi Proses Produksi Asam Fosfat	II-7
Tabel VI.1 Alat Instrumentasi pada Pabrik	VI-4
Tabel VI.2 Jenis dan Jumlah Fire-Extingisher	VI-6
Tabel VII.1 Kebutuhan Steam dalam Produksi Asam Fosfat (H_3PO_4)	VII-2
Tabel VII.2 Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air	VII-5
Tabel VII.3 Persyaratan Kadar Maksimum Air Umpan Boiler	VII-7
Tabel VII.4 Kebutuhan Air Pendingin	VII-8
Tabel VII.5 Kebutuhan Air Proses	VII-12
Tabel VII.6 Kebutuhan Air	VII-13
Tabel VII.7 Kebutuhan Listrik pada Proses Produksi	VII-91
Tabel VII.8 Kebutuhan Listrik pada Peralatan Utilitas	VII-92
Tabel VII.9 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan	VII-92
Tabel VII.10 Jumlah Lampu Merkuri	VII-93
Tabel VIII.1 Jumlah Penduduk Berusia 15 Tahun ke Atas Menurut Angkatan Kerja di Kabupaten Mojokerto Pada Tahun 2023	VIII-3
Tabel VIII.2 Upah Minimum Kabupaten (UMK) di Kota Mojokerto Pada Tahun 2020–2024	VIII-4
Tabel VIII.3 Pembagian Luasan Pabrik Asam Fosfat	VIII-8
Tabel VIII.4 Nomenklatur Tata Letak Peralatan Pabrik Asam Fosfat	VIII-11
Tabel IX.1 Jadwal Kerja Karyawan Proses	IX-11
Tabel X.1 Fixed Capital Invesment	X-5
Tabel X.2 Direct Production Cost	X-5
Tabel X.3 Fixed Cost	X-6
Tabel X.4 Pembukuan Modal dan Biaya	X-7



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

Tabel X.5 Biaya Total Produksi.....	X-9
Tabel X.6 Lama Pengembalian Modal (PBP).....	X-11
Tabel X.7 Laju Pengembalian Modal (IRR).....	X-12
Tabel X.8 Cash Flow.....	X-14



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

INTISARI

Pabrik asam fosfat dari asam sulfat dan batuan fosfat menggunakan proses *central prayon* dengan kapasitas 50.000 ton/tahun, direncanakan akan didirikan di Desa Kedundung, Kecamatan Margelo, Kota Mojokerto, Jawa Timur. Asam fosfat dalam industri pupuk memiliki peranan penting sebagai komponen utama penyusun pupuk fosfat yang merupakan salah satu pupuk yang banyak dibutuhkan dalam sektor pertanian, seperti pupuk NPK, DSP, TSP, SP-36, PONSKA dan pupuk fosfat lainnya. Unsur P digunakan oleh tumbuhan untuk pembelahan sel, adipogenesis, perkembangan akar, penguat batang, dan masih banyak fungsi lainnya. Selain untuk industri pupuk, asam fosfat juga banyak digunakan dalam seektor lain seperti pembuatan detergen, pembersih lantai, insektisida, industri makanan (pembuatan lysine dan MSG), industri tekstil, dan lain sebagainya. Pabrik ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun.

Proses pembuatan asam fosfat secara singkat menggunakan *central prayon* adalah dengan mereaksikan batuan fosfat sebanyak 90% berat total yang mengandung min. 38% P_2O_5 pada ukuran yang seragam (*4 mesh*) dengan H_2SO_4 dengan konsentrasi 70% di Reaktor I menjadi slurry pada kondisi suhu $80^\circ C$ selama 2 jam. Slurry dari Reaktor I kemudian direaksikan dengan batuan fosfat 10% dari berat total dengan kondisi suhu $75^\circ C$ selama 2 jam. Pada Reaktor I dan Reaktor II, terjadi reaksi antara batuan phospat dengan H_2SO_4 membentuk asam phospat (H_3PO_4) dan kalsium sulfat dihidrat ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). Reaksi bersifat eksotermis sehingga dibutuhkan air pendingin yang dilewatkan dalam jaket untuk menjaga suhu pada reaktor sesuai dengan kondisi optimumnya, campuran gas hasil reaksi yaitu CO_2 dan SiF_4 yang keluar pada bagian atas reaktor dan dialirkan ke scrubber untuk melarutkan gas SiF_4 dengan air proses sehingga tidak mencemari lingkungan dan menjadi larutan H_2SiF_6 . Sementara untuk produk dari Reaktor II berupa campuran solid dan liquid (*slurry*) keluar dan kemudian dipisahkan antara cake dan filtrate pada *1st filtration*, filtrat yang didapat berupa produk asam fosfat dan cake yang didapat berupa kalsium sulfat dihidrat ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). Kemudian filtrat asam



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

fosfat dimurnikan menggunakan Evaporator untuk memisahkan antara jumlah berlebih air dalam larutan asam fosfat. Produk atas vapor berupa H_2O dan kemudian dilewatkan kondensor untuk mengubah uap air menjadi liquid dan produk bawah berupa asam fosfat dengan kandungan 85%. Lalu untuk cake slurry tersebut dialirkan menuju reaktor III dengan ditambahkan H_2SO_4 98% sehingga terjadi dekomposisi gypsum dihidrat ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) menjadi gypsum hemihidrat ($CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$) melalui pemanasan hingga $95^\circ C$ selama 1 jam. Keluaran dari proses ini akan menghasilkan asam fosfat dengan kandungan P_2O_5 bebas sebesar 37%. Kemudian gypsum berupa kalsium sulfat hemihidrat dilakukan penyaringan, filtrat yang masih mengandung asam fosfat dialirkan menuju Evaporator, sementara itu gypsum dilakukan pencucian pada *2nd filtration*. Keluaran proses ini menghasilkan produk samping kalsium sulfat hemihidrat ($CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$) yang kemudian dialirkan menuju silo penyimpanan gypsum.

Ketentuan pendirian pabrik asam fosfat yang direncanakan dapat dilihat dalam ringkasan sebagai berikut :

1. Kapasitas Produksi : 50.000 ton/tahun
2. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas
3. Sistem Organisasi : Garis dan Staff
4. Jumlah Karyawan : 189 orang
5. Waktu Operasi : 330 hari/tahun; 24 jam/hari
6. Lokasi Pabrik : Jl. By Pass Mojokerto, Kedundung, Margelo, Kecamatan Magersari, Kota Mojokerto, Jawa Timur.
7. Bahan Baku : Batuan Fosfat dan Asam Sulfat
8. Analisa Ekonomi
 - a. Modal Tetap (FCI) : Rp 1.334.916.742.614
 - b. Working Capital Investment (WCI) : Rp 149.927.751.667
 - c. Total Capital Investment (TCI) : Rp 1.484.844.494.281
 - d. Bahan Baku (1 Tahun) : Rp 1.052.341.374.514
 - e. Biaya Utilitas (1 Tahun) : Rp 17.167.313.726
 - f. Total Production Cost (TPC) : Rp 1.799.133.020.001



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

g. Bunga Bank	: 8% per tahun
h. Return on Investment Before Tax	: 28,65%
i. Return on Investment After Tax	: 21,49%
j. Internal of Return (IRR)	: 20%
k. Waktu Pengembalian Modal (PBP)	: 4 Tahun 4 Bulan
l. Break Even Point (BEP)	: 31,80%