

**PABRIK KALSIMUM KLORIDA DIHIDRAT DARI BATU KAPUR DAN
ASAM KLORIDA DENGAN PROSES HIDROKLORINASI
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

PRA RENCANA PABRIK



OLEH:

MUHAMMAD RAFI RASYFILLAH

NPM. 20031010015

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

**PABRIK KALSIMUM KLORIDA DIHIDRAT DARI BATU KAPUR DAN
ASAM KLORIDA DENGAN PROSES HIDROKLORINASI
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

PRA RENCANA PABRIK

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Kimia**



OLEH:

MUHAMMAD RAFI RASYFILLAH

NPM. 20031010015

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK & SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2024



PRA RENCANA PABRIK
"PABRIK KALSIMUM KLORIDA DIHIDRAT DARI BATU KAPUR
DAN ASAM KLORIDA DENGAN PROSES HIDROKLORINASI"

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK

"PABRIK KALSIMUM KLORIDA DIHIDRAT DARI BATU KAPUR DAN
ASAM KLORIDA DENGAN PROSES HIDROKLORINASI"

Disusun Oleh:
MUHAMMAD RAFI RASYFILLAH
NPM. 20031010015

Telah dipertahankan dan diterima oleh Dosen Pembimbing dan Penguji
Pada Tanggal: 1 November 2024

Tim Penguji:

1.

Ir. Sutiyono, M.T.
NIP. 19600713 198703 1 001

2.

Ir. Caecilia Pujiastuti, M.T.
NIP. 19630305 198803 2 001

3.

Ir. Nana Dviah Siswati, M.Kes.
NIP. 19600422 198703 2 001

Pembimbing:

1.

Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.
NIP. 19650731 199203 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik & Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



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



PRA RENCANA PABRIK
“PABRIK KALSIMUM KLOORIDA DIHIDRAT DARI BATU KAPUR
DAN ASAM KLOORIDA DENGAN PROSES HIDROKLOORINASI”

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK

PABRIK KALSIMUM KLOORIDA DIHIDRAT DARI BATU KAPUR DAN
ASAM KLOORIDA DENGAN PROSES HIDROKLOORINASI
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh:

MUHAMMAD RAFI RASYFILLAH

NPM. 20031010015

Proposal Pra Rencana Pabrik Ini Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing

(Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.)

NIP. 19650731 199203 2 001



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Muhammad Rafi Rasyfillah
NPM : 20031010015
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 November, TA. 2024/2025.

Dengan Judul : PRA RENCANA PABRIK KALSIMUM KLOORIDA DIHIDRAT DARI
BATU KAPUR DAN ASAM KLOORIDA DENGAN PROSES
HIDROKLORINASI

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Ir. Sutiyono, M.T.

2. Ir. Caecilia Pujiastuti, M.T.

3. Ir. Nana Dyah Siswati, M.Kes.

Surabaya, 06 November 2024

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.
NIP. 19650731 199203 2 001



PRA RENCANA PABRIK
"PABRIK KALSIMUM KLOORIDA DIHIDRAT DARI BATU KAPUR
DAN ASAM KLOORIDA DENGAN PROSES HIDROKLORINASI"

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rafi Rasyfillah
NPM : 20031010015
Fakultas/Program Studi : Teknik & Sains / Teknik Kimia
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Kalsium Klorida Dihidrat dari Batu Kapur dan Asam Klorida dengan Proses Hidroklorinasi

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan dan hasil tugas akhir saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan oleh penguji serta 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 dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 8 November 2024

Yang menyatakan,

(Muhammad Rafi Rasyfillah)



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK KALSIMUM KLORIDA DIHIDRAT DARI BATU KAPUR DAN ASAM KLORIDA DENGAN PROSES HIDROKLORINASI”

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir Pra Rencana Pabrik dengan judul “Pabrik Kalsium Klorida Dihidrat dari Batu Kapur dan Asam Klorida dengan Proses Hidroklorinasi Kapasitas 40.000 Ton/Tahun” sebagai salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum program studi S-1 Teknik Kimia dan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia di Fakultas Teknik & Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Pra rencana pabrik ini menjelaskan mengenai perencanaan pembuatan pabrik kalsium klorida dihidrat mulai dari perhitungan bahan baku hingga produk, perancangan alat, instrumentasi dan keselamatan kerja, struktur organisasi, kebutuhan utilitas, tata letak dan denah lokasi, serta analisa ekonomi untuk investasi pabrik yang telah disusun berdasarkan pada beberapa sumber berasal dari berbagai literatur.

Dalam penyusunan pra rencana pabrik ini, penyusun mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik 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. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T. selaku Dosen Pembimbing Pra Rencana Pabrik yang senantiasa membimbing dan memberikan arahan dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Erwan Adi Saputro, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji I saat Proposal Pra Rencana Pabrik yang telah memberikan saran dan masukan untuk penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Ir. Dwi Hery Astuti, M.T. selaku Dosen Penguji II saat Proposal Pra Rencana Pabrik yang telah memberikan saran dan masukan untuk penyusunan Tugas Akhir ini.



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK KALSIUM KLORIDA DIHIDRAT DARI BATU KAPUR DAN ASAM KLORIDA DENGAN PROSES HIDROKLORINASI”

6. Kedua orang tua Mahmudi dan Ely Fitriyah yang senantiasa memberikan doa dan dukungan baik secara moril maupun materil kepada penyusun untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Ketiga adik Muhammad Radhit Rasyfillah, Rashida Mella Rasyfillah, dan Rashifa Dilla Rasyfillah yang senantiasa menghibur penyusun baik secara online maupun langsung.
8. Karisma Nur Hidayati, S.K.M. yang senantiasa memberikan doa, dorongan, semangat, dan kebahagiaan yang tulus kepada penyusun untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Rekan penyusun Aisy Aulia Amri yang telah menjadi partner dari awal hingga akhir dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Rekan penyusun Muhammad Vurqon Alfarizi yang telah menjadi partner Skripsi Penelitian dan Praktik Kerja Lapangan.
11. Alif, Jani, Faiz, dan Sidik yang telah menghibur penyusun dikala merasa suntuk.
12. Seluruh teman mahasiswa yang senantiasa membantu penyusun dalam berdiskusi mengenai Tugas Akhir ini.
13. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
14. Diri saya sendiri, yang telah mampu kooperatif dan konsisten dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

Penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan dan fasilitas yang telah diberikan semua pihak sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penyusun juga menyadari Pra Rencana Pabrik ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu, penyusun membutuhkan saran dan kritik yang membangun untuk memperbaiki Pra Rencana Pabrik ini. Akhir kata, besar harapan penyusun agar Pra Rencana Pabrik ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak, khususnya mahasiswa Teknik Kimia.

Surabaya, 8 November 2024

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
INTISARI	x
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 TATA LETAK DAN LOKASI.....	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 NERACA MASSA	App A-1
APPENDIX B NERACA PANAS	App B-1
APPENDIX C SPESIFIKASI ALAT.....	App C-1
APPENDIX D PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI	App D-1



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK KALSIMUM KLORIDA DIHIDRAT DARI BATU KAPUR DAN ASAM KLORIDA DENGAN PROSES HIDROKLORINASI”

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Grafik Data Impor Kalsium Klorida Dihidrat di Indonesia.....	I-3
Gambar I. 2 Grafik Data Kebutuhan Dunia Kalsium Klorida Dihidrat.....	I-4
Gambar I. 3 Lokasi Pabrik.....	I-11
Gambar II.1 Proses Pembuatan Kalsium Klorida Dihidrat dengan Proses Solvay	II-1
Gambar II.2 Pembuatan Kalsium Klorida Dihidrat dengan Proses Hidroklorinasi.....	II-2
Gambar VIII. 1 Denah Lokasi Pendirian Pabrik.....	VIII-1
Gambar VIII. 2 Layout Pabrik.....	VIII-9
Gambar VIII. 3 Layout Unit Proses.....	VIII-10
Gambar IX. 1 Struktur Organisasi Perusahaan	IX-9
Gambar X. 1 Grafik BEP	X-16



DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Kebutuhan Impor Kalsium Klorida Dihidrat di Indonesia.....	I-3
Tabel I. 2 Data Kebutuhan Dunia Kalsium Klorida Dihidrat	I-4
Tabel I.3 Data Ketersediaan Batu Kapur di Indonesia.....	I-5
Tabel I.4 Data Ketersediaan Asam Klorida di Indonesia.....	I-5
Tabel I.5 Kapasitas Pabrik Kalsium Klorida Dihidrat yang Telah Berdiri	I-6
Tabel II.1 Seleksi Proses	II-4
Tabel VI. 1 Alat Instrumentasi Perencanaan Pabrik Kalsium Klorida Dihidrat	VI-4
Tabel VI. 2 Jenis dan Jumlah Portable Fire Extinguisher	VI-6
Tabel VI. 3 Alat Perlindungan K3.....	VI-10
Tabel VIII. 1 Pembagian Luas Pabrik.....	VIII-8
Tabel IX. 1 Jadwal kerja Karyawan Proses	IX-7
Tabel X. 1 Modal Tetap (Fixed Cost Investment).....	X-5
Tabel X. 2 Tabel Direct Production Cost	X-7
Tabel X. 3 Tabel Fixed Cost.....	X-8
Tabel X. 4 Tabel Plant Overhead Cost.....	X-8
Tabel X. 5 Tabel Manufacturing Cost.....	X-9
Tabel X. 6 Tabel General Expenses	X-9
Tabel X. 7 Tabel Modal dan Biaya	X-11
Tabel X. 8 Laju Pengembalian Modal (PBP).....	X-14



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK KALSIMUM KLOORIDA DIHIDRAT DARI BATU KAPUR DAN ASAM KLOORIDA DENGAN PROSES HIDROKLOORINASI”

INTISARI

Pabrik Kalsium Klorida Dihidrat dari Batu Kapur dan Asam Klorida dengan Proses Hidroklorinasi Kapasitas 40.000 Ton/Tahun, direncanakan akan didirikan di daerah Kawasan Industri Tuban (KIT), Tuban, Jawa Timur. Kalsium klorida dihidrat digunakan sebagai pereduksi alkali dalam industri semen. Selain itu kalsium klorida dihidrat juga dapat digunakan sebagai bahan pengering dan meningkatkan kekuatan kertas pada industri kertas dan pulp, sebagai zat pengawet sayuran kaleng pada industri makanan, serta sebagai penghilang zat terlarut pada hidrokarbon di industri petrokimia. Pada Pra Rencana Pabrik ini, direncanakan pabrik dioperasikan selama 330 hari dalam setahun, dan 24 jam dalam sehari.

Proses pembuatan kalsium klorida dihidrat secara singkat dilakukan dengan bahan baku batu kapur diumpankan menuju *jaw crusher* untuk dihancurkan dan dihaluskan pada *ball mill* menjadi 100 mesh. Dari ball mill kemudian diumpankan menuju hopper. Batu kapur kemudian diumpankan ke reaktor secara bersamaan dengan larutan HCl 32%, menjadi kalsium klorida dengan melepas gas CO₂. Reaksi berjalan pada suhu 40 °C dengan tekanan 1 atm. *Output* atas reaktor berupa gas CO₂ diumpankan menuju *scrubber* untuk mengurangi konsentrasi gas CO₂ menggunakan air sebelum dibuang ke udara. Sedangkan *output* bawah reaktor *slurry* berupa CaCl₂, H₂O, dan sisa CaCO₃ diumpankan menuju *rotary drum vacuum filter* untuk dipisahkan antara filtrat kalsium klorida (CaCl₂) dengan *cake* kalsium karbonat (CaCO₃). Filtrat kalsium klorida selanjutnya dipekatkan pada *evaporator*. Gas H₂O yang menguap ke atas dikondensasikan di *barometric condensor* dan ditampung di *hot well*. Larutan kalsium klorida jenuh selanjutnya dikristalisasi pada *crystallizer*. Kristal kalsium klorida dihidrat (CaCl₂.2H₂O) dan *mother liquor* yang terbentuk kemudian dipisahkan menggunakan *centrifuge*. Untuk *mother liquor* di *recycle* kembali menuju *crystallizer*, sedangkan kristal basah dialirkan dengan *screw conveyor* untuk dikeringkan pada *rotary dryer* dengan bantuan udara panas secara *counter current*. Udara panas berasal dari udara bebas *blower* yang dipanaskan pada *heater* untuk disalurkan ke *rotary dryer*. *Output* atas *rotary dryer* berupa udara panas dan padatan terikut dipisahkan



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK KALSIMUM KLORIDA DIHIDRAT DARI BATU KAPUR DAN ASAM KLORIDA DENGAN PROSES HIDROKLORINASI”

menggunakan *cyclone*, dimana udara panas dibuang ke udara sedangkan padatan terikut diumpankan dengan produk bawah *rotary dryer* menuju ke *cooling screw conveyor*. Kristal didinginkan di *cooling screw conveyor* sampai suhu 32°C dan kemudian dihaluskan dengan *ball mill* sampai 20 mesh. Selanjutnya dibawa dengan *screw conveyor* dan *bucket elevator* menuju *silo* penampung sebagai produk akhir kristal kalsium klorida dihidrat ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Produk akhir kemudian dikemas menggunakan kemasan *sack* 25 kg untuk dipasarkan.

Ketentuan pendirian pabrik kalsium klorida dihidrat yang telah direncanakan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Kapasitas : 40.000 ton/tahun
- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas
- Sistem organisasi : Garis dan Staff
- Lokasi pabrik : Kawasan Industri Tuban (KIT)
- Luas tanah : 45.000 m²
- Sistem operasi : Kontinyu
- Waktu operasi : 330 hari
- Jumlah karyawan : 149 orang

Analisa ekonomi:

- Masa konstruksi : 3 tahun
- Umur alat : 10 tahun
- *Fixed Capital Investment* (FCI) : Rp 539.010.756.428,75
- *Working Capital Investment* (WCI) : Rp 233.004.545.757,64
- *Total Capital Investment* (TCI) : Rp 772.015.302.186,39
- Biaya bahan baku (per tahun) : Rp 450.537.148.152,79
- Biaya utilitas (per tahun) : Rp 39.011.269.191,06
- Biaya produksi (TPC) : Rp 932.018.183.030,57
- Hasil penjualan : Rp 1.202.000.000.000,00
- Bunga pinjaman bank : 7,8%
- *Rate on Investment* (sebelum pajak) : 24%
- *Rate on Investment* (setelah pajak) : 21%



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK KALSIMUM KLOORIDA DIHIDRAT DARI BATU KAPUR DAN ASAM KLOORIDA DENGAN PROSES HIDROKLOORINASI”

- *Pay Back Periode (PBP)* : 3 tahun 4 bulan
- *Internal Rate of Return* : 17%
- *Break Even Point (BEP)* : 34%