

**PABRIK KALSIUM KLORIDA DARI KAPUR TOHOR
DAN ASAM KLORIDA DENGAN PROSES
NETRALISASI BERKAPASITAS 13.500 TON/TAHUN**

PRA RENCANA PABRIK



Oleh :

RINGGO ELANG PRATAMA PUTRA
(18031010125)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA
2023**

**PABRIK KALSIUM KLORIDA DARI KAPUR TOHOR
DAN ASAM KLORIDA DENGAN PROSES
NETRALISASI BERKAPASITAS 13.500 TON/TAHUN**

PRA RENCANA PABRIK

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



Oleh :

RINGGO ELANG PRATAMA PUTRA
(18031010125)

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

2023



Pra Rencana Pabrik
"Pabrik Kalsium Klorida dari Kapur Tohor dan Asam Klorida
dengan Proses Netralisasi"

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK

PABRIK KALSIMUM KLORIDA DARI KAPUR TOHOR DAN ASAM
KLORIDA DENGAN PROSES NETRALISASI

Disusun Oleh:

1. Ringgo Elang Pratama P. 18031010125

Laporan Prarencana Pabrik ini telah diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing

Pada Tanggal: 31 Mei 2023

Surabaya, 31 Mei 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Pra Rencana Pabrik

Ir. Titi Susilowati, MT.

NIP. 19600801 198703 2 008



Pra Rencana Pabrik
"Pabrik Kalsium Klorida dari Kapur Tohor dan Asam Klorida
dengan Proses Netralisasi"

LEMBAR PENGESAHAN
PABRIK KALSIMUM KLORIDA DARI KAPUR TOHOR DAN ASAM
KLORIDA DENGAN PROSES NETRALISASI BERKAPASITAS 13.500
TON/TAHUN

Oleh:
Ringgo Elang Pratama Putra
18031010125

Telah dipertahankan dan diterima oleh tim penguji skripsi
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Pada Tanggal 17 Juli 2023

Tim Penguji :

1.

Ir. Bambang Wahyudi, MS.
NIP. 19580711 198503 1 001

2.

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

3.

Dr. T. Ir. Susilowati, MT.
NIP. 19621120 199103 2 001

Pembimbing :

1.

Ir. Titi Susilowati, MT.
NIP. 19600801 198703 2 008

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "veteran" Jawa Timur
Surabaya

Dr. Dra. Jarivah, MP.
NIP. 19650403 199103 2 001

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



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Ringgo Elang Pratama Putra
NPM : 18031010125
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 Juli, TA. 2022/2023.

Dengan Judul : PRA RENCANA PABRIK NATRIUM NITRAT DARI NATRIUM
HIDROKSIDA DAN ASAM NITRAT DENGAN PROSES SINTETIK

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Ir. Bambang Wahyudi, MS

2. Ir. Sani, MT

3. Dr. T. Ir. Susilowati, MT

Surabaya, 21 Juli 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. Titi Susilowati, MT

NIP. 19600801 198703 2 008

Catatan: *) coret yang tidak perlu

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ringgo Elang Pratama Putra
NPM : 18031010125
Fakultas /Program Studi : Teknik/Teknik Kimia
Judul Tugas Akhir/ Pra Rencana Pabrik : Pabrik Kalsium Klorida dari Kapur Tohor dan Asam Klorida dengan Proses Netralisasi

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 di setujui 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 ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 24 Juli 2023

Yang Menyatakan



(Ringgo Elang Pratama Putra)



Pra Rencana Pabrik
"Pabrik Kalsium Klorida dari Kapur Tohor dan Asam Klorida
dengan Proses Netralisasi"

PRAKATA

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Pra Rencana Pabrik dengan judul "Pabrik Kalsium Klorida dari Kapur Tohor dan Asam Klorida dengan Proses Netralisasi". Pra rencana pabrik ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh mahasiswa untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia di Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Laporan pra rencana pabrik dapat diselesaikan dan dapat disusun berkat adanya kerja sama berbagai pihak. pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya S., MT. selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
3. Ibu Ir. Titi Susilowati, MT. Selaku Dosen Pembimbing pada Pra Rencana Pabrik ini.
4. Bapak Ir. Bambang Wahyudi, MS. selaku dosen penguji I pada Pra Rencana Pabrik ini.
5. Ibu Ir. Sani, MT. selaku dosen penguji II pada Pra Rencana Pabrik ini.
6. Ibu. Dr. T. Ir. Susilowati, MT. selaku dosen penguji III pada Pra Rencana Pabrik ini.
7. Semua teman-teman yang telah membantu selama penyusunan proposal Pra Rencana Pabrik ini

Penyusun menyadari masih banyak kekurangan pada penyusunan proposal ini. Akhir kata, penyusun mohon maaf yang sebesar – besarnya kepada semua pihak.

Surabaya, 25 Mei 2023



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Kalsium Klorida dari Kapur Tohor dan Asam Klorida
dengan Proses Netralisasi”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	vii
INTISARI.....	ix
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 PERALATAN.....	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 KESIMPULAN DAN SARAN	XI.1
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIX A	A.1
APPENDIX B	B.1
APPENDIX C	C.1



DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Data impor kalsium klorida pada tahun 2020.....	I-2
Tabel I.2. Data ekspor kalsium klorida pada tahun 2020.....	I-3
Tabel I.3. Data kebutuhan kalsium klorida	I-4
Tabel I.4. Komposisi kapur tohor	I-5
Tabel I.5. Komposisi asam klorida	I-5
Tabel I.5. Komposisi CaO murni	I-6
Tabel II.1. Seleksi proses pembuatan kalsium klorida.....	II-4
Tabel III.1 Aliran Neraca Massa Mixer Pengenceran HCl (M-112)	III-1
Tabel III.2 Aliran Neraca Massa Reaktor Pelarutan CaO (R-120)	III-1
Tabel III.3 Aliran Neraca Massa Reaktor Netralisasi (R-110)	III-2
Tabel III.4 Aliran Neraca Massa Filter Press (H-211).....	III-2
Tabel III.5 Aliran Neraca Massa Reaktor Pengendapan (R-130)	III-3
Tabel III.6 Aliran Neraca Massa Evaporator (V-210)	III-3
Tabel III.7 Aliran Neraca Massa Centrifuge (H-214).....	III-4
Tabel III.8 Aliran Neraca Massa Rotary Dryer (B-310).....	III-4
Tabel III.9 Aliran Neraca Massa Cyclone (H-311).....	III-5
Tabel IV. 1. Data kapasitas panas	IV-1
Tabel IV.2. Neraca panas reaktor pelarutan CaO (R-120).....	IV-1
Tabel IV.3. Neraca panas reaktor netralisasi (R-110).....	IV-2
Tabel IV.4. Neraca panas reaktor pengendapan (R-130).....	IV-2
Tabel IV.5. Neraca panas evaporator (V-210).....	IV-2
Tabel IV.6. Neraca panas kristalizer (X-213)	IV-2
Tabel IV.7. Neraca panas barometrik kondensator (E-216)	IV-3
Tabel IV.8. Neraca panas rotary dryer (B-310)	IV-3
Tabel IV.9. Neraca panas cooling conveyor (J-314).....	IV-3
Tabel IV.10. Neraca panas heater udara (E-313).....	IV-3
Tabel VII. 1. 1. Kebutuhan Steam Pada Produksi Kalsium Klorida.....	VII-1



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Kalsium Klorida dari Kapur Tohor dan Asam Klorida
dengan Proses Netralisasi”

Tabel VII. 2. 1. 1. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Keperluan Higine Sanitasi	VII-4
Tabel VII. 2. 1. 2. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higine Sanitasi	VII-5
Tabel VII. 2. 1. 3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higine Sanitasi	VII-5
Tabel VII. 2. 2. 1. Kebutuhan air pendingin untuk pabrik kalsium klorida.....	VII-6
Tabel VII. 2. 3. 1. Kebutuhan Air Proses.....	VII-7
Tabel VII. 3. Rincian Kebutuhan Air untuk Pabrik Kalsium Klorida	VII-8
Tabel VII. 4. 1. Detail Kebutuhan Listrik Unit Utilitas	VII-26
Tabel VII. 4. 2. Detail Kebutuhan Listrik Unit Proses.....	VII-27
Tabel VII. 4. 3. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan	VII-28
Tabel VIII. 1. Keterangan Alat Berdasarkan Gambar VIII.3.....	VIII-9
Tabel IX. 1. Jadwal Kerja Karyawan Shift	IX-5
Tabel X. 1. Index Harga Alat	X-2
Tabel X.2 Harga Peralatan Proses.....	X-4
Tabel X.3 Harga Peralatan Utilitas	X-5
Tabel X.4 Biaya Total Produksi.....	X-13
Tabel X.5 Modal Sendiri Pada Tahun Kontruksi.....	X-13
Tabel X.6 Modal Pinjaman Pada Tahun Kontruksi	X-13
Tabel X.7 Internal Rate of Return.....	X-14
Tabel X.8 Pay Back Period	X-16



DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Grafik hubungan antara tahun dan kebutuhan CaCl_2	I-4
Gambar II.1. Pembuatan CaCl_2 dengan proses solvay	II-2
Gambar II.2. Proses asidifikasi dengan bahan batu kapur dan HCl	II-3
Gambar II.3. Sintesa CaCl_2 batu kapur dan HCl dengan proses netralisasi	II-5
Gambar II.4. Blok Diagram Proses Produksi Kalsium Klorida dari Kapur Tohor dan Asam Klorida	II-6
Gambar VI. 1. Simbol Toxic	VI-5
Gambar VI. 2. Simbol Corrosive	VI-5
Gambar VI. 3. Simbol Dangerous for Environment	VI-6
Gambar VIII.1 Lokasi Pendirian Pabrik	VIII-1
Gambar VIII.2. Baku Mutu Air Limbah Kawasan Industri	VIII-7
Gambar VIII.3. Tata Letak Peralatan Pabrik	VIII-9
Gambar VIII.4. Denah Pabrik	VIII-10
Gambar IX. 1. Struktur Organisasi Pabrik	IX-9
Gambar X. 1. Grafik Break Even Point (BEP)	X-17



DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang	Arti
ρ	Densitas
μ	Viskositas
Singkatan	Kepanjangan
B_m	Berat molekul
C_p	Kapasitas panas
ΔH	Entalpi
ID	Diameter dalam
OD	Diameter luar
t_s	Tebal silinder
t_{ha}	Tebal tutup atas
t_{hb}	Tebal tutup bawah
L_{ha}	Tinggi tutup atas
L_{hb}	Tinggi tutup bawah
P	Panjang
L	Lebar
T	Tinggi
NPS	Ukuran pipa nominal
Q	Debit
A	Luas permukaan
v	Laju aliran
P	Tekanan
g_c	Konstanta gravitasi (british unit)
g	Konstanta gravitasi (SI unit)
F	Friksi
Z	Ketinggian
ek	Ekuivalen
D	Diameter



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Kalsium Klorida dari Kapur Tohor dan Asam Klorida
dengan Proses Netralisasi”

T	Suhu
R_h	Humiditas relatif
T_{db}	Suhu dry bulb
T_{wb}	Suhu wet bulb
m_f	Massa bahan bakar
m_s	Massa steam
FCI	<i>Fixed capital investment</i>
TPC	<i>Total production cost</i>
WCI	<i>Work capital investment</i>
ROI	<i>Return on investment</i>
PBP	<i>Pay back period</i>
BEP	<i>Break even point</i>
M	Molaritas
V	Volume
F	<i>Feed</i>
X	Konsentrasi
BPR	<i>Boiling point rise</i>



Pra Rencana Pabrik
"Pabrik Kalsium Klorida dari Kapur Tohor dan Asam Klorida
dengan Proses Netralisasi"

INTISARI

Pra rencana pabrik kalsium klorida ini direncanakan untuk dapat berproduksi dengan kapasitas sebesar 13.500 ton/tahun dalam bentuk kristal padat.

Secara singkat uraian proses dari pabrik kalsium klorida ini yaitu, pertama bahan baku berupa kapur tohor diumpangkan dari tangki penampung kapur tohor (F-121) ke reaktor pelarutan CaO (R-120) untuk melarutkan kapur tohor dengan air menjadi Ca(OH)₂. HCl yang ditampung di tangki penampung HCl (F-111) dialirkan ke mixer pengencer HCl (M-112) untuk mengencerkan HCl 32% menjadi 12%. HCl 12% dan larutan CaO diumpangkan ke reaktor netralisasi (R-110) untuk menghasilkan CaCl₂ dan sisa Ca(OH)₂ yang tidak bereaksi. CaCl₂ dan pengotor diumpangkan ke filter press (H-211) untuk memisahkan CaCl₂ dengan Ca(OH)₂ sisa. CaCl₂ diumpangkan ke evaporator (V-210) untuk memekatkan larutan CaCl₂ dengan menguapkan H₂O yang terkandung. CaCl₂ pekat dialirkan menuju kristalizer (X-213) untuk dilakukan proses kristalisasi dan menghasilkan kristal CaCl₂ dan mother liquor. Produk dari kristalizer (X-213) diumpangkan menuju centrifuge (H-214) untuk memisahkan kristal CaCl₂ dengan mother liquor. Kristal CaCl₂ diumpangkan ke rotary dryer (B-310) untuk menguapkan H₂O sisa yang masih terkandung di permukaan kristal. Kristal CaCl₂ kering diumpangkan ke bin penampung produk (F-315) untuk kemudian dikemas dan didistribusikan.

Pabrik ini didirikan di Surabaya Industrial Estate Rungkut (SIER), Kota Surabaya, Jawa Timur dan beroperasi selama 337 hari/tahun dengan data sebagai berikut :

- Kapasitas produksi : 13500 ton/tahun
- Bahan yang digunakan : kapur tohor dan asam klorida (HCl)
- Sistem operasi : kontinyu
- Waktu operasi : 337 hari/tahun, 24 jam/hari
- Luas tanah : 15000 m²
- Jumlah karyawan : 82 orang
- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)



Pra Rencana Pabrik
"Pabrik Kalsium Klorida dari Kapur Tohor dan Asam Klorida
dengan Proses Netralisasi"

- Struktur organisasi : garis dan staff

Analisa ekonomi :

- Masa konstruksi : 3 tahun
- Umur pabrik : 10 tahun
- Modal tetap (FCI) : Rp220,755,876,861
- Modal kerja (WCI) : Rp38,688,380,894
- Modal total (TCI) : Rp259,444,257,756
- Biaya bahan baku (1 tahun) : Rp128,658,270,027
- Biaya utilitas (1 tahun) : Rp27,910,263,126.713
- Listrik : 241.1961 kWh/hari
- Air : 15.2996 m³/hari
- Steam : 155.0956897 kg/hari
- Biaya produksi total (TPC) : Rp232,130,285,367
- Hasil penjualan : Rp299,909,254,912/ tahun
- Bunga bank : 12%
- Internal rate of return (IRR) : 22.8344%
- Return on investment (ROI) sebelum pajak : 39.3837%
- Return on investment (ROI) setelah pajak : 29.5378%
- Pay back period (PBP) : 3 tahun 8 bulan
- Break even point (BEP) : 39.8492%