

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

PRA RENCANA PABRIK



OLEH :

CAKRASENA RIFKY SANTOSO

18031010106

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

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

PRA RENCANA PABRIK

**Diajukan untuk memenuhi tugas akhir dan
sebagai syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia**

Oleh :

Cakrasena Rifky Santoso

18031010106

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
2023**



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**

Oleh :

Cakrasena Rifky Santoso

18031010106

**Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh tim penguji skripsi
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Pada Tanggal 12 Mei 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



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 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.

Sidoarjo, 11 Maret 2023



DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	vii
INTISARI.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I. 1. LATAR BELAKANG.....	1
I. 2. SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK.....	4
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....	7
II. 1. MACAM-MACAM PROSES.....	12
II. 2. PEMILIHAN PROSES.....	14
II. 3. URAIAN PROSES.....	14
BAB III NERACA MASSA.....	17
BAB IV NERACA PANAS.....	23
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN.....	27
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	41
VI. 1. INSTRUMENTASI.....	41
VI. 2. KESELAMATAN KERJA.....	43
VI. 3. SIMBOL BAHAN KIMIA.....	44
BAB VII UTILITAS.....	47
VII. 1. UNIT PENYEDIAAN STEAM.....	47
VII. 2. UNIT PENYEDIAAN AIR.....	50
VII. 3. UNIT PENGOLAHAN AIR.....	56
VII. 4. UNIT PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK.....	57
VII. 5. UNIT PENYEDIAAN BAHAN BAKAR.....	62
BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	89
VIII. 1. TATA LETAK PABRIK.....	89
VIII. 2. TATA LETAK PERALATAN PABRIK.....	97



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

BAB IX. STRUKTUR ORGANISASI.....	99
IX. 1. BENTUK PERUSAHAAN.....	99
IX. 2. STRUKTUR ORGANISASI.....	99
IX. 3. PEMBAGIAN TUGAS DAN TANGGUNG JAWAB.....	100
IX. 4. JAM KERJA.....	103
IX. 5. STATUS KARYAWAN DAN SISTEM UPAH.....	104
IX. 6. JAMINAN SOSIAL.....	104
BAB X ANALISA EKONOMI.....	108
X. 1. HARGA PERALATAN.....	108
X. 2. HARGA TANAH DAN BANGUNAN.....	112
X. 3. BIAYA UTILITAS.....	113
X. 4. HARGA BAHAN BAKU DAN PRODUK.....	114
X. 5. PENENTUAN FIXED CAPITAL INVESTMENT.....	114
X. 6. PENENTUAN TOTAL PRODUCTION COST.....	115
X. 7. PENENTUAN WORK CAPITAL INVESTMENT.....	117
X. 8. PENENTUAN IRR, ROE, PBP, DAN BEP.....	117
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN.....	123
XI. 1. KESIMPULAN.....	123
XI. 2. SARAN.....	124
DAFTAR PUSTAKA.....	125
APPENDIX A.....	128
APPENDIX B.....	140
APPENDIX C.....	164



DAFTAR TABEL

Tabel I. 1. Data impor kalsium klorida tahun 2016-2020.....	2
Tabel I. 2. Data ekspor kalsium klorida tahun 2016-2020.....	2
Tabel I. 3. Data kebutuhan kalsium klorida.....	3
Tabel I. 4. Komposisi kapur tohor.....	4
Tabel I. 5. Komposisi asam klorida.....	4
Tabel I. 6. Komposisi kalsium hidroksida.....	5
Tabel II. 1. Seleksi proses pembuatan kalsium klorida.....	10
Tabel III. 1. Aliran neraca massa mixer pengenceran HCl (M-112).....	17
Tabel III. 2. Aliran neraca massa reaktor pelarutan CaO (R-120).....	18
Tabel III. 3. Aliran neraca massa reaktor netralisasi (R-110).....	18
Tabel III. 4. Aliran neraca massa reaktor presipitasi (R-130).....	19
Tabel III. 5. Aliran neraca massa filter press (H-211).....	20
Tabel III. 6. Aliran neraca massa evaporator (V-210).....	20
Tabel III. 7. Aliran neraca massa centrifuge (H-214).....	21
Tabel III. 8. Aliran neraca massa rotary dryer (B-310).....	21
Tabel III. 9. Aliran neraca massa cyclone (H-311).....	22
Tabel IV. 1. Data kapasitas panas.....	23
Tabel IV. 2. Neraca panas reaktor pelarutan CaO (R-120).....	24
Tabel IV. 3. Neraca panas mixer pengenceran HCl (M-112).....	24
Tabel IV. 4. Neraca panas reaktor netralisasi (R-110).....	24
Tabel IV. 5. Neraca panas reaktor presipitasi (R-130).....	24
Tabel IV. 6. Neraca panas evaporator (V-210).....	25
Tabel IV. 7. Neraca panas kristalizer (X-2123).....	25
Tabel IV. 8. Neraca panas barometrik kondensator (E-216).....	25
Tabel IV. 9. Neraca panas rotary dryer (B-310).....	25
Tabel IV. 10. Neraca panas cooling conveyor (J-314).....	26
Tabel IV. 11. Neraca panas heater udara (E-313).....	26
Tabel VII. 1. 1. Kebutuhan steam pada produksi kalsium klorida.....	47



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.....	51
Tabel VII. 2. 1. 2. Parameter biologi dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air.....	51
Tabel VII. 2. 1. 3. Parameter kimia dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air.....	52
Tabel VII. 2. 2. 1. Kebutuhan air pendingin untuk pabrik kalsium klorida.....	53
Tabel VII. 2. 3. 1. Kebutuhan air proses.....	56
Tabel VII. 3. Rincian kebutuhan air untuk pabrik kalsium klorida.....	57
Tabel VII. 4. 1. Detail kebutuhan listrik unit proses.....	58
Tabel VII. 4. 2. Detail kebutuhan listrik unit utilitas.....	59
Tabel VII. 4. 3. Kebutuhan listrik untuk penerangan.....	60
Tabel VIII. 1. Keterangan alat berdasarkan gambar 4.....	97
Tabel IX. 1. Jadwal kerja karyawan shift.....	103
Tabel IX. 2. Perincian jumlah tenaga kerja dan upah.....	106
Tabel X. 1. Index harga peralatan.....	109
Tabel X. 2. Harga peralatan proses.....	111
Tabel X. 3. Harga peralatan utilitas.....	112
Tabel X. 4. Biaya total produksi.....	118
Tabel X. 5. Modal sendiri pada tahun konstruksi.....	118
Tabel X. 6. Modal pinjaman pada tahun konstruksi.....	118
Tabel X. 7. Internal rate of return (IRR).....	119
Tabel X. 8. Pay back period.....	120



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik hubungan antara tahun dan kebutuhan CaCl_2	3
Gambar 2. Pembuatan CaCl_2 dengan proses solvay.....	8
Gambar 3. Proses asidifikasi dengan bahan batu kapur dan HCl	9
Gambar 4. Sintesa CaCl_2 bahan baku batu kapur dan HCl dengan proses netralisasi.....	12
Gambar 5. blok diagram proses produksi CaCl_2 dari kapur tohor dan HCl	13
Gambar VI. 1. Simbol toxic.....	45
Gambar VI. 2. Simbol corrosive.....	45
Gambar VI. 3. Simbol dangerous for environment.....	46
Gambar 6. Lokasi pendirian pabrik.....	89
Gambar 7. Baku mutu air limbah kawasan industri.....	95
Gambar 8. Tata letak peralatan pabrik.....	97
Gambar 9. Denah pabrik.....	98
Gambar IX. 1. Struktur organisasi pabrik.....	107
Gambar X. 1. Grafik BEP.....	122



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 memproduksi dengan kapasitas sebesar 16.000 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 : 16000 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 : 163 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) : Rp. 227.196.669.329
- Modal kerja (WCI) : Rp. 40.093.529.882
- Modal total (TCI) : Rp. 267.290.199.211
- Biaya bahan baku (1 tahun) : Rp. 73.550.642.357
- Biaya utilitas (1 tahun) : Rp. 564.576.433
- Listrik : 347,9064 kWh/hari
- Air : 125,6532 m³/hari
- Steam : 15.772,5902 lbm/hari
- Biaya produksi total (TPC) : Rp. 171.741.852.851
- Hasil penjualan : Rp. 305.190.286.709 / tahun
- Bunga bank : 11,67%
- Internal rate of return (IRR) : 17,1363%
- Return on investment (ROI) sebelum pajak : 34,6678%
- Return on investment (ROI) setelah pajak : 20,8007%
- Pay back period (PBP) : 4 tahun 9 bulan
- Break even point (BEP) : 32,6027%