

**PABRIK KAPORIT DARI KALSIUM HIDROKSIDA DAN NATRIUM  
HIDROKSIDA DENGAN GAS KLOORIN MENGGUNAKAN PROSES  
KERING**

**PRA RENCANA PABRIK**



**Disusun Oleh :**

**HANDI RAMADHAN**

**NPM : 19031010091**

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

**PABRIK KAPORIT DARI KALSIUM HIDROKSIDA DAN NATRIUM  
HIDROKSIDA DENGAN GAS KLOORIN MENGGUNAKAN PROSES  
KERING**

**PRA RENCANA PABRIK**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Kimia



**Disusun Oleh :**

**HANDI RAMADHAN**

**NPM : 19031010091**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

**JAWA TIMUR**

**SURABAYA**

**2024**



**Pra Rencana Pabrik  
"Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida Dan Natrium Hidroksida  
Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering"**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PRA RENCANA PABRIK  
"PABRIK KAPORIT DARI KALSIMUM HIDROKSIDA DAN NATRIUM  
HDROKSIDA DENGAN GAS KŁORIN MENGGUNAKAN PROSES  
KERING"**

Disusun oleh :  
**HANDI RAMADHAN** (19031010091)

Telah Dipertahankan dan Diterima Dihadapan oleh Tim penguji  
Pada Tanggal ; 4 Januari 2024

Tim Penguji :

Pemblimbing :

1.

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

**Dr. Ir. Srie Muljani, M.T.**  
NIP. 19611112 198903 2 001

2.

**Ir. Ketut Sumada, M.S.**  
NIP. 19661130 199203 2 001

3.

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

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



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



**Pra Rencana Pabrik**  
**"Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida Dan Natrium Hidroksida**  
**Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering"**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PRA RANCANGAN PABRIK**

**" PABRIK KAPORIT DARI KALSIMUM HIDROKSIDA DAN NATRIUM**  
**HDROKSIDA DENGAN GAS KLORIN MENGGUNAKAN PROSES**  
**KERING "**

**DISUSUN OLEH:**  
**HANDI RAMADHAN**  
**NPM. 19031010091**

**Laporan pra desain ini telah diperiksa dan disetujui oleh,**  
**Dosen Pembimbing**

  
**Dr. Ir. Sri Muljani, M.T.**  
**NIP. 19611112 198903 2 001**



**KETERANGAN REVISI**

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Handi Ramadhan

NPM : 19031010091

Program Studi : Teknik Kimia / ~~Teknik Industri~~ / ~~Teknologi Pangan~~ /

~~Teknik Lingkungan~~ / ~~Teknik Sipil~~

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ \*) PRA RENCANA (DESAIN) / ~~SKRIPSI~~ /

TUGASAKHIR Ujian Lisan Periode II, TA. 2023/2024

Dengan judul : Pra Desain Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida dan Natrium Hidroksida

Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi

1. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT.

2. Ir. Ketut Sumada, MS.

3. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT.

Surabaya, 8 Januari 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

(Dr. Ir. Srie Muljani, MT.)

NIP. 19611112 198903 2 001

Catatan: \*) coret yang tidak perlu

## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Handi Ramadhan  
NIM : 19031010091  
Fakultas /Program Studi : Fakultas Teknik/Teknik Kimia  
Judul Skripsi/Tugas Akhir/  
Tesis/Desertasi : Pra Rencana Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida dan  
Natrium Hidroksida Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses  
Kering

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, 10 Januari 2024

Yang Menyatakan





# **Pra Rencana Pabrik “Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida Dan Natrium Hidroksida Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering”**

---

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas hidayah dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir Pra Rencana Pabrik dengan judul **“Pabrik Kaporit dari Kalsium Hidroksida dan Natrium Hidroksida Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering”**. Proposal pra desain pabrik ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum program studi S-1 Teknik Kimia dan untuk memperoleh gelar sarjana strata 1 Teknik Kimia di Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Tugas Akhir ini menjelaskan tentang pra rencana dalam pembuatan Pabrik Kaporit (Kalsium Hipoklorit) mulai dari perhitungan bahan baku dan produk, perancangan alat, instrumentasi dan keselamatan kerja, struktur organisasi, kebutuhan utilitas, tata letak dan denah lokasi rencana pabrik dan analisis ekonomi untuk investasi pabrik. Tugas akhir ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari literatur, data – data, majalah kimia dan internet.

Melalui penyusunan proposal pra desain pabrik ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Dr. Ir. Srie Muljani, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa memberikan bimbingan, saran, dan masukan dalam pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Ibu Ir. Titi Susilowati, MT. dan Bapak Ir. Mu’tasim Billah, MS. selaku Dosen Penguji Seminar Proposal Tugas Akhir.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT., Bapak Ir. Ketut Sumada, MS. Dan Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
6. Semua karyawan dan Staf Tata Usaha Fakultas Teknik yang telah membantu.



## **Pra Rencana Pabrik “Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida Dan Natrium Hidroksida Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering”**

---

7. Kedua orang tua yang selalu memberikan semangat dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Saudara Wahyu Arif Dharmawan, Saudari Pradita Hasana Risky, Saudari Zustah Damul Ma’rifah dan Saudari Meisy Cruisyta Hutabarat yang senantiasa selalu menemani dan memberikan masukan dalam pembuatan tugas akhir pra desain pabrik ini.
9. Teman-teman mahasiswa lainnya yang memberikan masukan-masukkan dalam pembuatan tugas akhir pra desain pabrik ini.

Penyusun menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini maka dari itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat dibutuhkan sebagai bahan evaluasi untuk menyempurnakan tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 7 November 2023

Penyusun



**Pra Rencana Pabrik**  
**“Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida Dan Natrium Hidroksida**  
**Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering”**

---

**DAFTAR ISI**

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	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 KESIMPULAN DAN SARAN.....	XI - 1
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIX A PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	A - 1
APPENDIX B PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	B - 1
APPENDIX C PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT.....	C - 1
APPENDIX D PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	D - 1



# Pra Rencana Pabrik “Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida Dan Natrium Hidroksida Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering”

## DAFTAR TABEL

Tabel I. 1 Data Industri Produsen Kalsium Hidroksida di Indonesia.....	I - 4
Tabel I. 2 Data Industri Produsen Natrium Hidroksida di Indonesia.....	I - 4
Tabel I. 3 Data Industri Produsen Klorin di Indonesia.....	I - 4
Tabel I. 4 Komposisi Kalsium Hidroksida di PT. Niraku Jaya Abadi.....	I - 5
Tabel I. 5 Komposisi Natrium Hidroksida di PT. Nusa Indah Megah.....	I - 5
Tabel I. 6 Komposisi Klorin di PT. Aneka Gas Industri.....	I - 5
Tabel I. 7 Kebutuhan Kaporit di Indonesia.....	I - 5
Tabel I. 8 Data Proyeksi Regresi Linier Perencanaan Kapasitas Produksi.....	I - 6
Tabel II. 1 Pemilihan Proses Pembuatan Kalsium Hipoklorit.....	II - 3
Tabel VI. 1 Nama Alat Dengan Instrumentasinya.....	VI - 5
Tabel VII. 1 Kebutuhan listrik untuk peralatan proses dan utilitas.....	VII - 103
Tabel VII. 2 Kebutuhan listrik untuk penerangan.....	VII - 105
Tabel VIII. 1 Beberapa Industri Pemasok Sumber Bahan Baku.....	VIII - 2
Tabel VIII. 2 Jarak Tempuh Industri Pada Transportasi Darat.....	VIII - 3
Tabel VIII. 3 Data Pendidikan Terakhir Masyarakat Wilayah Gresik, 2021 – 2022.....	VIII - 6
Tabel VIII. 4 Upah Minimum Regional Kabupaten Gresik Tahun 2020 – 2023.....	VIII - 7
Tabel VIII. 5 Moda Transportasi Yang Digunakan Untuk Pemasaran Produk.....	VIII - 8
Tabel VIII. 6 Pembagian luas pabrik.....	VIII - 13
Tabel VIII. 7 Kode Alat dan Nama Alat pada Tata Letak Peralatan Pabrik.....	VIII - 15
Tabel IX.1 Jadwal Kerja Karyawan Proses.....	IX - 13
Tabel IX. 2 Perincian Jumlah Tenaga Kerja.....	IX - 14
Tabel X. 1 Biaya Total Produksi Dalam Berbagai Kapasitas.....	X - 10
Tabel X. 2 Modal Sendiri pada Tahun Kontruksi.....	X - 10
Tabel X. 3 Modal Pinjaman pada Tahun Kontruksi.....	X - 10
Tabel X. 4 Cashflow.....	X - 11
Tabel X. 5 Payback Periode.....	X - 14



**Pra Rencana Pabrik**  
**“Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida Dan Natrium Hidroksida**  
**Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering”**

---

Tabel D. 1 Indeks Harga Peralatan.....	D – 2
Tabel D. 2 Harga Peralatan Proses.....	D – 4
Tabel D. 3 Harga Peralatan Utilitas.....	D - 5



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar I. 1 Kurva Kebutuhan Kaporit di Indonesia.....I - 7  
Gambar II. 1 Blok Diagram Proses Basah.....II - 1  
Gambar II. 2 Blok Diagram Proses Kering.....II - 2  
Gambar II. 3 Blok Diagram Uraian Proses.....II - 4  
Gambar VII. 1 *Boiler*.....VII - 1  
Gambar VIII. 1 Kawasan Java Integrated Industrial and Ports Estate (JIPE),  
Gresik.....VIII - 1  
Gambar VIII. 2 Denah Pabrik.....VIII - 11  
Gambar VIII. 3 Tata letak peralatan pabrik.....VIII - 15  
Gambar IX. 1 Struktur Organisasi dan Perusahaan.....IX - 11  
Gambar X.1 Grafik Break Even Point.....X - 15  
Gambar D. 1 Grafik Polinomial Orde Dua.....D - 3



## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida Dan Natrium Hidroksida Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering”

### INTISARI

Pabrik Kaporit (Kalsium Hipoklorit atau  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ) yang berbahan dasar kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) dan klorin ( $\text{Cl}_2$ ) dengan kapasitas 40.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri JIPE, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Pabrik Kaporit ini menggunakan sistem operasi kontinyu selama 24 jam dalam sehari dengan 330 hari kerja dan 188 karyawan. Pabrik ini menggunakan bahan baku  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  99,8% yang diperoleh dari PT. Niraku Jaya Abadi di kota Surabaya,  $\text{NaOH}$  98% yang diperoleh dari PT. Nusa Indah Megah, dan gas  $\text{Cl}_2$  99,99% yang diperoleh dari PT. Aneka Gas Industri di kota Sidoarjo. Produk yang dihasilkan yakni Kalsium Hipoklorit ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ) dengan kadar kemurnian 98,5479% dan Natrium Klorida ( $\text{NaCl}$ ) dengan kadar kemurnian 10,12%. Kaporit memiliki banyak kegunaan dalam bidang industri, diantaranya pada industri kimia, digunakan sebagai desinfektan, sebagai bahan serbuk pemutih, digunakan untuk pengolahan Limbah cair. Kegunaan Kaporit yang terkandung dalam pestisida juga dapat digunakan untuk membasmi hama. Melihat penggunaannya yang sangat luas, pendirian pabrik ini merupakan alternatif yang baik untuk mengurangi impor dari luar negeri serta mendukung perkembangan industri dalam negeri.

Proses produksi yang digunakan pada pabrik Kalsium Hipoklorit ini adalah proses kering. Proses produksi kalsium hipoklorit diawali dengan proses pengolahan bahan baku dengan melarutkan kalsium hidroksida dan natrium hidroksida dengan air proses di masing – masing tangki pelarutan. Hasil dari tangki pelarutan kalsium hidroksida, selanjutnya dipompa menuju ke reaktor I untuk mereaksikan dengan gas klorin yang berasal dari penyimpanan klorin. Kondisi operasi yang terjadi pada reaktor I yaitu suhu  $40^\circ\text{C}$  dan konversi reaksi 80% serta terjadi reaksi antara kalsium hidroksida dan klorin menghasilkan kalsium hipoklorit, kalsium klorida dan air. Setelah direaksikan dengan gas klorin di reaktor I, dilanjutkan proses pemisahan dengan *centrifuge* I untuk memisahkan filtrat dan *slurry*  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ . Hasil dari tangki pelarutan natrium hidroksida selanjutnya dinaikkan suhunya menjadi  $60^\circ\text{C}$  menggunakan heater kemudian dialirkan ke reaktor II untuk mereaksikan dengan hasil filtrat dari *centrifuge* I yang sudah



## Pra Rencana Pabrik

### “Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida Dan Natrium Hidroksida Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering”

dipanaskan dari 40 °C menjadi 60°C. Kondisi operasi yang terjadi pada reaktor II yaitu suhu 60°C dan konversi reaksi 80% serta terjadi reaksi antara natrium hidroksida dan kalsium klorida menghasilkan kalsium hidroksida dan natrium klorida. Setelah itu, dilanjutkan ke proses pemisahan dengan *centrifuge* II untuk memisahkan NaCl dan ditampung ke tangki penampung, sedangkan slurry sisanya dilanjutkan ke proses selanjutnya. *Slurry* Ca(OCl)<sub>2</sub> dari hasil *centrifuge* I dan slurry hasil *centrifuge* II *dimixing* pada kondisi suhu 41°C. Hasil dari *mixing* dialirkan menuju reaktor III untuk mereaksikan lagi dengan gas klorin pada kondisi suhu 80°C dan konversi reaksi 100% serta terjadi reaksi antara kalsium hidroksida dan klorin menghasilkan kalsium hipoklorit, kalsium klorida dan air. Selanjutnya, melakukan proses pemisahan dengan *Rotary Drum Vacuum Filter* untuk mengambil *cake* dari Ca(OCl)<sub>2</sub>. Produk keluar dari *rotary drum vacuum filter* dilanjutkan ke *rotary dryer* untuk mengeringkan hasil produk hingga 108°C dan mendinginkan menggunakan *cooling conveyor* agar produk yang dihasilkan pada kondisi suhu 40°C. Hasil samping *rotary drum vacuum filter* (*filtrat*) *direcycle* kembali untuk direaksikan di Reaktor II. Hasil yang terakhir yaitu mengecilkan ukuran hingga berupa serbuk dengan ukuran 150 *mesh* menggunakan *ball mill* lalu ditampung di gudang penyimpanan kaporit.

Ketentuan pendirian pabrik Kalsium Hipoklorit yang telah direncanakan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Kapasitas : 40.000 Ton/ Tahun
- Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- Sistem Organisasi : Garis dan Staff
- Lokasi Pabrik : Kawasan Industri JIPE, Gresik, Jawa Timur
- Luas Tanah : 48.141,4 m<sup>2</sup>
- Sistem Operasi : Kontinyu
- Waktu Operasi : 330 hari/ tahun ; 24 jam/hari
- Jumlah Karyawan : 188 Orang

#### Analisa Ekonomi

- Masa Kontruksi : 2 Tahun
- Umur Pabrik : 10 Tahun
- Fixed Capital Investment (FCI) : Rp. 519.969.922.005



## **Pra Rencana Pabrik “Pabrik Kaporit Dari Kalsium Hidroksida Dan Natrium Hidroksida Dengan Gas Klorin Menggunakan Proses Kering”**

---

- Work Capital Investment (WCI)	: Rp. 135.678.503.506
- Total Capital Investment (TCI)	: Rp. 655.648.425.511
- Biaya Bahan Baku (1 tahun)	: Rp. 437.606.458.699
- Biaya Utilitas	: Rp. 43.151.098.166
- Biaya Produksi Total (TPC)	: Rp. 814.071.021.038
- Hasil Penjualan Produk	: Rp. 1.037.510.146.603,25
- Bunga Bank	: 7,9%
- ROI sebelum pajak	: 31%
- ROI setelah pajak	: 23%
- Pay Back Period (PBP)	: 4 Tahun 1 Bulan 20 Hari
- Internal Rate Of Return (IRR)	: 57,57%
- Break Even Point (BEP)	: 34,26%