

# **SKRIPSI**

**PRARANCANGAN PABRIK KALSIUM OKSIDA (CaO)  
DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN : PEMANFAATAN  
GAS CO<sub>2</sub> SEBAGAI BAHAN BAKU *PRECIPITATED CALCIUM  
CARBONATE (PCC)***



**Inva Salsabil**

**(1810017411016)**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada  
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta**

**UNIVERSITAS BUNG HATTA**

**JULI 2022**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA**

Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PRARANCANGAN PABRIK KALSIMUM OKSIDA (CaO) DENGAN  
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN : PEMANFAATAN GAS CO<sub>2</sub>  
SEBAGAI BAHAN BAKU *PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE* (PCC)**

**OLEH:**

**INVA SALSABIL**

**1810017411016**

**Disetujui Oleh:**

**Pembimbing**

**Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.**

**Diketahui Oleh :**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Dekan**

**Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.**

**Jurusan Teknik Kimia**

**Ketua**

**Dr. Firdaus, S.T., M.T.**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA

Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

**LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI/  
PRA RANCANGAN PABRIK**

Nama : Inva Salsabil  
NPM : 1810017411016  
Tanggal Sidang : 27 Juli 2022

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.	
Anggota	Ellyta Sari, S.T., M.T.	
	Dr. Firdaus, S.T., M.T.	

Pembimbing

Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA  
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI  
SKRIPSI**

**PRARANCANGAN PABRIK KALSIUM OKSIDA (CaO) DENGAN  
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN : PEMANFAATAN GAS CO<sub>2</sub>  
SEBAGAI BAHAN BAKU *PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE* (PCC)**

**OLEH:**

**INVA SALSABIL**

**1810017411033**

**Sidang Tugas Akhir Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta Dengan Tim Penguji:**

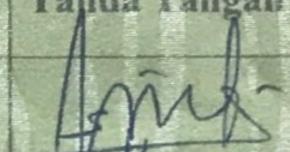
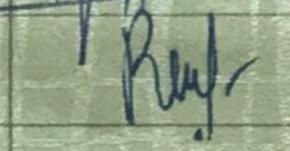
Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.	
Anggota	Ellyta Sari, S.T., M.T.	
	Dr. Firdaus, S.T., M.T.	

**Pembimbing**

**Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.**

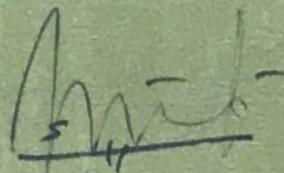
## PENYERAHAN LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama : Inva Salsabil  
NPM : 1810017411016  
Tanggal Sidang : 27 Juli 2022

Nama Dosen	Instansi	Tanda Tangan
Dr. Firdaus, S.T, M.T	Jurusan	
Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.	Pembimbing I	
	Perpustakaan FTI	

Padang, Agustus 2022

Koordinator Skripsi / Pra Rancangan Pabrik



Dr. Firdaus, S.T., M.T.

NIP/NIK: 961100398/1018026901

## INTISARI

Pabrik *Calcium Oxide (CaO)* dengan pemanfaatan CO<sub>2</sub> Untuk produksi *Precipitated Calcium Carbonate (PCC)* dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun. Pabrik ini akan di dirikan di Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat. Dasar dari pemilihan lokasi ini adalah dari analisa Strength, Weakness Opportunities, dan Threat (SWOT) dari berbagai aspek, yaitu ketersediaan bahan baku, pemasaran, transportasi, tenaga kerja, utilitas, dan iklim. Pabrik ini beroperasi selama 300 hari per tahun. Proses pembuatan *Calcium Oxide (CaO)* dengan pemanfaatan CO<sub>2</sub> Untuk produksi *Precipitated Calcium Carbonate (PCC)* dilakukan dengan tiga tahap yaitu tahap pembentukan CaO, tahap pembentukan PCC dan tahap pemurnian PCC. Hasil analisa ekonomi menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan dengan jumlah investasi sebesar US\$ 78.137.561 yang diperoleh dari pinjaman bank 50% dan modal sendiri 50%. Laju Pengembalian Modal (ROR) sebesar 114,23%, waktu pengembalian modal (POT) adalah 1 tahun 2 bulan dan Titik Impas (BEP) sebesar 38,2 %.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PRARANCANGAN PABRIK KALSIUM OKSIDA (CaO) DENGAN  
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN : PEMANFAATAN GAS CO<sub>2</sub>  
SEBAGAI BAHAN BAKU *PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE*  
(PCC)**

Oleh :

No	Nama	NPM
1	Inva Salsabil	1810017411016

Disetujui Untuk mengikuti Seminar Akhir Tugas Akhir

Padang, Juli 2022

Pembimbing

**Prof. Dr.Eng. Reni Desmiarti, S.T, M.T**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademis yang harus dipenuhi di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, Padang yang berjudul:

**“PRARANCANGAN PABRIK KALSIUM OKSIDA (CaO) DENGAN KAPASITAS  
50.000 TON/TAHUN : PEMANFAATAN GAS CO<sub>2</sub> SEBAGAI BAHAN BAKU  
*PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE (PCC)*”**

Selama penulisan laporan awal tugas akhir ini, penulis memperoleh banyak masukan dan saran serta bimbingan, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof.Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
2. Bapak Dr. Firdaus, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Ibu Prof. Dr. Eng.Reni Desmiarti, S.T., M.T. selaku pembimbing.
4. Ibunda dan Ayahanda tercinta yang telah memberikan semangat baik moril maupun materil kepada penulis.
5. Serta rekan-rekan Mahasiswa Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri yang telah banyak membantu dalam penulisan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pada diri penulis. Maka harapan penulis, kritik dan saran yang membangun kepada pembaca agar menjadi sumbangan berarti bagi semua pihak dalam ilmu pengetahuan. Akhir kata penulis ucapkan mohon maaf dan terima kasih.

Padang, Juli 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas.....	3
1.3 Lokasi Pabrik .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	17
2.1 Tinjauan Umum .....	17
2.2 Tinjauan Proses.....	18
2.3 Sifat Fisik dan Kimia Bahan.....	21
2.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	24
BAB III TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES.....	26
3.1 Blok Diagram.....	26
3.2 Flowsheet dan Deskripsi Proses .....	28
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI.....	31
4.1 Neraca Massa.....	31
4.2 Neraca Energi .....	39
BAB V UTILITAS.....	43
5.1 Unit Penyediaan Listrik.....	43
5.2 Unit Pengadaan Air .....	43

BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN .....	54
6.1 Spesifikasi Peralatan Utama .....	54
6.2 Spek Peralatan Utilitas .....	62
BAB VII TATA LETAK PABRIK DAN K3LH.....	69
7.1 Tata Letak Pabrik .....	69
7.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lingkungan Hidup.....	73
BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN.....	79
8.1 Struktur Organisasi.....	80
8.2 Tugas dan Wewenang .....	80
8.3 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	85
8.4 Sistem Kerja .....	86
8.5 Jumlah Karyawan .....	86
8.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	88
BAB IX ANALISA EKONOMI .....	90
9.1 Total <i>Capital Investment</i> (TCI) .....	90
9.2 Biaya Produksi ( <i>Total Production Cost</i> ).....	91
9.3 Harga Jual ( <i>Total Sales</i> ) .....	92
9.4 Tinjauan Kelayakan Pabrik .....	92
BAB X TUGAS KHUSUS .....	94
10.1 Pendahuluan .....	94
10.2 Ruang Lingkup Rancangan .....	94
10.3 Rancangan .....	95
10.4 Kesimpulan Rancangan.....	124
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN .....	128
11.1 Kesimpulan.....	128

11.2 Saran.....	128
DAFTAR PUSTAKA .....	129
LAMPIRAN.....	130

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Prediksi Kebutuhan CaO di Indonesia .....	4
Gambar 1.2 Jorong Bukik Sabalah, Nagari Tanjung Lolo, Kab. Sijunjung.....	6
Gambar 1.3 Jorong Ateh Laban, Nagari Halaban, Kab. 50 Kota.....	9
Gambar 1.4 Kecamatan Baso, Kab. Agam .....	12
Gambar 2.1 Batugamping .....	18
Gambar 2.2 Blok Diagram berdasarkan Liang Chen, et all., 2017 .....	19
Gambar 2.3 Blok Diagram berdasarkan Suhardin dkk., 2018 .....	20
Gambar 2.4 Blok diagram <i>Limestone Calcination Process</i> dengan <i>CO2 Looping anda Recovery</i> (LCPCLR).....	20
Gambar 3.1 Blok Diagram Proses .....	27
Gambar 3.2 Flowsheet pembuatan proses pembuatan Kalsium Oksida dan pemanfaatan gas CO2 sebagai bahan baku pembuatan <i>Precipitated Calcium Carbonate</i> (PCC).....	30
Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air .....	45
Gambar 5.2 Flowsheet Proses Pengolahan Air.....	46
Gambar 5.3 Flowsheet Proses Pengolahan Air (Superpro) .....	47
Gambar 5.4 Proses Koagulasi Flokulasi .....	49
Gambar 5.5 Proses <i>ultrafiltration</i> .....	51
Gambar 5.6 Proses pengolahan <i>Reverse Osmosis</i> .....	52
Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik.....	72
Gambar 7.2 Tata Letak Alat Pabrik .....	73
Gambar 7.3 <i>Safety Helmet</i> .....	77
Gambar 7.4 <i>Safety Belt</i> .....	77
Gambar 7.5 <i>Boot</i> .....	77
Gambar 7.6 <i>Safety Shoes</i> .....	78
Gambar 7.7 <i>Safety Gloves</i> .....	78

Gambar 7.8 <i>Ear Plug</i> .....	78
Gambar 7.9 <i>Safety Glasses</i> .....	78
Gambar 7.10 <i>Respirator</i> .....	79
Gambar 7.11 <i>Face Shield</i> .....	79
Gambar 7.12 <i>Rain Coat</i> .....	79
Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan .....	81
Gambar 9.1 <i>Grafik Break Event Point (BEP)</i> .....	93
Gambar 10.1 Vertikal Kiln (VK-1301) .....	96
Gambar 10.2 Pompa Sentrifugal (P-01) .....	100
Gambar 10.3 <i>Vibrating Screen</i> .....	108
Gambar 10.4 Reaktor Karbonator .....	110
Gambar 10.5 <i>Storage Tank</i> .....	119
Gambar C.1 <i>Mixing Tank</i> .....	LC-1
Gambar C.2 <i>Spray Dryer</i> .....	LC-10
Gambar C.3 <i>Ball Mill</i> .....	LC-13
Gambar C.4 <i>Hooper</i> .....	LC-14
Gambar LD.1 Grafik Hubungan <i>Cost Index</i> terhadap Tahun .....	LD-2
Gambar LD.2 Kurva BEP .....	LD-12

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kapasitas Pabrik CaO yang telah berdiri di Indonesia .....	3
Tabel 1.2 Data kebutuhan CaO di Indonesia .....	3
Tabel 1.3 Analisis SWOT Jorong Bukik Sabalah, Nagari Tanjung lolo, Kab. Sijunjung .....	7
Tabel 1.4 Analisis SWOT Jorong Ateh Laban, Nagari Halaban, Kab. 50 Kota .....	10
Tabel 1.5 Analisis SWOT Kecamatan Baso, Kab. Agam .....	13
Tabel 2.1 Karakteristik Batugamping Jorong Bukik Sabalah, Nagari Tanjung Lolo, Kab. Sijunjung .....	18
Tabel 2.2 Perbandingan Proses Pembuatan CaO .....	21
Tabel 2.3 Sifat Fisik dan Kimia Batugamping .....	22
Tabel 2.4 Sifat Fisik dan Kimia Kalsium Oksida .....	22
Tabel 2.5 Sifat Fisik dan Kimia Magnesium Oksida .....	22
Tabel 2.6 Sifat Fisik dan Kimia Aluminium Oksida .....	23
Tabel 2.7 Sifat Fisik dan Kimia Silikon Oksida .....	23
Tabel 2.8 Sifat Fisik dan Kimia Ferioksida .....	24
Tabel 2.9 Spesifikasi Batugamping Jorong Bukik Sabalah, Nagari Tanjung Lolo, Kab. Sijunjung .....	24
Tabel 4.1 Neraca massa <i>Vertikal kiln</i> (VK-1031) .....	32
Tabel 4.2 Neraca Massa <i>Mixing Tank</i> (MT-2111) .....	33
Tabel 4.3 Neraca massa Filtrasi (F-2121) .....	34
Tabel 4.4 Neraca massa <i>Reactor Carbonator</i> (RC-2131) .....	35
Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Vibrating Screen</i> (VS-3141) .....	35
Tabel 4.6 Neraca massa <i>Clarifier</i> (CF-3151) .....	36
Tabel 4.7 Neraca Massa <i>Spray Dryer</i> (SD-3171) .....	37

Tabel 4.8 Neraca Energi <i>Vertikal Kiln</i> (VK-1031) .....	38
Tabel 4.9 Neraca energi <i>Cooler</i> .....	40
Tabel 4.10 Neraca energi <i>Mixing Tank</i> (MT-2111).....	40
Tabel 4.11 Neraca energi <i>Reactor Carbonator</i> (RC-2131).....	41
Tabel 4.12 Neraca energi <i>Spray Dryer</i> (SD-3171) .....	42
Tabel 5.1 Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi .....	43
Tabel 5.2 Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi .....	44
Tabel 5.3 Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi .....	44
Tabel 5.4 Persyaratan Air Proses .....	50
Tabel 6.1 Spesifikasi <i>Vertikal Kiln</i> .....	54
Tabel 6.2 Spesifikasi <i>Storage tank CaO</i> .....	55
Tabel 6.3 Spesifikasi Karbonator.....	55
Tabel 6.4 Spesifikasi Pompa.....	56
Tabel 6.5 Spesifikasi <i>Vibrating Screen</i> .....	57
Tabel 6.6 Spesifikasi <i>Mixing Tank</i> .....	58
Tabel 6.7 Spesifikasi <i>Spray Dryer</i> .....	59
Tabel 6.8 Spesifikasi <i>Ball Mill</i> .....	59
Tabel 6.9 Spesifikasi Hooper .....	60
Tabel 6.10 Spesifikasi <i>Clarifier</i> .....	61
Tabel 6.11 Spesifikasi Pompa Air Sungai .....	62
Tabel 6.12 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai .....	62
Tabel 6.13 Spesifikasi Tangki Pelarutan <i>Polyaluminium Chloride</i> (PAC) .....	63

Tabel 6.14 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kaporit .....	64
Tabel 6.15 Spesifikasi Unit Pengolahan <i>Raw Water</i> .....	64
Tabel 6.16 Spesifikasi <i>Sand Filter</i> .....	65
Tabel 6.17 Spesifikasi Bak Penampungan Air Bersih .....	65
Tabel 6.18 Spesifikasi <i>Reverse Osmosis</i> .....	66
Tabel 6.19 Spesifikasi Tangki Air Demin .....	67
Tabel 6.20 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> .....	67
Tabel 6.21 Spesifikasi <i>Ultrafiltration</i> .....	68
Tabel 7.1 Perincian Luas Lahan Pabrik .....	71
Tabel 8.1 Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i> .....	86
Tabel 8.2 Karyawan <i>Non Shift</i> .....	87
Tabel 8.3 Karyawan <i>Shift</i> .....	87
Tabel 9.1 Biaya Komponen TCI .....	91
Tabel 9.2 Biaya Komponen <i>Manufacturing Cost</i> .....	91
Tabel 9.3 Laba kotor dan Laba bersih .....	92
Tabel 10.1 Spesifikasi Vertikal Kiln .....	124
Tabel 10.2 Spesifikasi Storage tank .....	125
Tabel 10.3 Spesifikasi Reaktor Karbonator .....	125
Tabel 10.4 Spesifikasi Pompa .....	126
Tabel 10.5 <i>Vibrating Screen</i> .....	127
Tabel A.1 Spesikasi batugamping .....	LA-1
Tabel A.2 Spesifikasi <i>Calcium Oxide</i> .....	LA-1
Tabel A.3 Spesifikasi PCC .....	LA-1
Tabel A.4 Neraca Masa Vertikal Kiln (VK-1031) .....	LA-3

Tabel A.5 Neraca Massa Mixing Tank (MT-2111) .....	LA-5
Tabel A.6 Neraca Massa Filtrasi .....	LA-7
Tabel A.7 Neraca massa Reactor Carbonator (RC-2131).....	LA-8
Tabel A.8 Neraca Massa Vibrating Screen (VS-3141).....	LA-9
Tabel A.9 <i>Neraca Massa Clarifier (CF-3151)</i> .....	LA-10
Tabel A.10 Neraca Massa Spray Dryer (SD-3171) .....	LA-11
Tabel B.1 Energi Q1 Vertikal Kiln .....	LB-2
Tabel B.2 Energi Q2 Vertikal Kiln .....	LB-2
Tabel B.3 Energi Q3 Vertikal Kiln .....	LB-3
Tabel B.4 Perhitungan Panas Reaksi Standar (25°).....	LB-3
Tabel B.5 Perhitungan Panas Reaksi T Operasi (1000°C).....	LB-4
Tabel B.6 Neraca Energi Vertikal Kiln.....	LB-4
Tabel B.7 Energi Q1 Cooler .....	LB-5
Tabel B.8 Energi Q2 Cooler .....	LB-6
Tabel B.9 Neraca Energi Cooler .....	LB-7
Tabel B.10 Energi Q1 Mixing Tank .....	LB-8
Tabel B.11 Energi Q2 Mixing Tank .....	LB-8
Tabel B.12 Energi Q3 Mixing Tank .....	LB-8
Tabel B.13 Perhitungan Panas Reaksi Standar (25°).....	LB-9
Tabel B.14 Perhitungan Panas Reaksi T Operasi (30°C).....	LB-9
Tabel B.15 Neraca Energi Mixing tank .....	LB-10
Tabel B.16 Energi Q1 Reaktor Carbonator.....	LB-11
Tabel B.17 Energi Q2 Reaktor Carbonator.....	LB-11
Tabel B.18 Energi Q3 Reaktor Carbonator.....	LB-12

Tabel B.19 Perhitungan Panas Reaksi Standar (25°).....	LB-12
Tabel B.20 Perhitungan Panas Reaksi T Operasi (60°C).....	LB-13
Tabel B.21 Neraca Energi Reaktor Carbonator .....	LB-14
Tabel B.22 Energi Q1 Spray Dryer.....	LB-14
Tabel B.23 Energi Q2 Spray Dryer.....	LB-15
Tabel B.24 Energi Q3 Spray Dryer.....	LB-15
Tabel B.25 Energi $Q_{um}$ Spray Dryer .....	LB-16
Tabel B.26 Energi $Q_{uk}$ Spray Dryer .....	LB-16
Tabel B.27 Neraca Energi Spray dryer .....	LB-16
Tabel C.1 Kebutuhan Listrik pada Peralatan Proses.....	LC-18
Tabel C.2 Kebutuhan Listrik pada Peralatan Utilitas .....	LC-19
Tabel C.3 Kebutuhan Air Pendingin.....	LC-21
Tabel LD.1 Daftar Indeks Harga Rata-Rata Tahunan .....	LD-1
Tabel LD.2 Daftar Perkiraan Harga Peralatan Proses .....	LD-3
Tabel LD.3 Daftar Perkiraan Harga Peralatan Utilitas .....	LD-4
Tabel LD.4 Perhitungan <i>Capital Investment</i> pabrik <i>Calcium Oxide (CaO)</i> .....	LD-6
Tabel LD.5 Biaya Bahan Baku .....	LD-7
Tabel LD.6 Daftar Gaji Karyawan.....	LD-8
Tabel LD.7 Perhitungan Komponen Biaya Produksi Total .....	LD-9
Tabel LD.8 Perhitungan Total Penjualan.....	LD-10

