

# **PRA RANCANGAN PABRIK**

**PEMBUATAN KALSIMUM SULFAT DIHIDRAT DARI BATU KAPUR  
(CaCO<sub>3</sub>) DAN ASAM SULFAT (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) DENGAN KAPASITAS 500.000  
TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**NATALIA MANIK**

**2014 1023 5030**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA  
2019**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat  
Dari Batu Kapur Dan Asam Sulfat Dengan  
Kapasitas 500.000 Ton/Tahun

Nama Mahasiswa : Natalia Manik (201410235030)  
Meta Yanti (2016 10237001)

Program Studi / Fakultas : Teknik Kimia / Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 28 Januari 2019

Bekasi, 08 Februari 2019

MENYETUJUI,

Pembimbing I

Pembimbing II



Elvi Kustiyah, S.T., M.T.  
NIDN. 0306087403



Mei Krismahariyanto, S.T., M.M.  
NIDN. 0301057104



## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat  
Dihidrat Dari Batu Kapur Dan Asam Sulfat  
Dengan Kapasitas 500.000 Ton/Tahun

Nama Mahasiswa : Natalia Manik

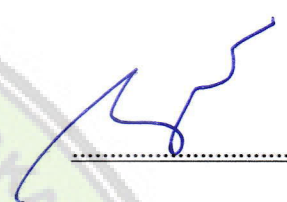
Nomor Pokok Mahasiswa : 201410235030

Program Studi / Fakultas : Teknik Kimia / Teknik

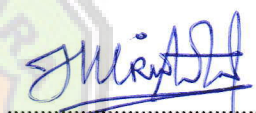
Tanggal Pengujian : 28 Januari 2019

Bekasi, 08 Februari 2018


MENGESAHKAN,

Ketua Tim Penguji : Bungaran Saing, S.Si., Apt., M.M. 

NIDN. 0326027001

Penguji I : Muhammad Ridwan, Ph.D. 

NIDN. 0307088205

Penguji II : Elvi Kustiyah, S.T., M.T. 

NIDN.0306087403

MENGETAHUI,

Ketua Program Studi

Dekan

Fakultas Teknik

  
Ir. Hernowo Widodo, M.T.

NIDN. 0309026705

  
Ismaniah S.Si., M.M.

NIDN 0309036503

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

Skripsi yang berjudul “Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat Dari Batu Kapur Dan Asam Sulfat Dengan Kapasitas 500.000 Ton/Tahun”

Ini adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak mengandung materi yang ditulis oleh orang lain kecuali pengutipan sebagai referensi yang sumbernya telah dituliskan secara jelas sesuai dengan kaidah penulisan karya ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya kecurangan dalam karya ilmiah ini, saya bersedia menerima sanksi dari Universitas Bhayangkara Jakarta Raya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Saya mengizinkan Skripsi ini dipinjam dan digunakan melalui Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Saya memberikan izin kepada Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya untuk menyimpan Skripsi ini dalam bentuk digital dan mempublikasikannya melalui internet selama publikasi tersebut melalui portal Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Bekasi, 08 Februari 2019

Yang membuat pernyataan,



Natalia Manik

201410235030

## ABSTRAK

**Natalia Manik. 201410235030.** Prarancangan Pabrik Pembuatan Kalsium Sulfat Dihidrat dari Batu Kapur dan Asam Sulfat dengan Kapasitas 500.000 Ton/Tahun

Gypsum memiliki rumus molekul  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Gypsum berfungsi sebagai cement retarder, wallboard, kapur tulis, campuran cat dan lain-lain. Pabrik gipsum dirancang untuk memenuhi kebutuhan gipsum di dalam maupun di luar negeri. Kapasitas yang direncanakan sebesar 500.000 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam setahun. Pabrik ini direncanakan berdiri di Tuban, Jawa Timur. Proses pembuatan Gypsum dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase cair - padat, irreversible, eksotermis, isothermal pada suhu  $93,3^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Pabrik ini digolongkan pabrik beresiko rendah (*low risk*) karena kondisi operasi relatif rendah. Untuk memproduksi gipsum sebesar 500.000 ton/tahun diperlukan bahan baku asam sulfat sebesar 33.700 kg/jam dan batu kapur sebesar 38.495,11 kg/jam. Pabrik Gypsum ini direncanakan beroperasi pada tahun 2023. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 570.845.110.917 /tahun setelah dipotong pajak 50 % keuntungan mencapai Rp 285.422.555.45 /tahun. *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 51,53 % dan setelah pajak 25,76 %. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 1,64 tahun dan setelah pajak 3,28 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 51,86 %, dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 21,97 %. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)* terhitung sebesar 7,40 %. Dari data analisa kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak dipertimbangkan untuk pendirian di Indonesia.

Kata - kata kunci : Kalsium Sulfat Dihidrat, Asam Sulfat, Batu Kapur, RATB

## ABSTRACT

**Natalia Manik. 201410235030.** Preliminary Plant Design of Calcium Sulphate Dihydrate from Limestone and Sulfuric Acid with a Capacity of 500.000 Tons/Year

Gypsum has the molecular formula  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Gypsum serves as a cement retarder, wallboard, chalk, paint mixture and others. The gypsum plant is designed to meet the needs of gypsum at home and abroad. Planned capacity of 500,000 tons/year. This factory operates continuously for 330 days a year. This factory is planned to stand in Tuban, East Java. The process of making gypsum is carried out in a Stirred Tank Flow Reactor (RATB). In this reactor the reaction takes place in the liquid - solid, irreversible, exothermic, isothermal at a temperature of  $93.3^\circ\text{C}$  and a pressure of 1 atm. This factory is classified as a low risk factory because the operating conditions are relatively low. To produce gypsum of 500,000 tons/year required sulfuric acid raw materials of 33,700 kg/hour and limestone of 38,495.11 kg/hour. The Gypsum Plant is planned to operate in 2023. From the economic analysis of the plant, it shows a pre-tax profit of Rp 570,845,110,917/year after deducting 50% tax on profits reaching Rp 285,422,555.45/year. Percent Return On Investment (ROI) before tax 51.53% and after tax 25.76%. Pay Out Time (POT) before tax for 1.64 years and after tax 3.28 years. Break Even Point (BEP) of 51.86%, and Shut Down Point (SDP) of 21.97%. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is calculated at 7.40%. From the feasibility analysis data above, it is concluded that this factory is profitable and is worth considering for establishment in Indonesia.

Key words: Calcium Sulphate Dihydrate, Sulfuric Acid, Limestone, RATB



## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademika Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Natalia Manik

NPM : 201410235030

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*), atas karya ilmiah saya yang berjudul :

"Prarancangan Pabrik Pembuatan Kalsium Sulfat Dihidrat dari Batu Kapur dan Asam Sulfat dengan Kapasitas 500.000 Ton/Tahun"

Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan hak royalti non-eksklusif ini, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalih media formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta datum karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.  
Demikian surat ini saya buat dengan sebenarnya.

Bekasi, 08 Februari 2019



Natalia Manik

201410235030

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan YME atas berkah rahmat dan hidayahNya maka saya dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan Judul Prarancangan Pabrik Pembuatan Kalsium Sulfat Dihidrat dari Batu Kapur dan Asam Sulfat dengan Kapasitas 500.000 Ton/Tahun.

Terselesaikannya skripsi ini, tidak terlepas dari peran serta berbagai pihak yang telah membantu, dalam penyusunan skripsi, yang telah memberikan arahan, bimbingan serta motivasi sehingga dapat terselesaikannya laporan skripsi ini. Saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak dan ibu saya Darman Manik dan Monika Siallagan, yang telah memberikan semangat, dukungan serta doa sehingga dapat terselesaikannya Laporan ini.
2. Ibu Elvi Kustiyah, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Mei Krismahariyanto, S.T., M.M selaku Dosen Pembimbing II.
4. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, yang telah memberikan Ilmunya.
5. Meta Yanti selaku teman seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Serta para sahabat Teknik Kimia sore dan pagi 2014 yang telah memberikan bantuan dan dukungannya selama penyelesaian Skripsi ini.

Saya berharap skripsi ini dapat memberikan informasi yang jelas dan mudah dimengerti, serta materi yang disampaikan dapat dipahami dengan jelas, dan memberikan manfaat pada pembacanya. Saya menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, maka saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini.

Bekasi, 08 Februari 2019

Penulis



**Natalia Manik**

vii



## DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan Pembimbing .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Lembar Pernyataan .....	iv
Abstrak .....	v
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi .....	vi
Kata Pengantar .....	vii
Daftar Isi .....	viii
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Lampiran .....	xiv
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tinjauan Pustaka .....	2
1.2.1 Macam-macam Pembuatan Gypsum .....	2
1.3. Kegunaan Produk .....	4
1.4. Kapasitas Perancangan .....	5
1.4.1 Prediksi Kebutuhan Pasar .....	5
1.4.2 Ketersediaan Bahan Baku .....	7
1.4.3 Kapasitas Komersial .....	7
1.5. Lokasi Pendirian Pabrik .....	8
1.6. Tinjauan Proses .....	9
<b>BAB II. URAIAN PROSES</b> .....	<b>10</b>
2.1. Tahapan Proses .....	10
2.1.1 Langkah penyiapan bahan baku .....	10
2.1.2 Langkah Pembentukan Produk .....	10
2.1.3 Langkah Pemisahan dan Pemurnian produk .....	11
2.2 Pengendalian Kualitas .....	11
2.2.1 Pengendalian kualitas bahan baku .....	11
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses.....	12
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk .....	13

BAB III. SPESIFIKASI BAHAN .....	16
3.1 Spesifikasi Bahan Baku .....	16
3.1.1 Batu Kapur .....	16
3.1.2 Asam Sulfat .....	17
3.2 Bahan Pembantu .....	18
3.2.1 Karbon dioksida .....	18
3.2.2 Air .....	19
3.3 Spesifikasi Produk .....	20
3.3.1 Kalsium Sulfat Dihidrat .....	20
BAB IV. NERACA MASSA .....	22
4.1 Neraca Massa Per Alat .....	23
BAB V. NERACA ENERGI .....	34
5.1 Neraca Panas.....	34
5.1.1 Mixer 2 .....	35
5.1.2 Reaktor .....	37
5.1.3 Dryer .....	42
BAB VI. SPESIFIKASI ALAT .....	46
6.1 Storage Bahan Padatan .....	46
6.2 Storage Bahan Cairan .....	47
6.3 Mixer .....	47
6.4 Spesifikasi Reaktor .....	47
6.5 Spesifikasi Filter Proses .....	48
6.6 Spesifikasi Rotary Dryer .....	48
6.7 Spesifikasi Ball Mill.....	49
6.8 Spesifikasi Vibrating Screen .....	49
6.9 Spesifikasi Pompa .....	49
6.10 Spesifikasi Heater .....	50
6.11 Spesifikasi Blower .....	50
6.12 Spesifikasi Belt Conveyor .....	51
6.13 Spesifikasi Screw Conveyor .....	51
6.14 Spesifikasi Bucket Elevator .....	51
6.15 Spesifikasi Silo .....	52
BAB VII. UTILITAS .....	53
7.1 Unit Pengolahan Air .....	53

7.2 Kebutuhan Air .....	60
7.3 Kebutuhan Uap .....	61
7.4 Kebutuhan Bahan Bakar .....	62
7.5 Unit Pengadaan Listrik .....	64
7.6 Unit Pengolahan Limbah .....	66
<b>BAB VIII. LAY OUT PABRIK DAN PERALATAN PROSES .....</b>	<b>68</b>
8.1 Lay Out Pabrik dan Peralatan .....	68
<b>BAB IX. STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAN .....</b>	<b>76</b>
9.1 Bentuk Organisasi .....	76
9.2 Struktur Organisasi .....	77
9.3 Tugas dan Wewenang .....	79
9.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	84
9.5 Status Karyawan dan Sistem Upah .....	86
9.6 Jumlah Karyawan dan Gaji .....	88
9.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	91
<b>BAB X. EVALUASI EKONOMI .....</b>	<b>94</b>
10.1 Dasar Analisa .....	94
10.2 Harga Alat .....	95
10.3 Analisa Kelayakan .....	99
10.3.1 Perhitungan Biaya .....	99
<b>BAB XI. KESIMPULAN .....</b>	<b>109</b>
11.1 Kesimpulan .....	109
11.2 Saran .....	111
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Pemilihan Proses Berdasarkan Aspek Teknis dan Ekonomi.....	3
Tabel 1.2 Peningkatan impor gipsum di Indonesia.....	5
Tabel 3.1 Sifat Fisika Air .....	19
Tabel 4.2 Presentasi Impuritas .....	23
Tabel 4.3 Massa Umpan F1 Berdasarkan Presentase Impurities .....	24
Tabel 4.4 Neraca Massa Mixer 1 .....	25
Tabel 4.5 Neraca Massa Mixer 2 .....	26
Tabel 4.6 Neraca Massa Reaktor .....	28
Tabel 4.7 Neraca Massa Filter Press .....	30
Tabel 4.8 Neraca Massa Dryer .....	32
Tabel 4.9 Neraca Massa Ball mill dan Vibrating Screen .....	33
Tabel 5.1 Data Kapasitas Panas .....	34
Tabel 5.2 Data Kapasitas Panas ( KJ/Kmol.°c) .....	34
Tabel 5.3 Data Panas Sensibel Pada Mixer 2 .....	36
Tabel 5.4 Data Kapasitas Panas ( Kkal/mol) .....	39
Tabel 5.5 Data Panas Reaktor .....	42
Tabel 5.6 Neraca Panas Rotary Dryer .....	45
Tabel 6.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Limestone .....	46
Tabel 6.3 Spesifikasi Mixer .....	47
Tabel 7.2 Kebutuhan Air Domestik .....	60
Tabel 7.3 Kebutuhan Uap Pada 93,33° c .....	61
Tabel 7.4 Kebutuhan Bahan Bakar Solar .....	63
Tabel 7.4.1 Kebutuhan Bahan Bakar Ketel Uap .....	63
Tabel 7.5 Kebutuhan Listrik Untuk Proses .....	64
Tabel 7.5.1 Perincian Kebutuhan Listrik .....	65
Tabel 8.1 Perincian Luas Tanah Sebagai Bangunan Pabrik .....	70
Tabel 9.1 Jadwal Pembagian Kelompok Shift .....	86
Tabel 9.2 Jumlah Karyawan Menurut Jabatannya .....	89
Tabel 9.3 Perincian Golongan Dan Gaji Karyawan .....	91
Tabel 10.1 Indeks Harga Alat .....	95
Tabel 10.2 Harga Alat Proses .....	97

Tabel 10.3 Harga Alat Utilitas .....	98
Tabel 10.4 Physcal Plant Cost .....	103
Tabel 10.5 Direct Plant .....	103
Tabel 10.6 Fixed Capital Investment .....	103
Tabel 10.7 Direct Manufacturing .....	103
Tabel 10.8 Inderect Manufacturing Cost .....	104
Tabel 10.9 Fixed Manufacturing Cost .....	104
Tabel 10.10 Manufacturing Cost .....	104
Tabel 10.11 Working Capital .....	104
Tabel 10.12 General Expense .....	105
Tabel 10.13 Total Production cost .....	105
Tabel 10.14 Fixed Cost .....	105
Tabel 10.15 Variable Cost .....	105
Tabel 10.16 Regulated Cost .....	106
Tabel 11.1 Hasil Analisa Ekonomi .....	110





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik jumlah impor gipsum di Indonesia .....	6
Gambar 8.1 Denah Lokasi Pabrik .....	72
Gambar 8.2 Layout Alat Proses .....	75
Gambar 9.1 Struktur Organisasi Perusahaan .....	93
Gambar 10.1 Grafik Hasil <i>Plotting</i> Data .....	96



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Spesifikasi Alat
- Lampiran B Utilitas
- Biodata Mahasiswa
- Kartu Bimbingan Skripsi
- Flowsheet Prarancangan Pabrik  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

