

**PRARENCANA PABRIK
GIPSUM DARI BATU KAPUR
DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS 762.000 TON/TAHUN**



Diajukan oleh :

I Made Adristya	NRP: 5203016013
Tresia	NRP: 5203016014

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut dibawah ini.

Nama : I Made Adristya

NRP : 5203016013

telah diselenggarakan pada tanggal 16 Januari 2020, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia**.

Surabaya, 23 Januari 2020

Pembimbing I

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS., IPM.
NIK.521.87.0127

Pembimbing II

Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM.
NIK. 521.99.0401

Dewan Penguji

Ketua

Wenny Irawaty, Ph.D., IPM.
NIK. 521.97.0284

Sekretaris

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS., IPM.
NIK.521.87.0127

Anggota

Shella P. Santoso, Ph.D.
NIK. 521.17.0971

Anggota

Maria Yuliana, Ph.D.
NIK.521.18.1010

Mengetahui

Fakultas Teknik

Dekan



Prof. Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D., IPM
NIK.521.93.0198

Jurusan Teknik Kimia

Ketua



Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM
NIK.521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut dibawah ini.

Nama : Tresia

NRP : 5203016014

telah diselenggarakan pada tanggal 16 Januari 2020, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia.

Surabaya, 23 Januari 2020

Pembimbing I

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS., IPM.
NIK.521.87.0127

Pembimbing II

Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM.
NIK. 521.99.0401

Dewan Penguji

Ketua

Wenny Irawaty, Ph.D., IPM.
NIK. 521.97.0284

Sekretaris

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS., IPM.
NIK.521.87.0127

Anggota

Shella P. Santoso, Ph.D.
NIK. 521.17.0971

Anggota

Maria Yuliana, Ph.D.
NIK.521.18.1010

Mengetahui

Fakultas Teknik

Dekan

Prof. H. Suryadi Ismadji, Ph.D., IPM
NIK.521.93.0198

Jurusan Teknik Kimia

Ketua

Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM
NIK. 521.99.0401

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 23 Januari 2020
Mahasiswa



I Made Adristya
5203016013

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 23 Januari 2020

Mahasiswa



Tresia

5203016014

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, kami sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama/NRP : I Made Adristya / 5203016013
Tresia / 5203016014

Menyetujui Tugas Akhir kami yang berjudul:

Prarencana Pabrik Gypsum dari Batu Kapur dan Asam Sulfat Kapasitas 762.000 ton/tahun

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta. Demikian pernyataan persetujuan publikasi ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 23 Januari 2020

Yang menyatakan,



I Made Adristya
5203016013

Tresia
5203016014

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan hikmat kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik yang berjudul “Pabrik Gypsum dari Batu Kapur dan Asam Sulfat dengan Kapasitas 762.000 ton/tahun” tepat waktu dan sesuai dengan yang diharapkan. Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Terselesaikannya Tugas Akhir ini tak lepas dari bantuan serta dukungan baik secara materi maupun moral dari banyak pihak. Maka dari itu, kami sebagai calon sarjana yang menulis skripsi ini mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS., IPM. dan Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, bimbingan, serta pengarahan yang baik dan jelas dalam penelitian ini;
2. Wenny Irawaty, Ph.D., IPM.; Shella P. Santoso, Ph.D.; dan Maria Yuliana, Ph.D. selaku Dewan Penguji yang telah memberikan banyak masukan, kritikan, dan saran dalam penelitian ini;
3. Prof. Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya;
4. Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya;
5. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah membantu kami dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini;
6. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan selama penyusunan laporan prarencana pabrik;
7. Teman-teman seperjuangan angkatan 2016 yang telah mendukung selama proses pembuatan laporan prarencana pabrik berlangsung;
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap adanya kritikan dan saran dari pembaca demi kesempurnaan laporan prarencana pabrik ini. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi para pembaca.

Surabaya, 23 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pernyataan	iv
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Intisari	xii
I. Pendahuluan	I-1
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk	I-2
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk	I-5
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisa Pasar	I-5
II. Uraian dan Pemilihan Proses	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produk	II-1
II.2. Pemilihan Proses	II-4
II.3. Uraian Proses	II-5
III. Neraca Massa	III-1
IV. Neraca Panas	IV-1
V. Spesifikasi Alat	V-1
VI. Lokasi, Tata Letak, Instrumentasi, dan Safety	VI-1
VI.1. Lokasi	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Alat	VI-2
VI.3. Instrumentasi	VI-6
VI.4. Perhitungan Keselamatan dan Lingkungan	VI-7
VII. Utilitas dan Pengolahan Limbah	VII-1
VII.1. Unit Penyediaan Air	VII-1
VII.2. Unit Pengolahan Air	VII-4
VII.3. Unit Penyediaan Listrik	VII-71
VII.4. Unit Penyediaan Udara Panas	VII-76
VII.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar	VII-81
VII.6. Unit Pengolahan Limbah	VII-82
VIII. Desain Produk dan Kemasan	VIII-1
IX. Strategi Pemasaran	IX-1
X. Sistem Manajemen dan Operasi	X-1
X.1. Struktur Utama	X-1
X.2. Bentuk Perusahaan	X-1
X.3. Struktur Organisasi	X-2
X.4. Pembagian Tugas dan Wewenang	X-4
X.5. Waktu Kerja	X-9
XI. Analisa Ekonomi	XI-1
XII. Diskusi dan Kesimpulan	XII-1
Daftar Pustaka	DP
Lampiran A	A-1
Lampiran B	B-1
Lampiran C	C-1
Lampiran D	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Perkembangan Impor Gypsum di Indonesia	I-6
Gambar I.2. Perkembangan Produksi Gypsum di Indonesia	I-7
Gambar I.3. Perkembangan Ekspor Gypsum di Indonesia.....	I-9
Gambar I.4. Perkembangan Konsumsi Gypsum di Indonesia	I-10
Gambar II.1. Diagram Proses Pembuatan Gypsum dari <i>Gypsum Rock</i>	II-1
Gambar II.2. Diagram Pembuatan Gypsum dari CaCl_2 dan H_2SO_4	II-2
Gambar II.3. Diagram Pembuatan Gypsum dari Batu Kapur dan H_2SO_4	II-3
Gambar II.4. Diagram Pembuatan Gypsum dari $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dan H_2SO_4	II-3
Gambar VI.1. Lokasi Pendirian Pabrik Gypsum	VI-1
Gambar VI.2. Tata letak pabrik gipsum (skala 1 : 5000)	VI-4
Gambar VI.3. Tata letak alat proses (skala 1 : 200)	VI-5
Gambar VII.1. Skema Pengaliran Air Sungai	VII-6
Gambar VII.2. Skema Pengaliran Bak Penampungan Air Sungai	VII-11
Gambar VII.3. Skema Pengaliran Air dari Bak Koagulator	VII-17
Gambar VII.4. Skema Pengaliran Air dari Bak Penampungan Sementara I..	VII-21
Gambar VII.5. Skema Tangki <i>Sand Filter</i>	VII-26
Gambar VII.6. Skema Pengaliran Air Bak Penampungan Sementara II	VII-30
Gambar VII.7. Skema Tangki <i>Kation Exchanger</i>	VII-41
Gambar VII.8. Skema Aliran Bak Sementara III.....	VII-49
Gambar VII.9. Skema Aliran Air Bak Penampung Air <i>Cooling Tower</i>	VII-59
Gambar VII.10. Skema Aliran Air Penampungan Proses ke Tangki <i>Mixer</i>	VII-65
Gambar VII.11. Skema Pengaliran Air Penampungan Air Pendingin	VII-69

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Data Impor Gypsum tahun 2012-2018.....	I-1
Tabel I.2. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Kalsium Karbonat	I-2
Tabel I.3. Komposisi Batu Kapur	I-3
Tabel I.4. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Asam Sulfat	I-3
Tabel I.5. Komposisi Asam Sulfat	I-4
Tabel I.6. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Gypsum.....	I-4
Tabel I.7. Perkembangan Produksi Gypsum di Indonesia.....	I-7
Tabel I.8. Perkembangan Ekspor Gypsum di Indonesia.....	I-8
Tabel I.9. Perkembangan Konsumsi Gypsum di Indonesia.....	I-10
Tabel II.1. Perbandingan Proses Pembuatan Gypsum.....	II-4
Tabel VI.1 HAZOP untuk alat-alat proses di dalam pabrik.	VI-12
Tabel VII.1 Kebutuhan Air Sanitasi	VII-2
Tabel VII.2. Kebutuhan Air Pendingin.....	VII-3
Tabel VII.3. Hasil Perhitungan Laju Alir Tiap Aliran Pompa D.....	VII-32
Tabel VII.4. Ukuran Pipa Tiap Aliran Pompa D	VII-32
Tabel VII.5. Nilai N_{Re} Tiap Aliran Pompa D	VII-32
Tabel VII.6. Hasil Perhitungan Power Pompa Tiap Aliran Pompa D	VII-39
Tabel VII.7. Hasil Perhitungan Laju Alir Tiap Aliran Pompa E	VII-50
Tabel VII.8. Ukuran Pipa Tiap Aliran Pompa E.....	VII-50
Tabel VII.9. Nilai N_{Re} Tiap Aliran Pompa E	VII-51
Tabel VII.10. Hasil Perhitungan Power Pompa Tiap Aliran Pompa E.....	VII-56
Tabel VII.11. Hasil Perhitungan Laju Alir Tiap Aliran Pompa H.....	VII-70
Tabel VII.13. Ukuran Pipa Tiap Aliran Pompa H	VII-70
Tabel VII.14. Nilai N_{Re} Tiap Aliran Pompa H.....	VII-71
Tabel VII.15. Hasil Perhitungan Power Pompa Tiap Aliran Pompa H	VII-76
Tabel VII.16. Kebutuhan Listrik di Area Proses	VII-77
Tabel VII.17. Kebutuhan Listrik di Area Utilitas	VII-78
Tabel VII.18. Lumen Output Pabrik Gypsum	VII-78
Tabel VII.19. Jenis Lampu dan Jumlah Lampu yang Digunakan	VII-80

INTISARI

Indonesia merupakan negara yang mengalami perkembangan pada pembangunannya, baik dalam hal pembangunan properti, industri, maupun infrastruktur perekonomian negara. Dengan semakin berkembangnya pembangunan di Indonesia, maka semen sebagai bahan pembuat beton atau *concrete* untuk pembangunan juga sangat dibutuhkan. Konsumsi semen yang besar mempengaruhi bahan dasar dalam pembuatan semen, salah satunya adalah gipsum. Gipsum tidak hanya digunakan sebagai bahan dasar pembuatan semen, tetapi juga dapat digunakan sebagai plester, bahan dasar pembuatan kapur, bedak, keramik dan cetakan logam tuang *ingot*. Dengan semakin meningkatnya penggunaan gipsum untuk mencukupi kebutuhan tersebut, maka perlu dilakukan peningkatan produksi gipsum di dalam negeri.

Reaksi pembuatan gipsum berlangsung antara batu kapur, H_2SO_4 , dan H_2O . Selain reaksi pembentukan gipsum, reaksi samping yang terjadi ialah reaksi MgCO_3 dengan H_2SO_4 yang habis bereaksi menjadi MgSO_4 , CO_2 , dan H_2O yang berupa pengotor. Proses pembuatan gipsum yang dipilih dikarenakan bahan baku jumlahnya berlimpah dan mudah didapat serta proses pembuatannya terjadi pada kondisi operasi yang berlangsung pada suhu rendah dan tekanan atmosferis, sehingga pengendalian yang dilakukan cukup mudah.

Limbah yang dihasilkan dari prarencana pabrik gipsum ialah limbah padat dan limbah gas. Limbah padat yang dihasilkan berupa *ash* gipsum dari penguapan air yang terjadi pada *rotary dryer* dan limbah gas yang dihasilkan berupa CO_2 dari reaksi pembentukan gipsum pada reaktor. Limbah gas dan limbah padat yang dihasilkan bukan merupakan limbah yang berbahaya, sehingga tidak memerlukan penanganan secara khusus dan langsung dapat dibuang ke udara dan lingkungan bebas.

Prarencana pabrik gipsum dari batu kapur dan asam sulfat memiliki rincian sebagai berikut:

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: Gipsum
Kapasitas produksi	: 762.000 ton/tahun
Hari kerja efektif	: 330 hari/tahun dan 1 hari 24 jam
Sistem operasi	: Kontinyu
Masa konstruksi	: 2 tahun
Waktu mulai beroperasi	: Tahun 2022
Bahan baku	: Batu kapur dan asam sulfat
Aliran bahan baku CaCO_3	: 480.492.903,116 kg/tahun
Aliran bahan baku H_2SO_4 98%	: 428.879.964 kg/tahun
Utilitas	:
Air	: air proses = 2.541 m ³ /tahun air sanitasi = 257.586,120 m ³ /tahun air pendingin = 4.064.916,660 m ³ /tahun
Listrik	: 10.420,127 kW/tahun
Bahan bakar solar	: 482,850 m ³ /tahun
Jumlah tenaga kerja	: 130 orang
Lokasi pabrik	: Rembang, Jawa Tengah
Luas pabrik	: 43.535 m ²

Analisis ekonomi dengan Metode *Discounted Flow*

- *Rate of Return Investment* (ROI) sebelum pajak : 22,73 % (> bunga pinjaman)
- *Rate of Return Investment* (ROI) sesudah pajak : 13,48 % (> bunga pinjaman)
- *Rate of Equity* (ROE) sebelum pajak : 43,39 % (> bunga pinjaman)
- *Rate of Equity* (ROE) sesudah pajak : 29,43 % (> bunga pinjaman)
- *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak : 4 tahun 11 bulan 2 hari
- *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak : 6 tahun 3 bulan 18 hari
- *Break Even Point* (BEP) : 45 %