

**DESAIN PROYEK PABRIK PEMBUATAN FERROUS SULFATE HEPTAHYDRATE  
DARI PICKLING LIQUOR DAN SCRAP IRON KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan  
Seminar Skripsi pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri,  
Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

**Disusun Oleh:**

**SITI DIANTI**

**NIM. 40040118650023**

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI**

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI**

**SEKOLAH VOKASI**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

DESAIN PROYEK PABRIK PEMBUATAN FERROUS SULFATE HEPTAHYDRATE  
DARI PICKLING LIQUOR DAN SCRAP IRON KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Skripsi

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan  
Teknik

Disusun Oleh:

SITI DIANTI

NIM. 40040118650023

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 19 Oktober 2022

Dosen Pembimbing,



**Ir. R.T.D. Wisnu Broto, M.T.**

NIP. 195909251987031002

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama :Siti Dianti  
NIM :40040118650023  
Judul Tugas Akhir :Desain Proyek Pabrik Pembuatan Ferrous Sulfate Heptahydrate dari Pickling Liquor dan Scrap Iron Kapasitas 20.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan :Sekolah Vokasi / S. Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya kami Siti Dianti dan partner saya atas nama Siti Nurlaela N didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Semarang, 19 Oktober 2022



Siti Dianti  
40040118650023

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir (skripsi) yang berjudul “Desain Proyek Pabrik Pembuatan Ferrous Sulfate Heptahydrate Kapasitas 20.000 Ton/Tahun” yang terselesaikan tepat pada waktunya. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan magang ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, maka dengan hati yang tulus ikhlas penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Mohamad Endy Yulianto, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Heny Kusumayanti, S.T., M.T. selaku dosen wali, terima kasih atas bimbingan, dan dorongan motivasinya selama ini hingga terselesaikannya skripsi ini dengan baik.
3. Ir. R.T.D. Wisnu Broto, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dengan baik hingga laporan tugas akhir (skripsi) ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Orang tua yang tak henti-hentinya selalu mendoakan dan memotivasi untuk senantiasa bersemangat dan tak mengenal kata putus asa. Terima kasih atas segala dukungannya, baik secara material maupun spiritual hingga terselesaikannya laporan ini.
6. Siti Nurlaela N, selaku partner skripsi. Terima kasih atas bantuan dan kerja samanya.
7. Ardimas Fauzan H, terima kasih atas segala dukungan dan bantuan yang diberikan.
8. Azizah Azhar, Aurum Azzahra, Inggrit Pangestu A, Ni Putu Adeyani, Nadya Permata K, Oktaviani Kusuma W, Zulaikhah F. Terima kasih atas segala dukungan dan bantuan yang diberikan.
9. Teman-teman mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri angkatan 2018 yang telah memberikan informasi, semangat, dan dukungan dalam menyelesaikan proposal ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran yang membangun bagi kita semua sangatlah diperlukan

Semarang, 19 Oktober 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAN INTEGRITAS.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
INTISARI .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	2
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik .....	5
1.4 Tinjauan Proses.....	8
<b>BAB II DESKRIPSI PROSES .....</b>	<b>10</b>
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	10
2.2 Konsep Proses.....	11
2.3 Langkah Proses .....	16
2.4 Diagram Alir (Flowsheet).....	18
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas .....	18
2.6 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan .....	30
<b>BAB III SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>36</b>
3.1 Tangki Harian .....	36
3.2 Tangki Bulanan.....	38
3.3 Pompa .....	41
3.4 Reaktor.....	42
3.5 Crystallizer.....	43
3.6 Evaporator.....	44
3.7 <i>Heat Exchanger</i> .....	45
3.8 Rotary dryer .....	46
3.9 Centrifuge .....	47
3.10 Blower.....	48
3.11 Screw conveyor .....	48
3.12 Belt conveyor.....	49

3.13	Bucket elevator .....	50
<b>BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES.....</b>		<b>51</b>
4.1	Unit Pengadaan dan Pengolahan Air .....	51
4.2	Unit Pengadaan Listrik .....	63
4.3	Unit Pengadaan Steam.....	69
4.4	Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	72
4.5	Unit Pengadaan Udara Tekan .....	74
4.6	Laboratorium .....	76
4.7	Unit Pengolahan Limbah .....	78
4.8	Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup .....	80
4.9	Instrumentasi.....	85
<b>BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN .....</b>		<b>87</b>
5.1	Bentuk Perusahaan.....	87
5.2	Struktur Organisasi .....	88
5.3	Tugas dan Wewenang.....	89
5.4	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Penggajian.....	92
5.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji.....	95
5.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	98
5.7	<i>Corporate Social Responsibility</i> .....	100
<b>BAB VI TROUBLESHOOTING .....</b>		<b>102</b>
6.1.	Unit Penyimpanan .....	102
6.2.	Unit Pemindah .....	103
6.3.	Unit Reaksi .....	104
6.4.	Unit Pemisah.....	106
3.5	Unit Penukar Panas.....	107
<b>BAB VII ANALISA EKONOMI .....</b>		<b>108</b>
7.1	Perkiraan Harga Peralatan .....	108
7.2	Penetapan Dasar Perhitungan .....	111
7.3	Penetapan Modal dan Biaya Produksi .....	111
7.4	Analisis Kelayakan .....	117
7.5	Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi.....	119
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>125</b>
<b>LAMPIRAN A .....</b>		<b>127</b>

LAMPIRAN B .....	142
LAMPIRAN C .....	162
LAMPIRAN D .....	229

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor dan Ekspor Ferrous Sulfate Heptahydrate 2017-2021 .....	2
Tabel 1. 2 Persen pertumbuhan dan rerata pertahun Ferrous sulfata heptahydrate.....	3
Tabel 1. 3 Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri.....	4
Tabel 1. 4 Penilaian Penentuan Lokasi Pabrik.....	8
Tabel 2. 1 Neraca Massa Reaktor (R-01) .....	18
Tabel 2. 2 Neraca Massa Sand filter (SF-01) .....	19
Tabel 2. 3 Neraca Massa Tangki Penampungan (TP-01).....	19
Tabel 2. 4 Neraca Massa Evaporator (EV-01) .....	20
Tabel 2. 5 Neraca Massa Crystallizer (CR-01) .....	20
Tabel 2. 6 Neraca Massa Centrifuge (CF-01) .....	21
Tabel 2. 7 Neraca Massa Rotary Dryer (RD-01).....	21
Tabel 2. 8 Neraca Massa Overall .....	22
Tabel 2. 9 Neraca Panas Reaktor (R-01) .....	24
Tabel 2. 10 Neraca Panas Sand Filter (SF-01) .....	24
Tabel 2. 11 Neraca Panas Tanki Penampung (TP-01) .....	24
Tabel 2. 12 Neraca Panas Evaporator (EV-01) .....	25
Tabel 2. 13 Neraca Panas Barometric Condensor (BC-01).....	25
Tabel 2. 14 Neraca Panas Crystallizer (CR-01) .....	25
Tabel 2. 15 Neraca Panas Centrifuge (CF-01) .....	26
Tabel 2. 16 Neraca Panas Rotary Dryer (RD-01) .....	26
Tabel 2. 17 Neraca Panas Heat Exchanger (HE-01) .....	26
Tabel 2. 18 Neraca Panas Overall .....	27
Tabel 2. 19 Perincian Luas Tanah Pabrik.....	32
Tabel 3. 1 Rangkuman Spesifikasi Tangki Harian.....	36
Tabel 3. 2 Rangkuman Spesifikasi Tangki Bulanan .....	39
Tabel 3. 3 Rangkuman Spesifikasi Pompa .....	41
Tabel 3. 4 Rangkuman Spesifikasi Reaktor .....	42
Tabel 3. 5 Rangkuman Spesifikasi Crystallizer .....	43
Tabel 3. 6 Rangkuman Spesifikasi Evaporator .....	44
Tabel 3. 7 Rangkuman Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> .....	45
Tabel 3. 8 Rangkuman Spesifikasi Rotary Dryer.....	46
Tabel 3. 9 Rangkuman Spesifikasi Centrifuge .....	47



Tabel 3. 10 Rangkuman Spesifikasi Blower .....	48
Tabel 3. 11 Rangkuman Spesifikasi Screw Conveyor .....	49
Tabel 3. 12 Rangkuman Spesifikasi Belt Conveyor.....	49
Tabel 3. 13 Rangkuman Spesifikasi Belt Conveyor.....	50
Tabel 4. 1 Syarat Mutu Air Pendingin .....	53
Tabel 4. 2 Kebutuhan Air Pendingin.....	53
Tabel 4. 3 Syarat Air Umpan Boiler.....	55
Tabel 4. 4 Kebutuhan Air Umpan Boiler .....	56
Tabel 4. 5 Baku Mutu Air Sanitasi.....	57
Tabel 4. 6 Baku Mutu Air Umpan Boiler.....	63
Tabel 4. 7 Kebutuhan Listrik Proses .....	64
Tabel 4. 8 Kebutuhan Listrik Utilitas .....	65
Tabel 4. 9 Jumlah Lumen Berdasarkan Jumlah Bangunan Indoor.....	66
Tabel 4. 10 Jumlah Lumen Berdasarkan Luas Bangunan Outdoor.....	66
Tabel 4. 11 Kebutuhan Listrik Untuk Pendingin Ruangan .....	67
Tabel 4. 12 Total Kebutuhan Listrik Pabrik.....	68
Tabel 4. 13 Baku Mutu Limbah Cair Kawasan Industri .....	79
Tabel 4. 14 Rambu K3 .....	83
Tabel 5. 1 Pembagian Kerja Shift .....	93
Tabel 5. 2 Jabatan dan Syarat Pendidikan .....	95
Tabel 5. 3 Kebutuhan Karyawan <i>Shift</i> Produksi .....	96
Tabel 5. 4 Kebutuhan Karyawan <i>Shift</i> Utilitas.....	97
Tabel 5. 5 Besaran Gaji Karyawan.....	97
Tabel 6. 1 Troubleshooting Unit Penyimpanan.....	102
Tabel 6. 2 Troubleshooting Unit Pemindah .....	103
Tabel 6. 3 Troubleshooting Unit Reaksi .....	104
Tabel 6. 4 Troubleshooting Unit Pemisah.....	106
Tabel 6. 5 Troubleshooting Unit Pemanas .....	107
Tabel 7. 1 Indeks <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> (CEP) Tahun 2001-2021.....	109
Tabel 7. 2 Total Physical Plant Cost (PPC).....	119
Tabel 7. 3 Total Working Capital Investment.....	120
Tabel 7. 4 Total Direct Manufacturing Cost .....	121
Tabel 7. 5 Total Indirect Manufacturing Cost.....	121
Tabel 7. 6 Total Fixed Manufacturing Cost .....	121

Tabel 7. 7 Total General Expense .....	122
Tabel 7. 8 Evaluasi Kelayakan Pabrik.....	124

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Alir Neraca Massa .....	23
Gambar 2. 2 Diagram Alir Neraca Panas .....	29
Gambar 2. 3 Layout Area Pabrik.....	33
Gambar 2. 4 Tata letak peralatan pabrik .....	34
Gambar 3. 1 Tangki Harian .....	36
Gambar 3. 2 Tangki Bulanan .....	38
Gambar 3. 3 Pompa Sentrifugal .....	41
Gambar 3. 4 Reaktor CSTR .....	42
Gambar 3. 5 Crystallizer .....	43
Gambar 3. 6 Evaporator .....	44
Gambar 3. 7 <i>Heat Exchanger</i> .....	45
Gambar 3. 8 Rotary Dryer .....	46
Gambar 3. 9 Centrifuge .....	47
Gambar 3. 10 Blower .....	48
Gambar 3. 11 Screw Conveyor .....	48
Gambar 3. 12 Belt conveyor.....	49
Gambar 3. 13 Bucket Elevator .....	50
Gambar 4. 1 Diagram Alir Pengolahan Air Sungai.....	60
Gambar 4. 2 Proses Udara Tekan .....	76
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi Pabrik Ferrous Sulphate Heptahydrate.....	89
Gambar 7. 1 Grafik Indeks CEP Tahun 2001-2021 .....	110
Gambar 7. 2 Analisa Kelayakan Ekonomi .....	123

## INTISARI

*Ferrous Sulfate Heptahydrate* ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) atau secara komersil biasa disebut dengan *copperas* merupakan kristal monoklinik berwarna biru kehijauan yang larut dalam air tetapi tidak dapat larut dalam alkohol. *Ferrous Sulfate Heptahydrate* dapat diproduksi dengan berbagai cara, salah satunya didapatkan dari limbah buangan industri baja yakni *pickling liquor*. Hingga saat ini belum ada pabrik di Indonesia yang memproduksi *Ferrous Sulfate Heptahydrate* ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ). Maka dari itu perlu dilakukan pendirian pabrik *Ferrous Sulfate Heptahydrate* ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) berkapasitas 20.000 ton/tahun, karena melihat prediksi kebutuhan akan *Ferrous Sulfate Heptahydrate* ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) di Indonesia cenderung terus mengalami kenaikan hingga 4 tahun ke depan. Selain itu dengan pendirian pabrik tersebut bertujuan untuk mengurangi ketergantungan impor, membuka lapangan pekerjaan, dan dapat mengolah limbah pabrik baja menjadi produk yang bermanfaat serta memiliki nilai jual yang tinggi. Pembuatan *Ferrous Sulfate Heptahydrate* ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) pada desain ini dilakukan dengan mereaksikan *pickling liquor* dengan *scrap iron* dalam reaktor CSTR dan dilanjutkan proses kristalisasi untuk membentuk produk. Pabrik dibangun di Kawasan Industri Gresik (KIG). Bahan baku di dapatkan dari Surabaya. Bentuk perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan status perusahaan terbuka yang mendapatkan modal dari penjualan saham, dan tiap pemegang saham mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Pada desain proyek pabrik *Ferrous Sulfate Heptahydrate* ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) ini dibuat evaluasi kelayakan ekonomis serta penilaian investasi dengan metode *Profit On Sales* (POS), *Return Of Investment* (ROI), *Pay Out Time* (POT), *Break Even Point* (BEP), *Shut Down Point* (SDP) dan *Discounted Cash Flow* (DCF). Dari hasil perhitungan analisa kelayakan didapat ROI setelah pajak 24,64% POS setelah pajak 12,24%, POT 4,35 tahun, BEP 52,94%, dan SDP 37,98%.