

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



SKRIPSI

**Diajukan 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 NURLAELA NOVIANA

NIM. 40040118650091

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2023

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 NURLAELANOVIANA

NIM. 40040118650091

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 19 Oktober 2022

Dosen Pembimbing,



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

NIP. 195909251987031002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

Jalan Prof. Sudarto, 511
Tembalang, Semarang 50225
Tel/Faks (024) 741379
WWW.DIPONEGORO.AC.ID
Email: info@ipn.uns.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul :
Desain Proyek Pabrik Pembuatan Ferrous Sulfate Heptahydrate dari Pickling Liquor dan Scrap Iron Kapasitas 20.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis :
Nama : Siti Nurlaela Noviana
NIM : 40040118650091
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi / S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan Tugas Akhir/Skripsi ini telah disahkan dan disetujui pada:


Hari : Rabu
Tanggal : 01-02-2023

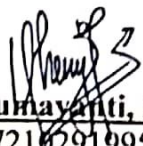
Semarang, 01 Februari 2023

Mengetahui,
Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,


Ir. Edy Supriyo, M.T.
NIP. 195904281987031003


Heny Kusumayanti, S.T., M.T.
NIP. 197210291995122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Siti Nurlaela Noviana
NIM : 40040118650091
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 Nurlaela Noviana dan partner saya atas nama Siti Dianti 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 Nurlaela Noviana

40040118650091

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. Rizka Amalia, 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 dan keluarga 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 Dianti, selaku partner skripsi. Terima kasih atas bantuan dan kerja samanya.
7. Luthfiani Widyasih, Tindy Rahmadi Putri, Oktavia Dityaningrum, Anindita Nur Aisyah, Putri Puji Nugraheni, dan Fatma Sekar Putri D. Terima kasih atas segala dukungan dan bantuan yang diberikan.
8. 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

COVER	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
INTISARI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	5
1.4 Tinjauan Proses	8
BAB II DESKRIPSI PROSES	10
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	10
2.2 Konsep Proses	11
2.3 Langkah Proses.....	16
2.4 Diagram Alir (Flowsheet)	19
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas	20
2.6 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan	32
BAB III SPESIFIKASI ALAT	38
3.1 Tangki Harian.....	38
3.2 Tangki Bulanan	40
3.3 Pompa.....	43
3.4 Reaktor	44
3.5 <i>Crystallizer</i>	45
3.6 Evaporator	46
3.7 <i>Heat Exchanger</i>	47
3.8 <i>Rotary dryer</i>	48
3.9 <i>Centrifuge</i>	49
3.10 Blower	50
3.11 <i>Screw conveyer</i>	50

3.12	<i>Belt conveyor</i>	51
3.13	<i>Bucket elevator</i>	52
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES		53
4.1	Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	53
4.2	Unit Pengadaan Listrik	65
4.3	Unit Pengadaan Steam	71
4.4	Unit Pengadaan Bahan Bakar	74
4.5	Unit Pengadaan Udara Tekan	76
4.6	Laboratorium	78
4.7	Unit Pengolahan Limbah	80
4.8	Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	82
4.9	Instrumentasi	86
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN		89
5.1	Bentuk Perusahaan	89
5.2	Struktur Organisasi	90
5.3	Tugas dan Wewenang	91
5.4	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Penggajian	94
5.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	97
5.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan	100
5.7	<i>Corporate Social Responsibility</i>	102
BAB VI TROUBLESHOOTING		104
6.1.	Unit Penyimpanan	104
6.2.	Unit Pemindah	105
6.3.	Unit Reaksi	106
6.4.	Unit Pemisah	108
3.5	Unit Penukar Panas	109
BAB VII ANALISA EKONOMI		110
7.1	Perkiraan Harga Peralatan	110
7.2	Penetapan Dasar Perhitungan	113
7.3	Penetapan Modal dan Biaya Produksi	113
7.4	Analisis Kelayakan	119
7.5	Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi	121
DAFTAR PUSTAKA		127

LAMPIRAN A	129
LAMPIRAN B	129
LAMPIRAN C	164
LAMPIRAN D	235

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor dan Ekspor <i>Ferrous Sulfate Heptahydrate</i> 2017-2021	2
Tabel 1. 2 Persen pertumbuhan dan rerata pertahun <i>Ferrous sulfate heptahydrate</i>	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)	20
Tabel 2. 2 Neraca Massa <i>Sand filter</i> (SF-01)	21
Tabel 2. 3 Neraca Massa Tangki Penampungan (TP-01).....	21
Tabel 2. 4 Neraca Massa Evaporator (EV-01)	22
Tabel 2. 5 Neraca Massa <i>Crystallizer</i> (CR-01)	22
Tabel 2. 6 Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CF-01)	23
Tabel 2. 7 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)	23
Tabel 2. 8 Neraca Massa <i>Overall</i>	24
Tabel 2. 9 Neraca Panas Reaktor (R-01)	26
Tabel 2. 10 Neraca Panas <i>Sand Filter</i> (SF-01).....	26
Tabel 2. 11 Neraca Panas Tanki Penampung (TP-01)	26
Tabel 2. 12 Neraca Panas Evaporator (EV-01)	27
Tabel 2. 13 Neraca Panas <i>Barometric Condensor</i> (BC-01)	27
Tabel 2. 14 Neraca Panas <i>Cryztallizer</i> (CR-01).....	27
Tabel 2. 15 Neraca Panas <i>Centrifuge</i> (CF-01)	28
Tabel 2. 16 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)	28
Tabel 2. 17 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-01).....	28
Tabel 2. 18 Neraca Panas <i>Overall</i>	29
Tabel 2. 19 Perincian Luas Tanah Pabrik.....	34
Tabel 3. 1 Rangkuman Spesifikasi Tangki Harian.....	38
Tabel 3. 2 Rangkuman Spesifikasi Tangki Bulanan	41
Tabel 3. 3 Rangkuman Spesifikasi Pompa.....	43
Tabel 3. 4 Rangkuman Spesifikasi Reaktor	44
Tabel 3. 5 Rangkuman Spesifikasi <i>Crystallizer</i>	45
Tabel 3. 6 Rangkuman Spesifikasi Evaporator	46
Tabel 3. 7 Rangkuman Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	47
Tabel 3. 8 Rangkuman Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i>	48
Tabel 3. 9 Rangkuman Spesifikasi <i>Centrifuge</i>	49

Tabel 3. 10 Rangkuman Spesifikasi Blower	50
Tabel 3. 11 Rangkuman Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i>	51
Tabel 3. 12 Rangkuman Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i>	51
Tabel 3. 13 Rangkuman Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i>	52
Tabel 4. 1 Syarat Mutu Air Pendingin	55
Tabel 4. 2 Kebutuhan Air Pendingin.....	55
Tabel 4. 3 Syarat Air Umpan Boiler.....	57
Tabel 4. 4 Kebutuhan Air Umpan Boiler	58
Tabel 4. 5 Baku Mutu Air Sanitasi.....	59
Tabel 4. 6 Baku Mutu Air Umpan Boiler.....	65
Tabel 4. 7 Kebutuhan Listrik Proses	66
Tabel 4. 8 Kebutuhan Listrik Utilitas	67
Tabel 4. 9 Jumlah Lumen Berdasarkan Jumlah Bangunan Indoor.....	68
Tabel 4. 10 Jumlah Lumen Berdasarkan Luas Bangunan Outdoor.....	68
Tabel 4. 11 Kebutuhan Listrik Untuk Pendingin Ruangan	69
Tabel 4. 12 Total Kebutuhan Listrik Pabrik.....	70
Tabel 4. 13 Baku Mutu Limbah Cair Kawasan Industri	81
Tabel 4. 14 Rambu K3	85
Tabel 5. 1 Pembagian Kerja <i>Shift</i>	95
Tabel 5. 2 Jabatan dan Syarat Pendidikan	97
Tabel 5. 3 Kebutuhan Karyawan <i>Shift</i> Produksi	98
Tabel 5. 4 Kebutuhan Karyawan <i>Shift</i> Utilitas.....	99
Tabel 5. 5 Besaran Gaji Karyawan.....	99
Tabel 6. 1 <i>Troubleshooting</i> Unit Penyimpanan.....	104
Tabel 6. 2 <i>Troubleshooting</i> Unit Pemindah	105
Tabel 6. 3 <i>Troubleshooting</i> Unit Reaksi	106
Tabel 6. 4 <i>Troubleshooting</i> Unit Pemisah.....	108
Tabel 6. 5 <i>Troubleshooting</i> Unit Pemanas	109
Tabel 7. 1 Indeks <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> (CEPCI) Tahun 2001-2021.....	111
Tabel 7. 2 Total <i>Physical Plant Cost</i> (PPC).....	121
Tabel 7. 3 Total <i>Working Capital Investment</i>	122
Tabel 7. 4 Total <i>Direct Manufacturing Cost</i>	123
Tabel 7. 5 Total <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	123
Tabel 7. 6 Total <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	123

Tabel 7. 7 Total <i>General Expense</i>	124
Tabel 7. 8 Evaluasi Kelayakan Pabrik.....	126

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Alir Neraca Massa	25
Gambar 2. 2 Diagram Alir Neraca Panas	31
Gambar 2. 3 Layout Area Pabrik.....	35
Gambar 2. 4 Tata letak peralatan pabrik	36
Gambar 3. 1 Tangki Harian	38
Gambar 3. 2 Tangki Bulanan	40
Gambar 3. 3 Pompa Sentrifugal	43
Gambar 3. 4 Reaktor CSTR	44
Gambar 3. 5 <i>Crystallizer</i>	45
Gambar 3. 6 Evaporator	46
Gambar 3. 7 <i>Heat Exchanger</i>	47
Gambar 3. 8 <i>Rotary Dryer</i>	48
Gambar 3. 9 <i>Centrifuge</i>	49
Gambar 3. 10 Blower	50
Gambar 3. 11 <i>Screw Conveyor</i>	50
Gambar 3. 12 <i>Belt conveyor</i>	51
Gambar 3. 13 <i>Bucket Elevator</i>	52
Gambar 4. 1 Diagram Alir Pengolahan Air Sungai.....	62
Gambar 4. 2 Proses Udara Tekan	78
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi Pabrik <i>Ferrous Sulphate Heptahydrate</i>	91
Gambar 7. 1 Grafik Indeks CEP Tahun 2001-2021	112
Gambar 7. 2 Analisa Kelayakan Ekonomi	125

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 18,86% POS setelah pajak 11,59%, POT 4,28 tahun, BEP 51,23%, dan SDP 36,25%.