

**PRARANCANGAN PABRIK ALUMUNIUM SULFAT
DARI ASAM SULFAT DAN KAOLIN
KAPASITAS 26.000 TON/TAHUN**



Diajukan Guna Melengkapi Persyaratan dalam Menyelesaikan Pendidikan
Tingkat Strata Satu di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh:

Wisnu Nugrahanto

D500120032

Dosen Pembimbing:

1. Ir. Haryanto, A.R., M.S.
2. Emi Erawati, S.T., M.Eng.

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2017
HALAMAN PENGESAHAN**

HALAMAN PENGESAHAN

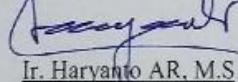
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

NAMA : Wisnu Nugrahanto
NIM : D 500 120 032
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Alumunium Sulfat dari Asam
Sulfat dan Kaolin Kapasitas 26.000 Ton/Tahun
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Haryanto AR, M.S
2. Emi Erawati, S.T., M.Eng.

Surakarta, Juni 2017

Menyetujui,

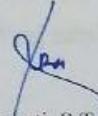
Pembimbing I



Ir. Haryanto AR, M.S

NIP. 196307051990031002

Pembimbing II



Emi Erawati, S.T., M.Eng.

NIK. 989

Mengetahui,

Dekan

Ketua Program Studi

Fakultas Teknik

Teknik Kimia



Ir. H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIK. 892

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

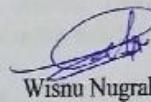
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wisnu Nugrahanto
Nim : D 500 120 032
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Alumunium sulfat dari Asam Sulfat dan Kaolin Kapasitas 26.000 Ton/Tahun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil tugas akhir yang saya buat dan serahkan ini merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya.

Surakarta, Juni 2017
Yang membuat pernyataan,



Wisnu Nugrahanto

INTISARI

Alumunium sulfat merupakan bahan kimia yang banyak digunakan pada industri kertas sebagai bahan pemutih dan sebagai *flocculating agent* pada pengolahan air. Pabrik ini direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan kapasitas produksi 26.000 ton/tahun. Bahan baku utama yang dibutuhkan adalah kaolin sebanyak 20.190,3938 ton/tahun dan asam sulfat sebanyak 43.409,3467 ton/tahun. Lokasi pabrik alumunium sulfat ini direncanakan akan didirikan di Cikampek, Jawa Barat pada tahun 2020. Kebutuhan air di pabrik ini diperoleh dari air Sungai Cikao dan Sungai Parungkadali, sedangkan untuk kebutuhan energi listrik diperoleh dari PLN dan generator.

Proses pembuatan alumunium sulfat dilakukan dengan cara mereaksikan alumunium oksida (Al_2O_3) dengan asam sulfat (H_2SO_4) dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang dilengkapi dengan jaket pendingin dan berlangsung pada kondisi tekanan 1 atm dan suhu 90°C selama 1,5 jam. Selanjutnya, produk keluaran reaktor dibawa menuju *centrifuge* untuk dipisahkan antara fase cair dan padat. Fase cair yang merupakan produk selanjutnya dibawa menuju kristalizer. Produk keluaran kristalizer selanjutnya diumpulkan kedalam *centrifuge* untuk dipisahkan dari bahan-bahan yang tidak terkristalkan. Kristal alumunium sulfat selanjutnya diumpulkan menuju *rotary dryer* untuk dimurnikan.

Hasil analisis ekonomi terhadap prarancangan pabrik alumunium sulfat diperoleh total investasi (*Total Capital Investment*) sebesar Rp197.837.673.993 dan total biaya produksi (*Production Cost*) Rp310.145.851.593. Dari analisis kelayakan diperoleh hasil ROI (*Return on Investment*) sebelum pajak 22,62% dan setelah pajak 16,96%. POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak 3,07 tahun dan sesudah pajak 3,71 tahun, BEP (*Break Even Point*) 47,22%, SDP (*Shut Down Point*) 21,55% dan IRR (*Internal Rate of Return*) sebesar 23,98%. Berdasarkan hasil analisis tersebut maka pabrik alumunium sulfat dengan kapasitas 26.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: alumunium sulfat, alumunium oksida, asam sulfat

ABSTRACT

Aluminum sulfate is chemical compound that used in paper manufacturing as bleaching agent and flocculating agent in water treatment. This plant is planned to operate for 330 days/year with production capacity 26,000 tons/year. The main raw material that needed is 20,190.3938 tons/year of kaolin and 43,409.3467 tons/year of sulfuric acid. Aluminum sulfate factory will be established in Cikampek, West Java in 2020. Water needs in this plant is obtained from Cikao and Parungkadali rivers, while the needs of electrical energy obtained from PLN and generator.

Aluminum sulfate is produced by reacting aluminum oxide (Al_2O_3) with sulfuric acid (H_2SO_4) in continuous stirred tank reactor (CSTR) which is completed by cooling jacket and operates at pressure 1 atm, 90°C during 1.5 hours. The result of the reactor flowed into Centrifuge to separate solids and liquids phase. The liquid phase is product that brought into crystallizer. Then, the crystallizer output is separated from material which not crystallized by centrifuge. Aluminum sulfate crystal fed into rotary dryer to be purified.

The result of economic analysis to aluminum sulfate plant pre-design obtained that total capital investment amount is Rp197,837,673,993 and production cost amount is Rp310,145,851,593. From feasibility analysis obtained the result of return on investment (ROI) before tax is 22.62% and after tax is 16.96%. The payout time (POT) before tax is 3.07 years and after tax is 3.71 years. The break even point (BEP) is 47.22%, the shutdown point (SDP) is 21.55% and the internal rate of return (IRR) is 23.98%. Based on the result of analysis, the plant of Aluminum Sulfate with production capacity 26,000 tons/year is feasible to established.

Key words: Aluminum Sulfate, Aluminum Oxide, Sulfuric Acid

MOTTO

Segala sesuatu yang berharga pasti akan diperjuangkan,

Jangan mudah menyerah,

Dan jangan sampai menyerah untuk mendapatkan itu.

Jangan takut akan kegagalan,

Kegagalan ada untuk mengujimu.

“Man Jadda Wa Jadda”

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah segala puji dan syukur kepada Allah SWT, karena rahmat-NYA penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Alumunium Sulfat dari Asam Sulfat dan Kaolin Kapasitas 26.000 Ton/Tahun”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak dukungan, bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Haryanto A.R., M.S. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Emi Erawati, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II atas bimbingan dan bantuannya dalam menyelesaikan tugas akhir.
2. Dosen penguji dalam ujian pendadaran tugas akhir “Prarancangan Pabrik Alumunium Sulfat dari Asam Sulfat dan Kaolin dengan Kapasitas 26.000 Ton/Tahun”.
3. Segenap civitas academica, atas semua bantuannya.
4. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan, doa dan semangat yang senantiasa diberikan.
5. Teman - teman seperjuangan teknik kimia angkatan 2012.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Surakarta, Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUDL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
INTISARI	iv
ABSTRACT	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Kapasitas Perancangan	1
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	4
1.4 Tinjauan Pustaka	5
1.4.1 Macam-macam Proses	5
1.4.2 Pemilihan Proses	6
1.4.3 Kegunaan Produk	7
1.4.4 Sifat Fisis dan Kimia	7
BAB II DESKRIPSI PROSES	10
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	10
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	10
2.1.2 Spesifikasi Produk	10
2.2 Konsep Proses	11
2.2.1 Dasar Reaksi	11
2.2.2 Tinjauan Termodinamika	11

2.2.3	Tinjauan Kinetika	13
2.3	Deskripsi Proses	14
2.3.1	Diagram Alir Proses	14
2.3.2	Tahapan Proses	17
2.4	Neraca Massa dan Neraca Panas	19
2.4.1	Neraca Massa	19
2.4.2	Neraca Panas	22
2.5	Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses	24
2.5.1	Tata Letak Pabrik	24
2.5.2	Tata Letak Peralatan Proses	29
BAB III SPESIFIKASI ALAT		32
3.1	Spesifikasi Alat Utama	32
3.1.1	<i>Mixer</i>	32
3.1.2	Reaktor	33
3.1.3	<i>Centrifuge-01</i>	34
3.1.4	Kristalizer	34
3.1.5	<i>Centrifuge-02</i>	35
3.1.6	<i>Rotary Dryer</i>	35
3.2	Spesifikasi Alat Penunjang	36
3.2.1	Tangki H ₂ SO ₄	36
3.2.2	<i>Heater</i>	37
3.2.3	<i>Silo Kaolin</i>	38
3.2.4	<i>Silo Produk</i>	38
3.2.5	<i>Belt Conveyor-01</i>	39
3.2.6	<i>Bucket Elevator-01</i>	39
3.2.7	<i>Belt Conveyor-02</i>	40
3.2.8	<i>Bucket Elevator-02</i>	40
3.2.9	<i>Belt Conveyor-03</i>	41
3.2.10	Filter	41

3.2.11 <i>Blower</i>	41
3.2.12 Pompa-01	42
3.2.13 Pompa-02	42
3.2.14 Pompa-03	43
3.2.15 Pompa-04	43
3.2.16 Pompa-05	44
3.2.17 Pompa-06	45
3.2.18 Pompa-07	45
3.2.19 Pompa-08	46
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....	47
4.1 Unit Pendukung Proses	47
4.1.1 Unit Penyedia Air	48
4.1.2 Unit Pengolahan Air	51
4.1.3 Kebutuhan Air	54
4.1.4 Spesifikasi Alat Utilitas	56
4.1.5 Unit Pengadaan Steam	68
4.1.6 Unit Penyedia Udara Tekan	71
4.1.7 Unit Penyedia Udara Pengering	72
4.1.8 Unit Penyedia listrik	72
4.1.9 Unit pengadaan bahan bakar	77
4.2 Laboratorium	78
4.2.1 Laboratorium Fisik dan Analitik	79
4.2.2 Laboratorium Penelitian dan pengembangan	79
4.2.3 Analisis Air	80
4.3 Unit Pengolahan Limbah	80
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	82
5.1 Bentuk Perusahaan	82
5.2 Struktur Organisasi	83
5.3 Tugas dan Wewenang	86

5.3.1	Pemegang Saham	86
5.3.2	Dewan Komisaris	86
5.3.3	Dewan Direksi	86
5.3.4	Staf Ahli	87
5.3.5	Penelitian dan Pengembangan	88
5.3.6	Kepala Bagian.....	88
5.3.7	Kepala Seksi	91
5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan	92
5.4.1	<i>Karyawan Non Shift</i>	92
5.4.2	<i>Karyawan Shift</i>	92
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah	94
5.5.1	Karyawan Tetap	94
5.5.2	Karyawan Harian	94
5.5.3	Karyawan Borongan.....	94
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	94
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan	95
5.8	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	96
	BAB VI ANALISIS EKONOMI	99
6.1	Dasar Perhitungan	99
6.2	Perhitungan Biaya	102
6.2.1	Investasi Modal	102
6.2.2	Biaya Produksi	102
6.2.3	Pengeluaran Umum.....	102
6.3	Analisis Kelayakan	103
6.3.1	<i>Percent Return On Investment (ROI)</i>	103
6.3.2	<i>Pay Out Time (POT)</i>	103
6.3.3	<i>Break Even Point (BEP)</i>	103
6.3.4	<i>Shutdown Point (SDP)</i>	104
6.3.5	<i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	104

6.4 Hasil Perhitungan	105
6.4.1 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	105
6.4.2 <i>Working Capital Investment</i> (WCI)	105
6.4.3 <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	105
6.4.4 <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC)	106
6.4.5 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC)	106
6.4.6 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC)	106
6.4.7 <i>Total Manufacturing Cost</i> (TMC)	107
6.4.8 <i>General Expense</i>	107
6.4.9 <i>Total Production Cost</i> (TPC)	107
6.4.10 Perhitungan Keuntungan Produksi	107
6.4.11 Analisis Kelayakan	108
BAB VII KESIMPULAN	114
DAFTAR PUSTAKA	115
LAMPIRAN	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Data Impor Alumunium Sulfat	2
Gambar 2 Diagram Alir Kualitatif	15
Gambar 3 Diagram Alir Kuantitatif	16
Gambar 4 Tata Letak Pabrik Alumunium Sulfat	29
Gambar 5 <i>Layout</i> Peralatan Proses	31
Gambar 6 Diagram Alir Utilitas.....	50
Gambar 7 Struktur Organisasi Pabrik Alumunium Sulfat	85
Gambar 8 Data Hubungan Tahun Dengan <i>Cost Index</i>	101
Gambar 9 Data Analisis Kelayakan Pabrik Alumunium Sulfat	113
Gambar 10 Data <i>Cash Flow</i> Pabrik Alumunium Sulfat	113

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Data Impor Alumunium Sulfat Indonesia.....	2
Tabel 2 Data Produksi Alumunium Sulfat Di Indonesia	3
Tabel 3 Data Produksi Alumunium Sulfat Di Dunia	3
Tabel 4 Data Panas Pembentukan (ΔH_f^{298})	11
Tabel 5 Data Energi Gibbs (ΔG_f^{298}).....	12
Tabel 6 Neraca Massa di <i>Mixer</i>	19
Tabel 7 Neraca Massa di Reaktor	19
Tabel 8 Neraca Massa di <i>Centrifuge-01</i>	20
Tabel 9 Neraca Massa di Kristalizer	20
Tabel 10 Neraca Massa di <i>Centrifuge-02</i>	20
Tabel 11 Neraca Massa di <i>Rotary Dryer</i>	21
Tabel 12 Neraca Massa Total	21
Tabel 13 Neraca Panas pada <i>Mixer</i>	22
Tabel 14 Neraca Panas pada Reaktor.....	22
Tabel 15 Neraca Panas pada <i>Centrifuge-01</i>	23
Tabel 16 Neraca Panas pada Kristalizer.....	23
Tabel 17 Neraca Panas pada <i>Centrifuge-02</i>	23
Tabel 18 Neraca Panas pada <i>Rotary Dryer</i>	24
Tabel 19 Perincian Luas Tanah Sebagai Bangunan Pabrik	28
Tabel 20 Kebutuhan Air Pendingin	54
Tabel 21 Kebutuhan Air Untuk <i>Steam</i>	54
Tabel 22 Kebutuhan Air Domestik	55
Tabel 23 Kebutuhan Air <i>Make UP</i>	55
Tabel 24 Kebutuhan Air Total	55
Tabel 25 Kebutuhan <i>Steam</i>	68
Tabel 26 Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Proses	73

Tabel 27 Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Utilitas	74
Tabel 28 Jumlah Lumen Berdasarkan Luas Bangunan	75
Tabel 29 Total Kebutuhan Listrik Pabrik	76
Tabel 30 Jadwal Pembagian Kelompok Shift	93
Tabel 31 Perincian Jumlah Dan Gaji Karyawan	95
Tabel 32 Indeks Harga Alat	100
Tabel 33 <i>Fixed Capital Investment</i>	105
Tabel 34 <i>Working Capital</i>	105
Tabel 35 <i>Total Capital Investment</i>	105
Tabel 36 <i>Direct Manufacturing Cost</i>	106
Tabel 37 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	106
Tabel 38 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	106
Tabel 39 <i>Total Manufacturing Cost</i>	107
Tabel 40 <i>General Expenses</i>	107
Tabel 41 <i>Total Production</i>	107
Tabel 42 <i>Fixed Cost</i>	109
Tabel 43 <i>Variable Cost</i>	110
Tabel 44 <i>Regulated Cost</i>	110
Tabel 45 Analisis Kelayakan	112