

**PRARANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT  
DARI ALUMINIUM HIDROKSIDA DAN ASAM SULFAT  
DENGAN METODE GIULINI KAPASITAS 60.000  
TON/TAHUN**

**SKRIPSI/TESIS**



Oleh :  
**INUL LESTARI FARIDA**  
**202010235006**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA  
2024**

# LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Aluminium Sulfat Dari Aluminium Hidroksida Dan Asam Sulfat Dengan Metode Giulini Kapasitas 60.000 Ton/Tahun

Nama Mahasiswa : Inul Lestari Farida

Nomor Pokok Mahasiswa : 202010235006

Program Studi/Fakultas : Teknik Kimia/Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 Juli 2023

Jakarta, 02 Agustus 2024

MENYETUJUI,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Andi Nuraliyah S.T., M.T  
NIDN 0920017403

Bungaran Saing S.Si., Apt., M.M  
NIDN 0326027001

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Aluminium Sulfat Dari Aluminium Hidroksida Dan Asam Sulfat Dengan Metode Giulini Kapasitas 60.000 Ton/Tahun

Nama Mahasiswa : Inul Lestari Farida

Nomor Pokok Mahasiswa : 202010235006

Program Studi/Fakultas : Teknik Kimia/Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 Juli 2023

Jakarta, 02 Agustus 2024

MENGESAHKAN,

Ketua Tim Penguji : Dr. Pandit Hernowo, S.T., M.Si.  
NIDN 0315028101


Penguji I : Ferra Naidir, ST., M.Eng., PhD  
NIDN 0309107306

Penguji II : Dr. Andi Nuraliyah S.T., M.T.  
NIDN 0920017403

MENGETAHUI,

Ketua Program Studi  
Teknik Kimia

Dekan  
Fakultas Teknik

  
Dr. Andi Nuraliyah S.T., M.T.  
NIDN 0920017403

  
Dr. Tulus Sukreni, S.T., M.T.  
NIDN 0324047505

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

Skripsi yang berjudul

**“Prarancangan Pabrik Aluminium Sulfat Dari Aluminium Hidroksida Dan Asam Sulfat Dengan Metode Giulini Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”**

Ini adalah benar-benar hasil karya saya dan partner atas nama Erlambang Yogaswara Gusti Putra (202010235014.) didampingi pembimbing, tidak mengandung materi jiplakan (plagiat) dari orang lain kecuali pengutipan sebagai referensi yang sumbernya telah dituliskan secara jelas sesuai dengan kaidah penulisan karya ilmiah. Apabila ada di kemudian hari ditemukan adanya kecurangan karya ini, saya bersedia menerima sanksi dari Universitas Bhayangkara Jakarta Raya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Saya mengizinkan skripsi ini dipinjam dan digandakan melalui Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya. Serta 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.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Jakarta, 02 Agustus 2024

Yang membuat Pernyataan,



Inul Lestari Farida  
202010235006

## RINGKASAN

**Inul Lestari Farida. 202010235006.** Prarancangan Pabrik Aluminium Sulfat Dari Aluminium Hidroksida Dan Asam Sulfat Dengan Proses Giulini Kapasitas 60.000 Ton/Tahun.

Aluminium Sulfat merupakan senyawa yang sangat penting khususnya dalam pengolahan air sehingga data konsumsi Aluminium sulfat di Indonesia sangat tinggi. Prarancangan pabrik aluminium sulfat dimaksudkan untuk mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri. Berdasarkan hasil analisis SWOT pabrik direncanakan akan dibangun di Kawasan Industri Karawang. Aluminium sulfat diproduksi dari bahan baku Aluminium hidroksida dan Asam sulfat dengan menggunakan metode Giulini. Bahan baku direaksikan di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi pada suhu  $170^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 5 atm. Reaksi berjalan secara eksotermis sehingga memerlukan pendingin berupa ammonia untuk mempertahankan suhu reaksi. Dari hasil reaksi didapat nilai konversi sebesar 92% dengan nilai kemurnian produk 99%. Diperlukan steam sebesar 82,5 kg/jam dan air untuk pabrik sebesar 1939,23 kg/jam. Hasil analisis ekonomi yang didapat total biaya produksi yang harus dikeluarkan sebesar Rp97.864.149.526,98 dan hasil penjualan Rp Rp174.000.000.000,00 sehingga keuntungan setelah pajak sebesar Rp 49.025.203.768. Analisis kelayakan ekonomi menunjukkan nilai ROI sebelum dan setelah pajak berturut turut 39,72% dan 30,98% yang berarti pabrik dinyatakan *low risk*. Analisis POT didapatkan 4,13 tahun, BEP bernilai 30%, SDP sebesar 18,24% dan IRR sebesar 21,13%. Seluruh parameter memenuhi kriteria yang diinginkan sehingga prarancangan pabrik aluminium sulfat dengan kapasitas 60.000 ton/tahun dinyatakan layak untuk didirikan.

*Kata kunci* : Aluminium Hidroksida, Aluminium Sulfat, Asam Sulfat, Giulini

## SUMMARY

**Inul Lestari Farida. 202010235006..** *Preliminary Design of Aluminum Sulfate Plant from Aluminum Hydroxide and Sulfuric Acid with Giulini Process with Capacity of 60,000 Tons/Year.*

*Aluminum Sulfate is a very important compound, especially in water treatment, so that the data on Aluminum sulfate consumption in Indonesia is very high. The preliminary design of the aluminum sulfate plant is intended to reduce dependence on imports from abroad. Based on the results of the SWOT analysis, the factory is planned to be built in the Karawang Industrial Area. Aluminum sulfate is produced from raw materials of Aluminum hydroxide and Sulfuric Acid using the Giulini method. The raw materials are reacted in a Stirred Tank Flow Reactor (RATB) with operating conditions at a temperature of 170<sup>0</sup> C and a pressure of 5 atm. The reaction is exothermic so that it requires a coolant in the form of ammonia to maintain the reaction temperature. From the reaction results, a conversion value of 92% was obtained with a product purity value of 99%. Steam is required at 82.5 kg/hour and water for the factory at 1939.23 kg/hour. The results of the economic analysis obtained total production costs that must be incurred amounting to Rp. 97,864,149,526.98 and sales results of Rp. 174,000,000,000.00 so that the profit after tax is Rp. 49,025,203,768. The economic feasibility analysis shows the ROI value before and after tax respectively 39.72% and 30.98% which means the factory is declared low risk. The POT analysis obtained 4.13 years, BEP is 30%, SDP is 18.24% and IRR is 21.13%. All parameters meet the desired criteria so that the preliminary design of an aluminum sulfate factory with a capacity of 60,000 tons / year is declared feasible to be established.*

*Keywords: Aluminum Hydroxide, Aluminum Sulfate, Sulfuric Acid, Giulini*

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai civitas akademik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Inul Lestari Farida  
Nomor Pokok Mahasiswa : 202010235006  
Program Studi : Teknik Kimia  
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi / Tesis / ~~Karya Ilmiah~~

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

**PRARANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI ALUMINIUM  
HIDROKSIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN METODE GIULINI  
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan) dengan hak yang bebas royalti non-ekklusif ini. Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database). Mendistribusikan dan menampilkan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu permintaan izin dari saya sebagai pemilik hak cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam skripsi ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : JAKARTA

Pada Tanggal : 02 Agustus

Yang menyatakan

  
Inul Lestari Farida

## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. Karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Prarancangan Pabrik Aluminium Sulfat Dari Aluminium Hidroksida Dan Asam Sulfat Dengan Metode Giulini Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”** dengan baik serta lancar. Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan dan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya. Penyelesaian tugas akhir ini tentunya tidak luput dari pihak-pihak yang membantu penulisan tugas khusus ini secara langsung maupun tidak langsung. Penulis mengucapkan terima kasih pada pihak-pihak yang telah terlibat terutama kepada :

1. Orang tua Bapak Aman S dan Ibu Tesah yang tercinta serta kedua kakak yang terkasih yaitu Kak Mariamah dan Bang Sarjan yang selalu memberikan motivasi serta dukungan selama kuliah serta selalu memberikan semangat penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
2. Ibu Dr. Andi Nuraliyah, S.T., M.T. dan Bapak Bungaran Saing, S.Si., Apt, M.M. selaku dosen pembimbing Skripsi yang telah sabar memberikan waktu disela kesibukan sehingga penulis bisa melakukan bimbingan mengenai tugas akhir serta selalu memberikan motivasi, ilmu, dukungan serta arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
3. Ibu Lisa Adhani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, masukan serta solusi kepada penulis selama empat tahun terakhir sehingga penulis bisa menyelesaikan kuliah dengan baik.
4. Para dosen dan staf Universitas Bhayangkara Jakarta Raya khususnya Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan ilmu serta pengalaman selama perkuliahan berlangsung sehingga perkuliahan penulis berjalan dengan baik.

5. Erlambang Yogaswara Gusti Putra selaku partner skripsi yang baik dalam bekerja sama selama penulisan tugas akhir dan selalu memberikan dukungan dan motivasi serta menemani penulis hingga saat ini.
6. Sahabat sejak kecil Sri Sanah dan Jenny Resta Amallya yang selalu memberikan keceriaan serta selalu menemani penulis dalam suka maupun duka.
7. Amora Kusumawati, Adinda Reviana, Rani Pertiwi dan Rohana Ningsih sahabat yang selalu berbagi ilmu serta selalu memberikan semangat kepada penulis selama perkuliahan.
8. Anggeat Waluyo Putri dan Novi Wulandari sahabat sejak SMA yang selalu menemani penulis dalam suka maupun duka. Selalu memberikan keceriaan dan hal positif yang membangkitkan semangat penulis.
9. Teman teman Teknik Kimia angkatan 2020 yang selalu memberikan keceriaan selama perkuliahan.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis sangat menerima masukan serta saran yang membangun sehingga penulisan tugas akhir ini lebih baik lagi. Demikian naskah ini penulis susun, atas perhatian yang diberikan penulis mengucapkan terima kasih.

Jakarta, 02 Agustus 2024

  
Inul Lestari Farida

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>v</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>vi</b>
<b>LEMBAR PUBLIKASI .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tinjauan Pustaka .....	1
1.2.1 Pemilihan Proses .....	1
1.2.2 Dasar Reaksi .....	4
1.2.3 Kondisi Operasi .....	4
1.3 Tinjauan Kinetika.....	4
1.4 Tinjauan Termodinamika .....	7
<b>BAB II URAIAN PROSES.....</b>	<b>9</b>
2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku .....	9
2.2 Tahap Reaksi.....	9
2.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian .....	9
<b>BAB III SPESIFIKASI BAHAN .....</b>	<b>10</b>
3.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	10
3.2 Spesifikasi Produk.....	11

<b>BAB IV DIAGRAM ALIR KUALITATIF DAN KUANTITATIF .....</b>	<b>12</b>
<b>BAB V NERACA MASSA .....</b>	<b>15</b>
5.1 Mixer .....	15
5.2 Reaktor .....	16
5.3 Filter Press.....	17
5.4 Evaporator .....	18
5.4 Kristalizer .....	19
5.5 Belt Pencucian.....	20
5.6 Rotary Dryer.....	21
<b>BAB VI NERACA ENERGI .....</b>	<b>22</b>
6.1 Heat Exchanger .....	23
6.2 Reaktor .....	24
6.3 Heat Exchanger Cooler .....	25
6.4 Evaporator .....	26
6.4 Kristalizer .....	27
6.5 Rotary Dryer.....	28
<b>BAB VII SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>29</b>
7.1 Mixer .....	29
7.2 Reaktor .....	30
7.3 Filter Press.....	31
7.4 Evaporator .....	32
7.5 Kristalizer .....	32
7.6 Rotary dryer .....	33
7.7 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat.....	34
7.8 Tangki penyimpanan Aluminium hidroksida.....	35
7.9 Tangki penyimpanan Aluminium Sulfat.....	35
7.10 Heat Exchanger 01 .....	36
7.11 Heat Exchanger 02 .....	37
7.12 Belt Conveyor 01 .....	37
7.13 Belt Conveyor 02 .....	38

7.14	Belt Conveyor 03 .....	38
7.15	Pompa 01.....	38
7.16	Pompa 02.....	39
7.17	Pompa 03.....	39
7.18	Pompa 04.....	40
7.19	Pompa 05.....	40
<b>BAB VIII UTILITAS.....</b>		<b>41</b>
8.1	Unit Pengolahan Air.....	41
8.1.1	Air sanitasi.....	42
8.1.2	Air pendingin .....	44
8.1.3	Air Umpan Boiler.....	45
8.1.4	Spesifikasi Boiler .....	46
8.2	Kebutuhan listrik.....	49
8.2	Proses pengolahan air.....	53
8.3	Pengolahan Limbah.....	54
8.4	Penanganan limbah .....	55
<b>BAB IX TATA LETAK PABRIK .....</b>		<b>56</b>
9.1	Analisis SWOT .....	56
9.2	Pemilihan Lokasi Pabrik .....	57
9.2.1	Penyediaan bahan baku .....	57
9.2.2	Pemasaran produk .....	58
9.2.3	Sarana Transportasi.....	58
9.3	Utilitas .....	58
9.4	Tata Letak Pabrik .....	59
<b>BAB X KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA .....</b>		<b>61</b>
10.1	Safety Data Sheet (SDS) .....	61
10.2	Alat Pelindung Diri (APD).....	62
10.2.1	Pelindung Kepala .....	63
10.2.2	Pelindung mata dan wajah .....	63

10.2.3	Perlindungan pernapasan .....	63
10.2.4	Perlindungan badan/pakaian pelindung .....	63
10.3	Penanganan Tumpahan dan Kebocoran .....	64
10.4	Pertolongan Pada Kecelakaan .....	65
10.5	Penanganan Kebakaran .....	66
10.6	Manajemen Risiko .....	67
<b>BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN .....</b>		<b>69</b>
11.1	Struktur Organisasi Perusahaan .....	69
11.2	Tugas dan tanggung jawab dalam organisasi .....	70
11.2.1	Presiden .....	70
11.2.2	Vice President human resources and general affair .....	71
11.2.3	Vice President Finance and bisnis .....	71
11.2.4	Vice President Engineering .....	72
11.2.5	Supply Chain Manager .....	72
11.2.6	Maintenance Manager .....	72
11.2.7	Planning Production Inventory and Control Manager .....	73
11.2.8	Quality Manager .....	73
11.2.9	Information Technology Manager .....	73
11.2.10	Health, Safety and environment Manager .....	73
11.2.11	Research And Development Manager .....	74
11.2.12	Sales manager .....	74
11.2.13	Marketing Manager .....	74
11.2.14	Finance Manager .....	75
11.2.15	General Affairs Manager .....	75
11.2.16	Human Resources Manager .....	75
11.2.17	Legal manager .....	75
11.3	Penentuan Jam Kerja .....	76
11.4	Sistem Kepegawaian dan Gaji .....	77
<b>BAB XII EVALUASI EKONOMI .....</b>		<b>81</b>

12.1	Evaluasi Ekonomi .....	81
12.2	Dasar Analisa .....	81
12.2.1	Konsumsi dalam negeri .....	81
12.2.2	Kapasitas Produksi .....	83
12.2.3	Produksi dalam negeri .....	83
12.2.4	Impor .....	84
12.2.5	Modal tetap/Fixed Capital Investment (FCI) .....	87
12.2.6	Manufacturing Cost (MC) .....	88
12.2.7	Working Capital Investment (WCI) .....	89
12.2.8	General Expense (GE) .....	90
12.2.9	Analisa Kelayakan .....	90
12.3	Return On Investment (ROI) .....	90
12.4	Pay Out Time (POT) .....	91
12.5	Break Even Point (BEP) .....	92
12.6	Shut Down Point (SDP) .....	93
	<b>BAB XIII KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>94</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>96</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>98</b>
	<b>CASHFLOW .....</b>	<b>284</b>
	<b>P&amp;ID KESELURUHAN .....</b>	<b>286</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Pemilihan Proses Pembuatan Aluminium Sulfat .....	3
Tabel 1.2 Data energi bebas .....	7
Tabel 5.1 Neraca Massa Mixer .....	15
Tabel 5.2 Neraca Massa Reaktor.....	16
Tabel 5.3 Neraca Massa Filter.....	17
Tabel 5.4 Neraca Massa Evaporator .....	18
Tabel 5.5 Neraca Massa Kristal .....	19
Tabel 5.6 Neraca Massa Belt Pencucian.....	20
Tabel 5.7 Neraca Massa Rotary Dryer.....	21
Tabel 6. 1 Data Kapasitas Cairan.....	22
Tabel 6. 2 Neraca Energi Heat Exchanger.....	23
Tabel 6. 3 Neraca Energi Reaktor.....	24
Tabel 6. 4 Neraca Energi Heat Exchanger 2.....	25
Tabel 6. 5 Neraca Energi Evaporator.....	26
Tabel 6. 6 Neraca Energi Kristalizer.....	27
Tabel 6. 7 Neraca Energi Rotary Dryer.....	28
Tabel 8. 1 Data Syarat-syarat Peraturan Kemenkes.....	42
Tabel 8. 2Kebutuhan Air Pendingin.....	44
Tabel 8. 3 Air Umpan.....	45
Tabel 8. 4 Suplai Kebutuhan Air Pada Pabrik Aluminium Sulfat .....	46
Tabel 8. 5 Spesifikasi Boiler .....	49
Tabel 8. 6 Kebutuhan Listrik .....	50
Tabel 8. 7 Kebutuhan Listrik Utilitas.....	50
Tabel 8. 8 Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan.....	51
Tabel 9. 1 Analisis SWOT .....	56
Tabel 10. 1 Identifikasi Safety Data Sheet (SDS) Bahan baku dan Produk.....	61
Tabel 10. 2 Alat Pelindung (APD).....	62

Tabel 10. 3 Penanganan Tumpahan dan Kebocoran.....	64
Tabel 10. 4 Penanganan Pertolongan Pada Kecelakaan.....	65
Tabel 10. 5 Penanganan Kebakaran.....	66
Tabel 10. 7 Simbol Keselamatan Kerja Pada Pabrik .....	67
Tabel 11. 1 Syarat Pendidikan dalam jabatan .....	77
Tabel 11. 2 Upah gaji karyawan.....	78
Tabel 12. 1 Data Konsumsi Aluminium Sulfat di Indonesia.....	83
Tabel 12. 2 Data Pabrik Penghasilan Aluminium Sulfat di Indonesia.....	84
Tabel 12. 3 Data Impor Aluminium Sulfat di Indonesia.....	84
Tabel 12. 4 Data Ekspor Aluminium Sulfat di Indonesia.....	85
Tabel 12. 5 Data Fixed Capital Investment (FCI) .....	87
Tabel 12. 6 Data Manufacturig (MC).....	88
Tabel 12. 7 Working Capital Investment (WCI).....	90
Tabel 12. 8 Data General Expense.....	90
Tabel 12. 9 Interpolasi TCI.....	91



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4. 1 Diagram Alir .....	13
Gambar 5. 1 Neraca Massa Mixer.....	15
Gambar 5. 2 Neraca Massa Reaktor.....	16
Gambar 5. 3 Neraca Massa Filter.....	17
Gambar 5. 4 Neraca Massa Evaporator.....	18
Gambar 5. 5 Neraca Massa Kristalizer.....	19
Gambar 5.6 Neraca Massa Belt Pencucian.....	20
Gambar 5.7 Neraca Massa Rotary Dryer .....	21
Gambar 6. 1 Neraca Energi Heat Exchanger .....	23
Gambar 6. 2 Neraca Energi Reaktor .....	24
Gambar 6. 3 Neraca Energi Heat Exchanger .....	25
Gambar 6. 4 Neraca Energi Evaporator .....	26
Gambar 6. 5 Neraca Energi Kristalize .....	27
Gambar 6. 6 Neraca Energi Rotary Dryer.....	28
Gambar 8. 1 Lokasi Pengolahan Air.....	53
Gambar 8. 2 Diagram Pengolahan Air.....	54
Gambar 9. 1 Penentuan Lokasi Pabrik.....	58
Gambar 9. 2 Tata Letak Pabrik.....	59
Gambar 9. 3 Tata Letak Alat.....	60
Gambar 10. 1 Struktural Perusahaan.....	70

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Perhitungan Neraca Masa
- Lampiran 2. Perhitungan Neraca Energi
- Lampiran 3. Perhitungan Spesifikasi Alat
- Lampiran 4 Perhitungan Utilitas

