

**PRA PERANCANGAN PABRIK *STYRENE MONOMER* PROSES LUMMUS/UOP  
CLASSIC SM KAPASITAS 75.000 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:**

**Ria Tasmalia**

**40040118650006**

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

**2022**

**PRA PERANCANGAN PABRIK *STYRENE MONOMER* PROSES LUMMUS/UOP  
CLASSIC SM KAPASITAS 75.000 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:**

**Ria Tasmalia**

**40040118650006**

**PRODI S-TR TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2022**



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

Jalan Prof. Sudarto, S.H.  
Tembalang, Semarang, Kode Pos 50275  
Telepon./Faksimile. (024) 7471379  
Laman: <http://trki.vokasi.undip.ac.id/>  
email: [trki@live.undip.ac.id](mailto:trki@live.undip.ac.id)

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PRA PERANCANGAN PABRIK *STYRENE MONOMER* PROSES LUMMUS/UOP  
CLASSIC SM KAPASITAS 75.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan  
Teknik**

**Disusun Oleh:**

**Ria Tasmalia**

**40040118650006**

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)  
Semarang, 29 Agustus 2022

Dosen Pembimbing

(Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T.)

NIP. 197107311999031001



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

Jalan Prof. Sudarto, S.H.  
Tembalang, Semarang Kode Pos 50275  
Tel/Faks.(024) 7471379  
[www.trki.vokasi.undip.ac.id](http://www.trki.vokasi.undip.ac.id)  
email: trki@live.undip.ac.id

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI**

**Judul** : Pra Perancangan Pabrik Styrene Monomer Proses LUMMUS/UOP  
CLASSIC SM Kapasitas 75.000 Ton/Tahun

**Identitas Penulis** :

**Nama** : Ria Tasmalia

**NIM** : 40040118650006

**Fakultas/Jurusan** : Sekolah Vokasi / S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

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

**Hari** : Senin  
**Tanggal** : 26 Desember 2022

Semarang, 23 Desember 2022

Mengetahui,  
Tim Penguji

Penguji I,

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

Penguji II,

Anggun Puspitarini Siswanto, S.T., Ph.D  
NIP.H.7.198803152018072001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ria Tasmalia  
NIM : 40040118650006  
Judul Tugas Akhir/Skripsi : Pra Perancangan Pabrik *Styrene Monomer* Proses Lummus/UOP  
CLASSIC SM Kapasitas 75.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/ Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Alihsan Rahmawati 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 ada paksaan dari siapapun.



Semarang, 05 Oktober 2022



Ria Tasmalia

NIM. 40040118650006

## RINGKASAN

Pabrik *styrene monomer* merupakan pabrik dengan tingkat resiko yang rendah. Hal ini disebabkan bahan baku yang digunakan tidak korosif dan dapat disimpan di bawah tekanan rendah. Proses yang digunakan beroperasi pada tekanan rendah dengan kisaran 1 atm. Prosesnya akan menghasilkan produk *styrene monomer* yang bersifat eksplosif, mudah terbakar, beracun dalam batasan dan kondisi tertentu. Namun, dapat ditangani melalui berbagai langkah pengamanan. Pabrik *styrene monomer* juga merupakan pabrik yang ramah lingkungan. Limbah yang dihasilkan tidak mengandung logam berat dalam jumlah besar dan dapat terurai secara hayati.

Pabrik *styrene monomer* dirancang dengan proses Lummus/UOP Classic SM berkapasitas 75.000 ton/tahun. Pabrik akan didirikan di Kawasan Pulomerak, Cilegon, Banten pada tahun 2023 dan beroperasi pada tahun 2025. Pada prosesnya terdapat 3 tahap utama, yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap pembentukan produk dan tahap pemurnian produk. Bahan baku dalam pembuatan *styrene monomer*, yaitu *ethylbenzene* dengan komposisi 99,85% (w/w), *benzene* dengan komposisi 0,1% (w/w) dan *toluene* dengan komposisi 0,05% (w/w). Pabrik beroperasi selama 24 jam per hari dan 330 hari per tahun dengan waktu *shut down* 35 hari dilakukan dalam 2 kali *shut down* per tahun.

Reaksi pembentukan *styrene* berlangsung menurut mekanisme reaksi dehidrogenasi katalitik, yang terjadi pada reaktor berjenis *fixed bed single tube* dengan bantuan katalis *shell* 105 berbentuk *pellet*. Katalis memiliki komposisi 62%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 36%  $\text{K}_2\text{CO}_3$ : 2%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Hasil konversi reaksi keluaran dari reaktor sebesar 90% berupa campuran antara *styrene*, sisa *ethylbenzene*, *benzene*, *toluene*,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2$  dan  $\text{CO}_2$  keluar dalam fase gas. Reaksi berlangsung secara adiabatik yang bersifat endotermis *reversible*. Produk *styrene* yang diperoleh memiliki kemurnian 99,8%.

Hasil analisa ekonomi terhadap pra perancangan pabrik *styrene monomer* diperoleh penaksiran modal industri, seperti: *fixed capital investment* sebesar US\$ 70.509.831,58. *Working capital investment* sebesar US\$ 25.259.409,15. *Cost investment* sebesar US\$ 108.461010,41. Serta biaya produksi, antara lain: *manufacturing cost* sebesar US\$ 140.441.421,12. *General expense* sebesar US\$ 25.388.610,37. Didapatkan *total production cost* sebesar US\$ 165.830.031,49. ROI (*Rate of Investment*) sebesar 23,05%, POT (*Pay Out Time*) selama 3,75 tahun, BEP (*Break Even Point*) sebesar 40,87%, SDP (*Shut Down Point*) sebesar 28,17% dan IRR (*Internal Rate of Return*) sebesar 30,9%. Dari hasil evaluasi ekonomi pabrik *styrene monomer* kapasitas 75.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

## SUMMARY

*Plant styrene monomer is a factory with a low level of risk. This is because the raw materials used are non-corrosive and can be stored under low pressure. The process used operates at low pressures in the range of 1 atm. The process will produce a styrene monomer that is explosive, flammable, toxic under certain limits and conditions. However, it can be handled through various security measures. The styrene monomer plant is also an environmentally friendly factory. The resulting waste does not contain large amounts of heavy metals and is biodegradable.*

*The styrene monomer is designed with the Lummus/UOP Classic SM process with a capacity of 75,000 tons/year. The factory will be established in the Pulo Ampel industrial area, Banten in 2023 and operate in 2025. In the process there are 3 main stages, namely the raw material preparation stage, the product formation stage and the product purification stage. The raw materials for the manufacture of styrene monomer are ethylbenzene with a composition of 99.85% (w/w), benzene with a composition of 0.1% (w/w) and toluene with a composition of 0.05% (w/w). The factory operates 24 hours per day and 330 days per year with a shut down 35 days carried out in 2 shut downs per year.*

*The reaction for the formation of styrene reactor fixed bed single tube catalyst shell 105 pellets. The catalyst has a composition of 62%  $Fe_2O_3$ : 36%  $K_2CO_3$ : 2%  $Cr_2O_3$ . The result of the conversion of the reaction output from the reactor is 68% in the form of a mixture of styrene, residual ethylbenzene, benzene, toluene,  $H_2O$ ,  $H_2$  and  $CO_2$  out in the gas phase. The reaction takes place adiabatically which is endothermic and reversible. The styrene obtained has a purity of 99.8%.*

*The results of the economic analysis of the pre-design of the styrene monomer obtained an estimate of industrial capital, such as: fixed capital investment of US\$ 70,509,831.58. Working capital investment of US\$ 25,259,409.15. Cost investment is US\$ 108,461,010.41. As well as production costs, among others: manufacturing cost of US\$ 140,441,421.12. General expense of US\$ 25,388,610.37. Obtained a total production cost of US\$ 165,830,031.49. ROI (Rate of Investment) of 23.05%, POT (Pay Out Time) for 3.75 years, BEP (Break Even Points) of 40.87%, SDP (Shut Down Point) of 28.17% and IRR (Internal Rate of Return) of 30.9%. From the results of the economic evaluation, the styrene monomer capacity of 75,000 tons/year is feasible to build.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat, rahmat serta hidayah-Nya, skripsi dengan judul “Pra Perancangan Pabrik *Styrene Monomer* Proses Lummus/UOP CLASSIC SM Kapasitas 75.000 Ton/Tahun” dapat terselesaikan dengan baik. Dengan adanya tugas akhir prarancangan pabrik ini, mahasiswa diharapkan mampu menerapkan semua teori dan kemahiran teknik kimia ke dalam bentuk prarancangan pabrik secara komprehensif sesuai dengan bekal penalaran dan improvisasinya, sehingga mampu membuat rancangan pabrik sampai tahap bangun yang dibukukan.

Penyusunan laporan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan peran yang diberikan oleh berbagai pihak, maka dari itu pada kesempatan ini penulis akan menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan di Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri.
2. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan penyusunan skripsi serta selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, mendukung secara material dan moral selama proses penyusunan laporan skripsi.
3. Heny Kusumayanti, S.T., M.T. selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan nasihat dan arahan mengenai perkuliahan dan persiapan di dunia kerja nantinya.
4. Seluruh dosen, tenaga kependidikan dan staff administrasi Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memberikan kelancaran selama menjalani perkuliahan.
5. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan semangat, doa, cinta, kasih sayang serta dukungan kepada penulis baik secara moral maupun material.
6. Abel, Fatma, Emi, Aziz, Ucup, Anggrek, Yesi, Ragil, Sindi, Bella, Denisa, Julpa dan Marlina selaku teman seperjuangan yang selalu ada dan memberikan dukungan serta semangat dalam suka dan duka di lika – liku kehidupan.
7. Alihsan Rahmawati sebagai rekan tim skripsi yang berjuang bersama, memberikan semangat, meluangkan waktu, tenaga dan materi dalam penyusunan skripsi ini.



8. Teman – Teman *Chelios* 2018 yang telah membantu memberi semangat dan telah berproses bersama dengan penulis dalam kehidupan selama perkuliahan.
9. Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dari awal kuliah hingga terselesainya laporan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
10. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca dan pihak terkait sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan skripsi ini. Akhir kata, semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Semarang, 2022

Ria Tasmalia

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	iv
<b>RINGKASAN</b> .....	v
<b>SUMMARY</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	4
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	13
1.4 Tinjauan Proses .....	16
<b>BAB II</b> .....	21
<b>DESKRIPSI PROSES</b> .....	21
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	21
2.2 Konsep Proses .....	27
2.3 Langkah Proses .....	33
2.4 Diagram Alir Proses.....	37
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas.....	38
2.6 Tata Letak Pabrik .....	55
2.7 Tata Letak Peralatan.....	58
<b>BAB III</b> .....	60
<b>SPESIFIKASI ALAT</b> .....	60
3.1 Unit Penyimpanan.....	60
3.2 Unit Pemindah/ Transportasi.....	61

3.3	Unit Penukar Panas .....	61
3.4	Unit Pereaksi (Reaktor).....	63
3.5	Unit Pemisah .....	64
<b>BAB IV .....</b>		<b>65</b>
<b>UNIT PENDUKUNG PROSES.....</b>		<b>65</b>
4.1	Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	67
4.2	Unit Pengadaan Tenaga Listrik.....	75
4.3	Unit Pengadaan <i>Steam</i> .....	80
4.4	Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	83
4.5	Unit Pengadaan Udara Tekan.....	83
4.6	Unit Laboratorium.....	84
4.7	Unit Pengolahan Limbah.....	87
4.8	Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup.....	89
4.9	Instrumentasi .....	96
<b>BAB V .....</b>		<b>97</b>
<b>MANAJEMEN PERUSAHAAN.....</b>		<b>97</b>
5.1	Bentuk Perusahaan .....	97
5.2	Struktur Organisasi.....	98
5.3	Tugas dan Wewenang .....	101
5.4	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan.....	105
5.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	107
5.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	110
5.7	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i> .....	113
<b>BAB VI .....</b>		<b>115</b>
<b>TROUBLESHOOTING.....</b>		<b>115</b>
6.1	Tangki Penyimpanan <i>Ethylbenzene</i> .....	115
6.2	Pompa Sentrifugal .....	116
6.3	<i>Heat Exchanger</i> .....	117
6.4	Menara Distilasi .....	119
6.5	Reaktor .....	120
<b>BAB VII.....</b>		<b>122</b>

<b>ANALISA EKONOMI</b> .....	122
7.1    Penaksiran Harga Peralatan.....	122
7.2    Dasar Perhitungan .....	126
7.3    Perhitungan Biaya .....	126
7.4    Analisis Kelayakan.....	140
7.5    Hasil Perhitungan.....	144
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	145
<b>LAMPIRAN PERHITUNGAN NERACA MASSA, NERACA PANAS, SPESIFIKASI ALAT &amp; ANALISA EKONOMI</b> .....	149

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Data Perkiraan Konsumsi <i>Styrene</i> di Indonesia.....	3
<b>Tabel 1.2</b> Baku Mutu Limbah Logam Berat (Wage, 2017) .....	4
<b>Tabel 1.3</b> Data Impor <i>Styrene Monomer</i> di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2021).....	5
<b>Tabel 1.4</b> Data Produksi <i>Styrene Monomer</i> di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2021) .....	6
<b>Tabel 1.5</b> Data Ekspor <i>Styrene Monomer</i> di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2021).....	8
<b>Tabel 1.6</b> Data Prediksi Konsumsi <i>Styrene</i> di Indonesia .....	9
<b>Tabel 1.7</b> Kapasitas Produksi Pabrik <i>Styrene Monomer</i> di Dunia (CMAI, 2008).....	12
<b>Tabel 1.8</b> Perbandingan Proses Dehidrogenasi Katalitik dengan Oksidasi <i>Ethylbenzene</i> (Arum dan Mellyza, 2010) .....	18
<b>Tabel 1.9</b> Perbandingan antara LUMMUS/ UOP CLASSIC SM dan LUMMUS/ UOP SMART SM (Arum dan Mellyza, 2010).....	19
<b>Tabel 1.10</b> Perbandingan Sistem Distilasi Konvensional dan Sistem Distilasi Kolom <i>Petlyuk</i> (Parra-Santiago et al., 2015) .....	20
<b>Tabel 2.1</b> Data Komponen Rumus $\Delta G^{\circ}$ (Yaws, 1999) .....	32
<b>Tabel 2.2</b> Neraca Massa Total dan Komponen pada <i>Mixer</i> (M-01).....	38
<b>Tabel 2.3</b> Neraca Massa Total dan Komponen pada Reaktor (R-01) .....	39
<b>Tabel 2.4</b> Neraca Massa Total dan Komponen pada <i>Drum Separator</i> (DS-01) .....	39
<b>Tabel 2.5</b> Neraca Massa Total dan Komponen pada Dekanter (DK-01) .....	40
<b>Tabel 2.6</b> Neraca Massa Total dan Komponen pada Kolom Distilasi 1 (D-01) .....	41
<b>Tabel 2.7</b> Neraca Massa Total dan Komponen pada Kolom Distilasi 2 (D-02) .....	42
<b>Tabel 2.8</b> Neraca Massa Total dan Komponen Keseluruhan .....	42
<b>Tabel 2.9</b> Neraca Panas <i>Mixer</i> (M-01).....	44
<b>Tabel 2.10</b> Neraca Panas <i>Heat Exchanger 1</i> (HE-01).....	44
<b>Tabel 2.11</b> Neraca Panas <i>Vaporizer</i> (V-01) .....	45
<b>Tabel 2.12</b> Neraca Panas Furnace (F-01).....	46
<b>Tabel 2.13</b> Neraca Panas Reaktor (R-01).....	46
<b>Tabel 2.14</b> Neraca Panas <i>Waste Heat Boiler</i> (WHB-01) .....	47
<b>Tabel 2.15</b> Neraca Panas <i>Cooler 1</i> (C-01) .....	48
<b>Tabel 2.16</b> Neraca Panas Kondensor Parsial (CD-01).....	48

<b>Tabel 2.17</b> Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-2).....	49
<b>Tabel 2.18</b> Neraca Panas Distilasi 1 (D-01).....	49
<b>Tabel 2.19</b> Neraca Panas Distilasi 2 (D-02).....	50
<b>Tabel 2.20</b> Neraca Panas <i>Cooler</i> 2 (C-02) .....	51
<b>Tabel 2.21</b> Neraca Panas <i>Cooler</i> 3 (C-03) .....	51
<b>Tabel 2.22</b> Neraca Panas Total.....	52
<b>Tabel 2.23</b> Keterangan Luas Bangunan Pabrik.....	57
<b>Tabel 4.1</b> Syarat Baku Mutu Air Pendingin (Setiadi, 2007).....	69
<b>Tabel 4.2</b> Syarat Mutu Air Umpan Boiler (Persyaratan Air Umpan Boiler) .....	70
<b>Tabel 4.3</b> Syarat Baku Mutu Air Sanitasi (SNI -Air Sanitasi).....	72
<b>Tabel 4.4</b> Kebutuhan Air untuk Pendingin.....	74
<b>Tabel 4.5</b> Kebutuhan Energi untuk Proses.....	76
<b>Tabel 4.6</b> Total Daya untuk Utilitas.....	76
<b>Tabel 4.7</b> Kebutuhan Lumen Penerangan Pabrik.....	77
<b>Tabel 4.8</b> Jumlah Luas Ruangan yang Menggunakan AC.....	79
<b>Tabel 4.9</b> Kebutuhan Air untuk <i>Steam</i> .....	81
<b>Tabel 4.10</b> Panas yang Dihasilkan dari Gas Alam.....	82
<b>Tabel 4. 11</b> Data Komponen .....	83
<b>Tabel 5.1</b> Pembagian <i>Shift</i> Karyawan .....	106
<b>Tabel 5.2</b> Jadwal Kerja untuk Setiap Regu .....	107
<b>Tabel 5.3</b> Jabatan dan Pendidikan.....	107
<b>Tabel 5.4</b> Rincian Jumlah Karyawan dan Gaji.....	109
<b>Tabel 7.1</b> <i>Chemical Engineering Plan Cost Index</i> (Toweringskills.com, 2022) .....	123
<b>Tabel 7.2</b> Daftar Harga Alat (Matche Inc, 2014) .....	124
<b>Tabel 7.3</b> Biaya Pembelian Bahan Baku.....	126
<b>Tabel 7.4</b> Hasil Produksi <i>Styrene</i> .....	126
<b>Tabel 7.5</b> Evaluasi Kelayakan Pabrik .....	144
<b>Tabel L1.1</b> Neraca Massa Total dan Komponen pada Mixer (M-01).....	150
<b>Tabel L1.2</b> Neraca Massa Total dan Komponen pada Reaktor (R-01).....	154
<b>Tabel L1.3</b> Data Tekanan Uap Murni Komponen (Lange’s Handbook of Chemistry. Dean. 1999) .....	156

<b>Tabel L1.4</b> Data Hasil <i>Trial</i> .....	156
<b>Tabel L1.5</b> Neraca Massa Total dan Komponen pada <i>Drum Separator</i> (DS-01).....	157
<b>Tabel L1.6</b> Neraca Massa Total dan Komponen pada Dekanter (DK-01).....	158
<b>Tabel L1.7</b> Neraca Massa Total dan Komponen pada Kolom Distilasi 1 (D-01).....	161
<b>Tabel L1.8</b> Neraca Massa Total dan Komponen pada Kolom Distilasi 2 (D-02).....	162
<b>Tabel L1.9</b> Perhitungan Neraca Massa Aktual .....	162
<b>Tabel L1.10</b> Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-01) .....	163
<b>Tabel L1.11</b> Neraca Massa Reaktor (R-01) .....	163
<b>Tabel L1.12</b> Neraca Massa <i>Drum Separator</i> (DS-01) .....	164
<b>Tabel L1.13</b> Neraca Massa Dekanter (DK-01) .....	164
<b>Tabel L1.14</b> Neraca Massa Kolom Distilasi I (D-01) .....	164
<b>Tabel L1.15</b> Neraca Massa Kolom Distilasi II (D-02).....	165
<b>Tabel L2.1</b> Konstanta Kapasitas Panas pada Komponen Gas (Yaws, 1999).....	167
<b>Tabel L2.2</b> Konstanta Kapasitas Panas pada Komponen Cair (Yaws, 1999).....	168
<b>Tabel L2.3</b> Konstanta Tekanan Uap Murni pada Komponen (Yaws, 1999) .....	168
<b>Tabel L2.4</b> Konstanta Panas Penguapan pada Komponen.....	169
<b>Tabel L2.5</b> Panas Pembentukan Standar pada Komponen .....	169
<b>Tabel L2.6</b> Perhitungan Neraca Panas <i>Mixer</i> (M-01) .....	171
<b>Tabel L2.7</b> Perhitungan Fluida Dingin .....	173
<b>Tabel L2.8</b> Perhitungan Fluida Panas .....	173
<b>Tabel L2.9</b> Perhitungan Neraca Panas <i>Heat Exchanger 1</i> (HE-01).....	174
<b>Tabel L2.10</b> Perhitungan <i>Bubble Point</i> .....	175
<b>Tabel L2.11</b> Perhitungan <i>Dew Point</i> .....	175
<b>Tabel L2.12</b> Perhitungan Beban Panas <i>Vaporizer</i> (V-01) .....	176
<b>Tabel L2.13</b> Perhitungan Suhu Keluaran.....	176
<b>Tabel L2.14</b> Neraca Panas <i>Vaporizer</i> (V-01).....	177
<b>Tabel L2.15</b> Perhitungan Beban Panas <i>Furnace</i> (F-01).....	178
<b>Tabel L2.16</b> Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar (J. Kidnay, W.R. Parrish, 2011).....	178
<b>Tabel L2.17</b> Data Komponen.....	179
<b>Tabel L2.18</b> Data Hasil <i>Trial</i> .....	181
<b>Tabel L2.19</b> Neraca Panas Reaktor (R-01) .....	181

<b>Tabel L2.20</b> Perhitungan Beban Panas WHB .....	182
<b>Tabel L2.21</b> Neraca Panas <i>Waste Heat Boiler</i> (WHB-01).....	183
<b>Tabel L2.22</b> Perhitungan Beban Panas <i>Cooler I</i> (C-01) .....	184
<b>Tabel L2.23</b> Neraca Panas <i>Cooler I</i> (C-01).....	185
<b>Tabel L2.24</b> Perhitungan <i>Dew Point</i> .....	186
<b>Tabel L2.25</b> Perhitungan <i>Bubble Point</i> .....	187
<b>Tabel L2.26</b> Neraca Panas Kondensor Parsial (CD-01) .....	188
<b>Tabel L2.27</b> Perhitungan Beban Panas <i>Heater</i> (H-01) .....	189
<b>Tabel L2.28</b> Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-2).....	190
<b>Tabel L2.29</b> Perhitungan R min dan R .....	192
<b>Tabel L2.30</b> Neraca Panas Distilasi 1 (D-01) .....	194
<b>Tabel L2.31</b> Perhitungan R min dan R .....	195
<b>Tabel L2.32</b> Neraca Panas Distilasi 2 (D-02) .....	197
<b>Tabel L2.33</b> Perhitungan Panas yang Dibawa <i>Cooler 2</i> (C-02) .....	198
<b>Tabel L2.34</b> Neraca Panas <i>Cooler 2</i> (C-02).....	199
<b>Tabel L2.35</b> Perhitungan Panas yang Dibawa Keluar <i>Cooler 3</i> (C-03).....	199
<b>Tabel L2.36</b> Neraca Panas <i>Cooler 3</i> (C-03).....	200
<b>Tabel L2.37</b> Neraca Panas Total .....	200
<b>Tabel L3.1</b> Densitas Komponen (Yaws, 1999).....	204
<b>Tabel L3.2</b> Densitas Campuran.....	204
<b>Tabel L3.3</b> Densitas Komponen (Yaws, 1999).....	210
<b>Tabel L3.4</b> Densitas Campuran.....	211
<b>Tabel L3.5</b> Viskositas Komponen (Yaws, 1999).....	211
<b>Tabel L3.6</b> Viskositas Campuran.....	211
<b>Tabel L3.7</b> Instalasi Pipa (Foust, 1980) .....	213
<b>Tabel L3.8</b> Data $\Delta T_{LMTD}$ .....	217
<b>Tabel L3.9</b> Data Kondisi Operasi Kolom Distilasi .....	224
<b>Tabel L3.10</b> Data <i>Relative Volatile</i> .....	225
<b>Tabel L3.11</b> Data Efisiensi <i>Tray</i> .....	226
<b>Tabel L3.12</b> Data Densitas <i>Liquid</i> Campuran.....	227
<b>Tabel L3.13</b> Data Densitas <i>Liquid</i> Campuran.....	227



<b>Tabel L3.14</b> Data Densitas Uap Campuran .....	228
<b>Tabel L3.15</b> Data Densitas Cairan Produk Bawah .....	231
<b>Tabel L3.16</b> Data BM Campuran Produk Bawah .....	232
<b>Tabel L3.17</b> Data Densitas Uap Campuran .....	232
<b>Tabel L3.18</b> Data Reaktor .....	237
<b>Tabel L3.19</b> Data Kondisi Umpan .....	238
<b>Tabel L3.20</b> Data Menentukan Kecepatan Volumetrik (Smith dkk. 6 <sup>th</sup> ed., 2001 : apdx. B)....	238
<b>Tabel L3.21</b> Data Kondisi Campuran Umpan .....	239
<b>Tabel L3.22</b> Data Menentukan Viskositas Umpan (Yaws, 1999) .....	240
<b>Tabel L4.1</b> <i>Chemical Engineering Plan Cost Index</i> (Toweringskills.com, 2022).....	246
<b>Tabel L4.2</b> Hasil Produksi .....	248
<b>Tabel L4.3</b> Harga Peralatan dari Tahun 2014 (Matche, 2022) .....	248
<b>Tabel L4.4</b> <i>Purchased Equipment Cost</i> Dalam Negeri.....	250
<b>Tabel L4.5</b> Luas Bangunan .....	253
<b>Tabel L4.6</b> Luas Area.....	254
<b>Tabel L4.7</b> <i>Physical Plant Cost</i> (PPC).....	256
<b>Tabel L4.8</b> <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI).....	257
<b>Tabel L4.9</b> <i>Total Working Capital Investment</i> (WCI) .....	260
<b>Tabel L4.10</b> <i>Total Capital Investment</i> (TCI) .....	260
<b>Tabel L4.11</b> Biaya Pembelian Bahan Baku .....	260
<b>Tabel L4.12</b> Biaya Labor .....	261
<b>Tabel L4.13</b> Biaya Supervisi.....	261
<b>Tabel L4.14</b> <i>Total Direct Manufacturing Cost</i> .....	262
<b>Tabel L4.15</b> <i>Indiret Manufacturing Cost</i> (IMC).....	264
<b>Tabel L4.16</b> <i>Fix Manufacturing Cost</i> (FMC) .....	265
<b>Tabel L4.17</b> <i>Total Manufacturing Cost</i> (TMC).....	265
<b>Tabel L4.18</b> <i>Management Salaries</i> .....	266
<b>Tabel L4.19</b> <i>General Expense</i> (GE).....	268

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Grafik Impor <i>Styrene Monomer</i> .....	5
<b>Gambar 1.2</b> Grafik Produksi <i>Styrene</i> .....	7
<b>Gambar 1.3</b> Grafik Ekspor <i>Styrene Monomer</i> .....	9
<b>Gambar 1.4</b> Grafik Konsumsi <i>Styrene</i> .....	10
<b>Gambar 1.5</b> Lokasi Pulomerak dan Pelabuhan Merak .....	15
<b>Gambar 2.1</b> Diagram Alir Proses Produksi <i>Styrene Monomer</i> .....	37
<b>Gambar 2.2</b> Arus-Arus Neraca Massa di Sekitar <i>Mixer (M-01)</i> .....	38
<b>Gambar 2.3</b> Arus-Arus Neraca Massa di Sekitar Reaktor (R-01) .....	38
<b>Gambar 2.4</b> Arus-Arus Neraca Massa di Sekitar <i>Drum Separator (DS-01)</i> .....	39
<b>Gambar 2.5</b> Arus-Arus Neraca Massa di Sekitar Dekanter (DK-01) .....	40
<b>Gambar 2.6</b> Arus-Arus Neraca Massa di Sekitar Kolom Distilasi 1 (D-01) .....	41
<b>Gambar 2.7</b> Arus-Arus Neraca Massa di Sekitar Kolom Distilasi 2 (D-02) .....	41
<b>Gambar 2.8</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Mixer (M-01)</i> .....	44
<b>Gambar 2.9</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Heat Exchanger 1 (HE-01)</i> .....	44
<b>Gambar 2.10</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Vaporizer (V-01)</i> .....	45
<b>Gambar 2.11</b> Arus-Arus di Sekitar Furnace (F-01) .....	45
<b>Gambar 2.12</b> Arus-Arus di Sekitar Reaktor (R-01) .....	46
<b>Gambar 2.13</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Waste Heat Boiler (WHB-01)</i> .....	47
<b>Gambar 2.14</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Cooler 1 (C-01)</i> .....	47
<b>Gambar 2.15</b> Arus-Arus di Sekitar Kondensor Parsial 1 (CD-01) .....	48
<b>Gambar 2.16</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Heater (HE-02)</i> .....	49
<b>Gambar 2.17</b> Arus-Arus di Sekitar Kolom Distilasi 1 (D-01) .....	49
<b>Gambar 2.18</b> Arus-Arus di Sekitar Kolom Distilasi 2 (D-02) .....	50
<b>Gambar 2.19</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Cooler 2 (C-02)</i> .....	50
<b>Gambar 2.20</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Cooler 3 (C-03)</i> .....	51
<b>Gambar 2.21</b> Tata Letak Pabrik .....	56
<b>Gambar 2.22</b> Tata Letak Peralatan .....	59
<b>Gambar 3.1</b> Spesifikasi Tangki Penyimpanan <i>Ethylbenzene</i> .....	60
<b>Gambar 3.2</b> Spesifikasi Pompa .....	61
<b>Gambar 3.3</b> Spesifikasi Alat Penukar Panas .....	61

<b>Gambar 3.4</b> Spesifikasi Reaktor.....	63
<b>Gambar 3.5</b> Spesifikasi Kolom Distilasi .....	64
<b>Gambar 4.1</b> Skema Pengolahan Air PT. Sauh Bahtera Samudera .....	68
<b>Gambar 4.2</b> Alir Proses Pengolahan Udara Tekan.....	84
<b>Gambar 5.1</b> Struktur Organisasi Pabrik <i>Styrene Monomer</i> .....	100
<b>Gambar 7.1</b> Grafik <i>Chemical Engineering Plan Cost Index</i> .....	124
<b>Gambar 7.2</b> Analisa Kelayakan Ekonomi .....	143
<b>Gambar L1.1</b> Arus-Arus Neraca Massa di Sekitar <i>Mixer (M-01)</i> .....	149
<b>Gambar L1.2</b> Arus-Arus Neraca Massa di Sekitar Reaktor (R-01) .....	151
<b>Gambar L1.3</b> Arus-Arus Neraca Massa di Sekitar <i>Drum Separator (DS-01)</i> .....	155
<b>Gambar L1.4</b> Arus-Arus Neraca Massa di Sekitar Dekanter (DK-01) .....	157
<b>Gambar L1.5</b> Arus-Arus Neraca Massa di Sekitar Kolom Distilasi 1 (D-01) .....	161
<b>Gambar L1.6</b> Arus-Arus Neraca Massa di Sekitar Kolom Distilasi 2 (D-02) .....	161
<b>Gambar L2.1</b> Diagram Blok Neraca Panas.....	166
<b>Gambar L2.2</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Mixer (M-01)</i> .....	170
<b>Gambar L2.3</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Heat Exchanger 1 (HE-01)</i> .....	171
<b>Gambar L2.4</b> Profil Suhu <i>Heat Exchanger 1 (HE-01)</i> .....	172
<b>Gambar L2.5</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Vaporizer (V-01)</i> .....	174
<b>Gambar L2.6</b> Profil Suhu <i>Vaporizer (V-01)</i> .....	177
<b>Gambar L2.7</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Furnace (F-01)</i> .....	177
<b>Gambar L2.8</b> Arus-Arus di Sekitar Reaktor (R-01).....	180
<b>Gambar L2.9</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Waste Heat Boiler (WHB-01)</i> .....	182
<b>Gambar L2.10</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Cooler 1 (C-01)</i> .....	184
<b>Gambar L2.11</b> Arus-Arus di Sekitar Kondensor Parsial 1 (CD-01).....	186
<b>Gambar L2.12</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Heater (HE-02)</i> .....	189
<b>Gambar L2.13</b> Arus-Arus di Sekitar Kolom Distilasi 1 (D-01).....	190
<b>Gambar L2.14</b> Arus-Arus di Sekitar Kolom Distilasi 2 (D-02).....	194
<b>Gambar L2.15</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Cooler 2 (C-02)</i> .....	197
<b>Gambar L2.16</b> Arus-Arus di Sekitar <i>Cooler 3 (C-03)</i> .....	199
<b>Gambar L4.1</b> Grafik Hubungan Tahun dengan <i>Plant Cost Index</i> .....	247
<b>Gambar L4.2</b> Analisa Kelayakan Ekonomi .....	271

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN I. PERHITUNGAN NERACA MASSA BASIS 1.000 KG UMPAN.....</b>	<b>149</b>
<b>LAMPIRAN II. PERHITUNGAN NERACA PANAS .....</b>	<b>166</b>
<b>LAMPIRAN III. PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>203</b>
<b>LAMPIRAN IV. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI .....</b>	<b>245</b>