



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

**PRA DESAIN PABRIK  
GMS (GLISEROL MONOSTEARAT)**

M. Fandy A. Z. A.  
NRP 02211640000101

I Made Setia Ananda  
NRP 02211640000167

Dosen Pembimbing  
**Dr. Widiyastuti, S.T.,M.T.**  
**NIP. 1975 03 06 2002 12 2002**

**Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng**  
**NIP. 1967 02 03 1991 02 1001**

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA  
SISTEM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2020



**Tugas Desain Pabrik Kimia– TK 184803  
PRA-DESIAIN PABRIK GMS (GLISEROL  
MONOSTEARAT**

**Oleh:**

**Mohammad Fandy A.Z.A**

**NRP. 02211640000101**

**I Made Setia Ananda**

**NRP. 02211640000167**

**Dosen Pembimbing 1**

**Dr. Widiyastuti, S.T.,M.T.**

**NIP. 1975 03 06 2002 12 2002**

**Dosen Pembimbing 2**

**Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng.**

**NIP. 1967 02 03 1991 02 1001**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN  
REKAYA SISTEM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**



**Chemical Factory Design Project - TK 184803**  
**PRE-DESIGN GMS PLANT (*GLYCEROL***  
***MONOSTEARATE*)**

**Authors:**

**Mohammad Fandy A.Z.A**  
**NRP. 02211640000101**  
**I Made Setia Ananda**  
**NRP. 02211640000167**

**Advisor 1**

**Dr. Widiyastuti, S.T.,M.T.**  
**NIP. 1975 03 06 2002 12 2002**

**Advisor 2**

**Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng.**  
**NIP. 1967 02 03 1991 02 1001**

**CHEMICAL ENGINEERING DEPARTEMENT**  
**FACULTY OF INDUSTRIAL AND SYSTEM**  
**ENGINEERING**  
**SEPULUH NOVEMBER INSTITUTE OF**  
**TECHNOLOGY**  
**SURABAYA**  
**2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Pra-Desain Pabrik dengan judul :

### “PRA-DESAIN PABRIK GMS (GLISEROL MONOSTEARAT)”

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

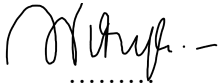

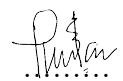
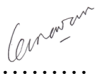

Oleh :

Moh Fandy A.Z.A 02211640000101

I Made Setia Ananda 02211640000167

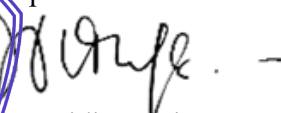
Disetujui Oleh Penguji Tugas Akhir :

1. Dr.Eng. Widiyastuti, S.T., M.T..  
(Pembimbing I)
2. Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng  
(Pembimbing II)
3. Ni Made Intan Putri Suari, S.T., M.T.  
(Penguji I)
4. Setiyo Gunawan S.T.,Ph.D.  
(Penguji II)
5. Dr. Ir. Soemarno, M.Eng  
(Penguji III)

  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  




Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Kimia

  
Dr. Eng. Widiyastuti, ST.,MT  
NIP. 197503062002122002

Surabaya, 14 Agustus 2020

# **PRA-DESAIN PABRIK GMS (GLISEROL MONOSTEARAT)**

Penulis : Mohammad Fandy A.Z.A  
(02211640000101)

I Made Setia Ananda  
(02211640000167)

Departemen : Teknik Kimia FTIRS-ITS

Pembimbing : Dr.Eng. Widiyastuti,S.T.,M.T.

Prof.Dr.Ir. Heru Setyawan, M.Eng,

## **ABSTRAK**

Gliserol Monostearat (GMS) merupakan salah satu jenis surfaktan yang banyak diaplikasikan dalam industri kue. Selain itu, GMS juga banyak digunakan pada industri makanan sebagai thickener, preservative agent, emulsifying agent untuk makanan dan oil, waxes, dan solvent pada industri farmasi dan kosmetik, dan juga banyak digunakan dalam industri ploymer yaitu plastik, karet dan juga bahan pembuatan ban. Namun, banyaknya kebutuhan gliserol monostearate di Indonesia tidak didukung dengan pasokan gliserol monostearat yang mencukupi sehingga harus mengimpor seluruh kebutuhan dalam jumlah besar. Dari data Badan Pusat Statistik Indonesia, diketahui data impor GMS untuk Indonesia dari tahun 2013 hingga 2018 mengalami peningkatan sebesar 0,079%/tahun, dimana pada tahun 2018 jumlah impor GMS sebesar 6.802.115 kg.

Proses pembuatan gliserol monostearate pada pabrik ini memiliki beberapa tahap: proses pre-treatment, esterifikasi disertai distilasi pertama, netralisasi, distilasi kedua, dan terakhir solidifikasi. Pabrik ini berlokasi di Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur, dengan bahan baku yang diperoleh yaitu gliserol dari PT.

Wilmar International (Ltd), asam stearate dari PT. Wilmar International (Ltd), asam fosfat dari PT. Petrokimia Gresik, dan natrium hidroksida dari PT. Asahimas Chemical. Pabrik direncanakan memiliki kapasitas 4990 ton/tahun. Sehingga hasil pabrik ini dapat memenuhi 50% kebutuhan gliserol monostearate dalam negeri. Pendirian pabrik ini menggunakan data investasi yang berasal dari modal sendiri sebesar 40% dan modal pinjaman sebesar 60% dari biaya investasi dengan bunga 9,85%. Dari Analisa ekonomi, didapatkan hasil investasi sebesar 269,654,410,126, IRR 19,65%, POT 6,52 tahun, BEP 35,04% dan period of construction selama 24 bulan. Berdasarkan analisa BEP, POT, dan IRR, pabrik Gliserol Monostearat ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: gliserol, Asam stearate, gliserol monostearat, esterifikasi, solidifikasi

# **PRE-DESIGN GMS PLANT**

## ***(GLYCEROL MONOSTEARATE)***

Penulis : Mohammad Fandy A.Z.A  
(02211640000101)

I Made Setia Ananda  
(02211640000167)

Departemen : Teknik Kimia FTIRS-ITS

Pembimbing : Dr.Eng. Widiyastuti,S.T.,M.T.

Prof.Dr.Ir. Heru Setyawan, M.Eng,

### **ABSTRACT**

Glycerol Monostearate (GMS) is a type of surfactant that is widely applied in the baking industry. In addition, GMS is also widely used in the food industry as a thickener, preservative agent, emulsifying agent for food and oil, waxes, and solvents in the pharmaceutical and cosmetic industries, and widely used in the polymer industry, namely plastics, rubber and tire manufacturing materials. However, the large demand for glycerol monostearate in Indonesia is not supported by an adequate supply of glycerol monostearate, so it needs to import GMS in large quantities. Based on Indonesian Central Bureau of Statistics data, it is known that GMS import data for Indonesia from 2013 to 2018 has increased by 0.079% / year, where in 2018 the number of GMS imports was 6,802,115 kg.

The process of making glycerol monostearate or GMS is divided into four main process stages such as *pre-treatment* process, esterification process, purification process, and Solidification process. This factory is located in the Gresik Industrial Estate, East Java, with the raw material, namely glycerol from PT. Wilmar International (ltd), stearic acid from PT. Wilmar International (ltd), phosphoric acid from PT. Petrokimia Gresik, and sodium hydroxide from PT. Asahimas Chemical. The plant is planned to have a capacity of 4990 tons / year. This capacity can meet 50% of the domestic demand for glycerol monostearate. The establishment of this factory uses investment data that comes from individual capital at 40% and loan capital at 60% of the investment cost with an interest of 9.85%. From the economic analysis, the investment yields were 269,654,410,126, IRR 19.65%, POT 6.52 years, BEP 35.04% and a period of construction for 24 months. Based on the analysis of BEP, POT, and IRR, this Glycerol Monostearate factory is feasible to be established.

Key Word: glycerol, Stearic Acid, glycerol monostearate, esterification, solidification



## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penyusun, sehingga bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir Pra-Desain Pabrik kami yang berjudul:

### **“Pra-Desain Pabrik GMS (Gliserol MonoStearat)”**

Dalam penyusunan pra-desain pabrik ini banyak hambatan serta rintangan yang penyusun hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupu spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Widiyastuti, S.T., M.T. dan Bapak Prof.Dr.Ir. Heru Setyawan, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Tugas Pra-Desain Pabrik atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
2. Ibu Ni Made Intan Putri Suari, S.T.,M.T., Setiyo Gunawan S.T.,Ph.D, dan Dr. Ir. Soemarno, M.Eng selaku dosen penguji.
3. Ibu Dr. Widiyastuti, S.T., M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

4. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia.
5. Orang Tua dan keluarga kami yang telah banyak memberikan dukungan baik moral maupun spiritual.
6. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Elektrokimia dan Korosi yang telah memberikan segala support, bantuan dan kerjasamanya.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Laporan Tugas Pra-Desain Pabrik ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun memohon maaf atas segala kesalahan yang pernah dilakukan. Semoga Laporan Pra-Desain Pabrik ini dapat memberikan manfaat untuk mendorong penelitian-penelitian selanjutnya.

Surabaya 25 juli 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I LATAR BELAKANG .....</b>	<b>1</b>
<b>BAB II BASIS DESAIN DATA.....</b>	<b>7</b>
<b>II.1. Kualitas Bahan Baku dan Produk .....</b>	<b>7</b>
<b>II.1.1 Bahan Baku Utama .....</b>	<b>7</b>
<b>II.1.2 Bahan Baku Pendukung .....</b>	<b>10</b>
<b>II.1.3 Produk .....</b>	<b>13</b>
<b>II.2. Kapasitas Produksi .....</b>	<b>14</b>
<b>BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....</b>	<b>22</b>
<b>III.1 Pemilihan Proses.....</b>	<b>22</b>
<b>III.2 Proses Esterifikasi .....</b>	<b>22</b>
<b>III.1.2 Proses Trans-Esterifikasi .....</b>	<b>26</b>
<b>III.1.3 Seleksi Proses .....</b>	<b>29</b>
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI.....</b>	<b>36</b>

<b>IV.1. Neraca Massa</b> .....	<b>36</b>
<b>IV.1.1. Mixing Tank (M-110)</b> .....	<b>37</b>
<b>IV.1.2. Esterification Reactor (R-210)</b> .....	<b>39</b>
<b>IV.1.3. Distillation Column I (D-213)</b> .....	<b>40</b>
<b>IV.1.4. Neutralizing Reactor (R-310)</b> .....	<b>42</b>
<b>IV.1.5. Distillation Column II (D-320)</b> .....	<b>44</b>
<b>IV.1.6. Spray Cooling Chamber (D-410)</b> .....	<b>46</b>
<b>IV.1.7. Cyclone (H-413)</b> .....	<b>47</b>
<b>IV.1.8. GMS Bin</b> .....	<b>49</b>
<b>IV.1.9. Overall System</b> .....	<b>50</b>
<b>IV.2. Neraca Energi</b> .....	<b>52</b>
<b>IV.2.1. Mixing Tank (M-110)</b> .....	<b>54</b>
<b>IV.2.2. Glycerol Storage Tank (F-111)</b> .....	<b>55</b>
<b>IV.2.3. Stearic Acid Storage Tank (F-112)</b> .....	<b>56</b>
<b>IV.2.4. Pre-Heater (E-118)</b> .....	<b>57</b>
<b>IV.2.5. Esterification Reactor (R-210)</b> .....	<b>58</b>
<b>IV.2.6. Condenser (E-212)</b> .....	<b>59</b>
<b>IV.2.7. Distillation Column I (D-213)</b> .....	<b>60</b>
<b>IV.2.8. Heater (E-217)</b> .....	<b>61</b>
<b>IV.2.9. Cooler (E-219)</b> .....	<b>62</b>
<b>IV.2.10. Neutralizing Reactor (R-310)</b> .....	<b>63</b>
<b>IV.2.11. Distillation Column II (D-320)</b> .....	<b>64</b>
<b>IV.2.12. Cooler (E-324)</b> .....	<b>65</b>
<b>IV.2.13. Spray Cooling Chamber (D-410)</b> .....	<b>66</b>

IV.2.13 Cyclone (H-413).....	67
<b>BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN .....</b>	<b>68</b>
V.1. <i>Mixing Tank (M-110)</i> .....	68
V.2. <i>Glycerol Storage Tank (F-111)</i> .....	70
V.3. <i>Stearic Acid Storage Tank (F-112)</i> .....	72
V.4. <i>Phosphoric Acid Storage Tank (F-113)</i> .....	75
V.5. <i>Glycerol Pump (L-114)</i> .....	77
V.6. <i>Stearic Acid Pump (L-115)</i> .....	78
V.7. <i>Phosphoric Acid Pump (L-116)</i> .....	79
V.8. <i>Reactor Feed Pump (L-117)</i> .....	80
V.9. <i>Pre Heater (E-118)</i> .....	81
V.10. <i>Esterification Reactor (R-210)</i> .....	82
V.11. <i>Steam Jet Ejector (G-211)</i> .....	84
V.12. <i>Condenser (E-212)</i> .....	85
V.13. <i>Distillation Column I (D-213)</i> .....	86
V.14. <i>Distillation I Condenser (E-214)</i> .....	87
V.15. <i>Distillation I Reboiler (E-215)</i> .....	88
V.16. <i>Reactor Recycle Pump (L-216)</i> .....	90
V.17. <i>Heater (E-217)</i> .....	91
V.18. <i>Neutralizer Pump (L-218)</i> .....	92
V.19. <i>Cooler (E-219)</i> .....	93
V.20. <i>Neutralizing Reactor (R-310)</i> .....	94
V.21. <i>Sodium Hydroxide Storage Tank (F-311)</i> .....	97
V.22. <i>Sodium Hydroxide Pump (L-312)</i> .....	99

V.23.	<i>Distillation Feed Pump (L-313)</i> .....	100
V.24.	<i>Distillation Column II (D-320)</i> .....	101
V.25.	<i>Distillation II Condenser (E-321)</i> .....	102
V.26.	<i>Distillation II Reboiler (E-322)</i> .....	103
V.27.	<i>Solidification Feed Pump (L-323)</i> .....	105
V.28.	<i>Cooler (E-324)</i> .....	106
V.29.	<i>Spray Cooling Chamber (D-410)</i> .....	107
V.30.	<i>Centrifugal Blower (G-411)</i> .....	109
V.31.	<i>Belt Conveyor (J-412)</i> .....	109
V.32.	<i>Cyclone (H-413)</i> .....	110
V.33.	<i>Cenrifugal Blower (G-414)</i> .....	111
V.34.	<i>Belt Conveyor (J-415)</i> .....	112
V.35.	<i>GMS Bin (F-416)</i> .....	113
<b>BAB VI ANALISA EKONOMI</b> .....		<b>115</b>
<b>VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia</b> .....		<b>115</b>
<b>VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan</b> .....		<b>115</b>
<b>VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan</b> .....		<b>116</b>
<b>VI.1.3 Perincian Jumlah Tenaga Kerja</b> .....		<b>123</b>
<b>VI.1.4 Status Karyawan dan Pengupahan</b> .....		<b>127</b>
<b>VI.2 Utilitas</b> .....		<b>129</b>
<b>VI.2.1 Unit Pengolahan Air</b> .....		<b>129</b>
<b>VI.2.2 Unit Pembangkit Tenaga Listrik</b> .....		<b>131</b>
<b>VI.2.3 Unit Penanganan Limbah</b> .....		<b>132</b>
<b>VI.3 Analisa Ekonomi</b> .....		<b>132</b>

<b>VI.3.1</b>	<b>Asumsi Perhitungan .....</b>	<b>132</b>
<b>VI.3.2</b>	<b>Analisa Keuangan.....</b>	<b>133</b>
<b>VI.3.3</b>	<b>Analisa Laju Pengembalian Modal ( <i>Internal Rate of Return / IRR</i> ) .....</b>	<b>134</b>
<b>VI.3.4</b>	<b>Analisa Waktu Pengembalian Modal ( <i>Pay Out Time / POT</i> ) .....</b>	<b>134</b>
<b>VI.3.5</b>	<b>Analisa Titik Impas ( <i>Break Even Point</i> ) .....</b>	<b>135</b>
<b>BAB VII</b>	<b>KESIMPULAN.....</b>	<b>137</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>xvii</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Properties Gliserol PT. Wilmar .....	8
<b>Tabel 2.</b> Properties Asam Stearat PT. Wilmar .....	9
<b>Tabel 3.</b> Properties Asam Fosfat (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ) PT. Petrokimia Gresik .....	10
<b>Tabel 4.</b> Properties Natrium Hidroksida (NaOH) PT. Asahimas Chemical.....	12
<b>Tabel 5.</b> Spesifikasi Gliserol Monostearat Food Grade .....	13
<b>Tabel 6.</b> Data Impor GMS di Indonesia Tahun 2013 - 2018 .....	14
<b>Tabel 7.</b> Perbandingan Macam Proses Produksi Gliserol Monostearat .....	29
<b>Tabel 8.</b> Neraca Massa Mixing Tank .....	38
<b>Tabel 9.</b> Neraca Massa Esterification Reactor .....	39
<b>Tabel 10.</b> Neraca Massa Distillation Column I.....	41
<b>Tabel 11.</b> Neraca Massa Neutralizing Reactor.....	42
<b>Tabel 12.</b> Neraca Massa Distillation Column II .....	44
<b>Tabel 13.</b> Neraca Massa Spray Cooling Chamber .....	46
<b>Tabel 14.</b> Neraca Massa Cyclone.....	48
<b>Tabel 15.</b> Neraca Massa Overall System .....	49
<b>Tabel 16.</b> Neraca Massa Overall System .....	50
<b>Tabel 17.</b> Neraca Energi Mixing Tank .....	54
<b>Tabel 18.</b> Neraca Energi Glycerol Storage Tank .....	55
<b>Tabel 19.</b> Neraca Energi Stearic Acid Storage Tank .....	56
<b>Tabel 20.</b> Neraca Energi Pre - Heater .....	57
<b>Tabel 21.</b> Neraca Energi Esterification Reactor.....	58
<b>Tabel 22.</b> Neraca Energi Condenser .....	59
<b>Tabel 23.</b> Neraca Energi Distillation Column I .....	60
<b>Tabel 24.</b> Neraca Energi Heater.....	61
<b>Tabel 25.</b> Neraca Energi Cooler.....	62
<b>Tabel 26.</b> Neraca Energi Neutralizing Reactor .....	63



<b>Tabel 27.</b> Neraca Energi Distillation Column II.....	64
<b>Tabel 28.</b> Neraca Energi Cooler .....	65
<b>Tabel 29.</b> Neraca Energi Spray Cooling Chamber .....	66
<b>Tabel 30.</b> Neraca Energi Cyclone .....	67
<b>Tabel 31.</b> <i>Mixing Tank</i> (M-110) .....	68
<b>Tabel 32.</b> <i>Glycerol Storage Tank</i> (F-111).....	70
<b>Tabel 33.</b> <i>Stearic Acid Tank</i> (F-112) .....	72
<b>Tabel 34.</b> <i>Phosphoric Acid Storage Tank</i> (F-113).....	75
<b>Tabel 35.</b> <i>Glycerol Pump</i> (L-114) .....	77
<b>Tabel 36.</b> <i>Stearic Acid Pump</i> (L-115).....	78
<b>Tabel 37.</b> <i>Phosphoric Acid Pump</i> (L-116).....	79
<b>Tabel 38.</b> <i>Reactor Feed Pump</i> (L-117).....	80
<b>Tabel 39.</b> <i>Pre Heater</i> (E-118).....	81
<b>Tabel 40.</b> <i>Esterification Reactor</i> (R-210) .....	82
<b>Tabel 41.</b> <i>Steam Jet Ejector</i> (G-211) .....	84
<b>Tabel 42.</b> <i>Condenser</i> (E-212) .....	85
<b>Tabel 43.</b> <i>Distillation Column</i> (D-213).....	86
<b>Tabel 44.</b> <i>Distillation I Condenser</i> (E-214).....	87
<b>Tabel 45.</b> <i>Distillation I Reboiler</i> (E-215).....	88
<b>Tabel 46.</b> <i>Reactor Recycle Pump</i> (L-216) .....	90
<b>Tabel 47.</b> <i>Heater</i> (E-217).....	91
<b>Tabel 48.</b> <i>Neutralizer Pump</i> (L-218) .....	92
<b>Tabel 49.</b> <i>Cooler</i> (E-219).....	93
<b>Tabel 50.</b> <i>Neutralizing Reactor</i> (R-310) .....	94
<b>Tabel 51.</b> <i>Sodium Hydroxide Storage Tank</i> (F-311).....	97
<b>Tabel 52.</b> <i>Sodium Hydroxide Pump</i> (L-312).....	99
<b>Tabel 53.</b> <i>Distillation Feed Pump</i> (L-313) .....	100
<b>Tabel 54.</b> <i>Distillation Column II</i> (D-320).....	101
<b>Tabel 55.</b> <i>Distillation II Condenser</i> (E-321).....	102
<b>Tabel 56.</b> <i>Distillation Column II Reboiler</i> (E-322).....	103
<b>Tabel 57.</b> <i>Solidification Feed Pump</i> (L-323).....	105
<b>Tabel 58.</b> <i>Cooler</i> (E-324).....	106
<b>Tabel 59.</b> <i>Spray Cooling Chamber</i> (D-410) .....	107

<b>Tabel 60.</b> <i>Centrifugal Blower</i> (G-411).....	109
<b>Tabel 61.</b> <i>Belt Conveyor</i> (J-412).....	109
<b>Tabel 62.</b> <i>Cyclone</i> (H-413) .....	110
<b>Tabel 63.</b> <i>Centrifugal Blower</i> (G-414).....	111
<b>Tabel 64.</b> <i>Belt Conveyor</i> (J-415).....	112
<b>Tabel 65.</b> <i>GMS Bin</i> (F-416) .....	113
<b>Tabel 66.</b> Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik GMS .....	124
<b>Tabel 67.</b> Jadwal Shift dengan Sistem 2-2-2 .....	127
<b>Tabel 68.</b> Parameter Perhitungan Ekonomi .....	133
<b>Tabel 69.</b> Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi Pabrik GMS....	136

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Reaksi Esterifikasi Pembentukan Gliserol	
Monostearat .....	24
<b>Gambar 2.</b> Blok Diagram Proses Esterifikasi Gliserol	
Monostearat .....	25
<b>Gambar 3.</b> Reaksi Trans Esterifikasi Pembentukan Gliserol	
Monostearat .....	27
<b>Gambar 4.</b> Blok Diagram Proses Trans Esterifikasi Gliserol	
Monostearat .....	27
<b>Gambar 5.</b> <i>Process Flow Diagram</i> Pabrik GMS .....	30
<b>Gambar 6.</b> Mixing Tank (M-110) .....	37
<b>Gambar 7.</b> Esterification Reactor (R-210) .....	39
<b>Gambar 8.</b> Distillation Column I (D-213).....	40
<b>Gambar 9.</b> Neutralizing Reactor (R-310).....	42
<b>Gambar 10.</b> Distillation Column II (D-320) .....	44
<b>Gambar 11.</b> Spray Cooling Chamber (D-410).....	46
<b>Gambar 12.</b> Cyclone (H-413) .....	47
<b>Gambar 13.</b> GMS Bin .....	49
<b>Gambar 14.</b> Overall System.....	50
<b>Gambar 15.</b> Penggambaran Sistem Peninjauan Neraca Energi	53
<b>Gambar 16.</b> Mixing Tank (M-110) .....	54
<b>Gambar 17.</b> Glycerol Storage Tank (F-111) .....	55
<b>Gambar 18.</b> Stearic Acid Storage Tank (F-112) .....	56
<b>Gambar 19.</b> Pre – Heater (E-118) .....	57
<b>Gambar 20.</b> Esterification Reactor (R-210) .....	58
<b>Gambar 21.</b> Condenser (E-211) .....	59
<b>Gambar 22.</b> Distillation Column I (D-213).....	60
<b>Gambar 23.</b> Heater (E-313) .....	61
<b>Gambar 24.</b> Cooler (E-219) .....	62
<b>Gambar 25.</b> Neutralizing <i>Reactor</i> ((R-310) .....	63
<b>Gambar 26.</b> Distillation Column (R-320) .....	64

<b>Gambar 27.</b> Cooler (E-324) .....	65
<b>Gambar 28.</b> Spray Cooling Chamber (E-324) .....	66
<b>Gambar 29.</b> Cyclone (H-413).....	67
<b>Gambar 30.</b> Struktur Organisasi Perusahaan .....	117
<b>Gambar 31.</b> Grafik <i>Break Even Poi</i> .....	135

# **BAB I**

## **LATAR BELAKANG**

Surfaktan merupakan senyawa kimia yang memiliki aktivitas permukaan yang tinggi, sehingga sering juga disebut sebagai bahan aktif permukaan. Selain memiliki gugus polar yang suka akan air (hidrofilik), surfaktan juga memiliki gugus non polar yang suka akan minyak (liofilik). Surfaktan dapat menurunkan tegangan antarmuka antara dua bahan, baik berupa cairan-cairan, cairan-padatan maupun cairan-gas. Sifat aktif permukaan yang dimiliki surfaktan memungkinkan dua atau lebih senyawa yang saling tidak bercampur pada kondisi normal menjadi bertendensi untuk saling bercampur secara homogen.

Gliserol Monostearat (GMS) merupakan salah satu jenis surfaktan yang banyak diaplikasikan dalam industri kue. Selain itu, GMS juga banyak digunakan pada industri makanan sebagai thickener, preservative agent, emulsifying agent untuk makanan dan oil, waxes, dan solvent pada industri farmasi dan kosmetik, dan juga banyak digunakan dalam industri ploymer yaitu plastik, karet dan juga bahan pembuatan ban. Namun, banyaknya kebutuhan gliserol monostearate di Indonesia tidak didukung dengan pasokan gliserol monostearat yang mencukupi sehingga harus mengimpor seluruh kebutuhan dalam jumlah besar. Dari data Badan Pusat Statistik Indonesia, diketahui data impor GMS

untuk Indonesia dari tahun 2013 hingga 2018 mengalami peningkatan sebesar 0,079%/tahun, dimana pada tahun 2018 jumlah impor GMS sebesar 6.802.115 kg.

Secara umum, Gliserol Monostearat (GMS) dapat diproduksi melalui dua macam proses, yaitu proses esterifikasi dan transesterifikasi. Pada proses esterifikasi menggunakan bahan baku berupa gliserol dan asam stearat serta menggunakan katalis asam atau basa, dengan cara mereaksikan gliserol dengan asam stearat dan dilakukan penambahan katalis asam/basa. Proses transesterifikasi, bahan baku yang digunakan yakni trigliserida yang mana diurai menjadi tristearat dan gliserol, namun kandungan asam stearat didalam Trigliserida harus dipisahkan terlebih dahulu sebelum di proses kedalam reaktor. Proses Transesterifikasi ini menggunakan katalis basa seperti natrium hidroksida, kalium hidroksida dan kalsium hidroksida. Namun, pada proses transesterifikasi, terbentuk gliserol distearat sehingga mengurangi konversi produk GMS.

Gliserol dapat diperoleh dari hasil produk samping pengolahan Crude Palm Oil (CPO) menjadi biodiesel, sedangkan asam stearat diperoleh dari ekstraksi lemak hewan dan hidrogenasi minyak nabati atau olahan oleokimia dari CPO.

Crude Palm Oil (CPO) sendiri memiliki peranan besar terhadap perekonomian di Indonesia, berdasarkan kementerian pertanian Republik Indonesia pada tahun 2016, dari komoditas ekspor di Indonesia, CPO meraih peringkat pertama sebagai komoditas ekspor di Indonesia pada tahun 2015 yaitu sebesar 81,36% dengan nilai 15,38 juta US Dollar, semenjak tahun 2006 Indonesia sudah menjadi produsen CPO tertinggi di dunia, diikuti oleh Malaysia. Pada tahun 2016 tercatat produksi CPO di Indonesia mencapai 32 juta ton dan sebanyak 27 juta ton di ekspor dan sisanya diolah lebih lanjut dalam negeri. Sehingga kebutuhan bahan baku pembuatan gliserol monostearate dapat dipenuhi dari dalam negeri mengingat banyaknya jumlah olahan CPO menjadi oleokimia serta gliserol dari hasil samping produksi industri biodiesel yang sedang berkembang pesat.

Gliserol monostearate dapat dibuat dengan bahan baku gliserol dan asam stearate dengan proses esterifikasi dari gliserol dan dengan proses transesterifikasi dari trigliserida. Gliserol dan asam stearat merupakan salah satu jenis produk dari industri oleokimia sedangkan trigliserida didapatkan dari proses esterifikasi gliserol dengan fatty acid yang berasal dari industri oleokimia.

Kapasitas produksi industri oleokimia di Indonesia pada tahun 2019, terutama untuk produksi fatty acid, fatty alcohol, dan

produk akhir lainnya mencapai 11,32 juta ton. Terdapat beberapa produsen oleokimia antara lain PT Wilmar Nabati Indonesia dengan kapasitas 132.000 MT/tahun dengan lokasi di Riau dan Gresik sedangkan produksi crude palm oil (CPO) sebagai bahan baku dasar industri oleokimia dari tahun ke tahun terus meningkat, tercatat pada tahun 2019 produksi CPO di Indonesia mencapai 37,4 juta ton.

Selain dari oleokimia, gliserol dapat diperoleh dari hasil produk samping biodiesel sebesar  $\pm 10\%$  dari total kapasitas produksi. Pada tahun 2019, kapasitas produksi biodiesel di Indonesia mencapai 9,62 juta ton/tahun dengan salah satu produsen terbesar yakni PT Wilmar Nabati Indonesia di Gresik dengan kapasitas mencapai 1,3 juta ton/tahun.

Kebutuhan bahan baku pembuatan gliserol monostearate dapat dipenuhi dari dalam negeri mengingat banyaknya jumlah olahan CPO menjadi oleokimia serta gliserol dari hasil samping produksi industri biodiesel yang sedang berkembang pesat.

Berdasarkan uraian di atas, pendirian pabrik gliserol monostearate sangat berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia karena tingginya kebutuhan GMS pada banyak industri, serta ketersediaan bahan baku dalam jumlah yang besar karena Indonesia merupakan negara terbesar penghasil CPO di dunia,



yang secara tidak langsung meningkatkan nilai ekonomi dari hasil produk samping pengolahan CPO menjadi biodiesel.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB II**

### **BASIS DESAIN DATA**

#### **II.1. Kualitas Bahan Baku dan Produk**

Bahan baku yang digunakan dipisahkan menjadi dua jenis yaitu bahan baku utama dan bahan baku pendukung. Bahan baku utama yang digunakan berupa asam stearat dan gliserol, sedangkan bahan baku pendukung yang digunakan adalah asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) sebagai katalis dan natrium hidroksida ( $NaOH$ ) sebagai penetral. Produk akhir yang akan dihasilkan yakni Gliserol Monostearat (GMS).

##### **II.1.1 Bahan Baku Utama**

###### **1. Gliserol**

Gliserol adalah trihidroksi alkohol yang terdiri dari tiga atom karbon dengan rumus molekul  $C_3H_8O_3$ . Gliserol cenderung tidak mudah teroksidasi pada kondisi penyimpanan biasa, namun dapat terdekomposisi saat terjadi pemanasan. Pada produksi gliserol monostearat (GMS) ini, digunakan gliserol dari PT. Wilmar dengan dengan sifat fisika dan kimia sebagai berikut:

**Tabel 1.** Properties Gliserol PT. Wilmar

<i>Properties</i>	<b>Nilai</b>
Bentuk	Cair
Warna	Tidak berwarna
Gliserol (% wt)	99,7
<i>Moisture</i> (% wt)	0,3
Berat molekul	92,09 g/mol
Densitas	1,25 g/cm <sup>3</sup>
Viskositas	1,15 cp (pada 20 °C)
Titik didih	290 °C
Titik leleh	20 °C
<i>Specific gravity</i>	1,265 (pada 15 °C)
Kelarutan	Larut dalam air, alkohol, etil asetatm dan eter

(Sumber: **PT Wilmar International Limited**)

## 2. Asam Stearat

Asam Stearat adalah salah satu asam lemak yang mengandung gugus karboksilat dengan rumus molekul  $C_{18}H_{36}O_2$ . Pada produksi gliserol monostearat (GMS) ini, digunakan asam Stearate dari PT. Wilmar dengan sifat fisika dan kimia sebagai berikut:

**Tabel 2.** Properties Asam Stearat PT. Wilmar

<i>Properties</i>	<b>Nilai</b>
Bentuk	Cair
Warna	Putih
Asam stearat (% wt)	92
Asam palmitat (% wt)	8
Berat molekul	248,48 g/mol
Densitas	0,84 g/cm <sup>3</sup>
Viskositas	7,79 cp (pada 80 °C)
Titik didih	361 °C
Titik leleh	67 °C

<i>Specific gravity</i>	0,84 (pada 80 °C)
Kelarutan	Tidak larut dalam air. Larut dalam etanol, heksan, PEG. Sangat mudah larut dalam benzene, CCl <sub>4</sub> , kloroform, eter.

(Sumber: **PT Wilmar International Limited**)

## II.1.2 Bahan Baku Pendukung

### 1. Asam Fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)

Asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) digunakan sebagai katalis dalam produksi gliserol monostearat. Pada suhu rendah, asam fosfat dapat membentuk padatan kristal. Pada konsentrasi tinggi, asam fosfat bersifat sangat korosif. Pada produksi gliserol monostearat (GMS) ini digunakan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dari PT. Petrokimia Gresik dengan sifat fisika dan kimia sebagai berikut:

**Tabel 3.** Properties Asam Fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) PT. Petrokimia Gresik

<i>Properties</i>	<b>Nilai</b>
Bentuk	Cair
Warna	Tidak berwarna

Asam fosfat (% wt)	85
<i>Moisture</i> (% wt)	15
Berat molekul	98 g/mol
Densitas	1,685 g/cm <sup>3</sup>
Viskositas	43,5 cp (pada 25 °C)
Titik didih	158 °C
Titik leleh	21 °C
<i>Specific gravity</i>	1,686
Kelarutan	Larut dalam air, alkohol

(Sumber: PT. Petrokimia Gresik)

## 2. Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida digunakan sebagai penetral dalam produksi gliserol monostearat. NaOH memiliki kecenderungan untuk menjadi cairan dan bersifat mudah menyerap karbon dioksida dan uap air dari udara. Pada produksi gliserol

monostearat (GMS) ini, digunakan NaOH cair dari PT. Asahimas Chemical dengan sifat fisika dan kimia sebagai berikut:

**Tabel 4.** Properties Natrium Hidroksida (NaOH) PT. Asahimas Chemical

<i>Properties</i>	<b>Nilai</b>
Bentuk	Padat
Warna	Putih
NaOH (% wt)	48
Moisture (% wt)	52
Berat molekul	39,88 g/mol
Densitas	2,13 g/cm <sup>3</sup>
Viskositas	86,5 cP (pada 25 °C)
Titik didih	1390 °C
Titik beku	318 °C
<i>Specific gravity</i>	1,5
Kelarutan	Larut dalam air

(Sumber: PT. Asahimas Chemical)



### II.1.3 Produk

#### 1. Gliserol Monostearat (GMS)

Gliserol monostearat (GMS) adalah fatty acid ester dengan rumus molekul  $C_{21}H_{42}O_4$ . Sesuai dengan standard food grade, spesifikasi gliserol monostearat (GMS) mengandung minimal 90% monogliserida (terutama gliserol monostearat dan gliserol monopalmitat) dan maksimal 1,2% gliserol. Produk yang akan dihasilkan diharapkan memiliki nilai spesifikasi properties sebagai berikut:

**Tabel 5.** Spesifikasi Gliserol Monostearat Food Grade

<i>Properties</i>	<b>Nilai</b>
Bentuk	Padat
Warna	Putih
Kemurnian	Min 90%
<i>Free glycerol</i>	Max 1,2 %
<i>Acid value</i>	Max 3,0
Berat molekul	358,6 g/mol
Densitas	0,958 g/cm <sup>3</sup>
Titik didih	477 °C (pada 1 atm)
Titik leleh	70 °C
<i>Specific gravity</i>	0,96

Kelarutan	Tidak larut dalam air, larut dalam etanol panas, kloroform dan minyak
-----------	---

## II.2. Kapasitas Produksi

Penentuan kapasitas produksi suatu pabrik merupakan hal yang mendasar dan sangat penting karena merupakan faktor yang sangat berpengaruh dalam perhitungan teknis dan analisis ekonomi suatu pabrik.

Perancangan pra desain pabrik GMS didasarkan pada data statistik kebutuhan GMS dari tahun 2013 hingga 2018. Hingga saat ini belum ada pabrik GMS yang didirikan di Indonesia, sehingga semua kebutuhan GMS dalam negeri dipenuhi dengan cara impor. Maka dari itu, data-data impor dapat digunakan sebagai data konsumsi atau kebutuhan dalam negeri yang menjadi acuan dalam penentuan kapasitas produksi GMS.

**Tabel 6.** Data Impor GMS di Indonesia Tahun 2013 - 2018

Tahun	Impor (kg)	% Pertumbuhan
2013	4.659.937	
2014	4.825.875	0,03561
2015	5.052.426	0,04695

2016	5.558.723	0,10021
2017	5.828.650	0,04855
2018	6.802.115	0,16704
Rata – rata pertumbuhan		0,079672

(Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia)

Dan pada rekap pada tahun 2018 didapat ada beberapa perusahaan yang melakukan import terhadap GMS diantaranya yaitu PT. WADAH MAKMUR KENCANA (perusahaan yang beroperasi di bidang Polymer berupa plastik dan karet), PT LAUTAN NATURAL KRIMERINDO (perusahaan beroperasi khusus pada produk krimer non-susu), dan PT. GOODYEAR INDONESIA TBK (pabrik yang beroperasi dalam pembuatan ban)

(Sumber: [www.exportgenius.in](http://www.exportgenius.in))

Dengan menggunakan Tabel II.1 di atas, dapat diperoleh kenaikan impor rata-rata per tahun adalah 0,079672 %. Maka perkiraan kebutuhan gliserol monostearat pada tahun 2023 dapat dihitung dengan persamaan:

$$m = P(1+i)^n$$

Dimana:

P = Kebutuhan GMS pada tahun 2018 (ton)

m = jumlah produk pada tahun 2023 (ton/tahun)

i = Rata – rata % Pertumbuhan

n = selisih tahun

Sehingga jumlah kebutuhan GMS pada tahun 2023 dapat diprediksi dan dijadikan acuan dalam penentuan kapasitas produksi.

$$\begin{aligned} m (\text{kebutuhan pada 2023}) &= P (1 + i)^5 \\ &= 6.802.115 (1 + 0,079672)^5 \\ &= 9.979.370,86 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Dengan persamaan tersebut dapat diestimasi kapasitas produksi GMS di Indonesia pada tahun 2023 yakni 9.979.370,86 kg/tahun. Dari data tersebut ditentukan kapasitas pabrik 50% dari kebutuhan pada tahun 2023 sebesar 4.990 ton/tahun, sehingga kapasitas per hari dari pabrik gliserol monostearat (GMS) sebesar 15,12 ton/hari dengan 330 hari operasi pabrik dalam setahun dan basis 24 jam per hari. Adapun alasan pemilihan kapasitas pabrik hanya 50% dari total adalah karena 4 *point*, yaitu

- Belum adanya kredibilitas dari pabrik GMS di Indonesia (belum ada pabrik GMS sebelumnya), yang mana para

konsumen sudah sejak lama beli dari impor, sehingga dapat menyebabkan produk GMS tidak terjual secara keseluruhan jika produksi GMS 100%.

- Melihat kondisi COVID-19 yang menyebabkan ekonomi dunia turun, dimana meningkatnya penambahan pengangguran maupun masyarakat kurang mampu yang berpotensi besar menyebabkan daya beli konsumen akan berkurang untuk produk-produk yang membutuhkan GMS seperti kosmetik, karet, maupun plastic.
- Adanya penurunan impor dari tahun 2018 ke 2019 yaitu dari 6800 ton menjadi 5900 ton.
- Melihat dari pabrik-pabrik GMS yang lain, kapasitas pabrik yang memiliki kriteria mirip pabrik kami memproduksi kisaran 5000 ton GMS per tahun.

Pabrik Gliserol Monostearat (GMS) dirancang akan didirikan di wilayah Kawasan Industri Gresik. Adapun alasan memilih lokasi tersebut, yaitu sebagai berikut.

#### 1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku merupakan faktor utama dalam kelangsungan operasi suatu pabrik. Bahan baku gliserol monostearat adalah asam stearat dan gliserol yang diproduksi oleh PT. Wilmar yang terletak di Gresik, Jawa Timur. PT. Wilmar dipilih sebagai

penyedia bahan baku utama karena PT Wilmar merupakan salah satu industri oleokimia terbesar di Indonesia dengan kapasitas 132.000 MT/tahun. Selain dari oleokimia, bahan baku bisa didapat dari industri biodiesel di Jawa Timur yaitu dengan kapasitas produksi sebesar 1,57 juta ton/tahun dengan produk samping gliserol sebanyak 10% atau sebanyak 157.000 ton/tahun. Selain itu, bahan baku lainnya yakni H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> diproduksi oleh PT Petrokimia Gresik. Berdasarkan pertimbangan tersebut dipilih daerah ini karena lokasi dekat dengan bahan baku sehingga dapat mengurangi biaya transportasi.

## 2. Transportasi

Kawasan Industri Gresik terletak 5,1 km dari Pelabuhan Gresik dan juga dapat diakses melalui jalan tol. Sehingga fasilitas transportasi yang ada di daerah ini sudah cukup memadai sehingga pengiriman bahan baku ataupun pemasaran produk dapat berjalan dengan lancar.

## 3. Utilitas

Utilitas suatu pabrik meliputi energi (listrik), gas, dan air. Untuk energi sendiri Kawasan Industri Gresik merupakan kawasan industri yang cukup besar, sehingga energi yang dibutuhkan dapat dipenuhi oleh PLN setempat. Untuk gas sendiri

di Kawasan Industri Gresik sendiri telah dibangun jalur untuk gas alam oleh PGN. Sedangkan, untuk ketersediaan air bersih, lokasi ini dekat dengan Bendungan Gerak Sembayat yang dapat digunakan sebagai sumber air bersih.

#### 4. Tenaga kerja

Kawasan Industri Gresik terletak tidak terlalu jauh dari kota besar, seperti Surabaya, yang memiliki banyak lembaga pendidikan formal maupun nonformal sehingga memiliki potensi tenaga ahli baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Dengan didirikannya pabrik ini akan mengurangi tingkat pengangguran, baik dari penduduk sekitar ataupun penduduk urban.

#### 5. Pasar

Pasar untuk Pulau Jawa lebih bervariasi daripada pulau lain di Indonesia karena banyak industri makanan berkapasitas besar didirikan di Pulau Jawa untuk memudahkan distribusi produknya ke masyarakat yang pada dasarnya merupakan pulau dengan populasi terpadat di Indonesia. Salah satu target pasar yakni industri bakery dengan kapasitas besar yakni PT. Nippon Indosari Corporindo atau Sari Roti yang terletak di Pasuruan, Jawa Timur.

#### 6. Lingkungan sekitar

Pembangunan pabrik direncanakan di daerah khusus kawasan industri, sehingga tidak ada perizinan rumit yang melibatkan masyarakat sekitar. Selain itu, iklim dan cuaca di daerah ini cukup stabil, serta tanah yang stabil, sehingga tidak memiliki potensi bencana alam yang serius.



Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB III**

### **SELEKSI DAN URAIAN PROSES**

#### **III.1 Pemilihan Proses**

Produksi dari Gliserol Monostearat (GMS) dapat dilakukan melalui dua macam proses, yaitu dengan proses esterifikasi dan juga transesterifikasi. Dalam suatu pemilihan proses perlu dilakukan pertimbangan dari beberapa aspek, seperti bahan baku, konversi, kondisi operasi, ekonomi, dll. Pemilihan proses sangat penting untuk dilakukan supaya memperoleh produk dengan tingkat produksi tinggi, berkualitas dan bernilai jual tinggi, serta dengan menggunakan bahan baku yang murah dengan biaya produksi yang rendah.

#### **III.2 Proses Esterifikasi**

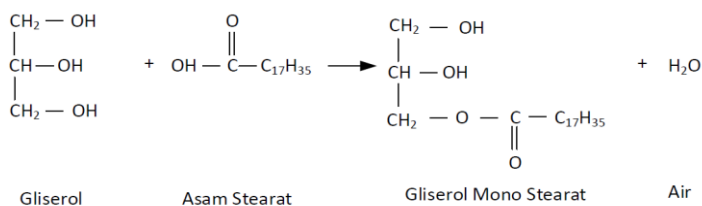
Pada proses esterifikasi, bahan baku yang digunakan berupa gliserol dan asam stearat serta menggunakan katalis asam atau basa dan bersifat *reversible* (Fessenden, 1986). Umumnya digunakan katalis asam seperti asam fosfat ( $H_3PO_4$ ). Reaksi esterifikasi adalah suatu reaksi antara asam karboksilat dengan alkohol membentuk ester dan air. Turunan asam karboksilat membentuk ester asam karboksilat. Ester asam karboksilat

merupakan suatu senyawa yang mengandung gugus  $-CO_2R$  dengan R dapat berbentuk alkil ataupun aril (Pratiwi, 2011).

Mekanisme reaksi esterifikasi tersebut merupakan reaksi substitusi asil nukleofil dengan katalisator asam melalui beberapa tahap reaksi. Mulanya terjadi pembentukan senyawa proton pada asam karboksilat dengan adanya perpindahan proton dari katalis asam atom oksigen pada gugus karbonil. Kemudian alkohol nukleofilik menyerang karbon positif sehingga terbentuk ion oksonium. Pada proses ini terjadi pelepasan proton atau deprotonasi dari gugus hidroksil milik alkohol, menghasilkan senyawa kompleks teraktivasi. Selanjutnya terjadi protonasi terhadap salah satu gugus hidroksil yang diikuti dengan pelepasan molekul air dan menghasilkan ester (Fessenden & Fessenden, 1982).

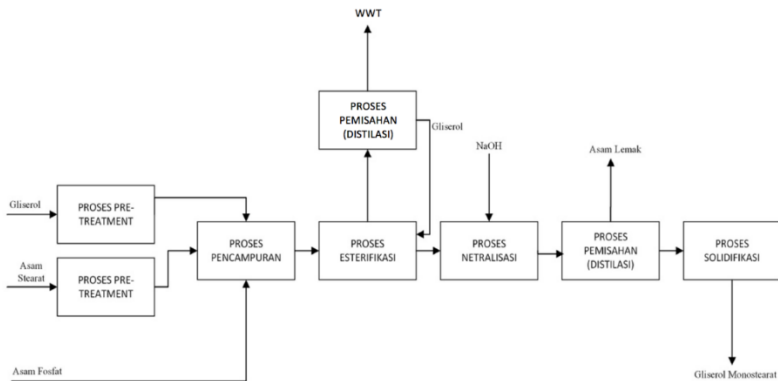
Reaksi esterifikasi merupakan reaksi endotermal yang bersifat *reversible* sehingga konversi sempurna tidak mungkin tercapai. Kirk dan Othmer (1994) menjelaskan bahwa apabila salah satu reaktan dibuat berlebih, maka reaksi kesetimbangan akan bergeser ke arah kanan (pembentukan ester) dan tumbukan antar molekul semakin besar yang mengakibatkan konversi menjadi produk semakin besar pula. Laju reaksi esterifikasi sangat dipengaruhi oleh struktur molekul reaktan dan radikal yang terbentuk dalam senyawa antara.

Asam stearat akan teresterifikasi dengan gliserol ketika campuran dipanaskan pada temperatur 260-300°C (Bailey, 1981). Pada temperatur yang lebih rendah, dibutuhkan waktu yang lebih lama. Berdasarkan stoikiometri reaksi, untuk membentuk 1 mol gliserol monostearat dibutuhkan 1 mol gliserol. Reaksi esterifikasi pembentukan GMS sebagai berikut :



**Gambar 1.** Reaksi Esterifikasi Pembentukan Gliserol Monostearat

Pada reaksi esterifikasi yang terjadi untuk membentuk GMS, tidak diperlukan pemisahan di awal karena digunakan asam stearat dengan kemurnian tinggi. Namun, dibutuhkan penetralan katalis asam menggunakan basa (natrium hidroksida) di akhir proses.



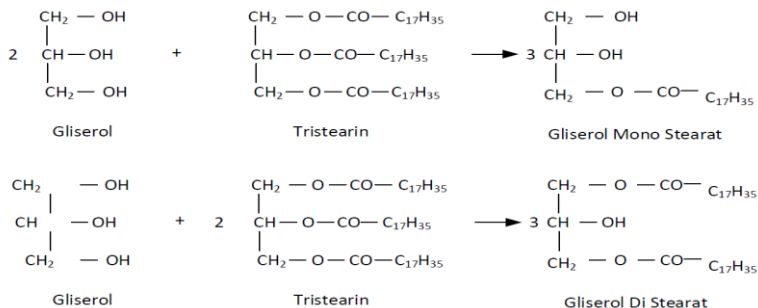
**Gambar 2.** Blok Diagram Proses Esterifikasi Gliserol Monostearat

Bahan baku berupa asam stearat dan gliserol terlebih dahulu memasuki melalui proses *pre-treatment* untuk menaikkan suhu dan mengurangi beban *heater* serta dengan menaikkan suhu dalam *pre-treatment* dapat menurunkan viskositas gliserol dan asam stearat sehingga dapat mengurangi beban pompa, sedangkan katalis asam fosfat tidak perlu dipanaskan terlebih dahulu. Kemudian ketiga bahan tersebut memasuki proses pencampuran sebelum diumpankan ke dalam reaktor esterifikasi. Proses esterifikasi dilakukan pada temperatur  $260^{\circ}\text{C}$  dan tekanan  $0,13\text{ atm}$  (Bailey, 1981). Konversi yang dapat dicapai dalam reaksi pembentukan gliserol monostearat dengan metode esterifikasi adalah sebesar 82%. Produk atas yang keluar dari tahapan proses

esterifikasi diumpankan ke kolom distilasi untuk memisahkan air serta *me-recycle* komponen-komponen yang masih dibutuhkan seperti gliserol dan asam stearat. Produk bawah dari tahapan proses esterifikasi dinetralkan dengan natrium hidroksida (NaOH) dan dimurnikan dalam kolom distilasi. Kemudian dilakukan pendinginan untuk membentuk produk gliserol monostearat berbentuk padatan atau *powder* dan disimpan dalam tangki penyimpanan.

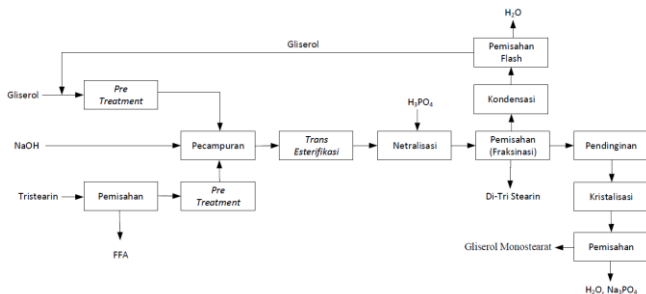
### III.1.2 Proses Trans-Esterifikasi

Pada proses trans-esterifikasi (gliserolisis), bahan baku yang digunakan berupa trigliserin yang terdiri dari tristearat, lalu ditambahkan dengan gliserol. Proses ini menggunakan katalis basa seperti natrium, kalium dan kalsium hidroksida. Di dalam proses trans-esterifikasi sebelum diumpankan ke dalam reaktor, kandungan asam stearat dalam trigliserida perlu dipisahkan terlebih dahulu. Transesterifikasi merupakan reaksi pembentukan ester dan gliserol dari trigliserin (lemak atau minyak) dengan gugus alkohol. Berdasarkan stoikiometri reaksi, untuk membuat 3 mol gliserol monostearat hanya dibutuhkan 2 mol gliserol dan 1 mol tristearat. Akan tetapi pada reaksi transesterifikasi dapat terbentuk gliserol distearat sehingga mengurangi konversi produk GMS.



**Gambar 3.** Reaksi Trans Esterifikasi Pembentukan Gliserol Monostearat

Semakin tinggi rasio gliserol terhadap trigliserida maka semakin tinggi pula temperatur yang dibutuhkan untuk mencapai reaksi sempurna. Karena dioperasikan pada temperatur tinggi, maka dapat terjadi reaksi samping yang menghasilkan produk dengan warna yang lebih gelap. Hal ini tidak diharapkan jika produk digunakan dalam industri makanan.



**Gambar 4.** Blok Diagram Proses Trans Esterifikasi Gliserol Monostearat

Sebelum diumpankan ke dalam reaktor, kandungan asam lemak bebas (FFA) dalam trigliserida perlu dipisahkan terlebih dahulu. Kemudian asam lemak hasil pemisahan dan gliserol yang telah melalui *pre-treatment*, dan katalis NaOH dicampur dan diumpankan ke dalam reaktor trans-esterifikasi. Proses trans-esterifikasi dilakukan pada temperatur 260°C dan tekanan 13,61 atm dan dilakukan penginjeksian nitrogen ke dalam reaktor untuk mencegah oksidasi. Konversi yang dapat dicapai dalam pembentukan gliserol monostearat menggunakan proses trans-esterifikasi sebesar 80%. Kemudian produk dinetralisasi menggunakan asam fosfat sehingga membentuk endapan  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  dan memasuki tahap pemisahan menggunakan distilasi molekuler/fraksionasi untuk memisahkan produk monogliserida dan digliserida. Selain itu uap gliserol juga dipisahkan dan diumpankan kembali ke dalam proses sebagai *recycle*. Setelah melalui pemisahan ini selanjutnya gliserol monostearat dikristalisasi dan pisahkan dari garam dan air yang masih tersisa dan disimpan dalam tangki penyimpanan.



### III.1.3 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian dan data-data yang telah dijelaskan di atas maka didapatkan perbandingan sebagai berikut.

**Tabel 7.** Perbandingan Macam Proses Produksi Gliserol Monostearat

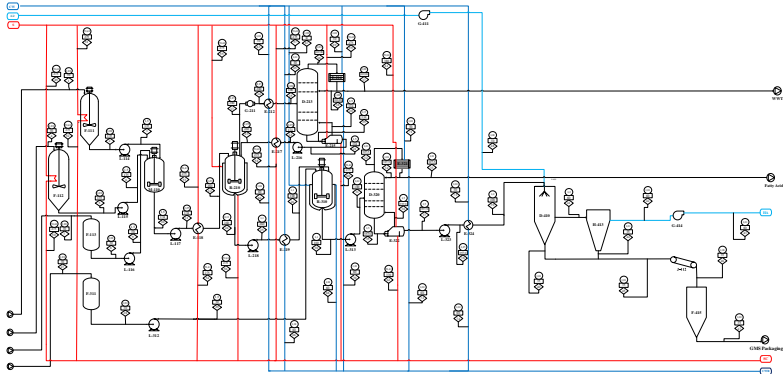
No	Parameter	Macam Proses	
		Esterifikasi	Transesterifikasi
Aspek Teknis			
1.	Konversi (%)	82	80
2.	Yield (%)	91	65,4
Aspek Operasi			
3.	Temperatur (°C)	260 - 300	260
4.	Tekanan (atm)	0,13	13,61
Aspek Lingkungan			
5.	Hasil Samping	H <sub>2</sub> O	FFA, H <sub>2</sub> O ; Gliserol Distearat

Pada pendirian pabrik gliserol monostearat, dipilih proses esterifikasi dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Didapatkan konversi dan *yield* yang tinggi tanpa menggunakan proses lebih lanjut.
2. Rangkaian proses lebih sederhana karena tidak memerlukan separator di awal dan akhir proses.

3. Biaya investasi lebih rendah karena tidak memerlukan banyak alat dalam rangkaian proses.
4. Kondisi operasi lebih sederhana dan hasil samping lebih sedikit sehingga lebih aman dibanding proses yang lain.

### III.2 Uraian Proses



**Gambar 5.** *Process Flow Diagram* Pabrik GMS

Proses produksi gliserol monostearat dari asam stearat dan gliserol dengan proses esterifikasi terbagi menjadi tiga tahap proses utama, yaitu:

1. Tahap *Pre-treatment*

Pada tahap ini bahan baku dikondisikan untuk mencapai kondisi operasi sebelum masuk dalam reaktor esterifikasi (R-210). Pada *glycerol storage tank* (F-111), gliserol dipanaskan terlebih dahulu dari 30°C hingga 135°C untuk menurunkan viskositas dari gliserol dan asam stearat sehingga dapat mengurangi beban pompa nantinya saat dialirkan menuju *mixing*

*point*. Tangki (F-111) dilengkapi dengan *coil* pemanas dengan sumber panas dari *saturated steam* dimana suhu gliserol dalam tangki diatur oleh *thermostatic control valve*.

Pada *stearic acid storage tank* (F-112) yang berisi asam stearat dikondisikan pada suhu 135°C yang dimana tangki dilengkapi *coil* pemanas seperti tangki (F-111) dengan tujuan penggunaan yang sama. Kemudian gliserol dan asam stearat di alirkan ke dalam *mixing tank* masing-masing menggunakan pompa (L-114 dan L-115). Sedangkan  $H_3PO_4$  langsung di pompa menuju *mixing tank* menggunakan pompa (L-116) tanpa dipanaskan terlebih dahulu.

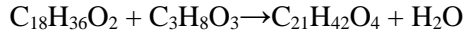
Semua bahan baku tercampur dalam *mixing tank* dan dipompa menuju reaktor esterifikasi menggunakan pompa (L-117). Namun sebelumnya masuk ke dalam *preheater* (E-117) untuk dinaikkan temperaturnya hingga 260°C yang bertujuan untuk mengurangi beban energi yang dibutuhkan dalam reaktor (R-210).

## 2. Tahap Esterifikasi

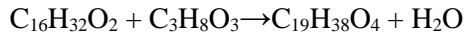
Pada tahap ini, campuran asam stearat, gliserol, dan  $H_3PO_4$  dalam reaktor esterifikasi (R-210) akan terjadi reaksi esterifikasi antara asam stearat dan gliserol membentuk gliserol monostearat dengan bantuan katalis  $H_3PO_4$ . Selain asam stearat, terdapat asam palmitat yang ikut bereaksi dengan gliserol

membentuk gliserol monopalmitat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

- Pembentukan Gliserol Monostearat



- Pembentukan Gliserol Monopalmitat



Reaktor (R-210) dilengkapi dengan *heating jacket* untuk menjaga suhu reaktor pada suhu 260°C dan tekanan 0,13 atm. Reaksi berlangsung selama 1,6 jam. Pada suhu dan tekanan yang diatur, air dan beberapa komponen lainnya akan berubah fase menjadi gas yang kemudian akan ditarik menjadi produk atas oleh *steam jet ejector* yang juga berfungsi untuk menghasilkan kondisi vakum pada reaktor (G-211). Penarikan air yang merupakan produk reaksi esterifikasi dilakukan agar reaksi kesetimbangannya terus berjalan ke arah produk sehingga didapatkan konversi reaksi yang tinggi (Bailey, 1981). Produk reaktor berfase gas ini diubah fasenya menjadi *liquid* menggunakan kondensor (E-212), kemudian dipisahkan pada kolom distilasi (D-213) dengan suhu *top* 102,08 °C dengan tekanan 1 atm dan suhu *bottom* 114 °C dan 1,5 atm. Aliran *bottom* dikembalikan lagi ke dalam reaktor menggunakan pompa (L-214) namun sebelumnya dipanaskan dalam *heater* (E-215) untuk mencapai suhu reaksi. Sedangkan aliran *top* dialirkan ke Unit

*Waste Water Treatment*. Produk bawah yang keluar dari reaktor esterifikasi (R-210) merupakan campuran dari gliserol monostearat, gliserol monopalmitat, serta gliserol, asam stearat, asam palmitat, dan  $H_3PO_4$  yang tidak bereaksi. Hasil ini dialirkan menggunakan pompa (L-216) dan diturunkan suhunya dengan *cooler* (E-217) untuk memasuki tahap pemurnian.

### 3. Tahap Pemurnian

Produk keluaran reaktor esterifikasi (R-210) dialirkan menuju *neutralizing reactor* (R-310) untuk menghilangkan kandungan asam dari  $H_3PO_4$  dengan penambahan NaOH (perbandingan 1:3 dalam mol) yang dialirkan dari *sodium hydroxide storage tank* (F-311) melalui pompa (L-312) dan menghasilkan garam  $Na_3PO_4$  serta air. Kemudian produk hasil netralisasi dialirkan dengan pompa (L-313) menuju kolom distilasi (D-320) untuk memisahkan asam lemak dan produk utama gliserol monostearat yang hanya mengandung impuritas seminimal mungkin.

### 4. Tahap Solidifikasi

Aliran *bottom* kolom distilasi dengan kandungan gliserol monostearat (kemurnian 91%) kemudian memasuki unit *spray cooling chamber* (D-410) untuk mengubah bentuk yang awalnya *liquid* menjadi bubuk, menyesuaikan dengan bentuk produk yang diinginkan. GMS yang awalnya *liquid* masuk ke dalam *cooling*

*chamber* dan terpecah oleh *atomizer* yang memiliki ukuran lubang sesuai dengan produk yang diinginkan dan terpapar dengan aliran udara dingin sehingga GMS memadat menjadi butiran bubuk dengan diameter 60 mesh. Aliran udara dingin ini merupakan *ambient air* yang ditarik dari lingkungan menggunakan *centrifugal blower* (G-411) dan masuk ke dalam *nozzle*. Kemudian bubuk GMS akan jatuh ke bawah menuju *belt conveyor* (J-412) untuk dibawa menuju *GMS Bin* (F-416). Sedangkan udara dan sedikit bubuk GMS yang terikut terbawa menuju *cyclone* (H-413) untuk memisahkan udara dan bubuk GMS, dimana udara ini ditarik keluar menggunakan *centrifugal blower* (G-414) sedangkan GMS nya akan jatuh ke bagian bawah *cyclone* dan dibawa oleh *belt conceyor* (J-415) menuju *GMS Bin* (F-416).

Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB IV

### NERACA MASSA DAN ENERGI

#### IV.1. Neraca Massa

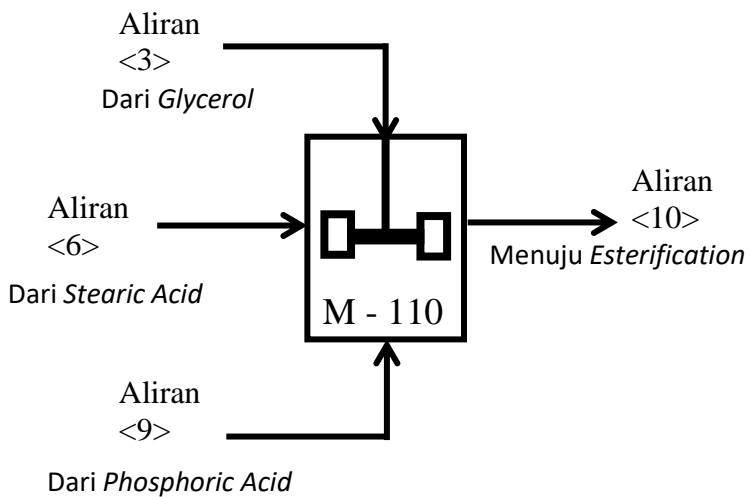
Kapasitas	= 4.990 ton gliserol monostearat / tahun
	= 4,990,000 Kg gliserol monostearat / tahun
	= 15.121,2121 Kg gliserol monostearat / hari
	= 630,050505 gliserol monostearat / jam
Operasi	= 330 hari / tahun ; 24 jam / hari
Satuan massa	= Kg
Basis Perhitungan	= 1 jam operasi

Perhitungan neraca massa menggunakan neraca massa total dan neraca massa komponen dilakukan menggunakan *software* Aspen Hysys 10 untuk reactor esterifikasi dan *Microsoft Excel* untuk peralatan lainnya. Untuk neraca massa total, berdasarkan hukum kekekalan massa, berlaku persamaan :



Akumulasi	Massa	Massa	Generasi	Konsumsi
total	total	total	total	total
dalam	masuk	keluar	dalam	dalam
system	dalam	dari	system	system
	system	system		
	m	m		

#### IV.1.1. Mixing Tank (M-110)

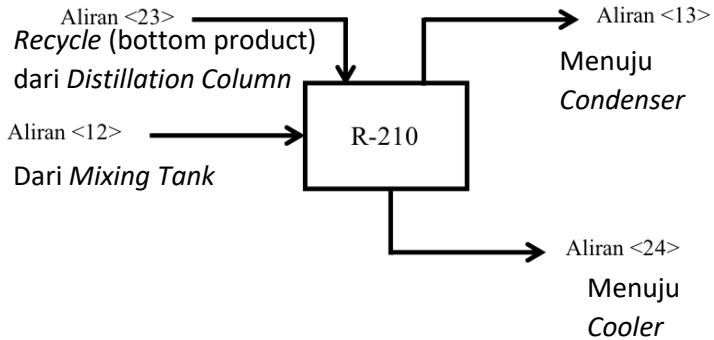


**Gambar 6.** *Mixing Tank (M-110)*

**Tabel 8.** Neraca *Massa Mixing Tank*

Komponen	Masuk (kg)						Keluar (kg)	
	<3>		<6>		<9>		<10>	
	X3	M3	X6	M6	X9	M9	X10	M10
Gliserol	0,997	173,506	0	0	0	0	0,231	173,5
Air	0,003	0,522	0	0	0,150	0,899	0,002	1,421
As. Stearat	0	0	0,920	525,46	0	0	0,700	525,5
As. Palmitat	0	0	0,080	45,692	0	0	0,061	45,69
As. Fosfat	0	0	0	0	0,850	4,887	0,007	4,887
Total	1	174,028	1	571,1485	1	5,785	1	750,96
	750,9617						750,9617	

#### IV.1.2. Esterification Reactor (R-210)



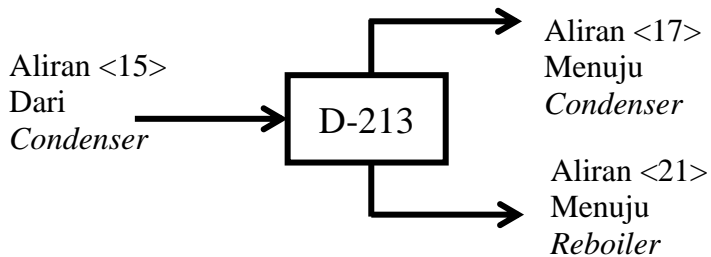
**Gambar 7.** Esterification Reactor (R-210)

**Tabel 9.** Neraca Massa Esterification Reactor

Komponen	Masuk (kg)				Keluar (kg)			
	<12>		<23>		<13>		<24>	
	X1 2	M12	X2 3	M23	X1 3	M13	X2 4	M24
Gliserol	0,2 31	173,5 06	0,0 06	0,151 8	0,0 29	1,910 2	0,0 01	0,975 0
Air	0,0 02	1,420 7	0,0 00	0,002 8	0,5 07	33,23 80	0,0 00	0,190 8
As. Stearat	0,7 00	525,4 6	0,5 15	14,20 48	0,1 77	11,57 44	0,0 61	43,79 07

As. Palmitat	0,0 61	45,69 19	0,0 51	1,413 3	0,0 19	1,278 3	0,0 03	2,497 1
As. Fosfat	0,0 07	4,886 5	0,0 01	0,024 8	0,0 70	4,592 3	0,0 00	0,083 0
GMS	0,0 00	0,000 0	0,4 02	11,09 94	0,1 76	11,51 39	0,8 92	636,5 4
GMP	0,0 00	0,000 0	0,0 52	1,438 1	0,0 22	1,450 0	0,0 81	58,00 8
Total	1	750,9 6	1	28,3	1	65,56	1	713,7
	779,2968				779,2968			

#### IV.1.3. Distillation Column I (D-213)

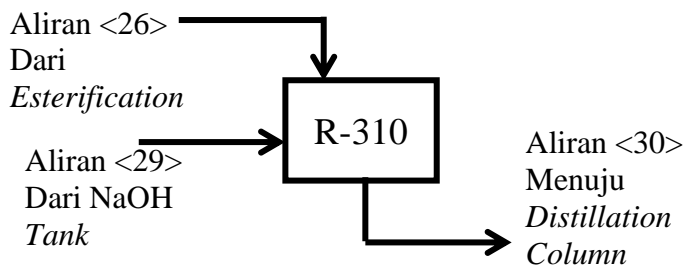


**Gambar 8.** Distillation Column I (D-213)

**Tabel 10.** Neraca Massa Distillation Column I

Komponen	Masuk		Keluar			
	<19>		<20>		<21>	
	Fraksi Massa	Massa (kg)	Fraksi Massa	Massa (kg)	Fraksi Massa	Massa (kg)
Gliserol	0,0291	1,9102	0,0005	0,0191	0,0667	1,8911
Air	0,5070	33,2380	0,8840	32,9056	0,0117	0,3324
As. Stearat	0,1766	11,5744	0,0001	0,0028	0,4084	11,5716
As. Palmitat	0,0195	1,2783	0,0001	0,0021	0,0450	1,2763
As. Osfat	0,0701	4,5923	0,1153	4,2924	0,0106	0,2999
GMS	0,1756	11,5139	0,0000	0,0000	0,4063	11,5139
GMP	0,0221	1,4500	0,0000	0,0000	0,0512	1,4500
Total	1	65,557	1	37,2220	1	28,3351
	65,5571		65,5571			

#### IV.1.4. Neutralizing Reactor (R-310)



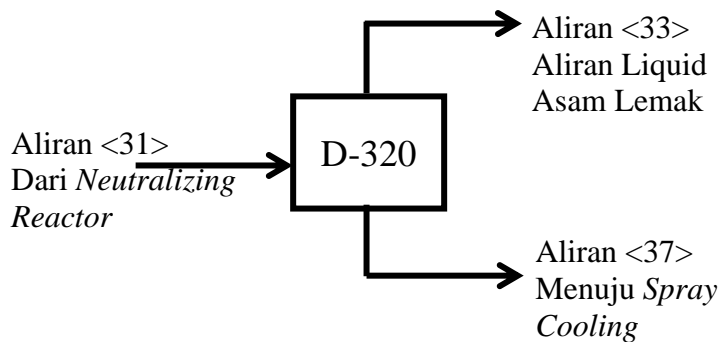
**Gambar 9.** Neutralizing Reactor (R-310)

**Tabel 11.** Neraca Massa Neutralizing Reactor

Komponen	Masuk (kg)				Keluar (kg)	
	<26>		<29>		<30>	
	X26	M26	X29	M29	X30	M30
Gliserol	0,001 3	0,975 0	0,000 0	0,000 0	0,001 3	0,97497 9
Air	0,000 3	0,190 8	0,520 0	0,216 1	0,000 6	0,45263 7
As. Stearat	0,059 0	44	0,000 0	0,000 0	0,059 0	43,7907 3
As.	0,003	2,497	0,000	0,000	0,003	2,49713

Palmitat	4	1	0	0	4	1
As. Fosfat	0,000 1	0,083 0	0,000 0	0,000 0	0,000 0	0
GMS	0,857 8	637	0,000 0	0,000 0	0,857 3	636,542
GMP	0,078 2	58	0,000 0	0,000 0	0,078 1	58,0084 8
NaOH	0,000 0	0,000 0	0,480 0	0,199 5	0,000 1	0,09784 4
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0,000 0	0,000 0	0,000 0	0,000 0	0,000 2	0,13880 5
Total	1	742	1	0,415 6	1	742,502 6
	742,5026				742,5026	

#### IV.1.5. Distillation Column II (D-320)



**Gambar 10.** Distillation Column II (D-320)

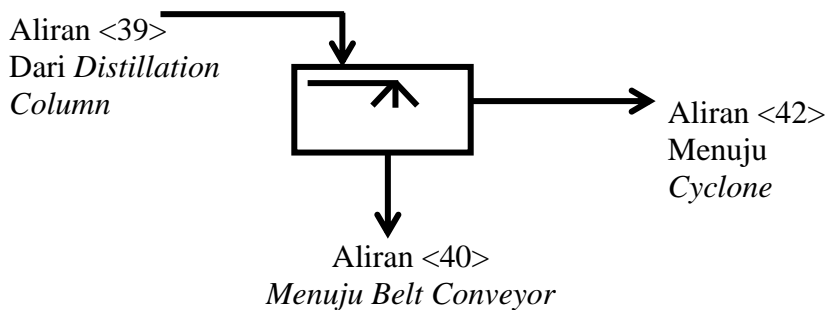
**Tabel 12.** Neraca Massa Distillation Column II

Komponen	Masuk		Keluar			
	<31>		<33>		<37>	
	Fraksi Massa	Massa (kg)	Fraksi Massa	Massa (kg)	Fraksi Massa	Massa (kg)
Gliserol	0,0013	0,9750	0,0177	0,9750	4,9,E-09	3,4,E-06
Air	0,000	0,4526	0,008	0,4526	2,3,E-	1,6,E-



	6		2		15	12
As. Stearat	0,059 0	43,790 7	0,788 8	43,352 8	6,4,E- 04	0,4379
As. Palmitat	0,003 4	2,4971	0,045 4	2,4937	5,0,E- 06	0,0034
GMS	0,857 3	636,54 20	0,115 8	6,3654	9,2,E- 01	630,17 65
GMP	0,078 1	58,008 5	0,021 5	1,1841	8,3,E- 02	56,824 4
NaOH	0,000 1	0,0978	0,000 0	0,0,E+ 00	1,4,E- 04	0,0978
Na3PO4	0,000 2	0,1388	0,002 5	0,1388	1,4,E- 14	9,8,E- 12
Total	1	742,50 26	1	54,962 4	1	687,54 01
	742,5026		742,5026			

#### IV.1.6. Spray Cooling Chamber (D-410)



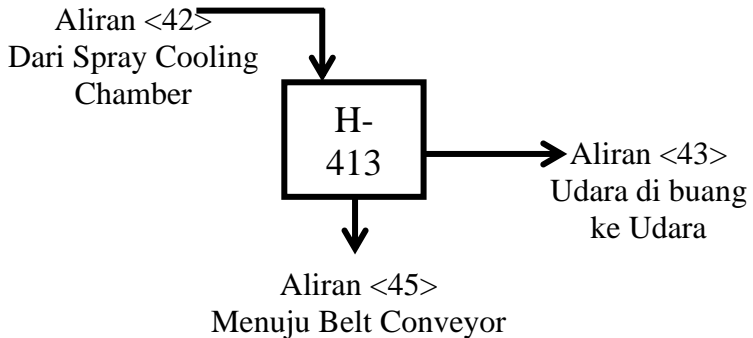
**Gambar 11.** *Spray Cooling Chamber (D-410)*

**Tabel 13.** *Neraca Massa Spray Cooling Chamber*

Komponen	Masuk		Keluar			
	<39>		<40>		<41>	
	Fraksi massa	Massa (kg)	Fraksi massa	Massa (kg)	Fraksi massa	Massa (kg)
Gliserol	4,9,E-09	3,4,E-06	4,9,E-09	3,3,E-06	4,9,E-09	3,4,E-08
Air	2,3,E-15	1,6,E-12	2,3,E-15	1,6,E-12	2,3,E-15	1,6,E-14
As. Stearat	6,4,E-04	0,4379	6,4,E-04	0,4335	6,4,E-04	0,0044

As. Palmitat	5,0,E-06	0,0034	5,0,E-06	3,4,E-03	5,0,E-06	3,4,E-05
GMS	9,2,E-01	630,1765	9,2,E-01	623,8748	9,2,E-01	6,3018
GMP	8,3,E-02	56,8244	8,3,E-02	56,2562	8,3,E-02	0,5682
NaOH	1,4,E-04	0,0978	1,4,E-04	0,0969	1,4,E-04	0,0010
Na3PO4	1,4,E-14	9,8,E-12	1,4,E-14	9,7,E-12	1,4,E-14	9,8,E-14
Total	1	687,5401	1	680,6647	1	6,8754
	687,5401		687,5401			

#### IV.1.7. Cyclone (H-413)



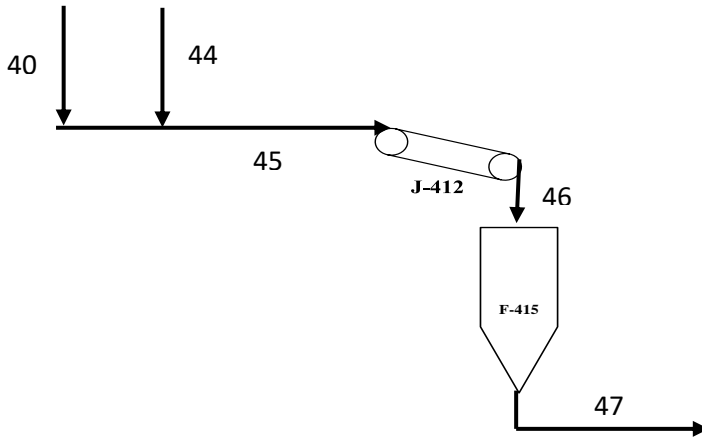
**Gambar 12.** Cyclone (H-413)

**Tabel 14.** *Neraca Massa Cyclone*

Komponen	Masuk		Keluar			
	<42>		<43>		<44>	
	Fraksi massa	Massa (kg)	Fraksi massa	Massa (kg)	Fraksi massa	Massa (kg)
Gliserol	4,9,E-09	3,4,E-08	4,9,E-09	6,7,E-10	4,9,E-09	3,3,E-08
Air	2,3,E-15	1,6,E-14	2,3,E-15	3,2,E-16	2,3,E-15	1,6,E-14
As. Stearat	6,4,E-04	0,00438	6,4,E-04	0,00009	6,4,E-04	0,00429
As. Palmitat	5,0,E-06	3,4,E-05	5,0,E-06	6,9,E-07	5,0,E-06	3,4,E-05
GMS	9,2,E-01	6,30177	9,2,E-01	0,12604	9,2,E-01	6,17573
GMP	8,3,E-02	0,56824	8,3,E-02	0,01136	8,3,E-02	0,55688
NaOH	1,4,E-04	0,00098	1,4,E-04	0,00002	1,4,E-04	0,00096
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1,4,E-14	9,8,E-14	1,4,E-14	2,0,E-15	1,4,E-14	9,6,E-14
Total	1	6,8754	1	0,1375	1,0,E+	6,7378

					00	9
	6,8754		6,8754			

#### IV.1.8. GMS Bin



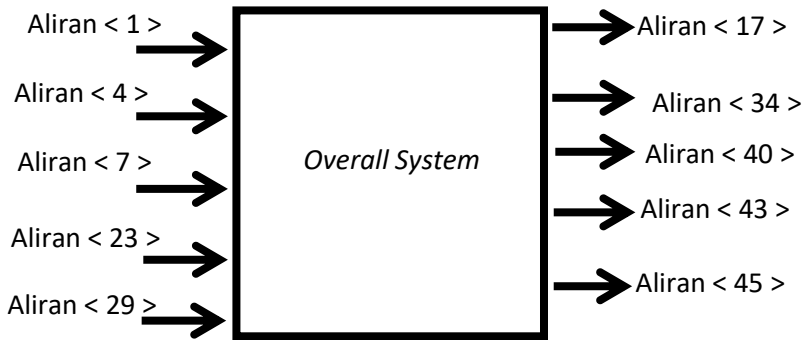
**Gambar 13.** GMS Bin

**Tabel 15.** Neraca Massa GMS Bin

Komponen	Masuk				Keluar	
	<40>		<44>		<47>	
	Fraksi massa	Massa (kg)	Fraksi massa	Massa (kg)	Fraksi massa	Massa (kg)
Gliserol	4,9,E-09	3,3,E-06	4,9,E-09	3,3,E-08	4,88E-09	3,3573E-06
Air	2,3,E-15	1,6,E-12	2,3,E-15	1,6,E-14	2,32E-15	1,5946E-12

As. Stearat	6,4,E-04	4,3,E-01	6,4,E-04	4,3,E-03	0,000637	0,43781969
As. Palmitat	5,0,E-06	3,4,E-03	5,0,E-06	3,4,E-05	5E-06	0,00343604
GMS	9,2,E-01	6,2,E+02	9,2,E-01	6,2,E+00	0,916567	630,0505
GMP	8,3,E-02	5,6,E+01	8,3,E-02	5,6,E-01	0,082649	56,8130365
NaOH	1,4,E-04	9,7,E-02	1,4,E-04	9,6,E-04	0,000142	0,09782433
Na3PO4	1,4,E-14	9,7,E-12	1,4,E-14	9,6,E-14	1,43E-14	9,8,E-12
Total	1	680,6647	1	6,7379	1	687,40262
	687,4026				687,4026	

**IV.1.9. Overall System**



**Gambar 14. Overall System**

**Tabel 16. Neraca Massa Overall System**

<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>	
<b>Komponen</b>	<b>Massa (Kg)</b>	<b>Komponen</b>	<b>Massa (Kg)</b>
Gliserol <1>	174,0280	GMS (<40> + <45> )	687,4026
Asam Stearat <4>	571,1485	Liquid (ke WWT) <17>	37,2220
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> <7>	5,7851	Liquid (FFA) <34>	54,9624
NaOH <29>	0,4156	Udara <43>	0,1375
Aliran reflux <23>	28,3	TOTAL	779,3
TOTAL	779,3		

## IV.2. Neraca Energi

Setelah perhitungan neraca massa dilakukan, selanjutnya adalah perhitungan neraca energi. Dari perhitungan neraca energi dapat ditentukan kebutuhan energi untuk proses, utilitas dan kebutuhan energi lainnya yang terkait dalam proses. Perhitungan

$$\text{Akumulasi} = \text{Input} - \text{Output} + \text{Generasi} - \text{Konsumsi}$$

pada neraca energi ini berlaku hukum kekekalan energi, menurut Himmelblau (1989) bunyi dari hukum kekekalan energi adalah sebagai berikut:

$$H_{in} + \frac{1}{2}V_{in}^2 + g \cdot z_{in} + Q = H_{out} + \frac{1}{2}V_{out}^2 + g \cdot z_{out} + W$$

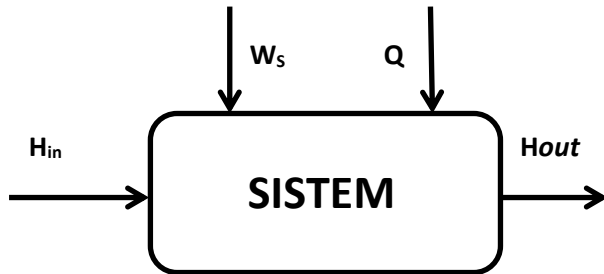
Asumsi yang digunakan pada perhitungan ini adalah sebagai berikut:

- Tidak ada akumulasi energi pada sistem
- Neraca energi dihitung per kapasitas alat
- Perubahan energi kinetik diabaikan
- Perubahan energi potensial diabaikan

Sehingga persamaan umum *energy balance* menjadi:

$$H_{in} = H_{out} + Q + Ws$$





**Gambar 15.** *Penggambaran Sistem Peninjauan Neraca Energi*

Dalam Perhitungan neraca energi ini yang digunakan sebagai dasar perhitungan adalah :

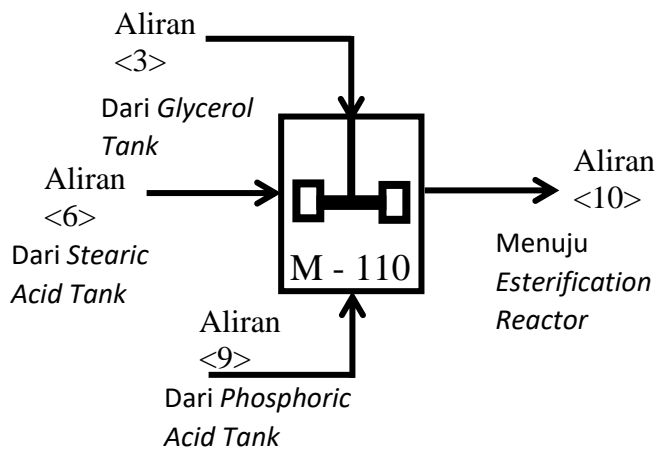
- Basis yang dipergunakan dalam perhitungan adalah 1 jam operasi
- Kondisi referensi :  $T = 25^{\circ}\text{C}$

$$P = 0 \text{ atm}$$

$$R = 8,314 \text{ kJ/kmol.K}$$

Dari perhitungan pada Appendix B, diperoleh *Energy Balance* pada masing-masing alat proses sehingga dapat dibuat tabel sebagai berikut :

#### IV.2.1. Mixing Tank (M-110)

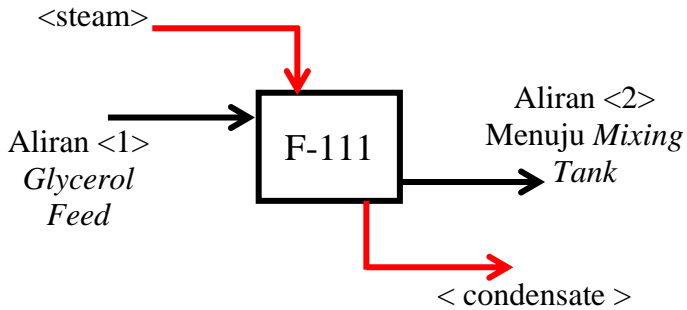


**Gambar 16.** *Mixing Tank (M-110)*

**Tabel 17.** *Neraca Energi Mixing Tank*

Aliran	$\Delta H$ (kJ)	
	Masuk	Keluar
<3>	45034,54235	-
<6>	133183,3468	-
<9>	60,30927497	-
<10>	-	178278,1984
Total	178278,1984	178278,1984

#### IV.2.2. Glycerol Storage Tank (F-111)

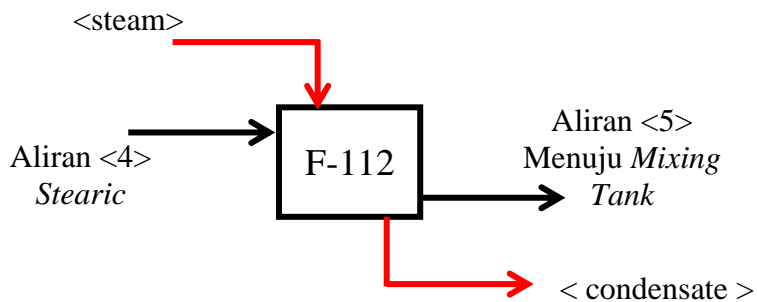


**Gambar 17.** *Glycerol Storage Tank (F-111)*

**Tabel 18.** *Neraca Energi Glycerol Storage Tank*

Aliran	$\Delta H$ (kJ)	
	Masuk	Keluar
<1>	2046,741421	-
<2>	-	45034,54235
Qsteam	42987,80092	-
Total	45034,54235	45034,54235

### IV.2.3. Stearic Acid Storage Tank (F-112)

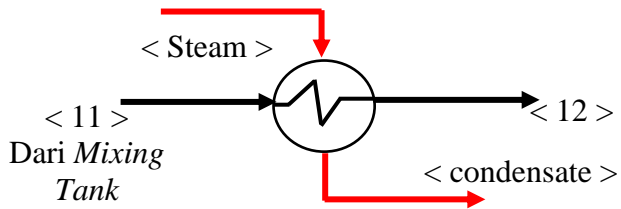


**Gambar 18.** *Stearic Acid Storage Tank (F-112)*

**Tabel 19.** *Neraca Energi Stearic Acid Storage Tank*

Aliran	$\Delta H$ (kJ)	
	Masuk	Keluar
<4>	6053,78849	-
<5>	-	133183,3468
Qsteam	127129,5583	-
Total	133183,3468	133183,3468

#### IV.2.4. Pre-Heater (E-118)

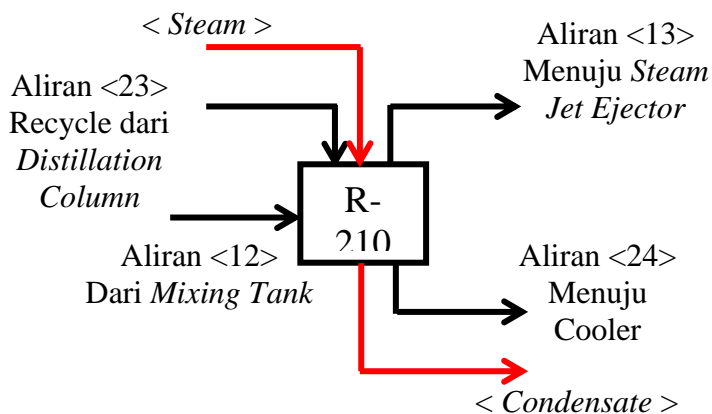


**Gambar 19.** *Pre – Heater (E-118)*

**Tabel 20.** *Neraca Energi Pre - Heater*

Aliran	$\Delta H$ (kJ)	
	Masuk	Keluar
<11>	177922,8678	-
<12>	-	383826,1991
Qsteam	205903,3314	-
Total	383826,1991	383826,1991

#### IV.2.5. Esterification Reactor (R-210)



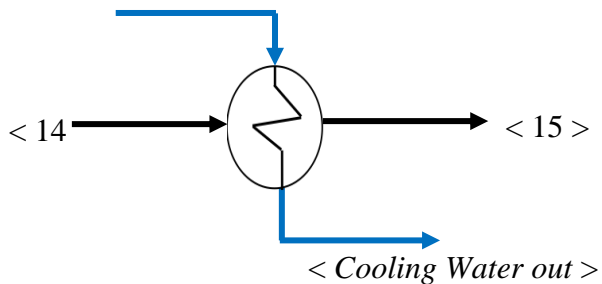
**Gambar 20.** Esterification Reactor (R-210)

**Tabel 21.** Neraca Energi Esterification Reactor

Aliran	$\Delta H$ (kJ)	
	Masuk	Keluar
<12>	383826,1991	-
<13>	-	2230,449586
<23>	14081,01525	-
<24>		367559,0717
$\Delta H_{rxn1}$	-	711510,716
$\Delta H_{rxn2}$	-	69703,28104
Q <sub>steam</sub>	753096,304	-
Total	1151003,518	1151003,518

#### IV.2.6. Condenser (E-212)

< Cooling Water in >

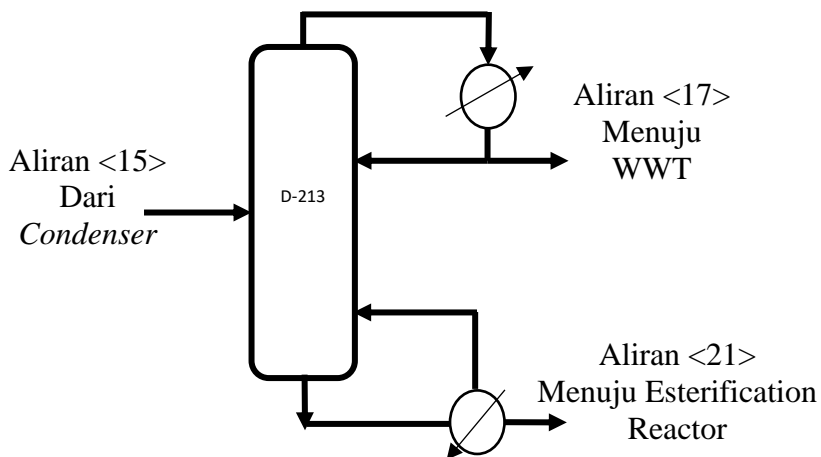


**Gambar 21.** Condenser (E-211)

**Tabel 22.** Neraca Energi Condenser

Aliran	$\Delta H$ (kJ)	
	Masuk	Keluar
<14>	2230,449586	-
<15>	-	5597,122729
Q <sub>cw</sub>	0	-3367
Total	2230,449586	2230,449586

#### IV.2.7. Distillation Column I (D-213)



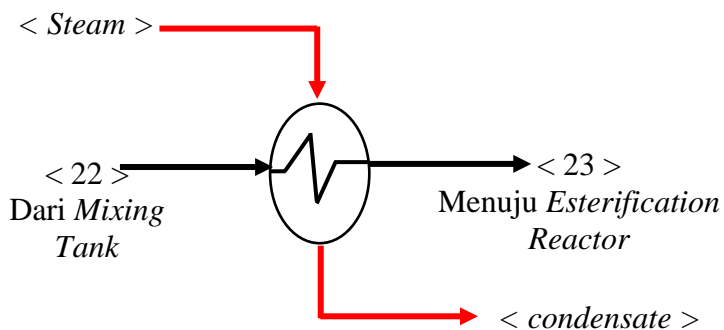
**Gambar 22.** Distillation Column I (D-213)

**Tabel 23.** Neraca Energi Distillation Column I

Komponen	$\Delta H$ (kJ)	
	Masuk	Keluar
<15>	15579,57936	-
<17>	-	11329,37627
<21>	-	5419,675715
Qc		438,9727345
Qr	1608,445364	-
Total	17188,02472	17188,02472



#### IV.2.8. Heater (E-217)

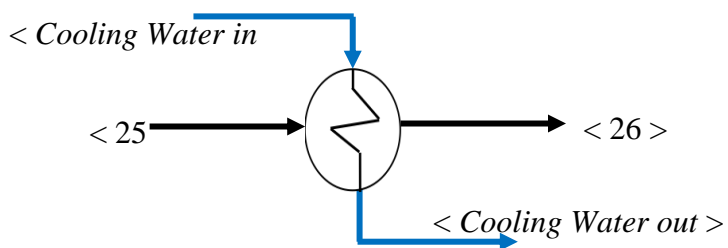


**Gambar 23.** Heater (E-313)

**Tabel 24.** Neraca Energi Heater

Komponen	$\Delta H$ (kJ)	
	Masuk	Keluar
<22>	5419,675715	-
<23>	-	14324,01594
Qsteam	8904,340224	-
Total	14324,01594	14324,01594

#### IV.2.9. Cooler (E-219)

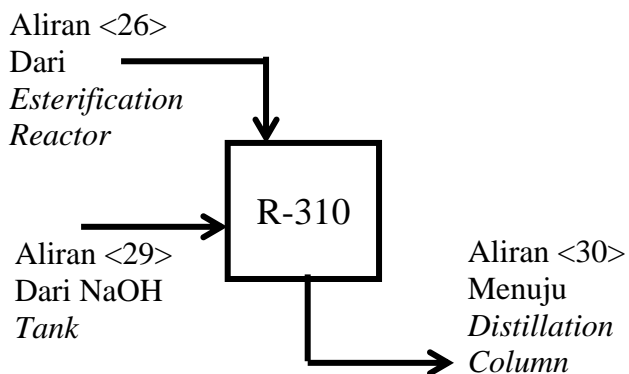


**Gambar 24.** Cooler (E-219)

**Tabel 25.** Neraca Energi Cooler

Komponen	$\Delta H$ (kJ)	
	Masuk	Keluar
<25>	367559,0717	-
<26>	-	117295,3135
Q <sub>cw</sub>	-	250263,7582
Total	367559,0717	367559,0717

#### IV.2.10. Neutralizing Reactor (R-310)

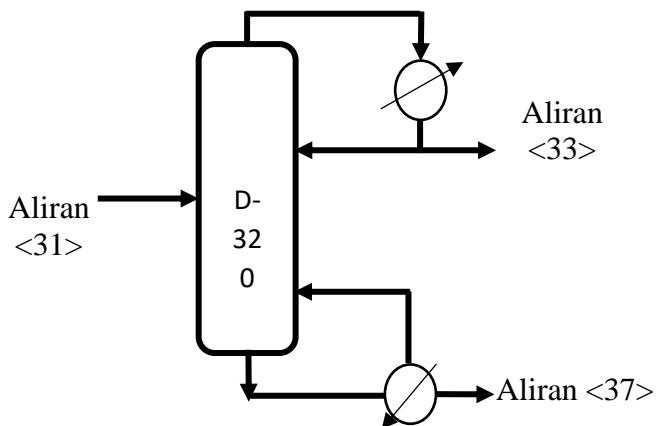


**Gambar 25.** Neutralizing Reactor ((R-310))

**Tabel 26.** Neraca Energi Neutralizing Reactor

Komponen	$\Delta H$ (kJ)	
	Masuk	Keluar
<26>	117295,3135	-
<29>	6,429510966	-
<30>	-	117396,5807
H rxn	-	-2041,242268
Qcw	-	1946,40458
Total	117301,743	117301,743

#### IV.2.11. Distillation Column II (D-320)

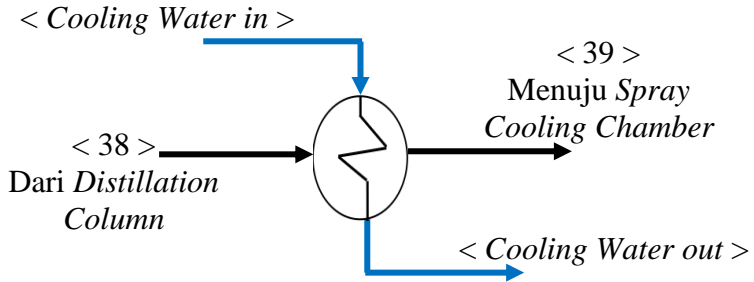


**Gambar 26.** Distillation Column (R-320)

**Tabel 27.** Neraca Energi Distillation Column II

Komponen	$\Delta H$ (kJ)	$\Delta H$ (kJ)
	Masuk	Keluar
<27>	117396,9243	-
<29>	-	35866,83289
<33>	-	482061,0855
Qc		1530,841232
Qr	402061,8354	-
Total	519458,7597	519458,7597

#### IV.2.12 Cooler (E-324)

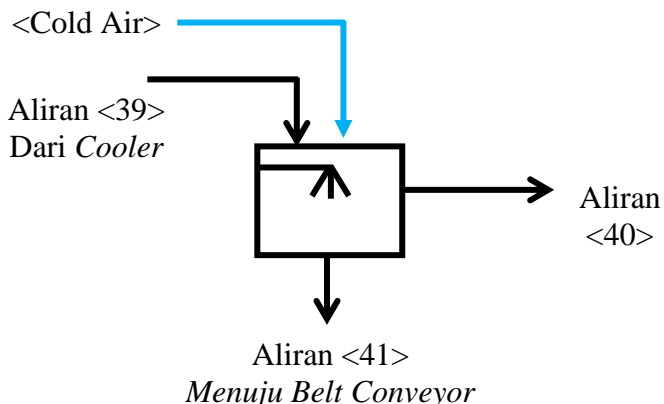


**Gambar 27.** Cooler (E-324)

**Tabel 28.** Neraca Energi Cooler

Komponen	$\Delta H$ (kJ)	
	Masuk	Keluar
<38>	396799,707	-
<39>	-	89369,30338
Q <sub>cw</sub>	-	307430,4036
Total	396799,707	396799,707

#### IV.2.13 Spray Cooling Chamber (D-410)

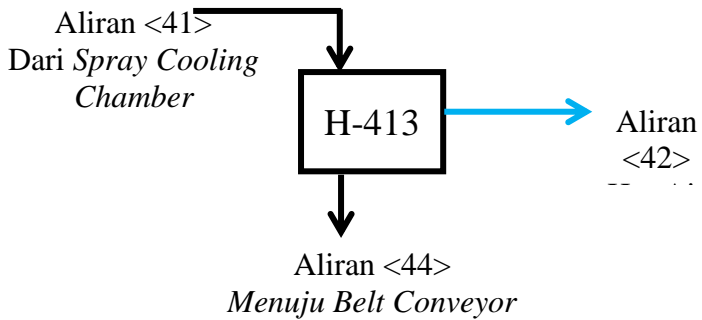


**Gambar 28.** *Spray Cooling Chamber (E-324)*

**Tabel 29.** *Neraca Energi Spray Cooling Chamber*

Komponen	$\Delta H$ (kJ)	$\Delta H$ (kJ)
	Masuk	Keluar
<39>	89369,30	-
<40>	-	11796,74805
<42>	-	11796,74805
H udara	-	65775,80728
Total	89369,30	89369,30338

### IV.2.13 Cyclone (H-413)



**Gambar 29.** Cyclone (H-413)

**Tabel 30.** Neraca Energi Cyclone

Aliran	$\Delta H$ (kJ)	
	Masuk	Keluar
<41>	119,1590712	-
<42>	-	2,383181423
<44>	-	116,7758897
<a>	13959,48519	-
<b>	-	13959,48519
Total	14078,64426	14078,64426

## BAB V

### DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

Daftar harga dan peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan Gliserol Monostearat, adalah sebagai berikut :

#### V.1. *Mixing Tank* (M-110)

Spesifikasi dari *Mixing Tank* adalah sebagai berikut :

**Tabel 31.** *Mixing Tank* (M-110)

Spesifikasi	Keterangan
Kode alat	M-110
Fungsi	Mencampur bahan baku gliserol, asam stearat, dan NaOH
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>standard dished head</i> dan mempunyai pengaduk.
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel, SA-240 Grade M type 316</i>
Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Tekanan design	17,26 psig
<b>Ukuran pipa</b>	
ID	0.956 m
OD	0.965 m



Tinggi liq dalam silinder	1,086 m
Tinggi liq dalam tangki	1,286 m
Tinggi silinder (Ls)	1.382 m
Tinggi tutup atas	0.205 m
Tinggi tutup bawah	0.205 m
Tinggi tangki	1.791 m
Tebal silinder (ts)	0,005 m
Tebal tutup atas	0,005 m
Tebal tutup bawah	0,005 m
<b>Pengaduk</b>	
Tipe	<i>Six flat blade turbine with disk</i>
Jumlah	1 buah
Power	0,22 hp
Diameter pengaduk	0,382 m
Panjang pengaduk	0,096 m
Lebar pengaduk	0,076 m
Jarak dari dasar	0,319 m
Kecepatan putaran	90 rpm
<b>Nozzle</b>	
NPS	0,019 m
OD flange	0,098 m

<i>Tebal flange minimal</i>	0,013 m
<i>OD of rised face</i>	0,043 m
<i>Diameter of hub at base</i>	0,038 m
<i>Diameter of hub at point of welding</i>	0,027 m
<i>Length through hub</i>	0,052 m
<i>IDE of standard wall pipe</i>	0,021 m
Harga	Rp 1.585.923.624

## V.2. *Glycerol Storage Tank (F-111)*

Spesifikasi dari *Glycerol Storage Tank* adalah sebagai berikut :

**Tabel 32.** *Glycerol Storage Tank (F-111)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	F-111
Fungsi	Menyimpan dan memanaskan bahan baku Gliserol
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>standard dished head</i>
Jumlah	1 unit

Bahan konstruksi	<i>Stainless steel, SA-240 Grade M type 316</i>
Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Tekanan design	18,95 psig
<b>Ukuran pipa</b>	
ID	1,508 m
OD	1,524 m
Tinggi liq dalam silinder	1,760 m
Tinggi liq dalam Tangki	2,168 m
Tinggi silinder (Ls)	2,234 m
Tinggi tutup atas	0,414 m
Tinggi tutup bawah	0,440 m
Tinggi tangki	3,088 m
Tebal silinder (ts)	0,008 m
Tebal tutup atas	0,008 m
Tebal tutup bawah	0,006 m
<b>Coil</b>	
Jumlah lilitan <i>coil</i>	6 buah
Jarak setiap lingkaran <i>coil</i>	0.05 m
Kebutuhan <i>steam</i>	27,3 kg/jam
Diameter <i>coil</i>	0,013 m

Tinggi coil	0,425 m
<b>Nozzle</b>	
NPS	0,019 m
OD flange	0,098 m
Tebal flange minimal	0,013 m
OD of rised face	0,043 m
Diameter of hub at base	0,038 m
Diameter of hub at point of welding	0,027 m
Length through hub	0,052 m
ID of standard wall pipe	0,021 m
Harga	Rp522.951.332

### V.3. Stearic Acid Storage Tank (F-112)

Spesifikasi dari *Stearic Acid Storage Tank* adalah sebagai berikut :

**Tabel 33.** *Stearic Acid Tank* (F-112)

Spesifikasi	Keterangan
Kode alat	F-112

Fungsi	Menampung dan memanaskan bahan baku asam stearat
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>standard dished head</i>
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel, SA-240 Grade M type 316</i>
Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Tekanan design	18,71 psig
<b>Ukuran pipa</b>	
ID	2,115 m
OD	2,134 m
Tinggi liq dalam silinder	2,316 m
Tinggi liq dalam tangki	2,828 m
Tinggi silinder (Ls)	2,968 m
Tinggi tutup atas	0,521 m
Tinggi tutup bawah	0,616 m
Tinggi tangki	4,1 m
Tebal silinder (ts)	0,01 m
Tebal tutup atas	0,008 m
Tebal tutup bawah	0,006 m
<b>Coil</b>	

Jumlah lilitan <i>coil</i>	13 buah
Jarak setiap lingkaran <i>coil</i>	0.051 m
Kebutuhan <i>steam</i>	80,7 kg/jam
Diameter <i>coil</i>	0,016 m
Tinggi <i>coil</i>	6,263 m
<b>Nozzle</b>	
NPS	0,019 m
OD flange	0,098 m
Tebal flange minimal	0,013 m
OD of rised face	0,043 m
Diameter of hub at base	0,038 m
Diameter of hub at point of welding	0,027 m
Length through hub	0,052 m
ID of standard wall pipe	0,021 m
Harga	Rp1.163.838.276

#### V.4. *Phosphoric Acid Storage Tank (F-113)*

Spesifikasi dari *Phosphoric Acid Storage Tank* adalah sebagai berikut :

**Tabel 34.** *Phosphoric Acid Storage Tank (F-113)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	F-113
Fungsi	Menampung bahan baku asam fosfat
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>standard dished head</i>
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel, SA-240 Grade S type 304</i>
Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Tekanan design	19,75 psig
<b>Ukuran pipa</b>	
ID	1,362 m
OD	1,372 m
Tinggi liq dalam silinder	1,668 m
Tinggi liq dalam tangki	1,931 m
Tinggi silinder (Ls)	1,993 m
Tinggi tutup atas	0,268 m
Tinggi tutup bawah	0,396 m

Tinggi tangki	2,656 m
Tebal silinder (ts)	0,005 m
Tebal tutup atas	0,005 m
Tebal tutup bawah	0,005 m
<b>Nozzle</b>	
NPS	0,013 m
OD flange	0,089 m
<i>Tebal flange minimal</i>	0,011 m
<i>OD of rised face</i>	0,035 m
<i>Diameter of hub at base</i>	0,030 m
<i>Diameter of hub at point of welding</i>	0,021 m
<i>Length through hub</i>	0,048 m
<i>ID of standard wall pipe</i>	0,016 m
Harga	Rp187.765.909



### V.5. *Glycerol Pump (L-114)*

Spesifikasi dari *Glycerol Pump* adalah sebagai berikut :

**Tabel 35.** *Glycerol Pump (L-114)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	L-114
Fungsi	Memompa gliserol ke <i>mixing tank</i>
Tipe	<i>Centrifugal pump tipe multi-stage radial flow pump</i>
Jumlah	1 unit
Kapasitas	0,14 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan Masuk	14,7 psi
Tekanan Keluar	22,04 psi
Bahan pipa	<i>Commercial Steel</i>
Ukuran pipa	IPS $\frac{3}{4}$ in sch 40
<i>Power</i> pompa	0,002265 kW
Harga	Rp4.655.353

## V.6. *Stearic Acid Pump (L-115)*

Spesifikasi dari *Stearic Acid Pump* adalah sebagai berikut

:

**Tabel 36.** *Stearic Acid Pump (L-115)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	L-115
Fungsi	Memompa asam 78tearate ke <i>mixing tank</i>
Tipe	<i>Centrifugal pump tipe multi-stage radial flow pump</i>
Jumlah	1 unit
Kapasitas	0,65 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan Masuk	14,7 psi
Tekanan Keluar	22,04 psi
Bahan pipa	<i>Commercial Steel</i>
Ukuran pipa	IPS 3/4 in sch 40
<i>Power</i> pompa	0,010438 kW
Harga	Rp10.862.491

### V.7. *Phosphoric Acid Pump (L-116)*

Spesifikasi dari *Phosphoric Acid Pump* adalah sebagai berikut :

**Tabel 37.** *Phosphoric Acid Pump (L-116)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	L-116
Fungsi	Memompa <i>phosphoric acid</i> ke <i>mixing tank</i>
Tipe	<i>Centrifugal pump</i> tipe <i>multi-stage radial flow pump</i>
Jumlah	1 unit
Kapasitas	0,003485 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan Masuk	14,7 psi
Tekanan Keluar	22,04 psi
Bahan pipa	<i>Commercial Steel</i>
Ukuran pipa	IPS 1/8 in sch 40
<i>Power</i> pompa	0,000059 kW
Harga	Rp1.551.784

### V.8. *Reactor Feed Pump (L-117)*

Spesifikasi dari *Reactor Feed Pump* adalah sebagai berikut :

**Tabel 38.** *Reactor Feed Pump (L-117)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	L-117
Fungsi	Memompa aliran keluar <i>mixing tank</i> menuju <i>esterification reactor</i>
Tipe	<i>Centrifugal pump</i> tipe <i>multi-stage radial flow pump</i>
Jumlah	1 unit
Kapasitas	0,79 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan Masuk	16,16 psi
Tekanan Keluar	35,24 psi
Bahan pipa	<i>Commercial Steel</i>
Ukuran pipa	IPS ¾ in sch 40
<i>Power</i> pompa	0,021773 kW
Harga	Rp12.414.275

### V.9. *Pre Heater* (E-118)

Spesifikasi dari *Pre Heater* adalah sebagai berikut :

**Tabel 39.** *Pre Heater* (E-118)

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	E-118
Fungsi	Memanaskan campuran asam stearat, gliserol dan NaOH
Jenis	<i>Shell and Tube</i> (1 – 2 HE)
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA-129 Grade A</i>
Luas area	31,52 m <sup>2</sup>
Temperatur	
T <sub>1</sub>	275 °C
T <sub>2</sub>	275 °C
t <sub>1</sub>	135 °C
t <sub>2</sub>	260 °C
<b><i>Tube</i></b>	
OD, BWG	1 in 14 BWG
ID	0,0212 m
<i>Length</i>	4,8768 m
Jumlah <i>tube</i>	81
<i>Pitch</i>	1,25 in <i>square</i>
$\Delta P$ <i>tube</i>	0,00035 psi

<i>Shell</i>	
$\Delta P$ shell	0,007073 psi
ID shell	0,3048 m
<i>Fouling factor</i>	0,081 hr.ft <sup>2</sup> F/Btu
Harga	Rp198.628.399

#### V.10. Esterification Reactor (R-210)

Spesifikasi dari *Esterification Reactor* adalah sebagai berikut :

**Tabel 40.** *Esterification Reactor (R-210)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	R-210
Fungsi	Mereaksikan gliserol dan asam stearat membentuk gliserol monostearat
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>standard dished head</i>
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel</i> , SA-240 Grade S tipe 304
Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Volume Reaktor	0,838 m <sup>3</sup>
Tekanan design	0,243 atm

Diameter bejana, ID	1,062 m
OD	1,372 m
Tinggi liq dalam silinder	0,965 m
Tinggi liq dalam tangki	1,227 m
Tinggi silinder (Ls)	1,062 m
Tinggi tutup atas	0,285 m
Tinggi tutup bawah	0,285 m
Tinggi tangki	1,633 m
Tebal silinder (ts)	0,006 m
Tebal tutup atas	0,005 m
Tebal tutup bawah	0,005 m
Diameter dalam jaket	1,410 m
Tebal jaket silinder	0,006 m
Tebal alas jaket	0,019 m
Nozzle	0,064 m sch 40
<b>Pengaduk</b>	
Tipe	<i>Flat six blade turbine with disk</i>
Jumlah	1 Buah
<i>Power</i>	3,258 kW

Diameter pengaduk	0,545 m
Panjang pengaduk	0,136 m
Lebar pengaduk	0,109 m
Jarak dari dasar	0,454 m
Kecepatan putaran	150 rpm
Harga	Rp2.080.942.838

#### V.11. *Steam Jet Ejector (G-211)*

Spesifikasi dari *Steam Jet Ejector* adalah sebagai berikut :

**Tabel 41.** *Steam Jet Ejector (G-211)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	G-211
Fungsi	Membuat kondisi vacuum pada reactor hingga 0,13 atm
Jumlah	1 unit
Tipe	<i>Single stage jet</i>
Beban booster	280,4 kg/jam
Kebutuhan steam	188 kg/jam
P suction	3,96 psi
P discharge	1,91 psi
Diameter suction	0,076 m
Diameter discharge	0,076 m



Panjang booster	0,686 m
Harga	Rp37.242.825

### V.12. *Condenser* (E-212)

Spesifikasi dari *Condenser* adalah sebagai berikut :

**Tabel 42.** *Condenser* (E-212)

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	E-212
Fungsi	Mengondensasikan uap dari reactor menjadi liquid
Jenis	<i>Shell dan Tube Heat Exchanger 1-2</i>
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Luas area	47,1024 ft <sup>2</sup>
Temperatur	
T <sub>1</sub>	260 °C
T <sub>2</sub>	100 °C
t <sub>1</sub>	30 °C
t <sub>2</sub>	80 °C
<b><i>Tube</i></b>	
OD, BWG	1,25 in 8 BWG
ID	0,92 in
<i>Length</i>	12 ft

Jumlah <i>tube</i>	12
<i>Pitch</i>	1,5625 in square
$\Delta P$ <i>tube</i>	0,01649 psi
<b>Shell</b>	
$\Delta P$ <i>shell</i>	0,00001678 psi
ID <i>shell</i>	8 in
<i>Fouling factor</i>	0,198 jam.ft <sup>2</sup> °F/Btu
Harga	Rp180.006.987

### V.13. *Distillation Column I (D-213)*

Spesifikasi dari *Distillation Column* adalah sebagai berikut :

**Tabel 43.** *Distillation Column (D-213)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	D-213
Fungsi	Memisahkan air dari hasil reaksi
Jenis Tray	<i>Tray column tipe sieve</i>
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah <i>tray</i>	4
Tray Spacing	1,3716 m
Tekanan desain	20,21 psig
Diameter kolom	0,392 m

Tinggi kolom distilasi	4,349 m
Tebal shell	0,004763 m
Tebal tutup atas	0,00635 m
Tebal tutup bawah	0,00635 m
Harga	Rp1.898.142.639

#### V.14. *Distillation I Condenser (E-214)*

Spesifikasi dari *Distillation I Condenser* adalah sebagai berikut :

**Tabel 44.** *Distillation I Condenser (E-214)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	E-214
Fungsi	<i>Mendinginkan aliran top product kolom distilasi</i>
Jenis	<i>Shell dan Tube Heat Exchanger 1-4</i>
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Luas area	1,1778 ft <sup>2</sup>
Temperatur	
T <sub>1</sub>	105 °C
T <sub>2</sub>	102,08 °C

$t_1$	30 °C
$t_2$	80 °C
<b><i>Tube</i></b>	
OD, BWG	0,75 in 10 BWG
ID	0,482 in
<i>Length</i>	6 ft
Jumlah <i>tube</i>	20
<i>Pitch</i>	1 in <i>square</i>
$\Delta P$ <i>tube</i>	0,0011 psi
<b><i>Shell</i></b>	
$\Delta P$ <i>shell</i>	0,00000114 psi
ID <i>shell</i>	8 in
<i>Fouling factor</i>	0,172 jam.ft <sup>2</sup> F/Btu
Harga	Rp159.833.790

### V.15. *Distillation I Reboiler (E-215)*

Spesifikasi dari *Distillation I Reboiler* adalah sebagai berikut :

**Tabel 45.** *Distillation I Reboiler (E-215)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	E-216
Fungsi	<i>Mendinginkan aliran top product kolom distilasi</i>

Jenis	Kettle Reboiler
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Luas area	214,676 ft <sup>2</sup>
Temperatur	
T <sub>1</sub>	275 °C
T <sub>2</sub>	275 °C
t <sub>1</sub>	102,08 °C
t <sub>2</sub>	113,99 °C
<b><i>Tube</i></b>	
OD, BWG	1 in 14 BWG
ID	0,834 in
<i>Length</i>	20 ft
Jumlah <i>tube</i>	41
<i>Pitch</i>	1,25 in <i>square</i>
$\Delta P$ <i>tube</i>	0,00287 psi
<b><i>Shell</i></b>	
$\Delta P$ <i>shell</i>	0,043 psi
ID <i>shell</i>	8 in
Baffle	4
<i>Fouling factor</i>	0,150 jam.ft <sup>2</sup> °F/Btu
Harga	Rp567.953.079

### V.16. *Reactor Recycle Pump (L-216)*

Spesifikasi dari *Reactor Recycle Pump* adalah sebagai berikut :

**Tabel 46.** *Reactor Recycle Pump (L-216)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	L-216
Fungsi	Memompa aliran recycle menuju <i>esterification reactor</i>
Tipe	<i>Centrifugal pump tipe multi-stage radial flow pump</i>
Jumlah	1 unit
Kapasitas	0,03 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan Masuk	22,04 psi
Tekanan Keluar	33,21 psi
Bahan pipa	<i>Commercial Steel</i>
Ukuran pipa	IPS 1/4 in sch 40
<i>Power</i> pompa	0,000766 kW
Harga	Rp1.551.784

### V.17. Heater (E-217)

Spesifikasi dari *Heater* adalah sebagai berikut :

**Tabel 47.** *Heater* (E-217)

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	E-217
Fungsi	Memanaskan recycle glycerol sebelum memasuki reaktor
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA-129 Grade A</i>
Luas area	7,464 m <sup>2</sup>
Temperatur	
T <sub>1</sub>	275 °C
T <sub>2</sub>	275 °C
t <sub>1</sub>	113,99 °C
t <sub>2</sub>	260 °C
Outer pipe	1 in 14 BWG
Inner pipe	1,25 m
<i>Length</i>	3,66 m
Jumlah hairpin	1
<i>Fouling factor</i>	0,002 jam.ft <sup>2</sup> °F/Btu
$\Delta P$ <i>annulus</i>	0,00004 psi
$\Delta P$ <i>innerpipe</i>	0,000000019 psi

Harga	Rp21.724.981
-------	--------------

### V.18. *Neutralizer Pump (L-218)*

Spesifikasi dari *Neutralizer Pump* adalah sebagai berikut

:

**Tabel 48.** *Neutralizer Pump (L-218)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	L-218
Fungsi	Memompa aliran produk bawah dari <i>esterification reactor</i> menuju <i>cooler</i>
Tipe	<i>Centrifugal pump</i> tipe <i>multi-stage radial flow pump</i>
Jumlah	1 unit
Kapasitas	0,77 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan Masuk	16,16 psi
Tekanan Keluar	35,24 psi
Bahan pipa	<i>Commercial Steel</i>
Ukuran pipa	IPS 3/4 in sch 40
<i>Power</i> pompa	0,031646 kW
Harga	Rp9.310.706



### V.19. Cooler (E-219)

Spesifikasi dari *Cooler* adalah sebagai berikut :

**Tabel 49.** *Cooler* (E-219)

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	E-219
Fungsi	Mendinginkan aliran produk bawah <i>esterification reactor</i>
Jenis	<i>Shell and Tube</i> (1 – 4 HE)
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Luas area	229,336 m <sup>2</sup>
Temperatur	
T <sub>1</sub>	260 °C
T <sub>2</sub>	100 °C
t <sub>1</sub>	30 °C
t <sub>2</sub>	80 °C
<b><i>Tube</i></b>	
OD, BWG	1 in 14 BWG
ID	0,834 m
<i>Length</i>	3,6576 m
Jumlah <i>tube</i>	73
<i>Pitch</i>	1,25 in <i>square</i>
$\Delta P$ <i>tube</i>	0,02688 psi

<i>Shell</i>	
$\Delta P$ shell	0,0088 psi
ID shell	0,305 m
<i>Fouling factor</i>	0,142 hr.ft <sup>2</sup> F/Btu
Harga	Rp166.040.927

### V.20. *Neutralizing Reactor (R-310)*

Spesifikasi dari *Neutralizing Reactor* adalah sebagai berikut :

**Tabel 50.** *Neutralizing Reactor (R-310)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	R-310
Fungsi	Menetralkan produk hasil reaksi dengan menambahkan asam fosfat
Tipe	<i>Jacketed vessel</i>
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>standard dished head</i> dan dilengkapi <i>agitator</i>
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel</i> , SA-240 Grade S tipe 316
Volume Reaktor	1,410 m <sup>3</sup>
Tekanan design	1,210 atm

Diameter bejana, ID	1,362 m
OD	1,372 m
Tinggi liq dalam silinder	1,083 m
Tinggi liq dalam tangki	1,353 m
Tinggi silinder (Ls)	1,215 m
Tinggi tutup atas	0,274 m
Tinggi tutup bawah	0,274 m
Tinggi tangki	1,764 m
Tebal silinder (ts)	0,005 m
Tebal tutup atas	0,005 m
Tebal tutup bawah	0,005 m
Diameter dalam jaket	1,41 m
Tebal jacket silinder	0,007 m
Tebal alas bagian	0,019 m
<b>Nozzle</b>	
NPS	0,025 m
OD flange	0,108 m
<i>Tebal flange minimal</i>	0,014 m

<i>OD of rised face</i>	0,051 m
<i>Diameter of hub at base</i>	0,049 m
<i>Diameter of hub at point of welding</i>	0,034 m
<i>Length through hub</i>	0,056 m
<i>IDE of standard wall pipe</i>	0,027 m
<b>Pengaduk</b>	
Tipe	<i>Flat six blade turbine with disk</i>
Jumlah	1 Buah
<i>Power</i>	1,042 kW
Diameter pengaduk	0,409 m
Panjang pengaduk	0,102 m
Lebar pengaduk	0,082 m
Jarak dari dasar	0,454 m
Kecepatan putaran	150 rpm
Harga	Rp1.218.150.729

### V.21. *Sodium Hydroxide Storage Tank (F-311)*

Spesifikasi dari *Sodium Hydroxide Storage Tank* adalah sebagai berikut :

**Tabel 51.** *Sodium Hydroxide Storage Tank (F-311)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	F-311
Fungsi	Menampung bahan baku NaOH
Bentuk	Silinder dengan tutup atas berbentuk <i>standard dished head</i> dan tutup bawah berbentuk <i>conical</i>
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel, SA-240 Grade S tipe 304</i>
Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
P design	<i>17,52 psig</i>
Tinggi liquid silinder	0,956 m
Tinggi liquid tangki	1,139 m
Diameter tangki, OD	0,803 m
ID	0,813 m
Tebal silinder	0,005 m
Tebal tutup atas	0,005 m
Tebal tutup bawah	0,005 m
Tinggi silinder	1,143 m

Tinggi tutup atas	0,187 m
Tinggi tutup atas	0,187 m
Tinggi tangki	1,564 m
<b>Nozzle</b>	
NPS	0,013 m
OD flange	0,089 m
<i>Tebal flange minimal</i>	0,011 m
<i>OD of rised face</i>	0,035 m
<i>Diameter of hub at base</i>	0,030 m
<i>Diameter of hub at point of welding</i>	0,021 m
<i>Length through hub</i>	0,048 m
<i>IDE of standard wall pipe</i>	0,016 m
Harga	Rp166.040.927

## V.22. *Sodium Hydroxide Pump (L-312)*

Spesifikasi dari *Sodium Hydroxide Pump* adalah sebagai berikut :

**Tabel 52.** *Sodium Hydroxide Pump (L-312)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	L-312
Fungsi	Memompa larutan NaOH menuju neutralizer tank
Tipe	<i>Centrifugal pump tipe multi-stage radial flow pump</i>
Jumlah	1 unit
kapasitas	0,000328 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan Masuk	16,16 psi
Tekanan Keluar	24,24 psi
Bahan pipa	<i>Commercial Steel</i>
Ukuran pipa	IPS 3/4 in sch 40
<i>Power pompa</i>	0,0000075447 kW
Harga	Rp1.551.784

### V.23. *Distillation Feed Pump (L-313)*

Spesifikasi dari *Distillation Feed Pump* adalah sebagai berikut :

**Tabel 53.** *Distillation Feed Pump (L-313)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	L-313
Fungsi	Memompa aliran keluar neutralizer tank menuju distillation column
Tipe	<i>Centrifugal pump tipe multi-stage radial flow pump</i>
Jumlah	1 unit
Kapasitas	0,78 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan Masuk	16,16 psi
Tekanan Keluar	24,25 psi
Bahan pipa	<i>Commercial Steel</i>
Ukuran pipa	IPS 1 ¼ in sch 40
<i>Power</i> pompa	0,029292 kW
Harga	Rp34.139.256



#### V.24. *Distillation Column II (D-320)*

Spesifikasi dari *Distillation Column II* adalah sebagai berikut :

**Tabel 54.** *Distillation Column II (D-320)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	D-213
Fungsi	Memisahkan gliserol 101onostearate dari <i>impurities</i> nya
Jenis Tray	<i>Tray column tipe sieve</i>
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah <i>tray</i>	9
Kapasitas	742,5 kg/h
Tray Spacing	1,3716 m
Tekanan desain	20,21 psig
Diameter kolom	0,612 m
Tinggi kolom distilasi	2,346 m
Tebal shell	0,004763 m
Tebal tutup atas	0,006 m
Tebal tutup bawah	0,006 m
Harga	Rp1.432.871.132

### V.25. *Distillation II Condenser (E-321)*

Spesifikasi dari *Distillation II Condenser* adalah sebagai berikut :

**Tabel 55.** *Distillation II Condenser (E-321)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	E-321
Fungsi	<i>Mendinginkan aliran top product kolom distilasi</i>
Tipe	Vertical Condenser
Jenis	<i>Shell and tube (1-4 HE)</i>
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Luas area	76,557 ft <sup>2</sup>
Temperatur	
T <sub>1</sub>	337 °C
T <sub>2</sub>	327,51 °C
t <sub>1</sub>	30 °C
t <sub>2</sub>	80 °C
<b><i>Tube</i></b>	
OD, BWG	0,75 in 10 BWG
ID	0,482 in
<i>Length</i>	6 ft
Jumlah <i>tube</i>	20

<i>Pitch</i>	1 in <i>square</i>
$\Delta P$ <i>tube</i>	0,0011 psi
<b><i>Shell</i></b>	
$\Delta P$ <i>shell</i>	0,0000689 psi
ID <i>shell</i>	8 in
<i>Fouling factor</i>	0,087 jam.ft <sup>2</sup> F/Btu
Harga	Rp159.833.790

#### V.26. *Distillation II Reboiler (E-322)*

Spesifikasi dari *Distillation II Reboiler* adalah sebagai berikut :

**Tabel 56.** *Distillation Column II Reboiler (E-322)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	E-332
Fungsi	<i>Memanaskan aliran bottom product kolom distilasi</i>
Jenis	Kettle Reboiler
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Luas area	251,328 ft <sup>2</sup>
Temperatur	
T <sub>1</sub>	380 °C

T <sub>2</sub>	370 °C
t <sub>1</sub>	356,96 °C
t <sub>2</sub>	357,96 °C
<b><i>Tube</i></b>	
OD, BWG	1 in 14 BWG
ID	0,834 in
<i>Length</i>	24 ft
Jumlah <i>tube</i>	68
<i>Pitch</i>	1,25 in <i>square</i>
$\Delta P$ <i>tube</i>	0,11477 psi
<b><i>Shell</i></b>	
$\Delta P$ <i>shell</i>	1,6854 psi
ID <i>shell</i>	21,25 in
Baffle	10,625 in
<i>Fouling factor</i>	0,015 jam.ft <sup>2</sup> °F/Btu
Harga	Rp533.813.823

### V.27. *Solidification Feed Pump (L-323)*

Spesifikasi dari *Solidification Feed Pump* adalah sebagai berikut :

**Tabel 57.** *Solidification Feed Pump (L-323)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	L-323
Fungsi	Memompa aliran keluar distillation column menuju spray cooling chamber
Tipe	<i>Centrifugal pump tipe multi-stage radial flow pump</i>
Jumlah	1 unit
Kapasitas	0,77 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan Masuk	24,25 psi
Tekanan Keluar	47,37 psi
Bahan pipa	<i>Commercial Steel</i>
Ukuran pipa	IPS 1 in sch 40
<i>Power</i> pompa	0,055176 kW
Harga	Rp41.898.178

### V.28. Cooler (E-324)

Spesifikasi dari *Cooler* adalah sebagai berikut :

**Tabel 58.** *Cooler* (E-324)

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	E-324
Fungsi	Mendinginkan aliran sebelum memasuki unit solidifikasi
Jenis	<i>Shell and Tube</i> (1 – 2 HE)
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Luas area	216,715 ft <sup>2</sup>
Temperatur	
T <sub>1</sub>	357,96 °C
T <sub>2</sub>	100 °C
t <sub>1</sub>	30 °C
t <sub>2</sub>	80 °C
<b><i>Tube</i></b>	
OD, BWG	0,75 in 14 BWG
ID	0,584 m
<i>Length</i>	7,3152 n
Jumlah <i>tube</i>	60
<i>Pitch</i>	1 in <i>square</i>
$\Delta P$ <i>tube</i>	0,197 psi

<b>Shell</b>	
$\Delta P$ shell	0,008795 psi
ID shell	3,66 m
Fouling factor	0,158 hr.ft <sup>2</sup> F/Btu
Harga	Rp13.966.059

### V.29. *Spray Cooling Chamber (D-410)*

Spesifikasi dari *Spray Cooling Chamber* adalah sebagai berikut :

**Tabel 59.** *Spray Cooling Chamber (D-410)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	D-410
Fungsi	Memadatkan liquid produk menjadi bentuk bubuk
Pengelasan	<i>Double Welded butt joint</i>
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel, SA-240 Grade S tipe 316</i>
Volume chamber	3,06 m <sup>3</sup>
Tekanan design	1,200 atm
Diameter bejana, ID	1 m
OD	1,016 m
Tinggi silinder	3,036 m

Tinggi konis	0,839 m
Tinggi total	3,875 m
Tebal silinder	0,005 m
<b>Atomizer</b>	
Diameter Disc	0,2 m
Lubang	0,00025 m
Jarak antar lubang	0,005 m
Jumlah Luber	239,238 buah
<b>Air disperser</b>	
Diameter	0,6 m
Tinggi	0,12 m
<b>Nozzle</b>	
Diameter umpan masuk	0,027 m
Diameter udara masuk	0,203 m
Diameter produk keluar	0,027 m
Diameter udara + produk keluar	0,436 m
Tinggi penyangga	1,55 m
Harga	Rp353.806.836



### V.30. *Centrifugal Blower (G-411)*

Spesifikasi dari *Centrifugal Blower* adalah sebagai berikut :

**Tabel 60.** *Centrifugal Blower (G-411)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	G-331
Fungsi	Menarik udara sebagai bahan baku <i>spray cooling chamber</i>
Bahan	<i>Carbon steel</i>
<i>Kapasitas</i>	77,46 m <sup>3</sup> /jam
<i>Jumlah</i>	1 buah
Power	0,543 kW
Harga	Rp768.133.262

### V.31. *Belt Conveyor (J-412)*

Spesifikasi dari *Belt Conveyor* adalah sebagai berikut :

**Tabel 61.** *Belt Conveyor (J-412)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	J-412
Fungsi	Mengangkut kristal gliserol monostearate ke GMS Bin
Lebar <i>belt conveyor</i>	0,356 m

<i>Cross sectional area</i>	0,01 m <sup>2</sup>
<i>Belt piles</i>	3
<i>Belt speed</i>	38,93 m/s
<i>Power</i>	1,558 kW
Panjang	6,1 m
Harga	Rp169.144.496

### V.32. Cyclone (H-413)

Spesifikasi dari *Cyclone* adalah sebagai berikut :

**Tabel 62.** *Cyclone* (H-413)

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	H-413
Fungsi	Memisahkan udara keluar yang membawa padatan GMS
Bahan	<i>Stainless steel</i> , SA-240 Grade S tipe 316
Jumlah	1 buah
Kapasitas	1117,75 m <sup>3</sup> /hari
Tekanan desain	1 atm
Lebar inlet cyclone rectangular	0,3279 m
<i>Diameter saluran gas keluar cyclone</i>	1,3116 m

<i>Diameter cyclone</i>	0,6558 m
<i>Tinggi cyclone setelah Bc pada gas masuk</i>	0,6558 m
Panjang ruang gravitasi settling dalam arah aliran	2,6231 m
Lebar outlet cyclone rectangular	0,1639
Panjang ruang spiral dalam cyclone	2,6231
Diameter pada saat partikel keluar	0,3279
Harga	Rp274.665.833

### V.33. *Centrifugal Blower (G-414)*

Spesifikasi dari *Centrifugal Blower* adalah sebagai berikut :

**Tabel 63.** *Centrifugal Blower (G-414)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	G-414
Fungsi	Menarik udara keluar dari <i>cyclone</i>
Bahan	<i>Carbon steel</i>

<i>Kapasitas</i>	81,83 m <sup>3</sup> /jam
<i>Jumlah</i>	1 buah
<i>Power</i>	0,570739599 kW
<i>Harga</i>	Rp783.651.106

#### V.34. *Belt Conveyor (J-415)*

Spesifikasi dari *Belt Conveyor* adalah sebagai berikut :

**Tabel 64.** *Belt Conveyor (J-415)*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	J-415
Fungsi	Mengangkut kristal gliserol monostearate ke GMS <i>Bin</i>
Lebar <i>belt conveyor</i>	0,356 m
<i>Cross sectional area</i>	0,010219 m <sup>2</sup>
<i>Belt piles</i>	3
<i>Belt speed</i>	0,3853 m/s
<i>Power</i>	1,558 kW
Panjang	6,1 m
Harga	Rp169.144.496

### V.35. *GMS Bin* (F-416)

Spesifikasi dari *GMS Bin* adalah sebagai berikut :

**Tabel 65.** *GMS Bin* (F-416)

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Kode alat	F-416
Fungsi	Menampung produk gliserol monostearat
Bentuk	Silinder dengan tutup atas berbentuk <i>standard dished head</i> dan tutup bawah berbentuk <i>conical</i> dengan sudut $120^\circ$
Jumlah	1 unit
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel</i> , SA-240 Grade S tipe 304
Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Tinggi bejana	3,486 m
Tekanan desain	19,39 psig
Diameter bejana, OD	1,819 m
ID	1,829 m
Tebal silinder bejana	0,005 m
Tebal tutup atas	0,005 m
Tinggi tutup atas	0,338 m
Tebal tutup bawah	0,005 m
Tinggi tutup bawah	0,528
Harga	Rp785.202.890

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB VI**

### **ANALISA EKONOMI**

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan parameter analisa ekonomi. Parameter kelayakan tersebut antara lain IRR (*Internal Rate of Return*), POT (*Pay Out Time*), NPV (*Net Present Value*), dan BEP (*Break Even Point*). Selain yang tersebut diatas, juga diperlukan analisa biaya yang diperlukan untuk beroperasi dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik.

#### **VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia**

##### **VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan**

Bentuk badan perusahaan dalam Pabrik Gliserol Monostearat (GMS) ini dipilih Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu persekutuan yang menjalankan perusahaan dengan modal usaha yang terbagi beberapa saham, dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih saham. Hal ini dipilih karena beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi ditangani oleh pemimpin perusahaan.
3. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga kekayaan pemegang saham tidak menentukan modal perusahaan.

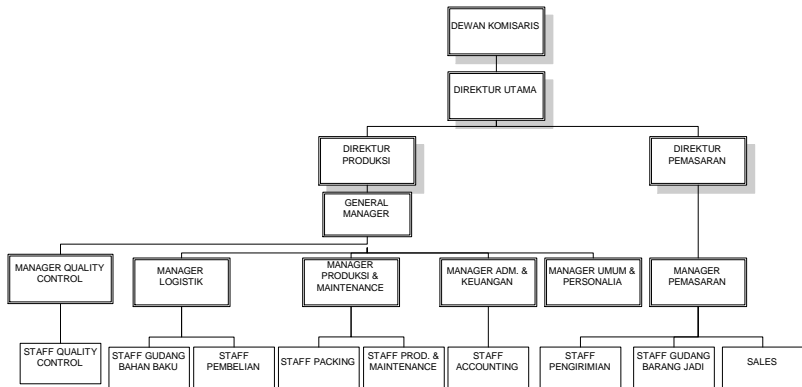
### **VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan**

Struktur organisasi yang direncanakan dalam pra desain pabrik ini adalah garis dan staff, yang merupakan kombinasi dari pengawasan secara langsung dan spesialisasi pengaturan dalam perusahaan. Alasan pemakaian sistem ini adalah:

- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus
- Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik
- Masing-masing manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan
- Pimpinan tertinggi dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris. Anggota dewan



komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staf ahli yang bertugas memberikan nasihat dan saran kepada direktur seperti yang terlihat pada Gambar VI.1 berikut:



**Gambar 30.** Struktur Organisasi Perusahaan

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah:

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris bertindak sebagai pemegang saham. Tugas Dewan Komisaris:

- Menunjuk Direktur Utama
- Mengawasi Direktur dan berusaha agar tindakan Direktur tidak merugikan perseroan.
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan.

- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
- Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

## 2. Direktur Utama

Direktur adalah pemegang kepengurusan dalam perusahaan dan merupakan pimpinan tertinggi dan penanggungjawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan. Tugas Direktur Utama adalah :

- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara melaksanakannya.
- Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas, dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
- Mengevaluasi program kerja/rencana kerja yang telah ditetapkan.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian.
- Memberikan instruksi dan kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Mempertanggungjawabkan kepada Dewan Komisaris, segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan.

- Menentukan kebijakan keuangan.
- Mengawasi jalannya perusahaan.

Selain tugas-tugas di atas, direktur berhak mewakili PT secara sah dan langsung disegala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan.

### 3. Direktur Produksi

Direktur bertanggungjawab ke Direktur Utama dalam pelaksanaan tugasnya dan membawahi secara langsung General Manager baik yang berhubungan dengan personalia, pembelian, produksi maupun pengawasan produksi. Tugas Direktur Produksi :

- Membantu Direktur Utama dalam perencanaan produksi maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing.
- Mengawasi unit produksi melalui General Manager, dan bagian yang bersangkutan.
- Mengendalikan proses produksi, seperti mengadakan penggantian alat produksi.
- Menentukan kapasitas produksi baik menaikkan atau menurunkan kapasitas.

### 4. Direktur Pemasaran

Direktur Pemasaran bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Tugas Direktur Pemasaran adalah:

- Memperkenalkan jenis produk yang dibuat oleh perusahaan melalui berbagai media yang dibuat oleh perusahaan.
- Membuat rencana pemasaran.
- Melakukan kontrak penjualan dengan konsumen serta meninjau penjualan dan membatalkan penjualan jika terjadi ketidaksesuaian dengan kontrak.
- Melaporkan segala kegiatan yang bersangkutan dengan pemasaran kepada Direktur Utama.
- Mengontrol laporan *stock* guna mencapai keseimbangan jumlah dari gliserol monostearat yang disiapkan untuk dipasarkan.
- Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian terkait.
- Mengadakan evaluasi kerja pada tiap bagian yang terkait mengenai pelaksanaan pekerja.
- Mengadakan evaluasi terhadap *skill* pekerja dalam lingkungan Departemen Pemasaran untuk meningkatkan intensitas pemasaran.
- Menetapkan harga produk.

##### 5. *General Manager*

*General Manager* bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dan membawahi secara langsung *Manager*

*Quality Control* (QC), Manager Logistik, Manager Produksi dan *Maintenance*, Manager Umum dan Personalia, serta Manager Administrasi dan Keuangan. Tugas *General Manager* adalah:

- Mengadakan pengawasan terhadap semua lini kegiatan.
- Memberikan pengarahan kepada bawahan tentang tugas dan tanggung jawab masing-masing.
- Mengadakan evaluasi secara berkala terhadap semua lini.
- Mengadakan usulan kepada Direktur tentang peningkatan *skill* karyawan.
- Mengadakan penilaian terhadap penanggung jawab semua lini.

6. Manager *Quality Control* (QC)

Manager *Quality Control* membawahi staff *quality control* (QC). Tugas Manager *Quality Control* adalah :

- Menetapkan rencana mutu sesuai dengan standar yang berlaku.
- Mengawasi pelaksanaan pengendalian mutu.
- Mengkoordinasi program kalibrasi peralatan inspeksi, ukur, dan uji.
- Memutuskan suatu produk siap untuk dikirim.

- Mencatat semua hasil inspeksi dan pengujian bahan baku dalam dokumen.

7. Manager Logistik

Manager Logistik membawahi staff gudang bahan baku dan staff pembelian. Manager Logistik bertugas memberikan perintah kerja dan mengawasi langsung semua kegiatan yang berkaitan dengan pengadaan bahan baku tambahan sesuai standar dan penyerahannya ke bagian produksi serta kegiatan penyimpanan bahan baku tambahan tersebut.

8. Manager Administrasi & Keuangan

Manager Administrasi & Keuangan membawahi staff *Accounting*. Tugas Manager Administrasi & Keuangan adalah :

- Memeriksa laporan keuangan pabrik.
- Membuat laporan kas barang-barang yang ada di perusahaan secara periodik.
- Memeriksa laporan kas pabrik, apakah sudah sesuai dengan bukti bukti yang sudah ada.
- Membukukan laporan sesuai dengan pos-pos masing-masing departemen.

## 9. Manager Umum & Personalia

Manager Umum & Personalia berhubungan dengan karyawan-karyawan tidak tetap seperti Satuan Pengaman (Satpam). Tugas Manager Umum & Personalia adalah :

- Mengadakan pengecekan rekapan gaji atau upah untuk karyawan.
- Mengadakan pengecekan absensi dan lembur untuk karyawan.
- Mengadakan koordinasi dengan bagian produksi dalam hal meningkatkan kemampuan kerja dan disiplin kerja setiap karyawan.
- Melakukan teguran atau peringatan terhadap karyawan yang melakukan pelanggaran.
- Melakukan pengecekan, pemeriksaan, atau perawatan secara periodik terhadap ruang kantor, ruang produksi, atau ruang kerja dalam hal kebersihan, kerapian, dan lain sebagainya.

### **VI.1.3 Perincian Jumlah Tenaga Kerja**

Kapasitas produksi gliserol monostearat adalah 10.000/tahun atau 30,30 ton/hari. Dari Gambar 6-8 Timmerhaus didapat jumlah karyawan total 36 pekerja-jam/hari-proses. Karena pada pabrik ini ada 4 proses dan karyawan operasi dibagi dalam 3

shift kerja per hari (4 regu) dengan 1 shift kerja bekerja dalam 8 jam/hari, maka didapat total karyawan sebanyak 24 pekerja/hari.

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi GMS diuraikan pada Tabel VI.1 sebagai berikut :

**Tabel 66.** Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik GMS

No	Jabatan	Pendidikan				Jumlah
		SMA	D3	S1	S2	
1.	Dewan Komisaris				1	1
2.	Direktur Utama				1	1
3.	Direktur Produksi			1		1
4.	Direktur Pemasaran			1		1
5.	General Manager			1		1
6.	Sekertaris Direktur			4		4
7.	Manajer					
	a. Pemasaran			1		1
	b. Produksi & Maintenance			1		1
	c. QC/QA			1		1
	d. Logistik			1		1
	e. Administrasi & Keuangan			1		1
	f. Umum & Personalia			1		1
8.	Supervisor					
	a. Produksi			6		6
	b. Quality Control			6		6
9.	Staff					
	a. Pembelian		2	2		4
	b. Produksi & Maintenance	4	10	10		24



	c. QC/QA		3	2		5
	d. Pengiriman		3	1		4
	e. Gudang Bahan		2	2		4
	f. Packing		2	1		4
	g. Accounting		4	2		6
	h. Gudang Produk		2	2		4
10.	Sales	6	2	2		10
11.	Supir	10				10
12.	Satpam	8				8
13.	Dokter				1	1
14.	Karyawan tidak tetap	20				20
<b>Total</b>		<b>48</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>3</b>	<b>131</b>

Pabrik ini menggunakan basis 330 hari kerja per tahun dengan waktu 24 jam kerja per hari. Dengan pekerjaan yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, maka dilakukan sistem *shift* karyawan dan sistem *day shift* karyawan

a. Karyawan *Day Shift*

Karyawan ini tidak berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *day shift* adalah karyawan administrasi, sekretariat, perbekalan, gudang, dan lain-lain.

Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut :

Senin – Jumat : 08.00 – 17.00  
 Sabtu : 08.00 – 15.00  
 Istirahat :  
 Senin – Kamis & Sabtu : 12.00 – 13.00

Jumat : 11.30 – 13.00

Untuk hari Sabtu, Minggu dan hari besar merupakan hari libur.

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *shift* adalah pekerja *supervisor*, *operator* dan *security*. *Shift* direncanakan dilakukan tiga kali per hari setiap 8 jam. Distribusinya diatur sebagai berikut:

Shift I : 07.00 - 15.00

Shift II : 15.00 - 23.00

Shift III : 23.00 – 07.00

Penggantian shift dilakukan sesuai aturan *International Labour Organization* yaitu sistem *metropolitan rota* atau biasa disebut 2-2-2 (dalam 1 minggu dilakukan 2 hari shift malam, 2 hari shift pagi, 2 hari shift siang, 1 hari libur), sehingga untuk 3 shift dibutuhkan 4 regu dengan 1 regu libur. Sistem ini dapat disajikan dalam Tabel VI.2 sebagai berikut:

**Tabel 67.** Jadwal Shift dengan Sistem 2-2-2

Hari	1	2	3	4	5	6	7
Shift							
I	A	D	C	B	A	D	C
II	B	A	D	C	B	A	D
III	C	B	A	D	C	B	A
Libur	D	C	B	A	D	C	B

#### **VI.1.4 Status Karyawan dan Pengupahan**

Sistem pengupahan dibedakan menurut status karyawan, tingkatan pendidikan dan besar kecilnya tanggung jawab atau kedudukannya serta keahlian dan masa kerjanya. Karyawan pabrik dapat digolongkan menjadi 3 golongan sebagai berikut :

a. **Karyawan Tetap**

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b. **Karyawan Harian**

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi tanpa SK dari direksi dan mendapat upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.

c. Pekerja Borongan

Pekerja borongan adalah tenaga yang diperlukan oleh pabrik bila diperlukan pada saat tertentu saja, misalnya : tenaga *shut down*, bongkar muat bahan baku. Pekerja borongan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan tertentu.

Sistem penggajian dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut :

a. Gaji Bulanan

Gaji bulanan diberikan kepada karyawan tetap dan tidak tetap setiap bulannya, sesuai dengan bidang, kedudukan, golongan, serta keahliannya masing-masing.

b. Gaji Harian

Gaji harian adalah gaji yang diberikan kepada karyawan harian yang besarnya tergantung pada keahlian dan masa kerjanya. Gaji harian diberikan pada setiap akhir pekan (yakni hari Sabtu).

c. Gaji Borongan

Gaji borongan diberikan kepada karyawan harian lepas atau pekerja borongan yang telah disepakati oleh perusahaan.

## **VI.2 Utilitas**

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu industri, karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sarana utilitas pada Pabrik GMS ini meliputi:

### **1. Air**

Air pada pabrik ini berfungsi sebagai air pendingin, air sanitasi, dan air minum.

### **2. Listrik**

Berfungsi sebagai tenaga penggerak dari peralatan proses maupun penerangan. Kebutuhan listrik untuk proses pabrik ini berasal dari kebutuhan listrik peralatan (heater, pompa). Pemenuhan kebutuhan listrik melalui Sistem Pembangkit Tenaga Surya dan perusahaan listrik negara (PLN).

### **3. Penanganan limbah**

Penangan limbah digunakan untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan sekitar pabrik.

Maka untuk memenuhi kebutuhan utilitas pabrik di atas, diperlukan unit-unit sebagai penghasil sarana utilitas, yaitu :

### **VI.2.1 Unit Pengolahan Air**

Kebutuhan air untuk pabrik diambil dari air sungai, dimana sebelum digunakan air sungai perlu diolah lebih dulu,

agar tidak mengandung zat-zat pengotor, dan zat-zat lainnya yang tidak layak untuk kelancaran operasi. Air pada pabrik GMS ini digunakan untuk kepentingan :

- Air sanitasi, meliputi air untuk laboratorium dan karyawan. Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan di lingkungan pabrik. Penggunaannya antara lain untuk konsumsi, mencuci, mandi, memasak, laboratorium, perkantoran dan lain-lain. Untuk unit penghasil air sanitasi diperlukan peralatan sebagai berikut : pompa air sungai, bak pra sedimentasi, bak koagulasi, dan flokulasi, tangki tawas, tangki  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , bak pengendap, bak penampung, pompa *sand filter*, tangki sand filter, bak penampung air bersih, bak penampung air sanitasi, tangki desinfektan, dan pompa air untuk sanitasi. Adapun syarat air sanitasi, meliputi :

a. Syarat fisik :

- Suhu di bawah suhu udara
- Warna jernih
- Tidak berasa
- Tidak berbau
- Kekeruhan  $\text{SiO}_2$  tidak lebih dari 1 mg / liter

b. Syarat kimia :

- pH = 6,5 - 8,5

- Tidak mengandung zat terlarut yang berupa zat organik dan anorganik seperti  $PO_4$ , Hg, Cu dan sebagainya

c. Syarat bakteriologi :

- Tidak mengandung kuman atau bakteri, terutama bakteri patogen
- Bakteri E. coli kurang dari 1/ 100 ml

- Air proses, meliputi : air proses, air pendingin, dan air umpan boiler

Pada unit pengolahan air ini, peralatan yang digunakan meliputi : pompa air boiler, bak pendingin, kation-anion *exchanger*.

## **VI.2.2 Unit Pembangkit Tenaga Listrik**

Kebutuhan listrik yang diperlukan untuk pabrik GMS ini diambil dari PLN dan generator sebagai penghasil tenaga listrik, dengan distribusi sebagai berikut :

- Untuk proses produksi diambil dari PLN dan generator jika sewaktu-waktu ada gangguan listrik dari PLN.
- Untuk penerangan pabrik dan kantor, diambil dari PLN.

### **VI.2.3 Unit Penanganan Limbah**

Bagian ini mempunyai tugas antara lain mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan di sekitar area pabrik. Pengelolaan dan pemantauan kualitas lingkungan sesuai dengan standar dan ketentuan perundangan yang berlaku. Pengelolaan bahan berbahaya dan beracun, mencakup: pengangkutan, penyimpanan, pengoperasian, dan pemusnahan. Pengelolaan *house keeping* dan penghijauan di dalam dan sekitar area pabrik.

## **VI.3 Analisa Ekonomi**

### **VI.3.1 Asumsi Perhitungan**

Dalam melakukan analisa keuangan pabrik GMS ini, digunakan beberapa asumsi, antara lain sebagai berikut:

- Modal kerja sebesar 6 bulan biaya pengeluaran, yaitu biaya bahan baku ditambah dengan biaya operasi;
- Eskalasi harga bahan baku sebesar nilai inflasi 2,27 % pertahun;
- Eskalasi biaya operasi yang meliputi biaya bahan tambahan, biaya utilitas dan biaya tetap sebesar nilai inflasi 2,27 % pertahun;
- Sumber dana investasi berasal dari modal sendiri sebesar 40% biaya investasi dan pinjaman jangka pendek sebesar



60% biaya investasi dengan bunga sebesar 9,85% per tahun yang akan dibayar dalam jangka waktu 80 bulan (6,52 tahun);

- Penyusutan investasi alat & bangunan terjadi dalam waktu 10 tahun secara *straight line*.

### VI.3.2 Analisa Keuangan

Analisa keuangan yang digunakan pada pabrik GMS ini adalah dengan menggunakan metode *discounted cash flow*. Analisa keuangan untuk pabrik GMS terdiri dari perhitungan biaya produksi dan aliran kas/kinerja keuangan. Detail perhitungan dapat dilihat pada Appendiks D. Tabel VI.3 berikut ini adalah ketentuan maupun parameter yang digunakan untuk perhitungan ekonomi.

**Tabel 68.** Parameter Perhitungan Ekonomi

<b>Parameter</b>	<b>Nilai</b>	<b>Keterangan</b>
Investasi Total	296.450.293.744	Rupiah
Pajak pendapatan	30%	/tahun
Inflasi	2,7%	/tahun
Depresiasi	10%	/tahun
IRR	19,65%	/tahun
<b>Nama Bahan</b>	<b>Harga (\$)</b>	<b>Keterangan</b>
GMS	6000	/ton

<b>Operasi</b>		
GMS	4990	Kg/jam
Hari Operasi	330	Hari
<b>Modal Sendiri (40 %)</b>	93.792.838.304	Rupiah
<b>Modal Pinjam (60 %)</b>	140.689.257.457	Rupiah

### **VI.3.3 Analisa Laju Pengembalian Modal ( *Internal Rate of Return / IRR* )**

Dari hasil perhitungan pada Appendiks D, didapatkan harga  $i = 19,65\%$ . Harga  $i$  yang diperoleh lebih besar dari harga  $i$  untuk bunga pinjaman yaitu  $9,85\%$  per tahun. Dengan harga  $i = 19,65\%$  yang didapatkan dari perhitungan menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman  $9,85\%$  per tahun.

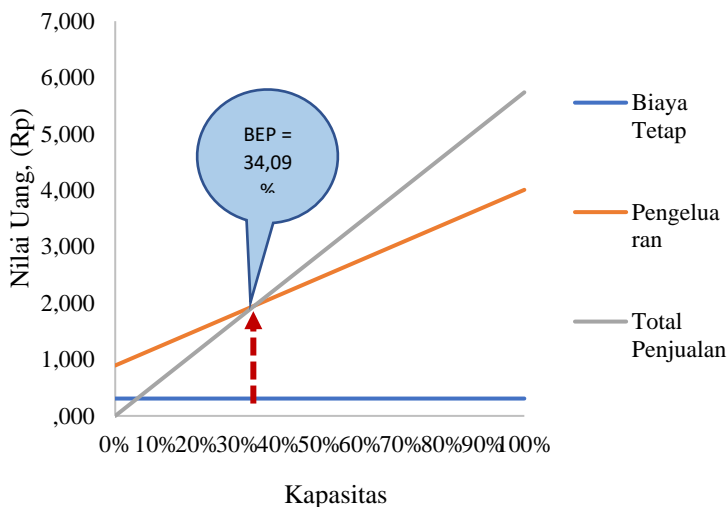
### **VI.3.4 Analisa Waktu Pengembalian Modal ( *Pay Out Time / POT* )**

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 6,52 tahun dengan perkiraan usia pabrik 10 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

### VI.3.5 Analisa Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC), Biaya variabel (VC) dan Biaya semi variabel (SVC), untuk biaya tetap tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendix D di dapatkan bahwa Titik Impas (BEP) = 34,09% seperti yang disajikan dalam Gambar VI.2 sebagai berikut :

**Gambar 31.** Grafik *Break Even Poi*



Ringkasan Analisa ekonomi dari pabrik GMS dapat dilihat pada Tabel 68 di bawah ini.

**Tabel 69.** Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi Pabrik GMS

<b>No</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Unit</b>	<b>Jumlah</b>
1	<i>Total Investment Cost</i>	MIDR	296.450.293.744
2	Bunga Pinjaman	% per thn	9,85
3	<i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	%	19,65
4	<i>Pay Out Time (POT)</i>	Tahun	6,52
5	<i>Break Even Point (BEP)</i>	%	35,04
6	Harga Produk GMS	US\$/ton	7802,4
7	Umur Pabrik	Tahun	10
8	Masa konstruksi	Tahun	2
9	Operasi	hari/tahun	330

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN**

Pabrik Gliserol Monostearat ini didirikan untuk memanfaatkan Gliserol sebagai hasil samping produksi Biodiesel yang kian meningkat serta memenuhi kebutuhan *emulsifier* gliserol monostearat dalam negeri sehingga dapat mengurangi beban impor. Untuk mengetahui kelayakan dari Pra Desain Pabrik Gliserol Monostearat, dilakukan diskusi dari segi teknis dan ekonomis.

#### **Segi Teknis**

Dalam Pra Desain Pabrik Gliserol Monostearat, proses yang digunakan adalah Proses Esterifikasi dengan bahan baku asam stearat dan gliserol. Secara teknis pabrik ini mempunyai syarat kelayakan karena mampu menghasilkan produk gliserol monostearat dengan kemurnian sesuai kebutuhan target pasar, yaitu 91,66%

#### **Segi Ekonomis**

Kelayakan Pra Desain Pabrik Gliserol Monostearat dari segi ekonomi diketahui melalui analisa ekonomi yang meliputi perhitungan *Internal Rate of Return* (IRR), *Pay Out Time* (POT), dan *Break Even Point* (BEP). *Internal Rate of Return* (IRR) pabrik ini adalah 19,65% Angka ini lebih besar dari bunga bank

yaitu 9,85%. Modal pabrik akan kembali setelah pabrik beroperasi selama 5,98 tahun. Waktu ini relatif sedang jika dibandingkan dengan perkiraan umur pabrik 10 tahun. *Break Even Point* yang didapat sebesar 34,09 %. Berdasarkan hasil analisa dari ketiga parameter tersebut, Pabrik Gliserol Monostearat ini layak untuk didirikan.

### **Kesimpulan**

Dari hasil-hasil yang telah diuraikan dalam bab-bab sebelumnya, maka disimpulkan :

1. Perencanaan OperasI : kontinyu, 24 jam/hari, 330 hari/tahun
2. Kapasitas Produksi : 4.990 ton/tahun
3. Kebutuhan Bahan Baku
  - Asam Stearat : 4523,4959 ton/tahun
  - Gliserol : 1378,3021 ton/tahun
  - H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> : 45,818298 ton/tahun
  - NaOH : 3,2912607 ton/tahun
4. Umur Pabrik : 10 tahun
  
5. Masa Konstruksi: 24 bulan
6. Analisa Ekonomi:
  - a. Pembiayaan :

- Struktur Permodalan : 40% modal sendiri dan 60% pinjaman bank
- Bunga Bank : 9,85% per tahun
- Total Investasi (TCI) : Rp 234.482.095.761
- *Total Production Cost* (TPC) : Rp 296.450.293.744

b. Hasil Penjualan (kapasitas 100%): Rp 441.285.660.000

c. Rehabilitasi Perusahaan :

- Laju Pengembalian Modal (IRR) : 19,65%
- Waktu Pengembalian Modal (POT) : 6,52 tahun
- Titik Impas (BEP) : 35,04%

8. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas

9. Struktur Organisasi : Garis dan staff

10. Lokasi : Gresik, Jawa Timur

Halaman ini sengaja dikosongkan



## DAFTAR PUSTAKA

Aspen Technology, Inc. 2010. Aspen Physical Properties System.  
USA: Burlington.

Bank BNI, Administrator. 2020. Suku Bunga dasar.  
<http://www.bni.co.id/>. Diakses pada 29 Juni 2020, pukul  
09.00 WIB.

Badan Pusat Statistik, Administrator. 2016. Komoditi Ekspor –  
Impor. <http://www.bps.go.id/>. Diakses pada 29 juni 2020,  
pukul 11.00 WIB.

Badan Pusat Statistik, Administrator. 2016. Upah Minimum  
Regional Indonesia. <http://www.bps.go.id/>. Diakses pada  
29 juni 2020, pukul 15.00 WIB.

Bailey, James E. 1986. Biochemical Engineering Fundamentals.  
Singapore: McGraw-Hill Book Co.

Bank Indonesia, Administrator. 2020. Moneter inflasi data Bank  
di Indonesia. <http://bi.go.id>. Diakses pada 29 Juni 2020,  
pukul 09.00 WIB

Brownell, Lloyd E. 1979. Equipment Design. New Delhi : Wiley  
Eastern Ltd. Coulson & Richardson. 2001. Chemical  
Engineering Volume 6 3th Edition. Butterworth :

Coulson, J. M. and Ricardson, J. F. 1983. Chemical Engineering  
vol. 6. New York: Pergamon Press Inc,

Fessenden, R.J. and J.S. Fessenden. 1986. Kimia Organik Dasar  
Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.

Google, Administrator. 2020. Maps of Gresik.  
<http://www.google.co.id/maps>. Diakses pada 18 juni 2020,  
pukul 10.00 WIB.

Grand View Research Administator. 2017. Food Emulsifiers  
Market Analysys. <https://www.grandviewresearch.com>.  
Diakses pada 21 Mei 2020, pukul 12.45 WIB

Heinneman. Geankoplis, Christie. 2003. Transport Process and  
Unit Operations 4th Edition. New Jersey : Prentice-Hall,  
Inc.

Kementrian Perindustrian. 2014. Profil Industri Oleokimia Dasar  
dan Biodiesel. Indonesia

Kern, Donald Q., 1965 .Process Heat Transfer. International  
Edition, McGraw-Hill Book Company, Tokyo.

Kirk, K. E. dan Othmer, D. F. 1981. Encyclopedia of Chemical  
Technology. New YorkL John Wiley and Sons, Inc.

Kusnarjo. 2010. Desain Alat Penukar Panas. Surabaya : itspress.

- Kusnarjo. 2010. Desain Bejana Bertekanan. Surabaya : itspress.
- Kusnarjo. 2010. Ekonomi Teknik. Surabaya : itspress
- Ludwig, Ernest, E. 1979. Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plant. Houston: Gulf Publishing Company.
- Matches, Administrator. 2018. Index of Process Equipment. <http://www.matche.com>. Diakses pada tanggal 10 Januari 2019, pukul 17.00 WIB.
- Mc. Ketta, J. J. 1978. Encyclopedia of Chemical Processing and Design. New York: Marcell Decker Inc.
- Mordor Intelligence, Administrator. 2017. Asia Pacific Food Emulsifiers Market-Growth, Trends and Forecast. <http://www.mordorintelligence.com>. Diakses pada 01 April 2020, pukul 09.00 WIB.
- Pagliari, Mario dan Rossi, Michele. 2006. The Future of Glycerol New Uses of a Versatile Raw Material. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Perry, R. H. 1997. Perry;s Chemical Engineer Handbook 7th ed. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Pratiwi. 2008. Mikrobiologi Farmasi. Jakarta: Erlangga.

- Prasetyo, Eko dkk. 2012. Potensi Gliserol Dalam Pembuatan Turunan Gliserol Melalui Proses Esterifikasi. Semarang: Universitas Diponegoro
- Radar Surabaya, 2019.pengembangan kebingungan harga tana di gresik tak terkontrol.  
<http://www.radarsurabaya.jawapos.com>. Diakses pada 01 April 2020
- Timmerhaus, Klaus D. 1981. Plant Design and Economics for Chemical Engineers. Singapore : Mc Graw Hill, Inc.
- Ulrich, Gael D. 1984. A Giude to Chemical Engineering Process Design and Economics. USA : John Wiley & Sons Inc.
- Van Ness, Smith. 2001. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics. Singapore : Mc Graw Hill, Inc.
- Publishing, Inc. Wilmar. 2015. Wilmar Oleochemicals Brochure. Netherlands : Wilmar Oleo B.V.
- Woods, Donald R. 2006. Rules of Thumb in Engineering Practice. Canada : Wiley - VCH

## BIOGRAFI PENULIS



Mohammad Fandy Ardhillia Zakaria Anshori dilahirkan di Surabaya pada tanggal 03 mei 1998. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan bapak Mohammad Zakaria Anshori dan Ibu Endang Ismani.

Setelah lulus dari SMA 1 Gedangan Sidoarjo pada tahun 2016, penulis melanjutkan Pendidikan ke jenjang sarjana di Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa System Institut Teknologi Sepuluh November pada tahun 2016. Penulis melakukan kerja praktik di PT. Semen Indonesia pabrik tuban pada unit Quality Assurance dan juga di PT Ispat Indo pada unit Quality Control.

## BIOGRAFI PENULIS



I Made Setia Ananda, anak kedua dari empat bersaudara, lahir di Bali, 13 Agustus 1997. Penulis telah menempuh pendidikan dasar di SDN 1 Beraban, pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Tabanan, dan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Tabanan. Saat ini penulis tengah menjalani pendidikan sarjana di Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Selama menjalani pendidikan sarjana, penulis pernah menjadi *staff equipment of CHERNIVAL* (2016/2017), *senior staff equipment of CHERNIVAL* (2017/2018), *staff of art department TPKH* (2017/2018), *senior staff of art department TPKH* (2018/2019). Penulis juga memiliki pengalaman kerja di PT. SEMEN TONASA.