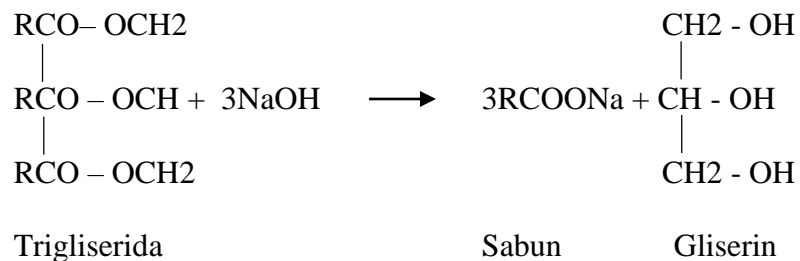


## BAB III PERANCANGAN PROSES

### 3.1. Dasar Reaksi

Pembuatan sabun mandi dengan proses saponifikasi fase cair dari tristearin (RBDPS) dengan soda kaustik (NaOH) dijalankan dengan sistem kontinu dan menghasilkan produk samping gliserol. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah

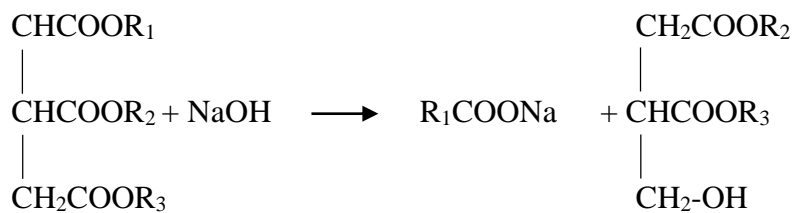


(Riegel's, 1985)

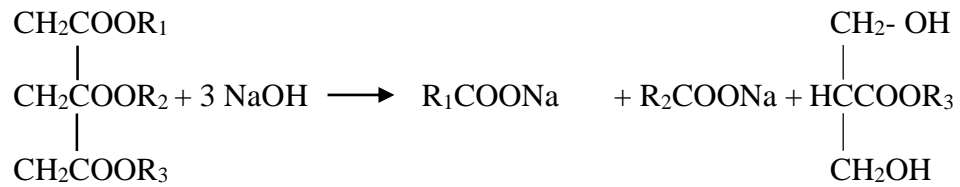
### 3.2. Mekanisme Reaksi

Dari persamaan reaksi saponifikasi dapat dilihat 1 mol tristearin direaksikan dengan 3 mol NaOH untuk membentuk 3 mol produk sabun dan 1 mol produk gliserol. Namun sebenarnya mekanisme reaksi saponifikasi tristearin terdiri dari 3 langkah reaksi sebagai berikut:

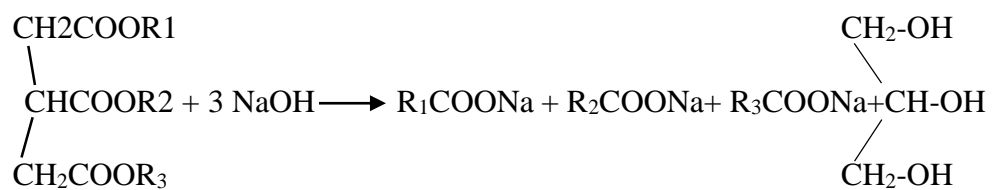
Langkah 1:



Langkah 2:



Langkah 3:

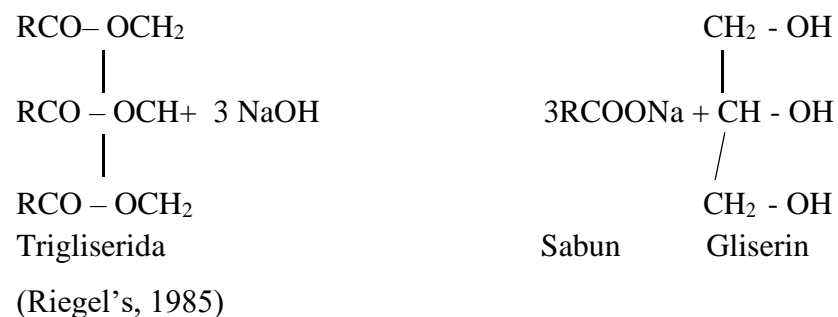


(Spitz, 2009)

### 3.3. Kondisi Operasi

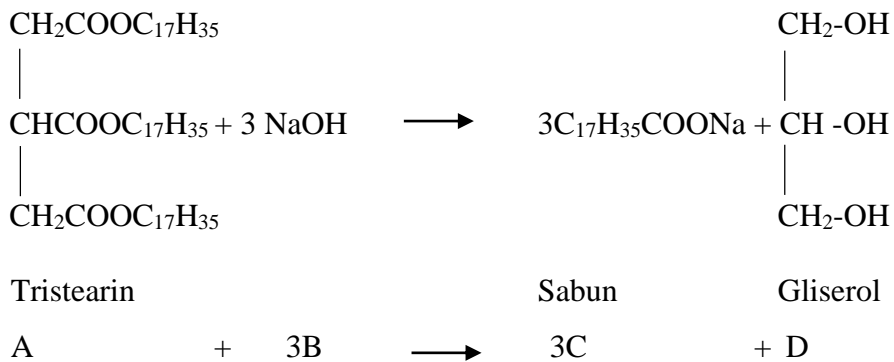
Pembuatan sabun mandi dengan reaksi saponifikasi fase cair dari tristearin (RBDPS) dan soda kaustik (NaOH) dan menghasilkan produk samping gliserol mempunyai konversi reaksi 99,5% dengan waktu tinggal 80 menit pada suhu 90°C dan tekanan atmosferis. (Spitz, 2009).

Persamaan reaksinya sebagai berikut:



### 3.4. Tinjauan Kinetika

Reaksi saponifikasi termasuk reaksi orde 2. Reaksi pembentukan Sabun dari RBDPS dan NaOH, dengan persamaan reaksi:



Kecepatan reaksi elementer tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan:

Pada reaksi ini, digunakan NaOH sebanyak 1 kali kebutuhan stoikiometris. Hal ini membuat kecepatan reaksi ke kanan menjadi lebih besar, reaksi tersebut merupakan reaksi orde 2 dengan perbandingan mol NaOH/mol RBDPS adalah 3 : 1. (Spitz, 2009)

Maka, nilai konstanta kecepatan reaksi dapat dicari, sebagai berikut:

$$(-r_A) = k(C_A)(C_B)$$

$$\theta_B = \frac{F_{B0}}{F_{A0}}$$

$$(-r_A) = k(C_A)(C_B) \quad \text{pers. 1}$$

$$C_A = \frac{F_A}{v} = \frac{F_{A0}(1-X_A)}{v_0} = C_{A0}(1-X_A) \quad \text{pers. 2}$$

$$C_B = \frac{F_B}{v} = \frac{F_B - F_{A0}X_A}{v_0} = \frac{F_{A0}\left(\frac{F_{B0}}{F_{A0}}\right) - X_A}{v_0}$$

$$C_B = C_{A0}(\theta_B - X_A) \quad \text{pers. 3}$$

$$(-r_A) = kC_{A0}(1 - X_A)C_{A0}(\theta_B - X_A)$$

$$(-r_A) = kC_{A0}^2(1 - X_A)(\theta_B - X_A) \quad \text{pers. 4}$$

Menghitung waktu tinggal dalam volume reactor

$$\tau = \frac{V}{v_0} \quad \text{pers. 5}$$

$$V = \frac{F_{A0}X_A}{(-r_A)} \quad \text{pers. 6}$$

Substitusi persamaan (4) ke dalam persamaan (6)

$$V = \frac{F_{A0}X_A}{kC_{A0}^2(1 - X_A)(\theta_B - X_A)} \quad \text{pers. 7}$$

Mencari konstanta kecepatan reaksi

$$k = \frac{F_{A0}X_A}{\tau \cdot v_0 C_{A0}^2 (1 - X_A) (\theta_B - X_A)} \quad \text{pers. 8}$$

$$k = 4,746 \text{ L/mol.jam}$$

### 3.5. Tinjauan Thermodinamika

Tinjauan<sub>f</sub> secara termodinamika ditujukan untuk menentukan sifat reaksi apakah berjalan eksotermis atau endotermis dan arah reaksi apakah *reversible* atau *irreversible*, maka perlu perhitungan dengan menggunakan panas pembentukan ( $\Delta H_F^\circ$ ) dan energi bebas Gibbs ( $\Delta H_G^\circ$ ) dari reaktan dan produk. Pada proses

pembentukan<sub>f</sub> sabun mandi, harga  $\Delta H_F^\circ$  dan  $\Delta H_G^\circ$  adalah sebagai berikut

Tabel 3.1 Data Harga  $\Delta H_f$  dan  $\Delta G_f$

Komponen	Harga $\Delta H_f$ (kj/mol)	Harga $\Delta G_f$ (kj/mol)
RBDPS	-1.601,3	-2.223,6
NaOH	-426,9	-379,1
Gliserol	-776,0	-475,5
Sabun	-666,1	-1.029,3

(Perry, 2008)

**a. Panas Reaksi Standar**

$$\Delta H_R^\circ = \sum \Delta H_F^\circ \text{ produk} - \sum \Delta H_F^\circ \text{ reaktan}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_R^\circ &= (3 \cdot \Delta H_F^\circ \text{ sabun} + \Delta H_F^\circ \text{ gliserol}) - (3 \cdot \Delta H_F^\circ \text{ NaOH} + \Delta H_F^\circ \text{ RBDPS}) \\ &= (3(-776,0) + -666,1) - (3(-426,9) + -1.601,3) \\ &= -122 \text{ kj/mol} \end{aligned}$$

Karena  $\Delta H_R^\circ$  bernilai negatif maka, reaksi bersifat eksotermis.

$$dH = C_p \cdot dT$$

$$\Delta H_{363} = \int_{298K}^{363K} C_p \cdot dT$$

$$\Delta H_{363} = (\sum C_p \text{ produk} - \sum C_p \text{ reaktan}) dT$$

$$\Delta H_{363} = (52.000,88 - 127.652,83) \text{ kj/kmol}$$

$$\Delta H_{363} = -75651,9522 \text{ kj/kmol}$$

$$\Delta H_{363} = -75,65 \text{ kj/mol}$$

$$\Delta H_R^\circ = (-122 + (-75,65)) \text{ kj/mol}$$

$$= -197,65 \text{ kJ/jam}$$

**b. Konstanta kesetimbangan (K) pada keadaan standar**

Konstanta kesetimbangan (K) pada keadaan standar

$$\Delta G_r^\circ = -RT \ln K_{298}$$

Dimana:

$\Delta G_r^\circ$  : Energi Gibbs pada keadaan standar (T = 298 K, P = 1 atm),

$K_{298}$  : Konstanta kesetimbangan keadaan standar (T = 298 K, P = 1 atm)

T : Suhu standar (298 K)

R : Tetapan Gas Ideal ( $8,314 \times 10^{-3} \text{ kJ/mol.K}$ )

Sehingga nilai K dari reaksi tersebut dapat ditentukan, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta G_r^\circ &= \Delta G_f^\circ \text{produk} - \Delta G_f^\circ \text{reaktan} \\ &= (3. \Delta G_f^\circ \text{sabun} + \Delta G_f^\circ \text{gloserol}) - (\Delta G_f^\circ \text{RBDPS} + 3. \Delta G_f^\circ \text{NaOH}) \\ &= ((3. -1.029,3) + (-475,5)) - ((3. -379,1) + (-2.223,6)) \\ &= -202,8 \text{ kJ/kmol} \end{aligned}$$

$$\ln K_{298} = \frac{-\Delta G_r^\circ}{RT}$$

$$\ln K_{298} = \frac{-(-202,8) \text{ kJ/mol}}{8,134 \times 10^{-3} \frac{\text{kJ}}{\text{mol.K}} \times 298 \text{ K}} = 81,84$$

$$K_{298} = 3,48 \times 10^{35}$$

c. **Konstanta kesetimbangan (K) pada T = 90 °C = 363 K**

$$\ln \left( \frac{K_{363}}{K_{298}} \right) = \frac{\Delta H_R^\circ (T_2 - T_1)}{R \times T_2 \times T_1}$$

Dengan:

$K_{298}$  = Konstanta kesetimbangan pada 298 K

$K_{363}$  = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi

$T_1$  = Suhu standar (25°C = 298 K)

$T_2$  = Suhu operasi (90°C = 363 K)

R = Tetapan Gas Ideal (8,314 x 10<sup>-3</sup> kJ/mol.K)

$\Delta H_R^\circ$  = Panas reaksi standar pada 298 K

$$\ln \frac{K_{363}}{K_{298}} = \frac{-112,25 \frac{kJ}{mol} (363 - 298)}{8,314 \times 10^{-3} \frac{kJ}{mol} \times 363 K \times 298 K}$$

$$\ln \frac{K_{363}}{K_{298}} = -8112,59$$

$$\ln \frac{K_{363}}{3,48 \times 10^{35}} = 1,008$$

$$K_{363} = 3,51 \times 10^{35}$$

Karena harga konstanta kesetimbangan relatif besar, maka reaksi berlangsung

searah, yaitu ke kanan (*irreversible*).

### **3.6. Langkah Proses**

Proses *pembuatan* sabun mandi padat terdiri atas , yaitu:

1. Tahap persiapan umpan
2. Tahap reaksi saponifikasi tristearin
3. Tahap pemurnian sabun mandi
4. Tahap penambahan zat aditif pada sabun
5. Tahap pengeringan dan finishing sabun

#### **3.6.1. Tahap persiapan umpan**

Umpan terdiri dari RBDPS (*Refined Bleached Deodorized Palm Stearin*) dan NaOH. RBDPS dimasukkan ke dalam tangki yang dilengkapi dengan pemanas (Melter), dipanaskan terlebih dahulu menggunakan steam sampai 90°C sebelum dipompa ke dalam reaktor. Sedangkan NaOH dilarutkan dalam air pada suhu kamar sampai konsentrasinya 50% massa. RBDPS dan campuran larutan NaOH kemudian dipompakan ke dalam reaktor.

#### **3.6.2. Tahap reaksi saponifikasi tristearin**

RBDPS dan campuran larutan NaOH dipompakan ke dalam reaktor yang diberi jaket pemanas dengan tujuan untuk menjaga suhu agar tetap pada suhu operasi yaitu 90°C, tekanan atmosferis. Konversi reaksi 99,5% dengan waktu tinggal 80 menit. (Spitz, 2009)



### 3.6.3. Tahap pemurnian sabun mandi

Produk keluar reaktor berupa cairan yang terdiri dari atas sabun, gliserol, air, dan sedikit RBDPS yang belum bereaksi. Hasil reaksi kemudian dipompakan ke mixer untuk ditambahkan larutan NaCl (*Brine*) yang berfungsi sebagai pengendap gliserol pada dekanter. Aliran keluar *mixer-02* dialirkan ke dekanter, dekanter adalah pemisah yang bekerja dengan prinsip perbedaan densitas.

Kondisi operasi pada alat dekanter pada suhu 65°C dan tekanan atmosferis. Pada unit ini akan terbentuk dua lapisan, yaitu lapisan bagian atas yang terdiri dari sabun, air, sedikit gliserol, alkalidan sisa RBDPS, sedangkan pada lapisan bagian bawah terdiri dari gliserol, alkali, dan sedikit air yang secara keseluruhan membentuk lapisan yang lebih berat daripada sabun, sehingga berada pada lapisan bagian bawah pada pemisahan statis.

### 3.6.4. Tahap penambahan zat aditif pada sabun

Setelah proses pemisahan sabun mandi dari gliserol dan air. Proses selanjutnya adalah penambahan aditif sabun. Zat aditif yang ditambahkan antara lain: EDTA yang berfungsi sebagai surfaktan pada sabun (pembersih dan pemutih) yang dapat mengangkat kotoran pada kulit, pewangi (minyak nilam) yang berfungsi untuk memberi kesegaran dan keharuman pada sabun, dan natrium sulfat sebagai *filler* (bahan pengisi). Zat tambahan ini dicampur dalam tangki pencampur (*mixer*) pada suhu 65°C dan tekanan atmosferis. Jumlah aditif yang ditambahkan sesuai dengan spesifikasi mutu yang diinginkan.

### 3.6.5. Tahap pengeringan dan finishing sabun

Pengeringan sabun dilakukan dalam *spray dryer*. Campuran sabun cair dari tangki pencampur dipompa ke *spray dryer*, dari unit pengeringan ini dihasilkan sabun berupa serpihan (*flake*) dan dengan bantuan *conveyor* dikirim ke unit finishing yang terdiri dari satuan mesin pembentukan sabun batang dan disebut *Bar Soap Finishing Machine* (BSFM).

### 3.7. Peralatan Proses

#### 3.7.1. Mixer-01

Kode	=	M-01	
Fungsi	=	Mencampurkan larutan NaOH dengan air	
Jenis	=	Tangki Silinder Tegak/vertikal dengan atap berbentuk torispherical	
Jumlah	=	1	buah
Volume	=	0,3238	m <sup>3</sup>
Bahan Material	=	Carbon Steel SA 283 C	
Kondisi Operasi			
Suhu	=	30°C	
Tekanan	=	1 atm	
Dimensi			
Diameter	=	0,6530	m
Tebal <i>Shell</i>	=	0,1875	in
Tebal <i>Head</i>	=	0,1875	in

Tinggi <i>Shell</i>	=	0,9795	m
Tinggi <i>Head</i>	=	0,1722	m
Tinggi Cairan	=	0,8541	m
Pengaduk			
Tipe	=	<i>Marine Propeller with 3 blades and pitch 2Di</i>	
Diameter	=	0,2177	m
Kecepatan	=	280,2454	rpm
Power	=	0,1069	HP
Harga	=	\$11.129	

### 3.7.2. Mixer-02

Kode	=	M-02	
Fungsi	=	Mencampurkan larutan <i>brine</i> dengan sabun	
Jenis	=	Tangki Silinder Tegak/vertikal dengan atap berbentuk <i>torispherical</i>	
Jumlah	=	1	buah
Volume	=	5,3526	m <sup>3</sup>
Bahan Material	=	<i>Carbon Steel SA 283 C</i>	
Kondisi Operasi			
Suhu	=	30°C	
Tekanan	=	1 atm	
Dimensi			
Tebal Shell	=	0,1875	in

Tebal Head	=	0,2270	in
Tinggi Shell	=	2,5003	m
Tinggi Head	=	0,3377	m
Tinggi Cairan	=	2,1477	m
Pengaduk :	=		
Tipe		<i>Marine Propeller with 3 blades and pitch 2Di</i>	
Diameter	=	0,5556	m
Kecepatan	=	2,0088	rps
Power	=	0,5892	HP
Harga	=	\$49.207	

### 3.7.3. Mixer-03

Kode	=	M-03	
Fungsi	=	Mencampurkan larutan sabun dengan larutan NaCl	
Jenis	=	Tangki Silinder Tegak/vertikal dengan atap berbentuk <i>torispherical</i>	
Jumlah	=	1	buah
Volume	=	2,1455	m <sup>3</sup>
Bahan Material	=	<i>Carbon Steel SA 283 C</i>	
Kondisi Operasi :			
Suhu	=	30°C	
Tekanan	=	1 atm	

## Dimensi :

Tinggi	=	1,9469	m	
Diameter	=	1,2979	m	
Tebal Shell	=	0,1875	in	= 0,0048 m
Tebal Head	=	0,25	in	= 0,0064 m
Tinggi Shell	=	2,0431	m	
Tinggi Head	=	0,2851	m	
Tinggi Cairan	=	1,5566	m	

## Pengaduk :

Tipe	=	<i>Marine Proppeller with 3 blades and pitch 2Di</i>		
Diameter	=	0,4540	m	
Kecepatan	=	2,2479	rps	
Power	=	0,2834	HP	
Harga	=	\$33.386		

**3.7.4. Mixer-04**

Kode	=	M-04
Fungsi	=	Mencampurkan larutan NaCl dengan air
Jenis	=	Tangki Silinder Tegak/vertikal dengan atap berbentuk <i>torispherical</i>
Jumlah	=	1 buah
Volume	=	1,4893 m <sup>3</sup> = 393,464 gallon
Bahan Material	=	<i>Carbon Steel SA 283 C</i>

## Kondisi Operasi :

Suhu	=	30°C		
Tekanan	=	1 atm		
Dimensi :				
Tinggi	=	1,6222	m	
Diameter	=	1,0814	m	
Tebal Shell	=	0,1875	in	= 0,0048 m
Tebal Head	=	0,25	In	= 0,0064 m
Tinggi Shell	=	1,8165	m	
Tinggi Head	=	0,2608	m	
Tinggi Cairan	=	1,1543	m	
Pengaduk				
Tipe	=	<i>Marine Proppeller with 3 blades and pitch 2Di</i>		
Diameter	=	0,4037	m	
Kecepatan	=	2,1088	rps	
Power	=	0,1639	HP	
Harga	=	\$24.985		

**3.7.5. Melter-01**

Fungsi	=	Melelehkan RBDPS
Jenis	=	Tangki Silinder Tegak/vertikal dengan atap berbentuk <i>torispherical</i>
Jumlah	=	1 buah
Volume	=	3,8084 m <sup>3</sup>

Bahan Material	=	Carbon Steel SA 283 C	
Kondisi Operasi			
Suhu	=	90°C	
Tekanan	=	1 atm	
Dimensi :			
Tinggi	=	2,3573	m
Diameter	=	1,6669	m
Tebal Shell	=	0,1875	in = 0,0048 m
Tebal Head	=	0,25	in = 0,0064 m
Tinggi Shell	=	2,5003	m
Tinggi Head	=	0,3376	m
Tinggi Cairan	=	1,8487	m
Pengaduk			
Tipe	=	<i>Marine Proppeller with 3 blades and pitch 2Di</i>	
Diameter	=	0,5556	m
Kecepatan	=	2,1205	rps
Power	=	0,5030	HP
Harga	=	\$45.279	

### 3.7.6. Reaktor-01

Tugas	=	Mereaksikan larutan NaOH dengan Trigliserida 93,05 % menjadi Sabun
Jenis	=	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Kondisi operasi		

Tekanan	= 1	Atm	
Waktu Tinggal	= 80	Menit	
Temperature	= 90	$^{\circ}\text{C}$	
Dimensi Reaktor			
Volume	= 0,6707		$\text{m}^3$
Bahan	= Carbon Steel SA 283 Grade C		
Diameter	= 0,8541		m
Tinggi	= 1,2811		m
Tebal <i>Shell</i>	= 0,1875		in
Tinggi Cairan dalam <i>shell</i>	1,2435		m
Bentuk <i>Head</i>	= <i>Torispherical dished head</i>		
Tebal <i>Head</i>	= 0,1875		in
Koil Pendingin			
Jumlah Lilitan	= 2		lilitan
Tinggi Tumpukan Koil	= 0,1062		m
Diameter Lilitan Koil	= 0,6833		m
Panjang Koil	= 12,3084		m
Pengaduk			
Jenis	= <i>Marine propeller with 3 blades and pitch</i>		
	2Di		
Diameter Pengaduk	= 0,2763		m
Tinggi cairan dalam pengadukan	= 1,0776		m



Jarak pengaduk dari dasar

Tangki	=	0,3592	m
Power Pengaduk	=	0,5316	Hp
Jumlah	=	1	Buah
Harga	=	\$33.000	

### 3.7.7. Reaktor-02 (R-02)

Tugas	=	Mereaksikan larutan NaOH dengan Trigliserida 99,5% menjadi Sabun	
Jenis	=	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk	
Kondisi operasi			
Tekanan	=	1	atm
Waktu Tinggal	=	80	menit
Temperature	=	90	<sup>0</sup> C
Dimensi Reaktor			
Volume	=	0,6707	m <sup>3</sup>
Bahan	=	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
Diameter	=	0,8289	m
Tinggi	=	1,2434	m
Tebal <i>Shell</i>	=	0,1875	in
Tinggi Cairan dalam <i>shell</i>		1,2435	m
Bentuk <i>Head</i>	=	<i>Torispherical dished head</i>	
Tebal <i>Head</i>	=	0,1875	in
Koil Pendingin			

Jumlah Lilitan	= 3	lilitan
Tinggi Tumpukan Koil	= 0,0960	m
Diameter Lilitan Koil	= 0,6832	m
Panjang Koil	= 17,0054	m
Pengaduk		
Jenis	= <i>Marine propeller with 3 blades and pitch 2Di</i>	
Diameter Pengaduk	= 0,2763	m
Tinggi cairan dalam pengadukan	= 1,0776	m
Jarak pengaduk dari dasar tangki	= 0,3592	m
Power Pengaduk	= 0,5316	Hp
Jumlah	= 1	Buah
Harga	= \$33.000	

### 3.7.8. Dekanter

Fungsi	= Memisahkan fase berat (lapisan gliserol) dan fase ringan (lapisan sabun)
Jenis	= <i>Vertical, torispherical dished head</i>
Bahan	= <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Kondisi operasi	
Tekanan	= 1 Atm
Temperature	= 65 °C

Waktu Tinggal	=	5	Menit		
Dimensi Decanter					
Volume Dekanter	=	31,7935	ft <sup>3</sup>	0,8998	m <sup>3</sup>
Diameter					
Dekanter	=	0,8308	m		
Tinggi Dekanter	=	1,6616	m		
Tebal <i>Shell</i>	=	0,1875	in		
Tebal <i>Head</i>	=	0,5	in		
Tinggi <i>Head</i>	=	0,2270	m		
Jumlah	=	1	Buah		
Harga	=				
				\$19.100	

### 3.7.9. *Spray Dryer*

Fungsi	=	Mengeringkan sabun hingga berubah fase menjadi padatan
Tipe	=	<i>Spray dryer with a pressure nozzle</i>
Jumlah	=	1
Material	=	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Kondisi operasi		
Tekanan (atm)	=	1
Suhu umpan (°C)	=	65
Suhu udara masuk (°C)	=	100

Suhu udara keluar (°C) = 50

Dimensi

Volume (m<sup>3</sup>) = 120,9037

Diameter (m) = 3,1996

Tinggi (m) = 9,5989

Harga = \$ 116.634

### **3.7.10. Bar Soap Finishing Machine**

Kode = BSFM

Fungsi = Mencetak serpihan sabun menjadi sabun batangan

Tipe = Belt conveyor dengan mesin cetakan

Jumlah = 1

Spesifikasi cetakan

Panjang (cm) = 9,127 cm

Lebar (cm) = 3,043 cm

Tinggi (cm) = 3,043 cm

Harga = \$ 30.000

### **3.7.11. Silo-01 (SL-01)**

Kode = SL-01

Fungsi = Sebagai tempat penyimpan RBDPS

Jumlah = 1 alat

Tipe = Tangki silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk  
cone 60°

Material Silo = Logam Baja Karbon

## Kondisi Operasi

Tekanan Operasi = 1 Atm = 14,69 psi

Suhu Operasi = 30 °C = 303,15 K

## Spesifikasi

Diameter silo = 9,4197 m

Tebal *shell* = 0,4375 in

Lebar silo = 9,4307 m

Tebal *head* = 0,4375 in

Tinggi silo = 17,6394 m

Harga = \$330.591

**3.7.12. Silo-02 (SL-02)**

Kode = SL-02

Fungsi = Sebagai tempat penyimpanan NaOH

Jumlah = 1 alat

Tipe = Tangki silinder tegak dengan bagian bawah  
berbentuk *cone* 60°

Material Silo = Logam baja karbon

## Kondisi Operasi

Tekanan Operasi = 1 Atm = 14,69 psi

Suhu Operasi = 30 °C = 303,15 K

## Spesifikasi

Diameter silo = 3,7248 m

Tebal *shell* = 0,2500 in

Lebar silo	=	3,7311	m
Tebal <i>head</i>	=	0,2500	in
Tinggi silo	=	7,0076	m
Harga	=	\$79.975	

### 3.7.13. Silo-03 (SL-03)

Kode	=	SL-03	
Fungsi	=	Sebagai tempat penyimpan NaCl	
Jumlah	=	1 alat	
Tipe	=	Tangki silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>cone</i> 60°	
Material Silo	=	Logam baja karbon	
Kondisi Operasi			
Tekanan Operasi	=	1	Atm = 14,69 psi
Suhu Operasi	=	30	°C = 303,15 K
Spesifikasi			
Diameter silo	=	3,3892	m
Tebal shell	=	0,2500	in
Lebar silo	=	3,3955	m
Tebal head	=	0,2500	in
Tinggi silo	=	6,3814	m
Harga	=	\$69.173	

### 3.7.14. Silo-04 (SL-04)

Kode	=	SL-04
------	---	-------

Fungsi	=	Sebagai tempat penyimpan EDTA sebelum ditambahkan ke dalam sabun		
Jumlah	=	1 alat		
Tipe	=	Tangki silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>cone</i> 60°		
Material Silo	=	Logam Baja Karbon		
Kondisi Operasi				
Tekanan Operasi	=	1	atm	14,69 Psi
Suhu Operasi	=	30	°C	303,15 K
Spesifikasi				
Diameter silo	=	2,9515	m	
Tebal <i>shell</i>	=	0,2500	in	
Lebar silo	=	2,9579	m	
Tebal <i>head</i>	=	0,2500	in	
Tinggi silo	=	5,5648	m	
Harga	=	\$55.971		

### 3.7.15.Silo-05 (SL-05)

Kode	=	SL-05		
Fungsi	=	Sebagai tempat penyimpan Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> sebelum ditambahkan ke dalam sabun		
Jumlah	=	1 alat		
Tipe	=	Tangki silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>cone</i> 60°		

Material Silo	=	Logam baja karbon		
Kondisi Operasi				
Tekanan Operasi	=	1	atm	14,69 psi
Suhu Operasi	=	30	°C	303,15 K
Spesifikasi				
Diameter silo	=	2,0756	m	
Tebal <i>shell</i>	=	0,1875	in	
Lebar silo	=	2,0804	m	
Tebal <i>head</i>	=	0,2500	in	
Tinggi silo	=	3,9303	m	
Harga	=	\$32.732		

### 3.7.16. Tangki (T-01)

Tugas	=	Menyimpan pewangi selama 15 hari
Jenis	=	<i>Cylindrical Vertical Tank, Flat Bottom, Conical Roof</i>
Bahan	=	<i>Carbon Steel SA 285 Grade C</i>
Fasa	=	Cair
Kondisi operasi		
Tekanan	=	1 atm
Suhu	=	30 °C
Dimensi		
Kapasitas	=	1894,4745 m <sup>3</sup>
Diameter	=	4,5750 m
Tinggi	=	5,4900 m



Tebal <i>shell</i>	=	0,3750	in
Jumlah <i>course</i>	=	3	
Tinggi <i>head</i>	=	3,2024	in
Tebal <i>head</i>	=	0,4375	in
Jumlah	=	1	buah
Harga	=	\$51.607	

### 3.7.17. Tangki (T-02)

Tugas	=	Menyimpan larutan gliserol selama 7 hari	
Jenis	=	<i>Cylindrical Vertical Tank, Flat Bottom, Torispherical Dishead</i>	
Bahan	=	Carbon Steel SA 285 Grade C	
Fasa	=	Cair	
Kondisi operasi			
Tekanan	=	1	atm
Suhu	=	30	<sup>0</sup> C
Dimensi			
Kapasitas	=	6374,2488	ft <sup>3</sup>
Diameter	=	6,1000	m
Tinggi	=	5,4900	M
Tebal <i>shell</i>	=	0,6250	In
Jumlah <i>course</i>	=	3	
Tinggi <i>head</i>	=	60,2687	In
Tebal <i>head</i>	=	0,4375	In

Jumlah = 1 Buah

Harga = \$64.263

### 3.7.18. Exchanger (E-01)

Tugas = Memanaskan umpan larutan NaOH sebelum masuk reaktor (R-01)

Jenis = *Double Pipe Heat Exchanger*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin

t in = 30 °C

t out = 90 °C

Fluida Panas

T in = 140.00 °C

Tout = 140.00 °C

*Annulus* = Fluida Dingin (*Heavy Organic*)

- Kapasitas = 1.582,48 kg/jam

- ID = 4,03 In

- OD = 4,50 In

- *Pressure Drop* = 0,0011 Psi

- IPS = 4 In

*Inner Pipe* = *Steam*

- Kapasitas = 238,23 kg/jam

- ID = 3.07 In

- *Pressure Drop* = 0,008 psi

	- IPS	=	3 in
<i>Dirt Factor</i>	=	0,0042	hr ft <sup>2</sup> °F/Btu
Luas Transfer	=	35,28	ft <sup>2</sup>
Panas			
Jumlah			
Hairpin	=	4	Buah
Jumlah	=	1	Buah
Harga	=	\$1.527	

### 3.7.19. Exchanger (E-02)

Tugas	=	Menurunkan suhu larutan sabun dari reaktor	
Jenis	=	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Kondisi Operasi			
Fluida Panas	=		
	T in	=	90 °C
	T out	=	65 °C
Fluida Dingin	=		
	t in	=	30 °C
	t out	=	45 °C
<i>Annulus</i>	=	Fluida Dingin ( <i>Cold Water</i> )	
	- Kapasitas	=	7.456,73 kg/jam
	- ID	=	0,34 Ft
	- OD	=	0,38 Ft
	- IPS	=	4 In

*Inner Pipe* = Fluida Panas (*Heavy Organics*)

- Kapasitas = 3.959,17 kg/jam
- ID = 0,26 Ft
- IPS = 4 in

*Dirt Factor* = 0,0043 hr ft<sup>2</sup> °F/Btu

Luas Transfer = 46,25 ft<sup>2</sup>

Panas

Jumlah Hairpin = 4 Buah

Jumlah = 1 Buah

Harga = \$1.200

### 3.7.20. Exchanger (E-03)

Tugas = Memanaskan udara sebelum masuk ke spray dryer

Jenis = *Shell and Tube Heat Exchanger, Packed Lantern Rings Exchanger*

Kondisi Operasi

Fluida Dingin

t in = 30 °C

t out = 100 °C

Fluida Panas =

T in = 140 °C

Tout = 140 °C

*Shell* = Fluida Panas (*Steam*)

- Kapasitas = 3,138.08 kg/jam

	- ID	=	0,62	in
	- OD	=	0,75	in
	- Pressure Drop	=	0,1421	psi
<i>Tube</i>	=	<i>Cold Fluid (Udara)</i>		
	- Kapasitas	=	91,074.98	kg/jam
	- ID	=	15,25	in
	- <i>Pressure Drop</i>	=	0,001	psi
Dirt Factor	=	0,0191		hr ft <sup>2</sup> °F/Btu
Luas Transfer	=	1,071.01		ft <sup>2</sup>
Panas				
Jumlah <i>Tube</i>	=	341		Buah
Jumlah	=	1		Buah
Harga	=	\$69.610		

### 3.7.21. *Screw Conveyor-03*

Kode	=	SC-03
Fungsi	=	Menerima produk keluaran cyclone dan spray dryer menuju BSFM
Material	=	<i>Stainless Steel SA-283 Grade C</i>
Jenis	=	Helicode Flight
Kapasitas	=	6.661,9563 kg/jam
Panjang	=	26,44 m
Diameter <i>Screw</i>	=	12 in
Kecepatan	=	50 rpm
Power Motor	=	0,6376 HP

Harga = \$5.674

### **3.7.22. Screw Conveyor – 01**

Kode : SC-01

Fungsi : Mengumpulkan RBDPS  
Menuju Melter

Material : Stainless Steel SA-283 Grade B

Jenis : Helicode Flight

Kapasitas : 5874,2436 kg/jam

Panjang : 4,1522 m

Diameter

Screw : 30 in 0,762 M

Kecepatan : 50 rpm

Power Motor : 0,5622 HP

Harga : \$4.364

### **3.7.23. Screw Coveyor – 02**

Kode : SC-01

Fungsi : Mengumpulkan NaOH  
Menuju Mixer

Material : Stainless Steel SA-283 Grade C

Jenis : Helicode Flight

Kapasitas : 857,1912 kg/jam

Panjang : 3,9901 m

Diameter				
Screw	:	8	in	= 0,2032 m
Kecepatan	:	50	rpm	
Power Motor	:	0,0820	HP	
Harga	:	\$ 2.728		

#### **3.7.24. Belt Coveyor – 01**

Kode	=	BC-01
Fungsi	=	Mengangkut NaCl dari Silo ke Mixer 02
Tipe	=	<i>Troughed Antifriction Idlers</i> , dengan sudut kemiringan 30°C
Material	=	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Kapasitas	=	0,7316 ton/jam
Panjang belt	=	1,8288 M
Lebar belt	=	0,3556 M
Kecepatan	=	200 ft/menit
Power motor	=	0,6993 HP
Harga		\$2.728

#### **3.7.25. Belt Coveyor – 02**

Kode	=	BC-02
Fungsi	=	Mengangkut EDTA dari Silo ke mixer 03
Tipe	=	<i>Troughed Antifriction Idlers</i> , dengan sudut kemiringan 30°C
Material	=	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>

Kapasitas	=	0,2168 ton/jam
Panjang belt	=	1,8288 m
Lebar belt	=	0,3556 m
Kecepatan	=	200 ft/menit
Power motor	=	0,5066 HP
Harga	=	\$2.728

### **3.7.26. Belt Coveyor – 03**

Kode	=	BC-03
Fungsi	=	Mengangkut Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dari Silo ke mixer 3
Tipe	=	<i>Troughed Antifriction Idlers</i> , dengan sudut Kemiringan 30°C
Material	=	Carbon Steel SA 283 Grade C
Kapasitas	=	0,2168 ton/jam
Panjang belt	=	1,8288 m
Lebar belt	=	0,3556 m
Kecepatan	=	200 ft/menit
Power motor	=	0,5066 HP
Harga	=	\$2.728

### **3.7.27. Blower**

Kode	=	JB-01
Fungsi	=	Mengalirkan udara ke Spray dryer
Tipe	=	Centrifugal Blower
Jumlah	=	1
Daya (HP)	=	20



Kondisi operasi

Tekanan (atm) = 1

Suhu (°C) = 30

Harga =

### 3.7.28. Pompa-01

Fungsi = Mengalirkan larutan NaOH dari M-01 ke (E-02)

Kode = P-01

Jenis = *Centrifugal pump single stage*

Tekanan Masuk = 1 Atm

Tekanan Keluar = 1 Atm

Bahan = *Carbon Steel*

Daya Motor = 0,1977 Hp

*Schedule* = 40

ID = 1,6100 in

Harga = \$12.656

### 3.7.29. Pompa-02

Fungsi = Mengalirkan cairan RBDPS dari MT-01 ke R-01

Kode = P-02

Jenis = *Centrifugal pump single stage*

Tekanan Masuk = 1 Atm

Tekanan Keluar = 1 Atm

Bahan	=	<i>Carbon Steel</i>	
Daya Motor	=	0,9226	Hp
<i>Schedule</i>	=	40	
ID	=	2,4690	in
Harga	=	\$19,421	

### 3.7.30. Pompa-03

Fungsi	=	Mengalirkan larutan sabun dari reaktor (R - 01) ke (R - 02)	
Kode	=	P-03	
Jenis	=	<i>Centrifugal pump single stage</i>	
Tekanan Masuk	=	1	Atm
Tekanan Keluar	=	1	Atm
Bahan	=	<i>Carbon Steel</i>	
Daya Motor	=	0,3227	Hp
Schedule	=	40	
ID	=	3,0680	in
Harga	=	\$19.421	

### 3.7.31. Pompa-04

Fungsi	=	Mengalirkan larutan sabun dari reaktor R – 02 ke M-02	
Kode	=	P-04	
Jenis	=	<i>Centrifugal pump single stage</i>	
Tekanan Masuk	=	1	Atm

Tekanan Keluar	=	1	Atm
Bahan	=	<i>Carbon Steel</i>	
Daya Motor	=	0,4328	Hp
<i>Schedule</i>	=	40	
ID	=	3,0680	in
Harga	=	\$12.656	

### 3.7.32. Pompa-05

Fungsi	=	Mengalirkan larutan NaCL dari M-04 ke M-02
Kode	=	P-05
Jenis	=	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Tekanan Masuk	=	1 Atm
Tekanan Keluar	=	1 Atm
Bahan	=	<i>Carbon Steel</i>
Daya Motor	=	0,2968 Hp
<i>Schedule</i>	=	40
ID	=	1,6100 in
Harga	=	\$24.876

### 3.7.33. Pompa-06

Fungsi	=	Mengalirkan larutan sabun dari ke Mixer (M-02) ke (DC - 01)
Kode	=	P-06
Jenis	=	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Tekanan Masuk	=	1 Atm

Tekanan Keluar	=	1	Atm
Bahan	=	<i>Carbon Steel</i>	
Daya Motor	=	0,5620	Hp
<i>Schedule</i>	=	40	
ID	=	3,0680	in
Harga	=	\$24.876	

#### **3.7.34. Pompa-07**

Fungsi	=	Mengalirkan larutan gliserol dari dekanter ke tangki	
Kode	=	P-07	
Jenis	=	<i>Centrifugal pump single stage</i>	
Tekanan Masuk	=	1	Atm
Tekanan Keluar	=	1	Atm
Bahan	=	Carbon Steel	
Daya Motor	=	0,3467	Hp
<i>Schedule</i>	=	40	
ID	=	1.6100	in
Harga	=	\$24.876	

#### **3.7.35. Pompa-08**

Fungsi	=	Mengalirkan larutan sabun dari Dekanter ke Mixer (M-03)	
Kode	=	P-08	
Jenis	=	<i>Centrifugal pump single stage</i>	
Tekanan Masuk	=	1	Atm

Tekanan Keluar	=	1	Atm
Bahan	=	<i>Carbon Steel</i>	
Daya Motor	=	0,5087	Hp
<i>Schedule</i>	=	40	
ID	=	3,0680	in
Harga	=	\$12.656	

### 3.7.36.Pompa-09

Fungsi	=	Mengalirkan Pewangi dari Tangki ke M-03
Kode	=	P-09
Jenis	=	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Tekanan Masuk	=	1 Atm
Tekanan Keluar	=	1 Atm
Bahan	=	<i>Carbon Steel</i>
Daya Motor	=	0,1186 Hp
<i>Schedule</i>	=	40
ID	=	0,8240 in
Harga	=	\$27.277

### 3.7.37.Pompa-10

Fungsi	=	Mengalirkan larutan sabun dari M-03 ke Spray Dryer (SD-01)
Kode	=	P-10
Jenis	=	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Tekanan Masuk	=	1 Atm

Tekanan Keluar	=	1	Atm
Bahan	=	<i>Carbon Steel</i>	
Daya Motor	=	0,5846	Hp
<i>Schedule</i>	=	40	
ID	=	3,0680	in
Harga	=	\$18.766	

### 3.7.38.Pompa-11

Fungsi	=	Mengalirkan larutan tangki proses ke Mixer NaOH
Kode	=	P-11
Jenis	=	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Tekanan Masuk	=	1 Atm
Tekanan Keluar	=	1 Atm
Bahan	=	<i>Carbon Steel</i>
Daya Motor	=	0,6344 Hp
<i>Schedule</i>	=	40
ID	=	1,0490 in
Harga	=	\$15.275

### 3.7.39.Pompa-12

Fungsi	=	Mengalirkan air dari tangki proses ke Mixer NaOH
Kode	=	P-12
Jenis	=	<i>Centrifugal pump single stage</i>
Tekanan Masuk	=	1 Atm
Tekanan Keluar	=	1 Atm

Bahan	=	<i>Carbon Steel</i>	
Daya Motor	=	0,8692	Hp
<i>Schedule</i>	=	40	
ID	=	1,0490	in
Harga	=	\$15.275	

#### **3.7.40. Gudang Produk (G-01)**

Fungsi:	=	Untuk menyimpan Sabun Padat
Kondisi:	=	T = 30 oC
	=	P = 1 Atm
Bentuk	=	Bangunan Persegi Tertutup
Bahan konstruksi	=	Rangka baja dengan dinding dan lantai semen-bata
Jumlah	=	1 unit
Panjang gudang	=	16 m
Lebar gudang	=	15 m
Tinggi gudang	=	5 m

### **3.8. Perencanaan Produksi**

#### **3.8.1. Analisis Kebutuhan Bahan Baku**

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku utama sabun adalah RBDPS yang dapat diperoleh dari PT Wilmar Nabati Indonesia yang berada di Kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas produksi RBDPS PT. Wilmar sebesar 510.000 ton/tahun. Sedangkan NaOH dapat diperoleh dari PT Aneka

Kimia Inti yang berlokasi di Surabaya.

### **3.8.2. Analisis Kebutuhan Peralatan Proses**

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.