

**PRARANCANGAN PABRIK SABUN MANDI PADAT DARI  
REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM STEARIN ( RBDPS ) DAN NaOH DENGAN PROSES SAPONIFIKASI  
KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**



**Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Strata Satu Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Setia Budi Surakarta**

**Di Susun Oleh :  
Nico Rajindra  
22160291D**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SETIA BUDI  
SURAKARTA  
2021**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK SABUN MANDI PADAT DARI  
REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM STEARIN ( RBDPS ) DAN NaOH DENGAN PROSES SAPONIFIKASI  
KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

Disusun oleh:  
Nico Rajindra  
22160291D

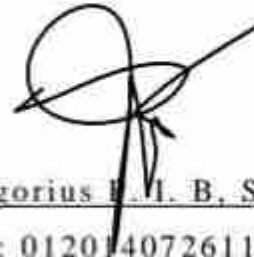
Telah Di Setujui Oleh Dosen Pembimbing  
pada tanggal: 2021

Pembimbing I



Dr. Narimo S.T., M.M.  
NIS: 01199609021057

Pembimbing II



Gregorius P. I. B., S.T., M.Eng.  
NIS: 01201407261183

Mengetahui,  
Ketua Program studi



Gregorius P. I. B., S.T., M.Eng.  
NIS: 01201407261183

## LEMBAR PENGESAHAN

### TUGAS AKHIR

#### **PRARANCANGAN PABRIK SABUN MANDI PADAT DARI REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM STEARIN (RBDPS) DAN NaOH DENGAN PROSES SAPONIFIKASI KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

Disusun Oleh:

Nico Rajindra

22160291D

Telah Di pertahankan di depan penguji  
pada tanggal: 2021

Penguji I : Petrus Darmawan, S.T., M.T.

Penguji II : Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng.

Penguji III : Dr. Narimo, S.T., M.M.

Penguji IV : Gregorius P. I. B., S.T., M.Eng.



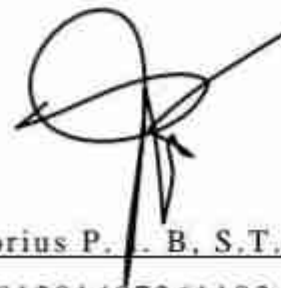
Dean Fakultas Teknik



Dr. Suseno, M.Si.

NIS: 01199408011044

Kepala Program Studi



Gregorius P. I. B., S.T., M.Eng.

NIS: 01201407261183

### ♥ MOTTO ♥

- ✚ "Sesungguhnya ALLAH tidak akan mengubah nasib suatu kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri ( QS. Ar-Ra'd:11)"
- ✚ "Siapa anda besok dimulai apa yang anda lakukan hari ini"

### ♥ PERSEMBAHAN ♥

- ✚ Puji syukur ku persembahkan pada ALLAH, atas berkat dan rahmatNya detak jantung, denyut nadi, nafas dan putaran roda kehidupan yang telah diberikan-Nya hingga saat ini.
- ✚ Dosen-dosen Fakultas Teknik yang telah memberikan banyak pelajaran, ilmu, pengalaman, dan kesediaan waktu untuk membimbing saya hingga lulus.
- ✚ Saudara-saudara dan keluarga besar terutama mama yenny yuliatwati yang telah memberikan dukungan dan do'a sehingga TA ini dapat terselesaikan sesuai dengan keinginan.
- ✚ Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia 2016 yang selalu memberikan semangat sehingga TA dapat terselesaikan sesuai harapan.
- ✚ Almamaterku.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan baik.

Judul Tugas Akhir ini adalah **Prarancangan Pabrik Sabun mandi Padat dari Refined Bleached Deodorized Palm Stearin ( RBDPS ) dan NaOH Dengan Proses Saponifikasi Kapasitas 10.000 Ton/Tahun**

. Tugas Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta sebagai prasyarat untuk menyelesaikan jenjang studi sarjana. Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Djoni Tarigan, MBA., selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta,
2. Drs. Suseno, M.Si, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta
3. Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta.
- 4 Dr. Narimo, ST., MM, selaku pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan dan nasehat hingga selesainya tugas akhir ini.



5. Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng., selaku pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan nasehat hingga selesainya tugas akhir ini.
6. Ir. Petrus Darmawan, S.T., M.T. dan Ir. Dewi Astuti H, ST., M.Eng., selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk menguji hasil laporan tugas akhir ini.
7. Bapak dan Ibu dosen jurusan teknik kimia atas ilmu dan bimbingannya selama kuliah.
8. Serta semua yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, untuk itu saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan. Dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta, 31 Maret 2020



Penulis

## DAFTAR ISI

PRARANCANGAN PABRIK SABUN MANDI PADAT DARI REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM STEARIN ( RBDPS ) DAN NaOH DENGAN PROSES SAPONIFIKASI KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
♥ MOTTO ♥.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ii
DAFTAR TABEL.....	ii
BAB 1.....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Penentuan kapasitas pabrik.....	4
1.2.1 Proyeksi kebutuhan sabun padat di Indonesia .....	4
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku.....	7
1.2.3 Penentuan Kapasitas Produksi.....	9
1.3 Lokasi pabrik.....	10
1.3.1 Tersedia Penyediaan Bahan Baku .....	10
1.3.2 Tersedianya Pemasaran Produk .....	11
1.3.3 Tersedia Fasilitas Transportasi .....	11
1.3.4 Tersedia Utilitas .....	11
1.3.5 Tersedia Tenaga Kerja .....	11
1.3.6 Tersedia Kemungkinan Perluasan Pabrik.....	12
1.3.7 Karakteristik Daerah dan Masyarakat.....	12
1.3.8 Tersedia Kebijakan Pemerintah .....	12
1.4 Pemilihan Proses.....	13
1.4.1 Macam – macam proses.....	13
1.4.2 Proses yang dipilih .....	16
1.4.3 Tinjauan proses secara umum.....	18
1.4.4 Fungsi dan karekteristik bahan baku dan produk .....	19
1.4.5 Proses pembuatan yang dipilih.....	28

BAB II .....	34
2.1 Spesifikasi Bahan Baku .....	34
2.2 Spesifikasi Bahan Pendukung .....	34
2.3 Spesifikasi Produk .....	35
BAB III .....	38
3.1 Tahapan Proses .....	38
3.1.1 Tahapan persiapan umpan .....	38
3.1.2 Tahap Reaksi Saponifikasi Tristearin .....	38
3.1.3 Tahap Pemurnian Sabun Mandi .....	38
3.1.4 Tahap Penambahan Zat Aditif pada Sabun Mandi .....	39
3.1.5 Tahap Pengeringan dan finishing Sabun .....	39
3.2 Diagram Proses .....	41
BAB IV .....	42
4.1 Langkah-langkah pembuatan neraca massa .....	42
4.2 Penyelesaian neraca massa .....	42
4.3 Hasil perhitungan neraca massa .....	43
4.3.1 Kapasitas produksi tiap jam .....	43
4.3.2 Neraca massa mixer (M-110) .....	44
4.3.3 Neraca massa reaktor ( R-210) .....	44
4.3.4 Neraca massa mixer (M – 310) .....	45
4.3.5 Neraca massa Centrifuge (H-320) .....	45
4.3.6 Neraca massa mixer (M – 410) .....	46
4.3.7 Neraca massa Spray Dryer (B-510) .....	47
4.3.8 Neraca massa Cyclone ( H-612) .....	47
4.3.9 Neraca massa BSFM - 610 .....	48
Hasil perhitungan neraca panas .....	48
4.4.1 Neraca panas mixer M-110 .....	48
4.4.2 Neraca panas reactor R-210 .....	49
4.4.3 Neraca panas mixer M-310 .....	49
4.4.4 Neraca panas centrifuge .....	50
4.4.5 Neraca panas mixer M-410 .....	50
4.4.6 Neraca panas spray dryer B-510 .....	51
4.4.7 Neraca panas Cylone H-611 .....	51
4.4.8 Neraca panas BSFM B-610 .....	52
4.4.9 Neraca panas heater E-213 .....	52



4.4.10 Neraca panas heater E-211.....	52
4.4.11 Neraca panas heater udara E-512 .....	53
4.4.12 Neraca panas cooler E-312 .....	53
4.4.12 Neraca panas cooler E-323 .....	54
BAB V .....	55
5.1 Tangki penyimpan RBDPS .....	55
5.2 Tangki penyimpan parfum .....	55
5.3 Tangki penyimpan produk samping .....	56
5.4 Gudang penyimpan NaOH .....	56
5.5 Gudang penyimpan NaCl .....	57
5.6 Gudang penyimpan EDTA .....	57
5.7 Gudang penyimpanan Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	58
5.8 Gudang penyimpan produk .....	58
5.9 Mixer M-110 .....	59
5.10 Reaktor .....	59
5.11 Mixer M-310 .....	60
5.12 Centrifuge .....	61
5.13 Mixer M-410 .....	62
5.14 Spray dryer .....	63
5.15 BSFM .....	64
5.16 Heater E-213 .....	64
5.17 Heater E-211 .....	65
5.18 Heater Udara E-512 .....	65
5.19 Blower .....	66
5.20 Cooler E-312 .....	66
5.21 Cooler E-323 .....	67
5.22 Hopper F-114 .....	67
5.23 Hopper F-313 .....	68
5.24 Hopper F-412 .....	68
5.25 Hopper F-416 .....	69
5.26 Belt conveyor J-112 .....	69
5.27 Belt conveyor J-315 .....	70
5.28 Belt conveyor J-414 .....	71
5.29 Belt conveyor J-418 .....	71
5.30 Belt conveyor J-712 .....	72

5.31 Bucket Elevator J-113 .....	72
5.32 Bucket Elevator J-314 .....	73
5.33 Bucket Elevator J-413 .....	74
5.34 Bucket Elevator J-417 .....	75
5.35 Pompa L-115 .....	76
5.36 Pompa L-212 .....	76
5.37 Pompa L-241 .....	77
5.38 Pompa L-311 .....	77
5.39 Pompa L-321 .....	78
5.40 Pompa L-322 .....	78
5.41 Pompa L-512 .....	79
5.42 Pompa L-511 .....	79
5.43 Pompa L-614 .....	80
5.44 Pompa L-612 .....	80
BAB VI .....	79
6.1 Unit Pendukung Proses (UTILITAS) .....	79
6.1.1 Unit pengadaan dan pengolahan air .....	80
6.1.2. Unit Sanitasi .....	83
6.1.3 Unit pengadaan steam .....	84
6.2 Unit Pengadaan Listrik .....	86
6.3 Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	88
6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan .....	89
6.5 Unit Pengolahan Limbah .....	89
6.7 Laboratorium .....	90
6.8 Kesehatan dan Keselamatan Kerja .....	92
6.9 Alat – Alat Utilitas .....	93
6.9.1 Bak Penampung Sementara .....	93
6.9.2 Kation Exchanger .....	93
6.9.3 Anion Exchanger .....	94
6.9.4 Tangki Demineralisasi .....	94
6.9.5 Daerator .....	94
6.9.6 Boiler .....	95
6.9.7 Tangki Penyimpanan $N_2H_2$ .....	95
6.9.8 Tangki Karbon Aktif .....	95
6.9.9 Tangki Kaporit .....	96

6.9.10	Tangki Air Bersih .....	96
6.9.11	Tangki Larutan HCl .....	97
6.9.12	Tangki Larutan NaOH .....	97
6.9.13	Tangki Air Pendingin 1 .....	98
6.9.14	Tangki Air Pendingin 2 .....	98
6.9.15	Colling Tower .....	98
6.9.16	Pompa Utilitas 1 .....	99
6.9.17	Pompa Utilitas 2 .....	99
6.9.18	Pompa Utilitas 3 .....	99
6.9.19	Pompa Utilitas 4 .....	100
6.9.20	Pompa Utilitas 5 .....	100
6.9.21	Pompa Utilitas 6 .....	100
6.9.23	Pompa Utilitas 7 .....	101
6.9.24	Pompa Utilitas 8 .....	101
6.9.25	Pompa Utilitas 9 .....	101
6.9.26	Pompa Utilitas 10.....	102
6.9.27	Pompa Utilitas 11.....	102
6.9.28	Pompa Utilitas 12.....	102
BAB VII .....		103
7.1	Bentuk Perusahaan .....	103
7.2	Struktur Organisasi.....	104
7.2.1	Struktur Organisasi.....	105
7.2.2	Pemegang saham .....	106
7.2.3	Dewan komisaris .....	106
7.2.4	Direktur .....	106
7.2.5	Staf ahli dan litbang.....	107
7.2.6	Kepala bagian .....	107
7.2.7	Karyawan .....	108
7.3	Sistem kepegawaian dan sitem gaji .....	109
7.3.1	Sistem kepegawaian .....	109
7.3.2	Penggolongan jabatan.....	110
7.3.3	Sistem gaji .....	111
7.3.3	Pembagian jam kerja karyawan .....	113
7.4	Kesejahteraan Karyawan .....	115
7.5	Manajemen Produksi.....	116



7.5.1 Perencanaan produksi .....	117
7.5.2 Pengendalian proses .....	118
7.6 Tata Letak (Lay Out) Pabrik .....	119
7.7 Tata Letak Alat .....	123
<b>BAB VIII</b> .....	<b>130</b>
8.1 Harga Alat .....	129
8.2 Perhitungan Biaya .....	132
8.3 Total Fixed Capital Investment .....	134
8.4 Working Capital .....	135
8.4 Manufacturing Cost .....	135
8.5 General Expenses .....	136
8.6 Analisis Ekonomi .....	136
8.6.1 Return On Investment (ROI) .....	137
8.6.2 Pay Out Time (POT) .....	138
8.6.3 Break Even Point (BEP) .....	138
8.6.4 Shut Down Point (SDP) .....	139
8.6.5 Discounted Cash Flow (DCF) .....	140
<b>BAB IX</b> .....	<b>143</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram Proses Refinery CPO.....	4
Gambar 1. 2 Pertumbuhan Impor.....	5
Gambar 1. 3 Pertumbuhan ekspor.....	6
Gambar 1. 4 kapasitas produksi.....	9
Gambar 1. 5 lokasi pabrik.....	12
Gambar 3. 1 Diagram kualitatif.....	41
Gambar 3. 2 Diagram kuantitatif.....	42
Gambar 4. 1 Neraca Massa mixer-110.....	44
Gambar 4. 2 Neraca massa reaktor.....	44
Gambar 4. 3 Neraca massa mixer 02 (M-310).....	45
Gambar 4. 4 Neraca Massa Centrifuge.....	45
Gambar 4. 5 Neraca massa mixer 03 (M-410).....	46
Gambar 4. 6 Neraca massa disekitar Spray dryer.....	47
Gambar 4. 7 Neraca massa cylone.....	47
Gambar 4. 8 Neraca massa BSFM - 610.....	48
Gambar 7. 1 struktur organisasi.....	105
Gambar 7. 2 Struktur Organisasi Perusahaan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 7. 3 Lay out pabrik skala 1:1000.....	123
Gambar 7. 4 Tata letak alat.....	125
Gambar 8. 1 Grafik BEP dan SDP.....	140

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 data impor sabun 2012-2018.....	5
Tabel 1. 2 Data ekspor sabun padat tahun 2012-2018 .....	6
Tabel 1. 3 daftar pabrik produsen sabun padat di Indonesia.....	7
Tabel 1. 4 Daftar industri penghasil NaOH .....	8
Tabel 1. 5 Perbandingan ketiga proses.....	16
Tabel 1. 6 Spesifikasi mutu sabun.....	26
Tabel 1. 7 Data Harga $\Delta H_f$ dan $\Delta G_f$ .....	30
Tabel 4. 1 Neraca massa disekitar mixer – 110 .....	44
Tabel 4. 2 Neraca massa disekitar reaktor .....	44
Tabel 4. 3 Neraca massa disekitar mixer – 02 .....	45
Tabel 4. 4 Neraca Massa Centrifuge .....	46
Tabel 4. 5 Neraca massa disekitar mixer – 03 .....	46
Tabel 4. 6 Neraca massa disekitar Spray dryer .....	47
Tabel 4. 7 Neraca massa di sekitar cyclone .....	47
Tabel 4. 8 Neraca massa disekitar BSFM – 610 .....	48
Tabel 4. 9 Neraca panas disekitar mixer 01 .....	48
Tabel 4. 10 Neraca panas disekitar reaktor .....	49
Tabel 4. 11 Neraca panas disekitar mixer 02 .....	49
Tabel 4. 12 Neraca massa disekitar centrifuge.....	50
Tabel 4. 13 Neraca massa disekitar mixer 03 .....	50
Tabel 4. 14 Neraca panas disekitar Spray dryer.....	51
Tabel 4. 15 Neraca panas disekitar cyclone.....	51
Tabel 4. 16 Neraca panas disekitar BSFM.....	52
Tabel 4. 17 Neraca panas disekitar heater 01.....	52
Tabel 4. 18 Neraca panas disekitar heater 02.....	52
Tabel 4. 19 Neraca panas disekitar heater udara .....	53
Tabel 4. 20 Neraca panas disekitar cooler 01 .....	53
Tabel 4. 21 Neraca panas disekitar cooler 02 .....	54
Tabel 6. 1 Kebutuhan air proses.....	80
Tabel 6. 2 Kebutuhan air pendingin .....	81

Tabel 6. 3 Kebutuhan air sanitasi .....	82
Tabel 6. 4 Kebutuhan air umpan boiler.....	83
Tabel 6. 5 Konsumsi listrik untuk keperluan proses.....	86
Tabel 6. 6 Konsumsi listrik untuk keperluan utilitas .....	87
Tabel 7. 1 Penggolongan jabatan .....	110
Tabel 7. 2 Daftar gaji karyawan.....	112
Tabel 7. 3 Pembagian sift karyawan .....	115
Tabel 7. 4 Luas bangunan pabrik .....	121
Tabel 8. 1 Cost index chemical plant.....	129
Tabel 8. 2 harga alat pada tahun 2025 .....	130
Tabel 8. 3 <i>Total fixed capital investment</i> .....	134
Tabel 8. 4 <i>Working capital</i> .....	135
Tabel 8. 5 <i>Manufacturing cost</i> .....	135
Tabel 8. 6 <i>General expenses</i> .....	136
Tabel 8. 7 <i>Fixed cost</i> .....	138
Tabel 8. 8 <i>Variable cost</i> .....	138
Tabel 8. 9 <i>Regulated cost</i> .....	139

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang, yang sedang giat-giatnya melaksanakan pembangunan pada segala bidang dan juga merupakan negara yang memiliki berbagai potensi. Keberadaan sumber daya alam yang melimpah, menjadi modal dasar bagi Indonesia untuk dapat mewujudkan negara yang mandiri di era globalisasi seperti sekarang ini. Salah satu Bidang pembangunan yang paling diharapkan untuk mewujudkan kemandirian adalah bidang perdagangan dan perindustrian.

Sabun mandi merupakan kebutuhan pokok yang universal. Sabun mandi adalah salah satu bahan kimia yang penting bagi manusia, hal ini karena sabun mandi berfungsi untuk membersihkan kulit dan mencegah penyakit. Sabun merupakan bahan logam alkali dengan rantai asam *monocarboxylic* yang panjang. Larutan alkali yang digunakan dalam pembuatan sabun bergantung pada jenis sabun tersebut. Larutan alkali yang biasa digunakan pada sabun padat adalah NaOH dan alkali yang digunakan pada sabun cair adalah KOH.

Sabun berfungsi untuk mengemulsi kotoran-kotoran berupa minyak ataupun zat pengotor lainnya. Sabun dibuat melalui proses saponifikasi lemak minyak dengan larutan alkali. Lemak minyak yang digunakan dapat berupa lemak hewani, minyak nabati, lilin, ataupun minyak ikan laut.

Sabun dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan hasil olahan dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatannya, yaitu :



- a. *Laundry soap*, yang digunakan untuk sabun cuci
- b. *Toilet soap*, yang digunakan untuk mandi, dan perawatan kulit, termasuk juga disini *medicine soap*
- c. *Textile soap*, yang digunakan pada proses *scouring textile*, proses *degumming* sutera, dan lain-lain.
- d. *Acne soap*, digunakan untuk membunuh bakteri-bakteri pada jerawat.
- e. *Superfitted soap*, yang digunakan untuk sehari-hari khususnya bagi pengguna yang mempunyai kulit sensitife, karena kandungan gliserol dan *beewax*.

Saponifikasi minyak kelapa sawit dengan NaOH adalah salah satu metode untuk membuat sabun. Minyak kelapa sawit adalah salah satu industri perkebunan yang cukup besar di Indonesia, sehingga pendirian pabrik pembuat sabun di Indonesia mempunyai prospek yang sangat menguntungkan.

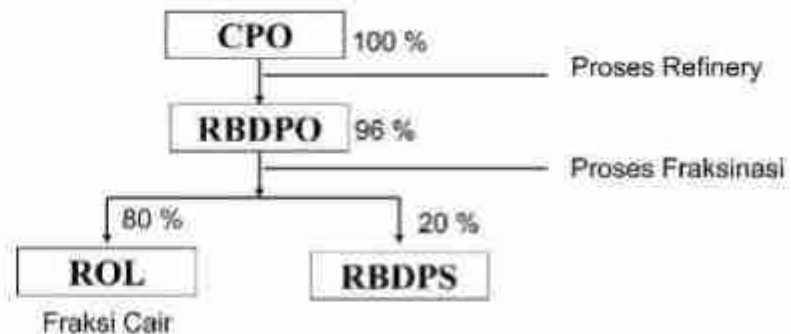
Selama ini hasil dari olahan mentah kelapa sawit banyak yang langsung diekspor ke luar negeri seperti *crude palm oil* dan *kernel palm*. Keduanya sama sama bernilai rendah jika dibandingkan dengan hasil olahan turunannya, contohnya adalah minyak goreng, dan produk produk perawatan tubuh.

Minyak sawit dapat dipergunakan dalam industri melalui proses *refinery* dan proses fraksinasi. Proses *refinery* adalah proses pemurnian minyak nabati secara fisika untuk menghilangkan pengotor yang larut dan yang tidak larut dalam minyak nabati dengan tahapan proses *pre-heating*, *degumming*, *bleaching* dan *deodorizing* menghasilkan produk RBDPO (*Refined Bleached and Deodorized Palm Oil*).

Proses fraksinasi adalah suatu metode yang digunakan untuk memisahkan komponen utama kandungan yang satu dari komponen kandungan lainnya. Dua komponen yang dihasilkan dari fraksinasi

minyak kelapa sawit adalah minyak goreng dan RBDPS (*Refined Bleached and Deodorized Palm Stearin*).

RBDPS akan digunakan sebagai bahan baku dalam prarancangan pabrik pembuatan sabun mandi ini. RBDPS tidak perlu melalui proses pemurnian karena bahan ini sudah murni. Diagram proses *refinery* CPO dapat dilihat pada gambar 1.1 berikut :



Gambar 1. 1 Diagram Proses Refinery CPO

Keterangan:

CPO : *Crude Palm Oil*

RBDPO : *Refined Bleached and Deodorized Palm Oil*

ROL : *Refined Olein*

RBDPS : *Refined Bleached and Deodorized Palm Stearin*

## 1.2 Penentuan kapasitas pabrik

Kapasitas produksi pabrik mempengaruhi perhitungan ekonomis maupun teknis dalam suatu perancangan pabrik. Dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik sabun padat ini perlu di pertimbangkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Proyeksi kebutuhan sabun padat di Indonesia.
2. Ketersediaan bahan baku
3. Kapasitas produksi minimal

### 1.2.1 Proyeksi kebutuhan sabun padat di Indonesia

Perkembangan impor sabun padat di Indonesia selama periode 2012-2018 adalah sebagai berikut :

**Tabel 1. 1 data impor sabun 2012-2018**

DATA IMPOR SABUN 2012-2018	
Tahun	Massa (ton )
2012	7693
2013	12448
2014	7449
2015	9542
2016	11332
2017	12758
2018	13421

Sumber : UN Data (tahun 2020)



**Gambar 1. 2 Pertumbuhan Impor sabun padat tahun 2012-2018**

Kebutuhan impor sabun padat di Indonesia pada tahun 2025 dapat di perkirakan dengan menggunakan pendekatan regresi linier :

$$y = 1001x - 2E+06$$

y = Jumlah kebutuhan sabun padat (Ton/Tahun )

x = Tahun

Hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan impor pada tahun 2025 adalah sebesar 27.025 Ton/Tahun

Tabel 1. 2 Data ekspor sabun padat tahun 2012-2018

DATA EKSPOR SABUN 2012-2018	
Tahun	Massa ( ton )
2012	272.263
2013	328.162
2014	323.089
2015	278.120
2016	281.483
2017	284.751
2018	287.510

Sumber : UN Data (tahun 2020)



Gambar 1. 3 Pertumbuhan ekspor sabun padat tahun 2012-2018

Gambar 1.3 menunjukkan persamaan  $y=2.559x-4877$ , sumbu y merupakan jumlah ekspor tahun x. Persamaan di atas dapat digunakan untuk memperkirakan ekspor sabun padat tahun 2025. Perkiraan ekspor pada tahun 2025 sebesar 304,975 Ton/Tahun.



Tabel 1. 3 daftar pabrik produsen sabun padat di Indonesia

Nama Pabrik	Produksi (ton/tahun)
PT. Lion Wings	28.000
PT. Unilever	226.600
PT. Procter & Gamble	33.000
PT. KAO	187.000
PT. PZ Cussons	41.000
PT. Multi Indonesia	45.000
PT. Filma Utama Soap	8.600
PT. Gemilang Indah Alami	5.000
PT. Mega Surya Mas	10.000
<b>TOTAL</b>	<b>584.200</b>

Sumber : BPS (industry manufaktur 2019)

Kebutuhan konsumsi sabun padat di Indonesia pada tahun 2025 dapat diperkirakan sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan konsumsi 2025} &= \text{produksi pabrik yang sudah ada} + \\ &\quad \text{impor 2025} - \text{ekspor 2025} \\ &= ( 584.200 + 27.025 - 304.975 ) \\ &= 306.250 \text{ Ton/Tahun} \end{aligned}$$

## 1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

### A. RBDPS (*Refined Bleached and Deodorized Palm Stearin*)

Dari buah kelapa sawit dapat diperoleh dua jenis minyak, yaitu minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil*) yang diperoleh dari daging buah dan minyak inti sawit (*Crude Palm Kernel Oil*). Minyak sawit terdiri dari stearin dan fraksi olein. Pada proses fraksinasi akan didapatkan fraksi stearin sebanyak 20 persen dan fraksi olein (minyak makan) sebanyak 80 persen. Stearin memiliki slip melting point sekitar 30-44,5°C sedangkan olein pada kisaran 13-23°C.

Dari pengolahan minyak sawit mentah stearin inilah yang disebut dengan RBDPS . RBDPS di produksi sebagai produk sekunder dengan produk utama adalah fraksi olein ( minyak makan ). PT. wilmar adalah Salah satu pemproduksi RBDPS Yang berlokasi di Kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas produksi RBDPS sebesar 510.000 ton/tahun, diharapkan dengan ketersediaan bahan baku pada PT. Wilmar yang berlokasi tidak jauh dari lokasi pendirian pabrik dapat memenuhi kebutuhan produksi pada pabrik yang akan didirikan.

## B. NaOH

NaOH (soda kaustik) merupakan alkali yang penting banyak digunakandalam pembuatan sabun padat dan biasanya digunakan untuk membuat sabun cuci. NaOH banyak digunakan dalam pembuatan sabun padat. Alkali yang digunakan harus bebas dari kontaminasi logam berat karena mempengaruhi Kode dan struktur sabun serta dapat menurunkan resistansi terhadap oksidasi. Tabel 1.4 menunjukan produsen NaOH di Indonesia.

Tabel 1. 4 Daftar industri penghasil NaOH

Kode Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
PT Asahimas Subentra Chemicals	Cilegon	285.000
PT Sulfindo Adiusaha	Serang	215.000
PT Industri Soda Indonesia	Sidoarjo	12.000
PT Soda Sumatera	Medan	6.400
PT Indah Kiat Pulp and Paper	Riau	10.000
PT Kertas Letjes	Probolinggo	9.000
PT Tjiwi Kimia	Sidoarjo	7.200
PT Kertas Basuki Rachmat	Banyuwangi	6.850
PT Kertas Padalarang	Padalarang	600
PT Pakerin	Mojokerto	8.000

PT Aneka Kimia inti	Surabaya	15.000
PT Miwon Indonesia	Gersik	12.000
PT Sasa Fermentasi	Sidoarjo	3.600
PT Toba Pulp Lestari	Porsea	33.000

Sumber : BPS Industry Manufaktur 2019

### 1.2.3 Penentuan Kapasitas Produksi

Kapasitas pabrik sabun padat yang sudah ada di Indonesia dapat dilihat pada

Tabel berikut :



Gambar 1. 4 kapasitas produksi sabun padat Indonesia 2012-2018

Jumlah produksi sabun padat pada tahun 2025 di Indonesia dapat diketahui dari hasil perhitungan  $y=1.4962x - 2829.5$  adalah sebesar 200.305 Ton/Tahun.

Kebutuhan sabun padat tahun 2025 dapat di hitung dengan asumsi tidak ada penambahan pabrik ataupun peningkatan kapasitas lama. Dengan perkiraan tidak ada pabrik baru yang berdiri, maka produksi sabun padat di dalam negeri akan tetap.

Dari banyaknya uraian diatas, maka dalam menentukan peluang pabrik yang akan berdiri tahun 2025 dapat di perkirakan sebagai berikut :

Kebutuhan sabun mandi padat tahun 2025 :

= kebutuhan konsumsi – Produksi di Indonesia

= ( 306.250 - 200.305 ) Ton/Tahun = 105.945 Ton/Tahun

Berdasarkan hasil diatas, terlihat pada tahun 2025 yaitu rencana bedirinya pabrik baru, peluang pasar dalam negeri adalah 105.945 Ton/Tahun. Oleh karena itu, dengan beberapa pertimbangan didirikan pabrik sabun padat 10% dari total kebutuhan sabun padat 2025 dengan kapasitas 10.000 Ton/tahun.

### **1.3 Lokasi pabrik**

Secara geografis, penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri dan pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan lokasi pabrik harus tepat berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik.

Berdasarkan faktor – faktor tersebut, maka Pabrik Pembuatan Sabun Padat dari RBDPS Minyak Sawit ini direncanakan didirikan di daerah Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur. Pertimbangan dipilihnya lokasi tersebut adalah :

#### **1.3.1 Tersedianya Bahan Baku**

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.



### **1.3.2 Tersedianya Pemasaran Produk**

Prioritas utama pemasaran produk utama yaitu sabun mandi ini akan distribusikan di dalam negeri. Pemilihan lokasi yang dekat dengan pelabuhan yang berada di Gresik akan memudahkan pengiriman produk antar pulau.

### **1.3.3 Tersedia Fasilitas Transportasi**

Gresik merupakan daerah yang sangat strategis dalam hal transportasi karena dekat dengan Surabaya yang merupakan pusat pemerintahan Provinsi Jawa Timur. Di samping itu juga berdekatan dengan pelabuhan laut dan bandar udara, serta sarana transportasi darat yang terhubung dengan baik ke berbagai daerah di Jawa Timur.

### **1.3.4 Tersedia Utilitas**

Kebutuhan air untuk konsumsi, sanitasi pekerja, proses produksi serta air umpan boiler diperoleh dari PT. KIG dengan kapasitas 1.200.000 m<sup>3</sup>/tahun. Sedangkan kebutuhan listrik pabrik sebagian dipenuhi oleh PLN, dan untuk jaminan kelancaran penyediaan tenaga listrik bagi kelangsungan produksi menggunakan generator. Kebutuhan bahan bakar yakni IDO (Industrial Diesel Oil) yang digunakan untuk generator diperoleh dari Pertamina.

### **1.3.5 Tersedia Tenaga Kerja**

Tenaga kerja yang dibutuhkan pada pabrik ini meliputi tenaga kerja terdidik, terampil maupun tenaga kasar. Tenaga kerja tersebut dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik maupun dari luar daerah. Kebutuhan tenaga kerja baik secara tenaga kasar maupun tenaga ahli berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari perusahaan. Tingkat pendidikan dan tenaga kerja juga menjadi pendukung pendirian pabrik ini.

### 1.3.6 Tersedia Kemungkinan Perluasan Pabrik

Di kawasan industri Gresik telah disediakan tanah yang relatif luas sehingga memungkinkan adanya perluasan pabrik di masa mendatang. Lahan perluasan dapat ditunjukkan pada lay out pabrik pada gambar 1.5



Gambar 1. 5 lokasi pabrik

### 1.3.7 Karakteristik Daerah dan Masyarakat

Gresik merupakan kawasan industri, sehingga masyarakatnya telah terbiasa untuk menerima kehadiran suatu pabrik di daerahnya. Disamping itu masyarakat juga dapat mengambil keuntungan dari pendirian pabrik baru.

### 1.3.8 Tersedia Kebijakan Pemerintah

Gresik dirancang sebagai kawasan industri provinsi Jawa Timur oleh Pemda Tk. 1 Jawa Timur. Oleh karena itu, pemerintah daerah tentu akan banyak memberikan kemudahan bagi industri baru yang akan didirikan di wilayahnya, terutama dalam hal pemberian izin pendirian dan pengopzzzzzuuuuuuersion pabrik baru.

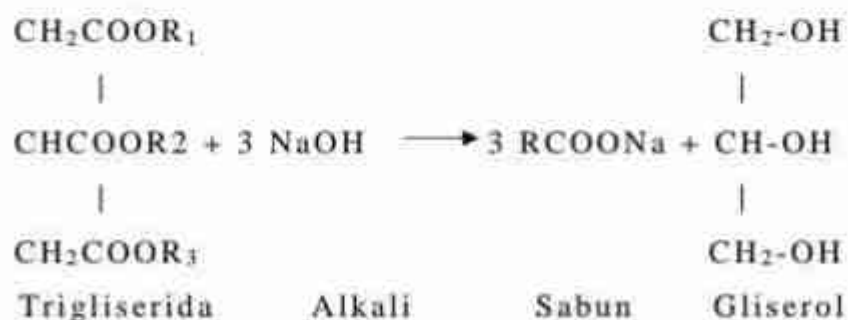
## 1.4 Pemilihan Proses

Proses pembuatan sabun terdiri atas beberapa jenis proses, berbagai macam proses pembuatan sabun ini disesuaikan dengan bahan baku yang digunakan dan produk yang dihasilkan. Dilihat dari bahan baku yang digunakan, ada dua proses dasar yang umum digunakan dalam pembuatan sabun, yaitu saponifikasi dan pemisahan gliserol. Proses saponifikasi menghasilkan sabun dengan cara mereaksikan lemak dengan alkali, proses ini menghasilkan produk samping gliserol. Proses pemisahan gliserol dengan penambahan NaCl menghasilkan sabun dengan sedikit gliserol, kemudian ditambahkan dengan zat aditif untuk menambah nilai sabun tersebut.

### 1.4.1 Macam – macam proses

#### A. Proses saponifikasi trigliserida

Proses ini merupakan proses yang paling tua di antara proses-proses yang ada, karena bahan baku untuk proses ini sangat mudah diperoleh. Basa yang digunakan adalah NaOH untuk membuat sabun padat, dan KOH untuk membuat sabun cair. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah:



Masing-masing jenis minyak mempunyai angka saponifikasi yang berbeda satu sama lain. Angka saponifikasi menunjukkan banyaknya soda yang diperlukan supaya minyak tersebut berubah menjadi sabun.



Proses saponifikasi trigliserida ini adalah mereaksikan trigliserida dengan basa alkali (NaOH, KOH atau NH<sub>4</sub>OH) pada kondisi operasi suhu 90-120°C dan tekanan 1 atm untuk membentuk sabun dengan produk samping yaitu gliserol. Proses saponifikasi trigliserida berhasil mengkonversi trigliserida menjadi sabun sebesar 99,95% (Spitz, 2009).

Minyak dan alkali dipanaskan dan diaduk terus-menerus hingga mencapai suhu efisien, selanjutnya ditambahkan senyawa alkali secara perlahan-lahan ke dalam reaktor. Ketika sabun sudah mulai terbentuk, penambahan senyawa alkali diatur untuk memaksimalkan terbentuknya sabun. Apabila penambahan senyawa alkali sudah maksimal, sabun dipanaskan secara teratur dan kemudian dianalisis bilangan saponifikasinya. Saponifikasi sempurna apabila sebagian kecil sabun berwarna pink jika ditambahkan dengan penolphatalein.

#### B. Proses netralisasi asam lemak

Proses ini menggunakan dua langkah proses yang berbeda, pertama adalah proses hidrolisis dan yang kedua adalah proses netralisasi. Proses hidrolisis adalah proses pembentukan asam lemak dari minyak/lemak dengan bantuan air dengan produk samping yaitu gliserol. Proses hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak pada suhu 260°C dan tekanan 5 bar dengan konversi mencapai 99%, berikut persamaan reaksi (Kirk & Othmer, 2008).

#### C. Netralisasi Asam Lemak

Proses selanjutnya adalah proses netralisasi asam lemak menjadi sabun dengan produk samping yaitu air. Suhu reaksi pada proses ini berkisar antara 80-95°C dan tekanan operasi 1 atm. Dengan persamaan reaksi sebagai berikut. (Kirk & Othmer, 1998)

Sodium klorida juga ditambahkan dalam reaksi dan berguna mengurangi viskositas hasil reaksi sehingga memudahkan



transportasi hasil reaksi melalui pompa. Reaksi netralisasi berlangsung dalam reaktor sirkulasi yang terdiri atas turbodizer dan *mixer*. Turbodizer berfungsi menghomogenkan campuran reaktan sehingga reaktan-reaktan tersebut mengawali pembentukan sabun. Sabun tersebut kemudian direaksikan sebagian pada tahap ini, kemudian dialirkan ke *mixer* dan disirkulasi kembali hingga reaksi netralisasi selesai. Kecepatan putaran pengadukan dalam turbodizer sebesar 40-50 rps dan dalam *mixer* sebesar 15-20 rps (Spitz, 2009).

#### D. Proses saponifikasi metil ester asam lemak

Metil ester asam lemak dihasilkan dari reaksi inter-esterifikasi trigliserida dan metanol dengan bantuan katalis tertentu dengan produk samping yaitu gliserol. Katalis yang digunakan pada proses metanolisis trigliserida adalah enzim lipase (Kent & Riegel, 2007).

Reaksi Saponifikasi metil ester asam lemak dengan basa NaOH menghasilkan sabun dan metanol (Reaksi 1). Reaksi ini dilangsungkan dalam reaktor alir pipa pada suhu 120°C tekanan 1 atm dengan konversi reaksi yang cukup tinggi. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Metil ester      Alkali      Sabun      Air

Produk samping Proses Saponifikasi metil ester yaitu methanol dipisahkan dengan menggunakan flash drum, dan kemudian campuran sabun ini dimasukkan kembali ke reaktor alir tubular kedua untuk menyempurnakan reaksi penyabunan. Sabun yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam pengeringan vakum. Proses ini hampir sama dengan Proses Netralisasi asam lemak, perbedaannya terletak pada produk samping yang dihasilkan, yaitu

air pada Proses Netralisasi asam lemak dan metanol pada Proses metil ester asam lemak .

#### 1.4.2 Proses yang dipilih

Proses yang dipilih dalam pra-rancangan ini adalah proses saponifikasi trigliserida dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut:

- a. Suhu operasi dan tekanan relatif rendah sehingga lebih hemat dalam pemakaian energi dan desain peralatan lebih sederhana.
- b. Proses lebih sederhana dibandingkan dua proses lainnya. Karena proses saponifikasi trigliserida hanya membutuhkan satu reaktor, sedangkan dua proses lainnya membutuhkan dua reaktor.
- c. Konversi reaksi saponifikasi trigliserida menjadi sabun sebesar 99,95% sehingga secara ekonomis proses ini sangat layak didirikan dalam skala pabrik.
- d. Proses saponifikasi trigliserida tidak menggunakan katalis seperti proses saponifikasi metil ester yang menggunakan katalis yaitu enzim lipase.
- e. Tidak memerlukan katalis untuk mempercepat reaksi dalam pembentukan sabun.
- f. Waktu pengoperasian yang dibutuhkan relatif singkat

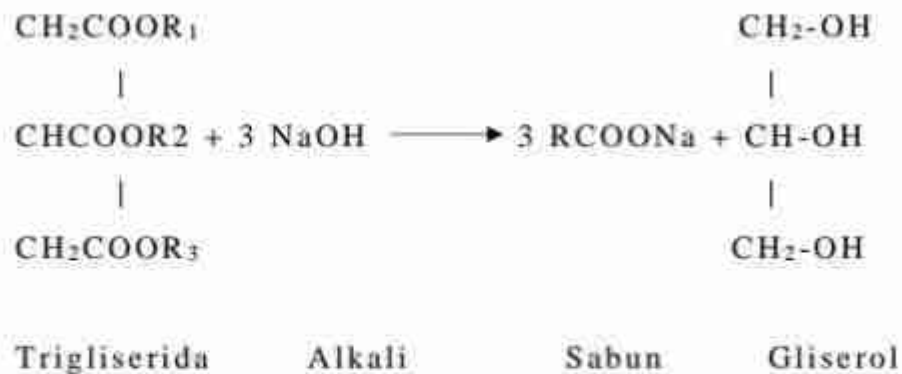
Proses saponifikasi adalah suatu proses pembuatan sabun yang berlangsung dengan mereaksikan asam lemak dengan alkali yang menghasilkan gliserol atau air dan sejenis sabun transparan berupa garam karboksil. Perbandingan ketiga proses dapat dilihat pada tabel 1.5

Tabel 1. 5 Perbandingan ketiga proses

Jenis Proses	Keunggulan	Kelemahan
Saponifikasi Trigliserida	Asam lemak digunakan tanpa proses	Adanya produk samping Gliserol yang harus di pisahkan

langsung ( <i>Neutral fat saponification</i> )	<p>Temperature dan tekanan yang digunakan rendah ( T=90-120°C, P=1 atm)</p> <p>Konversi 99,95 % ( Spitz, 2009 )</p> <p>Tidak ada limbah</p> <p>Biaya pemeliharaan lebih murah</p> <p>Tidak ada katalis</p>	
Netralisasi Asam Lemak	<p>Asam lemak digunakan tanpa proses</p> <p>Tidak ada limbah</p> <p>Konversi reaksi 99 % ( Othmer, 2008)</p> <p>Tidak ada katalis</p>	<p>1. Tidak ada gliserol</p> <p>2. Temperature dan Tekanan yang di gunakan tinggi untuk proses <i>fat splitting</i> ( T=260°C, P=5 atm )</p> <p>3. Biaya pemeliharaan mahal.</p> <p>4. Prosesnya rumit</p>
Saponifikasi metil ester asam lemak	<p>Temperatur dan tekanan yang di digunakan rendah ( T=120°C, P=1 atm )</p> <p>Konversi reaksi 98% ( Othmer, 2008 )</p>	<p>Tidak ada gliserol</p> <p>Adanya proses pendahuluan yaitu reaksi inter-esterifikasi</p> <p>Biaya pemeliharaan mahal</p> <p>Menggunakan katalis</p>

### 1.4.3 Tinjauan proses secara umum



Proses saponifikasi adalah proses yang paling umum digunakan pada industri sabun menggunakan lemak atau minyak sebagai bahan baku. Pada proses saponifikasi, lemak atau minyak direaksikan dengan suatu basa atau alkali. Dalam hal ini basa yang digunakan adalah NaOH untuk membuat sabun padat, atau KOH untuk membuat sabun cair. Reaksi saponifikasi dapat dilihat sebagai berikut:

Proses saponifikasi dapat dilakukan secara *batch* maupun kontinyu, tetapi proses saponifikasi secara kontinyu lebih umum digunakan dibandingkan secara *batch*. Pada proses saponifikasi, minyak/lemak dicampur dengan senyawa alkali, dan diberikan panas secara perlahan-lahan agar hasil dari proses saponifikasi tersebut sempurna. Suhu operasi pada reaktor yaitu 90-120 °C pada tekanan 1 atm.

Minyak dan senyawa alkali dipanaskan dan diaduk, ketika suhu sudah mencapai suhu efisien, senyawa alkali ditambahkan secara perlahan-lahan ke reaktor. Saat sabun mulai terbentuk penambahan senyawa alkali mulai diatur untuk memaksimumkan terbentuknya sabun. Sabun dipanaskan secara teratur dan kemudian dianalisis bilangan saponifikasinya. Saponifikasi sempurna jika sebagian kecil sabun berwarna merah muda jika ditambahkan dengan



*penolphthalein* atau pH asam. Sabun kemudian dicampurkan dengan NaCl.

Tahap pertama dari proses saponifikasi tristearin adalah mereaksikan trigliserida dengan NaOH, untuk membentuk sabun dan gliserol. Reaksi ini mengkonversi lemak/minyak menjadi sabun sebesar 99,95%. Variabel penting yang mempengaruhi proses saponifikasi ini antara lain: suhu operasi, pengadukan, dan konsentrasi reaktan (Spitz, 2009).

Hasil reaksi kemudian dipompakan ke *mixer* untuk ditambahkan NaCl yang berfungsi sebagai pengendap gliserol pada *centrifuge*. Arus keluar *mixer* dialirkan ke *centrifuge*, *centrifuge* adalah pemisah yang bekerja dengan prinsip perbedaan densitas. Kemudian campuran sabun mandi dari *centrifuge* dipompa ke *mixer* untuk dicampur dengan zat aditif. Zat aditif yang ditambahkan adalah EDTA (*Ethylene Diamine Tetra Acetic*) yang berfungsi sebagai surfaktan pada sabun, pembersih, dan pemutih yang dapat mengangkat kotoran pada kulit dan natrium sulfat sebagai *filler* (bahan pengisi). Zat aditif ini dicampur dalam tangki pencampur sesuai dengan jumlah spesifikasi mutu yang diinginkan. Sabun kemudian ditransfer ke unit pengering untuk mengurangi kadar air dalam sabun, dan dihasilkan sabun berupa serpihan (*flake*) kemudian dikirim ke unit *finishing* untuk ditambahkan parfum dan untuk pencetakan sabun. Parfum ditambahkan setelah sabun dikeringkan, hal ini untuk mencegah menguapnya parfum pada saat proses pengeringan. Mesin pembentukan sabun batang yang terdiri dari satuan mesin-mesin yang disebut *Bar Soap Finishing Machine* (BSFM).

#### 1.4.4 Fungsi dan karekteristik bahan baku dan produk

##### A. Bahan baku utama

##### 1. *Refined Bleached Deodorized Palm Stearin* (RBDPS)

Dari buah kelapa sawit dapat diperoleh dua jenis minyak, yaitu minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil*) yang diperoleh dari daging buah dan minyak inti sawit (*Crude Palm Kernel Oil*). Minyak sawit terdiri dari fraksi stearin dan fraksi olein. Pada proses fraksinasi akan didapatkan fraksi stearin sebanyak 20 persen dan fraksi olein (minyak makan) sebanyak 80 persen. (Harjono, 2009).

Dari uraian tersebut diatas terlihat bahwa stearin yang dihasilkan dalam proses pembuatan minyak kelapa sawit cukup banyak dan potensial untuk dijadikan sabun padat dengan menggunakan proses saponifikasi dengan kriteria pengujian sesuai Standar Nasional Indonesia yang meliputi analisis kadar air yang terdapat dalam sabun padat, jumlah Alkali bebas sebagai NaOH, jumlah asam lemak, kadar asam lemak bebas dan kadar minyak mineral yang terkandung dalam sabun mandi padat.

## 2. Alkali (NaOH)

Jenis alkali yang digunakan dalam proses saponifikasi adalah NaOH, KOH,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , dan etanolamin. NaOH (soda kaustik) merupakan alkali yang paling banyak digunakan dalam pembuatan sabun keras dan biasanya digunakan untuk membuat sabun cuci. NaOH banyak digunakan dalam pembuatan sabun padat. Alkali yang digunakan harus bebas dari kontaminasi logam berat karena mempengaruhi Kode dan struktur sabun serta dapat menurunkan resistansi terhadap oksidasi.

### a. Sifat kimia :

1. Termasuk dalam golongan basa kuat, sangat larut dalam air
2. Bereaksi dengan trigliserida membentuk sabun dan gliserol
3. Bereaksi dengan  $\text{CO}_2$  di udara membentuk  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan air
4. Bereaksi dengan asam membentuk garam
5. Bereaksi dengan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  membentuk  $\text{AlO}_2^-$  yang larut dalam air
6. Bereaksi dengan halida (X) menghasilkan NaOX dan asam halida

7. Bereaksi dengan ester membentuk garam dan senyawa alkohol  
(Kirk & Othmer, 1998)

b. Sifat fisika

1. Berat molekul : 40 gr/mol
2. *Specific gravity* : 2,13
3. Titik leleh pada 1 atm : 318,4 °C
4. Titik didih pada 1 atm : 1390 °C
5. Temperatur kritis : 2546 °C
6. Tekanan kritis : 249,9977 atm
7. Volume kritis : 0,2 m<sup>3</sup>/kmol  
(Perry, 2008)

B. Bahan baku pendukung

1. Air (H<sub>2</sub>O)

Air digunakan untuk melarutkan NaOH dan sebagai pelarut bahan-bahan lain.

A. Sifat kimia

1. Bereaksi dengan karbon menghasilkan metana, hidrogen, karbon dioksida, monoksida membentuk gas sintesis (dalam proses gasifikasi batubara)
2. Bereaksi dengan kalsium, magnesium, natrium dan logam-logam reaktif lain dengan membebaskan H<sub>2</sub>
3. Air bersifat amfoter, yaitu zat yang dapat bereaksi sebagai asam atau basa
4. Bereaksi dengan kalium oksida, sulfur dioksida membentuk basa kalium dan asam sulfat
5. Bereaksi dengan trigliserida (minyak/lemak) menghasilkan asam lemak dan gliserol (reaksi hidrolisis trigliserida)

- Air dapat berfungsi sebagai media reaksi dan atau katalis, misalnya dalam reaksi substitusi garam-garam padat dan perkaratan permukaan logam logam

(Kirk & Othmer, 1998)

#### B. Sifat fisika

- Berat molekul : 18 gr/gr-mol
- Titik beku pada 1 atm : 0°C
- Titik didih normal 1 atm : 100 °C
- Densitas pada 30°C : 995,68 kg/m<sup>3</sup>
- Tegangan permukaan pada 25°C : 71,91 dyne/cm
- Indeks refraksi pada 25°C : 1,3325
- Viskositas pada 30°C dan 1 atm : 8,949 Pa.s
- Koefisien difusi pada 30°C : 2,57 x 10<sup>-5</sup> m<sup>2</sup>/s
- Konstanta disosiasi pada 30°C : 10<sup>-4</sup>
- Panas ionisasi : 55,71 kJ/mol
- $\Delta H_f^\circ$  : -57,8 kkal/mol, 25 °C
- Kompresibiliti isothermal : 45,6 x 10<sup>-6</sup> atm<sup>-1</sup>
- Panas spesifik pada 25°C : 4,197 J/g°C
- Konduktifitas termal pada 20°C : 5,98 x 10<sup>-3</sup> watt/cm<sup>2</sup>

(Perry & Green, 2008)

- Natrium Clorida (NaCl)

Natrium Clorida berfungsi sebagai pengendap gliserol pada *centrifuge*.

#### a. Sifat kimia



1. Larut dalam air, alkohol dan eter (Lide, 2005)

b. Sifat fisika

1. Berat molekul : 58,44 gr/gr-mol
2. Titik beku pada 1 atm : 800,8 °C
3. Titik didih pada 1 atm : 1465,05 °C
4. *Spesific gravity* (25 °C) : 2.163
5. Temperatur kritis : 3126 °C
6. Tekanan kritis : 354 atm
7. Volume kritis : 0,266 m<sup>3</sup>/kmol

(Perry, 2008)

3. Etilen Diamin Tetra Acetat (EDTA)

EDTA adalah zat anti oksidan untuk memperlambat teroksidasinya rantai alkil tak jenuh.

a. Sifat kimia

1. Membentuk ion kompleks dengan logam - logam golongan transisi
2. Bersifat sebagai antioksidan, mencegah oksidasi berkatiliskan ion logam
3. Dapat mencegah penggumpalan darah
4. Digunakan sebagai antibasi dalam makanan
5. Larut dalam air

(Kirk & Othmer, 1998)

b. Sifat fisika

1. Rumus molekul : C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>O<sub>8</sub>
2. Berat molekul : 292 gr/mol
3. Temperatur kritis : 535,85 °C

4. Tekanan kritis : 22,00848 atm
5. Volume kritis : 0,798 m<sup>3</sup>/kmol
6. Titik didih pada 1 atm : 388 °C

(Perry, 2008)

#### 4. Parfum (*Patchouli Oil*)

Parfum termasuk bahan pendukung. Keberadaan parfum memegang peranan besar dalam hal keterkaitan akan produk sabun. Jenis parfum untuk sabun dibagi menjadi dua jenis, yaitu parfum umum dan parfum eksklusif.

##### a. Sifat kimia

1. Larut dalam Alkohol dan Eter
2. Tidak larut dalam air

(Lide, 2005)

##### b. Sifat fisika

1. Rumus molekul : C<sub>15</sub>H<sub>26</sub>O
2. Berat molekul : 222,37 gr/mol
3. *Spesific gravity* pada 25°C : 0,95 g/cm<sup>3</sup>
4. Titik leleh : 56 °C
5. Titik didih : 288 °C
6. Warna : Kuning muda

(Lide, 2005)

#### 5. *Filler Inert* (Natrium Sulfat)

Natrium sulfat berfungsi sebagai bahan isian atau *filler* yang tidak bereaksi yang berada dalam *mixer* zat aditif.

##### a. Sifat kimia

1. Larut dalam air
2. Tidak dapat larut dalam eter dan alkohol

(Lide, 2005)

b. Sifat fisika

1. Rumus molekul :  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
2. Berat molekul : 142 gr/mol
3. *Spesific gravity*, 25°C : 2,7 °C
4. Titik leleh, °C : 884 °C
5. Warna : Kuning muda

(Lide, 2005)

C. Produk

1. Sabun

Sabun adalah logam alkali (biasanya garam natrium) dari asam-asam lemak. Sabun mengandung garam C16 dan C18, namun dapat juga mengandung beberapa karboksilat dengan bobot atom lebih rendah. Sabun bisa dikatakan sebagai bahan kimia sintetik yang paling umum. Kemampuan sabun yang dapat melarutkan minyak membuatnya dikagumi karena dapat membersihkan kotoran yang terdapat pada minyak dan tidak dapat dibilas dengan air. Pembuatan sabun tergantung pada reaksi kimia organik, yaitu saponifikasi. Lemak direaksikan dengan alkali untuk menghasilkan sabun dan gliserol.

Struktur gliserol tergantung pada komposisi minyak. Perbandingan dalam pencampuran minyak dengan beberapa gliserol ditentukan oleh kadar asam lemak pada lemak atau minyak tersebut. Persamaan reaksi dari saponifikasi (Fessenden & Fessenden, 1999) dapat dilihat sebagai berikut:



Pada rumus kimia di atas, R dapat berupa rantai yang sama maupun berbeda-beda dan biasanya dinyatakan dengan R1, R2, dan R3. Rantai R dapat berasal dari asam laurat, asam palmitat, asam stearat atau asam lainnya yang secara umum didalam minyak tersebut sebagai ester gliserida.

Sebagian besar kegunaan sabun di dalam kehidupan sehari-hari adalah bahan pencuci. Sedangkan di dalam industri kosmetik sabun memiliki kegunaan tergantung pada komposisi yang terkandung di dalam sabun itu sendiri. Spesifikasi mutu sabun ditunjukkan pada tabel 1.6

Tabel 1. 6 Spesifikasi mutu sabun

Parameter	Range Fraksi (%)
Sabun	78-90
<i>Unsaonified FFA</i>	0-0,1
<i>Impurities (non faty matter)</i>	0 - 0,02
<i>Moisture</i>	10-15
Alkali bebas (NaOH)	0-0,3
NaCl	1,2 - 1,4
Gliserol	3 - 8
EDTA	0-0,3

(Riegel,1985)

Asam lemak seperti asam stearate atau asam aleat sebagian besar dikonversi menjadi sabun dengan merekreasinya dengan alkali (NaOH, KOH) maupun dengan alkalominida. Asam lemak banyak digunakan di dalam pembuatan cream cukur, cream wajah, *hand body lotion*, dan pewarna rambut. Sabun stearat digunakan sebagai pengemulsi antara mineral minyak, lemak ester, dan air di dalam pembuatan *hand body lotion*.



a. Sifat kimia

1. Memiliki pH sekitar 10
2. Sabun dapat bereaksi dengan air buangan membentuk senyawa garam-garam kalsium dan magnesium yang langsung terendapkan.
3. Sabun memiliki dua bagian, bagian kepala (COONa) yang bersifat polar dan bagian ekor (R-CH<sub>3</sub>) yang bersifat nonpolar.
4. Bagian kepala bersifat *hidrofil* (suka air) dan bagian ekor bersifat *hidrofob* (takut air)

(Spitz, 2009)

b. Sifat fisika

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1. Rumus kimia                       | : C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> COONa |
| 2. Berat molekul                     | : 266 gram/gmol                         |
| 3. <i>Specific gravity</i> pada 25°C | : 0,9                                   |
| 4. Titik didih                       | : 352 °C                                |
| 5. Titik beku                        | : 53,5°C                                |
| 6. Densitas                          | : 0.9124 g/cm <sup>3</sup>              |

(Spitz, 2009)

2. Gliserol

a. Sifat Fisika :

1. Zat cair bening, lebih kental dari air dan rasanya manis
2. Larut dalam air dan alkohol dengan semua perbandingan
3. Tidak larut dalam eter, benzena dan kloroform
4. Senyawa turunan alkohol (polialkohol) dengan tiga gugus OH

(Kirk & Othmer, 1998)

5. Dengan asam nitrat membentuk gliserol trinitrat
6. Bersifat higroskopis sehingga digunakan sebagai pelembab

7. Bereaksi dengan kalsium bisulfat membentuk akrolein

(Kent & Riegel, 2007)

b. Sifat fisika

1. Rumus kimia	: $C_3H_5(OH)_3$
2. Berat molekul	: 92,09 g/mol
3. Titik didih	: 290 °C
4. Titik leleh	: 17,9 °C
5. Titik nyala	: 160 °C
6. Temperatur kritis	: 451,85 °C
7. Tekanan kritis	: 65,82778 atm
8. <i>Specific gravity</i> pada 25°C	: 1,26
9. Densitas	: 1,261 g/cm <sup>3</sup>

(Perry, 2008)

#### 1.4.5 Proses pembuatan yang dipilih

##### A. Dasar reaksi

Pembuatan sabun mandi dengan proses saponifikasi fase cair dari trigliserida yang terkandung dalam CPO dengan soda kaustik (NaOH) dijalankan dengan sistem kontinyu dan menghasilkan produk samping gliserol.

##### B. Kondisi operasi

Dalam proses pembuatan sabun dengan reaksi saponifikasi trigliserida, reaksi berlangsung dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Pada umumnya, variabel-variabel proses utama yang cukup menentukan tingkat keberhasilan reaksi saponifikasi adalah sebagai berikut:

### 1. Suhu operasi

Proses saponifikasi trigliserida dapat berlangsung pada suhu kamar dan reaksinya berjalan secara cepat sehingga sesuai untuk produksi skala besar. Pada proses skala industri suhu reaksi saponifikasi berada diatas titik lebur RBDPS dan di bawah titik didih air dengan tekanan operasi 1 atm, hal ini bertujuan :

- a. Transportasi cairan melalui pompa-pompa dan pipa-pipa lebih mudah karena viskositasnya berkurang.
- b. Jika suhu berada diatas titik didih air maka tekanan dalam reaktor lebih besar dari 1 atm untuk menghindari penguapan air.

Berdasarkan *Rule of Thumb*, laju reaksi saponifikasi akan meningkat sebesar dua kali lipat setiap kenaikan suhu sebesar  $10^{\circ}\text{C}$ . Suhu operasi reaksi saponifikasi dapat berlangsung pada kisaran suhu  $80\text{-}120^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan suhu operasi yang dipilih adalah  $90^{\circ}\text{C}$  dan pada tekanan atmosferis untuk menjaga fase campuran tetap cair (Spitz, 2009).

### 2. Pengadukan

Trigliserida sukar larut dalam air, sedangkan basa seperti NaOH sangat larut dalam air. Sehingga jika didiamkan akan terbentuk dua lapisan yang terpisah dan reaksi hanya berlangsung pada daerah batas dua permukaan tersebut, akibatnya reaksi menjadi lambat. Untuk menghindari hal ini maka diperlukan pengadukan agar seluruh partikel reaktan dapat terdispersi satu sama lain, dengan demikian laju reaksi dapat meningkat.

### 3. Rasio tekanan

Perbandingan reaktan pada proses saponifikasi merupakan perbandingan mol reaktan NaOH terhadap RBDPS sebesar 3:1. Perbandingan reaktan tersebut diambil berdasarkan persamaan stoikiometri reaksi saponifikasi trigliserida.

Pada proses saponifikasi ini mol reaktan NaOH diberikan secara berlebihan sebesar 10% (Spitz, 2009).

### C. Mekanisme reaksi

Pembuatan sabun mandi dengan reaksi saponifikasi fase cair dari trigliserida yang terkandung dalam RBDPS dan soda kaustik (NaOH) akan menghasilkan produk samping gliserol mempunyai konversi reaksi 99,95% pada suhu 90°C dan tekanan atmosferis (Spitz, 2009).

### D. Tinjauan termodinamika

Tinjauan f 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 sabun mandi, harga f,  $H_f^\circ$  dan  $H_G^\circ$  adalah sebagai berikut :

Tabel 1. 7 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

$$\Delta H_R^\circ = \sum \Delta H_f^\circ - \sum \Delta H_f^\circ$$



$$\begin{aligned}\Delta H R^{\circ} &= (3. \Delta H_f^{\circ} + \Delta H^{\circ} f \text{ gliserol}) - (\Delta H^{\circ} f \text{ RBDPS} + 3. \Delta H^{\circ} f \text{ NaOH}) \\ &= (3(-776,0) + -666,1) - (3(-426,9) + -1.601,3) \\ &= -122 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

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

$$\Delta G_r^{\circ} : - RT \ln K_{298} \text{ Dimana:}$$

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

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

- T : Suhu standar (298 K)  
 R : Tetapan Gas Ideal ( $8,314 \times 10^{-3}$  kJ/mol).

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

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

- c) Konstanta kesetimbangan (K) pada  $T = 90^\circ\text{C} = 363 \text{ K}$

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

Dengan:

- $K_{298}$  = Konstanta kesetimbangan pada 298 K  
 $K_{363}$  = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi  
 $T_1$  = Suhu standar ( $25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$ )  
 $T_2$  = Suhu operasi ( $90^\circ\text{C} = 363 \text{ K}$ )  
 $R$  = Tetapan Gas Ideal ( $8,314 \times 10^{-3}$  kJ/mol.K)  
 $\Delta H R^\circ$  = Panas reaksi standar pada 298 K

$$\ln \frac{K_{363}}{K_{298}} = \frac{-26,8335 \times \frac{\text{kkal}}{\text{mol}} (363 \times 298) \text{K}}{-1,987 \times 10^{-3} \frac{\text{kkal}}{\text{mol.K}} \times 363 \text{K} \times 298 \text{K}} = -8,114 \times 10^{-3}$$

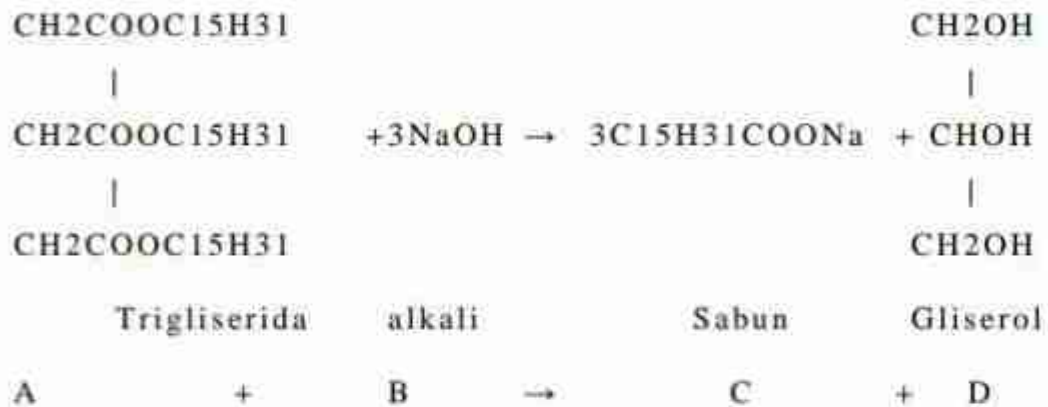
$$\frac{K_{363}}{3,491 \cdot 10^{35}} = 1,008$$

$$K_{363} = 3,519 \times 10^{35}$$

Karena harga konstanta kesetimbangan relatif besar, maka reaksi berlangsung searah, yaitu ke kanan (*irreversible*).

D. Tinjauan kinetika

Reaksi pembentukan Sabun dari RBDPS dan NaOH, dengan persamaan reaksi;



Kecepatan reaksi elementer tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan:

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

Pada reaksi ini, digunakan NaOH berlebih sebanyak 1,1 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 3,3 : 1 (Spitz, 2009). Nilai konstanta kecepatan reaksi pada suhu 90 oC adalah 0,253 L/mol.det dengan persamaan kecepatan reaksi  $(-r_A)=k (C_A) (C_B)$ (Sumantri, 2005).

Maka nilai konstanta kecepatan reaksi dapat di cari, sebagai Berikut:

$$\theta_B = \frac{F_{B0}}{F_{A0}} = 3,3$$

$$(-r_A) = k(C_A) (C_B) \dots\dots\dots(1)$$

$$C_A = \frac{F_A}{V} = \frac{F_{A0}(1-X_A)}{V_0} = C_{A0}(1-X_A) \dots\dots\dots(2)$$

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

$$C_B = C_{A0} (\theta_B - X_A) \dots \dots \dots (3)$$

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

$$(-r_A) = k C_{A0}^2 (1 - X_A) (\theta_B - X_A) \dots \dots \dots (4)$$

Menghitung waktu tinggal dan volume reactor

$$\tau = \frac{V}{v_0} \dots \dots \dots (5)$$

$$V = \frac{F_{A0} X_A}{(-r_A)} \dots \dots \dots (6)$$

Substitusi persamaan (4) ke persamaan (6)

$$V = \frac{F_{A0} X_A}{k C_{A0}^2 (1 - X_A) (\theta_B - X_A)} \dots \dots \dots (7)$$

Mencari konstanta kecepatan reaksi

$$K = \frac{F_{A0}}{\tau v_0 C_{A0}^2 (1 - X_A) (\theta_B - X_A)} \dots \dots \dots (8)$$

Konversi ( $X_A$ ) reaksi saponifikasi pembentukan sabun dari RBDPS dan NaOH sebesar 99,95% dengan waktu tinggal ( $\tau$ ) 80 menit dan kondisi operasi suhu 90°C (363K), tekanan 1 atm maka nilai konstanta kecepatan reaksi ( $k$ ) dapat ditentukan. (Spitz,2009). Maka nilai konstanta kecepatan reaksi ( $k$ ) didapat.

$$K = \frac{F_{A0}}{\tau v_0 C_{A0}^2 (1 - X_A) (\theta_B - X_A)}$$

$$K = 0,222 \text{ m}^3/\text{kmol.s}$$