

**PRARANCANGAN PABRIK SABUN MANDI
DARI *CRUDE PALM OIL* (CPO) DAN NaOH
DENGAN PROSES SAPONIFIKASI
KAPASITAS 10.000 TON / TAHUN**

TUGAS AKHIR



**Oleh :
Evelyta Kusumawardhani
18120237D**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR :

**PRARANCANGAN PABRIK SABUN MANDI
DARI CRUDE PALM OIL (CPO) DAN NaOH
DENGAN PROSES SAPONIFIKASI
KAPASITAS 10.000 TON / TAHUN**

Oleh :
Evelyta Kusumawardhani
18120237D

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal, 2017

Kode

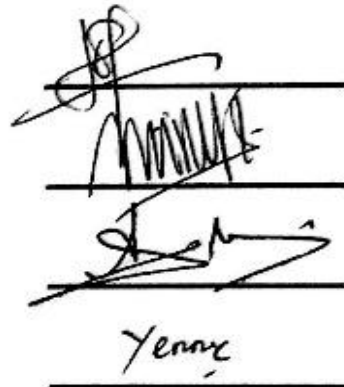
Tanda Tangan

Penguji I : Dr. Supriyono, S.T.,M.T.

Penguji II : Maria Endah Prasadja, S.T.,M.T.

Penguji III : Dewi Astuti H, S.T.,M.Eng.

Penguji IV : Happy Mulyani,S.T.,M.T.

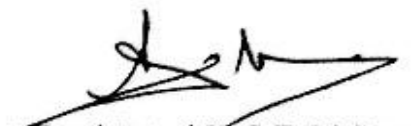


Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi

Evelyta Kusumawardhani, S.T.,M.T.
NIS.01.99.038

Ketua Program Studi
S1 Teknik Kimia


Dewi Astuti H, S.T.,M.Eng.
NIS.01.96.023

LEMBAR PERSETUJUAN

PROPOSAL TUGAS AKHIR :

**PRARANCANGAN PABRIK SABUN MANDI
DARI CRUDE PALM OIL (CPO) DAN NaOH
DENGAN PROSES SAPONIFIKASI
KAPASITAS 10.000 TON / TAHUN**

**Oleh :
Evelyta Kusumawardhani
18120237D**

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing
Pada Tanggal, 2017

Pembimbing I


Dr. Setiawan, S.T., M.T.
NIS.01.95.019

Pembimbing II


Maria Endah Prasadia, S.T., M.T.
NIS. 06.01.257

Mengetahui,
Ketua Program Studi


Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng.
NIS.01.96.023

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan baik. Tak lupa sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya.

Judul Tugas Akhir ini adalah Prarancangan Pabrik SSabun Mandi dari CPO dan NaOH 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. Bapak dan Ibu tercinta atas semua cinta, kasih sayang, pengorbanan dan untaian do'anya yang tak pernah henti-hentinya memberikan dukungannya kepada penulis serta semua yang terbaik yang telah diberikan kepada penulis selama ini, kalianlah sumber motivasiku.
2. Dr. Djoni Tarigan, MBA selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Universitas Setia Budi yang telah memberikan beasiswa selama menenpuh studi S1.
4. Petrus Darmawan, S.T.,M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
5. Dewi Astuti H, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta.

6. Dr. Supriyono, S.T.,M.T. selaku pembimbing I, yang dengan kesabarannya telah memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesainya tugas akhir ini.
7. Maria Endah P, ST.,MT., selaku pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan nasehat hingga selesainya tugas akhir ini.
8. Dewi Astuti H, ST., M.Eng., dan Happy Mulyani, ST.,MT., selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk menguji hasil laporan tugas akhir ini.
9. Bapak dan Ibu dosen jurusan teknik kimia atas ilmu dan bimbingannya selama kuliah.
10. Serta semua yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, 2016

Penulis

MOTO

DAN

HALAMAN PERSEMBAHAN

- ﴿ "Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalatmu sebagai penolong bagimu. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar" (Q.S Al-Baqarah : 153)
- ﴿ "Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan kerjakanlah dengan sungguh – sungguh urusan yang lain, dan hanya kepada Allah kamu berharap" (Q.S Al-Insyirah : 6 – 8).
- ﴿ "Janganlah engkau bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita" (Q.S At-Taubah : 40)
- ﴿ "Tidak ada balasan untuk kebaikan, selain kebaikan pula, maka nikmat tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan" (Q.S. Ar-rahman : 60 – 61).
- ﴿ Imam Asy Syafi'i pernah menyatakan "Pendapatku ini benar," ujar beliau, "Tetapi mungkin mengandung kesalahan. Adapun pendapat orang lain itu salah, namun bisa jadi mengandung kebenaran."
- ﴿ Bukan kesempurnaan yang membuat kita bersyukur, tapi rasa syukurlah yang menjadikannya sempurna.
- ﴿ "Ridho Allah tidak terletak pada sulit atau mudahnya, berat atau ringannya, bahagia atau deritanya, senyum atau lukanya, tawa atau tangisnya. Ridho Allah terletak pada apakah kita menaatinya dalam menghadapi semua itu, apakah kita berjalan dengan menjaga perintah dan larangannya dalam keadaan dan semua ikhtiar yang kita lakukan, maka selama disitu kita berjalan, bersemangatlah"
- ﴿ Bahwa menjalankan proses adalah sekarang, saat ini, dengan kerja keras dan melepaskan ketakutan akan hasil yang didapat. Kegagalan dan keberhasilan sebuah proses adalah dimensi lain yang akan melahirkan pelajaran baru untuk proses selanjutnya.
- ﴿ Gelombang semakin besar, tapi pelayaran tidak boleh berhenti. Harus terus mendayung maju, terus memberanikan diri karena berdiam hanya akan menunggu badai.

Terimakasihku untuk.....

Allah SWT segala puji hanya baginya Tuhan semesta alam atas segala rahmat dan nikmat yang telah dicurahkan, semoga diri ini sentiasa dalam lindungan dan redhoMu, Aamiin. Terima kasih untuk nikmat sakit yang Engkau berikan tatkala mengerjakan tugas akhir ini didalamnya terdapat hikmah bahwa semangat dan kesabaran harus senantiasa menyala – nyala meski tenaga ini tidak sempurna dan retak – retak ☺

Nabi Muhammad S.A.W shalawat dan salam pada habibulloh kekasih Allah, ialah manusia terbaik sepanjang sejarah dunia , terima kasih untuk semua tauladan murni yang engkau ajarkan

Ibu dan bapak ku. utuk semua doa, kasih sayang, dan perjuangan tanpa kenal lelah. Ajaran dan didikanmu wahai ummi wa abi laksana rangkain bunga yang menjadi tiara diatas kepala ku. ☺

Bapak Supriyono dan Ibu Endah, terima kasih untuk bimbinganya selama ini baik dalam akademis dan tugas akhir ini.

Untuk **semua ibu dan bapak dosen fakultas teknik** terimakasih atas masukan-masukannya, atas ilmu yang kalian berikan selama kuliah, atas kesediaan waktu untuk selalu mendengarkan keluh kesah kami

Adik – adik ku : Alyssa Mellindina (mbak gopret), Dendy Agung Kesumo (Mas jono), Sandy Julian Pradana (A'an) terima kasih telah banyak membantu dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini ☺

Terima kasih untuk **segenap keluarga ku** atas doa dan dukungannya selama ini☺

Terima kasih untuk **teman-teman fosmi** yang telah banyak membagi hikmah dan kisah, Syukron jazakallohu khoir untuk dekapan ukhwah yang diberikan

Terima kasih untuk **teman –teman teknik kimia** yang telah banyak membantu dan berbagi kebahagiaan selama menempuh studi di USB

Terima kasih untuk **semua pihak** yang telah membantu, dalam memberikan saran dan masukan ☺

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iv
MOTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
INTISARI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan Pabrik	3
1.3 Lokasi pabrik.....	11
1.4 Pemilihan Proses	15
1.5 Tinjauan Pustaka	23
BAB II SPESIFIKASI BAHAN	45
2.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	45
2.2 Spesifikasi Bahan Pendukung	46
2.3 Spesifikasi Produk.....	48
BAB III DESKRIPSI PROSES.....	50
3.1 Diagram Alir	50
3.2 Uraian Proses.....	53
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....	55
4.1 Langkah-langkah pembuatan neraca massa	55
4.2 Penyelesaian neraca massa	56
4.3 Hasil perhitungan neraca massa	56
4.4 Hasil perhitungan neraca panas.....	63
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	69
5.1 Tangki penyimpan CPO	69
5.2 Tangki penyimpan <i>stearic acid</i>	69
5.3 Tangki penyimpan parfum	70
5.4 Tangki penyimpa air.....	71
5.5 Tangki penyimpa glyserol	71
5.6 Tangki penyimpa air limbah sementara	72

5.7 Gudang penyimpan NaOH	72
5.8 Gudang penyimpan NaCl	73
5.9 Gudang penyimpan Na ₂ SO ₄	73
5.10 Gudang penyimpan EDTA	74
5.11 Mixer 01	74
5.12 Reaktor	75
5.13 Mixer 02	76
5.14 Washing coloum	77
5.15 Centrifuge tricanter	78
5.16 Neutralizer	78
5.17 Vacuum dryer	79
5.18 Cyclone	80
5.19 BSFM	80
5.20 Heater 01	81
5.21 Heater 02	81
5.22 Heater 03	82
5.23 Cooler 01	83
5.24 Cooler 02	83
5.25 Cooler 03	84
5.26 Cooler 04	85
5.27 Hopper 01	85
5.28 Hopper 02	86
5.29 Hopper 03	86
5.30 Hopper 04	87
5.31 Belt coveyor 01	88
5.32 Belt coveyor 02	88
5.33 Belt coveyor 03	89
5.34 Belt coveyor 04	89
5.35 Belt conveyor 05	90
5.36 Pompa 01	90
5.37 Pompa 02	91
5.38 Pompa 03	91
5.39 Pompa 04	92
5.40 Pompa 05	92
5.41 Pompa 06	93
5.42 Pompa 07	93
5.43 Pompa 08	94
5.44 Pompa 09	94
5.45 Pompa 10	95
5.46 Pompa 11	95
5.47 Pompa 12	96
5.48 Pompa 13	96
5.49 Pompa 14	97
5.50 Pompa 15	97
5.51 Pompa 16	98
5.52 Pompa 17	98

5.53 Pompa 18	99
BAB VI UTILITAS DAN LABORATORIUM	100
6.1 Unit Pendukung Proses (UTILITAS)	100
6.3 Kesehatan Dan Keselamatan	128
BAB VII ORGANISASI DAN TATA LETAK	130
7.1 Bentuk Perusahaan	130
7.2 Struktur Organisasi	131
7.3 Sistem Kepegawaian Dan Sistem Gaji	137
7.4 Kesejahteraan Karyawan	143
7.5 Manajemen Produksi	144
7.6 Tata Letak (Lay Out) Pabrik	147
BAB VIII EVALUASI EKONOMI	158
8.1 Perhitungan biaya	160
8.2 Total Fixed capital investment	163
8.3 Working capital	164
8.4 Manufacturing cost	164
8.5 General Expense	165
8.6 Analisa Ekonomi	165
BAB IX KESIMPULAN	170
DAFTAR PUSTAKA	D-171

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Produktifitas minyak kelapa sawit negara-negara utama penghasil minyak kelapa sawit pada tahun 2006	4
Tabel 1.2. Komposisi asam lemak pada minyak sawit	5
Tabel 1.3. Pertumbuhan luas kebun kelapa sawit dan produkdi CPO di Indonesia	5
Tabel 1.4. Daftar industri penghasil NaOH	6
Tabel 1.5. Kapasitas produksi sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia	7
Tabel 1.6. Pertumbuhan impor sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia.....	8
Tabel 1.7. Pertumbuhan ekspor sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia.....	9
Tabel 1.8. Kapasitas produksi pabrik sabun yang beroperasi di Indonesia	10
Tabel 1.9. Perbandingan ketiga proses saponifikasi	20
Tabel 1.10. Komposisi trigliserida CPO	24
Tabel 1.11. Komposisi asam lemak CPO.....	24
Tabel 1.12. Spesifikasi mutu sabun.....	35
Tabel 1.13 Spesifikasi mutu sabun SNI 06-3532-1994	35
Tabel 1.14. Harga (ΔH_f°) dan (ΔG°) masing-masing komponen	41
Tabel 4.1. Neraca massa disekitar <i>mixer</i> – 01.....	57
Tabel 4.2. Neraca massa disekitar reaktor	58
Tabel 4.3. Neraca massa disekitar <i>mixer</i> – 02.....	58
Tabel 4.4. Neraca massa disekitar <i>washing coloum</i>	59
Tabel 4.5. Neraca massa disekitar <i>centrifuge</i> (FL)	60
Tabel 4.6. Neraca massa disekitar <i>neutralizer</i>	60
Tabel 4.7. Neraca massa disekitar <i>vacuum dryer</i>	61
Tabel 4.8. Neraca massa disekitar <i>cyclone</i>	62
Tabel 4.9. Neraca massa disekitar BSFM	62
Tabel 4.10. Neraca panas disekitar <i>mixer</i> 01	63
Tabel 4.11. Neraca panas disekitarreaktor	63
Tabel 4.12. Neraca panas disekitarmixer 02	63
Tabel 4.13. Neraca panas disekitar <i>washing coloum</i>	64
Tabel 4.14. Neraca panas disekitar <i>centrifuge</i>	64
Tabel 4.15. Neraca panas disekitar <i>neutralizer</i>	65
Tabel 4.16. Neraca panas disekitar <i>vacuum dryer</i>	65
Tabel 4.17. Neraca panas disekitar <i>cyclone</i>	66
Tabel 4.18. Neraca panas disekitarBSFM.....	66
Tabel 4.19. Neraca panas disekitar <i>heater</i> 01	66
Tabel 4.20. Neraca panas disekitar <i>heater</i> 02	67

Tabel 4.21. Neraca panas disekitar <i>heater</i> 03	67
Tabel 4.22. Neraca panas disekitar <i>cooler</i> 01	67
Tabel 4.23. Neraca panas disekitar <i>cooler</i> 02	68
Tabel 4.24. Neraca panas disekitar <i>cooler</i> 03	68
Tabel 6.1. Kebutuhan air proses.....	101
Tabel 6.2. Kebutuhan air pendingin	102
Tabel 6.3. Kebutuhan air sanitasi	103
Tabel 6.4. Kebutuhan air umpan boiler.....	104
Tabel 6.5. Kebutuhan listrik untuk proses	122
Tabel 6.6. Kebutuhan listrik untuk utilitas.....	123
Tabel 7.1. Daftar gaji karyawan.....	139
Tabel 7.2. Pembagian sift karyawan	142
Tabel 7.3. Luas bangunan pabrik	153
Tabel 8.1. <i>Cost index chemical plant</i>	159
Tabel 8.2. <i>Total fixed capital investment</i>	163
Tabel 8.3. <i>Working capital</i>	164
Tabel 8.4. <i>Total Manufacturing cost</i>	164
Tabel 8.5. <i>General expense</i>	165
Tabel 8.6. <i>Fixed cost</i>	167
Tabel 8.7. <i>Variable cost</i>	167
Tabel 8.8. <i>Regulated cost</i>	167
Tabel 9.1. Analisa kelayakan ekonomi	170

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik kapasitas produksi sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia	7
Gambar 1.2. Grafik impor sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia	8
Gambar 1.3. Grafik ekspor sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia	9
Gambar 1.4. Peta Lokasi Kota Dumai.....	15
Gambar 1.5. Diagram alir proses kontinu untuk pembuatan sabun dan produk turunan asam lemak.....	23
Gambar 3.1. Diagram alir kualitatif	51
Gambar 3.2. Diagram alir kuantitatif	52
Gambar 4.1. Neraca massa <i>mixer</i> - 01.....	57
Gambar 4.2. Neraca massa reaktor.....	58
Gambar 4.3. Neraca massa <i>mixer</i> 02 (M-02)	58
Gambar 4.4. Neraca massa <i>washing coloum</i>	59
Gambar 4.5. Neraca massa <i>centrifuge</i> (FL)	59
Gambar 4.6. Neraca massa <i>neutralizer</i>	60
Gambar 4.7. Neraca <i>vacuum dryer</i>	61
Gambar 4.8. Neraca massa <i>cyclone</i>	61
Gambar 4.9. Neraca massa BSFM	62
Gambar 6.1. Rancangan pengolahan air.....	110
Gambar 7.1. <i>Lay out pabrik</i>	155
Gambar 7.2. Tata letak alat	155
Gambar 8.1. Grafik hubungan tahun dengan <i>Cost index</i>	160
Gambar 8.2. Grafik analisa ekonomi.....	169

INTISARI

Prarancangan pabrik sabun mandi dari CPO dan NaOH memberikan prospek yang sangat cerah dalam dunia perindustrian. Pabrik tersebut direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun diatas area sebesar 9450 m² yang akan didirikan pada tahun 2020, lokasi pabrik berada di edang kampai, Riau yang berdekatan dengan P.T.Salim Ifo Mas Pratama dan PT. Soda Sumatera sebagai penyedia bahan baku utama. Pabrik ini beroperasi dengan kapasitas 10.000 ton/tahun, dengan pertimbangan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Proses pembuatan sabun berlangsung pada fase cair dengan menggunakan reaktor CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*) dengan kondisi tekanan 1 atm, suhu 90°C. Reaksi berlangsung secara *eksotermis*, *irreversible*, dan *non adiabatic*. Kebutuhan CPO sebesar 909,5457 kg/jam, NaOH sebesar 278,8232 kg/jam. Produk berupa sabun sebesar 1.262,6263 kg/jam. Untuk menunjang proses produksi, maka didirikan unit pendukung yaitu unit penyediaan air sebesar 6.448,9623 kg/jam. Kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan dua buah generator set sebesar 500 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak 0,2921 m³/jam dan udara tekan sebesar 50 m³/jam.

Dari analisa ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik ini dengan modal tetap (FCI) Rp 224.381.928.262,17 dan modal kerja Rp 60.475.809.028,12. Keuntungan sebelum pajak Rp 69.504.599.802,84 pertahun setelah dipotong pajak sebesar 30% keuntungan mencapai Rp 48.653.219.861,99 pertahun. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 30,976 % dan setelah pajak 21,683 %. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 2,5 tahun dan setelah pajak 3 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,060 %, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 16,649 % dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 45 %. Dari data analisis kelayakan diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak didirikan.

Kata kunci : Sabun, Saponifikasi, *Continuous Stirred Tank Reactor*

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 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 membebaskan gliserol. 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 sensitif, karena kandungan gliserol dan *beewax*.

Indonesia adalah salah satu negara terbesar penghasil minyak sawit dan salah satu negara pengekspor minyak sawit terbesar bukan hanya di Asia tetapi juga di dunia. Selama ini Indonesia memiliki angka ekspor minyak sawit yang besar dibandingkan dengan mengekspor produk turunannya yaitu produk dari minyak sawit itu sendiri. Produk olahan minyak sawit akan memberikan nilai jual yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai jual minyak sawit. Produksi CPO (*Crude Palm Oil*) Indonesia cenderung meningkat setiap tahunnya, pada tahun 2010 sebesar 22.496.857 ton, pada tahun 2011 mengalami peningkatan sebesar 23.995.973 ton dan pada tahun 2012 juga meningkat sebesar 26.015.519 ton (BPS, 2013).

Beberapa industri sabun menggunakan CPO sebagai bahan baku pembuatan sabun. CPO yang dihasilkan dari perkebunan sawit diolah terlebih dahulu menjadi asam lemak, kemudian asam lemak tersebut dihidrogenasi atau difraksinasi untuk

menghasilkan asam-asam lemak yang lebih murni. Pendirian pabrik sabun sangat potensial bagi negara Indonesia melihat bahan bakunya yang sangat melimpah dan kebutuhan sabun yang selalu meningkat tiap tahunnya.

1.2 Kapasitas Rancangan Pabrik

1.2.1 Ketersediaan bahan baku

A. Crude Palm Oil (CPO)

Telah diketahui bahwa Negara Indonesia memiliki tanah perkebunan sawit yang cukup luas dan tersebar diberbagai pelosok. Indonesia menghasilkan minyak sawit yang berlimpah dan akan meningkat setiap tahunnya dengan adanya perkebunan kelapa sawit yang cukup luas.

Tingginya produksi sawit Indonesia dibandingkan Malaysia disebabkan oleh luasan lahan sawit yang jauh lebih luas dibandingkan Malaysia. Tingginya produktifitas lahan, tidak hanya dalam bentuk produksi tandan buah segar (TBS), tetapi juga dalam bentuk produksi minyak yang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, misalnya: kandungan karoten, tokoferol, dan tokotrienol. Produktifitas minyak sawit Indonesia pada tahun 2006 masih mencapai angka yang lebih tinggi dibandingkan negara utama penghasil minyak sawit lainnya seperti Malaysia, Kolombia, dan *Cote Ivoire*, namun angka tertinggi dicapai oleh Negara Papua NeU Guinea. Sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1:

Tabel 1.1. Produktifitas minyak kelapa sawit negara-negara utama penghasil minyak kelapa sawit pada tahun 2006

Negara	Produktifitas CPO (ton CPO/ha/tahun)
Papua NeU Guinea	4.3
Indonesia	4.0
Malaysia	3.8
Kolombia	3.0
Cole 'Ivoire	2.0

Sumber : BPS (komoditi ekspor impor), 2006

Lahan perkebunan sawit di Indonesia saat ini tercatat seluas 9,2 juta ha dan tersebar di 16 provinsi dan 52 kabupaten di seluruh Indonesia. Lima provinsi di Indonesia yang memiliki luas area perkebunan sawit yang paling luas diantaranya adalah provinsi Riau, Sumatra Utara, Kalimantan Tengah, Sumatra Selatan dan Kalimantan Barat (GAPKI, 2014). Minyak yang diproduksi dari buah kelapa sawit telah terbukti mempunyai karakteristik yang unggul dibandingkan minyak dari taKoden lainnya. Minyak kelapa sawit menghasilkan sabun mandi yang padat, bertekstur halus.

Kelapa sawit menghasilkan dua jenis minyak utama. Kedua jenis minyak ini adalah CPO, dan CPKO (*Crude Palm Kernel Oil*). CPO dan CPKO bisa diproses dan diolah menjadi aneka jenis produk turunannya. CPO dan CPKO mempunyai karakteristik kimia, fisik, dan gizi yang berbeda. CPO kaya dengan asam palmitat (C_{16}) sedangkan CPKO kaya dengan asam laurat (C_{12}) dan asam miristat (C_{14}). Pada prakteknya, dibandingkan CPKO, CPO lebih banyak diproses lanjut menjadi minyak goreng yang sering disebut sebagai minyak sawit. Perancangan pabrik sabun ini menggunakan CPO sebagai bahan baku. Komposisi asam lemak pada minyak kelapa sawit dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1.2. Komposisi asam lemak pada minyak sawit

Asam Lemak	% Terhadap Asam Lemak Total	
	Kisaran	Rata-rata
Asam laurat	0,1-1,0	0,2
Asam mirisat	0,9-0,5	1,1
Asam palmitat	41,8-45,8	44,0
Asam palmitoleat	0,1-0,3	0,1
Asam stearate	4,2-5,1	4,5
Asam oleat	37,3-40,8	39,2
Asam linoleiat	9,1-11,0	10,1
Asam linolenat	0,0-0,6	0,4
Asam arakidonat	0,2-0,7	0,4

Sumber : GAPKI 2014

Tabel 1.3. memperlihatkan bahwa tahun 2012 Indonesia memiliki kebun kelapa sawit seluas 10.133.322 ha dan menghasilkan 26.015.519 ton minyak sawit CPO. Angka tersebut terus meningkat dari tahun ke tahun, sehingga pengolahan minyak sawit juga akan meningkat. Kualitas dari produk olahan yang akan dihasilkan juga harus diperhatikan dan terus ditingkatkan supaya produk tersebut mampu bersaing dengan produk luar.

Tabel 1.3. Pertumbuhan luas kebun kelapa sawit dan produksi CPO di Indonesia

Tahun	Luas (Ha)	Produksi (Ton)
2006	6.284.960	16.569.927
2007	6.853.916	17.796.374
2008	7.333.707	19.400.794
2009	7.949.389	21.390.326
2010	8.548.828	22.496.857
2011	9.102.296	23.995.973
2012	10.133.322	26.015.519
2013	10.465.020	27.782.004
2014	10.956.231	29.344.479
2015	11.444.808	30.948.931

Sumber : BPS (komoditi unggulan Indonesia 2016)

B. NaOH

NaOH (soda kaustik) merupakan alkali yang penting banyak digunakan dalam 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 4 menunjukkan 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	15.000
PT Suparma	Surabaya	1.800
PT Miwon Indonesia	Gersik	12.000
PT Sasa Fermentasi	Sidoarjo	3.600
PT Toba Pulp Lestari	Porsea	33.000

www.kementrianindustri.com (diakses 10 desember 2015)

1.2.2 Kapasitas produksi pabrik pada rancangan yang sudah ada

Tren berbagai macam jenis sabun semakin marak. Hal tersebut didasari oleh semakin banyak kasiat yang ditawarkan pada masing-masing jenis produk agar konsumen tertarik. Hal tersebut menyebabkan industri sabun semakin berlomba-

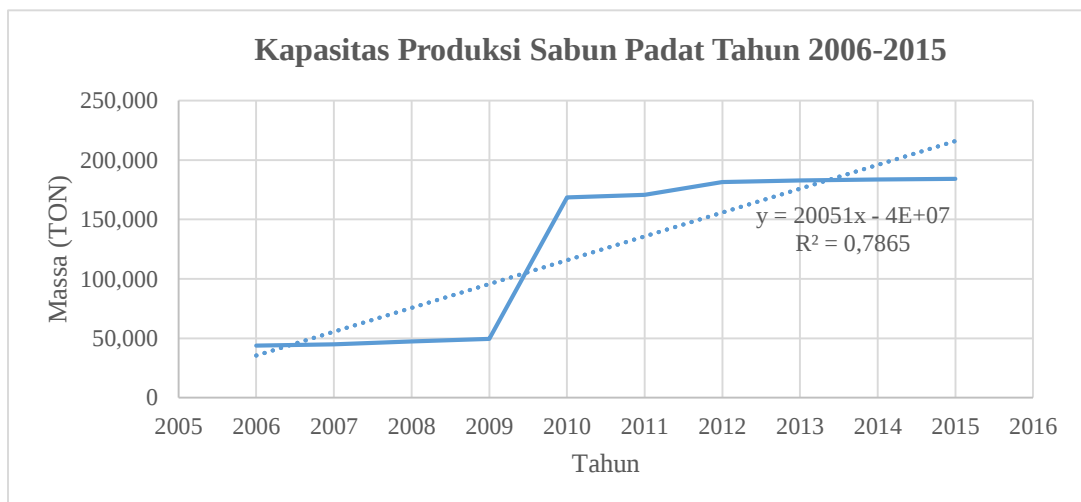
lomba untuk memperbanyak macam sabun yang diproduksi. Adapun kapasitas produksi dapat disajikan sebagai berikut:

Tabel 1.5. Kapasitas produksi sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia

Tahun	Massa (Ton)
2006	43.738
2007	44.959,50
2008	47.452
2009	49.452
2010	168.546,43
2011	170.659
2012	181.594
2013	182.889
2014	183.504
2015	184.051

Sumber : BPS (Statistik industri manufaktur 2016)

Dari tabel kapasitas produksi sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 1.1. Grafik kapasitas produksi sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia

Gambar 1 menunjukkan persamaan $y = 20051x - 4E+07$ sumbu y merupakan kapasitas produksi tahun x. Dari persamaan di atas dapat digunakan untuk memperkirakan kapasitas produksi sabun tahun 2020. Kapasitas produksi pada tahun 2020 sebesar 503.020 ton.

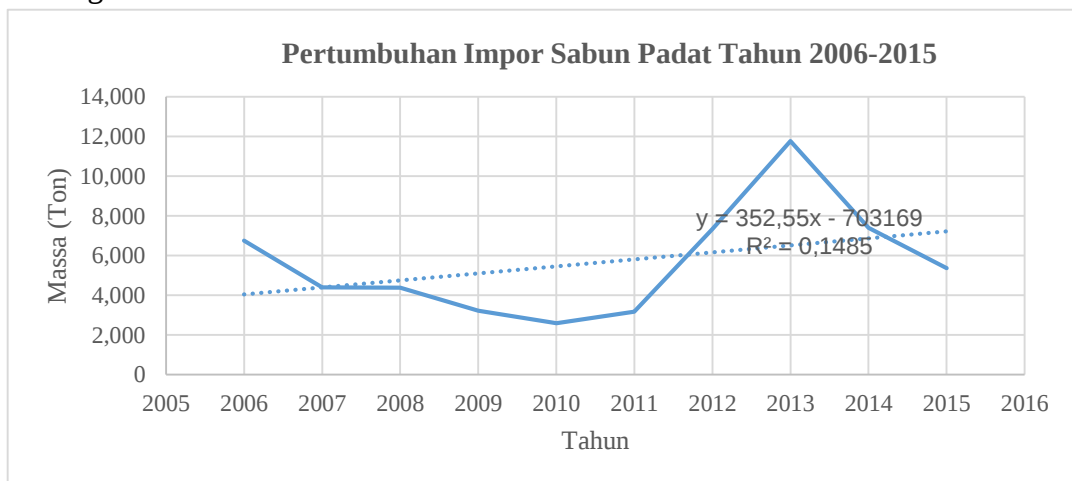
Adapun impor sabun padat dapat disajikan sebagai berikut :

Tabel 1.6. Pertumbuhan impor sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia

Tahun	Massa (Ton)
2006	6.753
2007	4.405
2008	4.381
2009	3.216
2010	2.586
2011	3.174
2012	7.338
2013	11.755
2014	7.391
2015	5.358

Sumber : BPS (buletin statistik impor 20015)

Tabel impor sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 1.2. Grafik impor sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia

Gambar 2 diperoleh persamaan $y = 352,55x - 703169$ sumbu y merupakan massa impor tahun x. Persamaan di atas dapat digunakan untuk memperkirakan impor sabun tahun 2020. Perkiraan impor pada tahun 2020 sebesar 8.982 ton.

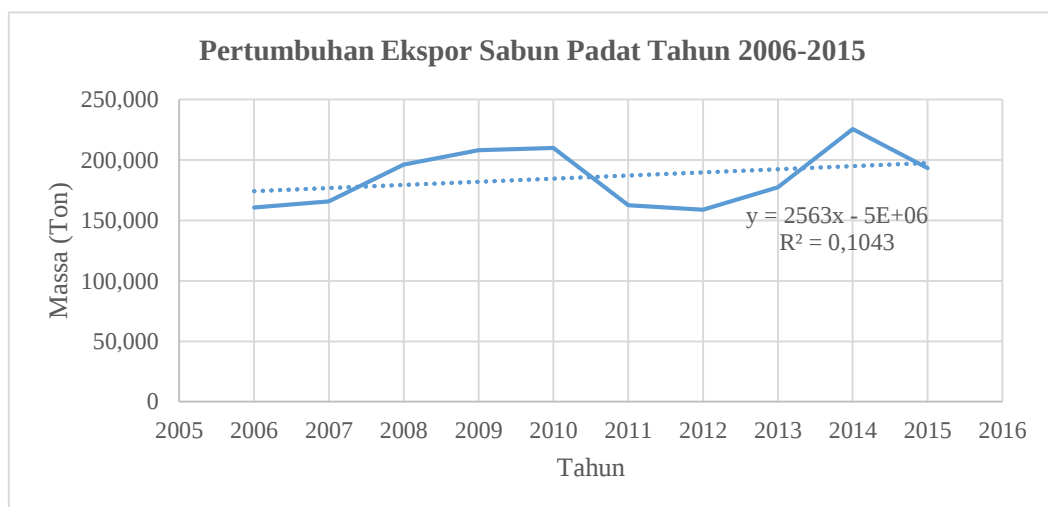
Adapun ekspor sabun dapat disajikan sebagai berikut :

Tabel 1.7. Pertumbuhan ekspor sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia

Tahun	Massa (Ton)
2006	160.807
2007	165.818
2008	196.118
2009	208.034
2010	210.033
2011	162.584
2012	158.801
2013	177.313
2014	225.648
2015	193.391

Sumber : BPS (bulletin statistik ekspor 2016)

Tabel ekspor sabun padat tahun 2006-2020 di Indonesia diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 1.3. Grafik ekspor sabun padat tahun 2006-2015 di Indonesia

Gambar 3 menunjukkan persamaan $y = 2563x - 5E+06$ sumbu y merupakan massa ekspor tahun x. Persamaan di atas dapat digunakan untuk memperkirakan ekspor sabun tahun 2020. Perkiraan ekspor pada tahun 2020 sebesar 177.260 ton.

Tabel 1.8. Kapasitas produksi pabrik sabun yang beroperasi di Indonesia

Kode Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Lion Wings	17.000
PT. Unilever	248.000
PT. Procter & Gamble	25.000
PT. KAO	187.000
PT. PZ Cussons	41.000
PT. Multi Indonesia	45.000
PT. Filma Utama Soap	8.600
PT. Sayap Mas Utama	5.000
PT. Mega Surya Mas	112.000
Total	688.600

Sumber : BPS (industry manufaktur 2016)

Kebutuhan sabun tahun 2020 dapat dihitung dengan asumsi tidak ada penambahan pabrik ataupun peningkatan kapasitas lama. Persamaan untuk menghitung kebutuhan sabun tahun 2020 adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Konsumsi} &= \text{Pabrik yang beroperasi} + \text{Impor 2020} - \text{Ekspor 2020} \\
 &= 688.600 + 8.982 - 177.260 \\
 &= 520.322 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan sabun 2020 dapat dihitung dengan persamaan

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan sabun 2020} &= \text{kebutuhan konsumsi} - \text{kapasitas produksi sabun} \\
 &= 520.322 - 503.020 \\
 &= 17.302 \text{ ton/ tahun.}
 \end{aligned}$$

Dengan beberapa pertimbangan diatas, maka kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan adalah 10.000 ton/tahun.

1.2.3 Potensi pemasaran produk

Pemasaran merupakan bagian yang menentukan keberhasilan industri. Target pasar yang menjadi sasaran industri sabun mandi padat ini adalah

konsumen rumah tangga, hotel, rumah sakit, dan penginapan lainnya. Sabun mandi padat lebih banyak digunakan oleh kalangan masyarakat. Penjualan yang direncanakan dapat terjangkau oleh semua lapisan masyarakat.

1.3 Lokasi pabrik

Lokasi suatu pabrik akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan. Penentuan lokasi pabrik yang tepat dan ekonomis dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: sumber bahan baku, pemasaran, penyediaan air dan energi, jenis transportasi, ketersediaan tenaga kerja, kondisi masyarakat, karakteristik lokasi, dan kebijakan pemerintah.

Dengan mempertimbangkan hal-hal yang telah disebutkan diatas, maka lokasi pabrik direncanakan didirikan di daerah Kawasan Industri Dumai, kelurahan Pelintung, kecamatan Medang Kampai, kota Dumai, Provinsi Riau. Pertimbangan dipilihnya lokasi tersebut adalah sebagai berikut :

1.3.1 Faktor utama

A. Bahan baku

Bahan baku utama sabun adalah CPO yang dapat diperoleh dari PT Salim Ifo Mas Pratama yang berada di daerah Kawasan Industri Riau, diantaranya:

1. P.T.Gunung Mas Raya
2. P.T.Lahan Tani Sakti
3. P.T.Salim Ifo Mas Pratama

4. P.T. Tunggal Mitra Plantation

NaOH dapat diperoleh dari industri soda yang berada di Pulau Sumatera diantaranya :

1. P.T. Indah Kiat Plup and Paper yang berlokasi di Riau
2. P.T. Soda Sumatera

Bahan penunjang seperti Na_2SO_4 diperoleh dari P.T. Chemicals Indonesia yang berlokasi di Jl. Sersan KKO Badaruddin No. 1265 Sungai Buah, Ilir Timur II Palembang Sumatera Utara. Parfum sebagai bahan aditif akan diperoleh dari P.T. Sucofindo, Medan Sumatera Utara. EDTA diperoleh dari P.T. Artha Jaya Sanatya Chemical Indonesia Tangerang selatan Banten.

B. Pemasaran

Kebutuhan sabun terus menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun sehingga pemasarannya tidak akan mengalami hambatan. Secara astronomis, Propinsi Riau terletak di $1^{\circ}31' - 2^{\circ}25' \text{ LS}$ dan $100^{\circ} - 105^{\circ} \text{ BT}$ serta $6^{\circ}45' - 1^{\circ}45' \text{ BB}$. Pada Atlas Indonesia, dapat dilihat letak propinsi Riau yang sangat strategis, yaitu dekat dengan Selat Malaka, yang merupakan pintu gerbang perdagangan Asia Tenggara khususnya, dekat dengan Pulau Batam yang terkenal dengan pusat industri, dekat dengan negara Malaysia dan Singapura yang merupakan negara tetangga terdekat yang mempunyai banyak industri. Dilihat dari letaknya yang banyak berdekatan dengan lokasi industri yang lain, sangat menguntungkan bila didirikan pabrik di daerah Riau, akan lebih memudahkan untuk pemasaran produk, baik ekspor maupun impor.

C. Penyediaan air dan energi

Kebutuhan air untuk konsumsi, sanitasi pekerja, proses produksi, serta air umpan boiler diperoleh dari sumber air sungai yang berasal dari sungai Rangau. 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 (Industri Diesel Oil) yang digunakan untuk generator diperoleh dari Pertamina.

D. Iklim

Daerah Riau beriklim tropis basah dengan rata-rata curah hujan berkisar antara 2.000–3.000 mm per tahun yang dipengaruhi oleh musim kemarau dan musim hujan (Kantor Statistik Propinsi Riau, 1993).

1.3.2 Faktor khusus

A. Transportasi

Dumai merupakan daerah yang sangat strategis dalam hal transportasi karena dekat dengan Pekanbaru yang merupakan pusat pemerintahan Provinsi Riau. Disamping itu juga berdekatan dengan pelabuhan laut dan bandar udara, serta sarana transportasi darat yang baik ke berbagai daerah di Riau.

B. Tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja sangat mudah tercukupi karena di Indonesia masih sangat memerlukan ketersediaan lapangan kerja. Dumai yang merupakan kawasan industri memiliki tenaga kerja yang cukup banyak, baik tenaga ahli, menengah, maupun pekerja buruh.

C. Kebijakan pemerintah

Dumai dirancang sebagai kawasan industri provinsi Riau, oleh karena itu, pemerintah daerah akan banyak memberikan kemudahan bagi industri baru yang akan didirikan di wilayahnya, terutama dalam hal pemberian izin pendirian dan pengoperasian pabrik baru.

D. Karakteristik dan lokasi

Kota Dumai terdiri dari dataran rendah dibagian utara dan di bagian selatan merupakan dataran tinggi. Kondisi tanahnya mayoritas berupa tanah rawa yang bergambut dengan kedalaman antara 0 – 0,5 m. Struktur tanah umumnya terdiri dari tanah podsolik merah kuning dari batuan endapan, alluvial dan tanah organosol dan gley humus dalam bentuk rawa-rawa atau tanah basah. Terdapat 15 sungai di wilayah Dumai, sungai-sungai tersebut dapat dilayari kapal pompon, sampan dan perahu sampai jauh ke hulu sungai. Ekspansi dan perluasan pabrik sangat dimungkinkan karena lahan kosong dikawasan Dumai ini masih sangat luas. Lokasi kota dumai ditunjukkan oleh gambar 1.3.1.



Gambar 1.4. Peta Lokasi Kota Dumai

1.4 Pemilihan Proses

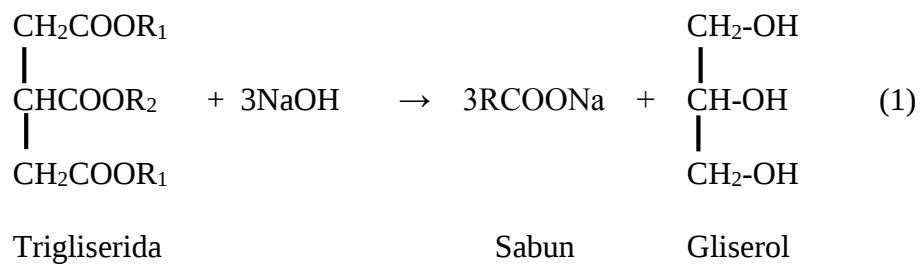
Proses pembuatan sabun terdiri atas beberapa jenis proses, berbagai macam proses pembuatan sabun ini disesuaikan dengan bahan baku yang digunakan dan produk yang dihasilkan. Dilihat dari bahan baku yang digunakan, ada dua proses dasar yang umum digunakan dalam pembuatan sabun, yaitu saponifikasi dan netralisasi. Proses saponifikasi menghasilkan sabun dengan cara mereaksikan lemak dengan alkali, proses ini menghasilkan produk samping gliserol. Proses netralisasi menghasilkan sabun dengan cara menghidrolisis lemak menggunakan air, kemudian hasilnya dinetralisasikan dengan alkali.

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. Dahulu digunakan lemak hewan dan sekarang telah digunakan pula minyak nabati. Saat ini, telah digunakan proses saponifikasi trigliserida sistem kontinyu sebagai

ganti proses saponifikasi trigliserida sistem *batch*. 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.

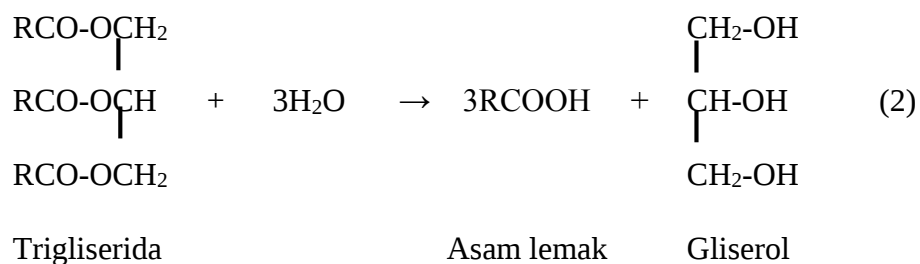
Proses saponifikasi trigliserida ini adalah mereaksikan trigliserida dengan basa alkali (NaOH, KOH atau NH_4OH) pada kondisi operasi suhu 90-120°C dan tekanan 1 atm untuk membentuk sabun dengan produk samping yaitu gliserol. Proses saponifikasi trigliserida berhasil mengkonversi trigliserida menjadi 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

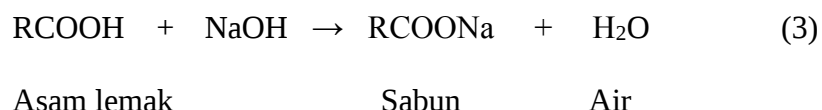
atau pH asam. Kemudian sabun dicampurkan dengan larutan pencuci, yaitu air dan larutan NaCl.

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) :



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)

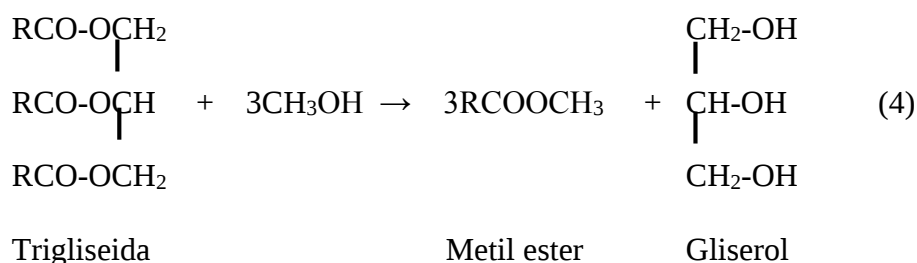


Sodium klorida juga ditambahkan dalam reaksi dan berguna mengurangi viskositas hasil reaksi sehingga memudahkan transportasi hasil reaksi melalui pompa. Reaksi netralisasi berlangsung dalam reaktor sirkulasi yang terdiri atas

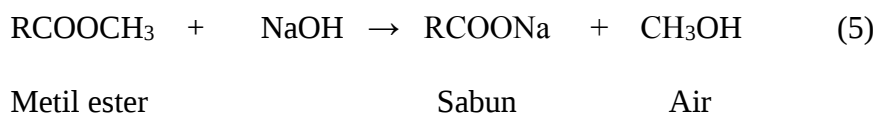
turbodizer dan *mixer*. Turbodizer berfungsi menghomogenkan campuran reaktan sehingga reaktan-reaktan tersebut mengawali pembentukan sabun. Sabun tersebut kemudian direaksikan sebagian pada tahap ini, kemudian dialirkan ke *mixer* dan disirkulasi kembali hingga reaksi netralisasi selesai. Kecepatan putaran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

C. 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). Reaksinya adalah sebagai berikut:



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:



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. (Ali, 2005) Proses ini hampir sama dengan Proses Netralisasi asam lemak (2), perbedaannya terletak pada produk samping yang dihasilkan, yaitu air pada Proses Netralisasi asam lemak (2) dan metanol pada Proses metil ester asam lemak (b).

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 saponifikasi dapat dilihat pada tabel 1.9.

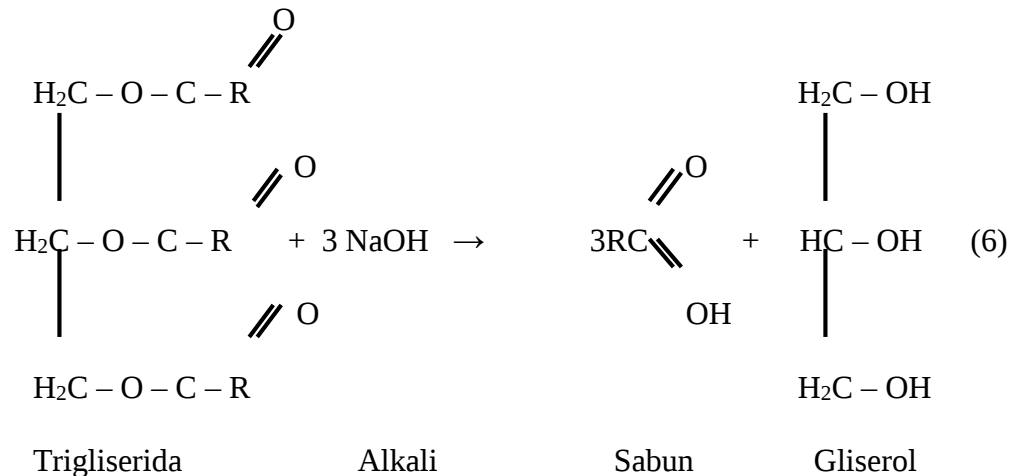
Tabel 1.9. Perbandingan ketiga proses saponifikasi

No	Proses Saponifikasi Triglicerida	Proses Netralisasi Asam Lemak	Proses Saponifikasi Metil Ester Asam Lemak
1	Adanya gliserol terlibat dalam proses	Tidak ada gliserol terlibat dalam proses	Adanya gliserol terlibat dalam proses.
2	Triglicerida langsung digunakan tanpa proses	Asam lemak langsung digunakan tanpa proses	Adanya proses pendahuluan yaitu reaksi inter esterifikasi
3	Temperatur dan tekanan yang digunakan tidak begitu tinggi (T = 90 – 120 °C, P = 1 atm).	Temperatur dan tekanan yang digunakan terlalu tinggi untuk proses fat splitting (T= 120°C, P= 2 atm)	Temperatur dan tekanan yang dibutuhkan tidak begitu tinggi (T = 60°C, P = 1 atm)
4	Konversi reaksi 99,95 % (Spitz, 1995)	Konversi reaksi 97 % (Othmer, 1967)	Konversi reaksi 98 % (Othmer, 1967).
5	Prosesnya sederhana	Prosesnya rumit	Prosesnya rumit
6	Tidak ada limbah	Tidak ada limbah	Ada limbah
7	Biaya pemeliharaan lebih murah	Biaya pemeliharaan mahal	Biaya pemeliharaan mahal

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:

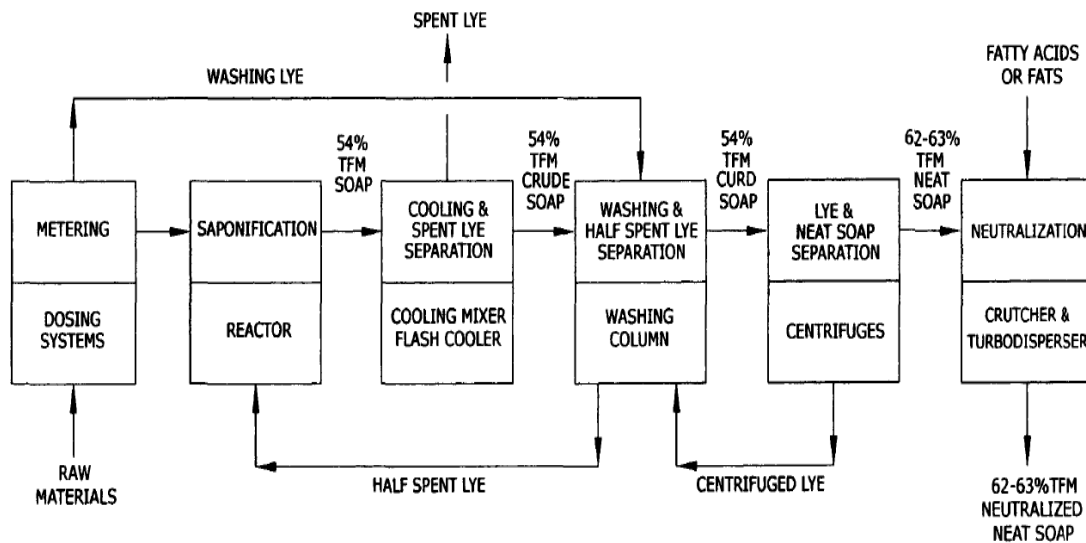


Proses saponifikasi dapat dilakukan secara *batch* maupun kontinyu, tetapi proses saponifikasi secara kontinyu lebih umum digunakan dibandingkan secara *batch*. Pada saponifikasi, minyak/lemak dicampur dengan senyawa alkali, dan diberikan panas secara perlahan-lahan agar hasil dari proses saponifikasi tersebut sempurna. Suhu operasi pada reaktor yaitu 100-120 °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 memaksimalkan terbentuknya sabun. Jika penambahan alkali sudah maksimal, sabun dipanaskan secara teratur dan kemudian dianalisis bilangan saponifikasinya. Saponifikasi sempurna jika sebagian kecil sabun berwarna merah muda jika ditambahkan dengan *phenolphthalein* atau pH asam. Sabun kemudian dicampurkan dengan larutan pencuci yaitu air dan larutan 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 larutan NaCl (*brine*) 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 *stearic acid* yang digunakan untuk menetralkan NaOH menjadi sabun, 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 pewarna dan dimasukkan ke mesin pencetak. Parfum dan pewarna 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). Diagram alir proses pembuatan sabun ditunjukkan pada gambar 1.5 :



Gambar 1.5. Diagram alir proses kontinyu untuk pembuatan sabun dan produk turunan asam lemak

1.5 Tinjauan Pustaka

1.5.1 Fungsi dan karekteristik bahan baku dan produk

A. Bahan baku utama

1. Crude Palm Oil (CPO)

Minyak kelapa sawit dapat diperoleh dari pemasakan buah kelapa sawit. Minyak sawit berwarna jingga kemerahan karena adanya zat warna karotenoid sehingga jika digunakan sebagai bahan pembuatan sabun harus dipucatkan dahulu. Seperti halnya lemak dan minyak lainnya, CPO terdiri atas trigliserida yang merupakan ester dari gliserol dengan 3 molekul asam lemak. Komposisi trigliserida dari CPO ditunjukkan oleh tabel 1.10, dan komposisi asam lemak CPO ditunjukkan oleh tabel 1.11.

Tabel 1.10. Komposisi trigliserida CPO

Trigliserida	Jumlah (%)
Miristin	1,3
Palmitin	42,9
Stearin	4,8
Dipalmito – stearin	0,4
Palmito – Diolein	0,5
Olein	38,9
Linolein	10,6
Linoleo – Diolein	0,1

(spitz luis, 2009)

Tabel 1.11. Komposisi asam lemak CPO

Asam Lemak	Jumlah (%)
Asam Kaprilat	-
Asam Kaproat	-
Asam Miristat	1,1 – 2,5
Asam Palmitat	40 – 46
Asam Stearat	3,6 – 46
Asam Oleat	30 – 45
Asam Laurat	-
Asam Linoleat	7 – 11

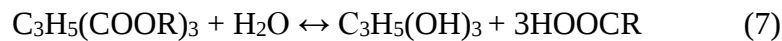
(spitz luis, 2009)

Dalam pembuatan sabun minyak sawit dapat digunakan bahan baku dalam bentuk CPO, RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*), CPFA (*Crude Palm Fatty Acid*). CPO yang telah *dibleaching* digunakan untuk membuat sabun cuci dan sabun mandi, RBDPO dapat digunakan tanpa melalui pre-Treatment terlebih dahulu. Sifat kimia dan fisika minyak CPO adalah sebagai berikut. Dalam pembuatan sabun, CPO bereaksi dengan NaOH berdasarkan % TFM (*Total Fatty Matter*) dan SV (*Saphonifikasi value*). % TFM merupakan prosentase gabungan dari keseluruhan trigliserida yang ada didalamnya. *Saphonifikasi value* adalah total keseluruhan kandungan trigliserida yang dapat tersabunkan apabila direaksikan dengan basa.

a. Sifat kimia

1. Hidrolisis

Reaksi hidrolisis antara minyak dan air akan menghasilkan asam lemak dan gliserol, menurut reaksi:



(Riegel, 1949)

2. Esterifikasi

Esterifikasi asam lemak adalah kebalikan dari hidrolisis, dibuat secara lengkap secara kontinyu penyingkiran air dari zona reaksi. (Spitz, Soap Manufacturing Technology, 2009)

3. Interesterifikasi

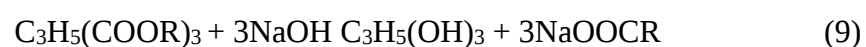
Reaksi ini biasa disebut alkoholisis. Ester beralkohol rendah diperoleh dengan mereaksikan alkohol secara langsung dengan lemak untuk menggantikan gliserol, biasanya menggunakan katalis alkali. Reaksinya adalah sebagai berikut:



(Spitz, 2009)

4. Saponifikasi

Reaksi ini adalah dasar reaksi yang digunakan pada industri sabun. Jika lemak direaksikan dengan alkali untuk menghasilkan gliserol dan garam atau sabun atau logam alkali maka reaksinya sebagai berikut:



(Spitz, 2009)

b. Sifat fisika

1. Rumus Molekul	: $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CO}_2]_3\text{C}_3\text{H}_5$
2. Berat Molekul	: 786,4486 g/mol
3. % TFM	: 99,95 %
4. SV	: 214
5. Spesific Gravity pada 25°C	: 0,866 g/cm ³
6. Titik beku pada 760 mmHg	: 26°C
7. Titik didih pada 760 mmHg	: 291°C
8. Densitas pada 60°C	: 0,892 g/ml
9. Temperatur Kristis, Te	: 243°C
10. Tekanan Kristis, Pe	: 63 atm
11. Panas Reaksi	: 89 – 95°C
12. Bilangan Iodin	: 16 mg I ₂ / 1000
13. Bilangan penyabunan	: 250 mg NaOH / g
14. Asam Lemak Bebas	: 5,0 % (maksimum)
15. Zat yang tak tersabunkan	: 0,8 (maksimum)

(Perry,2008)

2. Alkali (NaOH)

Jenis alkali yang digunakan dalam proses saponifikasi adalah NaOH, KOH, Na₂CO₃, NH₄OH, 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 CO_2 di udara membentuk Na_2CO_3 dan air
4. Bereaksi dengan asam membentuk garam
5. Bereaksi dengan Al_2O_3 membentuk 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. <i>Specific gravity</i> | : 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 ³ /kmol |

(Perry, 2008)

B. Bahan baku pendukung

1. Air (H₂O)

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 H₂
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)
6. Air dapat berfungsi sebagai media reaksi dan atau katalis, misalnya dalam reaksi substitusi garam-garam padat dan perkaratan permukaan logam logam
7. Dengan anhidrid asam karboksilat membentuk asam karboksilat

(Kirk & Othmer, 1998)

b. Sifat fisika

- | | |
|--|---|
| 1. Berat molekul | : 18 gr/gr-mol |
| 2. Titik beku pada 1 atm | : 0 °C |
| 3. Titik didih normal 1 atm | : 100 °C |
| 4. Densitas pada 30°C | : 995,68 kg/m ³ |
| 5. Tegangan permukaan pada 25°C | : 71,91 dyne/cm |
| 6. Indeks refraksi pada 25°C | : 1,3325 |
| 7. Viskositas pada 30°C dan 1 atm | : 8,949 mP |
| 8. Koefisien difusi pada 30°C | : 2,57 x 10 ⁻⁵ cm ² /dt |
| 9. Konstanta disosiasi pada 30°C | : 10 ⁻⁴ |
| 10. Panas ionisasi | : 55,71 kJ/mol |
| 11. ΔH_f° | : -57,8 kkal/mol, 25 °C |
| 12. Kompresibiliti isothermal | : 45,6 x 10 ⁻⁶ atm ⁻¹ |
| 13. Panas spesifik pada 25°C | : 4,197 J/g°C |
| 14. Konduktifitas termal pada 20°C | : 5,98 x 10 ⁻³ watt/cm ² |
| 15. Konduktifitas elektrik pada 25°C dan 1 atm | : < 10 ⁻⁸ ohm ⁻¹ /cm ² |
| 16. Berupa zat cair pada suhu kamar | |
| 17. Berbentuk heksagonal | |
| 18. Tidak berbau, berasa, dan tidak berwarna | |

(Perry & Green, 2008)

2. Natrium Clorida (NaCl)

Larutan NaCl (*brine*) 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 m³/kmol

(Perry, 2008)

3. Etilen Diamin Tetra Acetat (EDTA)

EDTA atau (CH₃COO)₂NH₂CH₂CH₂NH₂(CH₃COO)₂ berfungsi sebagai 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. Melarutkan kerak logam dengan pembentukan senyawa kompleks yang larut
5. Digunakan sebagai antibasi dalam makanan
6. Larut dalam air

(Kirk & Othmer, 1998)

b. Sifat fisika

1. Rumus molekul : $C_{10}H_{16}N_2O_8$
2. Berat molekul : 292 gr/mol
3. Temperatur kritis : 535,85 °C
4. Tekanan kritis : 22,00848 atm
5. Volume kritis : 0,798 m³/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 : $C_{15}H_{26}O$
2. Berat molekul : 222,37 gr/mol
3. *Spesific gravity* pada 25°C : 0,95
4. Titik leleh : 56
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 : Na_2SO_4
2. Berat moleku : 142 gr/mol
3. *Spesific gravity*, 25°C : 2,7 °C

- 4. Titik leleh, °C : 884 °C
- 5. Warna : Kuning muda

(Lide, 2005)

6. *Stearic acid*

Asam stearat merupakan asam organik lemah yang berfungsi sebagai antioksidan, pengelat (pengikat ion-ion logam pemicu oksidasi, sehingga mampu mencegah terjadinya oksidasi pada minyak akibat pemanasan) dan menjegah sabun menjadi tengik. Asam sitrat diperoleh melalui proses hidrolisis pati yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Asam strat juga dapat dimanfaatkan sebagai pengawet dan pengatur pH.

a. Sifat kimia

- 1. *Stearic acid* direaksikan dengan basa alkali membentuk sabun dengan produk samping air.
- 2. Sedikit larut dalam air dan sangat larut dalam eter

(Perry& Green, 2008)

b. Sifat fisika

- 1. Rumus molekul : $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2\text{H}$
- 2. Berat molekul : 284 gr/mol
- 3. *Spesific gravity* pada 25 °C: 0,847
- 4. Titik leleh : 70 °C
- 5. Titik didih : 291 °C

(Perry& Green, 2008)

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 memberihkan 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. Saponifikasi merupakan reaksi ekstern yang menghasilkan padatan 65 kalori per-kilogram minyak yang disaponifikasi.

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:



Lemak minyak Alkali Sabun Gliserol

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 1.12 dan 1.13.

Tabel 1.12. Spesifikasi mutu sabun

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

(Riegel, 1985)

Tabel 1.13. Spesifikasi mutu sabun SNI 06-3532-1994

Uraian	Satuan	Tipe I	Tipe II	Superfat
		(maksimum)	(maksimum)	(maksimum)
Kadar air	%	15	15	15
Jumlah asam lemak	%	>10	64 – 70	>70
Alkali bebas (dihitung sebagai NaOH)	%	(maksimum) 0,1	(maksimum) 0,1	(maksimum) 0,1
Asam lemak bebas atau lemak netral	%	< 2,5	< 2,5	2,5 – 7,5
Minyak mineral	-	Negatif	Negatif	Negatif

(SNI 06-3532-1994, 1994)

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-CH₃) yang bersifat nonpolar.
4. Bagian kepala bersifat *hidrofil* (suka air) dan bagian ekor bersifat *hidrofob* (takut air) dapat berinteraksi dengan kotoran yang selanjutnya didispersikan ke dalam air.

(Spitz, 2009)

b. Sifat fisika

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. Rumus kimia | : C ₁₅ H ₃₁ 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 ³ |

(Spitz, 2009)

2. Gliserol

a. Sifat kimia

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. *Specific gravity* pada 25°C : 1,26
9. Densitas : 1,261 g/cm³

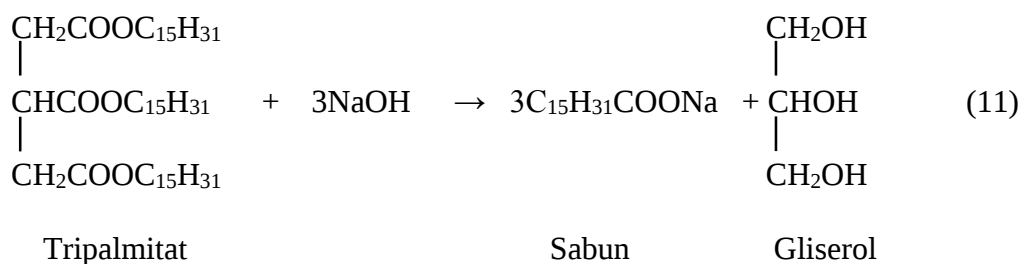
(Perry, 2008)

1.5.2 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.

Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah:



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 CPO dan di bawah titik didih air dengan tekanan operasi 1 atm, hal ini bertujuan:

- a. Memudahkan pencampuran antar reaktan
- b. Transportasi cairan melalui pompa-pompa dan pipa-pipa lebih mudah karena viskositasnya berkurang.
- c. 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°C. Suhu operasi reaksi saponifikasi dapat berlangsung pada kisaran suhu 80-120°C. Sedangkan suhu operasi yang dipilih adalah 90°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.

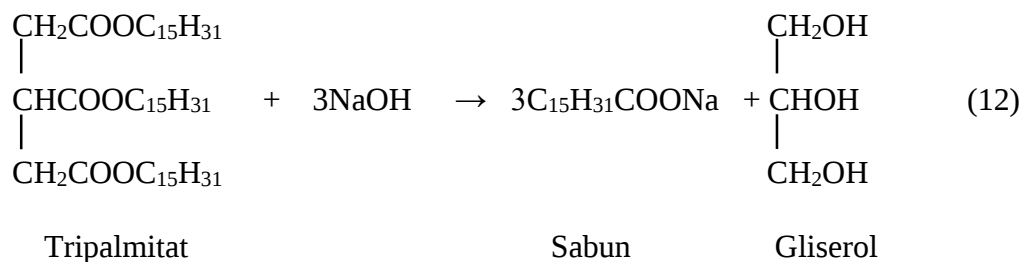
3. Rasio tekanan

Perbandingan reaktan pada proses saponifikasi merupakan perbandingan mol reaktan NaOH terhadap CPO 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).

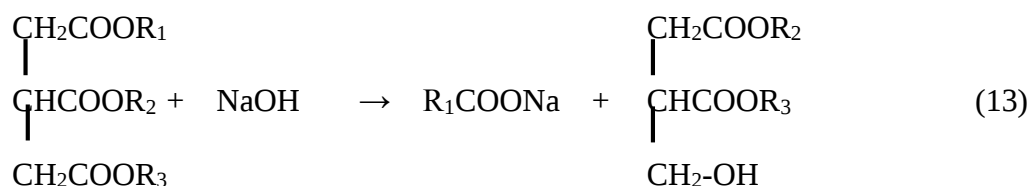
C. Mekanisme reaksi

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



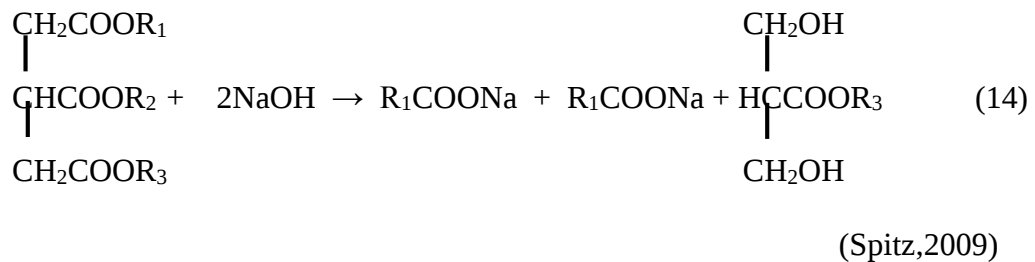
Dari persamaan reaksi saponifikasi dapat dilihat 1 mol trispalmitat direaksikan dengan 3 mol NaOH untuk membentuk 3 mol produk sabun dan 1 mol produk gliserol. Namun sebenarnya mekanisme reaksi saponifikasi tripalmitat terdiri atas 3 langkah reaksi sebagai berikut:

Langkah 1:

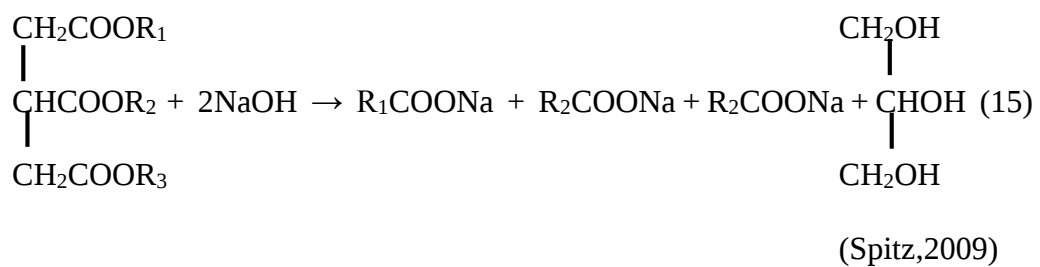


(Spitz, 2009)

Langkah 2:



Langkah 3:



D. Tinjauan termodinamika

Tinjauan secara termodinamika bertujuan untuk menentukan sifat reaksi yaitu secara eksotermis atau endotermis dan untuk menentukan arah reaksi apakah *reversible* atau *irreversible*, maka perlu perhitungan dengan menggunakan panas pembentukan standar (ΔH_f°) dan energi bebas Gibbs (ΔG°) dari reaktan dan produk. Pada proses pembentukan sabun mandi, harga (ΔH_f°) dan (ΔG°) adalah sebagai berikut:

Tabel 1.14. Harga (ΔH_f°) dan (ΔG°) masing-masing komponen

Komponen	Harga (ΔH_f°) (kkal/kmol)	Harga (ΔH_G°) (kkal/kmol)	Harga (Cp) (kkal/kmol)
CPO	-121,18	-385,530	0,348
NaOH	-101,96	-90,6	0,479
Gliserol	-159,1	-113,65	0,576
Sabun	-185,35	-246,02	0,476

(Perry, 2008)

1. Panas reaksi standar (ΔH_f°)

$$\Delta H_{r^\circ} = \sum \Delta H_{f^\circ} \text{produk} - \sum \Delta H_{f^\circ} \text{reaktan} \quad (16)$$

$$\Delta H_{r^\circ} = (3\sum \Delta H_{f^\circ} \text{Sabun} + \sum \Delta H_{f^\circ} \text{gliserol}) - (\sum \Delta H_{f^\circ} \text{CPO} + 3\sum \Delta H_{f^\circ} \text{NaOH})$$

$$\Delta H_{r^\circ} = (3(-185,35) + (-159,1)) - ((-121,18) + 3(-101,96))$$

$$\Delta H_{r^\circ} = -288,09 \text{ kkal/kmol}$$

Dari perhitungan diperoleh enthalpy pembentukan standar bernilai negatif, maka reaksi pembentukan sabun bersifat eksotermis.

2. Konstanta kesetimbangan (K) pada keadaan standar

$$\Delta G_{r^\circ} = -RT \ln K_{298} \quad (17)$$

Dimana :

ΔG_{r° = Energi gibs pada keadaan standar (T=298K, P = 1 atm), kkal/kmol

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

T = Suhu standar (298 K)

R = Tetapan gas ideal (1,987 kal/mol.K)

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

$$\Delta G_{r^\circ} = \sum \Delta G_{f^\circ} \text{produk} - \sum \Delta G_{f^\circ} \text{reaktan} \quad (18)$$

$$\Delta G_{r^\circ} = (3\sum \Delta G_{f^\circ} \text{Sabun} + \sum \Delta G_{f^\circ} \text{gliserol}) - (\sum \Delta G_{f^\circ} \text{CPO} + 3\sum \Delta G_{f^\circ} \text{NaOH})$$

$$\Delta G_{r^\circ} = (3(-246,02) + (-113,65)) - (-385,530 + 3(-90,6))$$

$$\Delta G_{r^\circ} = -194,38 \text{ kkal/kmol}$$

$$\ln K_{298} = \frac{-\Delta G_{r^\circ}}{RT} \quad (19)$$

$$\ln K_{298} = \frac{-(-194,3800) \text{ kkal/kmol}}{1,987 \times 10^{-3} \text{ kkal/mol K} \times 298 \text{ K}}$$

$$\ln K_{298} = 328,2891$$

$$K_{298} = 3,7510 \times 10^{142}$$

3. Konstantan kesetimbangan (K) pada T = 90 °C = 363 K

$$\ln\left(\frac{K_{363}}{K_{298}}\right) = \frac{\Delta H_r^\circ (T_2 - T_1)}{R \cdot T_2 \cdot T_1} \quad (20)$$

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 = 1,987 kkal/mol.K

ΔH_R° = Panas reaksi standar pada 298 K

$$\ln\left(\frac{K_{363}}{K_{298}}\right) = \frac{(-288,09) \text{ kkal/mol} (363 - 298) \text{ K}}{1,987 \times 10^{-3} \text{ kkal/mol K} \times 363 \text{ K} \times 298 \text{ K}}$$

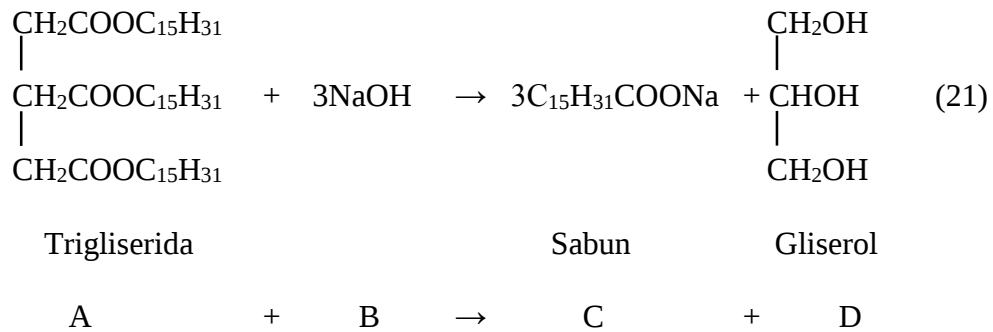
$$\frac{K_{363}}{(3,7510 \times 10^{142})} = (6,85 \times 10^{37})$$

$$K_{363} = (25,69 \times 10^{176})$$

Dari perhitungan didapat nilai $K \gg 1$, maka pembentukan sabun bersifat *irreversible*.

E. Tinjauan kinetika

Reaksi pembentukan Sabun dari CPO dan NaOH, dengan persamaan reaksi:



Kecepatan reaksi elementer tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$(-r_A) = k (C_A) (C_B) \quad (22)$$

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 CPO adalah 3,3 : 1 (Spitz, 2009). Nilai konstanta kecepatan reaksi pada suhu 90 °C adalah 0,253 L/mol.det dengan persamaan kecepatan reaksi $(-r_A) = k (C_A) (C_B)$ (Sumantri, 2005).

BAB II

SPESIFIKASI BAHAN

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

A. CPO (*Crude Palm Oil*)

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| 1. Fase | : Cair |
| 2. Warna | : Jingga |
| 3. Kemurnian (% TFM) | : 99,95 % |
| 4. Trigliserida | : |
| a. Miristic | : 1,3 % |
| b. Plamitat | : 42,9 % |
| c. Stearic | : 4,8 % |
| d. Palmitoleic | : 0,5 % |
| e. Olein | : 38,9 % |
| f. Linoleic | : 10,6 % |
| g. Linolenic | : 0,1 |
| 5. Impuritas | : 0,5 air % |
| 6. Desitas | : 0,895 g/cm ³ |
| 7. <i>Saphonificasi value</i> | : 214 |

(PT Salim Ifo Mas Pratama)

B. NaOH (Natrium Hidroksida)

1. Fase : Padat
2. Warna : Putih
3. Kemurnian : 98 % (w/w)
4. Impuritas :
 - a. Na_2CO_3 : maksimum 0,5 % (w/w)
 - b. NaCl : 0,02 %
 - c. Fe_2O_3 : < 10 ppm
 - d. Na_2SO_4 : < 25 ppm

(PT Soda Sumatera)

2.2 Spesifikasi Bahan Pendukung

A. Air (H_2O)

1. Fase : Cair
2. Warna : Tidak Berwarna
3. Kemurnian : 100 % air
4. Desitas : 0,998 gr/cm^3

B. Natrium Klorida (NaCl)

1. Fase : Padat
2. Warna : Kristal Putih
3. Kemurnian : minimal 99,95 % (w/w)
4. Impuritas : maksimum 0,5 % berat air

(PT. Garam)

C. Stearic Acid

1. Fase : Cair
2. Warna : Kristal Putih
3. Kemurnian : Minimal 99,95 % (w/w)
4. Impuritas : Maksimum 0,5 % air

(P.T. Laxam International)

D. EDTA (Etilen Diamin Tetra Asetat)

1. Fase : Padat
2. Warna : Kristal Putih
3. Kemurnian : Minimal 95 % (w/w)
4. Impuritas :
 - a. Cl : maksimum 0,01 % (w/w)
 - b. Air : maksimum 4,99 %

(P.T. Artha Jaya Sanatya Chemical Indonesia)

E. Parfum (Minyak Nilam)

1. Fase : Cair
2. Warna : Kuning muda
3. Kemurnian : Minimal 91 % (w/w)
4. Impuritas :

a. C_2H_5OH : 9 % (w/w)

(PT. Sucofindo)

F. Filler (Natrium Sulfat)

1. Fase : Padat
2. Warna : Putih
3. Kemurnian : Minimal 99 % (w/w)
4. Impuritas :
 - a. Cl : maksimal 0,1 %
 - b. Air : maksimal 0,9 %

(PT Chemical Indonesia)

2.3 Spesifikasi Produk

A. Sabun ($C_{15}H_{31}COONa$)

1. Fase : Padat
2. Warna : Putih
3. Komposisi :
 - a. Sabun : 88,48 %
 - b. Gliserol : 0,45 %
 - c. EDTA : 0,2 %
 - d. Parfum : 1 %
 - e. Filter : 0,98 %
 - f. Air : 8 %

g. Alkali : 0,45 %

h. Unsaponified FFA : 0,44 %

(Spitz, 2009)

B. Gliserol ($C_3H_5(OH)_3$)

1. Fase : Cair
2. Warna : Kuning Pucat
3. Kemurnian : Minimal 99 % (w/w)
4. Impuritas : Maksimal 1 % berat air

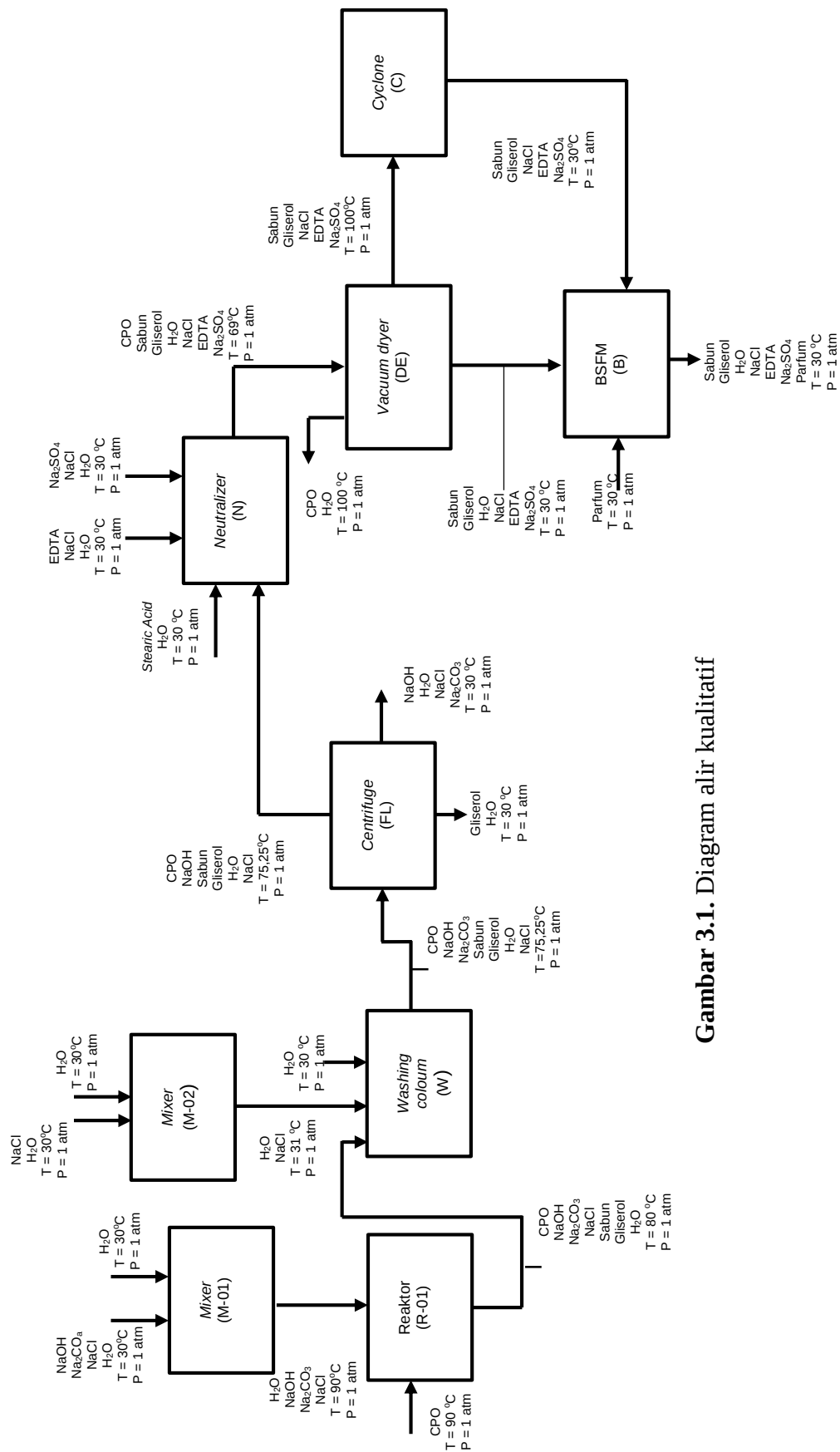
BAB III

DESKRIPSI PROSES

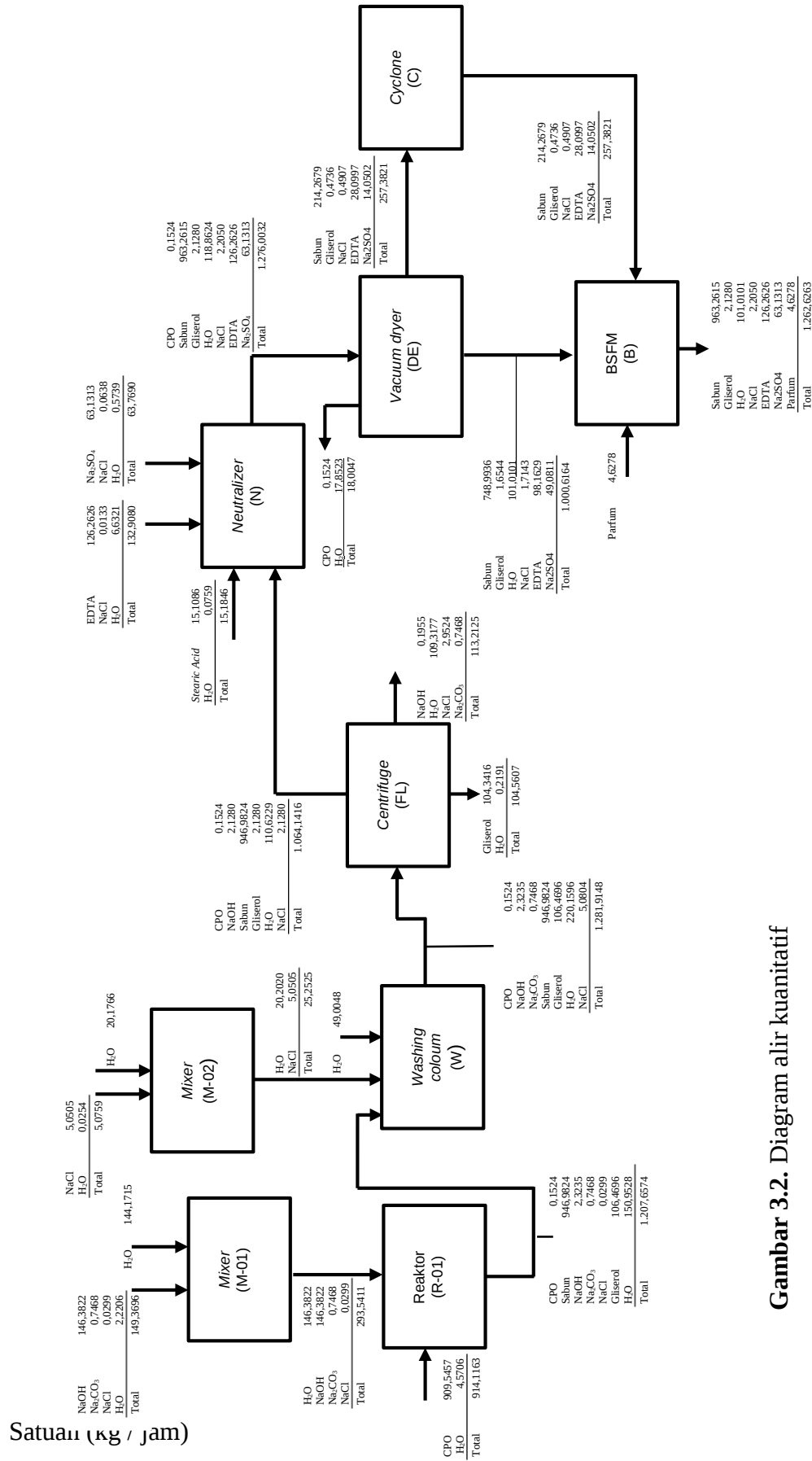
3.1 Diagram Alir

3.1.1 Diagram alir kualitatif (Gambar 3.3)

3.1.2 Diagram alir kuantitatif (Gambar 3.4)



Gambar 3.1. Diagram alir kualitatif



Gambar 3.2. Diagram alir kuantitatif

3.2 Uraian Proses

3.2.1 Tahapan persiapan umpan

Umpan terdiri dari CPO (*Crude Palm Oil*) dan NaOH. CPO dimasukkan ke dalam tangki yang dilengkapi dengan pemanas (*Melter*), dipanaskan terlebih dahulu menggunakan steam sampai 90 °C selama 30 menit sebelum dipompa ke dalam reaktor. Sedangkan NaOH yang digunakan adalah NaOH cair dengan konsentrasi 50%. CPO dan campuran larutan NaOH kemudian dipompakan ke dalam reaktor.

3.2.2 Tahap reaksi saponifikasi trigliserida

CPO dan campuran larutan NaOH dipompakan ke dalam reaktor yang diberi jaket pendingin dengan tujuan untuk menjaga suhu agar tetap pada suhu operasi yaitu 90 °C, tekanan atmosferis, pengadukan dilakukan selama proses reaksi. Konversi reaksi 99,95% (Spitz, 2009).

3.2.3 Tahap pemisahan

Produk keluar reaktor berupa cairan yang terdiri dari atas sabun, gliserol, air. Hasil reaksi kemudian dipompakan ke *mixer* untuk ditambahkan larutan NaCl (*Brine*) dan air yang berfungsi sebagai pengendap gliserol seta sebagai pencuci. Arus keluar *mixer*-01 dialirkan ke *centrifuge*, *centrifuge* adalah pemisah yang bekerja dengan prinsip gaya grafitasi.

Kondisi operasi pada alat *centrifuge* pada suhu 80 °C dan tekanan atmosferis. Pada unit ini akan terbentuk tiga lapisan, yaitu lapisan bagian atas yang terdiri dari

sabun, air, sedikit gliserol, alkali, lapisan kedua adalah larutan elektrolit berupa air, NaOH, dan NaCl, sedangkan pada lapisan bagian bawah terdiri dari gliserol yang secara keseluruhan membentuk lapisan yang lebih berat daripada sabun, sehingga berada pada lapisan bagian bawah pada pemisahan statis.

3.2.4 Tahap pencampuran

Setelah proses pemisahan sabun mandi dari gliserol dan air. Proses selanjutnya adalah penambahan aditif sabun. Zat aditif yang ditambahkan antara lain: *Stearic acid* yang berfungsi untuk mengurangi kandungan NaOH, EDTA yang berfungsi sebagai surfaktan pada sabun (pembersih dan pemutih) yang dapat mengangkat kotoran pada kulit, dan natrium sulfat sebagai filler (bahan pengisi). Zat tambahan ini dicampur dalam tangki pencampur (*mixer*) pada suhu 90 °C dan tekanan atmosferis. Jumlah aditif yang ditambahkan sesuai dengan spesifikasi mutu yang diinginkan.

3.2.5 Tahap finishing

Pengeringan sabun dilakukan dalam *vacuum dryer*. Campuran sabun cair dari tangki pencampur dipompa ke *vacuum 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). Sebelum masuk mesin pencetak, sabun yang berupa serpihan ditambahkan dengan parfum. Parfum (minyak nilam) yang berfungsi untuk memberi kesegaran dan keharuman pada sabun.

BAB IV

NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

4.1 Langkah-langkah pembuatan neraca massa

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan neraca massa adalah sebagai berikut :

1. Menggambarkan diagram alir proses dengan Arus-Arus yang diperlukan
2. Menuliskan besaran data yang diketahui dan diperlukan pada diagram tersebut
3. Memeriksa apakah ada komposisi atau massa pada setiap Arus yang langsung dapat diketahui atau dihitung
4. Menetapkan dasar perhitungan, bahan atau komponen harus didasarkan pada dasar yang sama
5. Jumlah besaran yang tidak diketahui yang harus dihitung tidak boleh melebihi jumlah persamaan neraca bahkan independen yang ada
6. Jika jumlah persamaan neraca massa bahan yang diketahui melebihi, perlu digunakan persamaan-persamaan yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan
7. Membuat persamaan sesuai jumlah yang diketahui
8. Menyelesaikan persamaan untuk mendapatkan yang belum diketahui

4.2 Penyelesaian neraca massa

Ada 3 cara dalam menyelesaikan neraca massa, yaitu :

1. Penyelesaian secara langsung, cara ini dapat dilakukan apabila pada sistem terdapat hanya satu komponen yang tidak diketahui, yaitu dengan menambahkan atau mengurangi
2. Penyelesaian secara aljabar, penyelesaian ini dapat dilakukan apabila komponen yang belum diketahui lebih dari satu, dalam hal ini perlu adanya persamaan sehingga komponen yang belum diketahui dapat dihitung
3. Penyelesaian *Tie* komponen. *Tie* komponen atau *TIE* elemen adalah elemen yang dari Arus satu ke Arus yang lain tidak mengalami perubahan (tidak bertambah dan tidak berkurang) ada kemungkinan lebih dari satu elemen yang tidak mengalami perubahan, untuk itu dipilih satu komponen yang memudahkan perhitungan atau yang paling sedikit memberikan kesalahan.

4.3 Hasil perhitungan neraca massa

4.3.1 Kapasitas produksi tiap jam

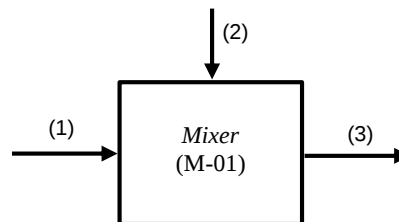
Proses	: Kontinyu
Produk	: Sabun Mandi
Kapasitas	: 10.000 ton/tahun
Satu tahun produksi	: 330 Hari
Waktu operasi selama 1 hari	: 24 jam

Kecepatan alir :

$$= 10.000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times 1.000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

$$= 1.262,63 \text{ kg/jam}$$

4.3.2 Neraca massa mixer 01 (M-01)

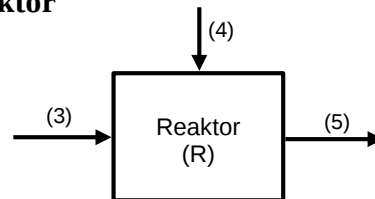


Gambar 4.1. Neraca massa mixer- 01

Tabel 4.1. Neraca massa disekitar mixer – 01

Komponen	In put (kg/jam)		Out put (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
NaOH	146,3822	0,0000	146,3822
air	2,2107	144,1715	146,3822
Na ₂ CO ₃	0,7454	0,0000	0,7454
NaCl	0,0299	0,0000	0,0299
Sub total	149,3696	144,1715	293,5411
Total		293,5411	293,5411

4.3.3 Neraca massa reaktor

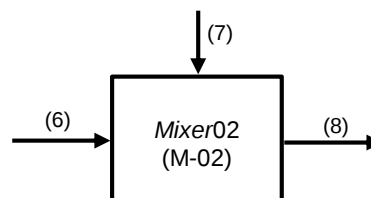


Gambar 4.2. Neraca massa reaktor

Tabel 4.2. Neraca massa disekitar reaktor

Komponen	In put (kg/jam)		Out put (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
CPO	0,0000	909,5457	0,1524
NaOH	146,3822	0,0000	2,3235
Sabun	0,0000	0,0000	946,9824
Gliserol	0,0000	0,0000	106,4696
air	146,3822	4,5706	150,9528
Na ₂ CO ₃	0,7454	0,0000	0,7454
NaCl	0,0299	0,0000	0,0299
Sub total	293,5411	914,1163	1.207,6574
Total		1.207,6574	1.207,6574

4.3.4 Neraca massa mixer 02 (M – 02)

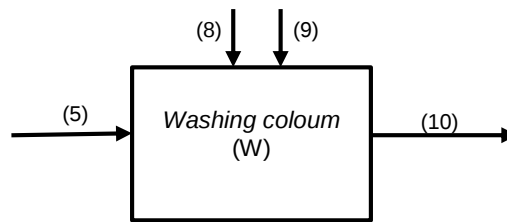


Gambar 4.3. Neraca massa mixer 02 (M-02)

Tabel 4.3. Neraca massa disekitar mixer – 02

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 6	Arus 7	Arus 8
NaCl	5,0505	0,0000	5,0505
Air	0,0254	20,1766	20,2020
Sub total	5,0759	20,1766	25,2525
Total		25,2525	25,2525

4.3.5 Neraca massa washing coloum (W)

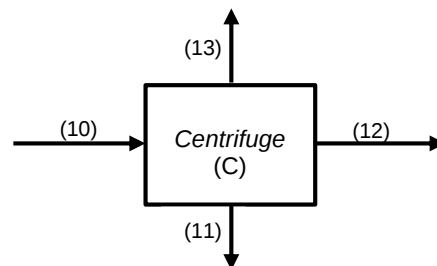


Gambar 4.4. Neraca massa washing coloum

Tabel 4.4. Neraca massa disekitar washing coloum

Komponen	In put (kg/jam)		out put (kg/jam)	
	Arus 5	Arus 8	Arus 9	Arus 10
CPO	0,1524	0,0000	0,0000	0,1524
NaOH	2,3235	0,0000	0,0000	2,3235
Sabun	946,9824	0,0000	0,0000	946,9824
Gliserol	106,4696	0,0000	0,0000	106,4696
air	150,9528	20,2020	49,0048	220,1596
Na ₂ CO ₃	0,7468	0,0000	0,0000	0,7468
NaCl	0,0299	5,0505	0,0000	5,0804
Sub total	1.207,6574	25,2525	49,0048	1.281,9148
Total		1.281,9148	1.281,9148	

4.3.6 Neraca massa centrifuge

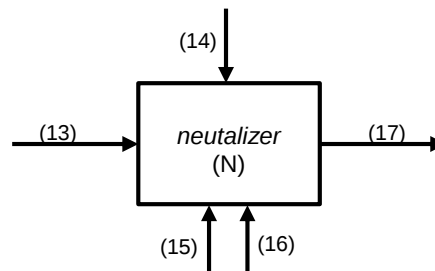


Gambar 4.5. Neraca massa centrifuge (C)

Tabel 4.5. Neraca massa disekitar *centrifuge* (FL)

Komponen	In put (kg/jam)		Out put (kg/jam)	
	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13
CPO	0,1524	0,0000	0,0000	0,1524
NaOH	2,3235	0,0000	0,1955	2,1280
Sabun	946,9824	0,0000	0,0000	946,9824
Gliserol	106,4696	104,3416	0,0000	2,1280
air	220,1596	0,2191	109,3177	110,6229
Na ₂ CO ₃	0,7468	0,0000	0,7468	0,0000
NaCl	5,0804	0,0000	2,9524	2,1280
Sub total	1.281,9148	104,5607	113,2125	1.064,1416
Total	1.281,9148			1.281,9148

4.3.7 Neraca massa *neutralizer* (N)



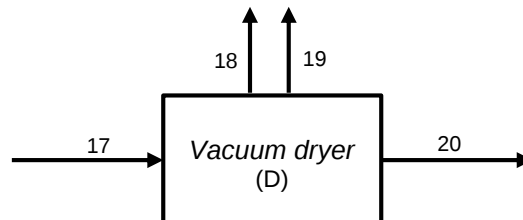
Gambar 4.6. Neraca massa *neutralizer* (N)

Tabel 4.6. Neraca massa disekitar *neutralizer* (n)

Komponen	In put (kg/jam)				Out put (kg/jam)
	Arus 13	Arus 14	Arus 15	Arus 16	Arus 17
CPO	0,1524	0,0000	0,0000	0,0000	0,1524
NaOH	2,1280	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Sabun	946,9824	0,0000	0,0000	0,0000	963,2615
Gliserol	2,1280	0,0000	0,0000	0,0000	2,1280
Air	110,6229	0,0759	6,6321	0,5739	118,8624
NaCl	2,1280	0,0000	0,0133	0,0638	2,2050
Stearic acid	0,0000	15,1086	0,0000	0,0000	0,0000
EDTA	0,0000	0,0000	126,2626	0,0000	126,2626
Na ₂ SO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	63,1313	63,1313
Sub total	1.064,1416	15,1846	132,9080	63,7690	1.276,0032

Total	1.276,0032	1.276,0032
--------------	-------------------	-------------------

4.3.8 Neraca massa vacuum dryer (D)

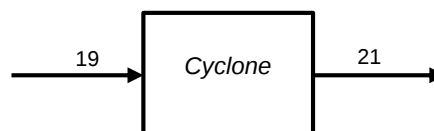


Gambar 4.7. Neraca vacuum dryer (D)

Tabel 4.7. Neraca massa disekitar vacuum dryer (D)

Komponen	In put (kg/jam)	Out put (kg/jam)		
	Arus 17	Arus 18	Arus 19	Arus 20
CPO	0,1524	0,1524	0,0000	0,0000
Sabun	963,2615	0,0000	214,2679	748,9936
Gliserol	2,1280	0,0000	0,4736	1,6544
NaCl	2,2050	0,0000	0,4907	1,7143
air	118,8624	17,8523	0,0000	101,0101
EDTA	126,2626	0,0000	28,0997	98,1629
Na ₂ SO ₄	63,1313	0,0000	14,0502	49,0811
Sub total	1.276,0032	18,0047	257,3821	1.000,6164
Total	1.276,0032			1.276,0032

4.3.9 Neraca massa cyclone (CY)

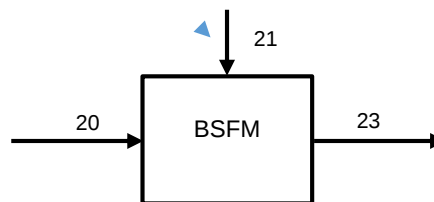


Gambar 4.8. Neraca massa cyclone (CY)

Tabel 4.8. Neraca massa disekitar cyclone

Komponen	In put (kg/jam)	Out put (kg/jam)
	Arus 19	Arus 21
Sabun	214,2679	214,2679
Gliserol	0,4736	0,4736
NaCl	0,4907	0,4907
EDTA	28,0997	28,0997
Na ₂ SO ₄	14,0502	14,0502
Sub total	257,3821	257,3821
Total	257,3821	257,3821

4.3.10 Neraca massa BSFM



Gambar 4.9. Neraca massa BSFM

Tabel 4.9. Neraca massa disekitar BSFM

Komponen	Arus Masuk (kg/jam)			Arus keluar (kg/jam)
	Arus 20	Arus 21	Arus 22	Arus 23
Sabun	748,9936	214,2679	0,0000	963,2615
Gliserol	1,6544	0,4736	0,0000	2,1280
NaCl	1,7143	0,4907	0,0000	2,2050
air	101,0101	0,0000	0,0000	101,0101
EDTA	98,1629	28,0997	0,0000	126,2626
Na ₂ SO ₄	49,0811	14,0502	0,0000	63,1313
Parfum	0,0000	0,0000	4,6278	4,6278
Sub total	1.000,6164	257,3821	4,6278	1.262,6263
Total			1.262,6263	1.262,6263

4.4 Hasil perhitungan neraca panas

4.4.1 Neraca panas mixer 01

Tabel 4.10. Neraca panas disekitar mixer 01

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
NaOH	349,3430	0,0000	1.079,8160
Air	18,9207	3.023,6197	6.235,1211
Na ₂ CO ₃	3,8470	0,0000	7,8187
NaCl	0,1281	0,0000	0,4396
Sub total	372,2389	3.023,6197	7.323,1953
Panas pelarutan		74,9383	0,0000
Panas pencampuran		3.852,3985	0,0000
Total		7.323,1953	7.323,1953

4.4.2 Neraca panas reaktor

Tabel 4.11. Neraca panas disekitar reaktor

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
NaOH	6.900,2138	0,0000	328,5816
air	39.757,5897	1.241,3757	40.998,9654
Na ₂ CO ₃	50,0106	0,0000	50,0106
NaCl	2,8260	0	2,8260
CPO	0,0000	5.462,2379	2,7311
Sabun	0,0000	0,0000	15.153,9302
Gliserol	0,0000	0,0000	3.377,2789
Sub total	46.710,6402	6.703,6136	59.914,3239
Panas reaksi		111.092,6200	0,0000
Beban pendinginan		0,0000	104.592,5499
Total		164.506,8738	164.506,8738

4.4.3 Neraca panas mixer 02

Tabel 4.12. Neraca panas disekitar mixer 02

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)
	Arus 6	Arus 7	Arus 8

NaCl	21,6635	0,0000	43,9850
air	0,2172	423,1521	502,0001
Sub total	21,8807	423,1521	545,9851
Panas pelarutan		(0,4211)	0,0000
Panas pencampuran		101,3733	0,0000
Total		545,9851	545,9851

4.4.4 Neraca panas washing coloum

Tabel 4.13. Neraca panas disekitar washing coloum

Komponen	Q masuk (kJ/jam)			Q keluar (kJ/jam)
	Arus 5	Arus 8	Arus 9	Arus 10
CPO	2,3109	0,0000	0,0000	2,1116
NaOH	328,5816	0,0000	0,0000	254,1188
air	34.689,1869	502,0001	1.027,7479	46.232,9219
Na ₂ CO ₃	42,3167	0,0000	0,0000	38,6670
NaCl	2,3952	43,9850	0,0000	372,5022
Sabun	12.822,5564	0,0000	0,0000	12.749,4888
Gliserol	2.974,3145	0,0000	0,0000	8.267,7656
Sub Total	50.861,6623	545,9851	1.027,7479	67.917,5760
Panas pencampuran			15.482,1807	0,0000
Total			67.917,5760	67.917,5760

4.4.5 Neraca panas centrifuge

Tabel 4.14. Neraca panas disekitar centrifuge

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar kJ/jam		
	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13
CPO	2,1116	0,0000	0,0000	2,1116
NaOH	254,1188	0,0000	21,3867	232,7321
air	46.232,9219	46,0048	22.956,4111	23.230,5060
Na ₂ CO ₃	38,6670	0,0000	38,6670	0,0000
NaCl	372,5022	0,0000	216,4751	156,0271
Sabun	12.749,4888	0,0000	0,0000	12.749,4888
Gliserol	8.267,7656	8.102,5200	0,0000	165,2455
Total	67.917,5760	8.148,5248	23.232,9399	36.536,1112
Total	67.917,5760			67.917,5760

4.4.6 Neraca panas *neutralizer*

Tabel 4.15. Neraca panas disekitar *neutralizer*

Komponen	Q masuk (kJ/jam)			Q keluar (kJ/jam)	
	Arus 13	Arus 14	Arus 15	Arus 16	Arus 17
CPO	2,1116	0,0000	0,0000	0,0000	1,8497
NaOH	232,7321	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Sabun	12.749,4888	0,0000	0,0000	0,0000	10.306,2015
Gliserol	165,2455	0,0000	0,0000	0,0000	148,0128
air	23.230,5060	1,5923	56,7630	4,9121	21.868,2532
NaCl	156,0271	0,0000	0,0570	0,2735	141,7668
Stearic acid	0,0000	181,5940	0,0000	0,0000	0,0000
EDTA	0,0000	0,0000	322,9210	0,0000	2.843,0780
Na ₂ SO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	293,7367	4.451,0901
Sub total	36.536,1112	183,1863	379,7410	298,9223	39.760,2521
Panas reaksi				9.321,8732	0,0000
Beban pendinginan				0,0000	6.959,5820
Total				46.719,8340	46.719,8340

4.4.7 Neraca panas *vacuum dryer*

Tabel 4.16. Neraca panas disekitar *vacuum dryer*

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)	
	Arus 17	Arus 18	Arus 19	Arus 20
CPO	3,1513	16.266,9022	0,0000	0,0000
Sabun	17.558,9040	0,0000	14.613,0464	1.185,6071
Gliserol	222,8104	0,0000	49,5864	14,6794
air	37.263,6411	5.596,7472	0,0000	2.118,4221
NaCl	240,2803	0,0000	53,4744	12,6011
EDTA	4.843,8150	0,0000	1.077,9910	251,0549
Na ₂ SO ₄	7.569,2009	0,0000	1.684,5616	393,9446
Sub total	67.701,8029	21.863,6494	17.478,6599	3.976,3092
Beban pendinginan	0,0000			24.383,1844
Total	67.701,8029		67.701,8029	

4.4.8 Nearaca panas cyclone

Tabel 4.17. Neraca panas disekitar cyclone

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
Sabun	14.613,0464	339,1718
Gliserol	49,5864	4,2021
NaCl	53,4744	3,6071
EDTA	1.077,9910	71,8661
Na ₂ SO ₄	1.684,5616	112,7722
Sub total	17.478,6599	531,6194
Beban pendinginan		16.947,0405
Total	17.478,6599	17.478,6599

4.4.9 Nearaca panas BSFM

Tabel 4.18. Neraca panas disekitarBSFM

Komponen	Q masuk (kJ/jam)			Q keluar (kJ/jam)
	Arus 20	Arus 21	Arus 22	Arus 23
Sabun	1.185,6071	339,1718	0,0000	1.524,7790
Gliserol	14,6794	4,2021	0,0000	18,8815
air	2.118,4221	0,0000	0,0000	2.118,4221
NaCl	12,6011	3,6071	0,0000	16,2082
EDTA	251,0549	71,8661	0,0000	322,9210
Na ₂ SO ₄	393,9446	112,7722	0,0000	506,7168
Parfum	0,0000	0,0000	49,3024	49,3024
Sub total	3.976,3092	531,6194	49,3024	4.557,2310
Total			4.557,2310	4.557,2310

4.4.10 Nearaca panas heater 01

Tabel 4.19. Neraca panas disekitar heater 01

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
NaOH	1.079,8160	6.900,2138
air	6.235,1211	39.757,5897
Na ₂ CO ₃	7,8187	50,0106
NaCl	0,4396	2,8260
Sub total	7.323,1953	46.710,6402

Beban pemanas	39.387,4448	0,0000
Total	46.710,6402	46.710,6402

4.4.11 Neraca panas heater 02

Tabel 4.20. Neraca panas disekitar heater 02

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
CPO	420,1721	5.462,2379
air	95,8560	1.241,3757
Sub total	516,0281	6.703,6136
Beban pemanas	6.187,5855	0,0000
Total	6.703,6136	6.703,6136

4.4.12 Neraca panas heater 03

Tabel 4.21. Neraca panas disekitar heater 03

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
CPO	1,8497	3,1513
Sabun	10.306,2015	17.558,9040
Gliserol	148,0128	222,8104
air	21.868,2532	37.263,6411
NaCl	141,7668	240,2803
EDTA	2.843,0780	4.843,8150
Na ₂ SO ₄	4.451,0901	7.569,2009
Sub total	39.760,2521	67.701,8029
Beban pemanas	27.941,5508	0,0000
Total	67.701,8029	67.701,8029

4.4.13 Neraca panas cooler 01

Tabel 4.22. Neraca panas disekitar cooler 01

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
CPO	2,7311	2,3109
NaOH	328,5816	328,5816
Air	40.998,9654	34.689,1869

Na ₂ CO ₃	50,0106	42,3167
NaCl	2,8260	2,3952
Sabun	15.153,9302	12.822,5564
Gliserol	3.377,2789	2.974,3145
Sub total	59.914,3239	50.861,6623
Beban pendingin		9.052,6616
Total	59.914,3239	59.914,3239

4.4.14 Neraca panas cooler 02

Tabel 4.23. Neraca panas disekitar cooler 02

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
NaOH	21,3867	2,1294
air	22.956,4111	2.292,6513
Na ₂ CO ₃	38,6670	3,8470
NaCl	216,4751	21,7017
Sub total	23.232,9399	2.320,3295
Beban pendingin	0,0000	20.912,6104
Total	23.232,9399	23.232,9399

4.4.15 Neraca panas cooler 03

Tabel 4.24. Neraca panas disekitar cooler 03

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
Gliserol	4.329,0941	550,1303
air	38,2756	4,3434
Sub total	4.367,3698	554,4738
Beban pendingin	0	3.812,8960
Total	4.367,3698	4.367,3698

BAB V

SPESIFIKASI ALAT

5.1 Tangki penyimpan CPO

- a. Kode : T – 01
- b. Fungsi : Sebagai alat penyimpanan CPO cair sebanyak 56,6957 m³
selama 7 hari
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Jumlah : 3
- e. Suhu : 30°C
- f. Tekanan : 1 atm
- g. Diameter : 4,4254 m
- h. Tinggi : 7,0069 m
- i. Volume : 68,0348 m³
- j. Jenis : Silinder tegak tertutup
- k. Bahan konstruksi : Carbon stell (SA-298) grade C

5.2 Tangki penyimpan *stearic acid*

- a. Kode : T – 02
- b. Fungsi : Sebagai alat penyimpanan *stearic acid* cair sebanyak
2,4495 m³ selama 7 hari
- c. Operasi : Kontinyu

- d. Jumlah : 3
- e. Suhu : 30°C
- f. Tekanan : 1 atm
- g. Diameter : 1,5528 m
- h. Tinggi : 2,0705 m
- i. Volume : 2,9394 m³
- j. Jenis : Silinder tegak tertutup
- k. Bahan konstruksi : Carbon stell (SA-298) grade C

5.3 Tangki penyimpanan parfum

- a. Kode : T – 03
- b. Fungsi : Sebagai alat penyimpanan parfum cair sebanyak 0,7965 m³
selama 7 hari
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Jumlah : 3
- e. Suhu : 30°C
- f. Tekanan : 1 atm
- g. Diameter : 1,0678 m
- h. Tinggi : 1,4238 m
- i. Volume : 0,9558 m³
- j. Jenis : Silinder tegak tertutup
- k. Bahan konstruksi : Carbon stell (SA-298) grade C

5.4 Tangki penyalpa air

- a. Kode : T – 04
- b. Fungsi : Sebagai alat penyimpanan air sebanyak 107,8374 m³
selama 7 hari
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Jumlah : 3
- e. Suhu : 30°C
- f. Tekanan : 1 atm
- g. Diameter : 5,4831 m
- h. Tinggi : 7,3108 m
- i. Volume : 129,4049 m³
- j. Jenis : Silinder tegak tertutup
- k. Bahan konstruksi : Carbon stell (SA-298) grade C

5.5 Tangki penyalpa glyserol

- a. Kode : T – 05
- b. Fungsi : Sebagai alat penyimpanan produk glyserol cair sebanyak
14,1387 m³ selama 7 hari
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Jumlah : 3
- e. Suhu : 30°C
- f. Tekanan : 1 atm
- g. Diameter : 2,7855 m
- h. Tinggi : 3,7140 m

- i. Volume : 16,9664 m³
- j. Jenis : Silinder tegak tertutup
- k. Bahan konstruksi : Carbon stell (SA-298) grade C

5.6 Tangki penyimpa air limbah sementara

- a. Kode : T – 06
- b. Fungsi : Sebagai alat penyimpanan iye product sementara (limbah)
sebanyak 5,7637 m³ selama 7 hari
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Jumlah : 3
- e. Suhu : 30°C
- f. Tekanan : 1 atm
- g. Diameter : 2,0654 m
- h. Tinggi : 2,7539 m
- i. Volume : 6,9165 m³
- j. Jenis : Silinder tegak tertutup
- k. Bahan konstruksi : Carbon stell (SA-298) grade C

5.7 Gudang penyimpan NaOH

- a. Kode : G – 01
- b. Fungsi : Menyimpan NaOH untuk kebuthan 14 hari
- c. Jumlah : 1 Unit
- d. Bentuk : Persegi panjang
- e. Bahan konstruksi : Beton

- f. Volume : 29,2767 m³
- g. Tinggi : 3 m
- h. Panjang : 5 m
- i. Lebar : 5 m

5.8 Gudang penyimpan NaCl

- a. Kode : G – 02
- b. Fungsi : Menyimpan NaCl untuk kebutuhan 14 hari
- c. Jumlah : 1 Unit
- d. Bentuk : Persegi panjang
- e. Bahan konstruksi : Beton
- f. Volume : 0,9724 m³
- g. Tinggi : 3 m
- h. Panjang : 1,5 m
- i. Lebar : 1,5 m

5.9 Gudang penyimpan EDTA

- a. Kode : G – 03
- b. Fungsi : Menyimpan EDTA untuk kebutuhan 14 hari
- c. Jumlah : 1 Unit
- d. Bentuk : Persegi panjang
- e. Bahan konstruksi : Beton
- f. Volume : 9,5836 m³
- g. Tinggi : 3 m

h. Panjang : 3 m

i. Lebar : 3 m

5.10 Gudang penyimpanan Na_2SO_4

a. Kode : G – 04

b. Fungsi : Menyimpan Na_2SO_4 untuk kebutuhan 14 hari

c. Jumlah : 1 Unit

d. Bentuk : Persegi panjang

e. Bahan konstruksi : Beton

f. Volume : 56,5773 m³

g. Tinggi : 3 m

h. Panjang : 6 m

i. Lebar : 6 m

5.11 Mixer 01

a. Kode : M – 01

b. Fungsi : Untuk mengencerkan NaOH dengan H₂O

c. Operasi : Kontinyu

d. Suhu : 30 °C

e. Tekanan : 1 atm

f. Diameter *shell* : 0,6749 m

g. Tinggi *shell* : 0,6749 m

h. Volume *shell* : 0,2413 m³

i. Volume *mixer* : 0,3297 m³

- j. Volume head : 0,0884 m³
- k. Jenis : Silender bottom conical berpengaduk
- l. Jenis head : *Torispherical head*
- m. Bahan konstruksi : carbon steel SA-283 gread C
- n. Pengaduk :
 - 1. Kecepatan : 347,0182 rpm
 - 2. Diameter : 0,2250 m
 - 3. Power motor : 2 Hp

5.12 Reaktor

- a. Kode : R – 01
- b. Fungsi : Untuk mereaksikan CPO (*trigliserida*) dengan NaOH
Menghasilkan sanun dan gliserol
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Suhu : 90 °C
- e. Tekanan : 1 atm
- f. Diameter : 1,3496 m
- g. Tinggi : 1,3496 m
- h. Volume : 2,4911 m³
- i. Jenis : Silinder tegak berpengaduk
- j. Jenis head : *Torispherical head*
- k. Pengaduk :
 - 1. Kecepatan : 118,0707rpm

- 2. Diameter : 0,4499 m
- 3. Power motor : 2 Hp
- 1. Pendingin :
 - 1. Jenis : Jaket pendingin
 - 2. Diameter dalam : 1,3591 m
 - 3. Diameter luar : 1,6131 m
 - 4. Tebal jaket : 5/4 in
 - 5. Medium : air

5.13 Mixer 02

- a. Kode : M – 02
- b. Fungsi : Untuk mengencerkan NaCl dengan H₂O
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Suhu : 30 °C
- e. Tekanan : 1 atm
- f. Diameter *shell* : 0,3176 m
- g. Tinggi *shell* : 0,3176 m
- h. Volume *shell* : 0,0251 m³
- i. Volume *mixer* : 0,0386 m³
- j. Volume head : 0,0135 m³
- k. Jenis : Silender tegak berpengaduk
- l. Bahan konstruksi : carbon steel SA-283 gread C
- m. Jenis head : Torispherical head

n. Pengaduk :

- 4. Kecepatan : 632,9569 rpm
- 5. Diameter : 0,1059 m
- 6. Power motor : 1 Hp

5.14 Washing coloum

- a. Kode : W – 01
- b. Fungsi : Untuk mengencerkan NaCl dengan H₂O
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Suhu : 30 °C
- e. Tekanan : 1 atm
- f. Diameter *shell* : 1,2524 m
- g. Tinggi *shell* : 1,2524 m
- h. Volume *shell* : 1,5422 m³
- i. Volume *mixer* : 2,0001 m³
- j. Volume head : 0,4578 m³
- k. Jenis : Silender tegak berpengaduk
- l. Bahan konstruksi : carbon steel SA-283 gread C
- m. Jenis head : Torispherical head
- n. Pengaduk :
 - 1. Kecepatan : 157,4769 rpm
 - 2. Diameter : 0,4175 m
 - 3. Power motor : 2 Hp

5.15 Centrifuge tricanter

- a. Kode : CT – 01
- b. Fungsi : Memisahkan produk utama dengan gliserol dan iye
product
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Suhu : 30 °C
- e. Tekanan : 1 atm
- f. Jumlah : 1 unit
- g. Jenis : silinder horizontal
- h. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- i. Diameter : 1,2452 m
- j. Tinggi : 1,8161
- k. Volume : 1,9663 m³

5.16 Neutralizer

- a. Kode : N – 01
- b. Fungsi : Untuk menetralkan NaOH sisa reaksi dengan menmbahkan
Stearic acid
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Suhu : 90 °C
- e. Tekanan : 1 atm
- f. Diameter : 1,2390m
- g. Tinggi : 1,7595 m

- h. Volume : 1,9376 m³
- i. Jenis : Silinder tegak berpengaduk
- j. Jenis *head* : *Torispherical head*
- k. Pengaduk :
 - 1. Kecepatan : 161,3619 rpm
 - 2. Diameter : 0,4130 m
 - 3. Power motor : 2 Hp
- l. Pendingin :
 - 1. Jenis : Jaket pendingin
 - 2. Diameter dalam : 1,2485 m
 - 3. Diameter luar : 1,5025 m
 - 4. Tebal jaket : 5/4 in
 - 5. Medium : air

5.17 Vacuum dryer

- a. Kode : D – 01
- b. Fungsi : Mengringkan produk sabun
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Suhu : 100 °C
- e. Tekanan : 0,3 atm
- f. Jumlah : 1 unit
- g. Jenis : silinder horizontal
- h. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*

- i. Diameter : 1,3282 m
- j. Tinggi : 1,3282 m
- k. Volume : 2,0701 m³

5.18 Cyclone

- a. Kode : C – 01
- b. Fungsi : Memisahkan padatan sabun yang terbawa arus umpan dryer
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Suhu : 30 °C
- e. Tekanan : 1 atm
- f. Jumlah : 1 unit
- g. Jenis : Singgl cyclone
- h. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- i. Diameter cyclone : 0,75 m
- j. Tinggi cyclone : 1,0254 m
- k. Diameter bottom : 0,075 m
- l. Tinggi head : 0,0680 m
- m. Volume : 1,9663 m³

5.19 BSFM

- a. Kode : BSFM
- b. Fungsi : Membentuk sabun flake menjadi sabun padat
- c. Jumlah : 1 unit
- d. Suhu : 30 °C

- e. Tekanan : 1 atm
- f. Volume sabun : 20,7537 cm³
- g. Tinggi sabun : 2,3060 cm
- h. Lebar sabun : 2,3060 cm
- i. Panjang sabun : 6,9179 cm

5.20 Heater 01

- a. Kode : HE – 01
- b. Fungsi : Memanaskan larutan NaOH dari *mixer* 01
- c. Operasi : kontinyu
- d. Jumlah : 1
- e. Jenis : *shell and tube*
- n. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- f. Bahan pemanas : Steam
- g. *Tube side* :
 - 1. Suhu : 120 °C
 - 2. Tekanan : 1 atm
- h. *Shell side* :
 - 1. Suhu : 35,1166 °C
 - 2. Tekanan : 1 atm

5.21 Heater 02

- a. Kode : HE – 02

- b. Fungsi : Memanaskan CPO dari tangki 01
- c. Operasi : kontinyu
- d. Jumlah : 1
- e. Jenis : *shell and tube*
- f. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- g. Bahan pemanas : Steam
- h. *Tube side* :
 - 1. Suhu : 120 °C
 - 2. Tekanan : 1 atm
- i. *Shell side* :
 - 1. Suhu : 30 °C
 - 2. Tekanan : 1 atm

5.22 Heater 03

- a. Kode : HE – 07
- b. Fungsi : Memanaskan produk sabun dari *neutralizer*
- c. Operasi : kontinyu
- d. Jumlah : 1
- e. Jenis : *shell and tube*
- o. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- f. Bahan pemanas : Steam
- g. *Tube side* :
 - 1. Suhu : 120 °C

2. Tekanan : 1 atm

h. *Shell side* :

1. Suhu : 63,9836 °C

2. Tekanan : 1 atm

5.23 Cooler 01

a. Kode : HE – 03

b. Fungsi : Mendinginkan hasil reaksi dari reaktor

c. Operasi : Kontinyu

d. Jumlah : 1

e. Jenis : *shell and tube*

f. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*

g. Bahan pendingin : air

h. *Tube side* :

1. Suhu : 90 °C

2. Tekanan : 1 atm

i. *Shell side* :

1. Suhu : 30 °C

2. Tekanan : 1 atm

5.24 Cooler 02

a. Kode : HE – 04

b. Fungsi : Mendinginkan gliserol dari *washing coloum*

c. Operasi : Kontinyu

- d. Jumlah : 1
- e. Jenis : *shell and tube*
- f. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- g. Bahan pendingin : air
- h. *Tube side* :
 - 1. Suhu : 69,2216 °C
 - 2. Tekanan : 1 atm
- i. *Shell side* :
 - 1. Suhu : 30 °C
 - 2. Tekanan : 1 atm

5.25 Cooler 03

- a. Kode : HE – 05
- b. Fungsi : Mendinginkan gliserol dari *centrifuge*
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Jumlah : 1
- e. Jenis : *shell and tube*
- f. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- g. Bahan pendingin : air
- h. *Tube side* :
 - 1. Suhu : 69,2216 °C
 - 2. Tekanan : 1 atm
- i. *Shell side* :

1. Suhu : 30 °C
2. Tekanan : 1 atm

5.26 Cooler 04

- a. Kode : HE – 06
- b. Fungsi : Mendinginkan iye produk menuju tangki air limbah sementara
- c. Operasi : Kontinyu
- d. Jumlah : 1
- e. Jenis : *shell and tube*
- f. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- g. Bahan pendingin : air
- h. *Tube side* :
 1. Suhu : 69,2216 °C
 2. Tekanan : 1 atm
- i. *Shell side* :
 1. Suhu : 30 °C
 2. Tekanan : 1 atm

5.27 Hopper 01

- a. Kode : H – 01
- b. Fungsi : Mengumpankan NaOH ke *mixer* 01
- c. Jumlah : 1 unit
- d. Bentuk : Kerucut

- e. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- f. Volume : 0,0871 m³
- g. Diameter : 0,3672 m
- h. Tinggi *silinder* : 0,7344 m
- i. Tinggi kerucut : 0,8000 ft
- j. Diameter lubang : 0,2000 ft
- k. Tebal dinding : 3/16 in

5.28 Hopper 02

- a. Kode : H – 02
- b. Fungsi : Mengumpankan NaCl ke *mixer* 02
- c. Jumlah : 1 unit
- d. Bentuk : Kerucut
- e. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- f. Volume : 0,0029 m³
- g. Diameter : 0,1180 m
- h. Tinggi *silinder* : 0,2361 m
- i. Tinggi kerucut : 0,8000 ft
- j. Diameter lubang : 0,2000 ft
- k. Tebal dinding : 3/16 in

5.29 Hopper 03

- a. Kode : H – 03
- b. Fungsi : Mengumpankan EDTA ke *neutralizer*

- c. Jumlah : 1 unit
- d. Bentuk : Kerucut
- e. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- f. Volume : 0,1684 m³
- g. Diameter : 0,4574 m
- h. Tinggi *silinder* : 0,9147 m
- i. Tinggi kerucut : 0,8000 ft
- j. Diameter lubang : 0,2000 ft
- k. Tebal dinding : 3/16 in

5.30 Hopper 04

- a. Kode : H – 04
- b. Fungsi : Mengumpulkan Na₂SO₄ ke *neutralizer*
- c. Jumlah : 1 unit
- d. Bentuk : Kerucut
- e. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- f. Volume : 0,0285 m³
- g. Diameter : 0,2531 m
- h. Tinggi *silinder* : 0,5061 m
- i. Tinggi kerucut : 0,8000 ft
- j. Diameter lubang : 0,2000 ft
- k. Tebal dinding : 3/16 in

5.31 *Belt coveyor 01*

- a. Kode : BC – 01
- b. Fungsi : Mengangkut NaOH ke hopper 01
- c. Jenis : Horizontal *belt conveyer*
- d. Bahan konstruksi : *carbon steel*
- e. Lebar belt : 35 cm
- f. Luas area : 0,0100 m²
- g. Kecepatan normal : 61,0000 meter/menit
- h. Kecepatan maksimal : 91,000 meter/menit
- i. Belt pils maksimal : 5
- j. Belt pils mininimal : 3
- k. Power motor : 0,44 Hp

5.32 *Belt coveyor 02*

- a. Kode : BC – 02
- b. Fungsi : Mengangkut NaCl ke *hopper 02*
- c. Jenis : Horizontal *belt conveyer*
- d. Bahan konstruksi : *carbon steel*
- e. Lebar belt : 35 cm
- f. Luas area : 0,0100 m²
- g. Kecepatan normal : 61,0000 meter/menit
- h. Kecepatan maksimal : 91,0000 meter/menit
- i. Belt pils maksimal : 5

- j. Belt pils mininimal : 3
- k. Power motor : 0,44 Hp

5.33 *Belt coveyor 03*

- a. Kode : BC – 03
- b. Fungsi : Mengangkut EDTA ke hopper 03
- c. Jenis : Horisontal *belt conveyer*
- d. Bahan konstruksi : *carbon steel*
- e. Lebar belt : 35 cm
- f. Luas area : 0,0100 m²
- g. Kecepatan normal : 61,0000 meter/menit
- h. Kecepatan maksimal : 91,000 meter/menit
- i. Belt pils maksimal : 5
- j. Belt pils mininimal : 3
- k. Power motor : 0,44 Hp

5.34 *Belt coveyor 04*

- a. Kode : BC – 04
- b. Fungsi : Mengangkut Na₂SO₄ ke hopper 04
- c. Jenis : Horisontal *belt conveyer*
- d. Bahan konstruksi : *carbon steel*
- e. Lebar belt : 35 cm
- f. Luas area : 0,0100 m²
- g. Kecepatan normal : 61,000 meter/menit

- h. Kecepatan maksimal : 91,000 meter/menit
- i. Belt pils maksimal : 5
- j. Belt pils mininimal : 3
- k. Power motor : 0,44 Hp

5.35 Belt conveyor 05

- a. Kode : BC – 05
- b. Fungsi : Mengangkut sabun ke gudang produk
- c. Jenis : Horizontal *belt conveyor*
- d. Bahan konstruksi : *carbon steel*
- e. Lebar belt : 35 cm
- f. Luas area : 0,0100 m²
- g. Kecepatan normal : 61,000 meter/menit
- h. Kecepatan maksimal : 91,000 meter/menit
- i. Belt pils maksimal : 5
- j. Belt pils mininimal : 3
- k. Power motor : 0,44 Hp

5.36 Pompa 01

- a. Kode : P – 01
- b. Fungsi : memompa CPO dari tank truck ke tangki 01
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 431,0691 gpm

- f. Total head : 6,7387 m
- g. BHP actual : 3,6455 Hp
- h. Spesific speed : 7.127,2534 rpm
- i. Power motor : 5 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.37 Pompa 02

- a. Kode : P – 02
- b. Fungsi : memompa CPO dari tangki 01 ke reaktor
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 6,4147 gpm
- f. Total head : 1,7946 m
- g. BHP actual : 0,1734 Hp
- h. Spesific speed : 2.345,2284 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.38 Pompa 03

- a. Kode : P – 03
- b. Fungsi : memompa air dari tangki 04 ke *mixer 01*
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 0,8969 gpm

- f. Total head : 3,5320 m
- g. BHP actual : 0,2691 Hp
- h. Spesific speed : 527,7767 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.39 Pompa 04

- a. Kode : P – 04
- b. Fungsi : memompa larutan NaOH dari *mixer* 01 ke reaktor
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 1,2741 gpm
- f. Total head : 0,8800 m
- g. BHP actual : 0,0910 Hp
- h. Spesific speed : 1.783,6739 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.40 Pompa 05

- a. Kode : P – 05
- b. Fungsi : memompa hasil reaksi dari reaktor ke *washing coloum*
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*

- e. Kapasitas pompa : 7,8149 gpm
- f. Total head : 1,0326 m
- g. BHP actual : 0,0824 Hp
- h. Spesific speed : 3.918,2247 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.41 Pompa 06

- a. Kode : P – 06
- b. Fungsi : memompa air dari tangki 04 ke *mixer* 02
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 0,0670 gpm
- f. Total head : 4,0242 m
- g. BHP actual : 0,0427 Hp
- h. Spesific speed : 130,7896 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.42 Pompa 07

- a. Kode : P – 07
- b. Fungsi : memompa larutan *brine* dari *mixer* 02 ke *washing coloum*
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*

- e. Kapasitas pompa : 0,1328 gpm
- f. Total head : 1,5412 m
- g. BHP actual : 0,0205 Hp
- h. Spesific speed : 378,1918 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.43 Pompa 08

- a. Kode : P – 08
- b. Fungsi : memompa air dari tangki 04 ke *washing coloum*
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 0,2703 gpm
- f. Total head : 2,7997 m
- g. BHP actual : 0,0643 Hp
- h. Spesific speed : 344,8559 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.44 Pompa 09

- a. Kode : P – 09
- b. Fungsi : memompa produk utama dari *washing coloum* ke
Centrifuge tricanter
- c. Jenis : *centrifugal single stage*

- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 7,9390 gpm
- f. Total head : 0,7571 m
- g. BHP actual : 0,0493 Hp
- h. Spesific speed : 4.984,3338 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.45 Pompa 10

- a. Kode : P – 10
- b. Fungsi : memompa gliserol dari *washing coloum* ke tangki 05
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 0,2187 gpm
- f. Total head : 3,3441 m
- g. BHP actual : 0,0760 Hp
- h. Spesific speed : 271,4904 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.46 Pompa 11

- a. Kode : P – 11
- b. Fungsi : memompa fase ringan 1 dari *centrifuge tricanter* ke
neutralizer

- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 7,0363 gpm
- f. Total head : 0,7053 m
- g. BHP actual : 0,0395 Hp
- h. Spesific speed : 4.948,5315 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.47 Pompa 12

- a. Kode : P – 12
- b. Fungsi : memompa gliserol dari *centrifuge tricanter* ke tangki 05
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 0,3207 gpm
- f. Total head : 3,3509 m
- g. BHP actual : 0,1096 Hp
- h. Spesific speed : 328,2749 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.48 Pompa 13

- a. Kode : P – 13
- b. Fungsi : memompa iye produk dari *centrifuge tricanter* ke tangki

06

- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 0,6738 gpm
- f. Total head : 2,2109 m
- g. BHP actual : 0,1309 Hp
- h. Spesific speed : 650,0132 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.49 Pompa 14

- a. Kode : P – 14
- b. Fungsi : memompa *stearic acid* dari tank truck ke tangki 02
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 95,0401 gpm
- f. Total head : 2,1814 m
- g. BHP actual : 0,4482 Hp
- h. Spesific speed : 7.797,9442 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.50 Pompa 15

- a. Kode : P – 15

- b. Fungsi : memompa *stearic acid* dari tangki 02 ke *neutralizer*
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 0,0924 gpm
- f. Total head : 0,6952 m
- g. BHP actual : 0,0056 Hp
- h. Spesific speed : 573,1715 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.51 Pompa 16

- a. Kode : P – 16
- b. Fungsi : memompa produk dari *neutralizer* ke *vacuum dryer*
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 7,8832 gpm
- f. Total head : 1,0843 m
- g. BHP actual : 0,0728 Hp
- h. Spesific speed : 3.793,6881 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.52 Pompa 17

- a. Kode : P – 17

- b. Fungsi : memompa parfum dari tank truck ke tangki 03
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 190,0802 gpm
- f. Total head : 1,4072 m
- g. BHP actual : 0,5078 Hp
- h. Spesific speed : 15.321,0322 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

5.53 Pompa 18

- a. Kode : P – 18
- b. Fungsi : memompa parfum dari tangki penyimpanan ke BSFM
- c. Jenis : *centrifugal single stage*
- d. Bahan konstruksi : *Carbon steel, SA-283 grade C*
- e. Kapasitas pompa : 0,0299 gpm
- f. Total head : 0,1102 m
- g. BHP actual : 0,0003 Hp
- h. Spesific speed : 1.301,0739 rpm
- i. Power motor : 1 Hp
- j. Jumlah : 1 unit

BAB VI

UTILITAS DAN LABORATORIUM

6.1 Unit Pendukung Proses (UTILITAS)

Unit pendukung proses merupakan bagian penting yang menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses yang ada dalam pabrik antara lain :

a. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Untuk keperluan domestik, umpan boiler dan air pendingin memerlukan unit ini sebagai penyedia air.

b. Unit Pengadaan steam

Pada alat tertentu di dalam suatu pabrik memerlukan steam, seperti pada heater, reaktor hidrolisa, dan boiler.

c. Unit Pengadaan Tenaga Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan dari generator sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

d. Unit Udara Tekan

Berfungsi untuk menyediakan udara tekan untuk keperluan instrumentasi

e. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Berfungsi untuk menyediakan bahan bakar.

f. Unit Pengolahan Limbah

g. Unit Laboratorium

6.1.1 Unit pengadaan dan pengolahan air

Pemenuhan kebutuhan air industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Sumber air yang digunakan pada perancangan pabrik sabun mandi, adalah berasal dari sungai Rangau yang mengalir di kawasan industri Dumai Riau. Pertimbangan menggunakan air sungai yang mengalir di industri Dumai Riau sebagai sumber air adalah pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah, dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit serta biaya pengolahan yang lebih besar. Air yang digunakan dalam unit utilitas harus memenuhi syarat air proses industri kimia. Air yang dibutuhkan dalam lingkungan pabrik adalah untuk :

a. air proses

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam air proses adalah :

1. Kesadahan (hardness) yang dapat menimbulkan kerak.
2. Besi yang dapat menyebabkan korosi.
3. Minyak yang menyebabkan terbentuknya lapisan film mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

Tabel 6.1. Kebutuhan air proses

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Mixer 01	144,8206
2	Mixer 02	20,1766
3	Washing coloum	49,0048
Over desain		20%
Total		250,3599

b. air pendingin

Pada umumnya, ada beberapa faktor yang menyebabkan air digunakan sebagai media pendingin, yaitu :

1. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar
2. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
3. Dapat menyerap sejumlah panas persatuan volume yang tinggi dan tidak terdekomposisi.

Tabel 6.2. Kebutuhan air pendingin

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	HE - 03 (cooler 1)	80,2015
2	HE - 04 (cooler 2)	21,3582
3	HE - 05 (cooler 3)	30,4204
4	HE - 06 (cooler 4)	140,4220
5	Reaktor	972,5550
6	Neutralizer	56,8912
Over desain		20%
Total		1562,2179

c. air sanitasi

Air yang akan digunakan harus memenuhi syarat-syarat kesehatan. Dapat dilakukan dengan menambahkan kaporit untuk menghilangkan bibit penyakit dan mengurangi kekeruhan.

1. Syarat fisik:
 - a. Suhu di bawah suhu udara luar
 - b. Warna jernih
 - c. Tidak mempunyai rasa

- d. Tidak berbau.
- 2. Syarat kimia:
 - a. Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik
 - b. Tidak beracun
- 3. Syarat bakteriologis : Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.

Tabel 6.3. Kebutuhan air sanitasi

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Karyawan	480
2	Laboratorium, poliklinik, bengkel	150
3	Pemadam Kebakaran	400
4	Kantin dan Mushola	150
5	Pembersihan, pemeliharaan dan taman	150
Total		1330

- e. air umpan boiler

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

- 1. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi di dalam boiler disebabkan oleh air yang mengandung larutan-larutan asam dan gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S .

- 2. Zat yang menyebabkan kerak (scale forming)

Pembentukan kerak disebabkan karena kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

- 3. Zat yang menyebabkan foaming

Air yang timbul dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tak larut dalam jumlah besar. Efek penembusan terjadi pada alkalinitas tinggi.

Tabel 6.4. Kebutuhan air umpan boiler

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	HE - 01 (heater 01)	805,0946
2	HE - 02 (heater 02)	255,3233
3	HE - 07 (heater 03)	511,8060
Over desain		20%
Total		1.886,6688

Jadi total kebutuhan air yang disuplai dari unit penyedia air adalah sebesar 5.374,1353 kg/jam. Untuk menjaga adanya kebocoran saat distribusinya, make up air dilebihkan sebanyak 20%, sehingga air yang akan diambil dari air sungai saat dipompakan adalah sebesar 6.448,9623 kg/jam. Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai Ranganu yang mengalir di kawasan Industri Dumai Riau dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan.

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1. Penyaringan Awal / Screen (F)

Penyaringan air dari air sungai ada 3 tahap penyaringan, yaitu :

- Coarse bar screen* (saringan kasar), berfungsi menahan kotoran yang berukuran besar seperti ranting dan sebagainya.
- Rake screen*, kotoran yang lolos dari *bar screen* akan menempel dibawah *rake screen*. Kemudian kotoran yang tersaring dibersihkan atau dibawa ke atas dengan penggaruk yang digerakkan dengan sistem hidrolik.

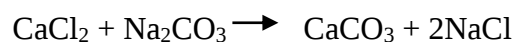
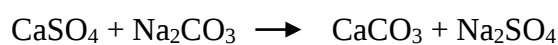
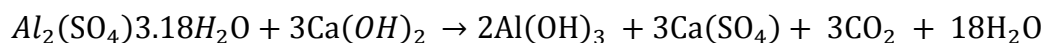
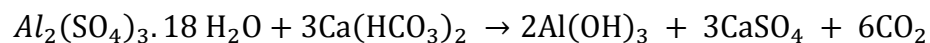
c. *Rotary screen*, berfungsi membersihkan kotoran yang sangat kecil. Untuk membersihkan kotoran yang menempel pada saringan dilakukan penyemprotan dengan *sea water* menggunakan *spray nozzle*, kemudian dialirkan ke bak pengendap.

2. Bak pengendap awal (BU-01)

Air sungai setelah melalui filter dialirkan ke bak pengendap awal. Untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak lolos dari penyaring awal (*screen*). Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

3. Bak penggumpal (BU-02)

Air setelah melalui penyaringan kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap awal dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah tawas atau alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) dan larutan soda ash (Na_2CO_3) yang bertujuan untuk menurunkan kesadahan air. Adapun reaksi yang terjadi dalam bak penggumpal adalah :



4. Clarifier (CL)

Air setelah melewati bak penggumpal air dialirkan ke *clarifier* untuk memisahkan/mengendapkan gumpalan-gumpalan dari bak penggumpal. Air baku yang telah dialirkan kedalam *clarifier* yang alirannya telah diatur ini akan diaduk dengan agitator. Air keluar *clarifier* dari bagian pinggir secara over flow sedangkan sludge (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di blow down secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

5. Bak penyaring / *sand filter* (BU-03)

Air setelah keluar dari *clarifier* dialirkan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. Dengan menggunakan *sand filter* yang terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

6. Bak penampun sementara (BU-04)

Air setelah keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung yang siap distribusikan sebagai air sanitasi, air pendingin dan sebagai air proses.

7. Tangki karbon aktif (TU-01)

Air yang sudah melalui bak penampung kemudian dialirkan ke tangki karbon aktif. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan bau dan rasa yang kurang sedap yang terkandung dalam air.

8. Tangki Air bersih (TU-02)

Tangki air bersih berfungsi untuk menampung air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran. Air yang keluar dari tangki penampung air bersih harus ditambahkan kaporit (CaOCl_2) untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amuba, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi. Kaporit digunakan sebagai penjernih karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya.

6.1.2 Unit pengadaan steam

Untuk menghasilkan uap air yang digunakan dalam proses, alat yang digunakan adalah boiler atau ketel uap. Dalam hal ini yang digunakan adalah boiler pipa api (*fire tube boiler*), karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Air umpan tidak perlu terlalu bersih karena berada di luar pipa
- Tidak memerlukan plate tebal untuk shell, sehingga harganya lebih murah
- Tidak memerlukan tembok dan batu tahan api
- Pemasangannya murah

Unit – unit pada unit pengadaan steam

- Unit demineralisasi air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{4-} , Cl^- , dan lain-lain dengan

menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (Boiler Feed Water).

Demineralisasi air diperlukan karena air umpan boiler harus memenuhi syarat sebagai berikut:

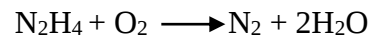
1. Jika steam digunakan sebagai pemanas diharapkan tidak menimbulkan kerak pada kondisi steam yang dikehendaki maupun pada tube heat exchanger, karena hal tersebut dapat mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan dapat mengakibatkan tidak dapat beroperasi sama sekali.
2. Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2 .

Air diumpankan ke kation exchanger untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , dan Al^{3+} . Air yang keluar dari kation exchanger diumpankan ke anion exchanger untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion yang ditemui adalah HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , NO dan SiO_3^{2-} . Air yang keluar selanjutnya dikirim ke unit demineralized water storage sebagai penyimpanan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai BFW.

b. Unit air umpan boiler (*Boiler feed water*)

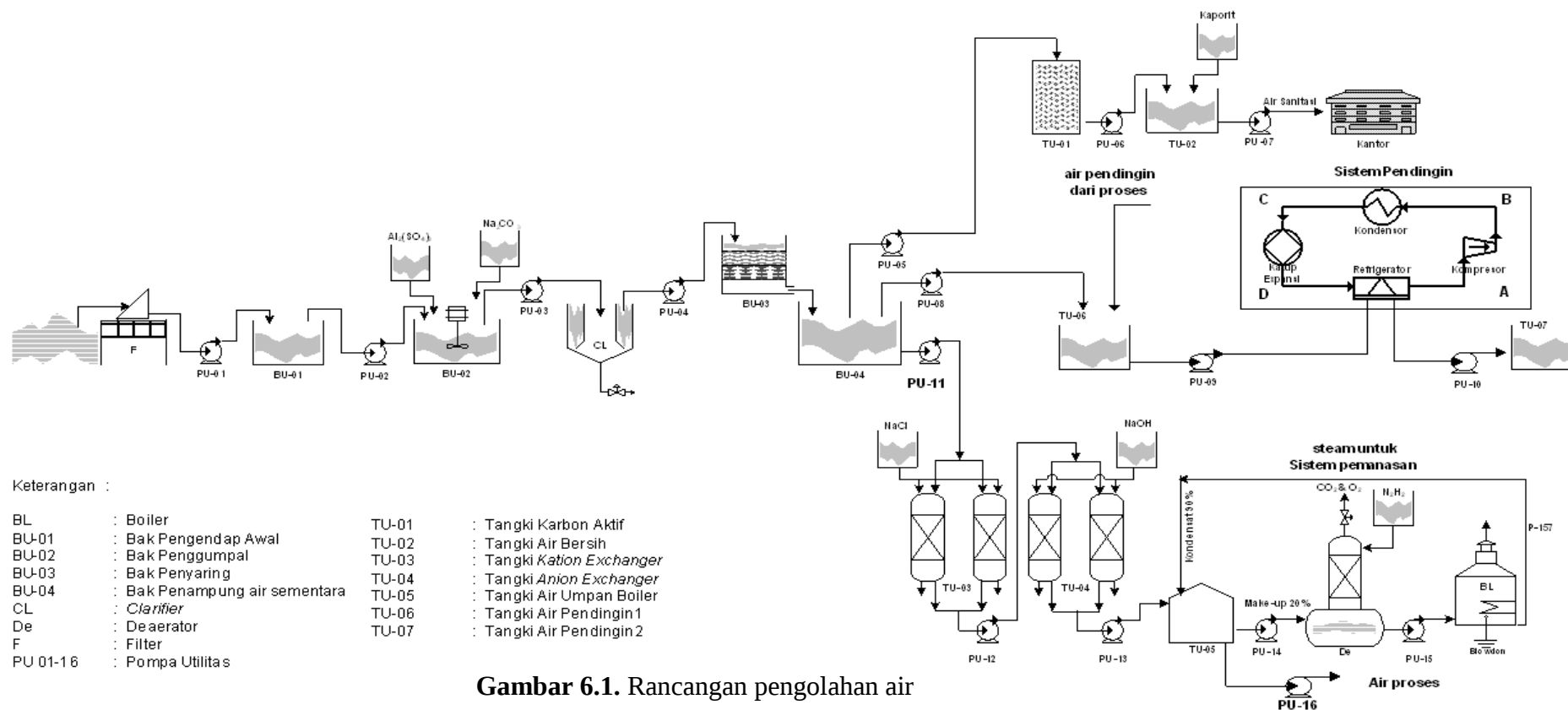
Air yang sudah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen. Gas tersebut dapat menyebabkan korosi, sehingga gas tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu dalam suatu deaerator. Pada deaerator diinjeksikan steam yang berfungsi untuk mengikat O_2 yang terkandung dalam air tidak sepenuhnya dapat menghilangkan kandungan O_2 ,

sehingga perlu ditambahkan Hidrazin. Hidrazin berfungsi mengikat sisa oksigen berdasarkan reaksi berikut :



Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama gas-gas lain dihilangkan melalui stripping dengan uap bertekanan rendah.

6.1.3 Gambar rancangan utilitas



Gambar 6.1. Rancangan pengolahan air

6.1.4 Spesifikasi alat utilitas

a. filter

1. Kode : F-01
2. Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran kecil maupun besar.
3. Lebar : 8 ft
4. Panjang : 10 ft
5. Diameter : 1 cm
6. Air yang diambil dari sungai : 6.448,9623 kg/jam

b. bak pengendap awal

- a. Kode : BU-01
- b. Fungsi : Menampung air yang berasal dari air sungai dan mengendapkan kotoran yang terbawa (ukuran besar) yang tidak tersaring pada saringan kasar dengan waktu tinggal 5 jam.
- c. Bahan : Beton
- d. Jenis : Persegi panjang
- e. Volume : 38,6938 m³
- f. Lebar : 4,2614 m
- g. Panjang : 2,1307 m
- h. Tinggi : 4,2614m

c. bak penggumpal

- a. Kode : BU-02

b. Fungsi : Menyaring dan menggumpalkan kotoran yang terikut dengan waktu tinggal 1 jam.

c. Bahan : Beton

d. Jenis : Silinder horizontal

e. Volume : $7,7388 \text{ m}^3$

f. Diameter : 2,1442 m

g. Tinggi : 2,1442 m

d. clarifier

1. Kode : CL-01

2. Fungsi : Mengendapkan partikel-partikel halus yang ada dalam air tanah dengan waktu tinggal 1 jam.

3. Bahan : Beton

4. Jenis : Silinder terpancung

5. Volume : $7,7388 \text{ m}^3$

6. Tinggi : 3.0480 m

7. Diameter atas : 2,0200 m

8. Diameter bawah : 1,2322 m

e. bak penyaring / sand filter

1. Kode : BU-03

2. Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang belum terendapkan di clarifier

- 3. Bahan : Beton
- 4. Jenis : *Graving Sand Filter*
- 5. Volume : 2,4442 m³
- 6. Diameter : 1,1590 m
- 7. Tinggi : 2,3180 m

f. bak penampung sementara

- 1. Kode : BU-04
- 2. Fungsi : Menampung air yang berasal dari bak penyaringan
- 3. Bahan : Beton
- 4. Jenis : Silinder vertical
- 5. Volume : 5,6751 m³
- 6. Tinggi : 1,9336 m
- 7. Diameter : 1,9336 m

g. tangki karbon aktif

- 1. Kode : TU-01
- 2. Fungsi : Membersihkan air dari bau dan rasa yang kurang sedap
- 3. Jenis : Silinder vertikal
- 4. Volume : 0,0134 m³
- 5. Tinggi : 0,4083 m
- 6. Diameter : 0,2041 m

h. tangki air sanitasi

1. Kode : TU-02
2. Fungsi : Menampung air bersih untuk kebutuhan sehari-hari.
3. Jenis : Silinder vertikal
4. Volume : $187,4880 \text{ m}^3$
5. Tinggi : 4,9245 m
6. Diameter : 9,8489 m

i. cation exchanger

1. Kode : TU-03
2. Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan boiler
3. Jenis : Down Flow Cation Exchanger
4. Resin : Natural Greensand Zeolit
5. Kapasitas : $2,7159 \text{ m}^3/\text{jam}$
6. Diameter : 0,6869 m
7. Tinggi : 1,5245 m

j. anion exchanger

- a. Kode : TU-04
- b. Fungsi : Menghilangkan Anion dari air keluaran kation exchanger
- c. Jenis : Down Flow anion Exchanger
- d. Resin : Synthetic resin Anion Exchanger
- e. Kapasitas : $2,7159 \text{ m}^3/\text{ja}$

f. Diameter : 0,5320 m

g. Tinggi : 1,2204 m

k. dearator

1. Kode : De

2. Fungsi : Menghilangkan Kandungan Gas dalam Air terutama O₂,
CO₂, NH₃, dan H₂S

3. Jenis : Silinder tegak dengan bahan isian

4. Kapasitas : 0,2575 m³/jam

5. Diameter : 0,8 m

6. Tinggi : 1,485 m

l. boiler feed water

1. Kode : TU-05

2. Fungsi : menampung sementara air make up boiler

3. Jenis : Tangki silinder tegak

4. Volume : 20,3693 m³

5. Diameter : 2,6 m

6. Tinggi : 3,9 m

m. Boiler

1. Kode : BL

2. Fungsi : Membuat Steam Jenuh pada suhu 120 °C

3. Jenis : Water Tube Boiler

4. Kapasitas : 2.358,3360 kg/jam

n. pompa utilitas

1. pompa utilitas 01

a. Kode : PU-01

b. Fungsi : mengalirkan air sungai menuju bak pengendap awal

c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*

d. Jenis : Centrifugal pump

e. Jumlah : 2 buah

f. Kapasitas : 9,0776 m³/jam

2. pompa utilitas 02

a. Kode : PU-02

b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari B-01 ke B-02

c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*

d. Jenis : *Centrifugal pump*

e. Jumlah : 2 buah

f. Kapasitas : 9,0776 m³/jam

3. pompa utilitas 03

a. Kode : PU-03

b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari B-02 ke C-01

- c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 9,0776 m³/jam

4. pompa utilitas 04

- a. Kode : PU-04
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari CL ke B-03
- c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283)*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 7,2621 m³/jam

5. pompa utilitas 05

- a. Kode : PU-05
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari B-04 ke TU-01
- c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283)*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 1,3091 m³/jam

6. pompa utilitas 06

- a. Kode : PU-06

- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari T-01 ke T-02
- c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 1,3091 m³/jam

7. pompa utilitas 07

- a. Kode : PU-07
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari T-02 ke kantor dan perumahan
- c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 1,3091 m³/jam

8. pompa utilitas 08

- a. Kode : PU-08
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari B-04 ke B-05
- c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283)*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 7,2621 m³/jam

9. pompa utilitas 09

- a. Kode : PU-09
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari B-05 ke sistem pendingin
- c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 2,4189 m³/jam

10. pompa utilitas 10

- a. Kode : PU-10
- b. Fungsi : mengalirkan air pendingin dari sistem pendingin ke BU-06
- c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 2,4189 m³/jam

11. pompa utilitas 11

- a. Kode : PU-11
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari B-04 ke TU-03
- c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 3,2737 m³/jam

12. pompa utilitas 12

- a. Kode : PU-12
- b. Fungsi : mengalirkan iar proses dari *cation exchanger* ke *anion exchange*
- c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 3,2737 m³/jam

13. pompa utilitas 13

- a. Kode : PU-13
- b. Fungsi : mengalirkan air proses dari anion exchanger ke TU-05
- c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal pumpn*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 3,2737 m³/jam

14. pompa utilitas 14

- a. Kode : PU-14
- b. Fungsi : mengalirkan air demin dari T-05 ke daerator
- c. Bahan : *Carbon Steel (SA 283 C)*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*

- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 3,4524 m³/jam

15. pompa utilitas 15

- a. Kode : PU
- b. Fungsi : mengalirkan air demin dari daerator ke boiler
- c. Bahan : Carbon Steel (SA 283)
- d. Jenis : Centrifugal pump
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 2,6557 m³/jam

16. pompa utilitas 16

- a. Kode : PU-16
- b. Fungsi : mengalirkan air demin dari TU-05 ke Tangki Pencuci dan Mixer 2
- c. Bahan : Carbon Steel (SA 283 C)
- d. Jenis : Centrifugal pump
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 0,2937 m³/jam

6.1.5 Unit pengadaan listrik

Unit pengadaan listrik bertugas untuk menyediakan listrik guna memenuhi kebutuhan pabrik dan kantor. Kebutuhan listrik tersebut dipenuhi dari Perusahaan

Listrik Negara (PLN). Dalam hal ini, karena pabrik dijalankan secara kontinyu, maka untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terjadi digunakan generator set sebagai cadangan. Kebutuhan listrik di pabrik meliputi:

a. Listrik untuk proses

Unit pengadaan listrik bertugas untuk menyediakan listrik guna memenuhi kebutuhan pabrik dan kantor. Kebutuhan listrik tersebut dipenuhi dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Dalam hal ini, karena pabrik dijalankan secara kontinyu, maka untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terjadi digunakan generator set sebagai cadangan.

Kebutuhan listrik di pabrik meliputi:

Tabel 6.5. Kebutuhan listrik untuk proses

Nama dan alat proses	Power, Hp	Jumlah	Σ power, Hp
Mixer 01	2	1	2
Mixer 02	1	1	1
Reaktor	2	1	2
Washing coloum	2	1	2
Centrifuge	0,3333	1	0,3333
Neutralizer	2	1	2
BSFM	2	1	2
Belt conveyor 01	0,44	1	0,44
Belt conveyor 02	0,44	1	0,44
Belt conveyor 03	0,44	1	0,44
Belt conveyor 04	0,44	1	0,44
Belt conveyor 05	0,44	1	0,44
Pompa 01	5	1	5
Pompa 02	1	1	1
Pompa 03	1	1	1
Pompa 04	1	1	1
Pompa 05	1	1	1
Pompa 06	1	1	1
Pompa 07	1	1	1
Pompa 08	1	1	1
Pompa 09	1	1	1

Pompa 10	1	1	1
Pompa 11	1	1	1
Pompa 12	1	1	1
Pompa 13	1	1	1
Pompa 14	1	1	1
Pompa 15	1	1	1
Pompa 16	1	1	1
Pompa 17	1	1	1
Pompa 18	1	1	1
Pompa cadangan	5	1	5
Total			40,5333

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 30,2257 kW

b. Listrik untuk utilitas

Besarnya listrik untuk unit pendukung proses (utilitas) sebagai berikut :

Tabel 6.6. Kebutuhan listrik untuk utilitas

Nama dan alat proses	Power, Hp	Jumlah	Σ power, Hp
Pompa utilitas 01	1	1	1,000
Pompa utilitas 02	1	1	1,000
Pompa utilitas 03	1	1	1,000
Pompa utilitas 04	1	1	1,000
Pompa utilitas 05	1	1	1,000
Pompa utilitas 06	1	1	1,000
Pompa utilitas 07	1	1	1,000
Pompa utilitas 08	1	1	1,000
Pompa utilitas 09	1	1	1,000
Pompa utilitas 10	1	1	1,000
Pompa utilitas 11	1	1	1,000
Pompa utilitas 12	1	1	1,000
Pompa utilitas 13	1	1	1,000
Pompa utilitas 14	1	1	1,000
Pompa utilitas 15	1	1	1,000
Pompa utilitas 16	1	1	1,000
Pompa utilitas cadangan	1	1	1,000
Total			17,0000

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 12,6769 kW

6.1.6 Unit pengadaan bahan bakar

Unit ini bertugas menyediakan atau menyimpan bahan bakar yang digunakan dalam operasi pabrik.

1. Kebutuhan bahan bakar untuk boiler :

- a. Jenis bahan bakar : Solar
- b. *Heating value* : 39.000,0469 kJ/kg
- c. Efisiensi bahan bakar : 80 %
- d. Densitas bahan bakar : 809,9896 kg/m³
- e. Kapasitas input boiler : 5.581.546,1036
- f. Kebutuhan : 0,2209 m³/jam

2. Kebutuhan bahan bakar untuk generator set :

- a. Jenis bahan bakar : Solar
- b. *Heating value* : 39.000,0469 kJ/kg
- c. Efisiensi bahan bakar : 80 %
- d. Densitas bahan bakar : 809,9896 kg/m³
- e. Kapasitas input generator : 1.706.484,6416 Btu/jam
- f. Kebutuhan : 0,0712 m³/jam

6.1.7 Unit pengadaan udara tekan

Udara tekan digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Pengolahan udara ini adalah pengolahan udara yang bebas dari air, bersifat kering, bebas minyak dan tidak mengandung partikel-partikel lainnya.

Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol pneumatic. Kebutuhan setiap alat kontrol pneumatic sekitar 25,2 L/menit (Considine, 1970). Kebutuhan udara tekan diperkirakan 50 m³/jam. Alat untuk penyediaan udara tekan berupa kompressor.

6.1.8 Unit pengolahan limbah

Limbah yang dihasilkan dalam pabrik ini adalah limbah cair, yaitu campuran zat organik seperti etil asetat, etanol, asam asetat dan zat anorganik seperti asam sulfat. Pengolahan bahan buangan cair meliputi :

1. Air yang mengandung zat organik dan anorganik
2. Buangan air sanitasi
3. Back wash filter, air berminyak dari pelumas pompa
4. Sisa regenerasi
5. Blow down cooling water

Air buangan sanitasi dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi klorin. Klorin ini berfungsi untuk disinfektan, yaitu membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi yang mengandung NaOH dinetralkan dengan menambahkan H_2SO_4 . Hal ini dilakukan jika pH air buangan lebih dari tujuh (7). Jika pH air buangan kurang dari tujuh ditambahkan NaOH.

Air yang berminyak, yang berasal dari buangan pelumas pompa diolah atau dipisahkan dari air dengan cara perbedaan berat jenisnya. Minyak dibagian atas dialirkan ke penampungan terakhir, kemudian dibuang.

6.2 Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan peran yang lain adalah mengendalikan pencemaran lingkungan, baik limbah gas, cair maupun padat. Limbah cair berupa air limbah hasil proses.

Laboratorium kimia adalah sarana untuk mengadakan penelitian bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atau mutu produk dari perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan proses serta produk. Tugas laboratorium antara lain :

- a. Memeriksa bahan baku yang akan digunakan
- b. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
- c. Menganalisa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik
- d. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi

Dalam upaya pengendalian mutu produk, Adapun analisa pada proses pembuatan etil asetat ini adalah sebagai berikut:

- a. Bahan baku yang berupa CPO, NaOH, NaCl, *stearic acid*, EDTA, Na₂SO₄, dan parfum yang dianalisa meliputi warna, densitas, viskositas, specific gravity, titik didih dan kemurnian masing-masing bahan baku.
- b. Produk, yang dianalisa meliputi berat jenis sabun, dan kadar pengotor.

Analisa untuk unit utilitas meliputi:

- a. Air proses penjernihan, yang dianalisa pH, SiO₂, Ca sebagai CaCO₃, sulfur sebagai SO₄⁻, clor sebagai Cl₂ dan zat padat terlarut.
- b. Air bebas mineral, analisa sama dengan penukar ion.
- c. Air minum yang dianalisa pH, bau, kekeruhan

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik dibagi menjadi tiga (3) bagian :

- a. Laboratorium pengamatan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua aliran yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan ‘certificate of quality’ untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

- b. Laboratorium analitik

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku dan produk akhir.

- c. Laboratorium penelitian dan pengembangan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material dalam proses dalam meningkatkan hasil akhir.

6.3 Kesehatan Dan Keselamatan

Keselamatan kerja merupakan hal penting bagi perlindungan tenaga kerja yang berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan dan proses pengolahan, tempat kerja, lingkungannya serta cara pengerjaannya.

Tujuan keselamatan kerja :

- a. Melindungi tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi
- b. Menjamin keselamatan orang lain yang berada di lingkungan kerja
- c. Memelihara sumber produksi dan dipergunakan secara aman di lingkungan kerja

Untuk pelaksanaan program keselamatan kerja, disediakan perlengkapan pakaian seragam kerja untuk tiap-tiap karyawan. Selain itu perusahaan juga menyediakan alat-alat pelindung diri yang disesuaikan dengan kondisi dan jenis pekerjaan. Peralatan safety (*Safety Equipment*) harus dipakai oleh setiap karyawan yang berada di plant atau daerah proses. Perlengkapan safety yang harus dipakai :

- a. Sepatu safety
- b. *Safety Goggle* (kacamata safety)
- c. *Ear muff* / *Ear plug*, yaitu penutup telinga yang dipakai untuk mengurangi suara bising dari mesin

- d. *Safety Helmet*, yaitu alat pelindung kepala
- e. Masker, yaitu penutup hidung dan mulut untuk menyaring udara yang dihisap
- f. *Breathing apparatus*, yaitu alat bantu pernafasan dimana dipakai jika udara sekeliling kotor sekali atau beracun.

Adapun tindakan pencegahan yang dilakukan oleh perusahaan antara lain:

- a. Penyediaan alat pencegah kebakaran dan kebocoran
- b. Pemberian penerangan, latihan, dan pembinaan agar setiap pekerja yang ada di tempat dapat mengetahui cara melakukan pencegahan jika terjadi kecelakaan, kebakaran, peledakan, dan kebocoran pipa yang berisi zat berbahaya
- c. Pemberian penerangan mengenai pertolongan pertama pada kecelakaan

BAB VII

ORGANISASI DAN TATA LETAK

7.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik etil asetat yang akan didirikan direncanakan mempunyai:

- Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)
- Lapangan Usaha : Industri Sabun Mandi
- Lokasi Perusahaan : Dumai, Riau, Riau, Indonesia

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut:

- a. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- b. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staffnya yang diawasi oleh dewan komisaris, sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staffnya atau karyawan perusahaan.
- c. Efisiensi dari manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.

- d. Lapangan usaha lebih luas, PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
- e. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
- f. Mudah mendapatkan kredit bank dengan jaminan perusahaan yang ada.
- g. Mudah bergerak dipasar modal.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) yaitu perseroan terbatas didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham. Pemiliknya adalah para pemegang saham serta yang memilih suatu direksi yang memimpin jalannya perusahaan. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi tersebut dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

7.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan kerangka dasar suatu perusahaan. Untuk mendapat sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman, yang antara lain adalah perumusan tujuan perusahaan jelas, pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem lini dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja

seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada pimpinan yang terdiri dari Direktur Utama dan Direktur yang disebut Dewan Direksi. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada Rapat Anggota Tahunan.

Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini sebagai berikut :

7.2.1 Pemegang saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang :

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- b. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

7.2.2 Dewan komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
- b. Mengawasi tugas-tugas direktur
- c. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

7.2.3 Direktur

- a. Direktur Utama

Tugas : Memimpin kegiatan perusahaan secara keseluruhan, menerapkan sistem kerja dan arah kebijaksanaan perusahaan serta bertanggung jawab penuh terhadap jalannya perusahaan.

- b. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas : Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

- c. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, dan keselamatan kerja.

7.2.4 Staf ahli dan litbang

Staf ahli dan litbang terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu manajer dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahlian masing-masing.

Tugas dan wewenang Staf Ahli :

- a. Memberi nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan
- b. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan
- c. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum

7.2.5 Kepala bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh perusahaan. Kepala bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama, kepala bagian terdiri dari :

- a. Kepala Bagian Proses

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang proses produksi

- b. Kepala Bagian Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang penyediaan utilitas.

c. Kepala Bagian Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang pengolahan limbah.

d. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

e. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan yang berhubungan dengan pengembangan perusahaan, pengawasan mutu, serta keselamatan kerja.

f. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

g. Kepala Bagian Umum

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan.

7.2.6 Karyawan

a. Karyawan Proses

Tugas : Bertanggung jawab atas kelancaran proses produksi.

b. Karyawan Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

c. Karyawan Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pengolahan limbah buangan pabrik.

d. Karyawan Laboratorium dan Pengendalian mutu

Tugas : Menyelenggarakan pemantauan hasil (mutu) dan pengolahan limbah

e. Karyawan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

f. Karyawan Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab atas pembelian barang-barang untuk kelancaran produksi bertanggung jawab terhadap pembukuan seta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

g. Karyawan Pemeliharaan dan Bengkel

Tugas : Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

h. Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas : Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

i. Karyawan Humas dan Keamanan

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, serta mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

7.3 Sistem Kepegawaian Dan Sitem Gaji

7.3.1 Sistem kepegawaian

Pada pabrik sabun mandi ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian.

Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

a. Karyawan tetap

Yaitu Karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b. Karyawan harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c. Karyawan borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan.

7.3.2 Sistem gaji

Sistem gaji Perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

a. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap. Besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

b. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam yang telah ditetapkan. Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Perincian golongan dan gaji pegawai sebagai berikut :

Tabel 7.1. Daftar gaji karyawan

No	Jabatan	Klasifikasi	Jumlah	Gaji/bulan	Gaji/tahun
1	Direktur Utama	S2 – T. Kimia	1	25.000.000,00	300.000.000,00
2	Direktur Teknik dan Produksi	S2 – T. Kimia	1	20.000.000,00	240.000.000,00
3	Direktur Keuangan dan Umum	S2 – Ekonomi	1	20.000.000,00	240.000.000,00
4	Staf Ahli dan Litbang	S1 – T. Kimia	2	10.000.000,00	240.000.000,00
5	Kepala Bagian Proses	S1 – T. Kimia	1	6.000.000,00	72.000.000,00
6	Kepala Bagian Utilitas	S1 – T. Kimia	1	6.000.000,00	72.000.000,00
7	Kepala Bagian Pengolahan Limbah	S1 – T. Kimia	1	6.000.000,00	72.000.000,00
8	Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	S1 – T. Elektro	1	6.000.000,00	72.000.000,00
9	Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu	S1 – T. Kimia	1	6.000.000,00	72.000.000,00
10	Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran	S1 – Ekonomi	1	6.000.000,00	72.000.000,00
11	Kepala Bagian Umum	S1 – Ekonomi	1	6.000.000,00	72.000.000,00
12	Kasi Unit Proses	S1 – T. Kimia	2	5.000.000,00	120.000.000,00
13	Kasi Unit Utilitas	S1 – T. Kimia	2	5.000.000,00	120.000.000,00
14	Kasi Unit Pengolahan Limbah	S1 – T. Kimia	1	5.000.000,00	60.000.000,00
15	Kasi Unit Laboratorium	D3 – Analis Kimia	1	5.000.000,00	60.000.000,00
16	Kasi Unit Pemeliharaan	D3 – T. Mesin	1	5.000.000,00	60.000.000,00

17	Kasi Unit Keamanan	SLTA	1	3.500.000,00	42.000.000,00
18	Kasi Unit Humas	S1	1	5.000.000,00	60.000.000,00
19	Kasi Unit Personalia	S1	1	5.000.000,00	60.000.000,00
20	Kasi Unit Pemasaran	S1	1	5.000.000,00	60.000.000,00
21	Kasi Unit Keuangan	S1	1	5.000.000,00	60.000.000,00
22	Karyawan Unit Proses	D3 – T. Kimia	16	4.000.000,00	768.000.000,00
23	Karyawan Unit Utilitas	D3 – T. Kimia	12	4.000.000,00	576.000.000,00
24	Karyawan Unit Pengolahan Limbah	D3 – T. Kimia	8	4.000.000,00	384.000.000,00
25	Karyawan Unit Laboratorium dan Pengendalian Mutu	D3 – T. Kimia/MIPA	8	4.000.000,00	384.000.000,00
26	Karyawan Unit Pemasaran	D3 – Ekonomi	3	4.000.000,00	144.000.000,00
27	Karyawan Unit Keuangan	D3 – Ekonomi	3	4.000.000,00	144.000.000,00
28	Karyawan Unit Pemeliharaan dan Bengkel	D3 – T. Mesin	6	4.000.000,00	288.000.000,00
29	Karyawan Unit Humas	D3– Komunikasi	2	3.000.000,00	72.000.000,00
30	Karyawan Unit Keamanan	SLTA	12	3.000.000,00	432.000.000,00
31	Dokter	S1 – Kedokteran	2	8.500.000,00	204.000.000,00
32	Perawat	D3 – Perawat	3	4.000.000,00	144.000.000,00
33	Sopir	SLTA	5	3.000.000,00	180.000.000,00
34	Cleaning Service	SLTA	6	3.000.000,00	216.000.000,00
Total			110	6.162.000.000,00	

7.3.3 Pembagian jam kerja karyawan

Pabrik sabun mandi beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan shut down. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam 2 golongan, yaitu :

a. Karyawan non-shift

Karyawan non-shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Termasuk karyawan harian yaitu direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang ada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

1. Jam kerja :

- a. Hari Senin-Jum'at : Jam 07.00-15.00
- b. Hari Sabtu : Jam 07.00-12.00

2. Jam istirahat :

- a. Hari Senin-Kamis : Jam 12.00-13.00
- b. Hari Jumat : Jam 11.00-13.00

b. Karyawan Shift/Ploog

Karyawan shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift antara lain seksi proses, sebagian seksi laboratorium, seksi

pemeliharaan, seksi utilitas dan seksi keamanan. Para karyawan shift akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut :

1. Karyawan produksi dan teknik :

- a. Shift pagi : Jam 07.00-15.00
- b. Shift siang : Jam 15.00-23.00
- c. Shift malam : Jam 23.00-07.00

2. Karyawan Keamanan :

- a. Shift pagi : Jam 06.00-14.00
- b. Shift siang : Jam 14.00-22.00
- c. Shift malam : Jam 22.00-06.00

Untuk karyawan shift ini akan dibagi dalam 4 regu di mana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya.

Tabel 7.2. Pembagian shift karyawan

Hari ke- Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	P	S	M	L	P	S	M	L	P	S	M	L
2	S	M	L	P	S	M	L	P	S	M	L	P
3	M	L	P	S	M	L	P	S	M	L	P	S
4	L	P	S	M	L	P	S	M	L	P	S	M

Keterangan :

P = Shift pagi M = Shift malam

S = Shift siang L = Libur

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi dan masalah absensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

7.4 Kesejahteraan Karyawan

Untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan dan keluarganya, perusahaan memberikan fasilitas-fasilitas penunjang seperti: tunjangan, fasilitas kesehatan, transportasi, koperasi, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), cuti, dan lain-lain.

a. Tunjangan

1. Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
2. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan
3. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

b. Cuti

1. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
2. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

c. Pakaian kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya

d. Pengobatan

1. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang
2. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan.

7.5 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dalam suatu perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk jadi dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian, dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga

penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

7.5.1 Perencanaan produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal
2. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik

Ada 3 alternatif yang bisa diambil, yaitu :

1. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi
2. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya
3. Mencari daerah pemasaran lain

b. Kemampuan pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

1. Material/bahan baku

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

2. Manusia/tenaga kerja

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar ketrampilan meningkat.

3. Mesin/peralatan

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

7.5.2 Pengendalian proses

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

a. Pengendalian kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor/analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

b. Pengendalian kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

c. Pengendalian waktu

Untuk mencapai tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian bahan proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

7.6 Tata Letak (Lay Out) Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik didasarkan atas pertimbangan nilai praktis dan menguntungkan, baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Perencanaan lay

out pabrik meliputi perencanaan area penyimpanan, area proses dan handling area.

Secara garis besar lay out pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama yaitu:

- a. Daerah administrasi atau perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol.
 1. Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi
 2. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan di proses serta produk yang dijual.
- b. Daerah proses merupakan daerah tempat-tempat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung.
- c. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi
- d. Daerah utilitas merupakan daerah kegiatan penyediaan air, steam, udara tekan dan listrik.

Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain:

- a. Penyediaan bahan baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan, jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri.

b. Pemasaran

Sabun merupakan bahan yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat sebagai produk utama yang digunakan sebagai perlengkapan mandi.

c. Ketersediaan energi dan air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik baik untuk air proses, pendingin atau kebutuhan lainnya. Sumber air biasanya berupa sungai, laut atau danau. Energi merupakan faktor utama dalam operasional pabrik.

d. Ketersediaan tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi.

e. Kondisi geografis dan social

Lokasi pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, gempa bumi). Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi pabrik yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

f. Luas area yang tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia, jika harga tanah amat tinggi maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain.

g. Fasilitas dan transportasi

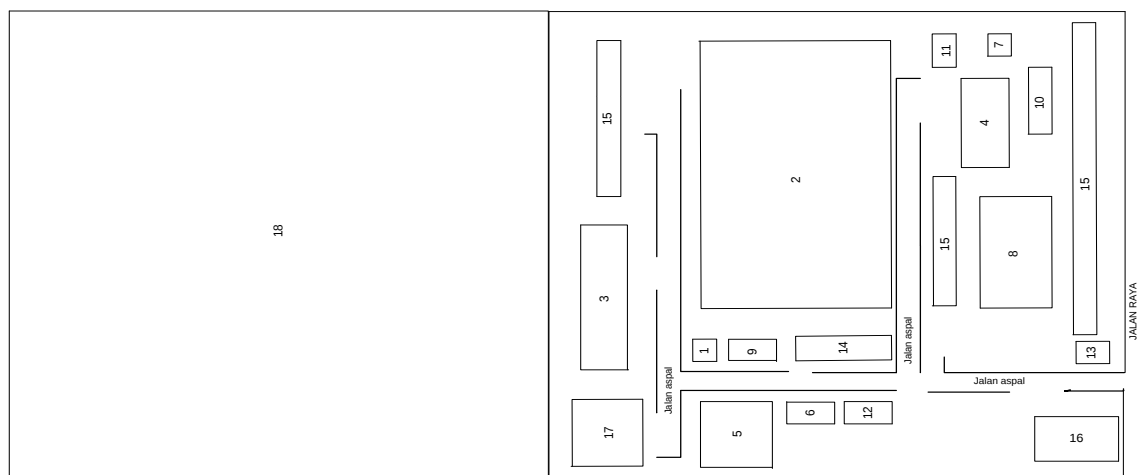
h. Keamanan negara

Adapun luas tanah sebagai bangunan pabrik seperti terlihat dalam tabel di bawah ini :

Tabel 7.3. Luas bangunan pabrik

No	Nama bangunan	Ukuran (m)	Luas (m ²)
1.	Kantor	30 x 20	600
2.	Gedung Pertemuan	12 x 12	144
3.	Perpustakaan	12 x 8	96
4.	Masjid	10 x 5	50
5.	Kantin	15 x 10	150
6.	Poliklinik	10 x 10	100
7.	Kamar mandi	(7x3)+(10x11)	131
8.	Pos keamanan	9 x 4	36
9.	Tempat paker	20 x 25	500
10.	Pengolahan limbah	(10x20)x(10x29)	490
11.	K3	11 x 11	121
12.	LAB	10 x 11	110
13.	Ruang control	12 x 11	132

14.	Pemadam kebakaran	10 x 11	110
15.	Utilitas	10 x 45	450
16.	Area proses	25 x 45	1125
17.	Bengkel	22 x 10	220
18.	Taman	$(2 \times 55) + (15 \times 9) + (3 \times 23)$	519
19.	Gudang	10 x 10	100
20.	Area perluasan	30 x 57	1710
20.	Area perluasan	30 x 57	1710
21.	Parkir truk	29 x 25	725
22.	Jalan		1831
Total luas bangunan			9450



Gambar 7.1. Lay out pabrik

Keterangan :

- | | |
|------------------------|-------------------|
| 1. Bengkel | 10. Masjid |
| 2. Daerah Proses | 11. Perpustakaan |
| 3. Daerah Utilitas | 12. Poliklinik |
| 4. Gedung Pertemuan | 13. Pos Keamanan |
| 5. Gudang | 14. Ruang Kontrol |
| 6. K3 dan Fire Hidrant | 15. Taman |
| 7. Kantin | 16. Tempat Parkir |

8. Kantor

17. Unit Pengolahan Limbah

9. Laboratorium

18. Area pengembangan

7.7 Tata Letak Alat

Pengaturan tata letak peralatan proses pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik dapat efisien dan proses produksi dan distribusi dapat berjalan lancar. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan adalah:

a. Ekonomi

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin sehingga memberikan biaya konstruksi dan operasi yang minimal. Biaya konstruksi dapat diminimalkan dengan mengatur letak alat sehingga menghasilkan pemipaan yang terpendek dan membutuhkan bahan konstruksi paling sedikit.

b. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan elevasi pipa untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian 3 m atau lebih dan untuk untuk pemipaan pada permukaan tanah harus diatur agar tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

c. Kebutuhan proses

Letak alat harus memberikan ruangan yang cukup bagi masing-masing alat agar dapat beroperasi dengan baik dengan distribusi utilitas yang mudah.

d. Operasi

Peralatan yang membutuhkan lebih dari satu operator harus diletakkan dekat dengan control room. Valve, tempat pengambilan sampel dan instrumen harus diletakkan pada posisi dan ketinggian yang mudah dijangkau oleh operator.

e. Perawatan

Letak alat proses harus memperhatikan ruangan untuk perawatan. Misalnya pada heat exchanger yang memerlukan ruangan yang cukup untuk pembersihan tube.

f. Keamanan

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin, agar jika terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap didalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

g. Perluasan dan pengembangan pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan

h. Lalu lintas manusia

Penempatan alat proses harus diatur sedemikian rupa sehingga pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah dan apabila terjadi gangguan alat proses dapat segera diatasi.

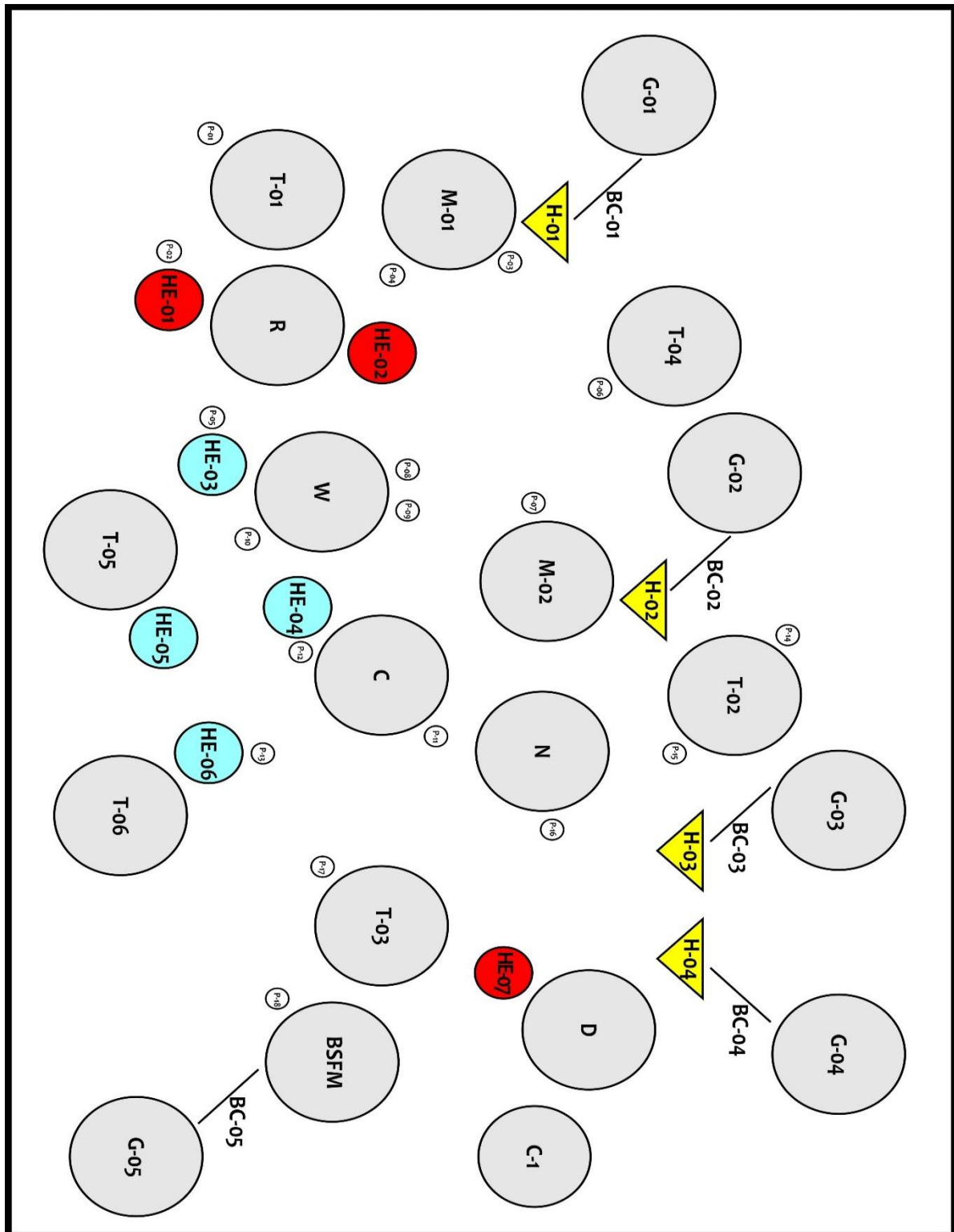
i. Aliran udara dan cahaya

Aliran udara didalam dan di sekitar alat proses perlu diperhatikan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya. Penerangan seluruh pabrik harus memadai terutama pada tempat proses yang berbahaya.

Tujuan perancangan tata letak alat-alat proses antara lain:

- a. Kelancaran produksi dapat terjamin
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
- c. Biaya material handling menjadi rendah sehingga urusan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.
- d. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja sehingga produktifitas meningkat.

Berikut ini gambaran tata letak peralatan :



Gambar 7.2. Tata letak alat

Keterangan :

T – 01	: Tangki penyimpan CPO
T – 02	: Tangki penyimpan <i>stearic acid</i>
T – 03	: Tangki penyimpan parfum
T – 04	: Tangki penyimpan air
T – 05	: Tangki penyimpan gliserol
T – 06	: Tangki penampung air limbah sementara
G – 01	: Gudang NaOH
G – 02	: Gudang NaCl
G – 03	: Gudang EDTA
G – 04	: Gudang Na ₂ SO ₄
G – 05	: Gudang produk
R	: Reaktor
W	: <i>Washing coloum</i>
C	: <i>centrifuge</i>
N	: <i>neutralizer</i>
D	: <i>Vacuum dryer</i>
CY	: <i>cyclone</i>
BSFM	: <i>Bar soap finishing machine</i>
HE – 01, HE – 02, HE – 07	: Heater
HE – 03 sampai HE – 06	: Cooler
H – 01 sampai H 04	: Hopper

B – 01 sampai B – 05 : *Belt conveyor*

P – 01 sampai P – 18 : Pompa proses

BAB VIII

EVALUASI EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak jika didirikan.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

- a. Modal (Capital Investment)
 1. Modal tetap (Fixed Capital Investment)
 2. Modal kerja (Working Capital Investment)
- b. Biaya Produksi (Manufacturing Cost)
 1. Biaya produksi langsung (Direct Manufacturing Cost)
 2. Biaya produksi tidak langsung (Indirect Manufacturing Cost)
 3. Biaya tetap (Fixed Manufacturing Cost)
- c. Pengeluaran Umum (General Expenses)
- d. Analisis kelayakan
 1. Percent Return On Investment (ROI)
 2. Pay Out Time (POT)
 3. Break Even Point (BEP)
 4. Shut Down Point (SDP)
 5. Discounted Cash Flow (DCF)

Dasar Perhitungan :

Kapasitas produksi : 10.000 ton/tahun

Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
Umur alat : 10 tahun
Nilai kurs : 1 US \$ = Rp 13.131,00

(krusdolarhariini.net, 27 Juli 2016)

Tahun evaluasi : 2014
Upah buruh Indonesia : Rp 20.000,00/man hour

(Peters & Timmerhaus, 2003)

Pabrik beroperasi selama satu tahun produksi adalah 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2014. Di dalam analisis ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisis. Untuk mencari harga pada tahun analisis, maka dicari index pada tahun analisis.

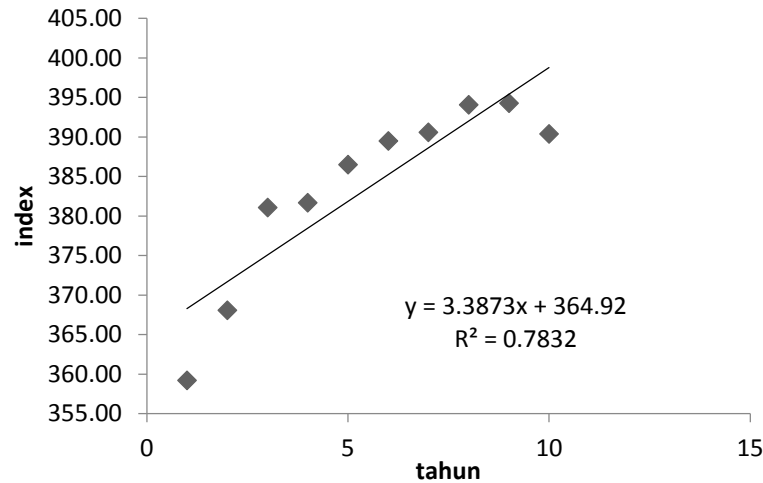
Asumsi kenaikan harga dianggap linier, dengan menggunakan program excel dapat dicari persamaan linier yaitu :

Tabel 8.1. *Cost index chemical palnt*

Tahun	Tahun ke	Index
1993	1	359,20
1994	2	368,10
1995	3	381,10
1996	4	381,70
1997	5	386,50
1998	6	389,50
1999	7	390,60
2000	8	394,10
2001	9	394,30
2002	10	395,60

(Peters & Timmerhaus, 2003)

Dari table cost index tahun 1993-2002 diperoleh persamaan linear $y = 3,387x + 364,9$, maka dengan demikian dapat dicari cost index pada tahun 2020



Gambar 8.1. Grafik hubungan tahun dengan *Cost index*

Persamaan yang diperoleh adalah $y = 3,387x + 354,9$ dengan menggunakan persamaan di atas dapat dicari harga index pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2020 adalah :

$$y = 3,387x + 354,9 = 459,7360$$

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi dengan persamaan:

$$Ex = Ey \times Nx / Ny$$

Dalam hubungan ini :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2020

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (tahun 2014)

Nx : Index harga pada tahun 2020

Ny : Index harga pada tahun referensi (tahun 2014)

8.1 Perhitungan biaya

A. Investasi Modal (Capital Investment)

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya.

1. Modal Tetap (Fixed Capital Investment)

Modal tetap adalah investmentasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya.

2. Modal Kerja (Working Capital Investment)

Modal kerja adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

B. Biaya Produksi (Manufacturing Cost)

Manufacturing cost merupakan jumlah dari semua biaya langsung, maupun tidak langsung dan biaya-biaya tetap yang timbul akibat pembuatan suatu produk.

Manufacturing Cost meliputi:

1. Biaya produksi langsung (Direct cost) adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.
2. Biaya produksi tak langsung (Indirect cost) adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karena operasi pabrik.
3. Biaya tetap (*Fixed cost*) merupakan biaya yang tidak tergantung waktu maupun jumlah produksi, meliputi : depresiasi, pajak asuransi dan sewa.

C. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

General expenses meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

D. Analisis Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan. Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan :

1. *Percent Return On Investment (ROI)*

Percent Return On Investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi.

$$\text{Prb} = (\text{Pb} \times \text{ra}) / \text{If} \quad \text{Pra} = (\text{Pra} \times \text{ra}) / \text{If}$$

Dengan : Prb = ROI sebelum pajak

Pra = ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

If = fixed capital investment

2. *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

$$\text{POT} = \text{If} / (\text{Pb} \times \text{rb} + 0,1 \times \text{Fa})$$

3. Break Even Point (BEP)

Break Even Point adalah titik impas di mana pabrik tidak mempunyai suatu keuntungan.

$$\text{BEP} = (\text{Fa} + 0,3\text{Ra}) / (\text{Sa} - \text{Va} - 0,7\text{Ra}) \times 100\%$$

Dimana : Sa = penjualan produk

Ra = regulated cost

Va = variable cost

Fa = fixed manufacturing cost

4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah dimana pabrik mengalami kerugian sebesar fixed cost sehingga pabrik harus ditutup .

$$\text{SDP} = 0,3\text{Ra} / (\text{Sa} - \text{Va} - 0,7\text{Ra}) \times 100\%$$

8.2 Total Fixed capital investment

Tabel 8.2. Total fixed capital investment

FIXED CAPITAL INVESMENT	Rp
PEC	10.337.507.621
Instalasi	4.445.128.277,06
Pemipaan	8.270.006.096,85
Instrument	3.101.252.286,32
Listrik	2.584.376.905,27
Tanah + jalan	22.756.875.000,00
Bangunan	77.426.000.000,00
Utilitas	14.913.423.212,26
Jumlah PPC	143.834.569.398,83
<i>Engineering & Contruction, 20%</i>	28.766.913.879,77
Jumlah DPC	172.601.483.278,59
<i>Contractor's fee, 15%</i>	25.890.222.491,79
<i>Contingency, 15%</i>	25.890.222.491,79
Jumlah FCI	224.381.928.262,17

8.3 Working capital

Tabel 8.3. Working capital

Working Capital (MODAL KERJA)				
Persediaan bahan baku	$1/12 \times \text{bahan baku}$	=	Rp	8.116.076.033,62
Bahan baku dlm proses	$0.5/330 \times \text{manufacturing}$	=	Rp	471.709.306,26
Biaya sebelum terjual	$1/12 \times \text{manufakturing}$	=	Rp	25.944.011.844,12
Persediaan uang	$1/12 \times \text{manufakturing}$	=	Rp	25.944.011.844,12
JUMLAH	=	WC (WORKING CAPITAL) =	Rp	60.475.809.028,12

8.4 Manufacturing cost

Tabel 8.4. Total Manufacturing cost

Manufacturing Cost	Rp
Bahan Baku	97.392.912.403,4725
Buruh(Labor)	6.162.000.000,0000
Supervisi	924.300.000,0000
Perawatan	11.219.096.413,1084
Plant Suplies	1.682.864.461,9663
Royalty	8.426.108.008,1820
Utilitas	127.134.817.342,4030
Direct Manufacturing Cost	252.942.098.629,1320
Payroll	1.232.400.000,0000
Laboratorium	1.232.400.000,0000
Plant Overhead	4.313.400.000,0000
Packed	22.438.192.826,2168
Indirect Manufacturing Cost	29.216.392.826,2168
Depresiasi	22.438.192.826,2168
Pajak	4.487.638.565,2434
Asuransi	2.243.819.282,6217
Fixed Manufacturing Cost	29.169.650.674,0818
Total Manufacturing Cost	311.328.142.129,4300

8.5 General Expense

Tabel 8.5. General expense

General Expense			
Administrasi	3% MC	Rp	9.339.844.263,88
Sales	5% MC	Rp	15.566.407.106,47
Riset	5% MC	Rp	15.566.407.106,47
JUMLAH = Total general Expense =		Rp	40.472.658.476,83

8.6 Analisa Ekonomi

Total Biaya Produksi = Manufacturing Cost + General Expense

= Rp 351.800.800.606,26

Penjualan (Sa) = Rp 421.305.400.409,10

Total Cost = Rp 351.800.800.606,26

Keuntungan sebelum pajak = Rp 69.504.599.802,84

Keuntungan sesudah pajak = Rp 48.653.219.861,99

Pajak 30% dari keuntungan = Rp 20.851.379.940,85

8.6.1 Retrun on investment (ROI)

Salah satu cara yang paling umum untuk menganalisis keuntungan dari suatu pabrik baru adalah percentreturn on investment yaitu kecepatan tahunan dimana keuntungan-keuntungan akan mengembalikan investasi (modal). Dalam bentuk dasar ROI dapat didefinisikan sebagai rasio (perbandingan) yang dinyatakan dalam prosentase dari keuntungan tahunan dengan investasi modal.

$$Prb = Pb/If$$

$$Pra = Pa/If$$

Dengan : Prb = ROI sebelum pajak

Pra = ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

If = fixed capital investment

$$Prb = \frac{69.504.599.802,84}{227.924.694.487,65} \times 100\% = 30,976 \%$$

Jadi ROI sebelum pajak = 30,976 %

$$Pra = \frac{48.653.219.861,99}{227.924.694.487,65} \times 100\% = 21,683 \%$$

Jadi ROI sesudah pajak = 21,683 %

8.6.2 Pay Out Time (POT)

Pay out time adalah jangka waktu pengembalian modal yang ditanam berdasarkan keuntungan yang dicapai.

$$POT = \frac{If}{Pb + 0,1If} = 2,440$$

Jadi POT sebelum pajak = 2,5 tahun

$$POT = \frac{If}{Pa + 0,1If} = 3,156$$

Jadi POT sesudah pajak = 3 tahun

8.6.3 Break event point (BEP)

Break even point merupakan titik batas suatu pabrik dapat dikatakan tidak untung tidak rugi. Dengan kata lain, *break even point* merupakan kapasitas produksi yang menghasilkan harga jual sama dengan total cost.

a. *Fixed cost*

Tabel 8.6. Fixed cost

Fixed Cost (Fa)		Rp
Depreciation	Rp	22.438.192.826,22
Pajak	Rp	4.487.638.565,24
Insurance	Rp	2.243.819.282,62
Total	Rp	29.169.650.674,08

b. *Variable cost*

Tabel 8.7. Variable cost

Variable cost (Va)		Rp
Bahan Baku	Rp	97.392.912.403,47
Royalty and Patent	Rp	8.426.108.008,18
Utilitas	Rp	127.134.817.342,40
Packaging and Shipping	Rp	22.438.192.826,22
Total		255.392.030.580,27

c. *Regulated cost*

Tabel 8.8. Regulated cost

Regulateted Cost (Ra)		Rp
<i>Labour</i>	Rp	6.162.000.000,00
<i>Maintenance</i>	Rp	11.219.096.413,11
<i>Plant Suplies</i>	Rp	1.682.864.461,97
<i>Labolatory</i>	Rp	1.232.400.000,00
<i>Payroll Overhead</i>	Rp	1.232.400.000,00
<i>Plant Overhead</i>	Rp	4.313.400.000,00
<i>General Expense</i>	Rp	40.472.658.476,83
Total	Rp	66.314.819.351,90

$$BEP = \frac{Fa + 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\% = 41,060$$

8.6.4 Shut down point (SDP)

Shut down point adalah suatu titik di mana pabrik merugi sebesar fixed cost.

$$SDP = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\% = 16,649 \%$$

8.6.5 Discounted Cash flow (DCF)

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan “*Discounted Cash Flow*” merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

Dimana :

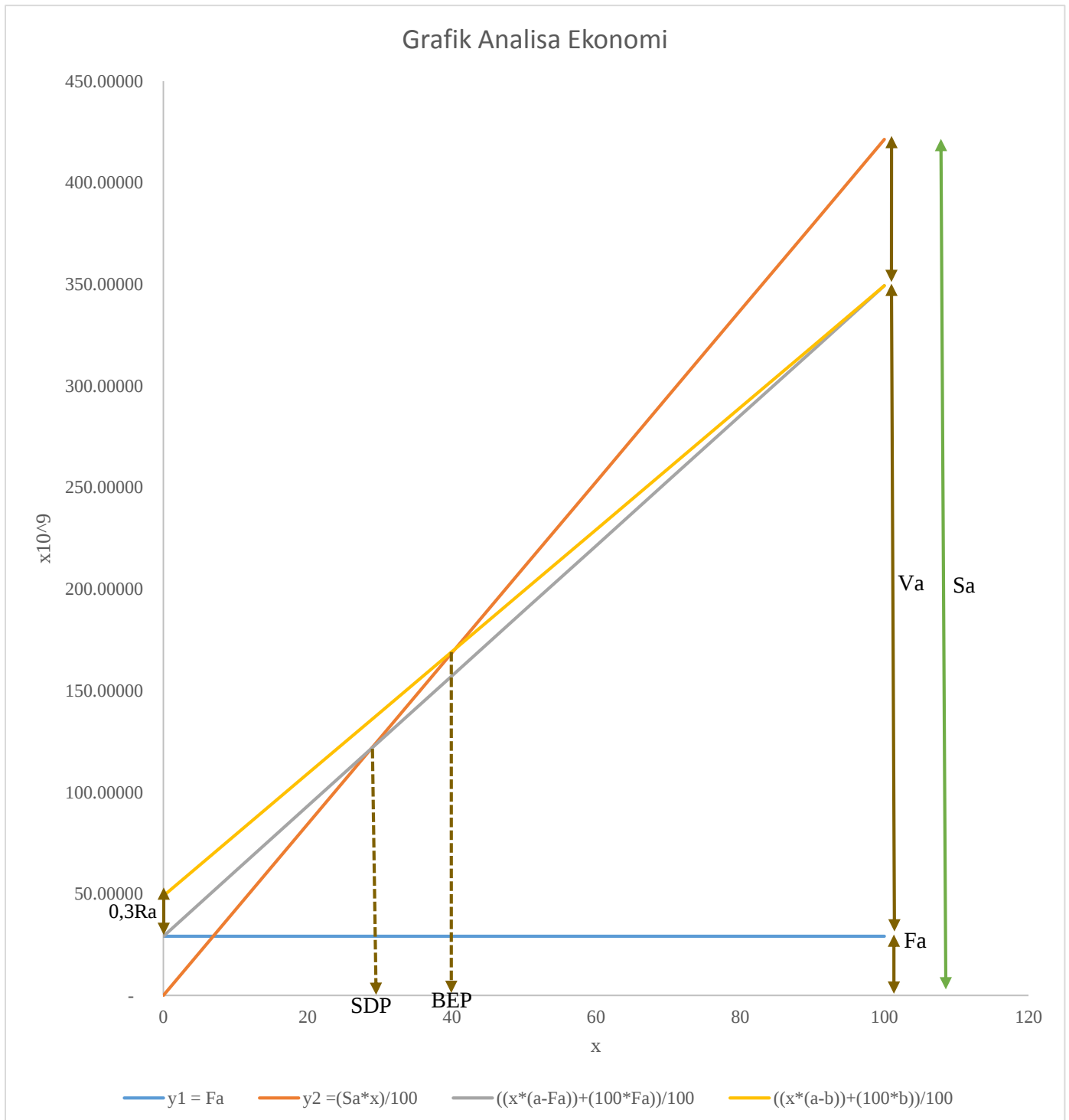
$C = \text{Annual cost}$ = Rp 88.465.729.641,84

$SV = \text{Salvage value (harga tanah)}$ = Rp 22.438.192.826,22

$WC = \text{Working capital}$ = Rp 60.475.809.028,12

$FC = \text{Fixed capital}$ = Rp 224.381.928.262,17

Dengan *trial and error* diperoleh i = 45 %



Gambar 8.2. Grafik analisa ekonomi

BAB IX KESIMPULAN

Pabrik sabun mandi dengan proses saponifikasi secara kontinyu kapasitas 10.000 ton/tahun setelah dilakukan perancangan awal, baik dari segi teknik maupun segi ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pabrik ini memiliki resiko yang rendah serta layak dan menarik untuk didirikan, karena memiliki indikator perekonomian yang relative baik yaitu:

Tabel 9.1. Analisa kelayakan ekonomi

No	Analisis kelayakan	Kriteria	Hasil Perhitungan
1	Laba sebelum pajak		Rp 69.504.599.802,84
	Laba sesudah pajak		Rp 48.653.219.861,99
2	ROI sebelum pajak	Minimum 11%	30,976 %
	ROI sesudah pajak		21,683 %
3	POT sebelum pajak	Maksimum 5 tahun	2,5 tahun
	POT sesudah pajak		3 tahun
4	BEP	40%-60%	41,060 %
5	SDP		16,649 %
6	DCF	1,5-2 kali bunga bank	45,00 %

DAFTAR PUSTAKA

- Austin, G. T. (1977). *Shreve's Chemical Process Industries*. New York: MC Graw Hill.
- BPS. (2010). *Analisa Komoditi Ekspor 2006-2010*. Jakarta: BPS.
- BPS. (2010). *Buletin Impor 2006-2010*. Jakarta: BPS.
- BPS. (2012). *Statistik Industri Manufacture*. Jakarta: BPS.
- BPS. (2015). *Analisa Komoditi Ekspor 2011-2015*. Jakarta: BPS.
- BPS. (2015). *Buletin Impor 2011-2015*. Jakarta: BPS.
- Dumai, P. K. (2012). *Kota Dumai Profinsi Riau*. Retrieved from Potensi Kota Dumai:
<http://www.kawasanindustridumai.com>
- Krik, I., Eller, R., Othmer, & Frederick, D. (1992). *Encyclopedia Of Chemical Technology*.
USA: Jhon Wiley & Sons.
- Lide, D. L. (2004). *Handbook Of Chemistry and Physics*. New York: CRC Company.
- Perry, & Green. (2008). *Perry's Chemical Engineering Handbook 8th Edition*. New York:
MC Graw Hill.
- Riegel, E. R. (1949). Industrial Chemistry. In *Industrial Chemistry* (p. 694). New york:
Reinhold Publishing Corporation.
- Smith, & Van Ness. (2001). *Chemical Engineering Thermodynamics*. New York: MC Graw
Hill.
- SNI. (1994). *Indonesia Patent No. 06-3532-1994*.
- Spitz, L. (2009). *Soap Manufacturing Technology*. Illinois: AOCS Press Retrieved.
- Spitz, L. (2009). *Soap Manufacturing Technology*. Highland Park, Illinois: AOCS Press
Retrieved.
- Sumantri, I. (2005). Penentuan Nilai Energi Aktivasi Dan Faktor Tumbukan Pada
Pembuatan Gliserol Dari Reaksi Antara Soda Dan Lemak. *Momentum*, 18-21.
- Yaseer, S. (2012, 12 21). *Sultan Yaseer Blogspot*. Retrieved from
<http://sultanyaseer.blogspot.com>
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. Texax: MCGraw Hill Handbook.