

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan industri yang termasuk sangat banyak ragamnya, mulai dari industri kimia, pangan sampai industri domestik. Perkembangan pasar yang semakin banyak kebutuhan untuk masyarakat sehingga industri berlomba-lomba untuk menyediakan apa yang dibutuhkan oleh masyarakat maupun industri lainnya untuk ketersediaan bahan baku. Salah satu yang masih berkembang saat ini adalah industri untuk pengolahan minyak kelapa sawit atau yang ering disebut dengan *Crude Palm Oil (CPO)* dimana di Asia Indonesia merupakan negara pertama terbesar penghasil kelapa sawit yakni sebesar 31.5 ton (Menurut *Food and Agricultural Organization PBB*, permintaan terhadap minyak sawit akan meningkat dua kali lipat pada 2020 dan tiga kali lipat pada 2050).

Pengolahan untuk CPO itu sendiri akan menghasilkan banyak produk yang diantaranya adalah minyak goreng langsung pakai, margarine, shortening, pembuatan biodiesel dan juga untuk pembuatan sabun. Dalam industri sabun biasa digunakan dengan cara mencampurkan CPO dengan *Sodium Hidroksida (NaOH)* sehingga akan menghasilkan *Sodium Stearat* yang lebih umum disebut dengan Sabun dan juga hasil sampingnya berupa *Glycerol* atau nama umumnya dalam industri adalah Gliserin.

Gliserin merupakan bahan *intermediate* yang banyak digunakan industri, baik industri makanan ataupun industri farmasi dikarenakan memang gliserin ini merupakan kualitas *food grade* yang dapat menjadi komposisi aman bagi pangan ataupun obat-obatan.

Gliserin pun merupakan limbah yang masih bernilai emas. Dimana hasil samping ini yang merupakan limbah dapat diolah kembali dan memiliki nilai jual dan mengurangi limbah industri yang ada di Indonesia dengan memanfaatkan program *recycle*.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Maksud dari perancangan pabrik ini adalah untuk memenuhi kebutuhan Gliserol di Indonesia maupun mancanegara, karena produk ini digunakan untuk banyak industri terutama Industri farmasi sebagai bahan baku untuk obat—obatan dan juga karena gliserol ini merupakan limbah yang masih bernilai jual karena hasil samping dari proses *CPO*.

1.2.2 Tujuan

Tujuan dari prarancangan pabrik pemurnian *Glycerol* dari hasil samping proses *Saponifikasi* ini adalah :

1. Untuk pengolahan limbah dari hasil Saponifikasi yang masih bisa bernilai jual yakni Gliserol.
2. Untuk membantu memenuhi kebutuhan Gliserol yang dibutuhkan Industri di Indonesia ataupun mancanegara.
3. Meningkatkan jumlah ekspor Gliserol.
4. Menerapkan keilmuan di Teknik Kimia dengan Perancangan Pabrik Kimia.

1.3 Analisa Pasar

1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku menjadi penunjang penting dalam proses produksi, untuk pemasok bahan baku bagi produksi Glierol adalah sebagai berikut:

1. PT Rovin Chemical Indonesia untuk pemasok HCl.
2. PT Wongso Sukses Mandiri untuk pemasok $Al_2(SO_4)_3$.
3. PT Sinar Mas Agro Tbk untuk pemasok Minyak Stearine.
4. PT Wongso Sukses Mandiri untuk pemasok NaOH.
5. PT Rosma Bana Utama untuk pemasok Karbon Aktif.

1.3.2 Kebutuhan Produk

Kebutuhan akan produk Gliserol diperkirakan bisa meningkat karena mulai banyaknya industri kosmetika, sabun dan obat-obatan yang berdiri, dimana Gliserol ini menjadi bahan baku pokok yang menunjang produksi industri tersebut. Kebutuhan Gliserol ini pun lebih banyak digunakan untuk ke luar negeri

Berikut merupakan data perkembangan *Gliserol* di Negara lain ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. 1 Kebutuhan Glierol di Negara Lain

Negara	Impor (kg/tahun)
Argentina	378.292
Australia	100.740
Kanada	4.010.816
Perancis	6.896.349
Jerman	187.377.793
Jepang	14.342.804
Selandia Baru	3.172
Portugal	587.437

(Sumber : *United Nation Data*, 2017)

1.4 Penentuan Kapasitas Produksi

Kapasitas Produksi perlu diperhitungkan untuk memastikan hasil daripada proses produksinya dan nilai ekonomisnya. Semua diperhitungkan karena akan mempengaruhi biaya pengeluaran untuk bahan baku dan energi produksi serta pemasukan hasil dari penjualan produknya.

Tabel 1. 2 Daftar Perusahaan Gliserol di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
PT Sinar Oleochemical Int	Medan	12.250
PT Flora Sawita	Medan	5.400
PT Cisadane Raya Chemical	Tangerang	5.500
PT Sumi Asih	Bekasi	3.500
PT Sayap Mas Utama	Bekasi	4.000
PT Bukit Perak	Semarang	1.440
PT Wings Surya	Surabaya	3.500
PT Unilever	Surabaya	8.450
Total		44.040

(Sumber : Direktorat Jendral Industri Agri dan Kimia, 2014)

Pabrik Gliserol direncanakan akan didirikan pada tahun 2024, dengan mempertimbangkan peluang dari kebutuhan Negara lain berdasarkan data yang tersedia pada table 1.3-1, maka kapasitas pabrik yang direncanakan sebagai berikut :

Tabel 1. 3 Data Ekspor Impor Gliserol di Indonesia

Tahun	Impor (ton/tahun)	Ekspor (ton/tahun)	Total (ton/tahun)
2013	183,98	19.779,35	19.963,33
2014	204,01	20.460,44	20.664,45
2015	149,72	18.621,27	18.770,99
2016	252,19	21.751,67	22.003,86
2017	377,60	24.654,65	25.032,24
2018	458,80	33.214,81	33.673,61

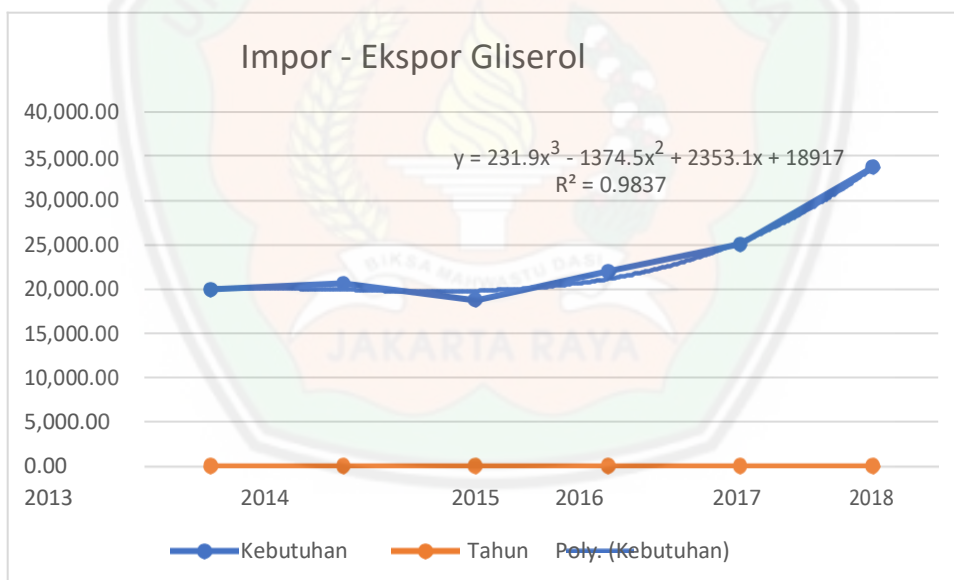
(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2019)

Untuk mengetahui jumlah kapasitas produksi pabrik *Gliserol* dapat menggunakan tabel 1.4 sebagai berikut :

Tabel 1. 4 Kapasitas Produksi Pabrik Gliserol

Tahun	X	Y
2013	1	19.963,33
2014	2	20.664,45
2015	3	18.770,99
2016	4	22.003,86
2017	5	25.032,24
2018	6	33.673,61
Total	21	140.108,49

Dengan perhitungan analisa regresi didapatkan metode tang tepat adalah Analisa Regresi Polinomial Orde 3 dimana R^2 mendekati 1, dengan grafik nya sebagai berikut :



Gambar 1. 1 Grafik Impor-Ekspor Gliserol di Indonesia

Maka, didapatkan

$$a_3 = 231,9 \quad a_2 = -1.374,5 \quad a_1 = 2353,1 \quad \text{dan} \quad a_0 = 18.917$$

Produksi diperkirakan pada tahun 2025 adalah :

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$$

$$y = (18.917) + (2.353,1)(12) + (-1.374,5)(12^2) + (231,9)(12^3)$$

$$y = 266.083,4 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga kebutuhan di tahun 2025 adalah :

Peluang T_{2025} = Total kebutuhan dalam negeri – kapasitas produksi dalam negeri

$$\begin{aligned} \text{Peluang } T_{2025} &= 266.083,4 - 44.040 \\ &= 222.043,4 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan persamaan diatas kapasitas yang di dapat untuk Gliserol di Indonesia pada tahun 2025 adalah 25% dari hasil diatas sebesar 60.000 Ton/Tahun dari total kebutuhan.

1.5 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik yang tepat sangat penting dalam perancangan suatu pabrik. Lokasi yang tepat dapat memiliki pengaruh yang besar terhadap keberhasilan pabrik tersebut baik dalam segi teknis maupun ekonomis. Oleh karena itu pabrik Gliserol dengan kapasitas 120.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Medan – Sumatera Utara. Adapun faktor-faktor yang mendukung untuk mempertimbangkan lokasi pabrik, antara lain (Peters & Timmerhaus, 1991, Hal 91-95) :

1. Ketersediaan Bahan Baku

Sumber bahan baku adalah faktor yang penting dalam menunjang proses produksi. Pemilihan lokasi ini dikarenakan sumber bahan baku lebih dekat sehingga biaya pengiriman dapat di minimalisir dan untuk pengiriman tidak memakan waktu terlalu lama. Untuk mewujudkan hal tersebut maka lokasi dipilih berdekatan dengan pabrik *supplier* bahan baku.

2. Transportasi

Transportasi dapat mempengaruhi kelancaran produksi suatu pabrik, karena dalam pengiriman produk maupun penyediaan bahan baku sangat bergantung pada transportasi, transportasi dalam suatu industri dapat mempermudah dan melancarkan dalam proses pengiriman. Oleh sebab itu maka pabrik *Gliserol* ini didirikan dengan beberapa pertimbangan antara lain Transportasi yang tersedia, dekat dengan pelabuhan, bahan baku dan pasar.

3. Kemudahan Akses Pengiriman

Letaknya yang berada dekat dengan jalan tol akan mudah dalam proses pengiriman, baik untuk pemasokan bahan baku maupun pengiriman produk ke pembeli. Jarak yang dekat pula dengan pelabuhan sehingga memudahkan untuk pengiriman ekspor.

4. Pemasaran Produk

Letak kawasan yang strategis sangat memudahkan untuk komoditi ekspor maupun pengiriman ke pabrik-pabrik di Indonesia yang membutuhkan *Gliserol*. Konsumen *Gliserol* sebagian besar di daerah Kalimantan, sehingga dapat mengurangi biaya transportasi.

5. Tenaga Kerja

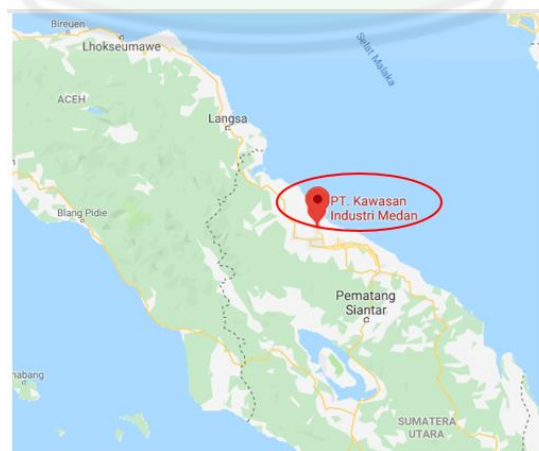
Kawasan ini merupakan salah satu kawasan yang sedang berkembang pesat, sehingga tidak ada kesulitan untuk mendapatkan tenaga kerja. Tenaga kerja ahli dan berkualitas dapat diambil dari lulusan Universitas/Institut di seluruh Indonesia, untuk tenaga kerja non ahli (operator) dapat mengambil dari daerah sekitar dengan radius 20 km dari sekitar.

6. Lingkungan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan Industri sehingga akan memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

7. Ketersediaan Lahan

Faktor ini berkaitan dengan rencana pengembangan pabrik kedepannya.



Gambar 1. 2 Lokasi Pabrik Gliserol

1.6 Tinjauan Pustaka

1.6.1 Gliserol

Gliserol adalah senyawa gliserida yang paling sederhana, dengan hidroksil yang bersifat hidrofilik dan higroskopik. Gliserol merupakan komponen yang menyusun berbagai macam lipid, termasuk CPO. Gliserol terasa manis saat dikecap, dan di anggap tidak beracun.

Gliserol juga digunakan sebagai penghalus pada krim cukur, sabun, dalam obat batuk dansyrup atau untuk pelembab (Hart, 1983). Gliserol ialah suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas tiga atom karbon. Jadi tiap karbon mempunyai gugus $-OH$. Gliserol dapat diperoleh dengan jalan penguapan hati-hati, kemudian dimurnikan dengan distilasi pada tekanan rendah. Pada umumnya lemak apabila dibiarkan lama di udara akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak enak. Hal ini disebabkan oleh proses hidrolisis yang menghasilkan asam lemak bebas. Di samping itu dapat pula terjadi proses oksidasi terhadap asam lemak tidak jenuh yang hasilnya akan menambah bau dan rasa yang tidak enak. Oksidasi asam lemak tidak jenuh akan menghasilkan peroksida dan selanjutnya akan terbentuk aldehida. Inilah yang menyebabkan terjadinya bau dan rasa yang tidak enak atau tengik.

Gliserol yang diperoleh dari hasil penyabunan lemak atau minyak adalah suatu zat cair yang tidak berwarna dan mempunyai rasa yang agak manis. Gliserol larut baik dalam air dan tidak larut dalam eter. Gliserol digunakan dalam industri farmasi dan kosmetika sebagai bahan dalam preparat yang dihasilkan. Di samping itu gliserol berguna bagi kita untuk sintesis lemak di dalam tubuh. Gliserol yang diperoleh dari hasil penyabunan lemak atau minyak adalah suatu zat cair yang tidak berwarna dan mempunyai rasa yang agak manis, larut dalam air dan tidak larut dalam eter (Poedjadi, 2006).

1.6.2 Kegunaan Gliserol

Kegunaan *Gliserol* dalam industri:

a. Makanan dan minuman

Gliserin mudah dicerna dan tidak beracun dan bermetabolisme bersama karbohidrat, meskipun berada dalam bentuk kombinasi pada sayuran dan lemak binatang. Untuk produk makanan dan pembungkus makanan yang kontak langsung dengan konsumen, tidak beracun adalah syarat utama. Gliserin, sejak 1959 diakui sebagai satu diantara bahan yang aman oleh Food and Drug Administration Kegunaan sebagai :

1. Pelarut untuk pemberian rasa (seperti vanilla) dan pewarnaan makanan
2. Agen pengental dalam sirup
3. Pengisi dalam produk makanan rendah lemak (biskuit)
4. Pencegah kristalisasi gula pada permen dan es
5. Medium transfer panas pada kontak langsung dengan makanan saat pendinginan cepat
6. Pelumas pada mesin yang digunakan untuk pengolahan dan pengemasan makanan

Pada tahun-tahun terakhir, poligliserol dan poligliserol ester meningkat, Penggunaannya dalam makanan, khususnya mentega dan lemak.

b. Obat-obatan dan kosmetik

- 1 Pada obat-obatan dan kedokteran gliserin adalah bahan dalam larutan alkohol dan obat penyakit
2. Gliserit pada kanji digunakan dalam selai dan obat salep
3. Obat batuk dan obat bius, seperti larutan gliserin-fenol
4. Pengobatan telinga dan media pembiakan bakteri
5. Turunannya digunakan sebagai obat penenang
6. Krim dan lotion untuk menjaga kehalusan dan kelembutan kulit
7. Bahan dasar pembentukan pasta gigi, sehingga diperoleh kehalusan, viskositas dan kilauan yang diinginkan.

c. Tembakau

1. Pada pengolahan tembakau, gliserin adalah bagian penting dari larutan yang disemprotkan pada tembakau sebelum daunnya dihaluskan dan dikemas. Dengan pewarna, digunakan 3 % berat tembakau untuk mencegah daun menjadi rapuh dan hancur selama pengolahan.
2. Pengolahan tembakau kunyah untuk menambah rasa manis dan mencegah pengeringan.
3. Bahan pelunak pada kertas rokok.

d. Bahan Pembungkus dan Pengemas

Pembungkus daging, jenis khusus kertas, seperti glassine dan greasproof memerlukan bahan pelunak untuk memberi kelenturan dan kekerasan

e. Pelumas

1. Gliserin dapat digunakan sebagai pelumas jika minyak tidak ada. Ini disarankan untuk kompresor oksigen karena lebih tahan terhadap oksidasi daripada minyak mineral.
2. Pelumas pompa dan bantalan fluida seperti bensin dan benzen
3. Pada industri makanan, farmasi dan kosmetik, gliserin digunakan sebagai pengganti minyak
4. Textile oils dalam operasi penenunan dan perajutan pada industri tekstil.

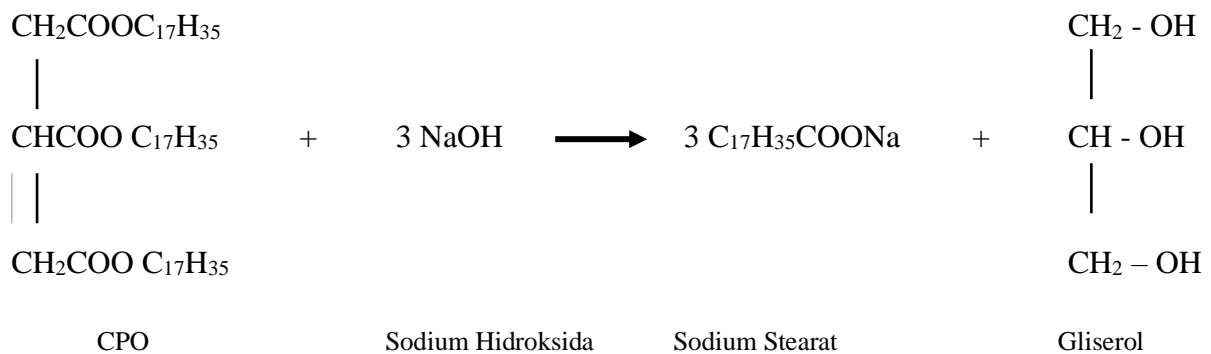
f. Lain-lain

Campuran semen, sabun, detergen, aspal, keramik, pengolahan kayu dan kulit, emulsifier, jangka, komponen patri. Gliserin mempunyai peran hampir di setiap industri. Penggunaan terbesar dari gliserin adalah pada industri resin alkid, dimana ± 35.000 ton/tahun. Industri kertas, dimana gliserin berfungsi sebagai bahan pelunak adalah pengguna terbesar berikutnya, yaitu 25.000 ton/tahun. Industri nitrogliserin sebesar 7.500 ton/tahun, tetapi pemasarannya berkurang 25 tahun terakhir, dengan digantikannya nitrogliserin oleh bahan peledak yang lebih murah

1.7 Tinjauan Kinetika

Reaksi saponifikasi termasuk reaksi orde 2. Reaksi pembentukan

Sabun dari CPO (*Crude Palm Oil*) dan NaOH, dengan persamaan reaksi:



Kecepatan reaksi elementer tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan Arrhenius :

$$k = A \cdot e^{E_a/RT}$$

Keterangan

k = konstanta kecepatan reaksi

A = frekuensi tumbukan

E_a = energi aktivasi

R = tetapan gas ideal (8,314 J/mol °K)

T = suhu

Didapatkan data penelitian jurnal *Saponification of Lanolin for Cosmetic Application* oleh T.A. Patil (Tata Chemical Ltd.)

A = $9,84 \times 10^{-5}$ L/mol . menit

E_a = - 23,4 J/mol

T = 100 °C

Maka, harga untuk konstantan kecepatan reaksi adalah sebagai berikut :

$$k = A \cdot e^{E_a/RT}$$

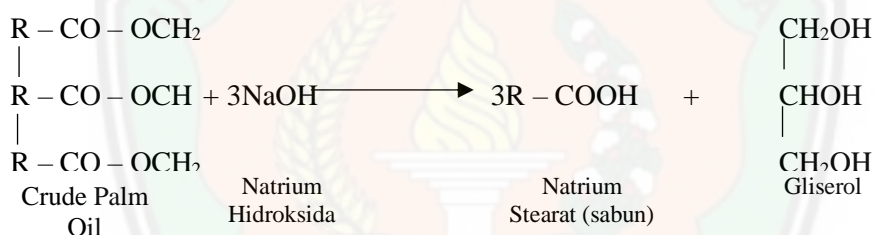
$$k = 9,84 \times 10^{-5} \cdot e^{-23,4/8,314 (100)}$$

$$k = 9,57 \times 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

1.8 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara Termodinamika digunakan untuk mengetahui sifat reaksi tersebut, membutuhkan panas (*endotermis*) atau melepaskan panas (*eksotermis*), dan juga untuk mengetahui arah reaksi, apakah reaksi tersebut berjalan searah (*irreversible*) atau berbalik (*reversible*). Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis/endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298 \text{ K}$ serta Energi Gibbs nya (ΔG°) dari masing-masing komponen :

Reaksi yang terjadi saat pembentukan gliserol:



Harga ΔH_f° 298 Reaksi dan ΔG° 298 Reaksi masing-masing komponen dapat dilihat pada tabel 1.5 berikut :

Tabel 1. 5 Data ΔH_f° 298 komponen

Komponen	ΔH_f° 298 (kkal/kmol)
Crude Palm Oil	- 382,46
NaOH	- 101,96
$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$	- 159,1
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$	- 185,35

(Perry's, 2008)

$$\Delta H_f^\circ = (n. \Delta H_f^\circ \text{Produk}) - (n. \Delta H_f^\circ \text{Reaktan})$$

$$\Delta H_f^\circ = (3. \Delta H_f^\circ \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa} + \Delta H_f^\circ \text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3) - (\Delta H_f^\circ$$



$$\Delta H_f^{\circ} = (-159,1 + (-185,35)) - (-382,46 + 3(-101,96))$$

$$\Delta H_f^{\circ} = -26,83 \text{ kkal/mol}$$

$$= -112,26 \text{ kJ/mol}$$

Harga ΔH_f° bernilai negatif, maka reaksi pembentukan *Gliserol* bersifat *eksotermis* atau menghasilkan panas selama reaksi berlangsung.

Energi Bebas Gibbs (ΔG°) digunakan untuk menentukan apakah reaksi berlangsung secara Spontan, tidak spontan, atau berada dalam kesetimbangan. Jika nilai ΔG° adalah negatif maka reaksi dapat berjalan, jika bernilai positif maka reaksi tidak dapat berjalan, sedangkan jika ΔG° adalah nol maka reaksi bersifat spontan. Berikut adalah perhitungan nilai ΔG° .

Tabel 1. 6 Data ΔG° Komponen

Komponen	$\Delta H G^{\circ}$ (kkal/mol)
CPO	- 531,45
NaOH	- 90,6
$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$	- 113,65
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$	- 246,02

(Perry, 2008)

$$\Delta G^{\circ} = \Delta G^{\circ} \text{ Produk} - \Delta G^{\circ} \text{ Reaktan}$$

$$\Delta G^{\circ} = (3. \Delta G^{\circ}_f \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa} + \Delta G^{\circ}_f \text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3) - (\Delta G^{\circ}_f \text{CPO} + 3. \Delta G^{\circ}_f \text{NaOH})$$

$$\Delta G^{\circ} = [(-246,02) + (-113,65)] - [(-531,45) + 3(-90,6)]$$

$$\Delta G^{\circ} = (-359,67) - (-803,25)$$

$$\Delta G^{\circ} = -443,58 \text{ kkal/mol}$$

$$= -1.855,94 \text{ kJ/mol}$$

Perhitungan harga Konstanta Keseimbangan (K) dapat ditinjau dari rumus sebagai berikut :

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

Atau

$$K = e^{-\Delta G/RT}$$

Dimana :

ΔG° = Energi bebas Gibbs standar, (kJ/mol)

R = Tetapan gas ideal, (0,008314 kJ/mol. K)

T = Temperatur, K

K = Konstanta Keseimbangan

(S. K Dogra & S. Dogra, 1990)

Dari persamaan diatas dapat dihitung konstanta keseimbangan pada $T_{\text{referensi}} = 298 \text{ K}$ adalah sebagai berikut.

$$K_{298} = e^{\left[\frac{\Delta G}{RT}\right]}$$

$$K_{298} = e^{\left[\frac{-1.855,94}{0,008314 \times 298}\right]}$$

$$K_{298} = e^{749}$$

$$K_{298} = 1,9 \times 10^{325}$$

Karena nilai K sangat besar maka dapat disimpulkan reaksi berjalan secara spontan dan *irreversibel* (searah).

Reaksi dijalankan pada temperatur 130°C , sehingga harga konstanta keseimbangan K pada temperatur 130°C (403°K) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{K_{\text{operasi}}}{K_{298}} = e^{-\frac{\Delta H^\circ_{298}}{R} \left[\frac{1}{T_{\text{operasi}}} - \frac{1}{T_{298}} \right]}$$

$$\frac{K_{403}}{1,9 \times 10^{325}} = e^{-\frac{-112,26}{0,008314} \left[\frac{1}{403} - \frac{1}{298} \right]}$$

$$K_{operasi} = 1,4 \times 10^{320}$$

Dari perhitungan diatas harga $K = \frac{k_1}{k_2}$ karena nilai K sangat besar sehingga nilai k_2 dapat diabaikan dan reaksi berjalan ke arah kanan, sehingga produk tidak dapat kembali menjadi reaktan, diasumsikan bahwa reaksi bersifat *irreversible*.



1.9 Uraian Proses

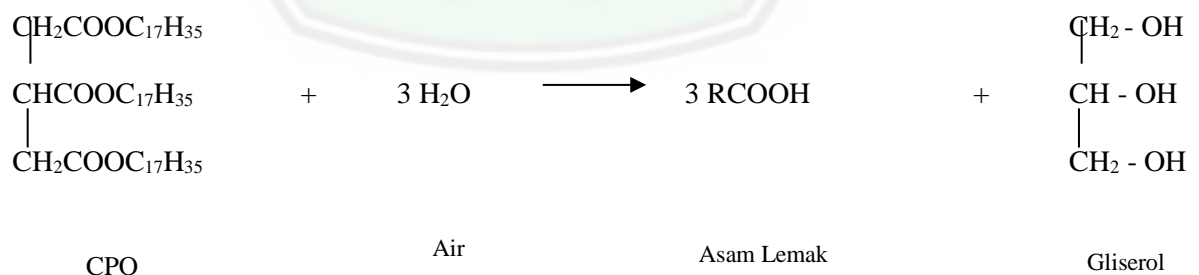
1.9.1 Proses Pembuatan Gliserol

Gliserol adalah cairan tidak berwarna yang kental dan berasa manis, sering juga disebut sebagai *sweet water*. Gliserol masuk dengan kualitas *food grade* sehingga sering digunakan pula untuk bahan baku makanan, obat-obatan dan industri pangan lainnya. Gliserol pun merupakan limbah yang masih bernilai jual dengan melalui proses pemurnian sehingga sangat menguntungkan dari segi lingkungan maupun ekonominya.

Gliserol yang diperoleh dari hasil penyabunan lemak atau minyak adalah suatu zat cair yang tidak berwarna dan mempunyai rasa yang agak manis. Gliserol larut baik dalam air dan tidak larut dalam eter. Gliserol digunakan dalam industri farmasi dan kosmetika sebagai bahan dalam preparat yang dihasilkan. Di samping itu gliserol berguna bagi kita untuk sintesis lemak di dalam tubuh. Gliserol yang diperoleh dari hasil penyabunan lemak atau minyak adalah suatu zat cair yang tidak berwarna dan mempunyai rasa yang agak manis, larut dalam air dan tidak larut dalam eter (Poedjiadi, 2006).

1.9.2 Proses Fat Splitting

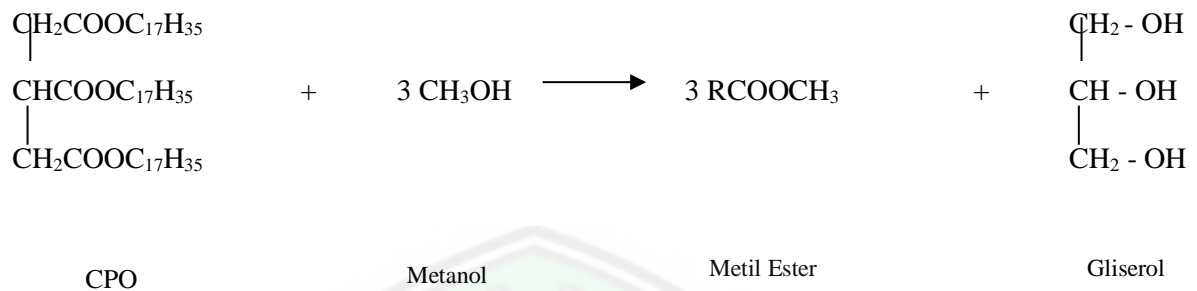
Proses *Fat Splitting* merupakan proses dengan hidrolisa antara CPO dengan air yang menghasilkan produk berupa Gliserol dan Asam Lemak, dengan reaksi sebagai berikut:



Dimana 1 molekul CPO di reaksi dengan 3 mol air akan menghasilkan 3 mol asam lemak dan 1 mol gliserol. Pemurnian gliserol pada fat splitting biasanya memerlukan beberapa tahap proses seperti : Pemurnian dengan centrifuge, evaporasi, filtrasi.

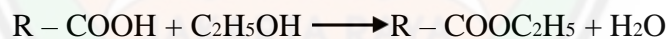
1.9.3 Proses Transesterifikasi

Adalah lemak dengan metanol ditransesterifikasi menggunakan katalis NaOCH₃ yang menghasilkan gliserol dan metil ester. Reaksi esterifikasi adalah kebalikan dari hidrolisis. Ester dapat menggani ion hidrogen menjadi asam. Dengan golongan alkohol seperti metil alkohol dan sebagainya akan diperlihatkan reaksi dibawah:



Proses esterifikasi tidak akan berhasil jika tidak semua golongan 3-OH digabungkan dengan radikal asam, tetapi akan membentuk mono gliserida dan digliserida. Untuk menghindari bentuk hasil seperti itu dan untuk mendapatkan CPO sebanyak mungkin harus dilakukan analisis kimia.

Dalam esterifikasi dapat juga terjadi dengan alkohol dan gliserol, dapat dilihat pada reaksi antara fatty acid dan etil alkohol dibawah :



Ester alkohol selalu mempunyai 5-6 atom karbon, satu diantaranya dengan 6 atom karbon bisa mendapat perhatian karena ester mempunyai aplikasi yang penting dalam industri.

Adapun kelebihan dan kekurangan dari proses transesterifikasi :

Kelebihan :

1. CPO dapat dengan mudah ditransesterifikasi secara batchwise pada tekanan atmosfer dan suhu 60⁰C – 70⁰C dengan metanol berlebih dan menggunakan alkalis alkalin

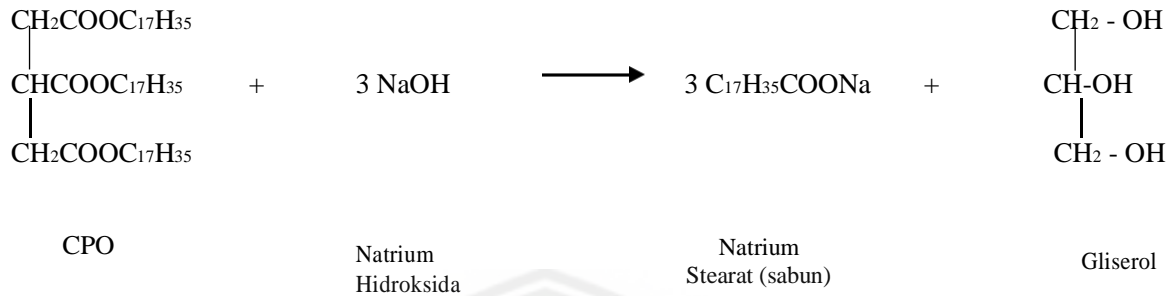
Kekurangan :

1. Memerlukan Katalis
2. Proses tersebut memerlukan energi yang tinggi

3. Memerlukan investasi peralatan yang mahal

1.9.4 Proses Saponifikasi

Proses saponifikasi yaitu hidrolisis lemak menjadi asam lemak dan gliserol dalam kondisi basa yang biasanya digunakan adalah NaOH



Reaksi ini adalah dasar untuk industri penghasil sodium soaps. Jika soda abu digantikan dengan alkali hidroksida yang lain seperti Potas (KOH), Potassium soaps. Namun sebaliknya jika fatty acid menghasilkan reaksi senyawa-senyawa metal seperti aluminium hidroksida dan bentuk sabun metal.

Secara komersial sabun dapat larut dalam air seperti sodium dan pottasium soaps saat ini banyak ini digunakan untuk membuat detergen dan sabun. Oils soaps yang dapat larut seperti metal dapat digunakan sebagai pelumas. Fatty acid penting sekali untuk mengetahui nilai netralisasi, karena itu urusan berat molekul lemak saat itu penting sekali pada reaksi saponifikasi.

Reaksi saponifikasi bisa juga akibat adanya CPO dan alkali, serta tempat terbentuk sabun dan gliserol dilepaskan. Demikian untuk mengetahui nilai saponifikasi pada CPO akan diperoleh berat molekul.

Adapun kelebihan dari proses saponifikasi :

1. Reaksinya berlangsung satu arah dan tidak reversible
2. Sabun yang dihasilkan dapat larut dalam air
3. Saponifikasi lemak terjadi pada campuran yang beroperasi pada 100°C dan 3.5 kg/cm^2

1.10 Diskripsi Proses

Perancangan ini menggunakan proses saponifikasi. Dengan kondisi operasi proses adalah pada temperatur 120°C dan tekanan 3 atm. Proses pengolahan menghasilkan dua produk yaitu bahan baku pembuatan sabun dan Gliserol. Proses ini melewati beberapa tahap yaitu :

1.10.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Untuk persiapan bahan baku adalah dengan menyiapkan Minyak CPO, Natrium Hidroksida, Air, dan Natrium Chlorida untuk mulai diumpankan ke reaktor saponifikasi yang bersuhu 120°C dengan tekanan 3 atm . Dengan membuka valve dari tangki minyak stearine terlebih dahulu dimasukkan kedalam reaktor saponifikasi yang kemudian dilanjutkan membuka valve NaOH, air dan NaCl untuk kemudian direaksikan dengan minyak stearine. Alasan minyak stearine yang didahulukan adalah agar eksotermis dari NaOH akan teredam oleh minyak stearin.

1.10.2 Tahap Pembentukan Produk Bahan Baku Sabun

Pembentukan produk terjadi didalam reaktor dengan Operasi *Hot Process* dimana di reaktor akan diatur dengan rentang suhu $120\text{-}130^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 3 atm agar proses berjalan cepat dan reaksi akan berjalan spontan ke kanan. Hasil reaksi dari reaktor kemudian masuk ke dalam mixer 3 (MX-03) untuk dilakukan proses washing dan penurunan derajat keasaman dengan menambahkan larutan NaOH yang kemudian dilanjutkan kedalam proses netralisasi (MX-04) dengan menambahkan larutan asam Phospat yang kemudian granul – granul pengotor dipisahkan dengan separator dan produk masuk kedalam proses packing.

1.10.3 Tahap Pemurnian Produk Gliserol

Pemurnian yang pertama dilakukan adalah dengan memisahkan antara sabun dengan gliserol dengan separator agar terpisah dan proses dapat dilanjutkan. Untuk sabun akan melanjutkan proses dengan tangki mixer untuk mencampurkan dengan NaCl guna mengikar gliserol berlebih yang masih terkandung di dalam sabun dan kemudian ditambhkan dengan additif yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan peruntukkan dari sabun tersebut. Gliserol yang sudah terpisah kemudian ditampung dalam tangki, ini biasa disebut dengan *Spent Lye* karena lebih dominan

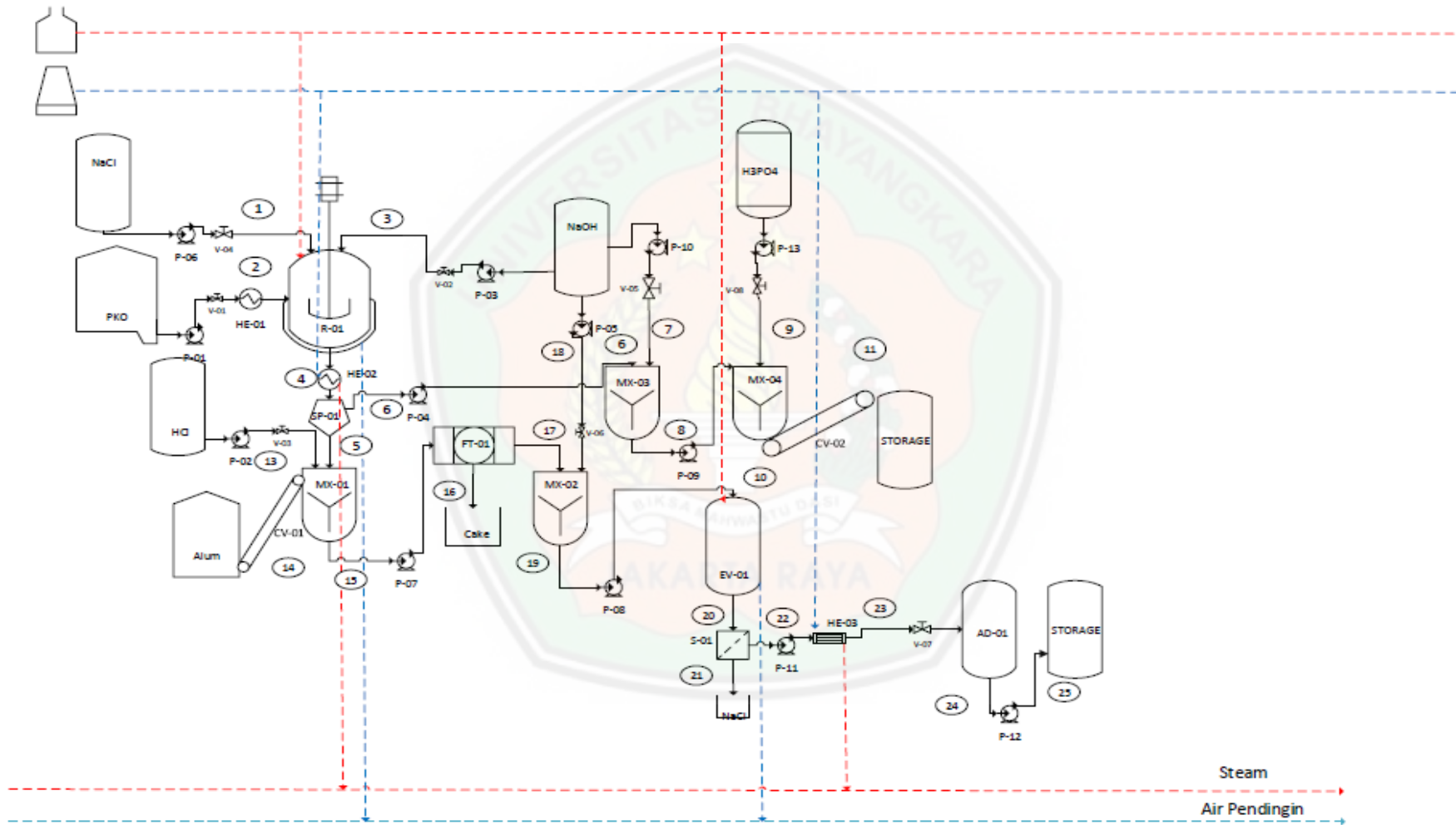
kandungannya dengan alkali. Tahap pemurnian untuk gliserol adalah 4 tahap yakni Purifikasi/netralisasi, Evaporasi, dan Adsorpsi.

Purifikasi atau netralisasi merupakan pencampuran *Spent Lye* dengan HCl untuk menurunkan pH dan untuk mengikat komponen *Sodium Stearat* (sabun) yang masih terbawa saat proses pemisahan di separator, kemudian ditambahkan *Sodium Hydroxide* untuk menetralkan pH sampai mendekati 7. Dikarenakan masih ada gumpalan kecil yang tidak terkoagulasi dengan HCl maka diperlukan flokulan untuk mengikatnya dan digunakan Aluminium Sulfat sebagai flokulannya agar impuritiesnya terkoagulasi.

Evaporasi adalah tahap berikutnya dikarenakan additif yang ditambahkan masih mengandung air, juga *spent lye* juga masih mengandung banyak air, masih adanya kandungan garam dari proses mixing saponifikasi dan pembentukan garam di purifikasi maka perlu dipisahkan garamnya yang melarut dalam air dengan tahap evaporasi. Yakni dengan evaporasi *single effect*. Tujuan dari evaporator ini adalah untuk menguapkan air dan mengendapkan garam kemudian dipisahkan dengan filter, evaporasi ini menghilangkan kadar air yang hasilnya adalah gliserol dengan kemurnian > 99,5 %.

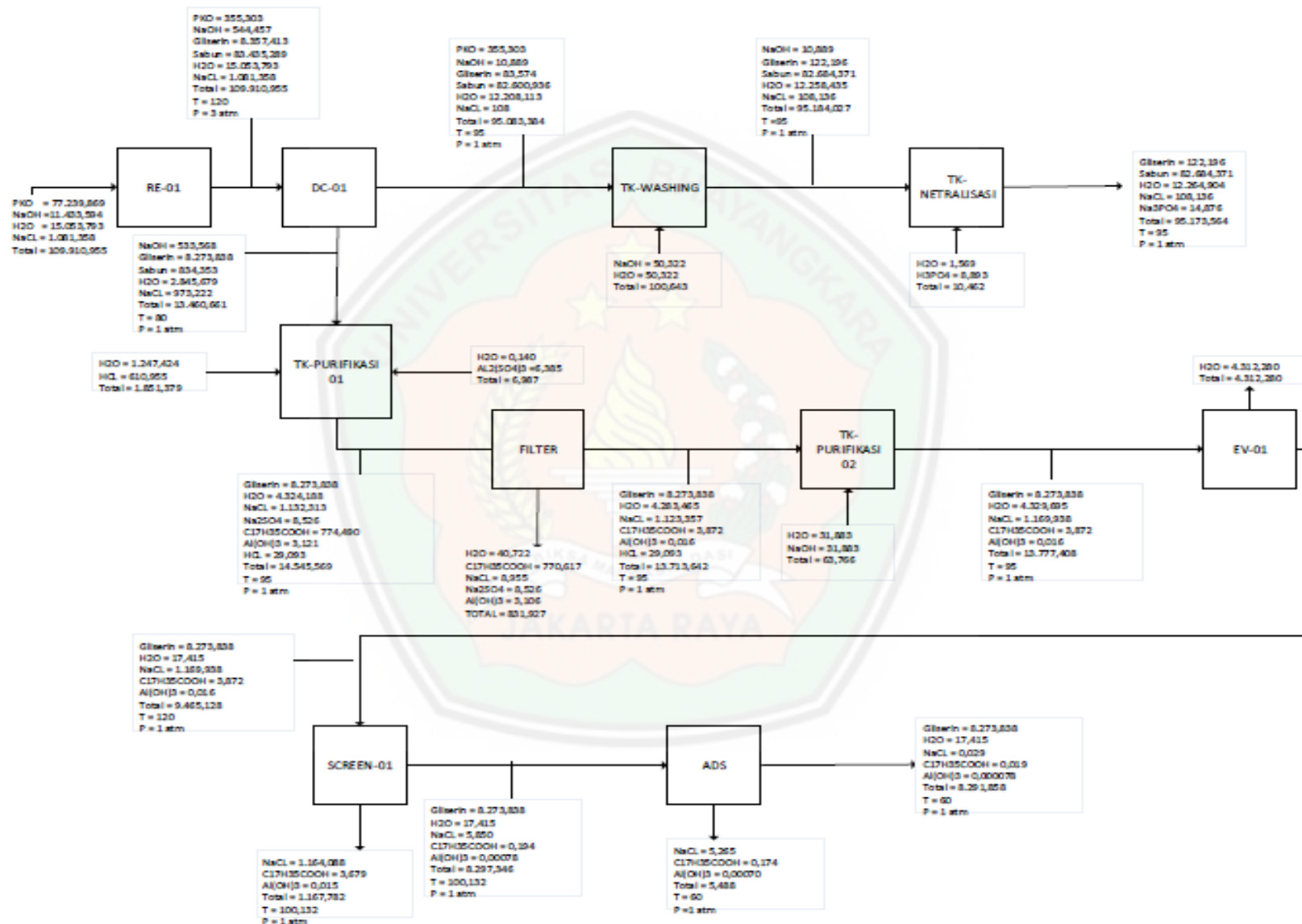
Dari evaporator masuk ke dalam proses adsorpsi. Adsorpsi adalah untuk memurnikan dengan mengikat pengotor yang bersifat mikron dengan bantuan karbon aktif sebagai adsorbennya. Inilah proses akhirnya untuk kemudian gliserol akan disimpan pada tangki penyimpanan untuk kemudian dilakukan proses *drumming* atau dipacking dengan *Flexi Bag*.

1.11 Blok Diagram Proses



Gambar 1. 3 Diagram Proses

1.12. Diagram Kuantitatif



Gambar 1. 4 Diagram Kuantitatif

1.13 Spesifikasi Bahan

1.13.1 Bahan Baku

a. Minyak Crude Palm Oil (CPO)

Sifat Fisikaa

- Rumus kimia : $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2]_3\text{C}_3\text{H}_5$
- Berat molekul : 890 g/mol
- *Specific gravity* (25⁰C) : 0.862
- Titik leleh : 73.1 ⁰C
- Titik didih : 310 ⁰C
- Densitas : 0.862 g/cm³
- Angka sabun : 188.8
- Angka asam : 197.2
- *Iodine value* : 55
- Tegangan muka : 35.4 dyne/cm (20⁰C)

(Perry, 2008)

Sifat Kimia

- Tidak larut dalam air, sedikit larut dalam alkohol dingin, sangat larut dalam alkohol panas dan eter
- Dengan alkohol membentuk ester asam lemak menurut reaksi esterifikasi biasa
- Rantai alkil (R) bisa berupa rantai karbon jenuh atau tak jenuh
- Ikatan karbon tak jenuh dapat dihidrogenasi membentuk ikatan jenuh
- Ikatan karbon tak jenuh mudah teroksidasi oleh oksigen diudara
- Bersifat asam dalam air dengan air membentuk ion
- Bereaksi dengan basa membentuk garam.

(Kirk & Othmer, 1998)

b. Natrium Hidroksida (NaOH)

- Berat molekul : 40 gr/mol
- Titik didih : 318,4 °C
- Titik lebur : 1390 °C
- Berbentuk padatan putih
- Mudah larut dalam etanol,etil ester, dan gliserol
- Tidak mudah larut dalam aseton,eter
- Suatu basa kuat
- Dapat menyerap uap air dari udara
- Bersifat korosif
- Bereaksi dengan asam membentuk garam dan air
- Merupakan hasil elektrolisis dari natrium klorida
- Bereaksi dengan etil asetat menghasilkan sabun dan alkohol

(Perry, 1984)

c. Asam Klorida (HCl)

Sifat Fisika

- Rumus molekul : HCl
- Massa molekul : 36.5 gr/mol
- Densitas : 1.0455 g/cm³
- Warna : Tidak berwarna
- Titik Didih : - 85 °C
- Titik Beku : -114 0C
- Densitas : 1.0455 gr/ml
- Enthalpy (($\Delta H_f(298)$) : -167.20 kJ/mol
- Energi Bebas Gibbs (ΔG) : -100.4 kJ/mol

Sifat Kimia

- Larut dalam air
- Larut dalam alkohol
- Melarutkan magnesium hidroksida

d. Air

- Rumus molekul : H₂O
- Fase : Cair
- Berat Molekul : 18.0153 g/mol
- *Specific Gravity* : 0.998 g/cm³ (cairan pada suhu 20 °C)
- Titik didih : 100 °C
- Warna : Tidak berwarna

(Perrys Chemical vol 8,ed)

e. Natrium Klorida

Sifat Fisikaa

- Rumus : NaCl
- Berat molekul : 58.45
- Titik leleh : 800.4 0C
- Titik didih : 1413 0C
- Berwarna putih
- Berbentuk kristal

Sifat Kimia

- Larut dalam air
- Sedikit larut dalam alkohol
- Tidak larut dalam HCl
- Tidak korosif terhadap semua logam dan kaca
- Korosif terhadap carbon steel,cast iron dan sedikit korosif terhadap stainless steel 302 dan 304

(Perry, 2008)

f. Aluminium Sulfat

Sifat Fisikaa

- Rumus kimia : Al₂(SO₄)₃
- Berat molekul : 342.150 kg/kmol
- Titik leleh : 770 °C
- Bentuk : Padat
- Warna : Putih

- Massa Jenis : 1.62

Sifat Kimia

• Dalam bentuk padat akan stabil di udara, dalam bentuk larutan akan korosif dengan udara

- Diatas suhu 770 OC akan terurai menjadi Al_2O_3 dan SO_3
- Mudah larut dalam air
- Tidak beracun
- Tidak berbau
- Bereaksi asam untuk lakmus
- Mengkristal menjadi oktahedral

1.13.2 Bahan Pendukung

a. Karbon Aktif

Sifat Fisikaa

- Struktur dasar : Kristalin
- Bentuk fisik : Padatan granular dan powder
- Warna : Hitam
- Bau : Berbau
- Titik didih : 4.827 OC
- Tidak larut dalam air
- Spesifik gravity : 0.2-0.75

(MSDS Karbon Aktif)

1.13.3 Produk

a. Gliserol

Sifat Fisikaa

- Rumus Kimia : $C_3H_5(OH)_3$
- Nama lain : 1.2.3-Propanatriol
1.2.3-Trihidroksipropana
Gliserin
Gliserol
- Berat molekul : 92.095 g/mol

- Titik didih : 290 °C
- Titik leleh : 18 °C
- Temperatur kritis : 451.85 °C
- Tekanan kritis : 65.82778 atm
- Specific Gravity (25°C) : 1.262
- Densitas : 1.261 g/cm³
- Viskositas : 1.5 Pa.s
- Panas Jenis : 0.497 Kal/g°C
- Energi : 4.32 kkal/g
- Flash point : 160°C
- Organoleptik : Cairan Kuning pucat

(Chemcad 5.7)

- Kemurnian : 99 %
- Impuritas : 1 %

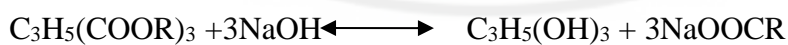
(www.jtbaker.com/msds/w/0600.htm)

Sifat Kimia :

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

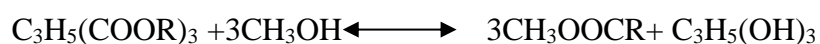


b. Saponifikasi Jika lemak direaksikan dengan alkali untuk menghasilkan gliserol dan garam atau sabun atau logam alkali maka reaksinya sebagai berikut:



Reaksi ini adalah dasar reaksi yang digunakan pada industri sabun.

c. Interesterifikasi Ester beralkohol rendah diperoleh dengan mereaksikan alkohol secara langsung dengan lemak untuk menggantikan gliserol, biasanya menggunakan katalis alkali. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Reaksi ini biasa disebut alkoholisis.

(Swern, 1982)

b. Sodium Stearat (Sabun)

Sifat Fisikaa

- Rumus Kimia : $C_{17}H_{35}COONa$
- Berat Molekul : 306 gram/mol
- Specific Gravity : 0,9
- Titik Didih : 352 °C
- Titik Beku : 53,5 °C
- Densitas : 0,9124 g/L

(Spitz, 2009)

Sifat Kimia

- Memiliki pH sekitar 10
- Sabun dapat bereaksi dengan air buangan membentuk senyawa garam-garam kalsium dan magnesium yang langsung terendapkan
- Sabun memiliki dua bagian, bagian kepala (COONa) yang bersifat polar dan bagian ekor (R-CH₃) yang bersifat non-polar
- Bagian kepala bersifat hidrofil (suka air) dan bagian ekor bersifat hidrofob (takut air)dapat bereaksi dengan kotoran yang selanjutnya terdispersikan ke dalam air.

(Spitz, 2009)