

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri kimia di Negara Indonesia, khususnya agro industri mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan antara lain karena tingkat kebutuhan akan produk yang tinggi, serta ketersediaan bahan baku yang cukup banyak dihasilkan oleh alam Indonesia. Industri penghasil *oleochemical* termasuk industri kimia agro (*agrobased chemical industry*), yaitu industri yang mengolah bahan baku yang dapat diperbaharui (*renewable*), merupakan industri yang bersifat *resources based industry* dan mempunyai peranan yang sangat penting dalam upaya pemenuhan kebutuhan pokok masyarakat luas (*basic needs*).

Industri oleokimia di Indonesia merupakan industri yang memiliki *backup* bahan baku yang sangat melimpah karena Indonesia merupakan produsen bahan baku CPO terbesar di dunia. Industri oleokimia merupakan industri yang strategis karena selain keunggulan komparatif yakni tersedia bahan baku yang melimpah juga memberikan nilai tambahan produksi yang cukup tinggi. Dari bahan baku CPO dapat digunakan sebagai bahan baku bagi industri hilirnya baik kategori pangan ataupun non pangan. Diantara kelompok industri CPO tersebut salah satunya adalah oleokimia dasar (*fatty acid, fatty alcohol, fatty amines, methyl ester, glycerol, stearic acid*).

Salah satu industri kimia yang penting keberadaannya adalah industri Asam stearat (*Stearic acid*). Asam stearat atau asam oktadekanoat, adalah asam lemak jenuh terkandung dalam minyak kelapa sawit (CPO) dengan rumus kimia $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$. Kandungan asam stearat dalam kelapa sawit sebesar 1-3%. Asam stearat ini biasanya banyak digunakan sebagai bahan pembuatan lilin, bahan tambahan sabun yang berguna untuk memberi efek halus pada kulit, serta bahan baku kosmetik.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Maksud dari prarancangan pabrik ini untuk memenuhi kebutuhan asam stearat di Indonesia dan dunia, karena produk ini banyak digunakan sebagai bahan baku pada pabrik kimia, maka dalam prarancangan pabrik ini akan dirancang pabrik kimia yang memproduksi asam stearat dari bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO).

1.2.2 Tujuan

Tujuan dari prarancangan pabrik Asam stearat adalah :

1. Berperan serta dalam program pemerintah untuk menciptakan lapangan kerja baru dibidang industri kimia.
2. Dengan didirikannya pabrik ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap impor serta membuka peluang ekspor yang lebih besar selain digunakan untuk kebutuhan dalam negeri.
3. Mengaplikasikan ilmu teknik kimia memberikan gambaran kelayakan pada pabrik pembuatan asam stearat
4. Meningkatkan daya saing industri terhadap negara-negara maju dan negara yang berkembang.

1.3 Analisa Pasar

1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi Asam stearat adalah CPO (*Crude Palm Oil*). CPO yang digunakan sebagai bahan baku akan disuplai oleh PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) V yang berada di Pekanbaru Riau. dengan kapasitas CPO 600.000 Ton/tahun. (<https://ptpn5.com>)

1.3.2 Kebutuhan Produksi

Kebutuhan industri –industri terhadap ketersediaan Asam stearat diperkirakan akan semakin meningkat dengan kurangnya industri dalam negeri yang memproduksi asam stearat. Kebutuhan asam stearat di Indonesia, sebagian besar mengandalkan produksi lokal dan juga impor dari

beberapa negara, tetapi, permintaan akan asam stearat di negara lain seperti Malaysia, Singapura, Thailand, Cina, Jepang, dan India

Tabel 1.3.-1 Kebutuhan Asam stearat di Negara lain

Negara	Kebutuhan (ton/tahun)
Malaysia	2504,0588
Singapura	3,3691
Thailand	3,5370
China	41,5597
Jepang	3,5389
India	166,0983

(Sumber : *United Nation data*, 2019)

1.4 Penentuan Kapasitas Produksi

Penentuan kapasitas pabrik asam stearat ini ditentukan berdasarkan kebutuhan impor dan ekspor asam stearat di Indonesia. data impor dan ekspor asam stearat dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1.4-1 Data impor dan ekspor asam stearat di Indonesia

Tahun	Impor (ton)	Ekspor (ton)
2013	865,489	661,051
2014	1053,745	11586,55
2015	1256,966	9384,653
2016	1489,832	9522,371
2017	2102,235	7377,382
2018	2572,64	10420,55

(Sumber : Badan Pusat Statistika, 2019)

Tabel 1.4-2 Pabrik yang sudah beroperasi dalam pembuatan asam stearat

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
PT. Dua Kuda Indonesia	Jakarta	300.000
PT. Sumi Asih	Bekasi	110.000
PT. Soci Mas	Medan	90.000
PT. Cisadane Raya Chemical	Tangerang	170.000
TOTAL		670.000

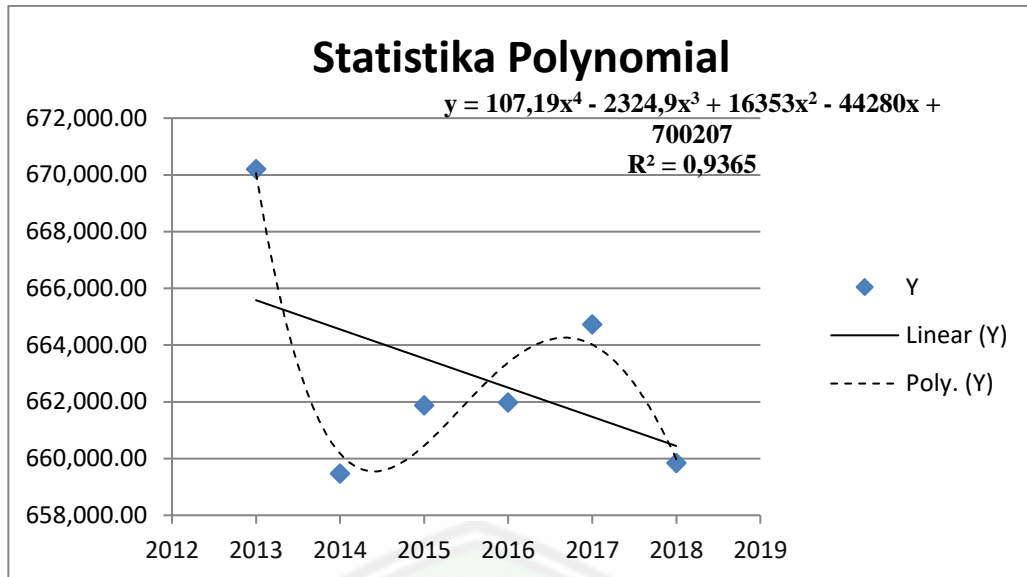
(Sumber : Kemenperin.go.id)

Kebutuhan per tahun = Total produksi yang sudah ada + (Impor – Ekspor)

Tabel 1.4-3 Kebutuhan Asam Stearat di Indonesia

Tahun	Kebutuhan (Ton)
2013	670.204,44
2014	659.467,20
2015	661.872,31
2016	661.967,47
2017	664.724,85
2018	659.837,09

Perhitungan Kapasitas Produksi Menurut Ilmu Statistika.



Gambar 1.4-1 Grafik regresi polinomial

Dari grafik di atas didapatkan nilai regresi $R^2 = 0,9365$. Dengan persamaan

$$y = 107,19x^4 - 2324,9x^3 + 16353x^2 - 44280x + 700207$$

Kebutuhan produk (y) pada tahun 2024 dimana $x = 11$

Berdasarkan regresi polinomial ordo 4 :

$$y = 107,19x^4 - 2324,9x^3 + 16353x^2 - 44280x + 700207$$

$$y = 107,19(11)^4 - 2324,9(11)^3 + 16353(11)^2 - 44280(11) + 700207$$

$$y = 666.766,89 \text{ ton}$$

Kapasitas Produksi

$$\text{Kapasitas Produksi} = 10\% \times \text{Kebutuhan Produk}$$

$$\text{Kapasitas Produksi} = 10\% \times 666.766,89 \text{ ton}$$

$$\text{Kapasitas Produksi} = 66.676,689 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan kapasitas pabrik menurut ilmu statistika, pada perancangan pabrik ini dipilih kapasitas 70.000 ton/tahun. Dimana diharapkan pabrik yang akan didirikan ini mampu mencukupi kebutuhan asam stearat di Indonesia pada tahun 2024.

1.5 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan pabrik, karena harus dapat memberikan keuntungan jangka panjang

dan dimungkinkan untuk mengembangkan pabrik dimasa yang akan datang. Oleh karena itu pabrik Asam Stearat dengan kapasitas 70000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Dumai Jl. Pulau Sumatera, Pelintung, Medang Kampai, Kota Dumai, Riau 28815 Provinsi Riau.

. Adapun faktor-faktor yang mendukung untuk mempertimbangkan lokasi pabrik, antara lain (Peters & Timmerhaus, 1991, Hal 91-95) :

1. Sumber Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan bagian yang penting dalam mempertimbangkan lokasi pendirian pabrik. Hal ini mempengaruhi biaya yang dibutuhkan untuk transportasi dari lokasi berdirinya pabrik dengan sumber bahan baku, serta besar atau kecilnya ruang penyimpanan bahan baku. hal hal yang harus dipertimbangkan dalam menentukan ketersediaan bahan baku antara lain, harga bahan baku yang digunakan, biaya pengiriman atau transportasi, ketersediaan pasokan bahan baku, serta persyaratan penyimpanan. Berdasarkan beberapa pertimbangan tersebut maka lokasi yang cocok untuk mendirikan pabrik Asam Stearat berada di Kawasan Industri Dumai Jl. Pulau Sumatera, Pelintung, Medang Kampai, Kota Dumai, Riau 28815 Provinsi Riau Lokasi ini kami pilih karena berada diantara sumber bahan baku utama untuk memproduksi asam stearat yaitu CPO yang diperoleh dari PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) V yang berada di Pekan baru Riau.

2. Sarana Transportasi

Transportasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelancaran proses produksi dari 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 Asam Stearat ini didirikan dengan beberapa pertimbangan antara lain Transportasi yang tersedia, pengadaan bahan baku dekat dengan pelabuhan, pelabuhan internasional dan pasar.

3. Pemasaran Produk

Hasil produksi yang dihasilkan berencana untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang digunakan sebagai bahan baku industri *oleochemical*, industri pembuatan kosmetik, industri pembuatan lilin,dll. Selain itu, produk Asam Stearat akan di ekspor sebanyak 10% dari kapasitas produksi, hal ini bertujuan untuk meningkatkan nilai jual produk dan mampu bersaing dengan pasar internasional.

4. Tenaga Kerja

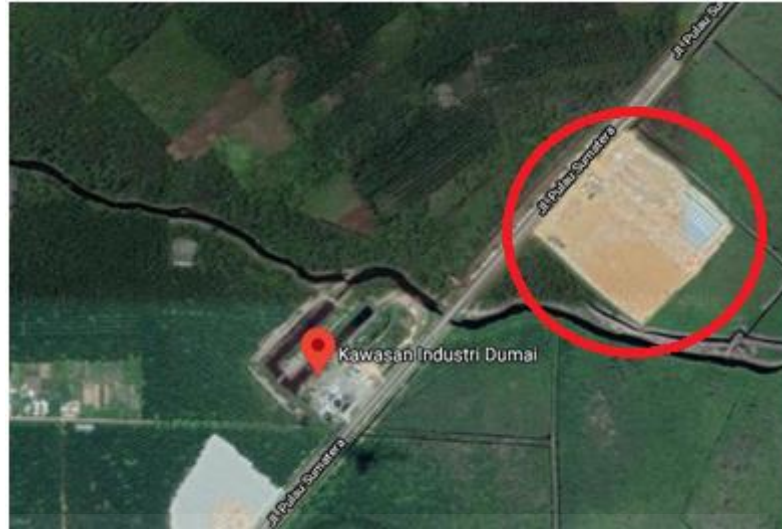
Riau salah satu daerah yang menjadi tujuan para tenaga kerja, karena letak Riau yang begitu strategis sebagai kawasan industri Dumai Riau . Faktor tenaga kerja merupakan hal yang penting dalam industri. Tenaga kerja dapat dipenuhi dari sumber daya manusia yang ditinjau dari aspek pendidikan, keterampilan, tanggung jawab yang dimiliki dan lain-lain. Dengan didirikannya pabrik asam stearat maka akan terbuka lapangan pekerjaan baru di Kawasan Industri Dumai Riau.

5. Lingkungan

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

6. Ketersediaan Lahan

Faktor ini berkaitan dengan rencana pengembangan pabrik kedepannya.



Gambar 1.5-1 Lokasi Pabrik

1.6 Tinjauan Pustaka

1.6.1 Asam Stearat

Asam stearat adalah campuran asam organik padat yang diperoleh dari lemak sebagian besar terdiri dari asam oktadekanoat, $C_{18}H_{36}O_2$. (Ditjen POM, 1979).

Asam lemak ini merupakan asam lemak jenuh, wujudnya padat pada suhu ruang. Asam stearat diproses dengan memperlakukan lemak hewan dengan air pada suhu dan tekanan tinggi. Asam ini dapat pula diperoleh dari hidrogenasi minyak nabati. Dalam bidang industri asam stearat dipakai sebagai bahan pembuatan lilin, sabun, plastik, kosmetika, dan untuk melunakkan karet (Anonim a, 2010).



Gambar 1.6-1 Asam stearat

1.6.2 Kegunaan Asam Stearat

Kegunaan Asam Stearat dalam Kehidupan sehari – hari :

1. Pembuatan lilin

Asam stearat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan lilin, asam stearat ini digunakan untuk mengeraskan dan memperkuat lilin, asam stearat juga memiliki pengaruh pada titik leleh lilin sehingga meningkatkan daya tahan dan konsistensi nyala lilin.

2. Pembuatan sabun

Asam stearat digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun. Pada proses pembuatan sabun asam stearat yang digunakan yang berbentuk kristal putih dan mencair pada suhu 56°C. asam stearat memiliki fungsi untuk mengeraskan dan menstabilkan busa (Hamdali dkk,2005).

3. Pembuatan kosmetik

Asam Stearat dalam industri kosmetik digunakan sebagai bahan campuran pembuatan produk-produk kosmetik yang fungsinya untuk memberikan keharuman dan kemilauan.

4. Industri karet

Asam stearat dalam proses pembuatan karet digunakan sebagai *softening* dan *plasticizing effect*.

1.6.3 Tinjauan kinetika

1. Menentukan waktu tinggal di reactor dan Splitting Tower

Diketahui dari buku *Bailey Fat and Oils* bahwa di dalam Splitting Tower membutuhkan waktu tinggal sekitar 2 jam, sedangkan reaktor Hidrogenasi membutuhkan waktu tinggal sekitar 30 Menit (0,5 jam) untuk membentuk Asam stearat Menggunakan Orde 2.

2. Menentukan Konstanta Laju Reaksi pada *Splitting Tower*



Orde reaksi terhadap *Crude Palm Oil* (CPO) = 1 dilihat dari pangkat konsentrasinya)

Orde reaksi terhadap Air = 1

Jadi, orde reaksi secara keseluruhan = 2

Maka rumus laju reaksi,

$$-r_A = \frac{dC_A}{dt}$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = K \cdot C_A \cdot C_B$$

$$C_{Ao} \frac{dX_A}{dt} = K \cdot C_{Ao} (1 - X_A) \cdot (C_{Bo} - C_{Ao} \cdot X_A)$$

$$C_{Ao} \frac{dX_A}{dt} = K \cdot C_{Ao} (1 - X_A) \cdot C_{Ao} \left(\frac{C_{Bo}}{C_{Ao}} - X_A \right)$$

$$\int \frac{dX_A}{dt} = \int K \cdot C_{Ao} (1 - X_A) \cdot (M - X_A)$$

$$\int \frac{dX_A}{(1 - X_A)(M - X_A)} = K \cdot C_{Ao} \int dt$$

Integralnya,

$$\frac{1}{M-1} \ln \frac{M-X_A}{M(1-X_A)} = K \cdot C_{Ao} \cdot t$$

$$\ln \frac{M-X_A}{M(1-X_A)} = K \cdot C_{Ao} (M-1)t$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Volumetrik A} &= \frac{\text{laju alir}}{\text{densitas}} \\ &= \frac{50775,85259}{880} \\ &= 57,6998 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{Ao} &= \frac{\text{mol}}{\text{laju volumetrik}} \\ &= \frac{59,9479}{57,6998} \\ &= 1,03896 \text{ kmol/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_A &= C_{Ao} (1 - X_A) \\ &= 1,03896 (1 - 0,8) \\ &= 0,207792 \text{ kmol/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Volumetrik B} &= \frac{\text{Laju alir}}{\text{densitas}} \\ &= \frac{3043904,612}{1000} \\ &= 3043,9046 \text{ Kmol/jam}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{B0} &= \frac{\text{mol}}{\text{laju volumetrik}} \\ &= \frac{168.962,1939}{3043,9046} \\ &= 55,5083 \text{ kmol/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_B &= C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A \\ &= 55,5083 - (1,03896 - 0,98) \\ &= 55,44934 \text{ Kmol/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M &= \frac{C_{B0}}{C_{A0}} \\ &= \frac{54,44934}{1,03896} = 52,40754 \end{aligned}$$

$$\ln \frac{M - X_A}{M(1 - X_A)} = K C_{A0} (M - 1)t$$

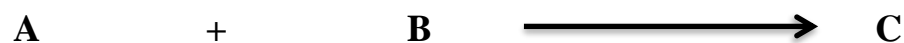
$$\ln \frac{52,40754 - 0,98}{52,40754 (1 - 0,98)} = K \cdot 1,03896 \cdot (52,40754 - 1) \cdot 2$$

$$K = 0,036445 \text{ m}^3/\text{Kmol.jam}$$

Menentukan laju reaksi

$$\begin{aligned} -r_A &= K \cdot C_A \cdot C_B \\ &= 0,03 \times 0,207792 \times 55,26934 \\ &= 0,4199 \text{ /jam} \end{aligned}$$

3. Menentukan Konstanta Laju Reaksi pada Reaktor



Orde reaksi terhadap Asam Oleat = 1 dilihat dari pangkat konsentrasinya)

Orde reaksi terhadap gas hidrogen = 1

Jadi, orde reaksi secara keseluruhan = 2

Maka rumus laju reaksi,

$$-r_A = \frac{dC_A}{dt}$$

$$-\frac{dCA}{dt} = K \cdot CA \cdot CB$$

$$CAo \frac{dXA}{dt} = K \cdot CAo (1 - XA) \cdot (CBo - CAo \cdot XA)$$

$$CAo \frac{dXA}{dt} = K \cdot CAo (1 - XA) \cdot CAo \left(\frac{CBo}{CAo} - XA \right)$$

$$\int \frac{dXA}{dt} = \int K \cdot CAo (1 - XA) \cdot (M - XA)$$

$$\int \frac{dXA}{(1 - XA)(M - XA)} = K \cdot CAo \int dt$$

Integralnya,

$$\frac{1}{M - 1} \ln \frac{M - XA}{M(1 - XA)} = K \cdot CAo \cdot t$$

$$\ln \frac{M - XA}{M(1 - XA)} = K \cdot CAo (M - 1)t$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Volumetrik A} &= \frac{\text{laju alir}}{\text{densitas}} \\ &= \frac{7.168,6099}{895} \\ &= 8,0096 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CAo &= \frac{\text{mol}}{\text{laju volumetrik}} \\ &= \frac{3,08888}{8,0096} \\ &= 0,38563 \text{ kmol/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CA &= CAo (1 - XA) \\ &= 0,38563 (1 - 0,9) \\ &= 0,03856 \text{ kmol/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju Volumetrik B} &= \frac{\text{Laju alir}}{\text{densitas}} \\ &= \frac{66,6192}{1110} \\ &= 0,0600 \text{ kmol/jam}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CBo &= \frac{\text{mol}}{\text{laju volumetrik}} \\ &= \frac{27,7999}{0,0600} \\ &= 463,3316 \text{ kmol/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CB &= CBo - CAo \cdot XA \\
 &= 463,3316 - (0,38563 - 0,9) \\
 &= 463,8460 \text{ Kmol/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{CBo}{CAo} \\
 &= \frac{463,3316}{0,38563} = 1.201,4927
 \end{aligned}$$

$$\ln \frac{M - XA}{M(1 - XA)} = K CAo (M - 1)t$$

$$\begin{aligned}
 \ln \frac{1.201,4927 - 0,9}{1.201,4927 (1 - 0,9)} &= K \cdot 0,38563 \cdot (1.201,4927 - 1) \cdot 0,5 \\
 K &= 0,0003 \text{ m}^3/\text{Kmol.jam}
 \end{aligned}$$

Menentukan laju reaksi

$$\begin{aligned}
 -rA &= K \cdot CA \cdot CB \\
 &= 0,0003 \times 0,03856 \times 463,8460 \\
 &= 0,0046 \text{ /jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laju Volumetrik A} &= \frac{\text{laju alir}}{\text{densitas}} \\
 &= \frac{1.716,8552}{900} \\
 &= 1,90761 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cao &= \frac{\text{mol}}{\text{laju volumetrik}} \\
 &= \frac{30,88877}{1,90761} \\
 &= 16,19239 \text{ kmol/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CA &= Cao (1 - XA) \\
 &= 16,19239 (1 - 0,90) \\
 &= 1,61923 \text{ Kmol/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laju Volumetrik B} &= \frac{\text{Laju alir}}{\text{densitas}} \\
 &= \frac{66,6192}{1110} \\
 &= 0,0600 \text{ Kmol/jam}^3
 \end{aligned}$$

$$CBo = \frac{\text{mol}}{\text{laju volumetrik}}$$

$$= \frac{27,7999}{0,0600}$$

$$= 463,3316 \text{ kmol/m}^3$$

$$CB = CBo - CAo \cdot XA$$

$$= 463,3316 - (16,19239 \times 0,90)$$

$$= 448,75844 \text{ Kmol/m}^3$$

$$M = \frac{CBo}{CAo}$$

$$= \frac{463,3316}{16,19239} = 28,61415$$

$$\ln \frac{M - XA}{M(1 - XA)} = K CAo (M - 1)t$$

$$\ln \frac{28,61415 - 0,90}{28,61415 (1 - 0,90)} = K \cdot 16,19239 \cdot (28,61415 - 1) \cdot 0,5$$

$$K = 0,009827 \text{ m}^3/\text{Kmol.jam}$$

Menentukan laju reaksi

$$-rA = K \cdot CA \cdot CB$$

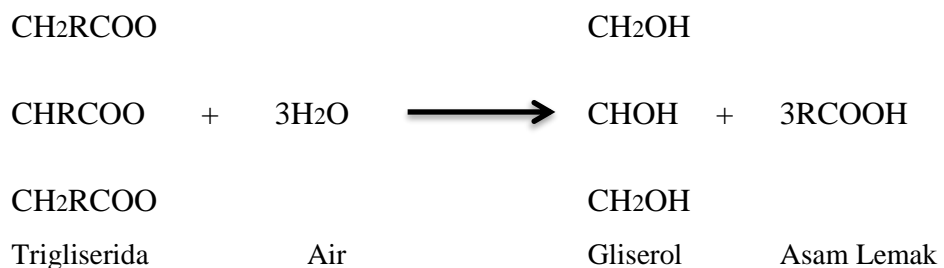
$$= 0,0003 \times 1,61923 \times 448,75844$$

$$= 0,21799 \text{ /jam}$$

1.6.4 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*).

Konsep tinjauan termodinamika dari reaksi pembuatan asam stearat ditinjau dari reaksi utamanya, yaitu :



Untuk mengetahui reaksi berlangsung secara eksotermis atau endotermis, dapat dihitung dengan persamaan :

$$\Delta H^{\circ} = H^{\circ}f(p) - H^{\circ}f(r)$$

Table 1.6-1 data $\Delta H^{\circ}f$ Reaksi Hidrolisis

<i>Komponen</i>	$\Delta H^{\circ}f$ (Kj/mol)
$C_3H_5(COOR)_3$	-382,456
H_2O	-68,317
$RCOOH$	-138,642
$C_3H_5(OH)_3$	-159,10

(Yaws, Appendix)

$$\Delta H^{\circ}r_{298} = (n. \Delta H^{\circ}f \text{ Produk}) - (n. \Delta H^{\circ}f \text{ Reaktan})$$

$$\Delta H^{\circ}r_{298} = [3(\Delta H^{\circ}f RCOOH) + 1(\Delta H^{\circ}f C_3H_5(OH)_3)] - [1(\Delta H^{\circ}f C_3H_5(COOR)_3) + 3((\Delta H^{\circ}f H_2O)]$$

$$\Delta H^{\circ}r_{298} = [3(-138,642) + 1(-159,10)] - [1(-382,456) + 3(-68,317)]$$

$$\Delta H^{\circ}r_{298} = 12,387 \text{ Kj/mol}$$

Harga $\Delta H^{\circ}r$ bernilai positif menunjukkan bahwa reaksi pembentukan Asam Stearat bersifat *endotermis*, yaitu reaksi yang menyerap panas atau membutuhkan panas, sehingga untuk menjaga agar reaksi tetap berlangsung pada kondisi proses di tambahkan panas.

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.

Tabel. 1.6-2 data $\Delta G^{\circ}f$ Reaksi Hidrolisis

Komponen	$\Delta G^{\circ}f$ (kj/mol)
$C_3H_5(COOR)_3$	-84,842

H_2O	-59,690
$RCOOH$	-90,098
$C_3H_5(OH)_3$	-113,650

(Yaws,Appendix)

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

$$\Delta G^\circ = [3(\Delta G^\circ RCOOH) + 1(\Delta G^\circ C_3H_5(OH)_3)] - [1(\Delta G^\circ C_3H_5(COOR)_3) + 3((\Delta G^\circ H_2O))]$$

$$\Delta G^\circ = [3(-90,098) + 1(-113,650)] - [1(-84,842) + 3(-59,690)]$$

$$\Delta G^\circ = -120,032 \text{ kJ/mol}$$

Tabel. 1.6-2-1 data Δs Reaksi Hidrolisis

Komponen	$\Delta G^\circ f$ (j/mol.K)
$C_3H_5(COOR)_3$	22,557
H_2O	69,95
$RCOOH$	30,82
$C_3H_5(OH)_3$	298,15

$$\Delta S^\circ_{rxn} = (\Delta S_{\text{produk}} - \Delta S_{\text{reaktan}})$$

$$= [(\Delta S^\circ RCOOH) + (\Delta S^\circ C_3H_5(OH)_3)] - [(\Delta S^\circ C_3H_5(COOR)_3) + ((\Delta S^\circ H_2O))]$$

$$= [(30,82) + (-298,15)] - [(22,557) + (69,95)]$$

$$= 421,477 \text{ J/mol.K}$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H - (T \times \Delta S)$$

$$= 12,387 - (250 - 421,477)$$

$$= -1053,867 \text{ KJ/mol}$$

Dari perhitungan diatas nilai ΔG° hasilnya negatif bahwa reaksi berlangsung secara spontan.

Untuk mengetahui apakah reaksinya *irreversible* atau *reversible* (harga K) dapat dihitung dengan persamaan konstanta kesetimbangan berikut :

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

Atau

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

Dimana :

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

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

T = Temperatur, K

K = Konstanta Kesetimbangan

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

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

$$K_{298} = \exp \left[-\frac{\Delta G}{RT} \right]$$

$$K_{298} = \exp \left[-\frac{-120,032}{0,008314 \times 298} \right]$$

$$K_{298} = 1,0975 \times 10^{21}$$

Reaksi dijalankan pada temperatur 250 °C, sehingga harga konstanta kesetimbangan K pada temperatur 250°C (523 K) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

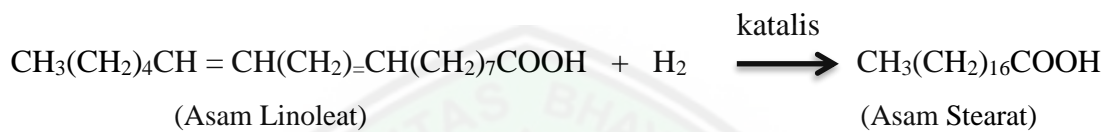
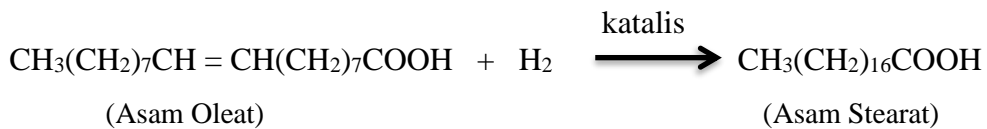
$$\frac{K_{\text{operasi}}}{K_{298}} = \exp -\frac{\Delta H^\circ_{298}}{R} \left[\frac{1}{T_{\text{operasi}}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$\frac{K_{\text{operasi}}}{1,0975 \times 10^{21}} = \exp -\frac{109,13}{0,008314} \left[\frac{1}{523} - \frac{1}{298} \right]$$

$$K_{operasi} = 1,862 \times 10^{29} \quad K > 1$$

Dari perhitungan diatas harga $K > 1$ sehingga produk tidak dapat kembali menjadi reaktan, diasumsikan bahwa reaksi bersifat *irreversible*.

Konsep tinjauan termodinamika dari reaksi pembuatan asam stearat ditinjau dari reaksi hidrogenasi, yaitu :



Untuk mengetahui reaksi berlangsung secara eksotermis atau endotermis, dapat dihitung dengan persamaan :

$$\Delta H^{\circ} = H^{\circ}f(p) - H^{\circ}f(r)$$

Tabel 1.6-3 data ΔH°_f Reaksi Hidrogenasi

Komponen	ΔH°_f 298 (Kj/mol)
$\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$	-646,02
$\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$	-764,51
$\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$	-540
H_2	0,0

(Coulson, Appendix)

$$\Delta H^{\circ}r_{298} = (n. \Delta H^{\circ}_f \text{Produk}) - (n. \Delta H^{\circ}_f \text{Reaktan})$$

$$\Delta H^{\circ}r_{298} = [1(\Delta H^{\circ}_f \text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH})] - [1(\Delta H^{\circ}_f \text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}) + 1(\Delta H^{\circ}_f \text{H}_2)]$$

$$\Delta H^{\circ}r_{298} = (-764,51) - (-646,02 + 0,0)$$

$$\Delta H^{\circ}r_{298} = -118,49 \text{ Kj/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}r_{298} = (n. \Delta H^{\circ}_f \text{Produk}) - (n. \Delta H^{\circ}_f \text{Reaktan})$$

$$\Delta H^{\circ}r_{298} = I(\Delta H^{\circ}f\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}) - [I(\Delta H^{\circ}\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}) + I(\Delta f^{\circ}H_2)]$$

$$\Delta H^{\circ}r_{298} = (-764,51) - (-540 + 0,0)$$

$$\Delta H^{\circ}r_{298} = -224,51 \text{ Kj/mol}$$

Harga ΔH_r bernilai negatif menunjukkan bahwa reaksi pembentukan Asam Stearat bersifat *eksotermis*, yaitu reaksi yang menghasilkan panas, sehingga untuk menjaga agar reaksi tetap berlangsung pada kondisi proses tanpa penambahan panas.

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.

Tabel 1.6-4 data $\Delta G^{\circ}f$ Hidrogenasi

Komponen	ΔG° (Kj/mol)
$\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$	-189,69
$\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$	-243,23
$\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$	-94,3
H_2	0,0

(Yaws, Gibss Energy)

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

$$\Delta G^{\circ} = [I(\Delta G^{\circ}\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2)] - [I(\Delta G^{\circ} \text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2) + I((\Delta G^{\circ}H_2)]$$

$$\Delta G^{\circ} = (-243,23) - ((-189,69) + 0,0)$$

$$\Delta G^{\circ} = -53,54 \text{ Kj/mol}$$

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

$$\Delta G^{\circ} = [I(\Delta G^{\circ}\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2)] - [I(\Delta G^{\circ} \text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2) + I((\Delta G^{\circ}H_2)]$$

$$\Delta G^{\circ} = (-243,23) - ((-94,3) + 0,0)$$

$$\Delta G^{\circ} = -148,93 \text{ Kj/mol}$$

Dari perhitungan diatas nilai ΔG° hasilnya negatif bahwa reaksi berlangsung secara spontan.

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

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

Atau

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

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, 1990)

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

$$K_{298} = \exp \left[-\frac{\Delta G}{RT} \right]$$

$$K_{298} = \exp \left[-\frac{-53,54}{0,008314 \times 298} \right]$$

$$K_{298} = 24268$$

$$K_{298} = \exp \left[-\frac{\Delta G}{RT} \right]$$

$$K_{298} = \exp \left[-\frac{-148,93}{0,008314 \times 298} \right]$$

$$K_{298} = 1,276 \times 10^{21}$$

Reaksi dijalankan pada temperatur 230 °C, sehingga harga konstanta kesetimbangan K pada temperatur 250°C (503 K) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{K_{operasi}}{K_{298}} = \exp -\frac{\Delta H^{\circ}_{298}}{R} \left[\frac{1}{T_{operasi}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$\frac{K_{operasi}}{24268} = \exp -\frac{-118,49}{0,008314} \left[\frac{1}{T_{503}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$K_{operasi} = 8,319 \times 10^{-5} \quad K > 1$$

Dari perhitungan diatas harga $K > 1$ sehingga produk tidak dapat kembali menjadi reaktan, diasumsikan bahwa reaksi bersifat *irreversible*

$$\frac{K_{operasi}}{K_{298}} = \exp -\frac{\Delta H^{\circ}_{298}}{R} \left[\frac{1}{T_{operasi}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$\frac{K_{operasi}}{1,276 \times 10^{21}} = \exp -\frac{-224,51}{0,008314} \left[\frac{1}{T_{503}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$K_{operasi} = 1,481 \times 10^{26} \quad K > 1$$

Dari perhitungan diatas harga $K > 1$ sehingga produk tidak dapat kembali menjadi reaktan, diasumsikan bahwa reaksi bersifat *irreversible*.

1.7 Proses Pembuatan Asam Stearat

Asam stearat merupakan bahan kimia antara yang dapat digunakan sebagai bahan bak surfaktan, metal ester, sabun dan deterjen, emulsifier, stabilizer sebagai campuran dalam berbagai jenis produk makanan dan obat-obatan, sebagai wetting agent dalam industry tekstil, plasticizer dalam industri kemasan dan sebagai bahan yang digunakan dalam proses vulkanisasi karet

dalam industri polimer, melalui reaksi saponifikasi. Produk ini dihasilkan dari reaksi hidrolisis minyak atau lemak dengan air.

1.7.1 Proses Hidrolisis

Proses hidrolisis merupakan suatu industri yang penting. Produk dari proses tersebut yang berupa asam lemak dan gliserol adalah bahan baku dasar untuk berbagai aplikasi. Asam lemak digunakan sebagai bahan baku untuk produksi oleokimia seperti *alcohol* lemak, asam lemak dan ester lemak. Asam lemak juga digunakan dalam penyusunan berbagai macam produk, seperti coating, obat-obatan, produk perawatan pertanian, industri dan pribadi (Satyati J.K et al, 2011).

Dalam proses industri yang ada saat ini, minyak sawit mentah di hidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol. Reactor hidrolisis yang digunakan adalah kolom tegak yang diistilahkan sebagai *Splitting Tower*.

1.7.2 Proses Hidrogenasi

Hidrogenasi adalah suatu proses yang dilakukan dengan tujuan mengubah minyak nabati menjadi bentuk lemak yang biasa digunakan untuk beberapa jenis produk. Proses hidrogenasi dilakukan untuk merubah minyak atau lemak ke bentuk fisik yang lebih mudah penanganannya, dan untuk meningkatkan ke stabilan oksidatif.

Hidrogenasi hanya dapat terjadi jika ketiga reaktan berada dalam satu tempat bersama, yaitu lemak tak jenuh, gas hydrogen, dan katalis. Katalis yang digunakan biasanya jenis katalis nikel.

1.7.3 Proses Destilasi

Destilasi merupakan proses pemurnian *fatty acid* berdasarkan titik didih pada temperature tertentu yang berguna untuk memperbaiki warna fatty acid, mengurangi kadar air dan memisahkannya dari zat pengotor.

Destilasi yang digunakan dalam proses ini menggunakan destilasi tekanan vacuum karena tingginya titik didih asam minyak pada tekanan atmosferis.

1.7.4 Proses Flaker

Proses flaking adalah proses pengkristalan produk stearic acid dari cairan (*liquid*) menjadi padat (*solid*) yang berbentuk lempengan (*flaker*). Pada prinsipnya proses hampir sama dengan granulasi hanya yang berbeda dari bentuk produk. Dimana *stearic acid* ditampung dalam bak penampung yang akan mengikuti putaran drum besi yang telah diisi air temperatur 17-30°C, diatur kecepatan drum besi untuk mengatur ketebalan tertentu sesuai standar yang telah ditetapkan dan *stearic acid* akan terpotong oleh pisau yang akan membentuk lempengan (*flaker*).

1.7.5 Proses Hidrolisis Pada Tekanan dan Temperatur Tinggi

Proses ini disebut juga dengan proses *Colgate-Emery*. Proses ini merupakan proses yang paling efisien dalam hidrolisis lemak/minyak menjadi asam lemak.

Hidrolisa lemak/minyak dengan H₂O merupakan metode yang umum dipakai untuk menghasilkan asam lemak. Reaksi ini akan menghasilkan gliserol sebagai produk samping. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Reaksi ini dilakukan pada suhu 240°C – 260°C dan tekanan 45 – 50 bar. Pada proses ini derajat pemisahan mampu mencapai 99 %. Hal yang membuat proses ini kurang efisien adalah karena proses ini memerlukan energi yang cukup besar dan komponen-komponen minor yang ada di dalamnya seperti β-karoten mengalami kerusakan.

Temperatur dan tekanan yang tinggi membuat waktu reaksi menjadi semakin singkat. Derajat splitting semakin tinggi walau tanpa menggunakan

katalis. Walaupun demikian, pemakaian katalis sangat dimungkinkan untuk semakin meningkatkan derajat splitting. (Gervajio, 2005).

Tabel 1.6-5 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Stearat

No	Item	Jenis Proses		
		Twitchell Process	Batch Process	Colgate Emery Process
1	Konversi	75%	95%	99%
2	Waktu Hidrolisis	24 jam	6-10 jam	1-3 jam
3	Temperature (°C)	100-105	150-240	250
4	Sistem operasi	Batch	Batch	Continuous
5	Konsumsi Energi	Tinggi	Tinggi	Sedang
6	Kualitas Produk	Rendah	Tinggi	Medium
7	Katalis atau Reagent	Katalis H ₂ SO ₄	Katalis Zn	Tidak Menggunakan
8	Aspek Lingkungan	Kurang Baik	Kurang Baik	Baik
9	Kelebihan	Temperatur dan tekanan yang digunakan rendah, dapat digunakan pada skala kecil, biaya awal rendah karena relatif sederhana dan	Dapat digunakan pada skala kecil, biaya awal lebih rendah untuk skala kecil dibandingkan sistem continuous, lebih cepat	Ruangan yang digunakan kecil, kualitas produk seragam, yield asamnya tinggi, biaya tenaga kerja rendah, lebih akurat dan menggunakan kontrol otomatis, biaya tahunan

		perawatannya tidak mahal	dibandingkan Twitchell	lebih rendah.
--	--	--------------------------	------------------------	---------------

Sumber : JAOCS, Vol 56, 1979

1.8 Deskripsi Proses

1.8.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa CPO (*Crude Palm Oil*) yang diperoleh dari PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) V yang berada di Pekanbaru Riau menggunakan pipa untuk mengatur kestabilan laju alir CPO (*Crude Palm Oil*) yang masuk kedalam *Fat Splitting Column*, maka aliran dari pipa dimasukkan ke dalam tangki penampungan sementara (T-01) dengan waktu penyimpanan selama 24 jam. Bahan baku CPO dipompa sehingga tekananya naik dari 1 atm menjadi 1,5 atm dan di naikan suhunya dengan *Heat Exchanger* (HE-01) dengan media pemanas *Saturated steam* dari suhu 30°C sehingga suhu naik menjadi 250 °C.

Bahan baku berupa air diperoleh dari sungai Sembilan Kota Dumai, Riau melalui pipa, dengan terlebih dahulu diproses di Unit Utilitas, untuk menghilangkan kandungan-kandungan pengotor maupun logam didalamnya. Bahan baku air di alirkan melalui pipa. Sebelum masuk ke *Fat Splitting Column*, air dipompa sampai tekanan 45 atm dan dinaikan suhunya dengan *Heat Exchanger* (HE-02) dengan media pemanas *Saturated Steam* dari suhu 190°C menjadi 250°C.

1.8.2 Proses Fat Splitting

Reaksi antara CPO (*Crude Palm Oil*) dengan air berlangsung di dalam Splitting tower (ST-01) yang beroperasi pada suhu 250 °C dan tekanan 45 atm. Reaksi ini terjadi adalah reaksi *endothermic* (membutuhkan panas) maka steam dengan tekanan 45 atm diinjeksikan pada 2 titik dengan massa tertentu sehingga konversi hidrolisis bisa mencapai 98% tanpa bantuan katalisator apapun, sehingga diperlukan pemanas berupa *Steam* dalam Splitting Tower.

Produk bawah Splitting tower berupa Gliserol dalam air dengan rapat massa yang lebih besar sebagai produk samping dari prarancangan pabrik ini, sedangkan produk atas Splitting tower berupa asam lemak karena rapat massa yang lebih rendah, dan selanjutnya masuk ke unit tahap pembuatan produk.

1.8.3 Tahap Pembentukan produk

Pada tahap ini Asam lemak yang keluar dari puncak splitting tower kemudian diumpankan ke dalam Reaktor Hidrogenasi untuk direaksikan dengan gas *Hydrogen*. Jika tipe Reaktor 02 yang digunakan adalah Trickle Bed Reaktor maka katalisator nikel yang digunakan tidak perlu dikeluarkan dari reactor sehingga hanya umpa gas-cair dan hasil gas-cair yang masuk keluar dari reactor. Gas hydrogen bisa terserap habis bereaksi dengan asam oleat dan asam linoleat. Jika ada sisa gas hydrogen maka bisa direcycle ke dalam reactor-02. Cairan yang keluar dari R-02 sebagian besar adalah asam palmitat dan asam stearat dan sedikit asam palmitat, asam oleat, asam linoleat. Asam lemak ini kemudian diumpankan ke dalam menara distilasi.

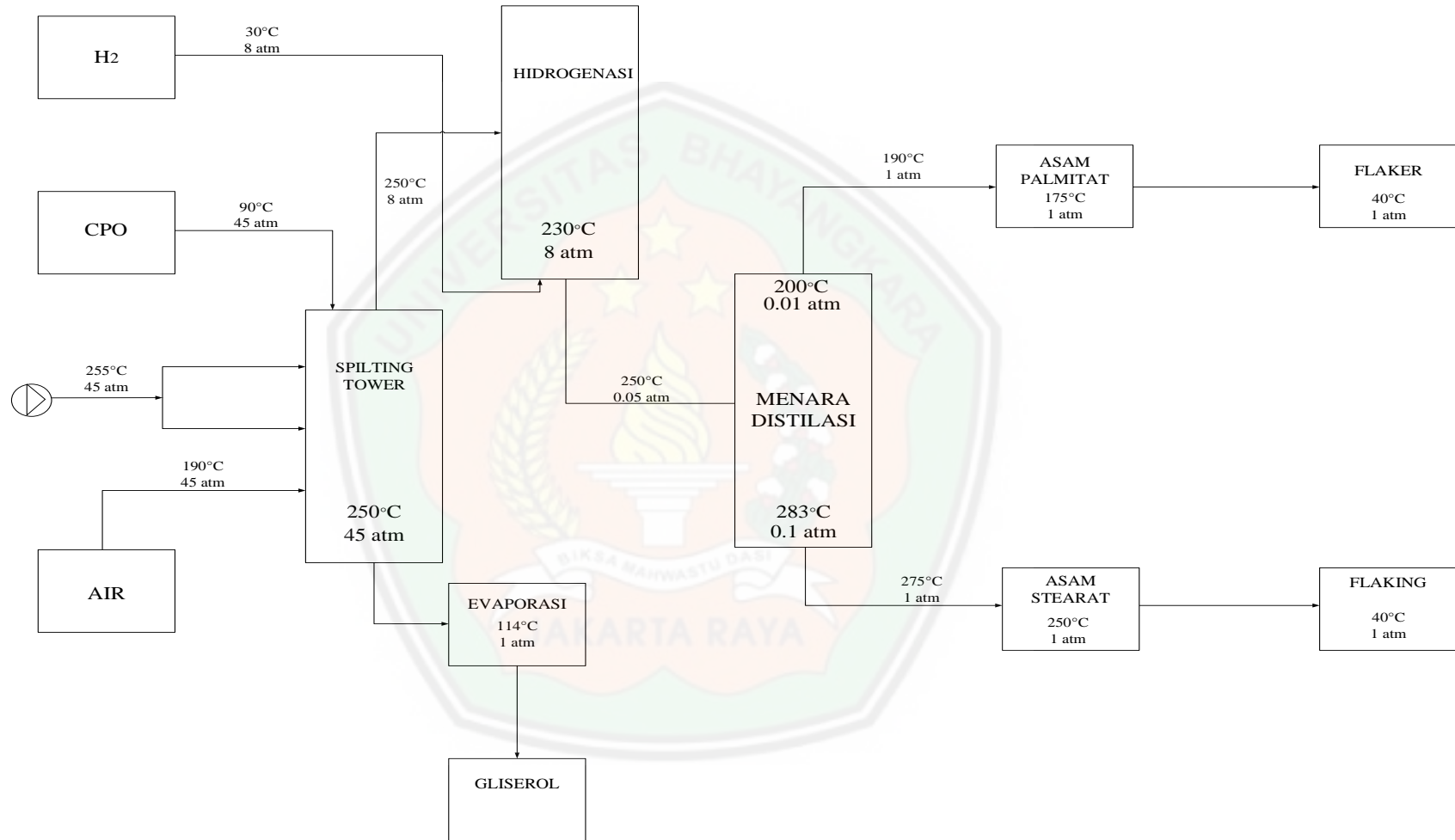
1.8.4 Tahap Pemurnian Produk

Tahap pemurnian produk memiliki tujuan untuk memisahkan Asam stearat dari zat sisa seperti kandungan asam palmitat dan sedikit asam lainnya sehingga mendapatkan produk yang kita inginkan. Menara distilasi dioperasikan pada tekanan vakum karena tingginya titik didih asam minyak pada tekanan atmosferis. Kondisi operasi puncak adalah tekanan 0,01 atm dan suhu 200°C, kondisi operasi bawah 0,1 atm dan suhu 283°C. Menara distilasi digunakan untuk memisahkan fraksi asam minyak yang mempunyai titik didih lebih rendah seperti asam miristat dan asam palmitat dengan sedikit asam linoleat-oleat dan diperoleh sebagai hasil atas. Hasil atas Menara destilasi dengan kandungan asam palmitat sebesar 95% selanjutnya didinginkan di dalam Flaker (F-02) sehingga suhu turun menjadi 40°C dan dalam bentuk padat karena titik beku diatas 40°C. Selanjutnya asam palmitat ini ditampung ke dalam tangki penampungan (TK-04). Sedangkan hasil bawah MD-01 yang berupa sebagian besar asam stearat dan sedikit asam linoleat-oleat dengan kandungan asam stearat sebesar 95% kemudian

didinginkan di dalam Flaker (F-01) sehingga suhu turun menjadi 40°C dan dalam bentuk padat karena titik beku diatas 40°C. Selanjutnya asam stearat ini ditampung ke dalam tangki penampungan (TK-03).

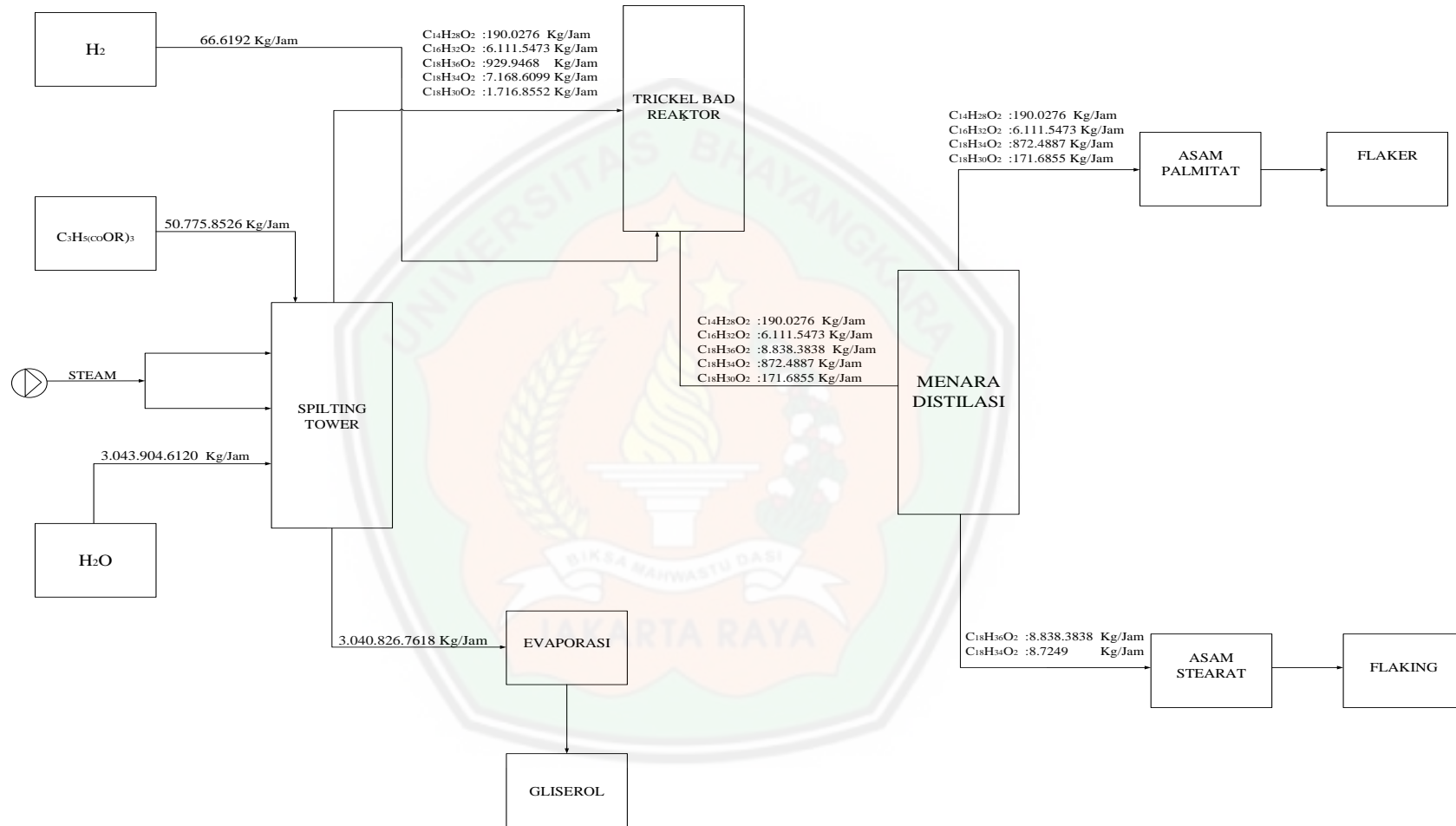


1.9 Blok Diagram Kualitatif



Gambar 1.9-1 Diagram Alir Kualitatif Asam Stearat

1.10 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 1.10.-1 Diagram alir Kuantitatif

1.11 Spesifikasi Bahan Baku

1.11.1 Crude Palm Oil (CPO)

Crude Palm oil (CPO) atau minyak kelapa sawit adalah minyak nabati edibel yang di dapatkan dari buah pohon kelapa sawit, umumnya dari spesies *Elaeis guineensis* dan sedikit dari spesies *Elaeis oleifera* dan *Attalea maripa* (Reeves,1979)

Sifat Fisika :

- Rumus Kimia : $C_{57}H_{104}O_6$
- Berat Molekul : 847,28 g/mmol
- Titik didih : 298 °C
- Titik Beku : 5 °C
- *Specific Gravity* (37,8 °C) : 0,9
- Densitas : 0,895 g/cm³
- Panas Jenis : 0,497 kal/g °C
- Angka Sabun : 198
- Angka Asam : 8
- Kemurnian : 98%
- Impuritas : 2%

(Ketaren,1986)

Data Termodinamika :

- ΔH^f : -382,456 kJ/mol fase cair (pada suhu 25°C)
- ΔG^r : -84,842 kJ/mol fase cair (pada suhu 25°C)
- C_p : $34,024 + -0,0631 \cdot 298 + 1,49E-04 \cdot 298^2 + 0 \cdot 298^3$

Sifat Kimia :

a. Hidrolisis

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



b. Esterifikasi

Esterifikasi asam lemak adalah kebalikan dari hidrolisis, dibuat secara lengkap secara kontinyu penyingkiran air dari zona reaksi.

c. Interesterifikasi

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



d. 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.

(Daniel Swern, 1982)

1.11.2 Air

Sifat Fisika :

- Rumus Molekul : H – O – H
- Rumus Kimia : H₂O
- Berat Molekul : 18,0153 g/mol
- Titik Didih : 100 °C
- Titik Beku : 0 °C
- Temperatur Kritis : 374,15 °C
- Tekanan Kritis : 218,3074 atm
- Densitas : 0,998 g/cm³ (Cair, 20 °C)
0,92 g/cm³
- Panas Jenis : 0,9995 kal/g °C
- Kenampakan : Cairan Jernih
- Kemurnian : 100 %

(ChemCad 5.7)

Data Termodinamika :

- ΔH[°]f : -68,317 kJ/mol fase cair (pada suhu 25°C)
- ΔG[°]r : -59,690 kJ/mol fase cair (pada suhu 25°C)

- Cp : $92,053 + -4,00E-02*298 + -2,11E-04*298^2 + 5,35E-07*298^3$

Sifat Kimia :

a. Hidrolisis

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



1.11.3 Hydrogen

Sifat fisika :

- Rumus Kimia : H₂
- Berat Molekul : 2 gr/mol
- Titik Didih : -252,77 °C
- Densitas pada titik didih norma (20,39 K)
 - P_l : 70,811 kg/m³
 - P_v : 1,316 kg/m³
- Specific gravity : 0,0694
- Specific volume : 193 cuft/lb (21,1 °C)
- Panas penguapan : 825 J/mol
- Temperatur kritis : -239,9 °C
- Tekanan Kritis : 12,8 atm

1.11.4 Bahan Pendukung

Bahan pendukung yang digunakan adalah katalis *Nickel Raney*.

- Bentuk : *Spherical*
- Fase : Fine grained solid
- Carrier : Alumunium
- Density : 6,5 g/cm³
- Ukuran Partikel : 50 μm
- Surface Area : 100 m²/gram

(Zibo Yinghe Chemical Co., Ltd., 2016)

1.11.5 Produk

Asam stearat adalah campuran asam organik padat yang diperoleh dari lemak sebagian besar terdiri dari asam oktadekanoat, $C_{18}H_{36}O_2$ dan asam heksadekanoat, $C_{16}H_{32}O_2$ (Ditjen POM, 1979).

Sifat Fisika :

- Rumus Kimia : $C_{18}H_{36}O_2$
- Berat Molekul : 284
- Temperatur Kritis : $530,85\text{ }^\circ\text{C}$
- Titik Didih : $375,2\text{ }^\circ\text{C}$
- Titik Leleh : $69,6\text{ }^\circ\text{C}$
- Bentuk : Solid
- Kemurnian : 99,5%
- Kelarutan : $0,1027\text{ gr/gr toluen (T = }30\text{ }^\circ\text{C)}$
: $0,00000588\text{ gr/gr toluen (T = }-30\text{ }^\circ\text{C)}$

Data Termodinamika :

- $\Delta H^{\circ}f$: $947,0\text{ kJ/mol fase cair (pada suhu }25\text{ }^\circ\text{C)}$
- $\Delta G^{\circ}r$: $-243,23\text{ kJ/mol fase cair (pada suhu }25\text{ }^\circ\text{C)}$
- C_p : $-118,77 + 1,9795*298 + 0*298^2$

1.11.6 Produk Samping

➤ Glycerol

Glycerol merupakan hasil produk samping dari proses hidrolisis pada pembuatan asam stearat.

Sifat Fisika :

- Rumus Kimia : $C_3H_5(OH)_3$
- Nama lain : Gliserin, Gliserol, *Glycyl Alcohol*
- Berat molekul : $92,095\text{ g/mol}$
- Titik didih : $290\text{ }^\circ\text{C}$

- 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
- Kemurnian : 99%

(www.jtbaker.com/msds/w/06000.htm)

Data Termodinamika :

- $\Delta H^{\circ}f$: -159,10 kJ/mol fase cair (pada suhu 25°C)
- $\Delta G^{\circ}r$: -113,650 kJ/mol fase cair (pada suhu 25°C)
- Cp : $132,145 + 8,60E-01*298 + -1,97E-03*298^2 + 1,81E-06*298^3$

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 :



Reaksinya ini biasa disebut alkoholisis.

(Swern, 1982)

➤ **Asam Palmitat**

Asam palmitat adalah asam lemak jenuh yang tersusun dari 16 atom karbon ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$). asam palmitat banyak dimanfaatkan dalam bidang kosmetika dan pewarnaan.

Sifat Fisika :

- Rumus Kimia : $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$
- Nama lain : *Heksadekanoic acid*
- Berat molekul : 256,4241 kg/mol
- Titik lebur : 62,9 °C
- Titik didih : 352 °C
- Bentuk : Solid
- Warna : Putih
- *Specific Gravity* (25 °C) : 1,685
- Densitas : 0,853 g/cm³

Sifat Kimia :

Asam palmitat tidak larut dalam air. Merupakan produk awal dalam proses biosintesis asam lemak. Dari asam palmitat, pemanjangan atau penggadaan ikatan berlangsung lebih lanjut. Dalam industri, asam palmitat banyak dimanfaatkan dalam bidang kosmetika dan pewarnaan. Dari segi gizi, asam palmitat merupakan sumber kalori penting namun memiliki daya antioksidasi yang rendah.