

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya dunia dan zaman yang semakin canggih ini terdapat banyak industri-industri yang berkembang pesat dalam pengolahan bahan baku atau bahan setengah jadi (*intermediate*). Salah satu industri tersebut adalah industri kimia, baik dalam memproduksi bahan kimia hulu maupun hasil olahannya. Indonesia merupakan negara dengan hasil perkebunan yang cukup melimpah. Pengembangan perkebunan kelapa sawit di Indonesia berjalan sangat pesat. Hal ini yang membuat Indonesia menduduki peringkat ke-2 sebagai negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia setelah Malaysia. Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas andalan bangsa Indonesia yang memberikan peran yang sangat signifikan dalam pembangunan perekonomian bangsa Indonesia, khususnya para pengembangan agroindustri (Singarimbun, 2010). Tanaman kelapa sawit (*Elaeis Guinensis* Jack) adalah tanaman berkeping satu yang termasuk dalam familia palmae berasal dari Nigeria, Afrika Barat. Kelapa sawit dapat tumbuh subur di daerah beriklim tropis dengan curah hujan 2000 mm/tahun dengan suhu kisaran 22-32°C, daerah penanaman kelapa sawit di Indonesia yang paling baik adalah di daerah Jawa Barat (Lebak dan Tangerang), Riau, Lampung, Sumatera utara, Sumatera Barat, dan Aceh (Ketaren, 1986). Industri yang paling banyak menggunakan olahan CPKO sebagai bahan baku adalah industri pangan dan industri non pangan (Aufari dkk, 2013). Industri oleokimia merupakan industri yang strategis karena keunggulan komparatif yaitu ketersediaan bahan baku yang melimpah juga memberikan nilai tambah produksi yang cukup tinggi dari nilai bahan bakunya yakni RBDPS dan CPKO. Salah satu produk yang dihasilkan dari industri oleokimia adalah asam lemak (*fatty acid*). Asam lemak ini mempunyai nilai jual yang tinggi, dikarenakan merupakan bahan baku bagi industri hulu seperti industri pembuatan sabun, cat, lilin, farmasi, kosmetik, dan lain-lain. Mengingat bahwa peranan asam lemak sangat penting khususnya bagi industri oleokimia

sebagai industri *intermediate* (antara) bagi industri-industri lain. Dampak positif lain dengan didirikannya pabrik asam lemak ini adalah dapat mengurangi jumlah impor asam lemak sehingga menghemat devisa negara, memenuhi kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) dunia sehingga bisa meningkatkan devisa negara. Selain itu juga akan merangsang industri-industri lain sehingga akan tercipta lapangan kerja baru yang dapat mengurangi masalah pengangguran di Indonesia dan dapat menjadikan penambahan nilai devisa negara.

1.2 Rumusan Masalah

Asam lemak digunakan sebagai bahan baku pada industri kimia seperti sabun, deterjen, *fatty alcohol*, *intermediate*, plastik, karet, ban, lubricant, coating, personal care, makanan, dan lilin. Oleh karena itu diperlukan suatu perancangan pendirian pabrik asam lemak (*fatty acid*), sehingga dapat memaparkan bagaimana merancang suatu pabrik asam lemak (*fatty acid*) dari bahan baku CPKO (*Crude Palm Kernel Oil*).

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Tujuan dari prarancangan pabrik *fatty acid* ini adalah:

1. Sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik kimia.
2. Untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu teknik kimia yang telah dipelajari selama di bangku perkuliahan.

1.4 Manfaat Perancangan

Manfaat dari perancangan ini agar mahasiswa lebih memahami dan mampu merealisasikan ilmu yang didapat selama perkuliahan dalam bentuk prarancangan pabrik asam lemak (*fatty acid*) dengan kapasitas dan hasil produksi yang lebih baik. Selain alasan tersebut pendirian pabrik asam lemak (*fatty acid*) juga memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Dapat memenuhi kebutuhan permintaan asam lemak (*fatty acid*) di dalam negeri, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara lain, dan dapat menghemat devisa negara.

2. Dapat meningkatkan devisa negara dari hasil produk asam lemak yang di ekspor.
3. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.
4. Merangsang industri-industri hulu yang berbahan baku asam lemak.

1.5 Batasan Masalah

Di dalam penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik asam lemak (*fatty acid*) ini, penyusun membatasi hanya pada *flowsheet (steady state)* pabrik asam lemak, *dynamic mode*, neraca massa, neraca energi, spesifikasi peralatan, analisa ekonomi, unit utilitas, P&ID, Aspen Hysys, Autodesk Plant 3D dan tugas khusus.

1.6 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan produksi dan ekonomis. Semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lainnya. Hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan kapasitas pabrik yaitu data kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) di Indonesia hingga dunia.

1.6.1 Kapasitas Pabrik Asam Lemak (Fatty Acid) yang Sudah Beroperasi

Besarnya kapasitas produksi asam lemak disesuaikan dengan jumlah kebutuhan dalam negeri maupun kebutuhan ekspor. Adapun data-data pabrik asam lemak yang sudah beroperasi di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data Pabrik *Fatty Acid* di Indonesia

No	Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
2	PT. Musim Mas Medan	Medan	450.000
2.	PT. Ecogreen Batam	Batam	419.000

3.	PT. Nubika Jaya Kisaran	Kisaran	150.000
4	PT. Wilmar Nabati Indonesia	Gresik	132.000
5	PT. Domba Mas	Kuala Tanjung	104.600
6	PT. Sumi Asih	Bekasi	101.000
7	PT. Cisadane Raya	Tangerang	100.000
8	PT. Soci Mas	Medan	88.000
9	PT. Flora Sawita	Medan	55.100

Sumber: (Kemenprin, 2014)

1.6.2 Data Kebutuhan Asam Lemak (*Fatty Acid*) di Indonesia

Data kebutuhan fatty acid di Indonesia dilihat dari peninjauan data impor dan ekspor negara Indonesia terhadap *fatty acid*. Adapun data impor dan ekspor *fatty acid* pada tahun 2021-2025 dapat dilihat pada Tabel 1.2 dan Tabel 1.3. Menurut data komoditi impor dari Badan Pusat Statistik Indonesia, kebutuhan asam lemak di Indonesia menunjukkan yang rendah. Ini dikarenakan kebutuhan asam lemak untuk Indonesia sudah terpenuhi. Data ekspor menunjukkan peningkatan, hal ini dikarenakan kebutuhan asam lemak dunia yang meningkat.

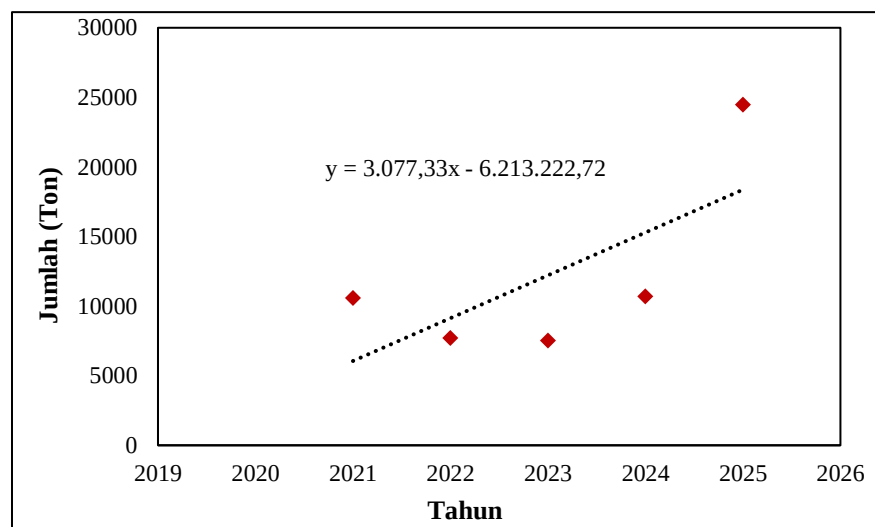
Tabel 1.2 Data Impor *Fatty Acid* di Indonesia

Tahun	Barang yang di Import (Ton/Tahun)				
	<i>Lauric Acid</i>	<i>Myristic Acid</i>	<i>Palmitic Acid</i>	<i>Linoleic Acid</i>	Total Fatty Acid
2021	4551,673	1536,367	2987,658	1522,013	10597,71
2022	1915,142	1915,142	2654,831	1235,102	7720,217
2023	1785,45	1785,45	2300,862	1665,463	7537,225
2024	4434,497	1244,48	3035,106	2004,936	10719,02

2025	6455,354	2599,249	12653,3	2777,049	24484,95
------	----------	----------	---------	----------	----------

Sumber: (BPS., 2026)

Dari Tabel 1.2 dapat dilihat untuk kebutuhan asam lemak Indonesia yang berbahan baku CPKO terbilang cukup kecil. Adapun hasil persamaan garis lurus untuk memperkirakan data impor asam lemak di tahun 2025 dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kurva Impor Asam Lemak Tahun 2015

Persamaan garis lurus yang didapatkan adalah sebagai berikut:

$$Y = 3.077,33(x) - 6.213.222,72 \dots \dots \dots (2.1)$$

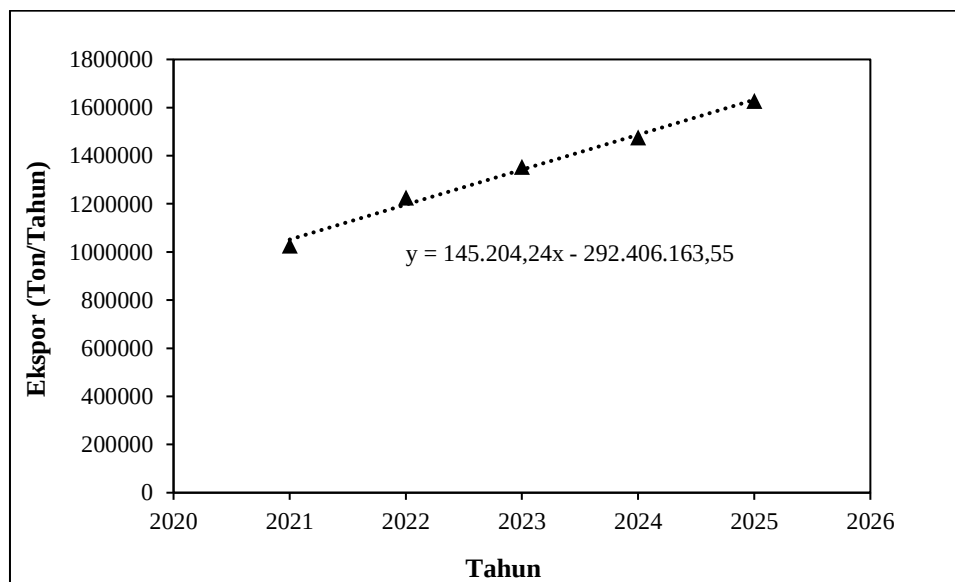
dimana x adalah jumlah tahun yang dihitung dari tahun 2031 sampai tahun yang akan dihitung, sedangkan Y adalah kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) pada tahun tertentu dalam satuan ton. Dengan menggunakan persamaan tersebut maka perkiraan kebutuhan impor asam lemak di Indonesia pada tahun 2031 sebanyak 33.088 ton/tahun. Selain berdasarkan nilai impor, nilai ekspor asam lemak Indonesia juga mengalami peningkatan, hal itu dikarenakan Indonesia merupakan pengekspor terbesar asam lemak di dunia (LMC International, 2019). Adapun data ekspor asam lemak dari Indonesia yang berbahan baku CPKO dapat dilihat pada Tabel 1.3 dibawah ini

Tabel 1.3 Data Ekspor *Fatty Acid* Indonesia

Tahun	Barang yang di Ekspor (Ton)				
	<i>Lauric Acid</i>	<i>Myristic Acid</i>	<i>Palmitic Acid</i>	<i>Linoleic Acid</i>	<i>Total Fatty Acid</i>
2021	738202,7	108036,6	173653,9	6444,084	1026337
2022	676531,8	138810,2	201639,4	2962,263	1226567
2023	732250	168088,8	223770,3	1894,114	1353691
2024	659683,9	158688,6	324329,3	3337,251	1475730
2025	689207	213540,2	360072,1	1430,481	1627777

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2026)

Dari Tabel 1.3 dapat dilihat ekspor asam lemak Indonesia yang berbahan baku CPKO . Adapun hasil persamaan garis lurus untuk memperkirakan data impor asam lemak di tahun 2025 dapat dilihat pada Gambar 1.2



Gambar 1.2 Kurva Impor Asam Lemak Tahun 2025

Persamaan garis lurus yang didapatkan adalah sebagai berikut $Y = 145.204,24x - 292.406.163,55$ dimana x adalah jumlah tahun yang dihitung dari tahun 2021 sampai tahun yang akan dihitung, sedangkan Y adalah kebutuhan

asam lemak (*fatty acid*) pada tahun tertentu dalam satuan ton. Dengan menggunakan persamaan tersebut maka perkiraan kebutuhan ekspor Indonesia pada tahun 2031 sebanyak 2.503.161 ton/tahun.

1.6.3 Data Kebutuhan Asam Lemak di Dunia

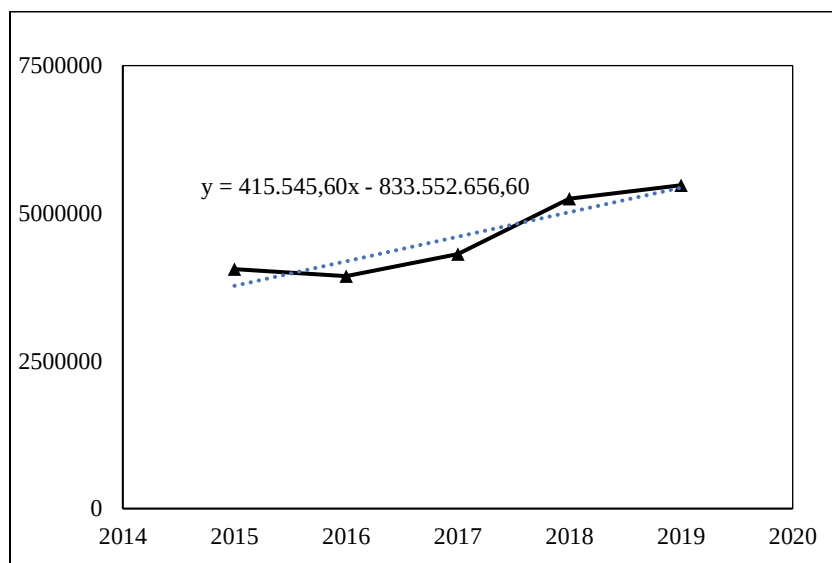
Asam lemak merupakan bahan intermediate yang banyak digunakan oleh industri hulu di dunia. Menurut lembaga riset *LMC International* pangsa pasar *fatty acid* di dunia paling banyak terdapat di Eropa, China, India, United State dan beberapa negara di Asia seperti Jepang dan Korea Selatan. Adapun Data kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) di dunia dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Data Kebutuhan Asam Lemak di Dunia

NEGARA	TAHUN				
	2015	2016	2017	2018	2019
China	766.890	758.990	821.679	1.000.820	1.044.414
Eropa	1.286.150	1.242.310	1.368.217	1.666.512	1.739.102
Singapura	505.400	488.600	535.296	652.000	680.400
Korea	393.840	375.460	414.319	504.648	526.630
United States	365.950	347.150	383.807	467.484	487.847
Malaysia	334.680	339.720	363.466	442.708	461.992
India	195.230	198.170	210.371	256.236	267.397
Jepang	135.900	123.360	139.712	170.172	177.584
Indonesia	67.950	61.680	69.588	84.760	88.452

Sumber: (LMC International, 2019)

Berdasarkan dari data Tabel 1.4 dibuat persamaan garis lurus untuk memperkirakan kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) di Dunia pada tahun 2031



Gambar 1.3 Kurva Kebutuhan Asam Lemak Dunia Tahun 2031

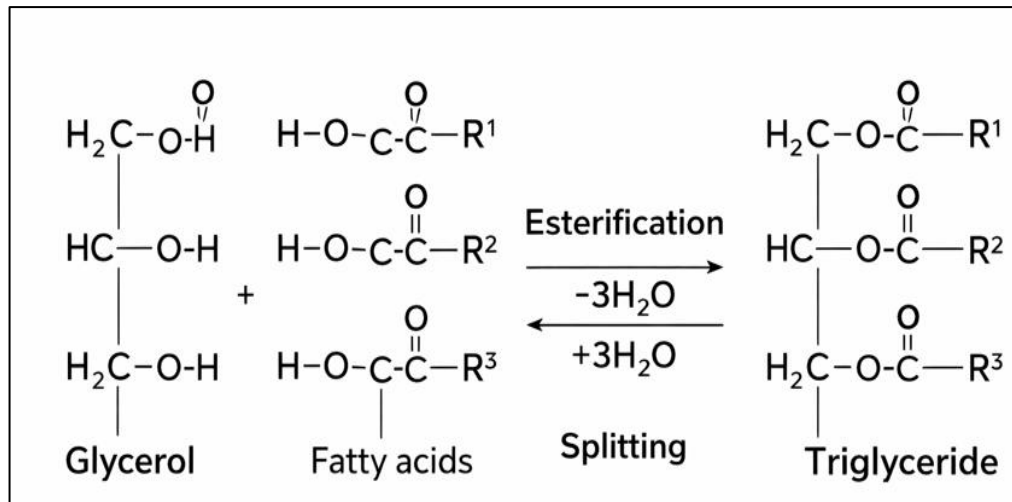
Kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) dunia dari Tahun 2015 sampai 2019. Persamaan garis lurus yang didapatkan adalah sebagai berikut : $Y = 415546x - 833.552.656,60$ dimana x adalah jumlah tahun yang dihitung dari tahun 2017 sampai tahun yang akan dihitung, sedangkan Y adalah kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) pada tahun tertentu dalam satuan ton. Dengan menggunakan persamaan tersebut maka perkiraan kebutuhan asam lemak dunia pada tahun 2031 sebanyak 10.419.239 ton/tahun.

Pada tahun 2031, impor *fatty acid* Indonesia diproyeksikan sebesar 33.088 ton/tahun, sementara ekspor mencapai 2.503.161 ton/tahun, yang menegaskan dominasi pasar ekspor sekaligus masih adanya kebutuhan domestik. Berdasarkan kondisi tersebut, ditetapkan kapasitas pabrik sebesar 100.000 ton/tahun, dengan alokasi 35% (35.000 ton/tahun) untuk memenuhi pasar dalam negeri dan 65% (65.000 ton/tahun) untuk ekspor. Kapasitas ini strategis dan proporsional, karena mampu menekan impor tanpa mengganggu keseimbangan pasar, serta memiliki peluang besar terserap di pasar global yang jauh lebih besar.

1.7 Seleksi Pemilihan Proses

Proses pembuatan *fatty acid* pada dasarnya terbentuk melalui proses pemisahan trigliserida (fat splitting) dengan prinsip hidrolisis menjadi *fatty acid* dan gliserol. Reaktan dalam hidrolisis lemak membentuk suatu sistem heterogen yang terdiri dari dua fase cairan. Fase air dispersi terdiri dari air dan gliserol dan fase

lipid homogen mengandung gliserida dan asam lemak. Hidrolisis minyak menjadi gliserol dan asam lemak pada dasarnya sebagai reaksi homogen dari air yang terlarut di dalam fase lipid. Total reaksi dapat dilihat pada Gambar 1.3

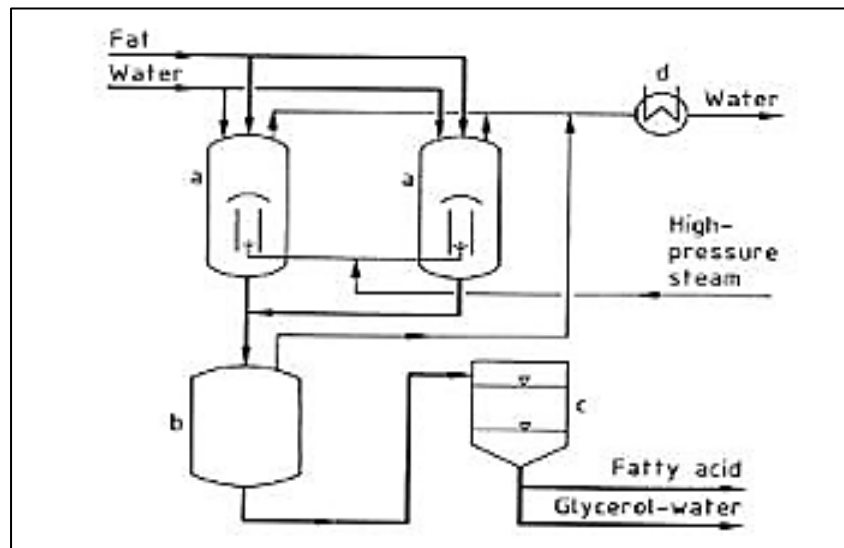


Gambar 1.4 Susunan dan Pemisahan dari Tgliserida

Proses hidrolisis terdiri atas high-pressure fat splitting dan *enzymatic hydrolysis processes*. Masing-masing proses hidrolisis tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing (Ullman's food and feed).

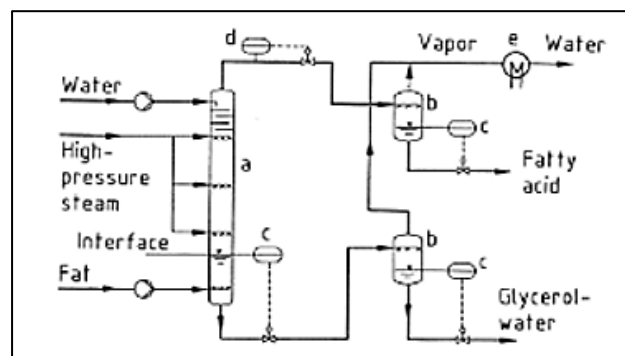
1.7.1 Metode High-Pressure Fat Splitting

Suhu hidrolisis lemak hanya terjadi diatas 210°C. Perkembangan teknik tekanan tinggi adalah langkah yang menentukan dalam pembuatan hidrolisis lemak yang merupakan proses manufaktur skala besar. Awalnya, operasi ini berjalan dalam batch autoclave pada tekanan medium dari 0.6-1.2 MPa. Pemisahan tekanan tinggi bisa dilakukan dalam autoclaves, dimana prosesnya digunakan dalam operasi *batch*. Dengan baterai autoklaf secara paralel, proses satu tahap bisa dilakukan dalam siklus. Proses *high-pressure batch fat splitting* dapat dilihat pada Gambar 1.4



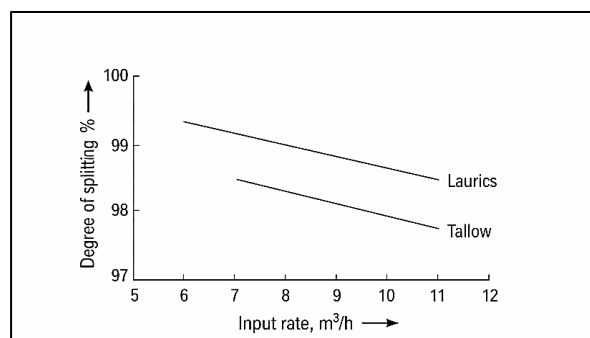
Gambar 1.5 Batch fat splitting di two parallel autoclaves dengan pemanas langsung; a) Splitting autoclaves; b) flash tank; c) Separation tank; d) kondensor

Pada saat ini sudah populer metode *modern continuous fat splitting*, unit operasi berjalan pada temperatur 210-260°C dan tekanan 1.9-6.0 MPa. Laju pemisahan pada pabrik tekanan tinggi (high-pressure plant) sudah cukup cepat tanpa menggunakan katalis. Trigliserida dan air proses (terutama kondensat dari konsentrasi air gliserol) dipompa ke kolom splitting dengan tekanan tinggi. Trigliserida dimasukkan melalui bagian bawah kolom sekitar 0.5 m di bawah antarmuka. Sedangkan air dimasukkan di bagian atas. Zona reaksi, terletak antara pertukaran panas atas dan bawah zona yang dipanaskan hingga 250°C dengan memberikan umpan dari steam bertekanan tinggi. Adapun continuous fat splitting dapat dilihat pada Gambar 1.5 (Ullman's food and feed).



Gambar 1.6 Continuous fat splitting; a) splitting column; b) flash tank; c) Level controller; d) Pressure control; e) condenser

Pemisahan berkelanjutan memiliki konsumsi uap bertekanan tinggi (high pressure steam) sekitar 200 kg uap per ton minyak atau lebih rendah. Rasio tingkat pemberian minyak ke air biasanya sekitar 2:1. Selain itu, kondensat uap pemanas langsung (direct heating steam) menjadi tambahan umpan air karena akan berubah ke fasa air. Laju alir minyak per unit volume splitter (kolom kosong) dapat ditentukan sekitar $200 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{m}^{-3}$, yang sesuai dengan waktu tinggal (resident time) dari fase lipid sekitar 2 jam. Dalam kondisi normal, derajat pemisahan (*splitting degree*) menunjukkan hampir linear yang bergantung pada laju masuk minyak (trigliserida). Untuk kolom yang sama pada temperatur yang konstan untuk kolom splitting, plot untuk minyak dan lemak memiliki perbedaan posisi. Derajat pemisahan (*splitting degree*) menurun dengan meningkatnya laju masuk umpan. Adapun grafik derajat pemisahan (*splitting degree*) dapat dilihat pada Gambar 1.6.



Gambar 1.7 *Splitting degree of continuous splitting column. Typical dependence from input rate.*

1.7.2 Enzymatic Hydrolysis Processes

Temperatur tinggi bekerja untuk steam splitting membuat proses ini tidak sesuai untuk trigliserida yang sensitif, sistem konjugat, lemak dan minyak terhidroksilasi, dan minyak ganda tak jenuh dengan bilangan iodin tinggi. Ada juga yang terkait dengan hidrolisis alkali, yaitu biaya yang tinggi dan kebutuhan asam untuk mengubah sabun pada tahap kedua untuk memperoleh produk asam lemak. Tujuan dari teknologi pada abad ke-21 adalah untuk menjadikan lebih ramah lingkungan. Untuk alasan ini, industri teknologi katalis enzim berdasarkan konsep kimia ramah lingkungan sangat diperlukan. Proses enzimatik adalah sebuah alternatif untuk memproduksi asam lemak, dimana hidrolisis dengan katalis enzim

(enzyme catalyzed hydrolysis). Dilakukan dalam kondisi yang lebih ringan yang membatasi reaksi sekunder ke tingkat yang sangat rendah. Misalnya pada pewarnaan dan gangguan isomer trans dari asam lemak yang diproses berkurang karena selektivitas enzim yang tinggi. Hidrolisis minyak dan lemak dikatalisis oleh lipase, yang memutuskan ikatan ester dari asiglisierida. Lipase diproduksi oleh tumbuhan, hewan dan mikroba. Namun, eznim tumbuhan dan hewan tidak di pergunakan secara komersial, sedangkan enzim mikroba digunakan secara ekstensif.

1.8 Perbandingan Proses Pembuatan *Fatty Acid* (Asam Lemak)

Berdasarkan ketiga proses yaitu *proses high pressure fat splitting*, *high preusse autoclave* dan *enzymatic hydrolysis processes*. Ketiga proses tersebut memiliki parameter yang berbeda-beda. Berdasarkan perbedaan parameter-parameter tersebut sistem pembuatan *fatty acid* yang dipilih Adalah proses *continuous fat splitting* yang ada sebagaimana dilihat pada Tabel 1.5.

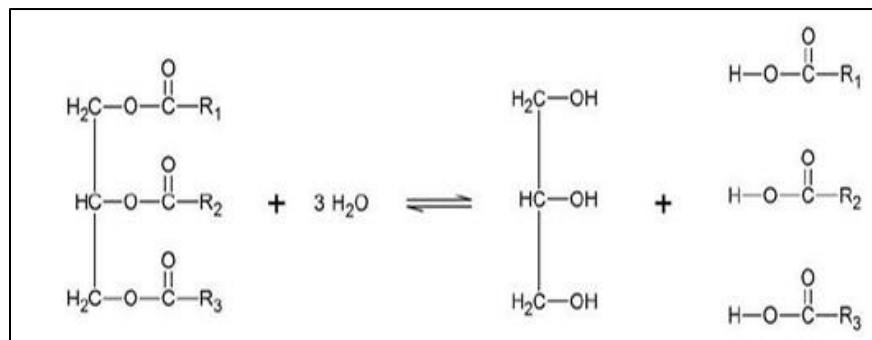
Tabel 1.5 Perbandingan Proses Pembuatan *fatty acid*

Parameter	Proses <i>high-pressure batch</i>	Proses <i>continuous fat splitting</i>	<i>Enzymatic Hydrolysis</i>
Konversi	95%	99.6%	90%
Suhu	210-260°C	250-260°C	35°C
Tekanan	0.6-1.2 MPa	1.9-6.0 MPa	1 atm
Reaksi	Endotermis	Endotermis	-
Katalis	-	-	Enzim lipase
Bahan Baku	Trigliserida dan air	Trigliserida dan air	Trigliserida dan air
Produk Samping	Gliserin	Gliserin	Gliserin

1. Proses pembentukan di kolom *splitting* berjalan secara kontinyu, sehingga menghemat waktu dan biaya produksi.
2. Proses pemisahan lebih mudah.
3. Bahan baku lebih sedikit dari pada proses yang lain.

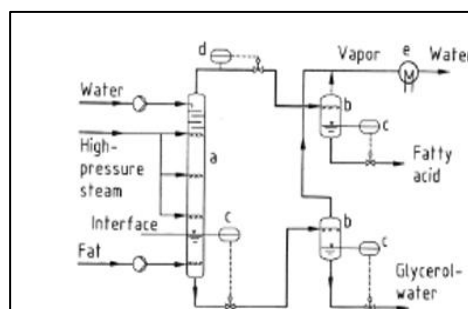
4. Konversi yang menghasilkan yield yang tinggi.
5. Teknologi alat yang lebih modern. Sehingga untuk sistem kendali lebih aman dan proses pemeliharaan tidak terlalu sering dilakukan karena kondisi alat yang baik.

1.9 Uraian Proses



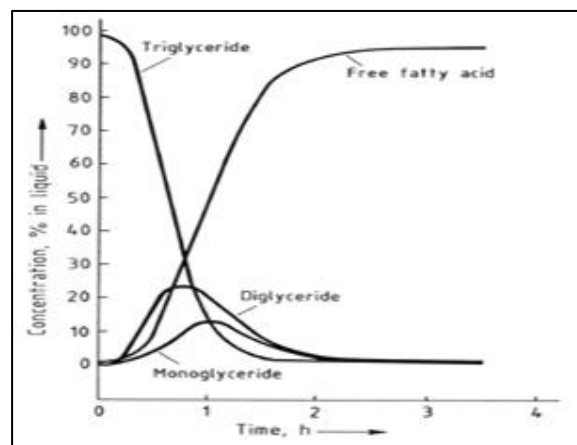
Gambar 1.8 Reaksi Hidrolisa *Fatty Acid*

Proses pembuatan asam lemak dengan metode *continuous fat splitting*, unit operasi berjalan pada temperatur 210-260°C dan tekanan 50-55 bar. Laju pemisahan pada pabrik tekanan tinggi (*high-pressure plant*) sudah cukup cepat tanpa menggunakan katalis. Trigliserida dan air proses (terutama kondensat dari konsentrasi air gliserol) dipompa ke kolom splitting dengan tekanan tinggi. Trigliserida dimasukkan melalui bagian bawah kolom sekitar 0.5 m di bawah antarmuka. Sedangkan air dimasukkan di bagian atas. Zona reaksi, terletak antara pertukaran panas atas dan bawah zona yang dipanaskan hingga 250°C dengan memberikan umpan dari steam bertekanan tinggi. Adapun flowsheet dasar pembuatan asam lemak dapat dilihat pada Gambar 1.7.



Gambar 1.9 *Continuous fat splitting*; a) *splitting column*; b) *flash tank*; c) *Level controller*; d) *Pressure control*; e) *condenser*

Proses *continuous fat splitting* memiliki konsumsi uap bertekanan tinggi (*high-pressure steam*) sekitar 200 kg uap per ton minyak atau lebih rendah. Rasio tingkat pemberian minyak ke air biasanya sekitar 2:1. Selain itu, kondensat dari direct heating steam menjadi tambahan umpan air karena akan berubah ke fasa air. Proses continuous fat splitting berjalan secara efisien dalam waktu reaksi 2- 4 jam. Adapun grafik hubungan antara splitting time dengan konsentrasi produk yang dapat dilihat pada Gambar 1.8.



Gambar 1.10 Proses khas dari reaksi hidrolisis pada temperatur 253°C dengan tekanan 3.5 MPa menggunakan perbandingan 1:2

Nilai konstanta laju k sangat tinggi, optimasi proses ini dengan teknik kimia bergantung pada suhu karena peningkatan kelarutan air dalam fasa lemak. Derajat pemisahan (*splitting degree*) menurun dengan meningkatnya laju masuk umpan. Adapun persamaan penentuan *splitting degree* adalah sebagai berikut.

$$H = 100 - 0,8 \cdot C_g \dots \dots \dots (1.1)$$

(C_g in the range from 0 - 20%)

Dimana: H = *Splitting degree* (%ffa = acid value/saponifikasi value x100%)

C_g = glycerol concentration wt% in the water phase)

Persamaan 1.1 digunakan untuk mengetahui keberhasilan pemecahan trigliserida dengan air untuk membentuk *fatty acid* dan gliserol.

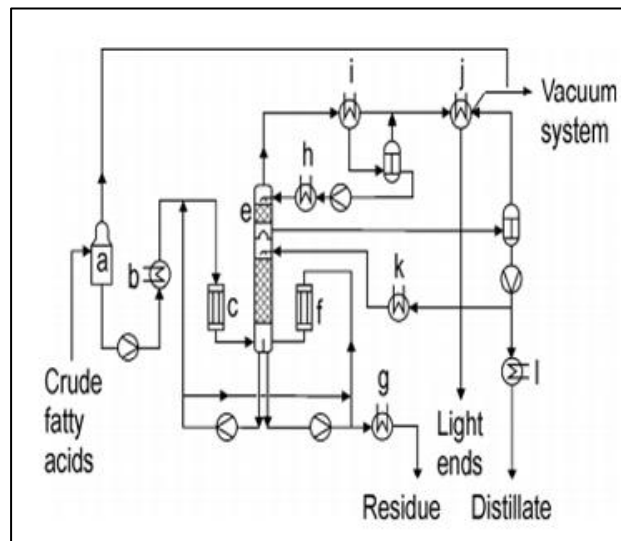
1.9.1 Proses Pemurnian Crude Fatty Acid

Crude fatty acid hasil pemecahan mengandung impurities dengan titik didih lebih tinggi daripada komponen. Impurities harus dihilangkan dengan distilasi. Sebelumnya, *Crude fatty acid* dihilangkan kadar air dengan kondisi vakum. Setelah

itu, dialirkan ke dalam kolom distilasi, dimana di dalamnya terdapat *dua structure packing*, pada bagian bawah kolom berisi ruang kosong yang dilengkapi dengan sebuah baffle yang berfungsi untuk memisahkan fraksi berat. Steam diperluas dalam volume yang besar pada ruang vakum, sirkulasi cairan antara pemanas dan baffle dengan bantuan pompa menuju *pitch stage*, asam lemak dipompa ke dalam kolom kembali hingga bertabrakan dengan baffle sehingga *heavy ends* teruapkan diatas permukaan cairan. Pada bagian yang tidak menguap terakumulasi di bagian bawah dan disirkulasi menuju *falling film* evaporator. *Falling film* evaporator digunakan untuk mengurangi tekanan termal pada produk. Sistem pemulihan panas opsional dapat diterapkan di kondensor atas.

Di bagian atas kolom distilasi asam lemak terkondensasi dalam kondensor. Untuk menghilangkan komponen *light end* (komponen ringan) volatilitas rendah yang menyebabkan bau dan warna, utamanya distilat dikeluarkan sebagai fraksi tengah, dan *light end* sebagai fraksi atas. Untuk *heavy ends*, terutama pembawa warna, dapat ditarik secara terpisah atau didaur ulang secara langsung untuk distilasi ulang lengkap atau sebagian. Fitur positif yang disebutkan di atas dari evaporator *falling film* untuk distilasi campuran asam lemak dieksploitasi dalam proses pembuatan cognis. Campuran asam lemak mentah dihilangkan lemaknya dan dikeringkan, dipanaskan terlebih dahulu, dan kemudian diuapkan dalam evaporator film jatuh. Uap melewati kolom distilasi dilengkapi dengan kemasan terstruktur modern dan memadatkan bertahap di bagian atas kolom dalam dua kondensor yang dihubungkan secara seri.

Titik didih yang lebih rendah komponen dikeluarkan dari kondensor total kedua. Kondensat dari kondensor pertama (parsial) dikembalikan sebagai refluks kurang dingin ke perbaikan bagian dari kolom distilasi. Fraksi utama ditarik di atas bagian *tripping* dari kolom distilasi. Evaporator film jatuh kedua memusatkan residu di ruang samping penyangga. Dengan pengaturan ini, efek fraksionasi yang kuat tercapai, di mana zat berbau dengan titik didih rendah dan titik didih tinggi bahan berwarna dihapus. Adapun proses pemisahan dan pemurnian asam lemak dapat dilihat pada Gambar 1.9.

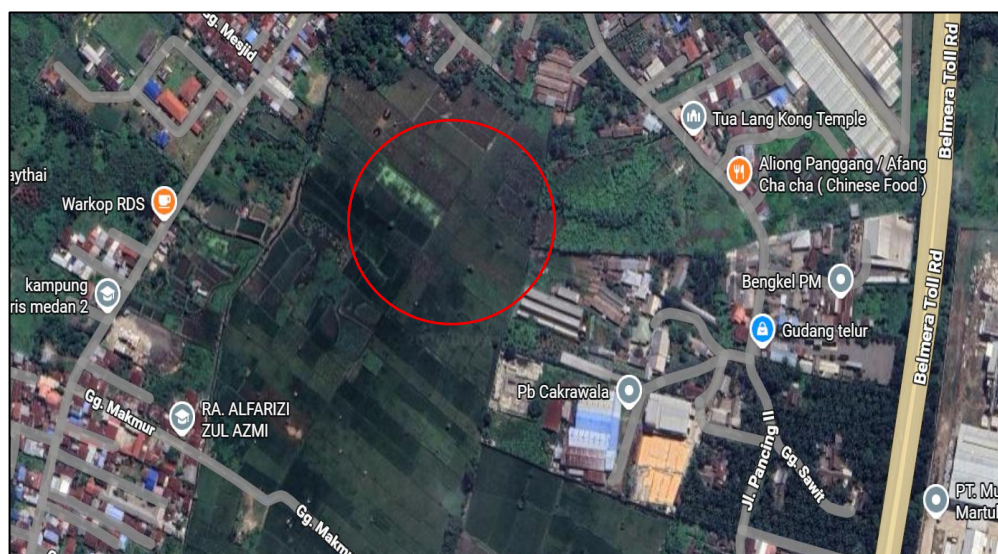


Gambar 1.11 *Continuous fatty acid distillation (Cognis Deutschland GmbH)*

a) Dryer and degasser; b) feed preheater; c) Falling-film evaporator; d) Distillation column; e) Internal Condensation section; f) Falling-film evaporator; g) Residue cooler; h) reflux cooler; i) Reflux condenser; j) Light ends condenser; k) cooler for main distillate reflux; l) Distillate cooler

1.10 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik *Fatty Acid* yang akan didirikan berada di Medan Deli, terletak di Kawasan Industri Medan Provinsi Sumatera Utara. Peta lokasi pabrik ditunjukkan pada Gambar 1.10



Gambar 1.12 Rencana Lokasi Rancangan Pabrik

Pabrik *Fatty Acid* dengan kapasitas 100.000 ton/tahun ini direncanakan dibangun di daerah Medan Deli, Kawasan Industri Medan, Sumut atas dasar pertimbangan sebagai berikut :

1. Lokasi berada dekat dengan sumber bahan baku CPKO di Sumatera Utara yang merupakan pusat industri kelapa sawit, dengan keberadaan perusahaan seperti PT SOCIMAS, Wilmar International, dan Musim Mas Group sehingga menjamin kontinuitas pasokan dan menekan biaya transportasi.
2. Memiliki akses yang sangat baik terhadap jalur distribusi dan ekspor karena dekat dengan Pelabuhan Belawan yang terhubung dengan jalur perdagangan internasional.
3. Berada di Kawasan Industri Medan yang telah menyediakan infrastruktur lengkap seperti listrik, air, jalan, dan fasilitas pengolahan limbah sehingga mengurangi kebutuhan investasi awal.
4. Ketersediaan air industri yang memadai dari sumber seperti Sungai Deli dan Sungai Belawan yang mendukung kebutuhan proses produksi seperti boiler, pendinginan, dan hidrolisis.
5. Tersedianya tenaga kerja yang cukup dan terampil karena Medan merupakan kota industri dengan banyak lulusan teknik dan tenaga kerja berpengalaman.
6. Kedekatan dengan industri hilir oleokimia seperti sabun, deterjen, dan kosmetik yang memudahkan distribusi dan integrasi produk *fatty acid*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah *Fatty Acid* (Asam Lemak)

Asam lemak adalah asam karboksilat dengan rantai alifatik yang panjang, yang diperoleh dari hidrolisis suatu asam lemak atau minyak. Konsep asam lemak (*acide gras*) diperkenalkan pada tahun 1813 oleh Michel Eugène Chevreul, meskipun ia awalnya menggunakan beberapa istilah varian: *graisse acide* dan *acide huileux* ("asam lemak" dan "asam berminyak").

Asam lemak mempunyai rantai hidrokarbon panjang yaitu mengandung 4-22 atom karbon dan tidak bercabang. Rumus kimianya adalah $R-COOH$ dimana R merupakan rantai hidrokarbon. Komponen asam lemak umumnya ditemukan pada binatang dan tumbuh-tumbuhan yang merupakan trigliserida yang mengandung atom karbon dengan jumlah yang sama dalam rantai hidrokarbon yang tidak mempunyai cabang. Lemak dan minyak juga diberi nama sebagai *derivate* asam-asam lemak. Asam-asam lemak juga dapat diperoleh dari lilin (*waxes*). *Waxes* adalah ester asam lemak dengan alkohol alifatis (Fessenden, 1984).

Asam lemak terbagi menjadi 2 golongan, yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Asam lemak tidak jenuh berbeda dalam jumlah dan posisi ikatan rangkapnya, dan berbeda dengan asam lemak jenuh dalam bentuk molekul keseluruhannya. Asam lemak jenuh yang mempunyai jumlah atom C genap dari C_2 sampai C_{30} dan dalam bentuk bebas atau ester dengan gliserol. Asam lemak jenuh yang paling banyak ditemukan dalam bahan pangan adalah asam palmitat, yaitu 15-50% dari seluruh asam lemak yang ada. Asam stearat terdapat dalam konsentrasi tinggi pada lemak biji-bijian tanaman tropis dan dalam lemak cadangan beberapa hewan darat, yaitu 25% dari asam lemak yang ada (Winarno, 1992).

Dalam konteks industri di Indonesia, asam lemak umumnya diproduksi dari minyak sawit dan minyak inti sawit melalui proses hidrolisis atau splitting trigliserida menjadi asam lemak bebas dan gliserol (Ketaren, 2012). Perkembangan industri oleokimia berbasis sawit menjadikan Indonesia sebagai salah satu produsen utama asam lemak dunia karena ketersediaan bahan baku yang melimpah (Basiron

2007). Selain itu, asam lemak juga dapat ditemukan dalam bentuk lilin (waxes), yaitu ester antara asam lemak dan alkohol rantai panjang (Fessenden & Fessenden, 1986).

2.1 Kegunaan Produk

Pabrik asam lemak ini akan memproduksi asam lemak dengan produk samping berupa gliserol. Asam lemak merupakan produk *intermediate* yang biasanya digunakan untuk bahan baku industri sabun, ban, farmasi dan lain-lain. Gliserol juga merupakan produk *intermediate* yang biasanya digunakan sebagai bahan baku industri kosmetik dan pangan.

2.1.1 Fatty Acid

Adapun kegunaan *fatty acid* atau asam lemak pada kehidupan sehari-hari yaitu :

1 Industri sabun

Asam lemak dapat digunakan untuk memproduksi sabun. Selain itu, dapat memberikan busa sabun lebih banyak serta keharuman dan kemilauan.

2 Industri karet

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

3 Industri kosmetik

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

4 Industri lilin

Dalam industri lilin, asam lemak digunakan sebagai campuran bahan untuk pembuatan lilin yang fungsinya untuk mempermudah melepaskan lilin dari cetaknya. Selain itu, dengan ditamhakkannya asam lemak dalam proses pembuatan lilin, akan menjadikan produk lilin yang dihasilkan tidak cepat meleleh ketika dinyalakan, asap yang dihasilkan lebih sedikit, dan mengurangi timbulnya tetesan-tetesan lilin.

5 Apabila direaksikan dengan H₂ (hidrogenasi) akan menghasilkan *fatty*

alkohol. Kegunaan dari *fatty* alkohol adalah untuk pembuatan *surfactan anionic* dan sebagai *emulsifier* dalam produk-produk pembersih lantai.

- 6 Apabila direaksikan dengan ester (esterifikasi) akan menghasilkan asam lemak. Kegunaan dari ester asam lemak adalah untuk bahan campuran dalam industri-industri tekstil, untuk *substitute* biodiesel dan industri farmasi (obat-obatan).
- 7 Apabila direaksikan dengan nitrogen akan menghasilkan *fatty* nitrogen. Produk- produk *fatty* nitrogen ini banyak digunakan dalam pengolahan limbah yang fungsinya untuk mengurangi limbah-limbah yang bersifat *unbiodegradable* sehingga menjadi *biodegradable*.
- 8 Dapat digunakan sebagai *lubricants* (minyak pelumas).

(Kirk and Othmer, 1966)

2.1.2 Gliserol

Kegunaan gliserol adalah sebagai berikut :

1. Industri makanan dan minuman
Digunakan sebagai *solven*, *emulsifier*, *conditioner*, *freeze*, *preventer* and *coating* serta dalam industri minuman anggur.
2. Industri kertas
Digunakan sebagai *humectant*, *plasticizer*, dan *softening agent*.
3. Industri farmasi
Digunakan untuk antibiotik dan kapsul.
4. Industri logam
Digunakan untuk *pickling*, *quenching*, *stripping*, *electroplating*, dan *galvanizing*.
5. Industri tekstil
Digunakan untuk *lubricating*, *antishrink*, *waterproofing* dan *flameproofing*.
6. Fotografi
Digunakan sebagai *plasticizing*.
7. Peledak
Digunakan untuk membuat nitrogliserin sebagai bahan dasar peledak.

8. Resin

Digunakan untuk *polyurethanes, epoxies, phthalic acid* dan *maleic acid* resin.

9. Tobacco

Digunakan sebagai *humectant, softening agent* dan *flavor enhancer*.

(Kirk and Orthmer, 1966)

2.1.3 Sifat-Sifat Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk membuat *fatty acid* dan gliserin ada dua yaitu *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO) dan air (H₂O).

2.1.3.1 Crude Palm Kernel Oil (CPKO)

Dari buah kelapa sawit dapat diperoleh dua jenis minyak, yaitu minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil/CPO*) yang berasal dari daging buah dan minyak inti sawit (*Crude Palm Kernel Oil/CPKO*) yang diperoleh dari inti (kernel) biji sawit. CPKO termasuk dalam kelompok *lauric oil* karena didominasi oleh asam laurat. Berbeda dengan minyak sawit, CPKO tidak difraksinasi menjadi stearin dan olein, melainkan umumnya diproses lebih lanjut menjadi produk oleokimia seperti *fatty acid*, *fatty alcohol*, dan surfaktan. CPKO memiliki titik leleh yang relatif lebih rendah dibandingkan fraksi stearin, sehingga pada suhu kamar dapat berbentuk semi padat hingga cair tergantung komposisinya (Anita zulisma, 2013).

Sifat-sifat fisika dari minyak sawit (CPKO) adalah :

Berat molekul	: 650-720 gr/mol
Densitas	: 0,89-0,92 gr/cm ³
Titik didih	: ± 330 °C
Titik leleh	: 24-30 °C
Warna	: Kekuningan Pucat
<i>Heat capacity</i> (CP)	: 1.912,23 kJ/kmol K (0,5126 kkal/kg °C)
Kenampakan (30°)	: Cair hingga semi padat
ΔH_f 25°C	: -420.000 kkal/kmol
Angka asam	: ≤ 12
<i>Iodine value</i>	: 14-21
Tegangan muka	: 35,4 dyne/cm (20°C)

Sifat-sifat kimia dari minyak sawit (CPKO) adalah sebagai berikut.

1. Tidak larut dalam air, sedikit larut dalam alkohol dingin, sangat larut dalam alkohol panas, dan eter.
2. Dengan alkohol membentuk ester asam lemak menurut reaksi esterifikasi biasa.
3. Rantai alkil (R) bisa berupa rantai karbon jenuh atau tak jenuh.
4. Ikatan karbon tak jenuh mudah teroksidasi oleh oksigen di udara.
5. Bersifat asam dalam air, dengan air membentuk ion.
6. Bereaksi dengan basa membentuk sabun (Perry, 2008)

Adapun komposisi lemak yang terdapat pada CPKO dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi CPKO

Komponen	Komposisi (%)
C ₆	0,30
C ₈	4,40
C ₁₀	3,70
C ₁₂	48,20
C ₁₄	15,60
C ₁₆	7,80
C _{18.1}	2,00
C _{18.2}	15,10
C _{18.3}	2,70
C ₂₀	0,20

Sumber: (Laboratorium PT. Domas Agointi Prima, 2024)

2.1.3.2 Air

Air merupakan senyawa kimia yang paling berlimpah di alam. Jumlah air yang terdapat di muka bumi ini relatif konstan, meskipun air mengalami pergerakan arus, tersirkulasi karena pengaruh cuaca dan juga mengalami perubahan bentuk. dan perubahan fisis akan berlangsung terus sampai akhir zaman air mempunyai rumus kimia H₂O (Susana, 2003). penghidrolisisan minyak menjadi asam lemak digunakan air sebagai bahan baku. Air berperan dalam proses penghidrolisaan karena ion H dari air berfungsi untuk memecah lemak pada trigliserida (minyak).

1. Sifat Fisika Air

Adapun sifat-sifat fisika air sebagai berikut (Geankoplis, 1993; Perry, Green and Maloney, 1997) :

1. Rumus molekul : $\text{H} - \text{O} - \text{H}$
2. Rumus kimia : H_2O
3. Berat molekul : 18,0 kg/kmol
4. Densitas pada suhu 25°C : 0,99708 gr/cm³ (cair)
0,92 gr/cm³ (padatan)
5. Titik didih : 100°C
6. Titik beku : 0°C
7. Suhu kritis : 647 K
8. Tekanan kritis : 220,60 bar
9. Viskositas pada suhu 25°C : 0,8937 cP
10. Panas jenis : 0,9995 cal/gr°C
11. Panas spesifik : 1 cal/gr
12. Panas laten : 80 cal/gr
13. Tegangan molekul : 27,3 dyne/cm
14. Kenampakan : Cairan jernih, tidak berwarna, tidak berbau
15. Kemurnian : 100%

2. Sifat Kimia Air

Adapun sifat kimia air adalah sebagai berikut:

1. Berbentuk cairan tidak berwarna.
2. Tidak berbau dan tidak berasa.
3. Mudah melarutkan zat-zat baik cair, padat maupun gas.
4. Merupakan reagen penghidrolisa pada hidrolisa.
5. Air yang berwujud cairan merupakan elektrolit lemah

(Susana, 2003).

2.1.4 Sifat-sifat Produk

Produk yang dihasilkan dari pabrik *fatty acid* ini adalah dengan produk utama berupa *fatty acid* dan produk samping berupa gliserin.

2.1.4.1 Fatty Acid

Asam lemak merupakan asam organik yang terdapat sebagai ester trigliserida atau lemak, baik yang berasal dari hewan maupun tumbuhan. Asam lemak adalah asam alkanoat atau asam karboksilat berderajat tinggi (rantai C lebih dari 6), umumnya terdiri atas 4-24 buah atom karbon. Yang mana rumus kimianya adalah $R-COOH$ dimana R merupakan rantai hidrokarbon. Pada umumnya, asam lemak mempunyai jumlah atom C genap, terdapat sebagai ester dalam tumbuhan atau hewan dan bersifat tidak larut dalam air (Ennema, 1976). *Fatty Acid* merupakan produk utama pada proses hidrolisa CPKO dengan air.

A. Sifat-Sifat Fisika Dari *Fatty Acid* :

- | | |
|-------------------|---|
| 1. Rumus molekul | : $R - C - C - OH$ |
| | $\begin{array}{c} \quad \\ O \end{array}$ |
| 2. Rumus kimia | : $RCOOH$ |
| 3. Berat molekul | : 270 gr/mol |
| 4. Densitas | : 0.853 gr/cc |
| 5. Titik didih | : 215°C |
| 6. Titik leleh | : 63°C |
| 7. Suhu kritis | : 451,85°C |
| 8. Tekanan kritis | : 44 atm |
| 9. Volume kritis | : 14,8972 ft ³ /lbmol |
| 10. Panas jenis | : 0,512 cal/gr°C |

B. Sifat-Sifat Kimia Dari *Fatty Acid*

1. Tidak larut dalam air
2. Sangat mudah larut dalam pelarut organik dan eter.

(Perry, Green and Maloney, 1997)

2.1.4.2 Gliserol

Gliserol merupakan produk samping jual tinggi yang diperoleh dari proses lemak dan minyak. Bisa juga disintesis dari petrokimia. Gliserin dibentuk melalui pemecahan trigliserida dengan menggunakan beberapa metode

A. Sifat-Sifat Fisika Dari Gliserol :

1. Rumus molekul : CH_2OH

$$\begin{array}{c} | \\ \text{CHOH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$$
2. Rumus kimia : $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$
3. Nama lain
 1,2,3-Trihidroksipropana
 Gliserin
 Gliseritol
Glycyl Alcohol
4. Berat molekul : 92,095 gr/mol
5. Densitas : 1,261 gr/cc
6. Titik didih : 290°C
7. Titik leleh : 18°C
8. Suhu kritis : $451,85^\circ\text{C}$
9. Tekanan kritis : 65,82778 atm
10. Volume kritis : $4,2288 \text{ ft}^3/\text{lbmol}$
11. Viskositas : 1,5 Pa.s
12. *Specific gravity* (25°C) : 1,262
13. Energi : 4,32 kkal/g
14. *Flash point* : 160°C
15. Panas jenis : $0,497 \text{ cal/gr}^\circ\text{C}$
16. Kenampakan : tidak berwarna, bening, tidak berbau
 amoniak

(Shahidi and Zhong, 2005)

B. Sifat-sifat kimia dari gliserol :

1. Sangat larut dalam air
2. Sangat mudah larut dalam pelarut organik dan eter.

(Perry, Green and Maloney, 1997)

2.2.1 Asam Laurat ($C_{12}H_{24}O_2$)

Asam laurat ($C_{12}H_{24}O_2$) merupakan salah satu asam lemak jenuh rantai sedang (*medium-chain fatty acid/MCFA*) yang memiliki 12 atom karbon. Senyawa ini banyak ditemukan dalam minyak inti sawit (*Crude Palm Kernel Oil/CPKO*) dan minyak kelapa, dengan proporsi yang dominan sehingga sering disebut sebagai komponen utama dalam kelompok *lauric oils*. Asam laurat memiliki sifat fisik berupa padatan putih pada suhu ruang dengan titik leleh sekitar 44–46°C, serta relatif stabil terhadap oksidasi dibandingkan asam lemak tak jenuh. Secara kimia, asam laurat bersifat nonpolar, tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik seperti alkohol panas dan eter. Struktur rantai jenuhnya menyebabkan reaktivitas yang lebih rendah terhadap oksidasi, namun tetap dapat mengalami reaksi khas asam lemak seperti esterifikasi, hidrolisis, dan saponifikasi.

Dalam industri oleokimia, asam laurat memiliki peranan penting sebagai bahan baku dalam pembuatan sabun, deterjen, surfaktan, dan kosmetik karena kemampuannya menghasilkan busa yang baik dan sifat pembersih yang tinggi. Selain itu, turunan asam laurat seperti metil laurat dan lauril alkohol banyak digunakan dalam industri farmasi dan produk perawatan pribadi. Produksi asam laurat umumnya dilakukan melalui proses hidrolisis trigliserida dari CPKO yang diikuti dengan pemisahan menggunakan distilasi vakum untuk memperoleh kemurnian tinggi. Dengan ketersediaan bahan baku yang melimpah di negara penghasil kelapa sawit seperti Indonesia, pengembangan industri berbasis asam laurat memiliki potensi ekonomi yang besar, terutama dalam mendukung hilirisasi produk oleokimia bernilai tambah (Yusuf, A., dkk. 2025).

2.2.2 Asam Myristic ($C_{14}H_{28}O_2$)

Asam miristat merupakan asam lemak jenuh dengan panjang rantai 14 atom karbon yang banyak ditemukan dalam minyak inti sawit (CPKO) dan minyak kelapa. Senyawa ini memiliki sifat fisik berupa padatan putih dengan titik leleh sekitar 53–58°C serta kestabilan oksidatif yang tinggi karena tidak memiliki ikatan rangkap. Asam ini juga dapat mengalami reaksi esterifikasi, hidrolisis, dan saponifikasi seperti asam lemak pada umumnya. Dalam struktur trigliserida, asam

miristat berperan sebagai salah satu komponen penyusun yang mempengaruhi sifat fisik minyak seperti titik leleh dan kekerasan.

Dalam industri oleokimia, asam miristat banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan sabun, deterjen, kosmetik, dan produk perawatan pribadi karena mampu meningkatkan stabilitas busa dan memberikan tekstur yang lebih lembut. Selain itu, turunan asam miristat seperti metil miristat dan miristol alkohol digunakan dalam formulasi emulsi, pelumas, serta produk farmasi. Produksi asam miristat umumnya diperoleh melalui proses hidrolisis trigliserida dari CPKO yang diikuti dengan pemisahan menggunakan distilasi vakum untuk mendapatkan fraksi dengan kemurnian tinggi. Keberadaan asam miristat bersama asam laurat menjadikan CPKO sebagai bahan baku utama dalam industri oleokimia berbasis asam lemak rantai sedang.

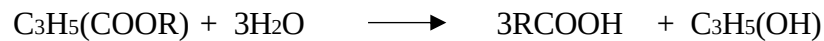
2.2.3 Asam Oleat ($C_{18:1}$)

Asam oleat merupakan asam lemak tak jenuh dengan 18 atom karbon dan satu ikatan rangkap pada posisi $\Delta 9$. Senyawa ini banyak ditemukan dalam berbagai minyak nabati termasuk minyak sawit dan dalam jumlah lebih kecil pada CPKO. Asam oleat memiliki sifat fisik berupa cairan pada suhu kamar dengan titik leleh sekitar 13–16°C serta lebih rentan terhadap oksidasi dibandingkan asam lemak jenuh karena adanya ikatan rangkap. Secara kimia, asam oleat dapat mengalami reaksi adisi pada ikatan rangkap, oksidasi, serta reaksi umum asam lemak seperti esterifikasi dan saponifikasi. Keberadaan asam oleat dalam minyak memberikan kontribusi terhadap sifat fluida dan menurunkan titik leleh campuran asam lemak.

Dalam industri, asam oleat memiliki peranan penting sebagai bahan baku dalam pembuatan surfaktan, pelumas, plastik, dan produk farmasi. Turunannya seperti metil oleat dan oleil alkohol banyak digunakan dalam industri kosmetik dan pelumas karena sifatnya yang emolien dan mudah terurai secara hayati. Selain itu, asam oleat juga digunakan dalam formulasi biodiesel karena sifat alirnya yang baik pada suhu rendah. Produksi asam oleat biasanya dilakukan melalui proses hidrolisis minyak nabati diikuti dengan pemisahan fraksi menggunakan distilasi vakum. Kombinasi sifat kimia dan fisika yang dimilikinya menjadikan asam oleat sebagai salah satu asam lemak yang sangat bernilai dalam berbagai aplikasi industri.

2.3 Analisa Ekonomi Awal

Analisa ekonomi awal dilakukan untuk mengetahui apakah layak atau tidaknya berdiri suatu pabrik. Menggunakan perhitungan yang sederhana dengan mengurangi harga produk dengan bahan baku. Adapun analisa ekonomi awal berdasarkan reaksi.



Analisa ekonomi awal berdasarkan reaksi dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Analisa Ekonomi Awal

Data	Bahan Baku		Produk	
	CPKO	Air	Fatty Acid	Crude Glyserol
Berat Molekul	703,16 gr/mol	1.528 gr/mol	256 gr/mol	92,09 gr/mol
Harga Per Kg	Rp. 6.881,5	Rp. -	Rp. 14.350	Rp. 4.350
Kebutuhan	1 mol x 703,16 gr/mol = 703,16 gr = 0,70316 kg	3 mol x 18,015 gr/mol = 54,04584 gr = 0,05404 kg	3 mol x 256 gr/mol = 665,12 gr = 0,66512 kg	1 mol x 92,09 gr/mol = 92,09 gr = 0,0920 kg
Harga Total	0,70316 kg x Rp. 6.881,5 = Rp. 4.838,80	Rp. 0	0,66152 kg x Rp. 14.350 = Rp.9.542,47	0,0920 kg x Rp. 4.350 = Rp. 400,59
Analisa Ekonomi Awal	= Harga Produk - Harga Bahan Baku = Rp. 9.943,06 - Rp. 4.838,80 = Rp. 5.104,26 Rp/kg			

Dari Tabel 2.4 maka didapatkan hasil keuntungan. Hasil analisa ekonomi awal didapat keuntungan 51%% dari harga bahan baku sebesar Rp. 4.838,80 dengan harga produk 9.943,06 Rp/kg Maka pabrik *fatty acid* layak dilanjutkan.

BAB III

NERACA MASSA

3.1 Neraca Massa

Neraca massa merupakan cabang keilmuan yang mempelajari kesetimbangan massa dalam sebuah sistem. Dalam neraca massa, sistem adalah sesuatu yang diamati atau dikaji. Neraca massa adalah konsenkuensi logis dari hukum kekekalan massa atau disebut hukum Lavoiser. Dalam neraca massa, jumlah massa yang masuk kedalam sistem harus sama dengan jumlah massa yang keluar dari sistem. Neraca massa dibuat untuk suatu alat atau suatu unit proses dengan batasan batasan tertentu. Bahan-bahan yang perlu dirincikan jumlahnya adalah bahan-bahan yang masuk dan bahan-bahan yang keluar dengan batasan yang ditetapkan.

1. Proses *Steady State*

Semua aliran didalam sistem mempunyai laju, komposisi, massa dan suhu yang tetap atau tidak berubah terhadap waktu. Sehingga pada keadaan ini jumlah akumulasi didalam sistem tetap (laju alir akumulasi = 0). Pada Keadaan mantap ini persamaan neraca massa dapat dirumuskan sebagai berikut

$$\text{Massaa Masuk} = \text{Massa Keluar} \dots\dots\dots (3.1)$$

2. Proses *unsteady state*

Terjadi perubahan pada sistem terhadap waktu. Baik berupa perubahan laju, komposisi, massa maupun suhu. Karena adanya perubahan laju maka terdapat perubahan akumulasi di dalam sistem sehingga akumulasi massa harus diperhitungkan. Untuk neraca massa *unsteady state* dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Input} - \text{Output} + \text{Formulation} - \text{Disappearance} = \text{Accumulation} \dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

<i>Input</i>	= Aliran masuk ke sistem
<i>Output</i>	= Aliran keluar ke sistem
<i>Formulation</i>	= Terbentuk karena reaksi
<i>Disappearance</i>	= Digunakan
<i>Accumulation</i>	= terkumpul dalam sistem

3.2 Hasil Perhitungan Neraca Massa

Perhitungan neraca massa dilakukan untuk keadaan proses sudah mencapai keadaan *unsteady state*. Laju alir massa dihitung untuk setiap 1 jam dan basis satuan dalam kg/jam. Perhitungan neraca massa pada prarancangan pabrik asam asetat dari metanol dan karbon monoksida sebagai berikut:

Kondisi operasi sebagai berikut :

Basis Perhitungan : 1 jam operasi

Satuan Operasi : Kg/jam

Waktu Operasi : 24 Jam

Kapasitas Produksi : 100.000 Ton/tahun

Kapasitas Produk perjam : $100.000 \frac{\text{Ton}}{\text{Tahun}} \times \frac{1 \text{ Tahun}}{330 \text{ Hari}} \times \frac{1 \text{ Hari}}{24 \text{ Jam}} \times \frac{1.000 \text{ kg}}{1 \text{ Ton}}$
: 12.626,263 kg/jam

Tabel 3.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

Komponen	% Mol	Berat Molekul (kg/mol)
CPKO	99,9%	687,87
Air (H ₂ O)	0,1%	18,02
<i>Demine Water</i> (H ₂ O)	100%	18,02
Asam Kaprilat (C ₈)	6%	144,214
Asam Kaprat (C ₁₀)	5%	172,268
Asam Laurat (C ₁₂)	50%	200,320
Asam Miristat (C ₁₄)	16%	228,375
Asam Palmitat (C ₁₆)	8%	256,428
Asam Oleat (C _{18:1})	14%	282,467
Asam Linoleat (C _{18:2})	1%	280,450
<i>Glycerine</i>	92,7%	92,095

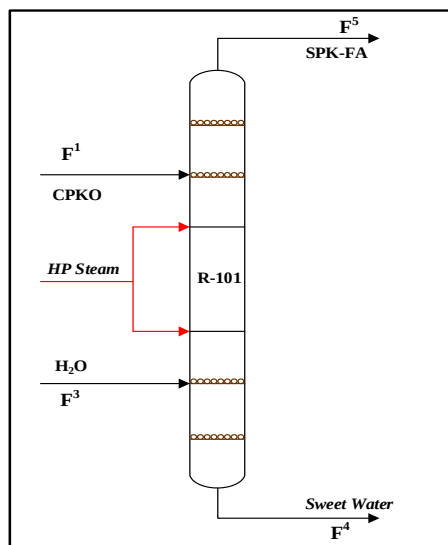
Kemurnian Bahan Baku :

Kemurnian Bahan Baku :

1. CPKO : 99,9%% (PT SOCIMAS, Wilmar International, dan Musim Mas Group Medan)
2. Air (H₂O) : Sungai Sei Deli (Blawan)

3.3 Reaktor *Hidrolisis (Spilting Oil)* (R-101)

Berfungsi sebagai tempat terjadi reaksi antara metanol dengan karbon monoksida sehingga menghasilkan Asam Asetat yang akan dimurnikan pada proses selanjutnya.



Gambar 3.1 *Splitting Oil* (R-101)

Tabel 3.2 Neraca Massa Total *Splitting Oil* (R-101)

Neraca Massa Total (R-101)					
Komponen	Masuk (Kg/Jam)			Keluar (Kg/Jam)	
	<i>Stream</i> ¹	<i>Stream</i> ²	<i>Stream</i> ³	<i>Stream</i> ⁴	<i>Stream</i> ⁵
<i>Trilglycerida</i>	13.405,042		-	1,890	38,325
<i>Water</i>	0,361	6702,702	11.239,558	7.110,183	9.783,404
<i>Glycerine</i>	-	-	-	1.787,599	-
<i>Fatty Acid</i>	-	-	-	-	12.626,262

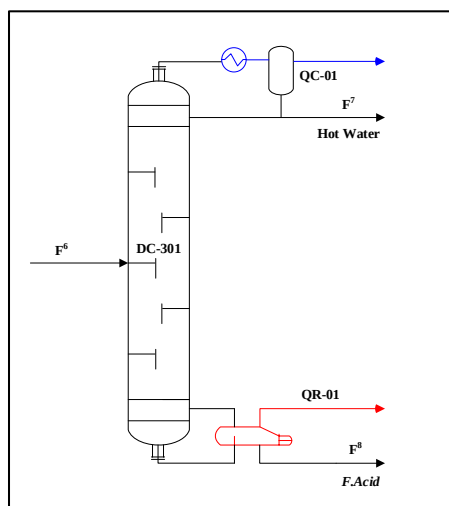
Total	31.347,664	31.347,664
--------------	-------------------	-------------------

Tabel 3.3 Neraca Mol Total *Splitting Oil* (R-001)

Neraca Mol Total (R-101)					
Komponen	Masuk (Kmol/Jam)			Keluar (Kmol/Jam)	
	<i>Stream¹</i>	<i>Stream²</i>	<i>Stream³</i>	<i>Stream⁴</i>	<i>Stream⁵</i>
<i>Trilglycerida</i>	19,468	-	-	0,0027	0,055
<i>Water</i>	0,020	372,062	623,900	394,681	543,069
<i>Glycerine</i>	-	-	-	19,410	-
<i>Fatty Acid</i>	-	-	-	-	58,231
Total	1.015,451			1.015,451	

3.4 *Distillation Colomn* (DC-301)

Distillation Colomn (DC-301) merupakan alat yang digunakan untuk menguapkan sisa air dan trigliserida pada kondisi vakum sehingga diperoleh *Fatty Acid* dengan rantai karbon (C_8 - $C_{18:2}$)



Gambar 3.2. *Distillation Colomn* (DC-301)

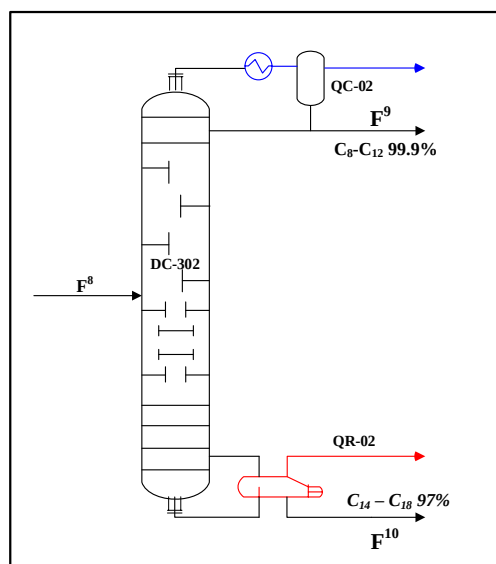
Tabel 3.4 Neraca Massa Total *Distillation Colomn* (DC-301)

Komponen	<i>Inlet</i> (kg/h)	<i>Outlet</i> (kg/h)
----------	---------------------	----------------------

	<i>Stream⁶</i>	<i>Stream⁷</i>	<i>Stream⁸</i>
<i>Fatty Acid</i> ($C_8-C_{18:2}$)	12.626,262	-	12.625,600
<i>Water</i>	3.378,717	3.378,717	-
<i>Trygliceride</i>	38,325	38,325	-
<i>Fatty Acid</i> (C_8)	-	0,683	-
Total	16.043,3	16.043,3	

3.5 Distillation Colomn (DC-302)

Distillation Colomn (DC-302) digunakan untuk meningkatkan konsententrasi dari *Main Chaine Trygliceride* (MCT) *Fatty Acid* atau fraksi ringan *Fatty Acid* dengan kemurnian ($C_8 - C_{12}$) 99,9% dan fraksi berat ($C_{14} - C_{18:1}$) 97,18%



Gambar 3.3. *Distillation Colomn* (DC-302)

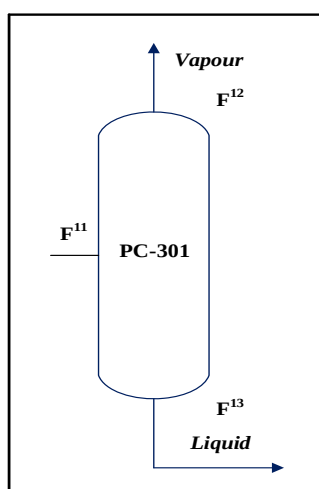
Tabel 3.5 Neraca Massa Total *Distillation Colomn* (DC-302)

Komponen <i>Fatty Acid</i>	<i>Inlet</i> (kg/h)	<i>Outlet</i> (kg/h)	
	<i>Stream⁸</i>	<i>Stream⁹</i>	<i>Stream¹⁰</i>
Asam Kaprilat ($C_8H_{16}O_2$)	503,181	503,181	-
Asam Kaprat ($C_{10}H_{20}O_2$)	501,568	501,568	-
Asam Laurat ($C_{12}H_{24}O_2$)	5.832,433	5.831,849	0,583

Asam Miristat ($C_{14}H_{28}O_2$)	2.127,766	0,212	2.127,554
Asam Palmitat ($C_{16}H_{32}O_2$)	1.194,568	-	1.194,568
Asam Oleat ($C_{18}H_{34}O_2$)	2.302,773	-	2.302,773
Asam Linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$)	163,309	-	163,309
Total	12.625,600	12.625,600	

3.6 Flash Drum (Pre-Concentrate) (PC-301)

Flash Drum (PC-301) adalah alat yang digunakan untuk memisahkan zat campuran berdasarkan fasa atau densitas. Penggunaan *Flash Drum* pemurnian *glycerine* digunakan untuk menghilangkan sebagian air sehingga dapat meningkatkan konsentrasi *glycerine* sebelum dilakukan pemurnian akhir pada kolom *Multieffect Evaporator*.



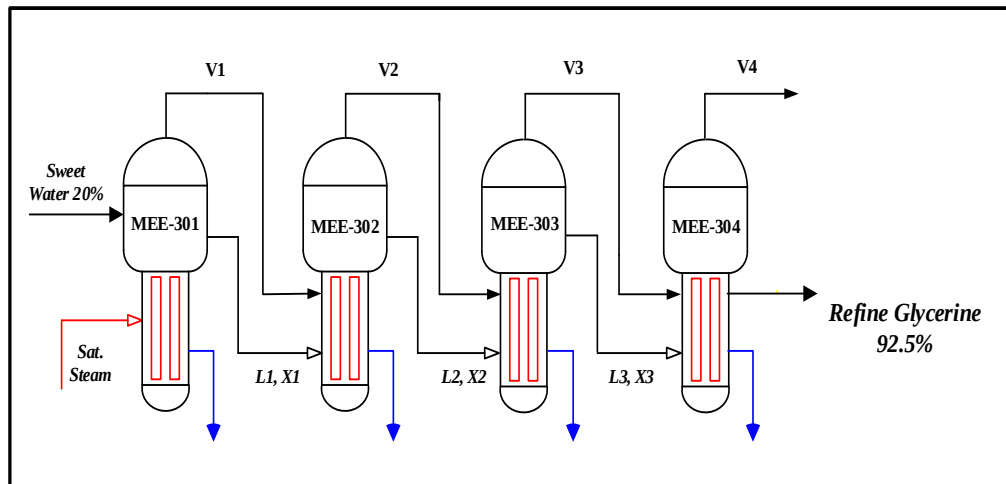
Gambar 3.4 Flash Drum (PC-301)

Tabel 3.6 Neraca Massa Total *Flash Drum* (PC-301)

Komponen	Umpan Masuk (kg/h)	Umpan Keluar (kg/h)	
	Laju Massa	Top (Vapor)	Bottom (Liquid)
<i>Glycerol</i>	1.787,592	0,0088	1.787,583
<i>Water</i>	13.515,214	8.882,768	4.632,446
<i>Triglyceride</i>	1,876	0,0177	1,858
Total	15.304,682	15.304,682	

3.7 Multi Effect Evaporator (MEE-301, MEE-302, MEE-303, MEE-304)

Multi Effect Evaporator adalah alat yang digunakan untuk melakukan pemekatan gliserin dari konsentrasi 27,8% mencapai 92,5%.



Gambar 3.5 Multi Effect Evaporator (MEE-301 – 304)

Tabel 3.7. Neraca Massa Total (MEE-301, MEE-302, MEE-303 dan MEE-304)

Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)				
	F ₂₀ (kg/h)	V ₁ (kg/h)	V ₂ (kg/h)	V ₃ (kg/h)	V ₄ (kg/h)	L ₄ (kg/h)
<i>Glycerol</i>	1.787,109	1,0044	0,7191	0,7258	0,7462	1.783,9138
<i>Water</i>	4.632,089	2.841,29	1.075,30	409,89	160,18	145,4282
<i>Triglceride</i>	0,050	0,04671	0,00310	0,00020	0,00000	0,0000
Total	6.419,249	6.419,249				

BAB IV

NERACA ENERGI

4.1 Neraca Energi

Neraca energi merupakan penerapan hukum kekekalan energi terhadap suatu proses. Pada sub-bab neraca energi dipaparkan konsep yang digunakan dalam menghitung neraca energi pada suatu unit proses. Perhitungan neraca energi merupakan perincian besarnya energi/panas yang masuk, keluar dan terakumulasi pada setiap peralatan proses. Neraca energi sangat diperlukan dalam menentukan besarnya kebutuhan energi (steam dan listrik) dan spesifikasi suatu alat proses.

Karena energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, maka untuk suatu sistem (dalam suatu control volume) dalam suatu kurun waktu tertentu, persamaan neraca energi.

4.2 Persamaan Neraca Energi

Perumusan dari neraca energi suatu sistem mirip dengan perumusan neraca massa. Namun, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu suatu sistem dapat berupa sistem tertutup namun tidak terisolasi (tidak dapat terjadi perpindahan massa namun dapat terjadi perpindahan panas) dan hanya terdapat satu neraca energi untuk suatu sistem (tidak seperti neraca massa yang memungkinkan adanya beberapa neraca komponen). Suatu neraca energi memiliki persamaan:

- a. Untuk persamaan unsteady state:

$$(\text{Energi masuk}) - (\text{Energi Keluar}) + (\text{Energi panas ditambah kesistem}) - (\text{Kerja dilakukan sistem}) = (\text{Energi terakumulasi}) \dots \dots \dots (4.1)$$

- b. Untuk persamaan steady state:

$$(\text{Energi masuk}) - (\text{Energi keluar}) = (\text{Energi terakumulasi}) \dots \dots \dots (4.2)$$

- c. Persamaan energi pada proses-proses industri biasanya dapat disederhanakan untuk proses - proses tanpa terakumulasi, sehingga persamaan diatas menjadi lebih sederhana, yaitu (Himmelblue,1982):

$$E_i = E_o \dots \dots \dots (4.3)$$

Jumlah panas masuk dan jumlah panas keluar pada suatu peralatan dapat

dihitung dengan persamaan:

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta t \dots \dots \dots (4.4)$$

Dimana:

Q = Jumlah panas yang dihasilkan (Kj/jam)

m = Massa (kg/jam)

C_p = Panas spesifik (Kj/kmol.K)

Δt = Perubahan temperatur (K) (Reklaitis, 1983)

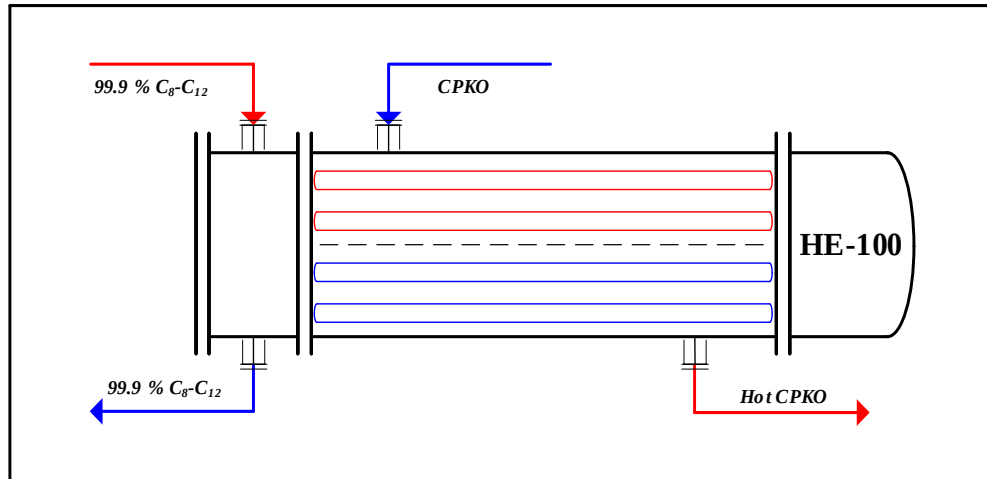
Setelah dilakukan perhitungan maka diperoleh hasil yang terdapat pada Tabel dibawah untuk masing-masing alat-alat proses:

4.3 Hasil Perhitungan Neraca Energi

Perhitungan neraca energi dilakukan untuk keadaan proses sudah mencapai keadaan steady state. Laju alir panas dihitung untuk setiap 1 jam.

4.3.1 Heat Exchanger (HE-100)

Fungsi *Heat Exchanger* (E-100) yaitu untuk memanaskan bahan baku CPKO (*Crude Palm Kernel Oil*) dari 53,57°C ke 142,2°C.p



Gambar 4.1 *Heat Exchanger* (HE-100)

Tabel 4.1 Neraca Panas Total Komponen CPKO

Komponen	Q Masuk (kj/h)	Q Keluar (kj/h)
Q_{in}	810567,38	-
Q_{out}	-	3.325.068,26
Q_{Supply}	2.514.500,87	-

Total	3.325.068,26	3.325.068,26
--------------	---------------------	---------------------

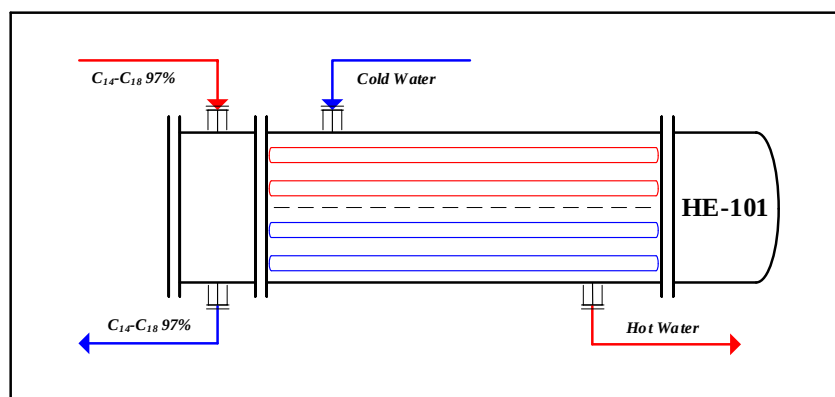
Tabel 4.2 Neraca Panas Total Komponen FA $C_8 - C_{12}$ 99,9%

Komponen	Q Masuk (kj/h)	Q Keluar (kj/h)
Q_{in}	2.895.670,48	-
Q_{out}	-	645.075,10
Q_{Supply}	-2.250.595,37	
Total	645.075,10	645.075,10

4.3.2 Heat Exchanger (HE-101)

Fungsi *Heat Exchanger* (HE-101) yaitu untuk memanaskan bahan baku *Water* (H_2O) dari 30,48 °C ke 162,4 °C.

Kondisi Operasi



Gambar 4.2 *Heat Exchanger* (HE-101)

Tabel 4.3 Neraca Panas Total Komponen *Water*

Komponen	Q Masuk (kj/h)	Q Keluar (kj/h)
Q_{in}	185.117,57	-
Q_{out}	-	4.437.357,85
Q_{Supply}	4.252.240,28	
Total	4.437.357,85	4.437.357,85

Tabel 4.4 Neraca Panas Total Komponen *Fatty Acid* ($C_{12}-C_{18}$) 97%

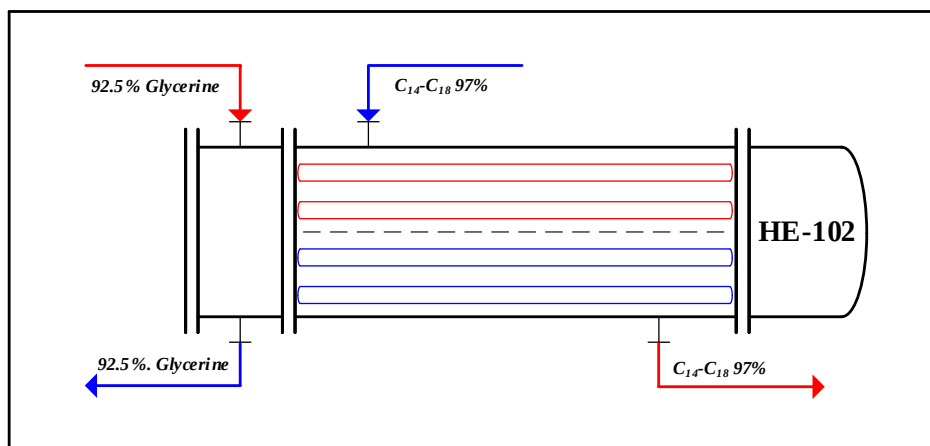
Komponen	Q Masuk (kj/h)	Q Keluar (kj/h)
Q_{in}	3.530.047,48	-
Q_{out}	-	538.664,4

<i>Q Supply</i>	-2.991.383,06	
Total	538.664,4	538.664,4

4.3.3 Heat Exchanger (HE-102)

Fungsi *Heat Exchanger* (E-102) yaitu untuk mendinginkan *glycerol* dari 103 °C ke 80 °C.

Kondisi Operasi



Gambar 4.3 *Heat Exchanger* (E-102)

Tabel 4.5 Neraca panas total Komponen *Glycerine*

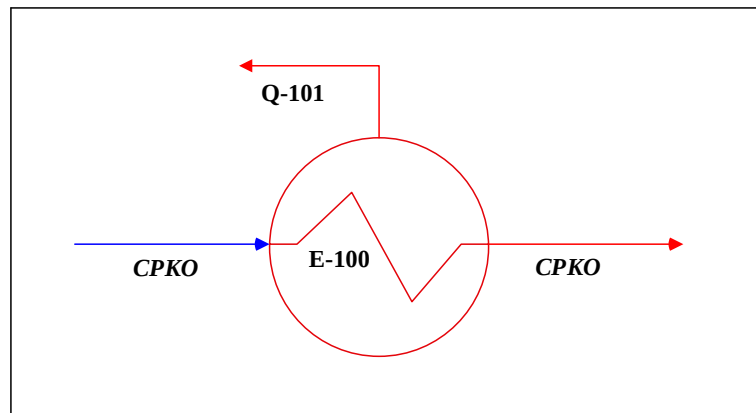
Komponen	Q Masuk (kj/h)	Q Keluar (kj/h)
<i>Q in</i>	325.933,4	-
<i>Q out</i>	-	222.616,8
<i>Q Supply</i>	-103.316	
Total	222.616,8	222.616,8

Tabel 4.6 Neraca panas total Komponen *Fatty Acid* (C₁₄ – C₁₈) 97%

Komponen	Q Masuk (kj/h)	Q Keluar (kj/h)
<i>Q in</i>	538.664,41	
<i>Q out</i>	-	658487,32
<i>Q Supply</i>	120.062,31	
Total	658487,32	658487,32

4.3.4 Heater (HE-100)

Fungsi *Heater* (E-100) untuk memanaskan CPKO dari 142,2°C ke 250 °C.



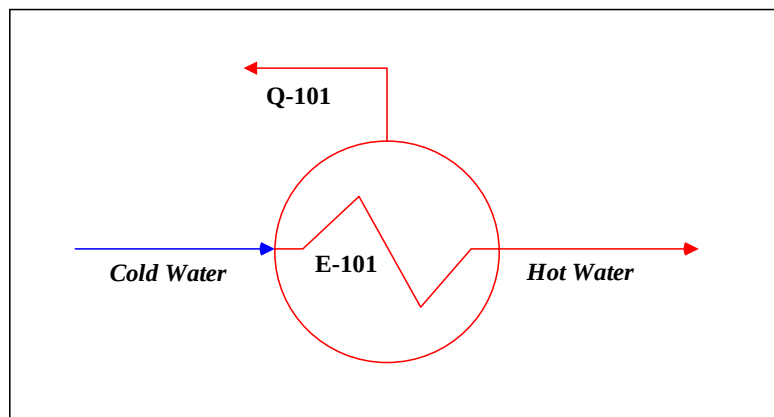
Gambar 4.4 Heater (E-100)

Tabel 4.7. Neraca panas total Komponen *CPKO*

Komponen	Q Masuk (kj/h)	Q Keluar (kj/h)
<i>Q in</i>	3.325.107	
<i>Q out</i>	-	6.383.510,19
<i>Q Supply</i>	3.058.402,75	-
Total	6.383.510,19	6.383.510,19

4.3.5 Heater (E-101)

Fungsi Heater (E-101) yaitu untuk memanaskan Air dari 162,3°C ke 250 °C.



Gambar 4.5 Heater (E-101)

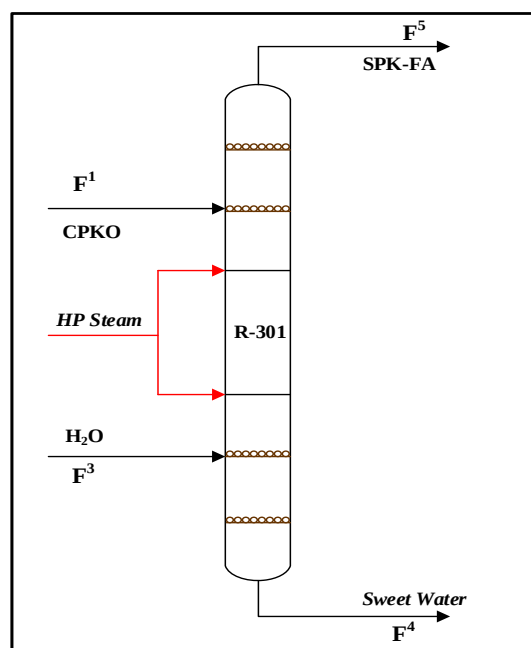
Tabel 4.8 Neraca Panas Total Komponen *Water*

Komponen	Q Masuk (kj/h)	Q Keluar (kj/h)
<i>Qin</i>	4.434.296	-
<i>Q out</i>	-	7.031.926,73

Q Sup	2.597.630,65	-
Total	7.031.926,73	7.031.926,73

4.3.6 Perhitungan Neraca Panas pada Splitting Column (R-301)

Splitting Column (R-001) adalah alat yang digunakan untuk memproduksi asam lemak dengan produk samping berupa glycerol dari hasil hidrolisis CPKO (*Crude Palm Kernel Oil*) dengan air terjadi secara eksotermis. Reaksi hidrolisis berlangsung pada tekanan 50 bar dan pada suhu 250°C. Suhu disuplai dengan high pressure steam (HP Steam) pada tekanan 50 Bar.



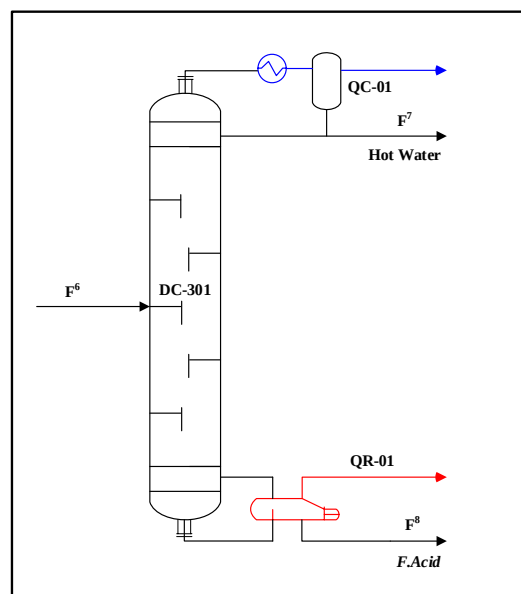
Gambar 4.6 *Splitting Column* (R-301)

Tabel 4.9 Neraca Panas Total Pada *Splitting Column* (R-301)

Komponen	Panas Masuk (kj/h)	Panas Keluar(kj/h)
<i>Triglyceride</i>	6.389.531,18	18.743,3
<i>Water</i>	2.798.735,74	5.953.745,72
<i>Glycerine</i>	-	908.670,55
Asam Palmitin (C ₁₆)	-	590.816,01
Asam Linoleat (C _{18:2})	-	172.313,99
Asam Oleat (C _{18:1})	-	1.023.572,86
Asam Miristat (C ₁₄)	-	987.462,93

Asam Laurik (C ₁₂)	-	2.588.404,84
Asam Kaprat (C ₁₀)	-	207.601,95
Asam Kaprilat (C ₈)	-	134.198,52
Q _{reaksi}	-	15.225.669,04
Q _{suply}	18.622.932,80	-
Total	27.811.199,7	27.811.199,7

4.3.7 Perhitungan Neraca Panas pada Distillation Colomn (DC-301)



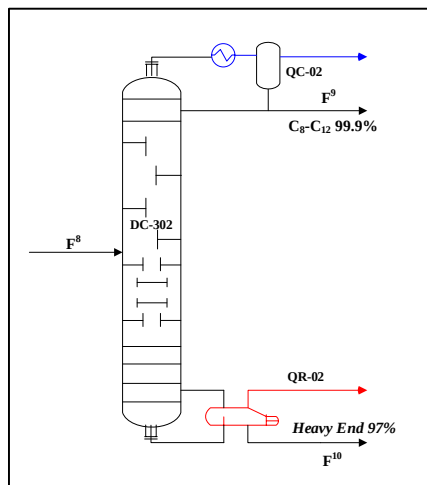
Gambar 4.7 Fatty Acid Distillation Column (DC-301)

Tabel 4.10 Neraca Energi Total Pada Kolom Distilasi (DC-301)

Komponen	Q in (Kj/h)	Q out (kj/h)
Triglyceride	6.416,92	487,10
H ₂ O	1.325.350,07	103.006,88
Asam Palmitin (C ₁₆)	201.252,52	405.535,20
Asam Linoleat (C _{18:2})	24.945,86	50.267,32
Asam Oleat (C _{18:1})	370.456,12	746.490,01
Asam Miristat (C ₁₄)	357.387,06	720.155,09
Asam lauric (C ₁₂)	975.840,83	1.966.374,37
Asam Kaprat (C ₁₀)	83.484,71	168.226,41
asam Kaprilat (C ₈)	83.262,41	167.610,68

Q Kondensor	-	4.121.165,09
Q Reboiler	5.020.921,65	-
Total	8.449.318,14	8.449.318,14

4.3.8 Perhitungan Neraca Panas pada Distilasi (DC-302)



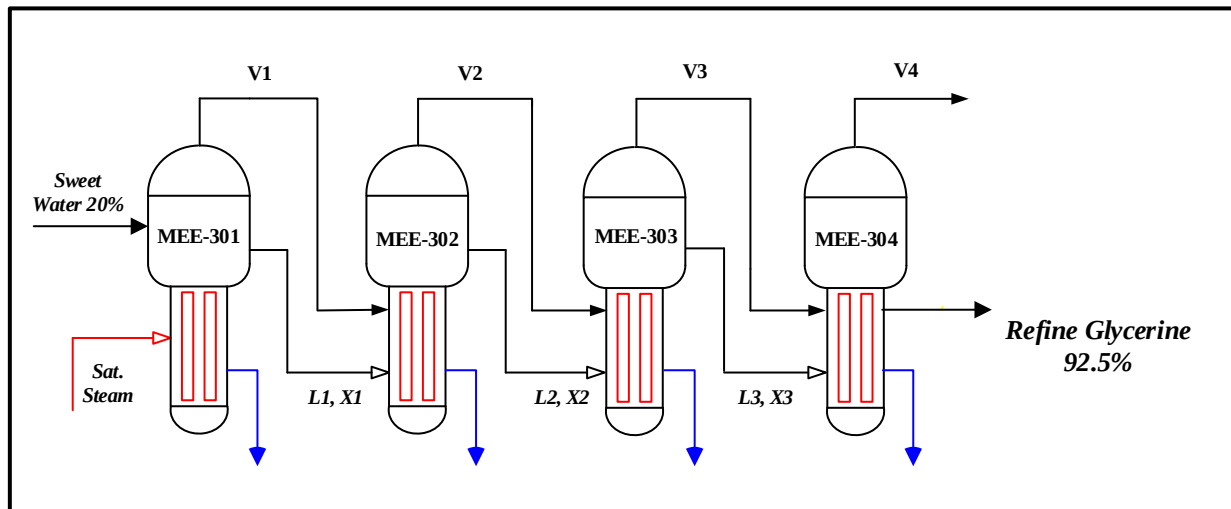
Gambar 4.8 Fatty Acid Distillation Column (DC-302)

Tabel 4.11 Neraca Energi Total Pada Kolom Distilasi (DC-302)

Komponen	Q in (Kj/h)	Q out (kj/h)
Asam Palmitin (C16)	405.535,20	744.659,57
Asam Linoleat (C18:2)	50.267,32	92.302,83
Asam Oleat (C18:1)	746.490,01	1.370.734,14
Asam Miristat (C14)	720.155,09	1.322.259,67
Asam lauric (C12)	1.966.374,37	2.473.030,84
Asam Kaprat (C10)	168.226,41	211.592,36
asam Kaprilat (C8)	167.610,68	210.817,90
Q Kondensor		634.015,03
Q Reboiler	2.834.753,27	
Total	7.059.412,35	7.059.412,35

4.3.9 Multi-Effect Evaporator

Multieffect Evaporator digunakan untuk meningkatkan konsentration gliserin dari 20% menjadi 92,5% dengan memanfaatkan energi hasil penguapan secara bertahap dari tiap kolom.



Gambar 4.10 Multieffect Evaporator (ME-301, ME-302, ME-303 dan ME-304)

Tabel 4.12 Neraca Panas Total pada Multieffect Evaporator

Komponen	Energi Masuk (kj/h)	Energi Keluar (kj/h)
<i>Feed</i>	1.886.336,505	-
<i>Liquid Effect</i> MEE-101	-	1.279.316,228
<i>Liquid Effect</i> MEE-102	-	710.913,580
<i>Liquid Effect</i> MEE-103	-	525.509,466
<i>Liquid Effect</i> MEE-104	-	441.916,425
<i>Vapor Effect</i> MEE-101	-	428.451,205
<i>Vapor Effect</i> MEE-102	-	161.015,187
<i>Vapor Effect</i> MEE-103	-	61.206,675
<i>Vapor Effect</i> MEE-104	-	23.853,166
<i>Energy (Q) Supply</i>	1.745.845,431	-
Total	3.632.181,936	3.632.181,936

BAB V

SPESIFIKASI PERALATAN

Peralatan-peralatan yang digunakan sebagai alat proses (*manufacturing*) pada prarancangan pabrik *Fatty Acid* ini direncanakan dengan ukuran dan kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan. Pemberian kode pada masing-masing alat berdasarkan literatur dan disesuaikan dengan nama alat dan ukuran. Kode dengan huruf menunjukkan kode peralatan dan kode angka masing-masing menunjukkan unit proses pada angka pertama, urutan alat pada angka kedua dan ketiga.

5.1 Tangki Bahan Baku CPKO (T-100)

Fungsi	: Untuk Menyimpan Bahan Baku Berupa CPKO Dalam Bentuk Cair
Jenis	: Silinder Vertikal Dengan Tutup Ellipsoidal Pada Bagian Atas
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Temperatur	: 50°C
Tekanan	: 2,544 atm
Laju Alir	: 13.405,04 kg/jam
Densitas	: 878,20 kg/m ³
Jumlah	: 1 unit
<i>Safety factor</i>	: 20 %,

Tabel 5.1 Spesifikasi Tangki Bahan Baku CPKO (T-100)

Jenis Tangki	Silinder vertikal dengan tutup ellipsoidal
Suhu	50°C
Total Volume Tangki	7.121,15 m ³
Jumlah Tangki	1 Unit
Dt	17,040 m
Ht	29,82 m
Pdesain	2,544 atm

t (tebal dinding tanki)	0,054 m
Bahan material konstruksi	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 tipe A</i>

5.2 Tangki Bahan Baku *Demine Water* (T-101)

Fungsi	: Untuk menyimpan bahan baku berupa air (H ₂ O)
Jenis	: Silinder vertikal dengan tutup ellipsoidal pada bagian atas
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Temperatur	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Laju Alir	: 6702,70 kg/jam
Densitas	: 1004,00 kg/m ³
Waktu penyimpanan	: 7 hari
Jumlah Tanki	: 1 unit
<i>Safety Factor</i>	: 20%

Tabel 5.2 Spesifikasi Tangki Bahan Baku *Demine Water* (T-101)

Jenis Tangki	Silinder vertikal dengan tutup ellipsoidal
Suhu	30°C
Total Volume Tangki	2.061,09 m ³
Jumlah Tangki	1 unit
Dt	11,27 m
Ht	21,13 m
Pdesain	2,779 atm
t (tebal dinding tanki)	0,042 m
Bahan material konstruksi	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 tipe A</i>

5.3 Tangki Produk *Glycerol* (T-102)

Fungsi	: Untuk menyimpan produk <i>Glycerol</i> (T-102)
Jenis	: Silinder vertikal dengan tutup ellipsoidal pada bagian atas
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel 304</i>
Temperatur	: 50°C
Tekanan	: 1,5 atm
Laju Alir	: 1929,34 kg/jam

Densitas : 970,15 kg/m³

Waktu penyimpanan : 7 hari

Jumlah Tangki : 1 unit

Safety Factor : 20%

Tabel.5.3 Spesifikasi Tangki Produk *Glycerie* (T-102)

Jenis Tangki	Silinder vertikal dengan tutup ellipsoidal
Suhu	50 °C
Volume Total Tangki	578,45 m ³
Jumlah Tangki	1 unit
Dt	6,15 m
Ht	17,430 m
Pdesain	1,366 atm
t (tebal dinding tangki)	0,0138 m
Bahan material konstruksi	<i>Stainless Steel</i> SA 167 grade 11 tipe A

5.4 Tangki Produk *Fatty Acid* C₁₂ – C₁₈ (T-103)

Fungsi : Untuk menyimpan produk *Fatty Acid* (C₁₂ – C₁₈)

Jenis : Silinder vertikal dengan tutup ellipsoidal pada bagian atas

Bahan Konstruksi : *Stainless Stell 304*

Temperatur : 80°C

Tekanan : 3,417 atm

Laju Alir : 5.788,00 kg/jam

Densitas : 859,10 kg/m³

Waktu penyimpanan : 7 hari

Jumlah Tangki : 1 unit

Safety Factor : 20%

Tabel 5.4 Spesifikasi Tangki Penyimpanan *Fatty Acid* (C₁₂ – C₁₈) (T-103)

Jenis Tangki	Silinder vertikal dengan tutup ellipsoidal
Suhu	80°C
Volume Tangki	1.131,86 m ³
Jumlah Tangki	1 unit

D_t	11,32 m
H_t	21,32 m
Pdesain	3,417 atm
t (tebal dinding tanki)	0,052 m
Bahan material konstruksi	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 tipe A</i>

5.5 Tangki Pruduk *Fatty Acid* (C_{12} - C_{16}) (T-104)

Fungsi	: Untuk menyimpan produk <i>Fatty Acid</i> (C_{12} – C_{16})
Jenis	: Silinder vertikal dengan tutup ellipsoidal pada bagian atas
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Stell 304</i>
Temperatur	: 70°C
Tekanan	: 2,025 atm
Laju Alir	: 6.837,35 kg/jam
Densitas	: 858,43 kg/m ³
Waktu penyimpanan	: 7 hari
Jumlah Tanki	: 1 unit

Tabel 5.5 Spesifikasi Tangki Penyimpanan *Fatty Acid* (C_{12} – C_{16}) (T-104)

Jenis Tangki	Silinder vertikal dengan tutup ellipsoidal
Suhu	70°C
Volume Total Tangki	2.678,044 m ³
Jumlah Tangki	1 unit
D_t	12,30 m
H_t	21,535 m
Pdesain	2,025 atm
t_s (tebal dinding tanki)	0,034 m
Bahan material konstruksi	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 tipe A</i>

5.6 Pompa (P-100)

Fungsi : Meningkatkan Tekanan CPKO dari 1 bar ke 50 bar

Material : *Coomertial Steel*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Laju Alir : 13.405,042 kg/h = 8,208 lb/s

Densitas : 54,799 lb/ft³

Viscositas : 0,0025 lb/ft s

Tabel 5.6 Spesifikasi Pompa (P-100)

Alat	Pompa (P-100)
Fungsi	Menaikkan Tekanan CPKO dari 1 bar ke 50 bar
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
Efisiensi Pompa	75 %
Power Motor	37,338 Hp

5.7 Pompa (P-101)

Fungsi : Memompakan CPKO menuju Reaktor (*Splitting Colomn*)

Material : *Commercial Steel*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Laju Alir : 13.405,040 kg/h = 8,208 lb/s

Densitas : 51,2928 lb/ft³

Viscositas : 0,0008 lb/ft s

Tabel 5.7 Spesifikasi Pompa (P-101)

Alat	Pompa (P-101)
Fungsi	Memompakan CPKO menuju Reaktor (<i>Splitting Colomn</i>)
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
Efisiensi Pompa	75 %
Power Motor	0,7350 Hp

5.8 Pompa (P-102)

Fungsi : Menaikkan Tekanan *Demine Water* dari 1 bar ke 50 bar

Material : *Commercial Steel*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Laju Alir : 6.702,702 kg/h = 4,1045 lb/s

Densitas : 62,6496 lb/ft³

Viscositas : 0,0005 lb/ft s

Tabel 5.8 Spesifikasi Pompa (P-102)

Alat	Pompa (P-102)
Fungsi	Menaikkan Tekanan CPKO dari 1 bar ke 50 bar
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
Efisiensi Pompa	75 %
Power Motor	16,400 Hp

5.9 Pompa (P-103)

Fungsi : Memompakan *Demine Water* menuju *Heater*

Material : *Commercial Steel*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Laju Alir : 6.702,702 kg/h = 4,104 lb/s

Densitas : 55,848 lb/ft³

Viscositas : 0,0001 lb/ft s

Tabel 5.9 Spesifikasi Pompa (P-103)

Alat	Pompa (P-103)
Fungsi	Memompakan <i>Demine Water</i> menuju <i>Heater</i>
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
Efisiensi Pompa	75 %
Power Motor	0,1663 Hp

5.10 Pompa (P-104)

Fungsi : Memompakan *Fatty Acid* menuju *Distillation Colomn* (DC-102)

Material : *Commercial Steel*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Laju Alir : 12.625,728 kg/h = 7,731 lb/s

Densitas : 47,904 lb/ft³

Viscositas : 0,0007 lb/ft s

Tabel 5.10 Spesifikasi Pompa (P-104)

Alat	Pompa (P-104)
Fungsi	Memompakan <i>Fatty Acid</i> menuju <i>Distillation Colomn</i> (DC-102)
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
Efisiensi Pompa	75 %
Power Motor	0,2943 Hp

5.11 Pompa (P-105)

Fungsi : Memompa *Fatty Acid* ($C_8 - C_{12}$) menuju *Heat Exchanger* (HE-100)

Material : *Commercial Steel*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Laju Alir : 6.837,200 kg/h = 4,186 lb/s

Densitas : 44,690 lb/ft³

Viscositas : 0,0004 lb/ft s

Tabel 5.11 Spesifikasi Pompa (P-105)

Alat	Pompa (P-105)
Fungsi	Memompakan <i>Fatty Acid</i> ($C_8 - C_{12}$) menuju <i>Heat Exchanger</i> (HE-100)
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
Efisiensi Pompa	75 %
Power Motor	0,5359 Hp

5.12 Pompa (P-106)

Fungsi : Memompakan *Fatty Acid* ($C_{12} - C_{18}$) menuju *Heat Exchanger* (HE-101)

Material : *Commercial Steel*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Laju Alir : 5.788,533 kg/h = 3,544 lb/s

Densitas : 44,690 lb/ft³

Viscositas : 0,0004 lb/ft s

Tabel 5.12 Spesifikasi Pompa (P-106)

Alat	Pompa (P-106)
Fungsi	Memompakan <i>Fatty Acid</i> (C ₁₂ – C ₁₈) menuju <i>Heat Exchanger</i> (HE-101)
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
Efisiensi Pompa	75 %
Power Motor	0,3665 Hp

5.13 Pompa (P-107)

Fungsi : Menaikkan Tekanan CPKO dari 1 bar ke 50 bar

Material : *Commercial Steel*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Laju Alir : 6.419,26 kg/h = 3,930 lb/s

Densitas : 55,323 lb/ft³

Viscositas : 0,0004 lb/ft s

Tabel 5.13 Spesifikasi Pompa (P-107)

Alat	Pompa (P-107)
Fungsi	Menaikkan Tekanan CPKO dari 1 bar ke 50 bar
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
Efisiensi Pompa	75 %
Power Motor	0,5525 Hp

5.14 Pompa (P-108)

Fungsi : Memompa Glycerine menuju Tangki Penyimpanan

Material : *Commercial Steel*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Laju Alir : 1.929,350 kg/h = 1,181 lb/s

Densitas : 58,824 lb/ft³

Viscositas : 0,0086 lb/ft s

Tabel 5.14 Spesifikasi Pompa (P-108)

Alat	Pompa (P-108)
Fungsi	Memompa <i>Glycerine</i> menuju Tangki Penyimpanan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
Efisiensi Pompa	75 %
Power Motor	0,1138

5.15 Pompa (P-109)

Fungsi : Memompakan *Fatty Acid* ($C_8 - C_{12}$) menuju Tangki Penyimpanan

Material : *Commercial Steel*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Laju Alir : 6.837,200 kg/h = 4,186 lb/s

Densitas : 53,539 lb/ft³

Viscositas : 0,0034 lb/ft s

Tabel 5.15 Spesifikasi Pompa (P-109)

Alat	Pompa (P-109)
Fungsi	Memompakan <i>Fatty Acid</i> ($C_8 - C_{12}$) menuju Tangki Penyimpanan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
Efisiensi Pompa	75 %
Power Motor	0,3514 Hp

5.16 Pompa (P-110)

Fungsi : Menaikkan Tekanan *Demine Water* dari 1 bar ke 50 bar

Material : *Commercial Steel*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Laju Alir : 5.788,540 kg/h = 3,544 lb/s

Densitas : 54,082 lb/ft³

Viscositas : 0,0055 lb/ft s

Tabel 5.16 Spesifikasi Pompa (P-110)

Alat	Pompa (P-110)
Fungsi	Menaikkan Tekanan <i>Demine</i> dari 1 bar ke 50 bar
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
Efisiensi Pompa	75 %
Power Motor	0,4443 Hp

5.17 Pompa (P-111)

Fungsi : Memompakan *Fatty Acid* (C₁₂— C₁₆) menuju Tangki Penyimpanan

Material : *Commercial Steel*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Laju Alir : 5.788,540 kg/h = 3,544 lb/s

Densitas : 53,606 lb/ft³

Viscositas : 0,0046 lb/ft s

Tabel 5.17 Spesifikasi Pompa (P-111)

Alat	Pompa (P-111)
Fungsi	Memompakan <i>Fatty Acid</i> (C ₁₂ – C ₁₆) menuju Tangki Penyimpanan
Jenis	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>
Efisiensi Pompa	75 %
Power Motor	0,2836 Hp

5.18 Heater (E-100)

Fungsi : Memanaskan CPKO dari 142,2⁰C ke 250⁰C

Tipe : 4-8 *shell and tube heat exchanger Counter Current*

Dasar Pemilihan : Umum digunakan dan mempunyai perpindahan panas yang besar

Tabel 5.18 Spesifikasi *Heater* (E-100)

Alat	<i>Heater</i> (E-100)
Fungsi	Memanaskan CPKO dari 142,2°C ke 250°C
Bentuk	4 – 8 <i>shell and tube heat exchanger</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon steel SA-51670</i>
Jumlah Passes	<i>Shell Side</i> = 4 <i>Passes</i> <i>Tube Side</i> = 8 <i>Passes</i>
Dimensi	ID <i>Shell</i> = 37 In Number Length = 16'0" OD, BWG tube = ¾ in ,16 ID tube = 0,62 in
Pitch	15/16 in Triangular
Jumlah	1 unit

5.19 Heater (E-101)

Fungsi : Memanaskan Air (H₂O) dari 162,4°C ke 250°C

Tipe : 1-2 *shell and tube heat exchanger Counter Current*

Dasar Pemilihan : Umum digunakan dan mempunyai range perpindahan panas yang besar

Tabel 5.19 Spesifikasi *Heater* (E-101)

Alat	<i>Heater</i> (E-101)
Fungsi	Memanaskan Air (H ₂ O) dari 162,3°C ke 250°C
Bentuk	1 – 2 <i>shell and tube heat exchanger</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon steel SA-51670</i>
Jumlah Passes	<i>Shell Side</i> = 1 <i>Pases</i> <i>Tube Side</i> = 2 <i>Pases</i>
Dimensi	ID <i>Shell</i> = 29 In Number Length = 16'0" OD, BWG tube = ¾ in ,16

	ID tube = 0,62 in
Pitch	1 in <i>Square</i>
Jumlah	1 unit

5.20 Heat Exchanger (HE-102)

Fungsi :Memanfaatkan panas *fatty acid* (C_8 – C_{12}) untuk memanaskan CPKO dari suhu 53,57°C ke 142,2°C

Tipe :1-2 *shell and tube heat exchanger Counter Current*

Dasar Pemilihan :Umum digunakan dan mempunyai *range* perpindahan panas yang besar

Tabel 5.20 Spesifikasi *Heat Exchanger* (HE-102)

Alat	Heater (HE-102)
Fungsi	Memanaskan CPKO dari 53,57°C ke 142,2°C
Bentuk	1 – 2 <i>shell and tube heat exchanger</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon steel SA-51670</i>
Jumlah Passes	Shell Side = 1 Pases Tube Side = 2 Pases
Dimensi	ID Shell = 17,250 In Number Length = 16'0" OD, BWG tube = ¾ in ,16 ID tube = 0,62 in
Pitch	1 in <i>Square</i>
Jumlah	1 unit

5.21 Heat Exchanger (HE-103)

Fungsi :Memanfaatkan suhu dingin *fatty acid* (C_{14} – C_{18}) untuk mendinginkan *Glycerine* dari suhu 103°C ke 80°C

Tipe :1-2 *shell and tube heat exchanger Counter Current*

Dasar Pemilihan :Umum digunakan dan mempunyai *range* perpindahan panas yang besar

Tabel 5.21 Spesifikasi *Heat Exchanger* (HE-103)

Alat	<i>Heat Exchanger</i> (HE-103)
Fungsi	Mendinginkan <i>Glycerine</i> dari suhu 103°C ke 80°C
Bentuk	1 – 2 <i>shell and tube heat exchanger</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon steel SA-51670</i>
Jumlah Passes	Shell Side = 1 Pases Tube Side = 2 Pases
Dimensi	ID Shell = 17,250 In Number Length = 16'0" OD, BWG tube = ¾ in ,16 ID tube = 0,62 in
Pitch	1 in <i>Square</i>
Jumlah	1 unit

5.22 Preconcentrate (PC-101)

Fungsi : Untuk Memisahkan Air Pada Campuran Gliserol

Jenis : Tangki Silinder Vertikal

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Tabel 5.22 Spesifikasi *Preconcentrate* (PC-101)

Alat	<i>Preconcentrate</i> (PC-101)
Fungsi	Untuk Memisahkan Air Pada Campuran Gliserol
Bentuk	Tangki Silinder Vertikal
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Dimensi	ID Shell = 89,64 In OD Shell = 92,14 in V Head = 913,20 ft³ t _s = 1,25 in
Jumlah	1 unit

5.23 Multieffect Evaporator Effect 1 (MEE-301)

Nama Alat : Evaporator`

Kode Alat : MEE-101

Fungsi : Memekatkan Glycerol

Tabel 5.23 Multieffect Evaporator Tahap 1 (MEE-301)

Alat	<i>Multieffect Evaporator Tahap 1 (MEE-101)</i>
Fungsi	Memekatkan Glycerol
Bentuk	Tangki Silinder Vertikal
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel SA-167</i>
Dimensi	ID Shell = 16,621 In OD Shell = 16,898 in Diamater Head = 17,17 in t = 0,277 in
Tinggi Cairan Dalam Evaporator	8,43 ft = 2,57 m
Tinggi total Evaporator	8,76 m
Jumlah	1 unit

5.24 *Multieffect Evaporator Effect 2 (MEE-302)*

Nama Alat : Evaporator

Kode Alat : MEE-102

Fungsi : Memekatkan Glycerol

Tabel. 5.24 Multieffect Evaporator Effect Tahap 2 (MEE-302)

Alat	<i>Multieffect Evaporator Tahap 2 (MEE-102)</i>
Fungsi	Memekatkan Glycerol
Bentuk	Tangki Silinder Vertikal
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel SA-167</i>
Dimensi	ID Shell = 12,04 In OD Shell = 12,30 in Diamater Head = 12,56 in t = 0,263 in
Tinggi Cairan Dalam Evaporator	11,18 ft = 3,41 m
Tinggi total Evaporator	8,58 m
Jumlah	1 unit

5.25 *Multieffect Evaporator Effect 3 (MEE-303)*

Nama Alat : Evaporator

Kode Alat : MEE-303

Fungsi : Memekatkan Glycerol

Tabel. 5.25 Multieffect Evaporator Effect Tahap 3 (MEE-303)

Alat	<i>Multieffect Evaporator Tahap 3 (MEE-104)</i>
Fungsi	Memekatkan Glycerol
Bentuk	Tangki Silinder Vertikal
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel SA-167</i>
Dimensi	ID Shell = 8,670 in OD Shell = 8,927 in Diamater Head = 9,19 in t_s = 0,257 in
Tinggi Cairan Dalam Evaporator	17,14 ft = 5,25 m
Tinggi total Evaporator	8,64 m
Jumlah	1 unit

5.26 *Multieffect Evaporator Effect 4 (MEE-304)*

Nama Alat : Evaporator

Kode Alat : MEE-304

Fungsi : Memekatkan Glycerol

Tabel. 5.26 Multieffect Evaporator Effect 4 (MEE-304)

Alat	<i>Multieffect Evaporator Tahap 4 (MEE-104)</i>
Fungsi	Memekatkan Glycerol
Bentuk	Tangki Silinder Vertikal
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel SA-167</i>
Dimensi	ID Shell = 8,670 in OD Shell = 8,927 in Diamater Head = 9,19 in t_s = 0,257 in
Tinggi Cairan Dalam Evaporator	17,14 ft = 5,25 m

Tinggi total Evaporator	8,64 m
Jumlah	1 unit

5.27 Distillation Colomn (DC-302)

Fungsi : Untuk memisahkan SPKFA dari H₂O dan Triglyceride

Jenis : *Sieve Tray Colomn*

Kode : *Distillation Colomn* (DC-302)

Tabel 5.27 Menara Distilasi (DC-302)

Alat	Distilasi (DC-302)	
Fungsi	Untuk Memisahkan SPKFA Dari H ₂ O Dan Triglyceride	
Bentuk	Tangki Silinder Vertikal	
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>	
Dimensi	ID Shell	= 59,05 in
	OD Shell	= 59,30 in
	Diamater Head	= 59,055 in
	t _s	= 0,1263 in
	Tray Thickness	= 0,0005 m
	Jumlah Hole	= 633 lubang
	Tray Spacing	= 0,55 m
	Jumlah plate	= 11 buat
	Tinggi total menara = 331,49 in	
Laju Alir	Laju Alir Massa Bagian Atas	= 3417,72 kg/jam
	Laju Alir Massa Bagian Bawah	= 12625,60 kg/jam

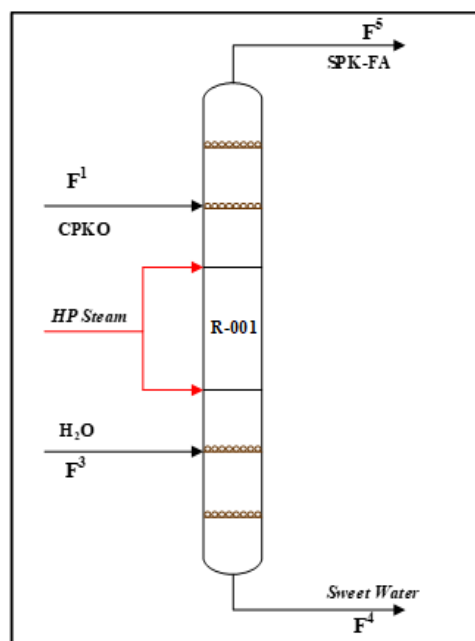
BAB VI

TUGAS KHUSUS

6.1 Reaktor *Splitting* (R-201) (Muhammad Fahmi Habib Nur /220140107)

Reaktor adalah suatu alat proses yang merupakan tempat terjadinya suatu reaksi berlangsung, baik itu reaksi kimia atau nuklir dan bukan secara fisika. Reaktor kimia adalah segala tempat terjadinya reaksi kimia, baik dalam ukuran kecil seperti tabung reaksi sampai ukuran yang besar seperti reaktor skala industri.

Salah satu reaktor yang mekanismenya cukup sederhana adalah reaktor continuous fat splitting (*splitting column*). Reaktor tipe ini termasuk jenis reaktor kimia khusus, yaitu pemisahan asam lemak dari trigliserida. Pemisahan asam lemak adalah dasar untuk pembuatan yang efisien dari semua *oleochemical* hilir, alkohol berlemak, dan sabun. Reaksinya adalah endotermik. High pressure steam dimasukan pada beberapa titik di sepanjang splitter untuk menyediakan panas yang dibutuhkan. Untuk melihat komponen kerja fat *splitting colloum* dapat dilihat pada Gambar.6.1.



Gambar 6. 1 Fat Splitting Collumn Reaction

Reaktor ini memiliki karakteristik dalam mekanisme reaksi. Pada umumnya karakteristik splitting collumn pada kondisi ideal yaitu:

1. Dapat digunakan untuk mereaksikan dua macam cairan sekaligus,
2. kapasitas produksi cukup tinggi,
3. Pemakaian tidak terbatas pada kondisi reaksi tertentu (eksoterm dan endoterm) sehingga pemakaian lebih fleksibel.

6.1.1 Prinsip Kerja Alat

Splitting column merupakan reaktor dimana air bereaksi dengan memecah(hidrolisis) minyak menjadi asam lemak pada kondisi temperatur dan bertekanan tinggi. Mekanisme reaksinya adalah air pertama larut dalam lemak dan kemudian bereaksi secara berurutan untuk memecah lemak, dari tri menjadi di-gli, di-gli menjadi mono-gli dan terakhir dari mono-gli menjadi asam lemak. Oleh karena itu, pada waktu tertentu selalu ada mono dan di-gliserida yang bereaksi sebagian yang bergabung kembali dengan asam lemak untuk kembali ke trigliserida pada suhu distilasi. Beberapa hal penting dalam *splitting column* adalah :

- 1 Reaktor *splitting column* mengasumsikan terjadi pemecahan (hidrolisis) dan reaktan tidak bergerak secara aksial maupun radial, karena pergerakan reaktan di pengaruhi oleh tekanan yang besar oleh steam dan *tray* serta *packing*.
- 2 Tidak menggunakan katalisator (kimia) dalam peroses reaksi, HP steam membantu mempercepat reaksi karena memperluas luas permukaan reaktan.
- 3 Reaktor *splitting collumn* memiliki konversi yang lebih besar dibandingkan dengan reaktor jenis lain dalam volume yang sama. Artinya, dengan waktu tinggal yang sama reaktor *splitting* memberikan hasil yang lebih besar.

Splitting column (R-001) pada prarancangan ini berfungsi untuk menghidrolisa antar air dan *Crude Palm Kernel Oil*. Tipe alat yang digunakan yaitu reaktor *splitting column*. Adapun langkah dalam perancangan reaktor yaitu :

- 1 Menentukan kondisi operasi
- 2 Neraca massa
- 3 Menghitung densitas, laju alir volumetrik dan kinetika reaksi
- 4 Menghitung volume reaktor,
- 5 Menghitung divusifitas cairan
- 6 Menghitung diameter *tray* untuk penetapan diameter reaktor

- 7 Menghitung dimensi reaktor (tinggi reaktor, lebar reaktor, tebal *shell*, tebal *head*, tinggi *head*, tinggi reaktor keseluruhan)
- 8 Menghitung dimensi *bubble cap tray*
- 9 Menghitung dimensi *packing*.

6.1.2 *Pemilihan Jenis Reaktor*

Pemilihan jenis reaktor dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

- 1 Reaksi yang berlangsung adalah fase cair,
- 2 Kapasitas produksi yaitu 100.000 ton/tahun,
- 3 Dapat digunakan untuk menghidrolisa antara air dan minyak.
- 4 Tidak diperlukan katalis
- 5 Kemampuan reaktor untuk menyediakan luas permukaan yang cukup untuk perpindahan panas.

A. Menentukan Jenis Reaktor

Reaktor yang dipilih adalah reaktor splitting column alasan memilih jenis reaktor ini adalah sebagai berikut :

- 1 Reaksi yang berlangsung merupakan reaksi dalam fase cair
- 2 Reaksi berjalan secara kontinyu
- 3 Jenis reaksinya adalah endoterm karena dalam proses ini membutuhkan panas.
- 4 Reaktor dapat menjalankan proses hidrolisa tanpa menggunakan katalis.

B. Menentukan Bahan Konstruksi Reaktor

Bahan konstruksi yang digunakan adalah bahan konstruksi AISI 316 dengan pertimbangan sebagai berikut:

- 1 Tahan terhadap korosi, faktor korosi (C) = 0,00067 in/tahun = 17 μm /tahun,
- 2 Bisa digunakan sampai temperatur 1.038°C
- 3 Tahan terhadap tekanan tinggi > 60 Bar

Adapun rangkuman spesifikasi reaktor yang digunakan pada prarancangan pabrik *Fatty Acid*, dapat dilihat pada Tabel 6.1.

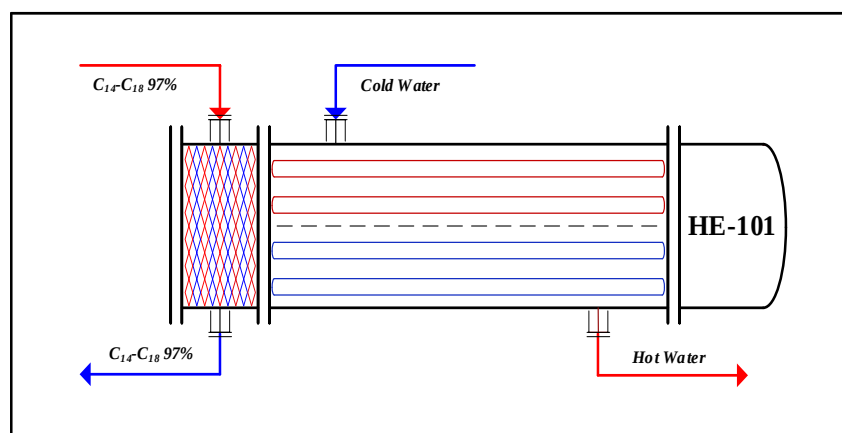
Tabel 6.1.Design Reaktor Splitting (R-201)

Fungsi	Tempat berlangsungnya reaksi hidrolisa antara air dan <i>Crude Palm Kernel Oil</i> (CPKO) menjadi <i>fatty acid</i> dan gliserol.	
Kode	R-201	
Alasan Pemilihan	a. Reaksi yang berlangsung merupakan reaksi dalam fase <i>liquid</i> b. Reaksi berjalan secara kontinyu c. Jenis reaksinya adalah <i>endoterm</i>	
Jenis	Reaktor <i>fat splitting column</i>	
Kondisi operasi	Temperatur	: 250°C
	Tekanan	: 50 Bar
Dimensi	Diameter Dalam (ID)	: 68 inch
	Diamater Luar (OD)	: 72 inch
	Tipe Head	: <i>Elliptical Flanged and Disshed Head</i>
	Tebal Head	: 2 in
	Tinggi Kolom	: 45,6 m
	Tinggi <i>Packing Section</i>	: 11,70 m
	Tinggi <i>Tray section</i>	: 25 m
	Jarak Tray	: 0,9 m
	Jumlah Tray	: 28
	Diamter Tray	: 67 inch

	Tinggi Packing	: 11,70 m
	Berat Total Kolom	: 340,505 ton
Rancangan Alat	Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-285</i>
	Posisi Alat	<i>Grade C</i>
		: Vertikal

6.2 Heat Exchanger (HE - 101) (Fadarul Aqbar/220140104)

Alat penukar panas atau *Heat Exchanger* adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari satu sistem ke sistem lain, tanpa perpindahan massa dan bisa berfungsi sebagai pendingin atau pemanas. Biasanya, medium pemanas dan pendingin yang dipakai adalah air yang dipanaskan sebagai fluida panas dan air yang digunakan sebagai fluida dingin. Penukar panas dirancang seefisien mungkin agar perpindahan panas antar fluida dapat berlangsung secara efektif. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung (*direct contact*). Berikut ini adalah ilustrasi *Shell and Tube Heat Exchanger* ditunjukkan pada gambar 6.2 dibawah ini:



Gambar 6.2 2-4 *Shell and Tube Heat Exchanger*

Tujuan utama perancangan alat penukar panas adalah menentukan luas permukaan perpindahan panas dan dimensi alat penukar panas. Perancangan alat ini tergantung kepada data fisik yang digunakan, energi yang dibutuhkan, laju alir massa fluida, beda temperatur dan konfigurasi fisik permukaan perpindahan panas. Kemampuan *Heat Exchanger* dalam menerima panas dipengaruhi oleh 3 hal, yaitu:

1. Koefisien perpindahan panas keseluruhan (*the overall heat transfer coefficient/clean overall coefficient*), dinyatakan dengan U .
2. Luas perpindahan panas dinyatakan dengan A
3. Selisih temperatur rata – rata, dinyatakan dalam Δt_{LMTD}

6.2.1 Konstruksi Alat Penukar Panas

Ditinjau dari segi konstruksi, alat penukar panas jenis *shell and tube*,

terdapat 3 bagian yang utama, yaitu :

1. Bagian depan yang tetap atau *Front Heat Stationary Heat* (sering disingkat *Stationary Heat*),
2. *Shell* atau badan alat penukar panas,
3. Bagian ujung belakang *Rear end Heat* (sering disingkat *Rear Heat*),
4. Tahan terhadap korosi, faktor korosi (C) : 0,0125 in/tahun

6.2.2 Jumlah Lintasan pada Alat Penukar Panas Shell and Tube

Alat penukar panas tipe *shell and tube* terdapat 2 jenis lintasan yaitu :

1. *Shell pass* (lintasan *shell*)

Merupakan lintasan yang dilakukan oleh fluida sejak masuk mulai saluran masuk melewati bagian dalam *shell* dan mengelilingi *tube*, keluar dari saluran buang sehingga lintasan ini disebut 2 lintasan *shell* atau 1 *pass shell*.

2. *Tube pass* (lintasan *tube*)

Merupakan lintasan yang dilakukan oleh fluida masuk ke dalam penukar kalor melalui salah satu ujung (*front head*) lalu mengalir ke dalam *tube* dan langsung ke luar dari ujung yang lain sehingga disebut 1 *pass tube*. Apabila fluida tersebut membelok lagi sebanyak 4 kali masuk ke dalam *tube* sehingga terjadi 4 kali lintasan dalam *tube* maka disebut 4 *pass tube*.

6.2.3 Kelayakan Alat Penukar Panas Tipe Shell and Tube

Suatu alat penukar panas yang telah dirancang perlu diuji kelayakannya untuk mengetahui kinerja alat tersebut dalam melakukan proses perpindahan panas. Menurut Kern (1965), untuk menentukan kelayakan suatu alat penukar panas (*heat exchanger*) dapat dilakukan melalui 2 macam besaran yang perlu ditentukan yaitu:

1. Faktor kekotoran (Rd)

Semakin besar harga Rd hasil kalkulasi dari harga Rd yang dibutuhkan maka alat penukar panas dapat dikatakan layak digunakan apabila telah dilakukan *service* sehingga alat penukar panas perlu dibersihkan dan diservis. Apabila harga Rd hasil kalkulasi lebih kecil dari harga Rd yang dibutuhkan maka alat penukar panas dapat dikatakan tidak layak digunakan.

2. *Pressure drop* (ΔP)

Kelayakan alat penukar panas baik apabila memiliki harga ΔP untuk gas

sebesar < 2 psia dan untuk cair sebesar < 10 psia. Adapun rangkuman spesifikasi *Heat Exchanger* yang digunakan pada prarancangan pabrik Asam Asetat dengan menggunakan proses Karbonilasi Monsanto dapat dilihat pada Tabel 6.1

Tabel 6.2 Spesifikasi *Heat Exchanger* Pada Pabrik Fatty Acid

Fungsi	Untuk Memanaskan Bahan Baku <i>Demine Water</i> Sebelum Masuk Kedalam Reaktor Hidrolisis (<i>Splitting Colomn</i>)	
Kode	HE-101	
Jenis	2-4 <i>Shell and Tube Exchanger</i> Dipakai 3/4 in OD Tube 12 BWG, 4 passes	
Dimensi	Diameter <i>shell</i> Diameter luar Tube (OD) Jumlah Tube Square Pitch (PT) Panjang Tube (L) Jumlah <i>baffle</i>	19,250 in 3/4 in 204 tube 1 in <i>Square pitch</i> 12 ft 13
Rancangan Alat	Bahan Konstruksi	<i>Stainless SA240 Grade M</i>

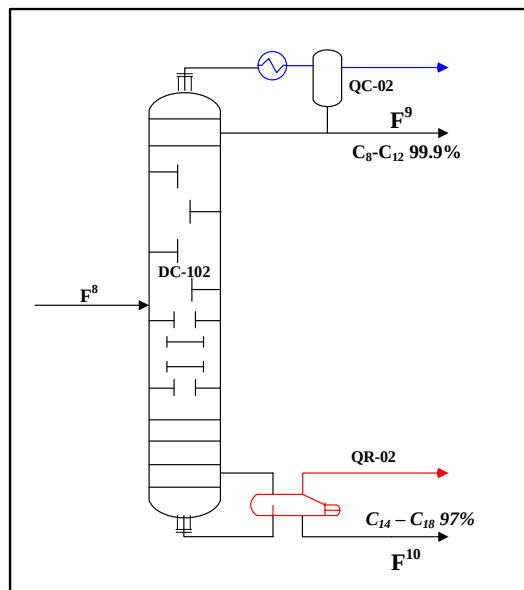
6.3 *Distillation Colomn* (D-302) (Citra Shella Nasution/220140106)

Nama alat : Distilasi

Kode alat : D-302

Fungsi : Untuk memisahkan komponen-komponen *fatty acid* berdasarkan perbedaan titik didih sehingga diperoleh fraksi ringan sebagai produk atas (distilat) dan fraksi berat sebagai produk bawah (*bottom product*)..

Tipe : *Plate Tower* (menara distilasi dengan *sieve tray*)



Gambar 6.3 Skema Aliran Distilasi (D-102)

Keterangan gambar:

F_{Acid} : Umpan Masuk

Distilate : Hasil Atas

Bottom product : Hasil Bawah

Distilasi adalah suatu proses pemisahan suatu campuran bahan kimia berdasarkan perbedaan titik didih. Dalam distilasi, campuran zat dididihkan sehingga menguap dan uap kemudian dikondensasi kedalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Metode ini merupakan termasuk unit operasi kimia jenis perpindahan massa. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya. Model ideal distilasi didasarkan pada Hukum Raoult dan Hukum Dalton (Van, 1967).

Prinsip kerja distilasi yaitu kolom distilasi merupakan bejana tegak yang berdiri pada *skirt* dan pondasi beton. *Feed* dialirkan ke dalam kolom distilasi yang memiliki *plate* yang tersusun secara seri. Pada operasi normal uap bergerak ke atas melalui lubang-lubang *tray* yang terdispersi oleh *liquid* yang mengalir di atasnya. Akibat adanya kontak tersebut sejumlah liquid diuapkan, kemudian sebagai produk (distilat) dan sebagian dikembalikan kedalam kolom distilasi sebagai *reflux*. Hasil bawah akan dikeluarkan sebagai *bottom* produk.

Pengoperasian distilasi yaitu campuran *liquid* yang akan diproses dikenal sebagai *feed* dan diumpankan pada bagian tengah kolom pada sebuah *tray* yang dikenal sebagai *feedtray*. *Feed tray* dibagi menjadi kolom atas (*enriching or rectification*) dan kolom bawah (*stripping*). *Feed* mengalir ke bawah kolom dikumpulkan pada bagian bawah *reboiler*. Panas disuplay ke *reboiler* untuk menghasilkan uap. Sumber panas dapat berasal dari fluida, tetapi kebanyakan juga digunakan *steam*. Pada penguapan, sumber panas didapat dari aliran keluar dari kolom lain. Uap yang terbentuk pada *reboiler* diumpankan kembali pada bagian *bottom*. *Liquid* yang keluar dari *reboiler* dikenal sebagai produk *bottom*.

Aliran uap bergerak ke atas kolom, didinginkan oleh kondensor. *Liquid* yang dikondensasi ditampung pada *vessel* yang dikenal sebagai *reflux drum*. Sebagian *liquid* direcycle kembali ke *top* yang dikenal *reflux*. *Liquid* yang terkondensasi dikeluarkan dari sistem dikenal sebagai destilat atau produk *top*.

6.3.1 Penentuan Tipe Kolom Distilasi

Perancangan pabrik Aseton menara distilasi yang dipilih adalah jenis *sieve Tray* dengan mempertimbangan beberapa spesifikasi termasuk diameter kolom lebih dari 3 ft (0,91 m) (Walas, 1990). Sedangkan jenis *tray* yang digunakan adalah *sieve tray* dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. *Pressure drop* rendah (0,005 atm) dan efisiensi tinggi,
2. Lebih ringan, dan murah karena pembuatannya lebih mudah,
3. Biaya Perawatan murah karena mudah dibersihkan. (Coulson, 1983)

6.3.2 Penentuan Bahan Kontruksi

Bahan konstruksi kolom dipilih menggunakan *Stainless Steel SA-283 Grade C* karena memiliki beberapa keuntungan, yaitu:

1. Memiliki kekuatan mekanik yang baik.
2. Tahan terhadap korosi akibat kontak dengan campuran *fatty acid*.
3. Memiliki umur operasi yang lebih panjang.
4. Aman digunakan pada kondisi operasi vakum maupun tekanan rendah.

6.3.3 Tahapan Perancangan Pada Kolom Distilasi

Adapun tujuan dilakukannya perhitungan untuk mengetahui spesifikasi Kolom Distilasi (D-102), Meliputi:

1. Kondisi operasi kolom.
2. Neraca massa.
3. Spesifikasi shell (diameter, tinggi, dan ketebalan).
4. Spesifikasi tray.
5. Mechanical design.
6. Spesifikasi nozzle dan perpipaan.

6.3.4 *Klasifikasi Kolom Distilasi*

Distilasi berdasarkan prosesnya terbagi menjadi dua, sebagai berikut:

1. Distilasi Kontinyu
2. Distilasi *Batch*

Berdasarkan basis tekanan operasinya terbagi menjadi tiga yaitu :

1. Distilasi atmosferis (0,4-5,5 atm mutlak)
2. Distilasi vakum (≤ 300 mmHg pada bagian atas kolom)
3. Distilasi tekanan (≥ 80 psia pada bagian atas kolom)

Berdasarkan komponen penyusunnya:

1. Distilasi sistem biner
2. Distilasi sistem multi komponen

Berdasarkan sistem operasinya terbagi dua, sebagai berikut:

1. *Single-stage Distillation*
2. *Multi-stage Distillation*

Kolom distilasi yang digunakan pada pabrik ini termasuk distilasi vakum multikomponen secara kontinyu, karena memisahkan beberapa komponen *fatty acid* pada tekanan rendah untuk menghindari degradasi termal produk.

6.3.5 *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Operasi Kolom Distilasi*

Kinerja kolom distilasi ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya:

1. **Kondisi *Feed* (q)**

Keadaan campuran dan komposisi *feed* (q) mempengaruhi garis operasi dan jumlah *stage* dalam pemisahan dan mempengaruhi lokasi *feed tray*.

2. **Kondisi Refluks**

Pemisahan semakin baik jika sedikit *tray* yang digunakan untuk mendapatkan tingkat pemisahan. Tray minimum dibutuhkan dibawah kondisi total refluks,

yakni tidak ada penarikan distilat. Sebaiknya *reflux* berkurang, garis operasi untuk seksi rektifikasi bergerak terhadap garis kesetimbangan.

3. Kondisi Aliran Uap

Kondisi aliran uap yang merugikan dapat menyebabkan:

1) *Foaming*

Mengacu pada ekspansi *liquid* melewati uap atau gas. Walaupun menghasilkan kontak antar fasa *liquid*-uap yang tinggi, *Foaming* berlebihan sering mengarah pada terbentuknya *liquid* pada *tray*.

2) *Entrainment*

Mengacu pada *liquid* yang terbawa uap menuju *tray* di atasnya dan disebabkan laju alir uap yang tinggi menyebabkan efisiensi *tray* berkurang. Bahan yang sukar menguap terbawa menuju *plate* yang menahan *liquid* dengan bahan yang mudah menguap dapat mengganggu kemurnian distilat. *Entrainment* berlebihan dapat menyebabkan flooding.

3) *Weeping/Dumping*

Fenomena ini disebabkan aliran uap yang rendah. Tekanan yang dihasilkan uap tidak cukup untuk menahan *liquid* pada *tray*. Karena itu *liquid* mulai merembes melalui perforasi.

4) *Flooding*

Terjadi karena aliran uap berlebih menyebabkan *liquid* terjebak pada uap di atas kolom. Peningkatan tekanan dari uap berlebih menyebabkan kenaikan *liquid* yang tertahan pada *plate* di atasnya. *Flooding* ditandai dengan adanya penurunan tekanan diferensial dalam kolom dan penurunan yang signifikan pada efisiensi pemisahan.

Jumlah *tray* aktual yang diperlukan untuk pemisahan khusus ditentukan oleh efisiensi *plate* dan *packing*. Semua faktor yang menyebabkan penurunan efisiensi *tray* juga akan mengubah kinerja kolom. Efisiensi *tray* dipengaruhi oleh *fooling*, korosi dan laju dimana ini terjadi bergantung pada sifat *liquid* yang diproses. Material yang sesuai harus dipakai dalam pembuatan *tray*.

Kebanyakan kolom distilasi terbuka terhadap lingkungan atmosfer. Walaupun banyak kolom diselubungi, perubahan kondisi cuaca tetap dapat

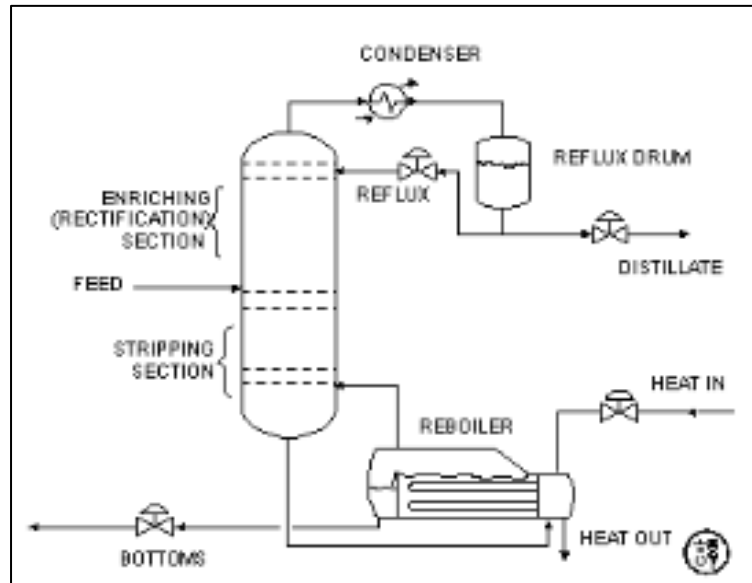
mempengaruhi operasi kolom. Reboiler harus diukur secara tetap untuk memastikan bahwa dihasilkan uap yang cukup selama musim dingin dan dapat dimatikan selama musim panas.

6.3.6 Dasar Peralatan Distilasi dan Pengoperasiannya

1. Komponen Utama Kolom Distilasi

Sistem distilasi umumnya mengandung beberapa komponen utama yaitu :

- 1) *Shell* vertikal dimana pemisahan komponen *liquid* terjadi, terdapat pada bagian dalam kolom (*internal column*) seperti *tray* atau *plate* dan *packing* yang digunakan untuk meningkatkan derajat pemisahan komponen.
- 2) Sebuah Reboiler untuk menyediakan penguapan yang cukup pada proses distilasi.
- 3) Kondenser untuk mendinginkan dan mengkondensasikan uap yang keluar dari atas kolom.
- 4) *Reflux drum* untuk menampung uap yang terkondensasi dari *top* kolom sehingga *liquid (reflux)* dapat di *recycle* kembali ke kolom.

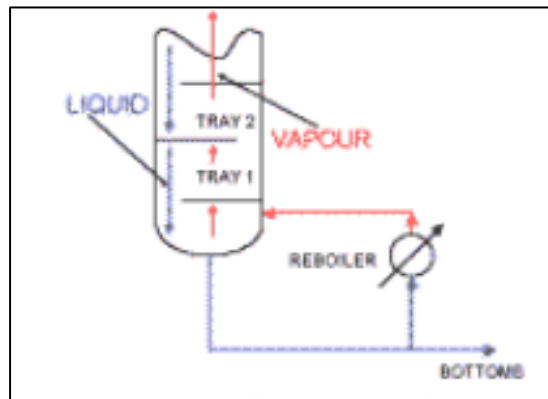


Gambar 6.4 Skema Distilasi yang Sederhana

Rumah shell vertikal bagian dalam kolom beserta Kondenser dan Reboiler membentuk sebuah kolom distilasi. Gambaran unit distilasi dengan satu *feed* dan dua aliran produk adalah sebagai berikut:

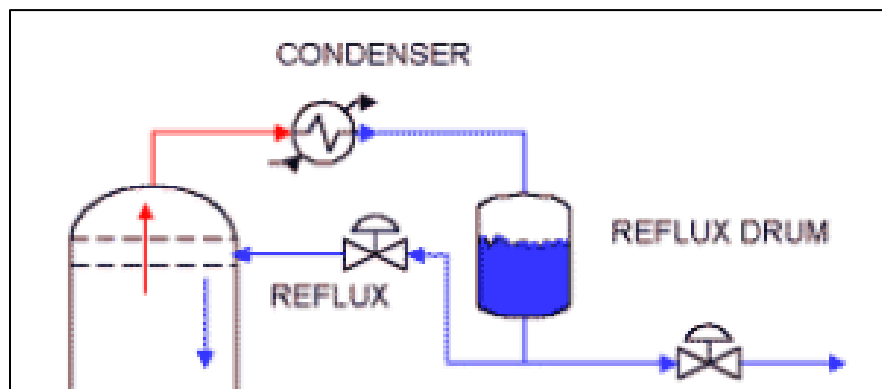
2. Pengoperasian Distilasi

Campuran liquid yang akan diproses dikenal sebagai feed dan di input pada bagian tengah kolom pada sebuah tray yang dikenal sebagai *feed tray*. *Feed tray* dibagi menjadi kolom atas (*enriching or rectification*) dan kolom bottom (*stripping*). *Feed* mengalir ke bawah kolom dikumpulkan pada bagian bawah reboiler.



Gambar 6.5 Bottom Distilasi

Panas di suplai ke reboiler untuk menghasilkan uap. Sumber panas dapat berasal dari fluida, tetapi kebanyakan juga digunakan steam. Pada penguapan, sumber panas di dapat dari aliran keluar dari kolom lain. Uap terbentuk pada reboiler di input kembali pada bagian bottom. Liquid dikeluarkan dari reboiler dikenal sebagai produk bottom.



Gambar 6.6 Top Distilasi

Tabel 6.3 Spesifikasi Distilasi Pada Prarancangan Pabrik Fatty Acid

Fungsi	Untuk memisahkan <i>Fatty Acid</i> dari campuran yang masih terkandung didalamnya berdasarkan titik didih.
--------	--

Kode	D-302	
Jenis	<i>Sieve Tray</i>	
Kondisi Operasi	Feed : Suhu : 185,6°C Tekanan : 0,0296 atm Kolom Bagian Atas: Suhu : 227°C Tekanan : 0,20 atm Kolom Bagian Bawah: Suhu : 367,4°C Tekanan : 0,60 atm	
Dimensi	<i>Tray spacing</i>	0,55 m
	Diameter menara, Dc	1,60 m
	Tinggi weir	0,05 m
	<i>Tray thickness</i>	0,005 m
	Panjang weir	1,25 m
	Tinggi total menara	20,97 m
	Jumlah tray	29 plate (tanpa reboiler)
	Tinggi skirt	3,00 m
	Ketebalan skirt	0,00635 m

Rancangan Alat	Bahan konstruksi	Stainless Steel SA-285 Grade C
Mechanical Deign	Tebal shell,ts	0,25 in
	Diameter dalam shell (ID)	1,60 m = 62,99 in
	Diameter luar, OD	1, 613 m = 63,49 in
	Tebal head, th	0,25 in = 0,00635m
	Straigh flange, sf	2 in = 0,0508 m
	Depth of dish, b	18,30 in = 0,465 m
	Tinggi tutup, OA	20,55 in = 0, 522 m
	Waktu tinggal	5 menit
	Tinggi cairan (HL)	3,544 m
	Tinggi menara total	20,97 m
	Lebar gasket minimum	0,0283 in
	Diameter gasket	62,24 in = 1,581 m
<i>Nozzle masukan Feed</i>	Size of nozzle	3 in
	OD of pipe	3,50 in
<i>Pipa Feed</i>	NPS	2½ in
	OD	2,875 in
	Sch. No.	40
	ID	2,469 in
	Size of nozzle	2½ in

Pipa Gas Keluar dari puncak	OD of pipe	2,875 in
Pipa Gas	NPS	2½ in
	OD	2,875 in
	Sch. No.	40
	ID	2,469 in
Nozzle <i>Refluks</i> di puncak menara	Size of nozzle	4 in
	OD of pipe	4,50 in
Pipa keluaran <i>Refluks</i>	NPS	4 in
	OD	4,50 in
	Sch. No.	40
	ID	4,026 in
Nozzle cairan di dasar menara	Size of nozzle	3 in
	OD of pipe	2,875 in
Pipa cairan keluar dari dasar menara	NPS	3 in
	OD	2,875 in
	Sch. No.	40
	ID	2,469 in
Nozzle keluaran reboiler	Size of nozzle	3 in
	OD of pipe	2,875 in
Pipa keluaran reboiler	NPS	3 in
	OD	2,875 in

	Sch. No.	40
	ID	2,469 in
Berat kolom	Berat <i>shell</i>	8.050 kg
	Berat <i>head</i> dan <i>bottom</i>	240 kg
	Berat jaket isolator	980 kg
	Berat <i>opening</i>	180 kg

BAB VII

UTILITAS

Dalam suatu pabrik, utilitas merupakan unit penunjang utama dalam memperlancar jalannya proses produksi. Oleh karena itu, segala sarana dan prasarannya harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat menjamin kelangsungan operasi suatu pabrik. Berdasarkan kebutuhannya, utilitas pada pabrik pembuatan *Fatty Acid* dari *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO) adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan uap (*steam*)
2. Kebutuhan air pendingin
3. Kebutuhan air domestik
4. Kebutuhan bahan kimia
5. Kebutuhan bahan bakar
6. Kebutuhan listrik
7. Unit pengolahan limbah

7.1 Kebutuhan Uap (*Steam*)

Unit ini berfungsi menyediakan *steam* yang akan digunakan sebagai media pemanas. Kebutuhan *steam* yang digunakan pada pabrik *Fatty Acid* ini dapat dilihat pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1 Kebutuhan Steam di Pabrik *Fatty Acid*

Nama Alat	Kebutuhan <i>Steam</i> (kg/jam)
<i>Splitting Oil (R-001)</i>	11.239,558
<i>Heater (E-100)</i>	1.784,360
<i>Heater (E-101)</i>	1.515,710
<i>Multi Effect Evaporator (MEE-101-104)</i>	793,931
<i>Total Steam</i>	15.333,559
<i>Makeu up 10% dari total Steam</i>	1.533,355

<i>Total Demand Steam</i>	16.866,914
----------------------------------	-------------------

Sumber: (Lampiran B Neraca Energi)

Air pembangkit *steam* adalah 1,2 dari total *demand steam* sehingga dihitung:

$$\begin{aligned}\text{Kondensat} &= 1,2 \times 16.866,914 \text{ kg/jam} \\ &= 20.240,297 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Asumsi *Boiler* hanya dapat *merecovery* 80%, sehingga *make up water* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Make Up} &= 20\% \times 16.866,914 \text{ kg/jam} \\ &= 3.373,382 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total BFW} &= \text{Kondensat} + \text{Make up} \\ &= (20.240,297 + 3.373,382) \text{ kg/jam} \\ &= 23.613,680 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

7.2 Kebutuhan Air Pendingin (*Cooling Water*)

Dalam proses produksi, air memegang peranan penting terutama untuk kebutuhan proses. Kebutuhan air pada pabrik *Fatty Acid* meliputi kebutuhan air pendingin. Kebutuhan air pendingin pada keseluruhan pabrik *Fatty Acid* ditunjukkan pada Tabel 7.2.

Tabel 7.2 Kebutuhan Air Pendingin Pada Alat Proses

Nama Alat	Jumlah air (kg/jam)
<i>Condensor Distillation Colomn (DC-101)</i>	26.995,709
<i>Condensor Distillation Colomn (DC-102)</i>	4.153,118
<i>Total Demand Cooling Water</i>	31.148,827

Sumber: (Lampiran B Neraca Energi)

Air pendingin bekas digunakan kembali setelah didinginkan dalam menara pendingin air. Dengan menganggap terjadi kehilangan air selama proses sirkulasi, maka air tambahan yang diperlukan adalah jumlah air yang hilang karena penguapan, *drift loss*, dan *blowdown* (Perry, 1997).

Dalam proses pendinginan, air di asumsikan mengalami penyusutan sebesar 20%. Berikut ini beberapa variabel yang ditentukan dalam pengadaan air pendingin:

a. *Cooling Water* (W_c)

$$W_c = 20\% \times 3.1148,827 \text{ kg/jam}$$

$$= 6.229,765 \text{ kg/jam}$$

b. *Evaporation Water (We)*

$$\begin{aligned} We &= 0,00085 \times W_c \times (T_1 - T_2) (\text{Perrys, 1997}) \\ &= 0,00085 \times 6.229,765 \text{ kg/jam} \times (152,6 - 77,0)^\circ\text{F} \\ &= 400,324 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Air yang hilang karena *drift loss* biasanya 0,1 – 0,2 % dari air pendingin yang masuk ke menara air. Ditetapkan *drift loss* 0,2%, maka:

c. *Driftloss Water (Wd)*

$$\begin{aligned} Wd &= 0,2\% \times 6.229,765 \text{ kg/jam} \\ &= 12,459 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Air yang hilang karena *blowdown* bergantung pada jumlah siklus sirkulasi air pendingin, biasanya antara 3-5 siklus. Ditetapkan 4 siklus, maka:

d. *Blowdown Water (Wb)*

$$\begin{aligned} Wb &= \frac{W_c}{S-1} && (\text{Perrys, 1997}) \\ &= \frac{6.229,765}{5-1} \\ &= 2.076,588 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Sehingga berdasarkan data di atas diperoleh total air tambahan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Air tambahan} &= We + Wd + Wb \\ &= (400,324 + 12,459 + 2.076,588) \text{ kg/jam} \\ &= 2.489,372 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

e. *Total Cooling Water (WC)*

$$\begin{aligned} WC &= \text{Make up} + \text{Cooling Water} + \text{Total Air Tambahan} \\ &= (3.1148,827 + 6.229,765 + 2.489,372) \text{ kg/jam} \\ &= 39.867,965 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

7.3 Kebutuhan Air Domestik

Air untuk keperluan konsumsi dan sanitasi juga merupakan air tawar. Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan dan taman. Air konsumsi dan sanitasi harus memenuhi beberapa

syarat, yang meliputi syarat fisik, syarat kimia dan syarat bakteriologis. Menurut Peraturan Kementerian Kesehatan No. 32 Tahun 2017 Tentang Standart Baku Mutu Air Untuk Keperluan Sanitasi sebagai berikut :

A. Syarat fisik

1. Suhu dibawah suhu udara luar
2. Warna jernih
3. Tidak mempunyai rasa dan tidak berbau
4. Tidak berbusa
5. pH netral

B. Syarat kimia

1. Tidak mengandung zat organik maupun anorganik seperti Pb, As, Cr, Cd.
2. Tidak mengandung zat-zat kimia beracun

C. Syarat Biologis

1. Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri yang *pathogen*.

7.3.1 *Perhitungan Kebutuhan Air Domestik*

Berikut beberapa kebutuhan air domestik

1. Air untuk perkantoran

Kebutuhan air karyawan/hari = 150 L/hari (SNI)

ρ air pada 27°C = 1.005,831 kg/m³ = (1,006 kg/L)

Jumlah karyawan = 258 orang

Total kebutuhan air karyawan = 258 orang $\times$ 150 L/hari $\times$ 1,006 kg/L
= 38.932,200 kg/hari = 1.622,175 kg/jam

2. Kebutuhan air untuk laboratorium dan taman

Kebutuhan air untuk laboratorium dan taman diperkirakan 3000 liter/hari.

Maka diambil 3000 liter/hari = 125,73 kg/jam.

3. Kebutuhan air proses untuk *Reaktor* (R-001)

Kebutuhan air proses yang dimaksudkan adalah sebagai umpan reaktor (*Splitting Oil*) yaitu sebesar 11.239,558 kg/jam, over desain 10%, maka total kebutuhan air proses = 12.363,513 kg/jam.

4. Kebutuhan air untuk pemadaman diambil 1.000 kg/jam, over desain 10%, maka total kebutuhan sebesar = 1.100 kg/jam

5. Kebutuhan air untuk perumahan 150 L/hari, dimana untuk setiap rumah di asumsikan dihuni oleh 5 orang, total rumah sementara yang tersedia untuk saat ini adalah 25 unit. Sehingga diperoleh untuk total kebutuhan konsumsi air perumahan sebesar = 781,250 kg/jam
6. Berdasarkan data di atas, maka dapat dihitung kebutuhan total air domestik adalah sebagai berikut: = 15.991,938 kg/jam

Dari data – data jumlah air diatas maka jumlah total kebutuhan air pada pabrik *Fatty Acid* yang harus disediakan oleh unit (Utilitas) penyediaan air adalah sebagai berikut :

Tabel 7.3 Total kebutuhan air Pabrik *Fatty Acid*

No	Jenis Kebutuhan air	Jumlah (Kg/jam)
1	<i>Boiler Feed Water</i> (BFW)	23.613,680
2	<i>Cooling Water</i> (WC)	39.867,965
3	Air Domestik	15.991,938
Total		79.473,584

Maka pada total air dari kebutuhan pabrik *Fatty Acid* ini diperoleh total air adalah 20% dari kebutuhan air pendingin dan air pembangkit *steam* ditambah air sanitasi maka air yang akan diolah sebesar 79.473,584 kg/jam

7.4 Pengolahan Air

Untuk menjamin kelangsungan penyediaan air, maka dilokasi pengambilan air dibangun fasilitas penampungan air (*water intake*) yang juga merupakan tempat pengolahan awal air sungai. Pengolahan ini meliputi penyaringan sampah dan kotoran yang terbawa bersama air. Selanjutnya air dipompakan kelokasi pabrik untuk diolah dan digunakan sesuai dengan keperluannya. Pengolahan air dipabrik terdiri dari beberapa tahap.

a. *Water intake*

Tahap ini menggunakan penghisap yang dilengkapi pompa vakum untuk mengalirkan air dari sungai ke stasiun pemompa air dan dipompa menuju bak penampungan.

b. Penyaringan (*Screening*)

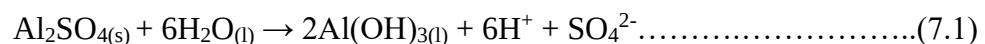
Tahap ini menggunakan Coarse and Fine Screen yang berfungsi untuk menyaring kotoran berukuran besar yang terpompa.

c. Pengendapan (Sedimentasi)

Pengendapan dilakukan secara gravitasi dengan menggunakan *settling pit* untuk mengendapkan partikel-partikel yang tersuspensi dalam air. Proses pengendapan dilakukan sebanyak dua kali. Pada Bak Sedimentasi awal merupakan pengendapan awal dari partikel-partikel flok tersebut yang akan mengendap secara alami didasar penampungan karena massa jenisnya lebih besar dari unsur air. Pada Bak Sedimentasi kedua dilakukan kembali pengendapan partikel yang floknya tidak terendapkan pada bak sedimentasi awal.

d. Klarifikasi (Koagulasi dan Flokulasi)

Klarifikasi merupakan proses penghilangan kekeruhan didalam air. Air dari proses pengendapan dialirkan ke bak *Clarifier*. *Clarifier* berfungsi sebagai tempat pengolahan air tahap pertama yaitu proses penjernihan air untuk menghilangkan zat padat dalam bentuk suspensi yang dapat menyebabkan kekeruhan (*turbidity* sekitar 20 ppm) terhadap air dengan jalan netralisasi, sedimentasi, koagulasi, dan filtrasi. Alum dan larutan soda abu Na_2CO_3 . Larutan alum berfungsi sebagai koagulan utama dan soda abu sebagai koagulan tambahan yang berfungsi sebagai bahan pembantu untuk mempercepat pengendapan dan penetralan pH. Setelah pencampuran yang disertai pengadukan maka akan terbentuk flok-flok yang akan mengendap kedasar *clarifier* karena gaya gravitasi, sedangkan air jernih akan keluar melimpah (*overflow*) yang selanjutnya akan masuk kepenyaring pasir untuk penyaringan. Reaksi yang terjadi seperti pada persamaan:



Pemakaian larutan alum umumnya hingga 50 ppm terhadap jumlah air yang akan diolah, sedangkan perbandingan pemakaian alum dan soda abu adalah 1:0,54 (Baron, 1982).

e. Filtrasi

Air yang keluar dari *clarifier* masih mengandung partikel halus yang dapat

dipisahkan dengan penyaringan. Filter yang digunakan adalah jenis *sand filter* dengan menggunakan pasir kasar dan halus. Pasir ukuran yang besar pada bagian atas, sedangkan yang lebih kecil pada bawah. Saringan pasir bekerja secara kontinyu, jika kotoran-kotoran mengumpul atau lumpur yang sudah terlalu tebal di saringan, maka akan dilakukan *backwash* secara berkala. Penyaring pasir (*sand filter*) yang digunakan terdiri dari 3 lapisan yaitu:

- Lapisan I terdiri dari pasir hijau (*green sand*) setinggi 10 m
- Lapisan II terdiri dari antrakit setinggi 10 m
- Lapisan III terdiri dari batu kerikil (*gravel*) setinggi 9 m

Bagian bawah alat penyaring dilengkapi dengan *strainer* sebagai panahan. Selama pemakaian data saring *sand filter* akan menurun. Untuk ini diperlakukan regenerasi secara berkala dengan cara pencucian ulang (*back washing*). Dari *sand filter*, air dipompakan ke menara sebelum didistribusikan untuk berbagai kebutuhan. Untuk air proses, masih diperlakukan pengolahan lebih lanjut, yaitu proses demineralisasi dari deaerasi. Untuk air domestik, laboratorium, kantin, dan tempat ibadah serta poliklinik, dilakukan proses klorinasi yaitu mereaksikan air dengan klor untuk membunuh kuman-kuman dalam air.

Klor yang digunakan biasanya berupa kaporit $\text{Ca}(\text{ClO})_2$. Khusus untuk air minum, setelah dilakukan proses klorinasi diteruskan ke penyaring air (*water treatment system*) sehingga air yang keluar merupakan air sehat yang memenuhi syarat-syarat air minum tanpa harus dimasak terlebih dahulu. Air dari *sand filter* ini dibagi menjadi 3 yaitu air domestik, *make up cooling water*, serta air umpan boiler yang nantinya akan diproses kembali pada *demin plant* untuk menghasilkan air yang bebas mineral yang akan digunakan sebagai air umpan boiler.

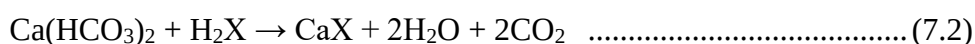
Kaporit yang digunakan mengandung klorin 70%

f. Demineralisasi

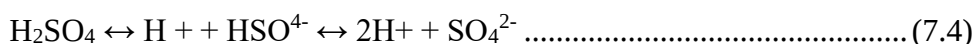
Air yang nantinya digunakan sebagai umpan boiler harus terbebas dari garam-garam terlarut. Unit ini berfungsi untuk membebaskan air dari unsur-unsur silika, sulfat, klorida dan karbonat dengan menggunakan resin.

g. Penukar Kation (*Cation Exchanger*)

Penukar kation berfungsi untuk mengikat alkali dan mengurangi kesadahan air yang digunakan. Proses yang terjadi adalah pertukaran antara kation Ca, Mg dan kation lain yang larut dalam air dengan kation dari resin. Resin yang digunakan bertipe gel dengan merek IRR-122 (Lorch, 1981). Reaksi yang terjadi adalah:



Untuk regenerasi dipakai H_2SO_4 dengan reaksi:



b. Penukar Anion (*Anion Exchange*)

Penukar anion berfungsi untuk menukar anion yang terdapat dalam air dengan ion hidroglikol dari resin. Resin yang digunakan bermerek IRA-410 (Lorch, 1981). Reaksi yang berlangsung adalah:



7.4.1 Perhitungan Kesadahan Kation

Berikut ini adalah kandungan kation yang terkandung dalam Air Sungai Blawan ditunjukkan pada tabel 7.4

Tabel 7.4 Komponen Kation Pada Air Sungai Blawan

Komponen	Konsentrasi (ppm)
Besi (Fe^{2+})	9,7
Mangan (Mn^{2+})	0,128
Calcium (Ca^{2+})	5,76
Magnesium (Mg^{2+})	3,67
Nikel (Ni^{2+})	0,001
Cadmium (Cd^{2+})	0,004

a. Menentukan total kesadahan kation

$$\text{Kesadahan kation} = (9,7 + 0,128 + 5,76 + 3,67 + 0,001 + 0,004) \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{19,263 \text{ ppm}}{17,1 \text{ gr/gal}} \\
 &= 1,126 \text{ gr/gal} \\
 \text{Air yang dioalah} &= \frac{16.866,914}{1.005,831 \text{ kg/m}^3} \times 264,17 \text{ gal/m}^3 \\
 &= 4.429,157 \text{ gal/h} \\
 \text{Keadahan air} &= 4.429,157 \text{ gal/h} \times 1,126 \text{ gar/gal} \times 24 \text{ jam} \\
 &= 119.693,564 \text{ gr/hari} \\
 &= 119,693 \text{ kg/hari} \\
 \text{Total air yang dioalah} &= 4.429,157 \text{ gal/jam} \\
 &= 73,819 \text{ gal/menit}
 \end{aligned}$$

b. Menentukan Volume Resin yang dibutuhkan

Parameter penentuan volume kation

$$\text{Kapasitas resin} = 7,7 \text{ kg/ft}^3$$

$$\text{Kapasitas Exchanger} = 2,73 \text{ kg/ft}^3$$

$$\text{Dipilih Resin} = 0,1 \text{ ft}^3$$

$$\text{Bahan Kimia Regenerasi} = 6 \text{ ft}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$$

(The Nalco Water Handbook. Tabel 12.2)

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Resin} &= \frac{119,693 \text{ kg/hari}}{2,73 \text{ kg/ft}^3} \\
 &= 43,843 \text{ ft}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan resin 0,1 ft³

c. Menentukan Waktu Regenerasi

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah air diolah} &= \left(\frac{0,1 \text{ ft}^3 \times 2,73 \text{ kg/ft}^3}{119,693 \text{ kg/hari}} \right) \times 16.866,914 \text{ kg/jam} \times 24 \\
 &= 4.350,366 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Regenerasi} &= \frac{4.350,366 \text{ kg}}{16.866,914 \text{ kg/jam}} \\
 &= 0,054 \text{ jam} = 3,284 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

7.4.2 Perhitungan Kesadahan Anion

Berikut ini adalah kandungan Anion yang terkandung dalam Air Sungai Blawan ditunjukkan pada tabel 7.5

Tabel 7.5 Komponen Anion Pada Air Sungai Blawan

Komponen	Konsentrasi (ppm)
Clorin (Cl^-)	1,86
Sulfur (SO_4^{2-})	1,5
Carbon Trioksida (CO_3)	148

- a. Menentukan total kesadahan anion

$$\text{Kesadahan kation} = (1,86 + 1,5 + 148) \text{ ppm}$$

$$= \frac{151,360 \text{ ppm}}{17,1 \text{ gr/gal}}$$

$$= 8,851 \text{ gr/gal}$$

$$\text{Air yang dioalah} = 4.429,157 \text{ gal/h}$$

$$\text{Keadahan air} = 4.429,157 \text{ gal/h} \times 8,851 \text{ gar/gal} \times 24 \text{ jam}$$

$$= 940.908 \text{ gr/hari}$$

$$= 940,908 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Total air yang dioalah} = 4.429,157 \text{ gal/jam}$$

$$= 73,819 \text{ gal/menit}$$

- b. Menentukan Volume Resin yang dibutuhkan

Parameter penentuan volume Anion

$$\text{Kapasitas resin} = 12 \text{ kg/ft}^3$$

$$\text{Kapasitas Exchanger} = 2,29 \text{ kg/ft}^3$$

$$\text{Dipilih Resin} = 0,1 \text{ ft}^3$$

$$\text{Bahan Kimia Regenerasi} = 5 \text{ ft}^3 \text{ NaOH}$$

(The Nalco Water Handbook. Tabel 12.2)

$$\text{Volume Resin} = \frac{940,908 \text{ kg/hari}}{2,29 \text{ kg/ft}^3}$$

$$= 410,877 \text{ ft}^3/\text{hari}$$

Direncanakan menggunakan resin 0,1 ft³

c. Menentukan Waktu Regenerasi

$$\begin{aligned}\text{Jumlah air diolah} &= \left(\frac{0,1 \text{ ft}^3 \times 2,29 \text{ kg/ft}^3}{940,908 \text{ kg/hari}} \right) \times 16.866,914 \text{ kg/jam} \times 24 \\ &= 98,522 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu Regenerasi} &= \frac{98,522 \text{ kg}}{16.866,914 \text{ kg/jam}} \\ &= 0,0012 \text{ jam} \\ &= 0,0743 \text{ menit}\end{aligned}$$

7.5 Kebutuhan Bahan Kimia (*Chemical Reagent*)

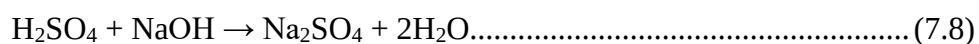
a. Alum Sulfat (Al₂(SO₄)₃)

Berfungsi untuk membentuk gumpalan dari partikel yang tersuspensi dalam air. Bila alum dikontakkan dengan air maka akan terjadi hidrolisa yang menghasilkan alumunium hidroksida (Al₂(SO₄)₃) dan asam sulfat. Reaksi yang terjadi adalah:



b. Soda Kaustik (NaOH)

Berfungsi untuk menetralkan asam akibat reaksi pada proses sebelumnya, Konsentrasi caustik soda yang ditambahkan bergantung pada keasaman larutan. pH diharapkan antara 6-8. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



c. Asam Sulfat (H₂SO₄)

Berfungsi untuk menyerap atau mengikat ion-ion negatif yang terdapat dalam air yang keluar dari demineraliser. Reaksi yang terjadi adalah:



d. Soda Ash (Na₂CO₃)

Berfungsi untuk menurunkan kesadahan permanen dengan mengendapkan ion kalsium (Ca²⁺) dan sebagian ion logam lainnya. Reaksi yang terjadi adalah:



7.5.1 Perhitungan Kebutuhan Bahan Kimia (*Chemical Reagent*)

a. Menentukan Kebutuhan Alumina

$$\text{Total kebutuhahn air keseluruhan} = 79.473,584 \text{ kg/h}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Alumina} &= 50 \times 10^{-6} \times 79.473,584 \text{ kg/jam} \\ &= 3,973 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

b. Menentukan Kebutuhan Soda Ash

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Soda Ash} &= 0,55 \times 3,973 \text{ kg/jam} \\ &= 2,185 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

c. Menentukan Kebutuhan Asam Sulfat

$$\begin{aligned}\text{Volume Resin Kation} &= 43,843 \text{ ft}^3/\text{hari} \\ &= \frac{6 \times 43,843 \text{ ft}^3/\text{hari}}{24 \times 2,2} \\ &= 4,982 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

d. Menentukan Kebutuhan Soda Kaustik

$$\begin{aligned}\text{Volume Resin Anion} &= 410,877 \text{ ft}^3/\text{hari} \\ \text{Kebutuhan Soda Kaustik} &= \frac{5 \text{ ft}^3 \times 410,877 \text{ ft}^3/\text{hari}}{24 \times 2,2} \\ &= 38,908 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Berdasarkan data diatas, maka dapat ditabulasikan kebutuhan bahan kimia yang digunakan dalam unit utilitas pada pabrik *Fatty Acid* adalah sebagai berikut:

Tabel 7.6 Tabulasi *Chemical Reagent*

Kebutuhan Bahan Kimia	Jumlah (kg/h)
Alumina Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)	3,9737
Soda Kaustik (NaOH)	38,9090
Soda Ash (Na_2CO_3)	2,1855
Asam Sulfat (H_2SO_4)	4,9822

7.5.2 Unit Penyupplai Udara Instrumen

Kebutuhan udara pabrik, start up pabrik serta pada saat *emergency*, yaitu dengan kompresor udara. Udara akan melewati *Dryer* untuk menghilangkan kandungan air yaitu dengan menggunakan silika alumina gel (*silica gel*).

Berikut ini adalah beberapa fungsi dari udara instrumen dinataranya adalah:

- Menggerakkan *Pneumatic Control Valve*
- Purging Boiler*

c. *Flushing* Jaringan Perpipaan**Tabel 7.7** Karakteristik Udara Pada Pada Pabrik *Fatty Acid*

Komponen	Kuantitas (%mol)
Nitrogen (N ₂)	78,084
Oksigen (O ₂)	20,947
Argon (Ar)	0,934

Sumber: (PT. Pupuk Iskandar Muda)**7.6 Kebutuhan Bahan Bakar**

Bahan bakar yang digunakan untuk boiler dan pembangkit tenaga listrik (generator) adalah cangkang kelapa sawit karena cangkang memiliki harga yang ekonomis.

7.6.1 Menentukan Kebutuhan Bahan Bakar Boiler (D-101)

Boiler (D-101) berfungsi sebagai penghasil *Hight Pressure Steam* (*Steam* bertekanan tinggi) yang nantinya digunakan sebagai pemanas pada *Splitting Oil* dan *Heater*. Bahan bakar boiler yang digunakan adalah *Palm Kernel Shell* (PKS). Berikut ini beberapa parameter penentuan:

$$\text{Heating Value (f)} = 21.716,770 \text{ kJ/kg} \quad (\text{Perry, 1999})$$

$$\text{Densitas Kernel} = 1.200 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Efisiensi Boiler} = 80\%$$

$$\text{Energy Supply} = 24.278.966,202 \text{ kJ/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Cangkang} &= \frac{24.278.966,202 \text{ kJ/jam}}{0,8 \times 1.200 \text{ kg/m}^3 \times 21.716,770 \text{ kJ/kg}} \\ &= 1,164 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1.397,477 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

7.6.2 Menentukan Kebutuhan Bahan Bakar Oil Thermal Heater (D-102)

Oil Thermal Heater (D-102) berfungsi sebagai penghasil *Heat Oil* yang nantinya digunakan sebagai pemanas pada *Reboiler* saat proses Distilasi berlangsung. Bahan bakar OTH yang digunakan adalah *Liquified Natural Gas* (LNG). Berikut ini beberapa parameter penentuan:

$$\begin{aligned}
 \text{Heating Value (f)} &= 20.894 \text{ BTU/lb} && (\text{Perry, 1999}) \\
 \text{Densitas LNG} &= 28,70 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Efisiensi Boiler} &= 80\% \\
 \text{Energy Supply} &= 7.855.674,928 \text{ kJ/jam} \\
 \text{Kebutuhan LNG} &= \frac{7.855.674,928 \text{ kJ/jam}}{0,8 \times 28,70 \text{ lb/ft}^3 \times 20.894 \text{ BTU/lb}} \\
 &= 15,507 \text{ f}^3/\text{jam} \\
 &= 445,063 \text{ L/jam}
 \end{aligned}$$

7.6.3 Menentukan Kebutuhan Bahan Bakar Boiler (D-103)

Boiler (D-103) berfungsi sebagai penghasil *Saturated Steam* yang nantinya digunakan sebagai pemanas pada *Multi Effect Evaporator* saat proses pemurnian *glycerine* berlangsung. Bahan bakar Boiler yang digunakan adalah *Palm Kernel Shell* (PKS). Berikut ini beberapa parameter penentuan:

$$\begin{aligned}
 \text{Heating Value (f)} &= 21.716,770 \text{ kJ/kg} && (\text{Perry, 1999}) \\
 \text{Densitas Kernel} &= 1.200 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Efisiensi Boiler} &= 80\% \\
 \text{Energy Supply} &= 1.745.845,431 \text{ kJ/jam} \\
 \text{Kebutuhan Cangkang} &= \frac{1.745.845,431 \text{ kJ/jam}}{0,8 \times 1.200 \text{ kg/m}^3 \times 21.716,770 \text{ kJ/kg}} \\
 &= 0,0837 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 100,489 \text{ kg/jam} \\
 \text{Total Kebutuhan Kernel} &= (1.397,477 + 100,489) \text{ kg/jam} \\
 &= 1.497,967 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kebutuhan Kernel Kelapa Sawit yang dibutuhkan untuk menghasilkan *Superheated Steam* dan *Saturated Steam* adalah 1.497,967 kg/jam. Sementara kebutuhan LNG untuk keperluan bahan bakar OTH adalah sebesar 445,063 L/jam.

7.7 Kebutuhan Listrik

Pada prarancangan pabrik *Fatty Acid* kebutuhan tenaga listrik dipenuhi dari turbin dan generator. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik dengan pertimbangan:

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
2. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan dengan menggunakan transformator.

Generator AC yang digunakan jenis generator AC, dengan keuntungan:

- a. Tenaga listrik stabil
- b. Daya kerja lebih besar
- c. Kawat penghantar yang digunakan lebih sedikit

7.7.1 Kebutuhan Listrik Unit Proses

Tabulasi kebutuhan listrik untuk unit proses dapat dilihat pada tabel 7.8 dibawah ini:

Tabel 7.8 Kebutuhan Listrik unit Proses

Nama Alat	Daya Listrik (Hp)
P-100	37,3338
P-101	0,7350
P-102	16,4005
P-103	0,1663
P-104	0,2942
P-105	0,5359
P-106	0,3665
P-107	0,5525
P-108	0,1138
P-109	0,3514
P-110	0,4443
P-111	0,2836
P-112	0,1917
Total	57,7700

Sumber: (Lampiran C Spesifikasi Peralatan Proses)

Berdasarkan data diatas diperoleh total kebutuhan listrik pada unit proses pabrik *Fatty Acid* adalah sebesar 57,7700 Hp atau 43,0964 kW.

7.7.2 Kebutuhan Listrik Unit Penunjang

Tabulasi kebutuhan listrik untuk unit penunjang dapat dilihat pada tabel 7.9 dibawah ini:

Tabel 7.9 Kebutuhan Listrik Unit Penunjang

Nama Alat	Daya Listrik (Hp)
<i>Control Room dan Laboratorium</i>	17,9500
<i>Main Office</i>	28,8482
<i>Workshop</i>	10,5588
<i>Housing Complex</i>	237,500
<i>Air Conditioner (AC)</i>	16,085
Total	310,9428

Berdasarkan data diatas diperoleh total kebutuhan listrik pada unit penunjang pabrik *Fatty Acid* adalah sebesar 310,9428 Hp atau 231,9633 kW. Daya listrik yang tertera pada tabel diperoleh dari hasil perhitungan daya lumen untuk penerangan dengan asumsi faktor kelonggaran sebesar 20%.

Sementara untuk *Housing Complex* diperoleh dari hasil perhitungan jumlah unit rumah yang disediakan perusahaan yakni sebanyak 25 unit dengan perkiraan untuk setiap rumah menggunakan daya sebesar 950 watt.

7.7.3 Kebutuhan Listrik Unit Utilitas

Tabulasi kebutuhan listrik untuk unit utilitas dapat dilihat pada tabel 7.10 dibawah ini:

Tabel 7.10 Kebutuhan Listrik Unit Utilitas

Nama Alat	Daya Listrik (Hp)
P-201	12,3836
P-202	7,9560
P-203	7,9826
P-204	5,9048
P-205	9,6008
P-206	0,7268
P-207	0,7268

P-208	2,8976
P-209	1,8328
P-210	0,7031
P-211	0,0837
T-201	0,1515
T-202	0,1475
T-203	5,4267
D-101	1598,5148
D-102	222,4019
D-103	114,9456
M-102	3,1164
Total	1.995,5028

Dari tabulasi data peralatan diatas, maka dapat diperoleh total kebutuhan listrik yang dibutuhkan peralatan pada unit utilitas adalah sebesar 1.995,5028 Hp atau sekitar 1.488,6451 kW

7.7.4 Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan

Dari *Chemical Engineer's Handbook edisi 3*, perhitungan untuk penerangan digunakan satuan lumen. maka dihitung jumlah listrik yang harus disediakan untuk penerangan.

$$L = \frac{a \times F}{U \times d} \dots\dots\dots (7.11)$$

Keterangan:

L = Lumen per alat

a = Luas area, ft²

F = *Foot Candle* yang diperkirakan (Tabel 13, Perrys Edisi 3)

U = Koefisien utilitas (Tabel 16, Perry Edisi 13)

D = Efisiensi lampu yang diharapkan (Tabel 16, Perry Edisi 13)

Berikut ini adalah kebutuhan listrik untuk penerangan dapat dilihat pada tabel 7.11 dibawah ini:

Tabel 7.11 Jumlah Lumen Berdasarkan Luas Bangunan

Nama Bangunan	Luas (m²)	Luas (ft²)	F	U	D	Lumen
Pos Satpam	80	861,6	10	0,42	0,75	27.352,381
Area Loading & Unloading Logistik	1.500	16.155	5	0,57	0,75	188.947,368
Pengolahan Air	1500	16.155	10	0,59	0,75	365.084,746
Area Parkir	1.000	10.770	10	0,49	0,75	293.061,224
Taman	200	2.154	5	0,56	0,75	25.642,857
<i>Assembly Point (1)</i>	100	1.077	10	0,51	0,75	28.156,863
<i>Control Room (DCS)</i>	200	2.154	40	0,56	0,75	205.142,857
<i>Plant Proses</i>	5.000	53.850	41	1,51	1,75	835.515,610
<i>Main Office</i>	1.500	16.155	30	0,56	0,75	1.153.928
<i>Kebutuhan Listrik Untuk AC</i>	1000	10.770	10	0,51	0,75	281.568,627
<i>Housing Complex</i>	12.000	129.24	20	0,56	0,75	6.154.285,7
Laboratorium	500	5.385	40	0,56	0,75	512.857,143
<i>Assembly Point (2)</i>	150	1615,5	10	0,51	0,75	42.235,294
Tempat Ibadah (Mesjid)	500	5.385	20	0,55	0,75	261.090,909
Poliklinik	700	7.539	30	0,56	0,75	538.500,000
Kantin	500	5.385	20	0,51	0,75	281.568,627
<i>Workshop</i>	1.500	16.155	10	0,51	0,75	422.352,941
<i>HSE Room</i>	500	5.385	20	0,51	0,75	281.568,627
<i>IT Room</i>	120	1.292,4	10	0,59	0,75	29.206,780
<i>Waste Water Treatment Plant</i>	2.000	21.540	10	0,59	0,75	486.779,661
<i>Packiging Unit</i>	1.000	10.770	10	0,51	0,75	281.568,627
<i>Boiler House</i>	1.500	16.155	10	0,51	0,75	422.352,941
<i>Power Plant Unit</i>	1.000	10.770	10	0,51	0,75	281.568,627
Development Area	4.000	43.080	5	0,56	0,75	512.857,143
<i>Tank Farm</i>	1.000	10.770	10	0,51	0,75	281.568,627
Jalan	7.810	84.113,7	5	0,56	0,75	1.001.353
Total	46.860	504.682	-			15.196.116

Berdasarkan tabel 7.10 diatas, maka dapat dikelompokkan kebutuhan lumen menjadi dua kelompok diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Untuk penerangan dalam bangunan (*Interior*) = 12.524.461,099
2. Untuk penerangan luar bangunan (*Eksterior*) = 2.671.655,241

Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu *fluorescent* 40 Watt dimana satu buah lampu *instant starting daylight* 40 Watt mempunyai 1.920 lumen (Perry, 1984).

$$\text{Jumlah lampu} = \frac{12.524.461,099}{1.920} = 6.523 \text{ unit lampu (Interior)}$$

Untuk perancangan bagian luar ruangan digunakan lampu *mercury* 100 Watt, dimana lumen output tiap lampu adalah 3.000 lumen (Perry, 1984).

$$\text{Jumlah lampu} = \frac{2.671.655,241}{3.000} = 890 \text{ unit lampu (Eksterior)}$$

Berikut ini adalah tabulasi kebutuhan listrik total Pabrik *Fatty Acid* diantaranya dapat dilihat pada tabel 7.12 sebagai berikut:

Tabel 12. Kebutuhan Listrik Keseluruhan Pabrik *Fatty Acid*

Kebutuhan	Daya (kW)
Kebutuhan Listrik Unit Proses	43,0964
Kebutuhan Listrik Unit Utilitas	1.488,6451
Kebutuhan Listrik Unit Penunjang	231,9633
Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan	349,9200
Total	2.113,6249

Daya listrik yang dibutuhkan oleh pabrik *Fatty Acid* sebesar 2.113,6249 kW. Untuk memenuhi kebutuhan daya listrik pada pabrik *Fatty Acid* guna memperlancar setiap proses digunakan alat pembangkit listrik berupa generator. Maka dapat dihitung daya yang dihasilkan oleh generator dengan beberapa parameter penentu sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Generator} = 80\%$$

$$\begin{aligned} \text{Output Generator} &= \frac{2.113,6249 \text{ kW}}{80\%} \\ &= 2.642,0311 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$= 9.014.980,065 \text{ BTU/h}$$

Dari hasil perhitungan, maka direncanakan generator dengan *Output* kapasitas sebesar 5.000 kW, sehingga masih terdapat cadangan daya. Adapun spesifikasi generator diantaranya adalah sebagai berikut:

Tipe : AC Generator

Kapasitas : 5.000 kW

Tegangan : 220 Volt

Efisiensi : 80%

Bahan Bakar: Solar

7.8 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan agar dapat mengurangi kuantitas dan dampak bahaya bagi alam sekitar maupun manusia itu sendiri. Sama seperti bagian sarana penunjang, di dalam suatu pabrik pengolahan limbah merupakan bagian yang penting, guna untuk menjaga kelestarian lingkungan hidup, maka setiap pabrik harus mengolah limbah sesuai standar menteri lingkungan hidup Republik Indonesia sebelum dibuang ke alam.

7.8.1 *Pengolahan Limbah Padat*

Limbah dari oleochemical plant berupa padat dan cair. Limbah padat yang dihasilkan dari *Oleochemical Plant* berupa *cake* dari *filter press* pada section 2 water pretreatment dan minyak yang teradsorpsi. Limbah padat juga dihasilkan dari residu pengolahan limbah cair (*waste water treatment plant*) yang sebagian besar komposisi penyusunnya adalah limbah padat organik dari *refinery*, biodiesel dan oleochemical plant. Limbah ini tergolong B3 dan tidak diolah sendiri melainkan oleh pihak ketiga industri pengolahan limbah padat B3.

7.8.2 *Waste Water Treatment Plant (WWTP)*

Limbah cair yang mengandung sterol dan oil termasuk salah satu limbah B3 dan dapat menghambat saluran irigasi jika dibuang secara langsung, sehingga pada bagian samping unit disediakan *fat trap* (beberapa kolam untuk menampung limbah terlebih dahulu untuk diendapkan). Kolam dilengkapi dengan sekat yang 91 berfungsi untuk menyaring sterol dan kotoran lainnya, sehingga yang akan keluar dari saluran irigasi hanya air dan tidak merusak lingkungan. Limbah cair yang telah

melewati fat trap yang di oleochemical plant akan diolah di WWTP (*Waste Water Treatment Plant*). Tujuan dari pengolahan ini adalah untuk mengurangi BOD, partikel tercampur dan membunuh mikroorganisme patogen serta menghilangkan bahan nutrisi, komponen beracun yang tidak dapat didegradasi. Pengolahan limbah terdiri dari beberapa tahapan proses yaitu raw wastewater, chemical treatment, *biologi treatment*, *activated sludge process*, *biologi clarifier*, *filtration system* dan *sludge management*.

a. Raw Wastewater

Limbah air baku dari produksi oleochemical akan mengalir kedalam bak penampungan yang didalamnya terdapat blower untuk menyediakan udara. Air limbah selanjutnya dialirkan ke oil trap untuk menghilangkan minyak dan lemak yang ditemukan didalam air limbah kemudian dialirkan ke bak emulsi. Minyak yang terdapat pada lapisan atas akan di skim oleh skimmer lalu disesuaikan dan dikumpulkan dalam tangki penyimpanan limbah minyak. Minyak dari limbah akan meluap oleh oil trap dan kedalam collection sump untuk proses pengumpulan minyak, sebelum dipompa ke equalization tank. Proses yang terjadi pada equalization tank adalah untuk menyamakan karakteristik air limbah. Pada equalization tank terdapat EQ air blower 1 atau 2 yang berfungsi untuk menyediakan udara yang cukup untuk mencampurkan dan mencegah kondisi anaerobik pada limbah air baku. Equalize air limbah kemudian akan dipompa untuk perlakuan selanjutnya.

b. Chemical Treatment

Air limbah yang telah homogen dari proses di *equalizer tank* akan dialirkan ke *reaction tank* untuk diproses pemberian chemical berupa PAC dan urea. PAC berfungsi untuk menjernihkan air limbah dan urea berfungsi untuk sebagai nutrisi mikroba. Koagulan akan diberikan secara otomatis oleh coagulant dosing pump yang berfungsi untuk mengumpulkan materi larutan koloid dan padatan tersuspensi. Proses ini diikuti oleh pemberian *sodium hidroksida* melalui *caustic dosing pump* yang berfungsi untuk mengatur pH air limbah agar tercapai pH optimal. pH air limbah didalam tangki akan dipantau menggunakan pH *analyzer*. Pemberian caustic dipicu jika pH air limbah kurang dari pH optimal (6 – 9). Air yang telah

terflokulasi kemudian akan diteruskan ke microflotation. Polimer akan diberikan di microfloatation inlet melalui MF polimer *dosing pump* untuk membentuk flok. Lapisan lumpur tebal yang terbentuk pada bagian atas microfloat akan dikikis terus menerus oleh microfloatation scrapper. Pengumpulan lumpur dilakukan di *sludge holding tank* yang akan dipompakan ke *belt press* untuk proses pemurnian air selanjutnya. Air jernih yang dihasilkan pada bagian bawah *microfloatation* akan dialirkan ke tangki MBBR (*Moving Bed Biofilm Reactor*) 1 atau 2 untuk perlakuan biologi selanjutnya.

c. **Biological Treatment**

Proses MBBR (*Moving Bed Biofilm Reactor*) disediakan untuk proses biologis dari air limbah industri maupun kota. Proses yang terjadi secara aerobik atau anaerobik, yang memungkinkan penggunaan reaktor dan wadah yang lebih kecil dibandingkan dengan cara konvensional sehingga dapat menghemat biaya. Biochip MBBR mensuplai permukaan sebesar $\pm 3000 \text{ m}^2 / \text{m}^3$. Mikroorganisme pada biochip dilindungi dalam pori-pori pada permukaan yang terbuka dibersihkan oleh shear-force ketika saling bergerak dan bergesekan satu sama lain. Lendir, lumpur dan bahan dalam lainnya membawa endapan yang tidak menguntungkan untuk pertumbuhan mikroorganisme. Oleh karena itu, pembersihan dengan shear-force adalah salah satu keuntungan dari biochip MBBR. Biochip MBBR tidak hanya digunakan dalam pembangkit-pembangkit baru, juga dapat digunakan untuk meningkatkan proses activated sludge yang ada. Keuntungan bentuk parabola adalah mudah dan aktif bergerak dalam pengangkut dan mencegah penyumbatan di daerah retensi. Biochip dan dalam gerakan yang berkelanjutan didalam bioreaktor. Keuntungan menggunakan biochip MBBR adalah sebagai berikut:

1. Volume pereaksi yang diperlukan lebih rendah.
2. Energi yang diperlukan rendah.
3. Rating performa yang dapat diperpanjang.
4. Keamanan tinggi dalam beroperasi.

MBBR (*Moving Bed Biofilm Reactor*) adalah variasi dari proses perlakuan lumpur pada air limbah. Dalam proses MBBR, biofilm tumbuh bebas pada biocarries didalam reaktor adalah produk dari engineered aeration system. *Effluent*

screen (saringan) menjaga *biocarries* direaktor. Penyelumuran membantu mempertahankan biofilm pada ketebalan yang didukung saat beban bahan organik yang masuk. Biomassa yang diselumur disalurkan melalui saringan limbah. Proses penjernihan atau pengendapan dilakukan untuk membuang biomassa dari air limbah. *Biochip* terbuat dari *polyethylene density* tinggi dan memiliki berat jenis 0,96. Proses MBBR dapat menawarkan banyak keuntungan, keuntungan tersebut meliputi:

1. Pengolahan populasi yang tepat: *biocarries* menyediakan perlindungan terhadap biofilm.
2. Pengolahan populasi persatuan volume: pengolahan populasi persatuan volume adalah perbandingan dari sistem pertumbuhan lumpur tradisinal. Hal ini sering terjeramah kedalam perlakuan bervolume kecil dan kapasitas yang lebih besar untuk mensukseskan perlakuan zat organik yang masuk.
3. Pengolahan populasi spesifik: didalam lapisan biofilm mengembangkan tipe perlakuan spesifik terhadap mikroorganisme yang memungkinkan biofilm untuk fokus mengembangkan bahan organik yang spesifik.
4. Hemat energi.
5. Tempat yang digunakan lebih kecil: tempat MBBR lebih kecil dibandingkan *camparable aerated waste water system* untuk pengolahan air limbah industri.
6. Mudah untuk dioperasikan: sistem MBBR memiliki komponen yang dapat mengembalikan lumpur atau pembuanagn lumpur.
7. Keadaan muatan tinggi: kemampuan biofilm untuk berkembang sebagai peningkatan muatan beban organik membolehkan MBBR mampu untuk mengendalikan keadaan pembuatan yang sangat tinggi dengan operasi pengendali manual yang sedikit.

d. *Activated Sludge Process*

Lumpur aktif adalah suatu koloni mikroba aerobik yang bercampur antara terdiri dari bakteri, protozoa, jamur, ragi, alga dan lain-lain. Metode lumpur aktif adalah proses pemurnian air menggunakan aktivitas lumpur diaktifkan. Dalam arti kata lain, lumpur diaktifkan ditambahkan kedalam air limbah untuk menyerap

bahan-bahan organik yang terkandung didalam air limbah. Dengan cara ini hal-hal organik dapat dikeluarkan dari sistem melalui proses asimilasi diasimilation.

Mikroorganisme menggunakan zat-zat organik dalam air limbah sebagai pasokan makanan dan menguntungkan menjadi sel-sel biologis atau biomassa. Air limbah berisi berbagai macam zat organik yang penting untuk mikroorganisme atau sebagai sumber makanan yang paling cocok untuk metabolisme. Bubuk karbon aktif akan ditambahkan untuk meningkatkan efisiensi perlakuan terutama pengurangan nilai COD. Udara dipasok ke tangki aerasi menggunakan *blower* melalui *diffusers*.

e. *Biological Clarifier*

Biological Clarifier dirancang sebagai alat pemisahan padatan dalam cairan setelah proses ASP. *Clarifier Scrapping Bridge* adalah jenis *peripheral drive* yang memutar. Materi yang mengambang akan di skim oleh skimmer yang didukung oleh penyapu lumpur yang berputar diseluruh tangki, yang kemudian berjalan dan dikumpulkan dalam scump sump. MLSS merupakan padatan tersuspensi berupa material organik dan mineral termasuk didalamnya mikroorganisme akan didaur ulang kembali ke tangki ASP sebagai RAS. Kelebihan MLLS akan ditampung ke dalam sludge holding tank sebagai WAS (*Waste Activated Sludge*) berfungsi untuk menjaga populasi bakteri. *Clarifier water* akan mengalir dan disimpan kedalam *clarifier water tank*.

f. *Filtration System*

Clarifier water tank kemudian akan dipompa ke *effluent filters*, dua unit auto back wash sand filter dan dua unit *auto back wash activated carbon filter* untuk polishing lebih lanjut. Dalam sistem penyaringan, padatan tersuspensi secara efektif dihilangkan oleh aliran dalam air pada mode flow melalui bed of activated carbon material contained yang terkandung di dalam bejana. Air didalam *clarifier water tank* akan digunakan sebagai pembilasan untuk saringan. Filtrat dan effluent filter akan dikumpulkan didalam *water tank* digunakan sebagai pembilas pada *barometric cooling tower* pada proses *refinery* dan *hydrant*.

g. *Sludge Management*

Lumpur dari *microfloitation* dan *biological clarifier* akan dikirim kedalam *sludge holding tank* sebelum dipompa ke *belt prest* untuk pengurangan kandungan air didalam lumpur. *Sludge cake* dari *belt prest* akan dikelola oleh pihak berwenang setempat yaitu HSE sebagai pengolahan limbah B3.

7.9 Spesifikasi Peralatan Utilitas

7.9.1 Pompa Air Sungai (P-201)

Fungsi	: Memompa air sungai ke bak penampungan air
Jenis	: Pompa Sentrifugal
Jumlah	: 2 Unit (1 <i>Standby</i>)
Bahan Konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Laju volumetrik	: 0,7996 ft ³ /s
Daya pompa	: 12,383 Hp

7.9.2 Bak Penampungan Air (BPU-201)

Fungsi	: Menampung air sungai untuk mengendapkan partikel-partikel yang besar tanpa bantuan bahan kimia.
Jenis	: Bak dengan permukaan bentuk persegi
Jumlah	: 2 Unit
Bahan Kontruksi	: Beton
Panjang	: 20,563 m
Lebar	: 10,281 m
Tinggi	: 10,281 m

7.9.3 Pompa Menuju Clarifier (P-202)

Fungsi	: Memompa air dari bak penampungan air ke <i>clarifer</i>
Jenis	: Pompa sentrifugal
Jumlah	: 2 Unit (1 <i>standby</i>)
Bahan kontruksi	: <i>Commercial steel</i>
Laju volumetrik	: 0,7996 ft ³ /s
Daya pompa	: 7,594 Hp

7.9.4 Tangki Pelarut Alumina Sulfat $Al_2(SO_4)_3$ (T-201)

Fungsi	: Membuat larutan alum $Al_2(SO_4)_3$
--------	---------------------------------------

Bentuk	: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
Jumlah	: 1 Unit
Bahan Kontruksi	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Kapasitas	: 74,080 ft ³
Tinggi	: 7,679 ft
Diameter	: 3,833 ft
Jenis Pengaduk	: <i>Flat six turbin impeller</i>
Jumlah <i>Baffle</i>	: 4 buah
Daya Motor	: 0,1514 Hp

7.9.5 *Tangki Pelarut Soda Abu (Na₂CO₃) (T-202)*

Fugsi	: Membuat larutan soda abu (Na ₂ CO ₃)
Bentuk	: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
Jumlah	: 1 Unit
Bahan Kontruksi	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Kapasitas	: 41,849 ft ³
Tinggi	: 6,387 ft
Diameter	: 3,174 ft
Jenis Pengaduk	: <i>Flat six turbin impeller</i>
Jumlah <i>Baffle</i>	: 4 buah
Daya Motor	: 0,3912 Hp

7.9.6 *Clarifier (L-101)*

Fugsi	: Memisahkan endapan (flok-flok) yang terbentuk karena pengendapan bahan alumina dan soda abu
Tipe	: <i>EksternaL solid recirculation clarifer</i>
Jumlah	: 2 Unit (1 standby)
Bahan Kontruksi	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Kapasitas air	: 2.878,885 ft ³
Tinggi	: 22,781 ft
Diameter	: 18,984 ft
Kedalaman air	: 12,210 ft

7.9.7 Pompa Clarifier (P-203)

Fungsi	: Memompa air dari clarifier air ke <i>sandfilter</i>
Jenis	: Pompa sentrifugal
Jumlah	: 2 Unit (1 <i>Standby</i>)
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Laju volumetrik	: 0,7996 ft ³ /det
Daya pompa	: 7,982 Hp

7.9.8 Sand filter (H-101)

Fungsi	: Menyaring partikel-partikel yang masih terbawa dalam air yang keluar dari <i>clarifier</i>
Bentuk	: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 5 unit (1 <i>standby</i>)
Kapasitas	: 719,681 ft ³
Tinggi	: 13,471 ft
Diameter	: 18,523 ft
Tebal tangki	: 0,1903 in

7.9.9 Pompa Sandfilter (P-106)

Fungsi	: Memompa air dari <i>Clarifier</i> menuju <i>Sandfilter</i>
Jumlah	: 2 Unit (1 <i>Standby</i>)
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Laju volumetrik	: 0,7996 ft ³ /det
Daya pompa	: 5,904 Hp

7.9.10 Menara Air (M-101)

Fungsi	: Tempat menampung air sementara sebelum di distribusikan ke unit lain
Jenis	: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
Bahn konstruksi	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 2 unit
Kapasitas	: 474,077 m ³

Diameter	: 7,846 m
Tinggi	: 11,770 m
Tebal tangki	: 0,2915 in

7.9.11 Pompa Menara Ait (P-205)

Fungsi	: Memompa air dari <i>Clarifier</i> ke <i>Sandfilter</i>
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 unit (1 <i>standby</i>)
Laju volumetrik	: 0,7996 ft ³ /det
Daya pompa	: 5,828 Hp

7.9.12 Penukar Kation (Cation Exchanger) (F-001)

Fungsi	: Mengikat senyawa logam yang terdapat dalam air umpan ketel (umpan boiler)
Bentuk	: Silinder tegak dengan atas dan bawah torispherical
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 5 Unit (1 <i>standby</i>)
Volume kation	: 1,257 m ³
Diameter _(silinder)	: 1,869 m
Tinggi _(Silinder)	: 3,739 m
Tebal _(silinder)	: 0,2416in

7.9.13 Pompa Cation Exchanger (P-206)

Fungsi	: Memompa air dari kation exchanger ke anion exchanger
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 unit (1 <i>standby</i>)
Laju volumetrik	: 0,1697 ft ³ /det
Daya pompa	: 0,7268 Hp

7.9.14 Penukar Anion (Anion Exchanger) (F-002)

Fungsi	: Mengikat senyawa logam yang terdapat dalam air umpan ketel (umpan boiler)
--------	---

Bentuk	: Silinder tegak dengan atas dan bawah Torispherical
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 5 Unit (1 <i>standby</i>)
Volume	: 5,030 m ³
Diameter _(silinder)	: 1,869 m
Tinggi _(silinder)	: 3,739 m
Tebal _(silinder)	: 0,2416 in

7.9.15 Pompa Anion Exchanger (P-207)

Fungsi	: Memompa air dari anion exchanger ke anion exchanger
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 unit (1 <i>standby</i>)
Laju volumetrik	: 0,1697 ft ³ /det
Daya pompa	: 0,7268 Hp

7.9.16 Tangki Pelarutan NaOH (T-203)

Fungsi	: Tempat pembuatan larutan (NaOH) untuk dialirkan menuju Anion Exchanger
Bentuk	: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar
Jumlah	: 1 Unit
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Kapasitas	: 651,301 ft ³
Tinggi	: 15,850 ft
Diameter	: 7,925 ft
Jenis Pengaduk	: Flat six turbin impeller
Jumlah <i>Baffle</i>	: 4 buah
Daya Motor	: 5,426 Hp

7.9.17 Daerator (D-100)

Fungsi	: Menghilangkan gas-gas yang terlarut dalam air umpan ketel (umpan boiler)
Bentuk	: Silinder horizontal dengan alas dan tutup Torispherical

Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Unit
Volume Silinder	: 4,1923 m ³
Diameter _(silinder)	: 1,869 m
Tinggi _(silinder)	: 3,739 m
Tebal _(silinder)	: 0,2416 in

7.9.18 *Pompa Menuju Dearator (P-208)*

Fungsi	: Memompa air dari <i>Cation Exchange</i> menuju Daerator
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 unit (1 <i>standby</i>)
Laju volumetrik	: 0,1697 ft ³ /det
Daya pompa	: 2,897 Hp

7.9.19 *Steam Boiler (D-101)*

Fungsi	: Menyediakan <i>Steam</i> 50 bar untuk keperluan proses
Jenis	: <i>Water Tube Boiler</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel 285 grade C</i>
Daya boiler	: 1.655,292 Hp

7.9.20 *Oil Thermal Heater (D-102)*

Fungsi	: Menyediakan <i>OTH</i> untuk Pemanas Reboiler
Jenis	: <i>Fire Tube Boiler</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel 285 grade C</i>
Daya OTH	: 222,401 Hp

7.9.21 *Steam Boiler (D-103)*

Fungsi	: Menyediakan <i>Steam</i> 2 bar untuk keperluan proses
Jenis	: <i>Water Tube Boiler</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel 285 grade C</i>

Daya boiler : 49,426 Hp

7.9.22 *Water Cooling Tower (M-102)*

Fungsi : Mendinginkan air sirkulasi dari pabrik agar dapat digunakan kembali.

Jenis : *Mechanical draft cooling tower*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-285 Grade C*

Jumlah : 1 unit

Luas : 103,881 ft²

7.9.23 *Pompa Masuk Water Cooling Tower (PU-209)*

Fungsi : Memompa air dari tangki penampungan sementara menuju *Water Cooling Tower*

Jenis : Pompa sentrifugal

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Jumlah : 2 unit (1 *standby*)

Laju volumetrik : 0,1843 ft³/det

Daya pompa : 0,824 Hp

7.9.24 *Pompa Keluaran Water Cooling Tower (PU-115)*

Fungsi : Memompa air dari menara air pendingin ke unit proses

Jenis : Pompa sentrifugal

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Jumlah : 2 unit (1 *standby*)

Laju volumetrik : 0,4011 ft³/det

Daya pompa : 1,832 Hp

7.9.25 *Tangki Penampungan Air Domestik (T-204)*

Fungsi : Menampung air dari menara air untuk keperluan domestik

Bentuk : Silinder tegak dengan alas datar dan tutup torispherical

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-285 Grade C*

Jumlah : 1 unit

Kapasitas : 381,581 ft³

Diameter	: 6,631 ft
Tinggi	: 13,263 ft
Tebal tangki	: 0,2514 in

7.9.26 *Pompa Keluaran Tangki Penampungan Air Domestik (P-210)*

Fungsi	: Memompa air dari tangki air untuk kebutuhan domestik
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 unit (1 <i>standby</i>)
Laju volumetrik	: 0,1609 ft ³ /det
Daya pompa	: 1,0544 Hp

7.9.27 *Pompa Air Limbah (P-211)*

Fungsi	: Memompa air limbah menuju Bak Sedimensi
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>
Jumlah	: 2 unit (1 <i>Standby</i>)
Laju volumetric	: 1,2633 ft ³ /det
Daya pompa	: 0,0955 Hp

7.9.28 *Bak Sedimentasi (BP-203)*

Fungsi	: Menampung air limbah Buangan Sementara
Bentuk	: Persegi
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 56,425 m ³
Tinggi	: 3,044 m
Lebar	: 3,044 m
Panjang	: 6,088 m

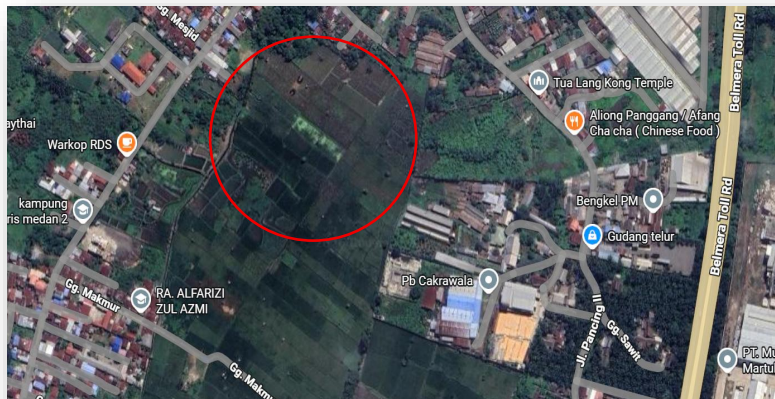
BAB VIII

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

Lokasi pabrik dan tata letak peralatan serta fasilitas dalam suatu rancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat yang meliputi fasilitas bangunan, jenis peralatan, jumlah peralatan, sarana perpipaian, dan kelistrikan. Hal ini secara khusus akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan, peralatan dan tempat sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pendirian pabrik.

8.1 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan dan kelangsungan dari suatu industri, karena hal ini berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Berdasarkan hal tersebut, maka pabrik *fatty acid* dari *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO) ini direncanakan berlokasi di Kawasan Industri Medan, Deli Serdang, Sumatera Utara.



Gambar 1.10 Rencana Lokasi Rancangan Pabrik

Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah:

a. Bahan Baku

Sumber bahan baku merupakan faktor penentu utama dalam penetapan dan pemilihan lokasi pabrik. Penempatan pabrik dengan lokasi sumber bahan baku yang dekat dapat menurunkan biaya transportasi dan penyimpanan bahan baku

Bahan baku yang digunakan pada pembuatan *fatty acid* adalah *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO) dan air. CPKO di dapat dari PT. SOCIMAS, Wilmar Internasional, dan Musim Mas, Medan, sedangkan bahan baku air didapat dari unit utilitas pabrik yang bersumber dari sungai Deli dan Sungai Belawan. Dengan pertimbangan, sumber bahan baku yang dekat dengan lokasi pabrik maka biaya transportasi bahan baku dapat dihemat.

b. Sumber Air

Umumnya pada industri kimia memerlukan air dalam jumlah yang banyak untuk kebutuhan proses produksi. Kebutuhan air yang banyak akan sangat tidak ekonomis dan tidak efisien jika pabrik harus mengambil sumber air dari PDAM sehingga pabrik ini direncanakan akan mengambil air dari sungai terdekat, yaitu Sungai Deli atau Sungai Belawan.

c. Tenaga Listrik

Ketersediaan tenaga listrik juga sangat mempengaruhi kelangsungan pabrik yang akan didirikan. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan kemungkinan pengadaan tenaga listrik dengan kapasitas daya yang besar agar dapat memenuhi kebutuhan pabrik. Sumber tenaga listrik pabrik ini disuplai dari unit utilitas dengan sarana penunjang tenaga listrik dapat diperoleh dari gardu induk PLN Medan yang berdekatan dengan lokasi pabrik.

d. Pemasaran

Pendirian pabrik *fatty acid* ini diharapkan akan menambah devisa negara dan menarik investor asing untuk menanamkan modalnya. Orientasi pemasaran ditujukan pada pemenuhan kebutuhan *fatty acid* dalam negeri dan luar negeri (ekspor). Dimana kebutuhan *fatty acid* akan ditujukan pada industri yang banyak membutuhkannya sebagai bahan intermediate . Kawasan industri tersebut berada di daerah Kawasan Industri Medan.

e. Iklim

Pemilihan lokasi pabrik juga sebaiknya mempertimbangkan kondisi iklim dan alam daerah setempat, seperti angin, kondisi tanah, cuaca, kelembaban udara, gempa bumi, banjir dan sebagainya. Hal ini akan berhubungan langsung dengan konstruksi dan perawatan peralatan yang akan mempengaruhi biaya perbaikan.

Kota Medan Kabupaten Deli Serdang mempunyai iklim tropis dengan suhu rata-rata 28°C-35°C, curah hujan maksimum terjadi pada bulan September-Januari dan minimum pada bulan Februari-Agustus.

f. Transportasi

Transportasi diperlukan dalam menunjang pemasaran produk maupun penyediaan bahan baku. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk transportasi, yaitu jalan raya harus dapat dilalui oleh transportasi darat seperti mobil dan truk serta transportasi laut. Pabrik ini memiliki sarana perhubungan yang memadai untuk keperluan pabrik dengan adanya jalan nasional dan jalan kabupaten/kota untuk transportasi darat. Pada transportasi laut, pabrik ini dekat dengan pelabuhan Indonesia yaitu Pelabuhan Belawan, Medan.

g. Tenaga Kerja

Tenaga kerja dapat dipenuhi dari masyarakat di daerah sekitar lokasi pabrik maupun luar lokasi pabrik. Pengambilan tenaga kerja dari masyarakat sekitar dapat membantu pemerintah daerah setempat dalam mengurangi angka pengangguran dan juga membantu meningkatkan taraf hidup mereka serta taraf hidup masyarakat daerah setempat. Daerah sekitar lokasi pabrik memiliki beberapa universitas yang memiliki lulusan dengan berbagai macam disiplin ilmu sehingga akan memudahkan penyediaan tenaga kerja.

h. Peraturan Perundang-Undangan

Peraturan perundang-undangan yang telah ditetapkan oleh daerah harus memperhatikan beberapa hal, antara lain adanya daerah industri (pengelompokkan industri), bangunan, jalan, dan buangan pabrik.

i. Harga Tanah dan Bangunan

Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas, biaya harga tanah dan bangunan untuk pendirian pabrik relatif terjangkau.

j. Masyarakat Di Sekitar Pabrik

Sikap masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik pembuatan *fatty acid* dari *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO) dan air ini, karena akan menyediakan lapangan kerja bagi mereka. Selain itu pendirian pabrik ini diperkirakan tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat

8.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Lay Out*)

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan, dan gerakan material proses dari bahan baku menjadi produk. Tata letak suatu pabrik memainkan peranan penting dalam menentukan biaya konstruksi, biaya produksi, serta efisiensi keselamatan kerja. Oleh karena itu tata letak pabrik harus disusun secara cermat untuk menghindari kesulitan di kemudian hari.

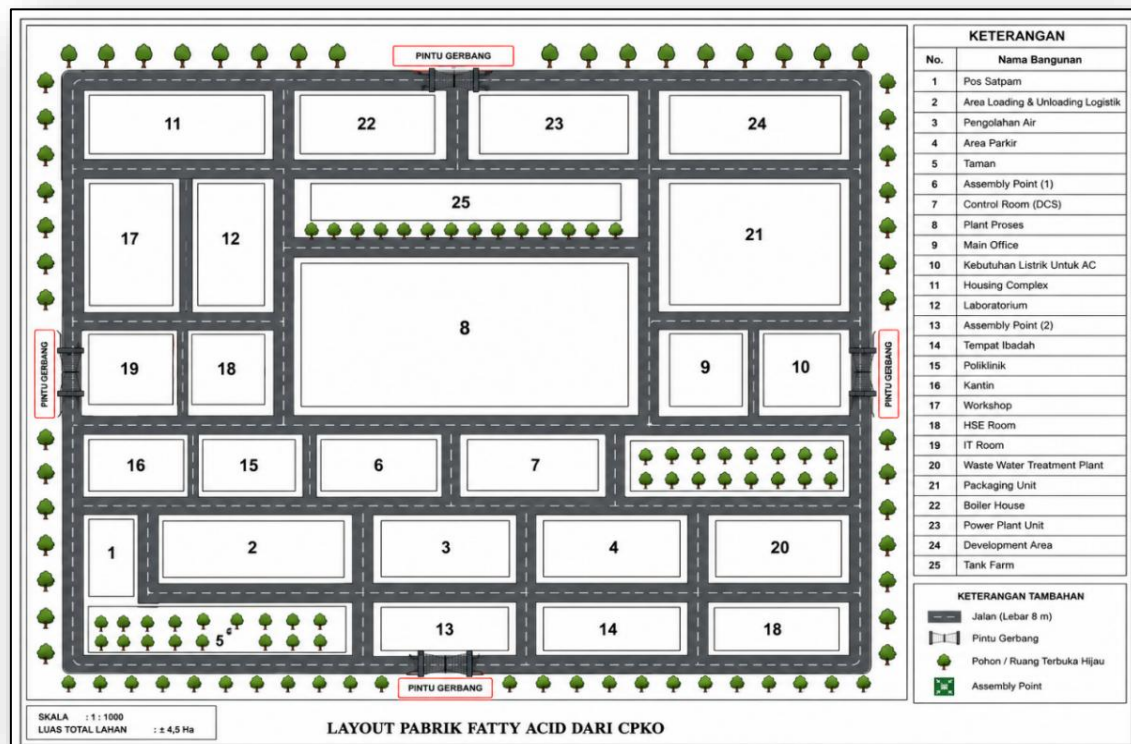
Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan pada penyusunan tata letak pabrik pembuatan *Fatty Acid* dari CPKO dan air ini adalah:

1. Urutan proses produksi dan kemudahan/aksesibilitas operasi, jika *Fatty Acid* perlu diolah lebih lanjut maka pada unit berikutnya disusun berurutan sehingga sistem perpipaan dan penyusunan letak pompa lebih sederhana.
2. Penambahan/perluasan lokasi untuk pabrik *Fatty Acid* ini yang akan dikembangkan pada masa yang akan datang.
3. Distribusi ekonomis pada bahan baku maupun bahan pelengkap, pengadaan air, *steam*, tenaga listrik dan bahan bakar, bengkel serta peralatan pendukung lainnya.
4. Adanya pemeliharaan dan perbaikan peralatan secara berkala membuat usia peralatan semakin lama.
5. Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
6. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
7. Masalah pembuangan limbah cair.
8. *Service area*, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.
9. Fasilitas jalan, gudang, dan kantor sebaiknya ditempatkan dekat jalan, tujuannya untuk memperlancar arus lalu lintas.
10. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga

perubahan–perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi. Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan, seperti:

- Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan hasil produksi, sehingga mengurangi biaya *material handling*.
- Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga mempermudah perbaikan mesin dan peralatan yang rusak atau di *blowdown*.
- Mengurangi ongkos produksi.
- Meningkatkan keselamatan kerja.
- Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.
- Mempermudah distribusi utilitas seperti uap, air proses, air pendingin, listrik, dan udara bertekanan sehingga operasi pabrik menjadi lebih efisien.

8.2.1 Perincian Luas Tanah



Gambar 8.1 Tata Letak Pabrik (*Plant Lay Out*)

Luas area yang diperlukan untuk pembuatan pabrik *Fatty Acid* dari CPKO dan air diperkirakan sebagai berikut :

Tabel 8.1 Perincian Luas Tanah

No.	Nama Bangunan	Luas (m ²)
1	Pos Satpam	80
2	Area Loading & Unloading Logistik	1.500
3	Pengolahan Air	1.500
4	Area Parkir	1.000
5	Taman	200
6	<i>Assembly Point (1)</i>	100
7	<i>Control Room (DCS)</i>	200
8	<i>Plant Proses</i>	5.000
9	<i>Main Office</i>	1.500
10	<i>Kebutuhan Listrik Untuk AC (Asumsi)</i>	1.000
11	<i>Housing Complex (20 unit Rumah)</i>	12000
12	Laboratorium	500
13	Assembly Point (2)	150
14	Tempat Ibadah (Mesjid)	150
15	<i>Poliklinik</i>	700
16	Kantin	500
17	<i>Workshop</i>	1500
18	<i>HSE Room</i>	500
19	<i>IT Room</i>	120
20	<i>Waste Water Treatment Plant</i>	2.000
21	<i>Packiging Unit</i>	1.000
22	<i>Boiler House</i>	1.500
23	Power Plant Unit	1.000
24	Development Area	4.000
25	<i>Tank Farm</i>	1.000

26	<i>Jalan</i>	7.810
Total		46.860

Maka total luas tanah yang dibutuhkan untuk membangun pabrik pembuatan *Fatty Acid* dari CPKO dan air adalah sebesar 46.860 m².

8.3 Tata Letak Peralatan Proses

Dalam prarancangan tata letak peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Aliran Bahan Baku dan Produk
Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.
2. Aliran Udara
Kelancaran aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari *stagnansi* udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja dan masyarakat. Disamping itu juga perlu diperhatikan arah hembusan angin.
3. Cahaya
Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses berbahaya dan bersiko tinggi.
4. Tata Letak Alat Proses
Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dengan tetap menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomis.
5. Jarak Antar Alat Proses
Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan yang tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan pada alat-alat proses lainnya.
6. *Maintenance*
Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik

dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan lancar sehingga produktivitas menjadi tinggi dan mencapai target.

BAB IX

ORGANISASI PERUSAHAAN

9.1 Organisasi Perusahaan

Dalam suatu perusahaan dalam menentukan kelangsungan dan keberhasilan suatu perusahaan harus memperhatikan masalah faktor organisasi dan manajemen perusahaan. Manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisasi, mengarahkan, dan mengendalikan kegiatan untuk mencapai tujuan organisasi secara efektif dan efisien dengan menggunakan sumber daya organisasi. Dalam kata lain organisasi merupakan alat dari manajemen, dimana organisasi merupakan sekelompok orang yang bekerja sama dan berkoordinasi dalam berbagai kepentingan tersebut berkembang sesuai dengan arah kepentingan tersebut. Termasuk ke arah kepentingan ekonomi yang lebih kompleks. Kemudian organisasi tersebut dalam dunia bisnis dikenal dengan organisasi perusahaan. Agar semua tujuan dan kepentingan yang diakomodasi dapat dicapai dengan baik (Refika, 2013).

9.2 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan pada perancangan pabrik *Fatty Acid* ini adalah berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas adalah suatu perusahaan berbadan hukum untuk menjalankan usaha yang memiliki modal terdiri dari saham-saham yang pemiliknya memiliki bagian sebanyak saham yang dimilikinya. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau perseroan terbatas tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyertor modal ke perusahaan yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Pabrik *fatty acid* yang akan didirikan memiliki:

1. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
2. Jenis Usaha : Industri *Fatty Acid* (Asam Lemak)
3. Lokasi Perusahaan : Medan Deli, KIM, Sumatera Utara.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor, antara lain sebagai berikut.

1. Mudah mendapatkan modal dengan cara transaksi saham di pasar modal atau perjanjian tertutup dan meminta pinjaman dari pihak yang berkepentingan seperti badan usaha atau perseorangan.
2. Tanggung jawab pemegang saham bersifat terbatas, artinya kelancaran proses produksi hanya akan ditangani oleh organisasi internal perusahaan sehingga gangguan dari luar dapat diatasi.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta sifatnya dan karyawan perusahaan.
4. Mudah mendapatkan kredit bank dengan jaminan perusahaan yang sudah ada dengan badan hukum.
5. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
6. Efisiensi dari manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang ahli sebagai dewan komisari dan direktur utama yang cukup ahli dan berpengalaman.
7. Lapangan usaha lebih luas, suatu perseroan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas bisnisnya.

9.3 Struktur Organisasi

Struktur organisasi memiliki pengertian suatu garis susunan (hierarki) yang berisi komponen-komponen penyusun perusahaan. Struktur ini akan memperjelas fungsi dan kedudukan setiap posisi pekerjaan secara jelas. Termasuk juga di dalamnya pembagian hak dan kewajiban. Tujuannya adalah agar setiap komponen perusahaan berjalan secara optimal sehingga aktivitas perusahaan akan bekerja dengan efektif dan efisien. Dengan adanya struktur ini, seorang atasan bisa memberikan tugas kepada bawahan secara adil dan optimal.

Struktur organisasi ditunjukkan dalam bentuk bagan yang sifatnya statis yang terdiri dari kotak-kotak aktivitas atau kotak jabatan dan garis tata hubungan.

Struktur organisasi yang sifatnya statis merupakan suatu wadah yang berarti:

1. Bahwa struktur organisasi dipandang merupakan penggambaran jaringan hubungan kerja yang sifatnya formal, yang dapat dilihat pada “kotak” kedudukan dan jabatan dari setiap individu.
2. Struktur organisasi dipandang merupakan rangkaian hierarki kedudukan dan jabatan yang dapat menjelaskan garis wewenang, tanggung jawab, dan pertanggung jawaban.
3. Struktur organisasi sebagai alat pencapaian tujuan yang telah ditetapkan melalui penggambaran garis komunikasi, garis koordinasi dalam usaha peningkatan efisiensi, efektivitas, dan produktivitas. Pengorganisasian merupakan pembagian kerja.

Oleh karena itu dalam melakukan pembagian kerja harus mempertimbangkan beberapa faktor yaitu:

1. Sifat pekerjaan
2. Personalia yang tersedia
3. Efisiensi

Pemahaman akan struktur organisasi yang merupakan susunan tugas formal di dalam suatu perusahaan/organisasi mempunyai tujuan sebagai berikut.

1. Membagi pekerjaan ke dalam tugas dan departemen yang spesifik
2. Menugaskan pekerjaan dan tanggung jawab yang terkait dengan pekerjaan individu
3. Mengkoordinasikan beragam tugas organisasi
4. Menghimpun berbagai pekerjaan ke dalam unit-unit
5. Menjalin hubungan di antara individu, kelompok dan departemen
6. Membuat hierarki wewenang yang formal
7. Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan maka bahan proses harus mencukupi sehingga diperlukan pengendalian bahan proses.

9.4 Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab

Uraian tugas, wewenang dan tanggung jawab dari setiap fungsionalis pada pabrik *fatty acid* diuraikan di bawah ini.

9.4.1 *Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)*

Perseroan Terbatas sebagai salah satu bentuk usaha ekonomi organ-organ spesifik. Organ pertama disebut Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS), yang secara umum bertugas untuk menentukan segala kebijaksanaan umum perseroan. Organ kedua adalah direksi yang bertugas menjalankan kebijaksanaan-kebijaksanaan yang telah ditetapkan RUPS. Organ ketiga adalah komisaris yang bertugas sebagai pengawas untuk dan atas nama pemegang saham. Oleh karena itu, dapat dikatakan RUPS adalah organ tertinggi perseroan dimana wewenangnya tidak dapat diberikan kepada direksi atau dewan komisaris dalam batas yang ditentukan dalam UU Nomor 40 tahun 2007 tentang perseroan terbatas dan/atau anggaran dasar. Berikut ini wewenang RUPS (Rapat Umum Pemegang Saham) adalah sebagai berikut.

1. Memutuskan penyetoran saham dalam bentuk uang dan/atau dalam bentuk lainnya, misalnya dalam bentuk benda tidak bergerak.
2. Menyetujui dapat tidaknya pemegang saham dan kreditor lainnya yang mempunyai tagihan terhadap perseroan menggunakan hak tagihnya sebagai kompensasi kewajiban penyetoran atas harga saham yang telah diambilnya.
3. Mengangkat anggota direksi dan memberhentikan anggota direksi sewaktu-waktu dengan menyebut alasannya.
4. Memutuskan pembagian tugas dan wewenang pengurusan di antara direksi dalam hal direksi terdiri atas 2 anggota direksi atau lebih.
5. Memutuskan ketentuan tentang besarnya gaji dan tunjangan anggota direksi.
6. Mencabut atau menguatkan keputusan pemberhentian sementara anggota direksi yang telah ditetapkan oleh dewan komisaris.
7. Menyetujui untuk mengalihkan kekayaan perseroan, atau menjadikan jaminan utang kekayaan perseroan, yang merupakan lebih dari 50% jumlah kekayaan bersih perseroan dalam satu transaksi atau lebih, baik yang berkaitan satu sama lain maupun tidak.
8. Menyetujui dapat atau tidaknya direksi mengajukan permohonan pailit atas perseroan kepada pengadilan niaga.

9. Mengangkat anggota dewan komisaris.
10. Menetapkan ketentuan tentang besarnya gaji atau honorarium dan tunjangan bagi anggota dewan komisaris.
11. Memutuskan dapat atau tidaknya dewan komisaris melakukan tindakan pengurusan perseroan dalam keadaan tertentu untuk jangka waktu tertentu.
12. Mengangkat komisaris independen.

9.4.2 *Dewan Komisaris*

Ketentuan baru dalam UU No. 40 tahun 2007 tentang perseroan terbatas adalah menambahkan komisaris independen dalam struktur organ perseroan. Komisaris independen ini berasal dari luar kelompok direksi dan komisaris utama, hal ini bertujuan untuk menyeimbangkan peran dewan komisaris dan guna terciptanya iklim manajemen perseroan yang transparan. Dewan komisaris adalah pemegang saham yang melakukan pengawasan atas kebijakan pengurusan, jalannya pengurusan pada umumnya, baik mengenai perseroan maupun usaha, dan memberi nasihat kepada direksi. Dalam hal terjadinya kepailitan karena kesalahan atau kelalaian dewan komisaris dalam hal melakukan pengawasan terhadap pengurusan yang dilaksanakan oleh direksi dan kekayaan perseroan tidak cukup untuk membayar seluruh kewajiban perseroan akibat kepailitan tersebut, Adapun kewajiban dewan komisaris adalah sebagai berikut:

1. Membuat risalah rapat dewan komisaris dan menyimpan salinannya.
2. Melaporkan kepada perseroan mengenai kepemilikan sahamnya
3. Memberikan laporan tentang tugas pengawasan yang telah dilakukan selama tahun buku yang baru lampau kepada RUPS.

9.4.3 *Direksi*

Direksi adalah organ yang menjalankan pengurusan perseroan untuk kepentingan perseroan dan sesuai dengan maksud dan tujuan perseroan. Direksi bertanggung jawab atas pengurusan perseroan. Direksi mewakili perseroan baik di dalam maupun di luar pengadilan. Dalam hal ini direksi dibagi menjadi 3 (tiga), yaitu:

1. Direktur Utama

Direktur utama bertugas memimpin dan mengelola perusahaan sejalan dengan tujuan dan target perusahaan, memperbaiki tingkat efisien dan efektivitas perusahaan, mempertahankan dan mengelola, serta menjaga asset perusahaan. Selain itu direktur utama bertugas pula memastikan perusahaan melakukan tanggung jawab sosialnya serta memperhatikan kepentingan para pemangku kepentingan.

2. Direktur Operasi dan Produksi

Bertugas mengembangkan dan menerapkan strategi, kebijakan, rencana dan anggaran tahunan untuk kegiatan operasional dan produksi, termasuk perencanaan jangka panjang untuk memastikan keberlanjutan operasional perusahaan. Direktur Operasi dan Produksi bertanggung jawab untuk memimpin dan mengarahkan kegiatan operasional sesuai peraturan dan perundang-undangan nasional dan internasional, memastikan ketersediaan sumber daya dan dana, menjalin kerja sama untuk mendukung kegiatan operasional dan pencapaian target produksi, serta melakukan analisa dan evaluasi kegiatan terkait dan memberikan rekomendasi bagi perbaikan dan percepatan pencapaian target produksi perusahaan.

3. Direktur Keuangan

Bertugas mengembangkan dan menerapkan strategi, kebijakan dan rencana keuangan perusahaan, termasuk perencanaan jangka panjang. Direktur keuangan juga bertugas memastikan kesesuaian kegiatan keuangan perusahaan dengan peraturan dan perundang-undangan nasional dan internasional, memastikan pendokumentasian seluruh kegiatan administrasi keuangan, menyiapkan laporan, informasi dan analisa keuangan, melaksanakan proses restrukturisasi pinjaman dan/atau rekapitalisasi, serta melakukan analisa dan memberikan rekomendasi atas transaksi merger, akuisisi, divestasi dan kegiatan investasi lainnya.

Dalam melaksanakan tugasnya, dewan direksi dibantu oleh 4 (empat) kepala divisi, yaitu:

1. *Site Plant Operation Division Head* (Kepala divisi operasi pabrik).
2. *Supply Chain Manager Division Head* (Kepala divisi manajemen rantai pasok).

3. *Financial & Accounting Tax Division Head* (Kepala divisi finansial dan akuntansi perpajakan).
4. *Business Development and Commercial Division Head* (Kepala divisi komersial dan pengembangan bisnis).

1. *Site Plant Operation Division Head*

Kepala divisi operasi pabrik mempunyai wewenang untuk mengawasi kesinambungan operasional pabrik. Kepala divisi operasi pabrik dibantu oleh :

a. *Fatty Acid Plant Manager*

Manager *fatty acid plant* memiliki tugas dan wewenang untuk bertanggung jawab atas jalannya proses produksi sesuai yang direncanakan, termasuk merencanakan kebutuhan bahan baku agar target produksi terpenuhi, dan mengatur pembagian shift dan kelompok kerja sesuai spesialisasinya pada masing-masing tahapan proses dan mengendalikan kondisi operasi sesuai prosedurnya.

a. *Utility Manager*

Manager utilitas memiliki tugas dan wewenang untuk mengendalikan kelancaran alat utilitas, mendukung sarana dan prasarana pengadaan sumber energi seperti air, angin, dan udara dalam pabrik industri

b. *Maintenance Manager*

Maintenance Manager memiliki tugas dan wewenang bertanggung jawab untuk mengoordinasikan dan mengawasi pekerjaan karyawan teknis selama pemeliharaan umum dan pemeliharaan rutin fasilitas dan peralatan perusahaan.

b. *Process Improvement Manager*

Process Improvement Manager memiliki tugas dan wewenang untuk mengembangkan secara kreatif dan inovatif segala aspek perusahaan terutama yang berkaitan dalam peningkatan kualitas produksi sehingga mampu bersaing dengan produk kompetitor.

2. *Supply Chain Manager Division*

Kepala divisi pasok bertanggung jawab untuk mengawasi dan mengelola keseluruhan rantai pasokan dan strategi logistik serta operasi untuk memaksimalkan efisiensi dan produktivitas proses, dan mempunyai dalam mengembangkan dan menjaga hubungan baik dengan dan distributor. Kepala divisi manajemen rantai pasok dibantu oleh:

a. *Loading Operation and Shipping Manager*

Loading Operation and Shipping Manager memiliki tugas dan wewenang untuk mengadakan pemeriksaan transportasi pengiriman barang, mengelola pengiriman dan distribusi barang harian, serta memastikan pesanan dikirimkan lengkap dan disampaikan pada waktu yang tepat.

b. *Warehouse Manager*

Manager gudang memiliki tugas dan wewenang untuk menangani urusan gudang, pengepakan dan distribusi, penyimpanan barang untuk produksi atau hasil produksi dalam jumlah dan rentang waktu tertentu yang kemudian didistribusikan ke lokasi yang dituju berdasarkan permintaan

3. *Financial and Accounting Tax Division*

Kepala divisi finansial dan akuntansi perpajakan memiliki tugas dan wewenang untuk bertanggung jawab mengatur neraca perusahaan dengan melakukan pembukuan sebaik-baiknya, baik pemasukan ataupun pembelanjaan untuk kebutuhan perusahaan, serta membayarkan gaji ke rekening bank setiap karyawan. Kepala divisi finansial dan akuntansi perpajakan dibantu oleh :

a. *Finance Accounting & Tax Manager Plant*

Finance Accounting & Tax Manager Plant memiliki tugas dan wewenang untuk membuat tata usaha keuangan dari seluruh kegiatan yang dilakukan dalam perusahaan serta membuat dan menyampaikan laporan kas secara berkala kepada kepala divisi.

4. *Business Development and Commercial Division Head*

Kepala divisi komersial dan pengembangan bisnis memiliki tugas dan wewenang untuk merencanakan anggaran belanja dan pendapatan perusahaan serta melakukan pengawasan keuangan perusahaan. Kepala divisi komersial dan pengembangan bisnis dibantu oleh :

a. *Business Development Manager*

Business Development Manager memiliki tugas dan wewenang untuk membantu perusahaan mengembangkan bisnis dengan meningkatkan posisi perusahaan di pasar, melakukan riset pasar serta riset perkembangan bisnis perusahaan secara berkala, dan menjaga relasi antar pelanggan atau klien.

b. *Project Management Office*

Project Management Office memiliki tujuan untuk mendapatkan keuntungan maksimal dengan menstandarisasi dan mendisiplinkan proyek menurut peraturan, proses dan metode tertentu. PMO memiliki tugas untuk memberikan Quality Assurance untuk semua proyek – mulai dari memberikan penilaian kualitas proyek hingga mengaudit kemajuan dan kepatuhan setiap proyek kepada proses dan tujuan dan memenuhi kebutuhan akan pusat penyimpanan bagi pengetahuan mengenai Project Management, best practice, dan sumber daya lainnya.

c. *Commercial Superintendent*

Commercial Superintendent memiliki tugas dan wewenang untuk menentukan daerah pemasaran, menetapkan harga jual produk dan mempromosikan hasil produksi, meningkatkan hubungan kerjasama dengan perusahaan lain, serta mengatur pembelian kebutuhan pabrik.

9.1 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik *fatty acid* ini direncanakan beroperasi selama 30 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung selama 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan dan *shutdown* pabrik. Waktu kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan yaitu karyawan *shift* dan *non shift* (reguler). Jadwal *shift* akan mendapatkan hari *off* atau libur pada dua hari setiap minggunya sesuai dengan jadwal *shift* yang telah ditentukan.

1. Shift 1 : Pukul 23.00 s/d 07.00 WIB
2. Shift 2 : Pukul 07.00 s/d 15.00 WIB
3. Shift 3 : Pukul 15.00 s/d 23.00 WIB

Untuk karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 kelompok (A / B / C / D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga kelompok masuk, sehingga ada satu kelompok yang libur. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, kelompok yang bertugas tetap harus masuk. Jadwal pembagian kerja yang diterapkan oleh Perseroan Terbatas untuk Pabrik *Fatty Acid* dari *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO) masing-masing kelompok dalam beberapa sesi dan dapat dilihat pada Tabel 9.1 dibawah ini:

Tabel 9.1 Jadwal Pembagian Kelompok Karyawan *Shift*

Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
Pagi	A	A	A	A	A	B	B
Siang	B	B	B	B	C	C	C
Malam	C	C	D	D	D	D	D
Libur	D	D	C	C	B	A	A

Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
Pagi	B	B	B	B	B	C	C
Siang	C	C	C	C	D	D	D
Malam	D	D	A	A	A	A	A
Libur	A	A	D	D	C	B	B

Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
Pagi	C	C	C	C	C	D	D
Siang	D	D	D	D	A	A	A
Malam	A	A	B	B	B	B	B
Libur	B	B	A	A	D	C	C

Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
Pagi	D	D	D	D	D	A	A
Siang	A	A	A	A	B	B	B
Malam	B	B	C	C	C	C	C
Libur	C	C	B	B	A	D	D

(Garet, 1989)

Sedangkan untuk jadwal regular atau *General Time (non-shift)* akan mendapatkan hari off atau libur pada hari sabtu dan minggu, dan setiap harinya mendapat waktu istirahat selama satu jam. Regular : Pukul 08.00 s/d 17.00 WIB.

9.5 Status Karyawan dan Sistem Upah

Pabrik *Fatty Acid* ini menggunakan sistem upah karyawan yang berbeda-

beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut :

1. Karyawan Tetap
Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapatkan gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.
2. Karyawan Harian
Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapatkan upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.
3. Karyawan Borongan
Karyawan borongan adalah karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja, karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

9.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah karyawan dan Gaji

9.6.1 *Penggolongan Jabatan*

Hubungan tingkat pendidikan terhadap penggolongan jabatan karyawan yaitu :

- | | | |
|-----|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. | Dewan Komisaris | : Sarjana Ekonomi / Teknik / Hukum |
| 2. | Direktur Utama | : Sarjana Ekonomi / Teknik / Hukum |
| 3. | Direktur Operasi dan produksi | : Sarjana Teknik Kimia |
| 4. | Direktur Keuangan dan Administrasi | : Sarjana Ekonomi / Akuntansi |
| 5. | Kepala Bagian Produksi dan Utilitas | : Sarjana Teknik Kimia |
| 6. | Kepala Bagian Teknik | : Sarjana Teknik Kimia / Mesin |
| 7. | Kepala Bagian Litbang | : Sarjana Teknik Kimia / Elektro |
| 8. | Kepala Bagian Keuangan | : Sarjana Ekonomi / Akuntansi |
| 9. | Kepala Bagian Administrasi | : Sarjana Ekonomi / Hukum |
| 10. | Kepala Seksi | : Sarjana |
| 11. | Kepala Shift | : Sarjana atau D3 |
| 12. | Pegawai Staff 1 | : Sarjana atau D3 |
| 13. | Pegawai Staff 2 | : Sarjana atau D3 |

14. Operator : D3 atau STM
15. Sopir, Keamanan, *Cleaning Service* : SMA / Sederajat

9.6.2 Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif, jumlah karyawan pada pabrik *Fatty Acid* dapat dilihat pada Tabel 9.2 berikut ini.

Tabel 9.2 Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

No.	Jabatan	Jumlah
1.	Dewan Komisaris	1
2.	Direktur Utama	1
3.	Direktur Operasi dan produksi	1
4.	Direktur Keuangan	1
5.	<i>Fatty Acid Plant Manager</i>	1
6.	<i>Utility Manager</i>	1
7.	<i>Maintenance Manager</i>	1
8.	<i>Process Improvement Manager</i>	1
9.	<i>Warehouse Manager</i>	1
10.	<i>Business Development Manager</i>	1
11.	Kepala Divisi Operasi Pabrik	1
12.	Kepala Divisi Manajemen Rantai Pasok	1
13.	Kepala Divisi Finansial dan Akuntansi Perpajakan	1
14.	Kepala Divisi Komersial dan Pengembangan Bisnis	1
15.	<i>Loading Operation & Shipping Manager</i>	1
16.	<i>Project Management Office</i>	1
17.	<i>Comercial Superintendent</i>	1
18.	<i>Helper</i>	10
19.	Staff Pabrik	231
Total		258

9.6.3 Gaji Karyawan

Pabrik *Fatty Acid* ini mempunyai sistem penggajian karyawan yang

didasarkan pada beberapa kriteria, yaitu sebagai berikut :

1. Tingkat pendidikan
2. Pengalaman kerja
3. Keahlian
4. Pengabdian pada perusahaan (lamanya bekerja)

Adapun perincian gaji karyawan dilihat pada tabel 9.3 dibawah ini.

Tabel 9.3 Perincian Gaji Karyawan

No	Jabatan	Gaji
1	Dewan Komisaris	Rp. 65.000.000,00
2	Direktur Utama	Rp. 45.000.000,00
3	Direktur Operasi dan produksi	Rp. 40.000.000,00
4	Direktur Keuangan	Rp. 40.000.000,00
5	<i>Fatty Acid Plant Manager</i>	Rp. 35.000.000,00
6	<i>Utility Manager</i>	Rp. 35.000.000,00
7	<i>Maintenance Manager</i>	Rp. 35.000.000,00
8	<i>Process Improvement Manager</i>	Rp. 35.000.000,00
9	<i>Warehouse Manager</i>	Rp. 35.000.000,00
10	<i>Business Development Manager</i>	Rp. 35.000.000,00
11	<i>Loading Operation & Shipping Manager</i>	Rp. 35.000.000,00
12	Kepala Divisi Manajemen Rantai Pasok	Rp. 25.000.000,00
13	Kepala Divisi Finansial dan Akuntansi Perpajakan	Rp. 25.000.000,00
14	Kepala Divisi Komersial dan Pengembangan Bisnis	Rp. 25.000.000,00
15	Kepala Divisi Operasi Pabrik	Rp. 25.000.000,00
16	<i>Project Management Office</i>	Rp. 15.000.000,00
17	<i>Comercial Superintendent</i>	Rp. 15.000.000,00
18	<i>Helper</i>	Rp. 2.500.000,00
19	Karyawan	Rp. 3.500.000,00

9.6.4 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada para karyawan, antara lain :

1. Tunjangan

Adapun tunjangan karyawan terbagi 3 yaitu sebagai berikut:

- a. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.
- c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang berkerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

2. Pakaian Kerja

Diberikan kepada setiap karyawan setiap tahun sejumlah empat pasang.

3. Cuti

Cuti atau libur kerja yang akan diberikan kepada setiap karyawan.

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam setahun.
- b. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang hendak menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
- c. Cuti hamil diberikan kepada karyawan yang hendak melahirkan, masa cuti berlaku selama 2 bulan sebelum melahirkan samapai 1 bulan sesudah melahirkan.

4. Pengobatan

Perusahaan peduli dengan kesehatan dan keselamatan kerja setiap karyawan perusahaan sehingga diberikan biaya pengobatan yang dibagi menjadi:

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang.
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijakan perusahaan.

5. Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan lebih besar dari Rp. 1.500.000,00 per bulan.

9.7 Manajemen Perusahaan

Manajemen perusahaan merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perancangan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi mengusahakan perolehan kualitas produk sesuai target dalam jangka waktu tertentu. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya diikuti dengan kegiatan perencanaan dengan pengendalian agar penyimpanan produksi dapat dihindari. Perencanaan sangat erat dikaitkan dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional.

9.7.1 *Perencanaan Produksi*

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada direktur keuangan dan umum. Hal yang dipertimbangkan yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah kemampuan pabrik sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Dipengaruhi oleh keadaan dan kemampuan mesin yaitu jam kerja efektif dan beban yang diterima.

1. Kemampuan Pasar

Kemampuan pasar dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu:

- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- a. Rencana Produksi sesuai kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan pertimbangan untung dan rugi.
- b. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- c. Mencari daerah pemasaran baru.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu sebagai berikut :

a. Bahan Baku

Dengan Pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas, maka akan mencapai jaminan produk yang diinginkan.

b. Tenaga Kerja

Kurang trampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian, sehingga diperlukan pelatihan agar kemampuan kerja ketrampilannya meningkat dan sesuai dengan yang diinginkan.

c. Peralatan

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

9.7.2 *Pengendalian Produksi*

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk dengan mutu sesuai dengan standar dan jumlah produk sesuai dengan rencana dalam jangka waktu yang sesuai.

1. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan alat, dan penyimpangan operasi. Hal- hal tersebut dapat diketahui dari monitor atau hasil analisa laboratorium.

2. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas yang terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku serta perbaikan alat yang terlalu lama. Penyimpangan perlu diketahui penyebabnya, baru dilakukan evaluasi. Kemudian dari evaluasi tersebut diambil tindakan seperlunya dan diadakan perencanaan

kembali dengan keadaan yang ada.

3. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kualitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian Bahan Proses

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

BAB X

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

10.1 Instrumentasi

Instrumentasi merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengetahui dan mengendalikan jalannya suatu proses agar dapat dikendalikan sesuai dengan yang diinginkan. Dalam mengatur dan mengendalikan kondisi operasi pada alat proses diperlukan adanya alat-alat kontrol atau instrumentasi yang dapat berupa suatu petunjuk (indikator), penganalisa, perekam (*recorder*) dan pengendali (*controller*).

Instrumentasi sangat penting dalam pengendalian proses suatu pabrik industri. Dengan adanya instrumentasi, maka bagian-bagian penting yang memerlukan pengendalian atau pengontrolan dapat dikendalikan secara cermat dan akurat agar kapasitas produksi sesuai yang diharapkan. Variabel-variabel yang perlu diukur atau dikontrol seperti temperatur, tekanan, laju alir, dan ketinggian cairan pada suatu alat. Instrumentasi memiliki fungsi diantaranya (Prasetyo, 2010):

a. **Alat Ukur (*Measurement*)**

Alat ukur berfungsi untuk mengetahui jalannya suatu kondisi operasi melalui pengukuran besaran dari variabel proses yang sedang diukur. Pengukuran yang banyak digunakan adalah berupa pengukuran tekanan (*pressure*), suhu (*temperature*), aliran (*flow*), dan tinggi permukaan cairan (*level*).

b. **Alat Kendali (*Control*)**

Alat kendali berfungsi untuk mengendalikan jalannya operasi supaya *variable* proses yang diukur dapat dikendalikan sesuai nilai yang diinginkan.

c. **Alat Pengaman (*Safety*)**

Alat pengaman berfungsi untuk mencegah kerusakan pada peralatan, mencegah terjadinya kecelakaan pada sistem operasi serta keselamatan untuk para pekerjanya. Sistem pengaman ini mempunyai tahapan yaitu memberi peringatan berupa alarm dan melakukan *shutdown* terhadap proses yang sedang berjalan, yang lebih dikenal dengan sistem *emergency shutdown*.

d. Alat Analisa (*Analyzer*)

Alat analisa berfungsi untuk menganalisa kualitas kandungan dari suatu produk yang dikelola, dapat digunakan juga sebagai alat analisa untuk pencegahan polusi dari hasil buangan industri agar tidak merusak lingkungan.

10.1.1 Tujuan Pemasangan Instrumentasi

Pemasangan instrumentasi atau sistem pengontrolan memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Menjaga kondisi operasi peralatan agar tetap berada dalam kondisi yang aman.
2. Menjaga operasi proses dengan aman serta mendeteksi situasi bahaya dengan membuat tanda-tanda bahaya dan memutus hubungan secara otomatis.
3. Mengatur laju alir produksi sesuai dengan yang diinginkan.
4. Menjaga dan menjamin kualitas produksi.
5. Mempermudah pengoperasian suatu alat.
6. Kondisi berbahaya dapat diketahui secara dini melalui alarm peringatan.
7. Keselamatan dan efisiensi kerja lebih terjamin

10.1.2 Sistem Kontrol

Pemilihan dan penempatan alat pengontrol sangat penting karena menyangkut harga alat yang cukup mahal. Pada umumnya sistem kontrol dapat dibedakan berdasarkan proses kerjanya, antara lain :

1. Manual

Proses manual yaitu alat pengamatan yang dipasang pada alat proses dimana kondisi prosesnya tidak memerlukan ketelitian. Pada proses manual, biasanya peralatan hanya terdiri dari instrumentasi penunjuk dan pencatat saja yang berupa penunjuk (*indicator*) atau perekam (*recorder*) sepenuhnya ditangani oleh tenaga manusia.

2. Otomatis

Proses otomatis yaitu *controller* yang dipasang pada alat proses dimana kondisi prosesnya memerlukan ketelitian. Pengendalian secara otomatis ini dilakukan dengan alat kontrol yang dapat bekerja dengan sendirinya dan terhubung

oleh monitor agar setiap saat dapat dipantau performance alat proses. Perubahan kondisi proses sedikit saja akan mempengaruhi produk baik kualitas maupun kuantitasnya sehingga alat proses ini perlu dipasang alat pengendali (*controller*).

Pemilihan pengendalian peralatan proses memerlukan pertimbangan biaya yang cukup matang, dengan adanya alat-alat *control* pada peralatan sangat membantu menciptakan kondisi operasi yang ideal. Banyak pertimbangan yang harus dilakukan dalam memilih instrumen agar alat tersebut dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Beberapa pertimbangan yang perlu dilakukan antara lain:

- a) Jenis instrumentasi
- b) Range yang diperlukan untuk pengukuran
- c) Ketelitian yang diperlukan
- d) Bahan konstruksi pengaruh pemasangan instrumen pada kondisi proses
- e) Mudah perawatan dan perbaikan
- f) Mudah dalam pengoperasian
- g) Faktor ekonomi

10.1.3 *Bagian Dari Instrumentasi*

Dalam suatu instrumen ada beberapa bagian alat yang pemakaiannya bisa berfungsi sebagai berikut :

- a. *Indicator*
Bagian instrumen yang berfungsi untuk menunjukkan atau pengukuran secara langsung, misalnya level *indicator* yaitu alat penunjuk ketinggian liquida didalam suatu alat pemrosesan.
- b. *Recorder*
Bagian instrumen yang berfungsi untuk mencatat suatu kondisi proses yang merupakan kelengkapan instrumen tipe penunjuk, misalnya pena pada jarum penunjuk pengukur tekanan.
- c. *Controller*
Bagian instrumen yang berfungsi untuk mengendalikan kondisi proses dan operasi, misalnya : *Flow controller* untuk mengendalikan laju alir fluida didalam pipa, *Temperatur controller* untuk mengendalikan suhu operasi selama proses berlangsung agar sesuai dengan suhu yang telah ditetapkan.

- d. *Sensor (Transducer)*
Bagian instrumen yang berfungsi untuk berkontak langsung dengan objek yang diukur untuk mengubah besaran fisik menjadi besaran listrik.
- e. *Sensor Error Detector*
Bagian instrumen yang berfungsi untuk mengukur kesalahan yang terjadi antara keluaran actual dengan keluaran yang diinginkan.
- f. *Penggerak daya (Ajuator)*
Bagian instrumen yang berfungsi untuk mengendalikan aliran energy ke system yang dikendalikan. Alat ini disebut juga elemen pengendali akhir. Elemen pengeluaran ini harus mampu menggerakkan beban ke suatu harga yang diinginkan.

10.1.4 *Jenis – Jenis Instrumentasi*

Dengan adanya instrumen diharapkan proses akan bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Beberapa macam alat instrumetasi antara lain :

- a. *Temperatur Controller (TC)*
Temperatur controller dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan suhu, agar beroperasi pada temperatur konstan.
- b. *Flow Controller (FC)*
Flow controller dipasang pada alat untuk mengendalikan laju alir fluida yang melalui perpipaan.
- c. *Pressure Controller (PC)*
Pressure controller dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan tekanan agar beroperasi pada tekanan konstan.
- d. *Level Controller (LC)*
Level controller dipasang pada alat yang memerlukan pengendalian ketinggian liquid.
- e. *Weight Controller (WC)*
Weight controller dipasang pada alat untuk mengatur laju aliran padatan berdasarkan pada berat padatan yang ditampung dalam suatu penampung sementara.

f. *Feed Ratio Controller (FRC)*

Feed ratio controller dipasang pada alat yang memerlukan pengendalian dalam hal perbandingan bahan yang akan masuk.

g. *Acid Base Controller (PHC)*

Acid Base Controller yaitu mengontrol asam basa dari sebuah larutan dan komponen dari feed awal sampai produk dan residu agar sesuai dengan operasional yang digunakan

10.2 Keselamatan Kerja

Dalam suatu lingkungan pabrik, keselamatan kerja merupakan suatu hal yang sangat penting yang harus diperhatikan dan tidak boleh diabaikan karena menyangkut kelancaran, keselamatan kerja, lingkungan dan masyarakat sekitar pabrik. Keselamatan kerja ialah usaha untuk memberikan rasa aman dan tenang pada karyawan dalam bekerja, mencegah terjadinya kecelakaan, kebakaran dan penyakit kerja dalam lingkungan kerja.

Usaha untuk menjaga keselamatan kerja dan keamanan suatu pabrik tidak hanya ditujukan kepada para pekerjanya saja, tetapi juga ditujukan pada peralatan pabrik. Pekerja dituntut untuk disiplin maupun berhati-hati dalam melakukan pekerjaan, demikian pula peralatan yang ada di dalam pabrik tersebut. Dengan terpeliharanya peralatan proses, maka peralatan pabrik tidak mudah rusak, tidak mudah bocor dan tidak mudah terbakar.

10.2.1 Faktor-Faktor Terjadinya Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja bisa terjadi karena ada beberapa faktor yang mendukung. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja yaitu :

1. **Lingkungan Fisik**

Faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja bisa dikarenakan situasi lingkungan seperti kebisingan, lantai yang licin, penerangan yang kurang dan suhu udara yang sangat mengganggu pekerja. Kecelakaan kerja bisa disebabkan oleh kesalahan perencanaan, aus, rusak, kesalahan pembeli, penyusunan dari peralatan dan sebagainya.

2. **Latar Belakang Pekerja**

Sifat/karakter dari pekerja ada yang baik dan tidak baik. Sifat yang tidak baik dari pekerja itu merupakan sifat dasar pekerja maupun lingkungannya yang meliputi :

- a) Ketidakcocokan pekerja terhadap mesin atau lingkungan kerja
- b) Kurangnya pengetahuan dan keterampilan
- c) Ketidakmampuan fisik, mental dan faktor bakata lainnya
- d) Kurangnya motivasi kerja dan kesadaran akan keselamatan kerja

3. Sistem Manajemen

Sistem manajemen merupakan pengatur kedua unsur sebelumnya, Dimana jika kesalahan sistem manajemen terjadi dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja pada sistem manajemen disebabkan antara lain :

- a) Prosedur kerja tidak diterapkan dengan baik
- b) Kurangnya pengawasan terhadap kegiatan pemeliharaan dan modifikasi pabrik serta tidak adanya inspeksi perusahaan.
- c) Tidak adanya sistem penanggulangan bahaya

10.2.2 Macam-Macam Bahaya

Secara umum ada 3 macam bahaya yang dapat terjadi dan harus mendapatkan perhatian pada pabrik, yaitu :

1. Bahaya Kebakaran dan Peledakan

Bahaya kebakaran dan peledakan dapat terjadi yang disebabkan oleh :

- a) Terjadinya hubungan singkat (korsleting) pada saklar, stop kontak, atau alat listrik lainnya baik pada peralatan instrumentasi maupun pada peralatan listrik sederhana seperti lampu, radio, komputer, mesin *fax*, *answering machine*, dll.
- b) Ledakan yang di akibatkan tangki bahan baku yang bertekanan tinggi.

Bahaya ini dapat dicegah untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja yaitu dengan beberapa cara, antara lain :

- a) Pemasangan pipa air melingkar (*water hydrant*) di seluruh areal pabrik.

- b) Pemasangan alat pemadam kebakaran yang mudah dijangkau di setiap tempat rawan ledakan dan kebakaran, terutama di sekitar alat-alat proses bertekanan dan bersuhu tinggi.
- c) Untuk mencegah atau mengurangi bahaya-bahaya yang timbul, dipakai isolasi panas atau isolasi listrik dan pada tempat yang bertegangan tinggi diberi penghalang atau pagar.
- d) Pemasangan alat-alat listrik harus diatur sedemikian rupa agar tidak berdekatan dengan sumber panas.
- e) Membuat plakat-plakat, slogan-slogan atau *Standar Operational Procedures* (SOP) pada setiap proses yang salah satu isinya menerangkan bahaya dari proses atau alat yang bersangkutan.

2. **Bahaya Mekanik**

Bahaya mekanik dapat terjadi yang disebabkan oleh pengerjaan konstruksi bangunan atau alat proses yang tidak memenuhi syarat. Hal-hal yang harus diperhatikan untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya bahaya ini adalah :

- a) Perencanaan alat harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, pertimbangan faktor korosi. Perencanaan alat *under design* biasanya lebih besar menciptakan bahaya ini.
- b) Pemasangan alat kontrol atau indikator yang baik dan sesuai, serta pemberian alat pengaman proses pada alat-alat yang beresiko besar menciptakan terjadinya bahaya ini.
- c) Sistem perpipaan untuk air, udara, *steam* dan bahan bakar hendaknya diberi cat dan warna tertentu berbeda dengan warna sekitarnya dan diberi nama sesuai isi pipa.

3. **Bahaya Terhadap Kesehatan dan Jiwa Manusia**

Bahaya ini dapat terjadi karena kurangnya kesadaran dari seluruh karyawan untuk menjaga keselamatan jiwa sendiri dan orang lain. Oleh karena itu pengetahuan tentang kesehatan dan keselamatan kerja (K3) perlu diketahui oleh seluruh karyawan mulai dari karyawan operator proses sampai karyawan administrasi. Pelatihan atau penyuluhan K3 akan berbeda bagi setiap karyawan

tergantung pada bagian mana dia bekerja. Selain itu, pembuatan ventilasi setiap ruangan harus disesuaikan dengan standar WHO (*World Health Organization*) agar lingkungan kerja yang sehat dapat meningkatkan produktifitas karyawan dalam bekerja.

a. Faktor Fisik

- 1) Suara tinggi atau bising dapat menyebabkan ketulian
- 2) Temperatur atau suhu tinggi dapat menyebabkan *Hyperpireksi, Miliaria Heat Cramp, Heat Exhaustion*, dan *Heat Stroke*
- 3) Radiasi sinar elektromagnetik infra merah dapat menyebabkan katarak
- 4) Ultraviolet dapat menyebabkan konjungtivitis
- 5) Radio aktif/alfa/beta/gama/X dapat menyebabkan gangguan terhadap sel tubuh manusia
- 6) Tekanan udara tinggi menyebabkan *Coison Disease*
- 7) Getaran menyebabkan *Reynaud's Desiase*, gangguan metabolisme, *Polineuritis*

Pencegahan:

- 1) Pengendalian cahaya di ruang laboratorium.
- 2) Pengaturan ventilasi dan penyediaan air minum yang cukup memadai.
- 3) Menurunkan getaran dengan bantalan anti vibrasi
- 4) Pengaturan jadwal kerja yang sesuai.
- 5) Pelindung mata untuk sinar laser
- 6) Filter untuk mikroskop

10.2.3 Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Kewajiban dalam penggunaan alat pelindung diri di tempat kerja yang mempunyai risiko terhadap timbulnya kecelakaan dan penyakit akibat kerja telah diatur dalam Undang-undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. Alat Pelindung Diri (APD) adalah seperangkat alat keselamatan yang digunakan oleh pekerja untuk melindungi seluruh atau sebagian tubuhnya dari kemungkinan adanya pemaparan potensi bahaya. Namun demikian alat pelindung diri akan dapat mengurangi tingkat keparahan dari suatu kemungkinan terjadinya kecelakaan atau penyakit akibat kerja.

Alat pelindung diri harus mampu memberikan perlindungan efektif kepada pekerja atas potensi bahaya yang dihadapi di tempat kerja.

1. Dalam pemilihan dan penggunaan alat pelindung diri perlu diperhatikan hal sebagai berikut:
 - a) Alat pelindung diri mempunyai berat yang seringan mungkin, nyaman dipakai dan tidak merupakan beban tambahan bagi pemakainya.
 - b) Tidak menimbulkan gangguan kepada pemakainya, baik karena jenis
 - c) Mudah untuk dipakai dan dilepas kembali
 - d) Tidak mengganggu penglihatan, pendengaran, dan pernapasan serta gangguan
 - e) Tidak mengurangi persepsi sensori dalam menerima tanda-tanda peringatan
 - f) Suku cadang alat pelindung diri yang bersangkutan cukup tersedia di pasaran
2. Alat Pelindung Diri sesuai dengan lokasi pekerjaan

Adapun beberapa alat-alat keselamatan kerja yang harus digunakan untuk prarancangan pabrik *fatty Acid* yaitu:

Tabel 10.1 Alat-Alat Keselamatan Kerja

No	Nama Alat Pengaman	Lokasi Pengamanan
1	Masker	Storage, Laboratorium
2	Helm/Topi Pengaman	Storage, Unit Proses
3	Sepatu Karet	Storage, Unit Proses
4	Sarung Tangan	Storage, Laboratorium
5	Unit Pemadam Kebakaran	Semua ruangan di area pabrik
6	Baju Khusus	Laboratorium, Storage, Unit Proses

10.2.4 Rambu – Rambu K3

Rambu-rambu Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan alat bantu yang bermanfaat untuk membantu menginformasikan bahaya dan untuk melindungi kesehatan dan keselamatan para pekerja atau pengunjung yang berada di tempat kerja tersebut. Pemilihan warna pada rambu-rambu keselamatan kerja juga menuntut perhatian dari kemungkinan terdapat potensi bahaya yang dapat menyebabkan celaka, misalnya potensi akan adanya bahaya dapat digambarkan

dengan menggunakan warna kuning. Bilamana pekerja menyadari adanya potensi bahaya di sekitarnya, kemudian pekerja dapat melakukan tindakan pencegahan dini agar tidak terjadi kecelakaan. Oleh sebab itu resiko kemungkinan terjadinya kecelakaan, luka, cacat atau kerusakan lainnya dapat diperkecil. Adapun beberapa warna yang terdapat pada rambu – rambu K3 sebagai berikut :

1. Hijau : Rambu-rambu evakuasi atau zona aman dan pertolongan
2. Merah : Rambu pemadam api dan larangan berwarna merah
3. Kuning : Rambu pemadam api dan larangan berwarna merah
4. Biru : Rambu kewajiban ditaati
5. Putih : Informasi umum

Adapun bentuk geometri dari rambu – rambu sebagai berikut :

1. Lingkaran : Tanda perintah
2. Segitiga : Tanda waspada
3. Persegi : Tanda informasi

(ITS, 2021)

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Kelayakan suatu pabrik selain mempertimbangkan faktor teknis juga harus ditinjau dari segi ekonomis, apakah menguntungkan atau tidak. Untuk hal tersebut dilakukan perhitungan atau analisa ekonomi terhadap pabrik tersebut, faktor-faktor yang harus diperhatikan adalah laju pengembalian modal dan titik impas produksi (*Break Event Point*).

11.1 Modal yang Ditanamkan (*Capital Investment*)

Capital investment adalah modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik dan menjalankan pada masa *start-up* sampai diyakini pabrik berjalan dengan normal. *Capital investment* terdiri dari biaya untuk mendirikan pabrik (*Fixed Capital Investment*) dan biaya untuk menjalankan pabrik dalam waktu tertentu (*Working Capital Investment*).

Perhitungan *capital investment* yang diperlukan dalam proses persiapan pabrik ini dilakukan dengan menggunakan studi pendekatan yaitu metode *study estimate*, dimana *capital investment* dihitung berdasarkan harga peralatan pabrik. Berdasarkan perhitungan pada Lampiran F, diperoleh *Total Capital Investment* yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik asam asetat sebesar Rp 1.487.014.900.387. Sumber modal yang direncanakan dari modal pinjaman 40% dan modal sendiri 60%.

11.2 Biaya Produksi (*Production Cost*)

Biaya produksi yaitu biaya yang diperlukan untuk mengoperasikan pabrik. Biaya produksi dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu *manufacturing cost* dan *general expanse*. *Manufacturing cost* yaitu biaya yang berhubungan dengan produksi langsung, biaya tetap dan biaya *overhead*. *General expanse* yaitu biaya yang dikeluarkan untuk keperluan administrasi, distribusi, penjualan produk, penelitian dan pembiayaan lainnya.

11.3 Analisa Keuntungan dan Kerugian

Analisa keuntungan (profitabilitas) dapat dilakukan dengan metode *cash flow*. Analisa laba dan rugi meliputi:

- a. Laba kotor dan laba bersih
- b. Laju pengembalian modal (*Internal Rate Of Return*)
- c. Waktu pengembalian modal (*Pay Out Time*)
- d. Titik impas (*Break Event Point*)

Pada perhitungan analisa laba dan rugi ini dilakukan beberapa asumsi dan ketentuan yang mendekati keadaan yang nyata.

1. Usia pabrik diperkirakan 20 tahun. Kapasitas produksi masing-masing adalah:

Tahun ke-1	= 80%
Tahun ke-2	= 90%
Tahun ke-3 hingga ke -18	= 100%
Tahun ke-19	= 90%
Tahun ke-20	= 80%
2. Bunga pinjaman 5% pertahun (PT Bank Negara Indonesia, 2026)
3. Inflasi sebesar 3% (PT Bank Negara Indonesia, 2026)
4. Masa konstruksi pabrik dan bangunan 2 tahun
5. Pajak penghasilan 25% pertahun (PP No.7 Tahun 1983 tentang Pajak Penghasilan)

11.3.1 Laba Kotor dan Laba Bersih

Laba adalah hasil yang diperoleh dari total penjualan dikurangi total ongkos produksi. Laba yang diperoleh sebelum dikurangi pajak penghasilan disebut laba kotor, sedangkan laba bersih laba yang diperoleh setelah dikurangi pajak perusahaan adalah laba bersih.

11.3.2 *Internal Rate Of Return (IRR)*

Internal Rate Of Return adalah perbandingan antara laba yang diperoleh tiap tahun terhadap modal yang ditanamkan. *Internal Rate Of Return* dapat digunakan untuk mengetahui apakah pabrik layak didirikan atau tidak. Apabila IRR yang diperoleh lebih besar dari laju bunga uang yang didepositkan di bank, yaitu sebesar

9,80% maka pabrik dikatakan layak didirikan ditinjau dari segi ekonomis. Berdasarkan pada perhitungan pada Lampiran F, bahwa pada pabrik etil asetat ini diperoleh IRR lebih besar dari laju bunga uang yang didepositkan IRR yang didapat dari perhitungan sebesar 25,29%.

11.3.3 Pay Out Time (POT)

Pay out time adalah lamanya waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal yang dipinjamkan untuk mendirikan pabrik. Untuk pabrik Asam Asetat yang direncanakan ini diperoleh POT selama 3,9 tahun.

11.3.4 Return On Investment (ROI)

Return On Investment adalah rasio yang menunjukkan hasil perhitungan laba bersih yang didapatkan dari nominal investasi yang sudah dikeluarkan. Berdasarkan pada hasil perhitungan yang terdapat pada Lampiran F dapat diketahui ROI-nya sebesar 57%.

11.3.5 Break Event Point (BEP)

Break Event Point adalah titik dimana hasil penjualan sama dengan biaya yang dikeluarkan untuk produksi. Berdasarkan pada hasil perhitungan yang terdapat pada Lampiran F dapat diketahui BEP-nya sebesar 41,34%.

Hasil perhitungan analisa ekonomi untuk IRR, POT dan BEP dapat dilihat pada Tabel 11.1

Tabel 11.1 Hasil Perhitungan Analisa Kelayakan Ekonomi

No	Keterangan	Perhitungan	Batasan
1.	<i>Internal Rate Of Return</i> (IRR)	24,17%	> Persen Bunga Bank
2.	POT sesudah pajak	3,9 tahun	3-5 tahun
3.	<i>Return On Investment</i> (ROI)	57%	Min 15%
4.	<i>Break Event Point</i> (BEP)	41,34%	Max 60%

Dari hasil perhitungan ekonomi yang di dapat maka pabrik "*Fatty Acid*" ini layak untuk di dirikan.

11.4 Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi

Hasil perhitungan analisa ekonomi berdasarkan pada Lampiran F adalah sebagai berikut:

<i>Fixed Capital Investement</i>	= Rp 1.263.962.665.329
<i>Working Capital Investement</i>	= Rp 148.701.490.038
Total Investasi	= Rp 1.487.014.900.387
Total Biaya Produksi	= Rp 2.486.360.069.186
Depresiasi per tahun	= Rp 126.396.266.532,97
Depresiasi 20 tahun umur pabrik	= Rp 2.527.925.330.659
Hasil penjualan	= Rp 3.782.260.297.204
Laba Sebelum Pajak	= Rp 376.287.599.688
Laba Sesudah Pajak	= Rp 282.215.699.766

Perhitungan analisa ekonomi yang lebih jelas dapat dilihat pada Lampiran F.

BAB XII

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisa perhitungan pada Pra Rancangan Pabrik *Fatty Acid* dari CPKO dengan kapasitas produksi 100.000 ton/tahun diperoleh kesimpulan, yaitu:

1. Kapasitas produksi Fatty Acid dengan kapasitas produksi 100.000 ton/tahun menggunakan bahan baku CPKO sebanyak 12.626,263 kg/jam kg/jam.
2. Bentuk badan usaha yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT). Bentuk organisasi yang direncanakan adalah line dan staff dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan 258 orang.
3. Pabrik *fatty acid* berkapasitas 100.000 ton/tahun direncanakan dibangun di Medan Deli, Kawasan Industri Medan, karena memiliki lokasi yang strategis, dekat dengan sumber bahan baku CPKO dan pusat industri kelapa sawit seperti PT SOCIMAS, Wilmar International, dan Musim Mas Group, sehingga menjamin kontinuitas pasokan bahan baku dan menekan biaya transportasi. Selain itu, lokasi ini memiliki akses distribusi dan ekspor yang baik melalui Pelabuhan Belawan, didukung oleh infrastruktur kawasan industri yang lengkap, ketersediaan air industri dari Sungai Deli dan Sungai Belawan, tenaga kerja yang memadai, serta berdekatan dengan berbagai industri hilir oleokimia sehingga mendukung efisiensi produksi, distribusi, dan pengembangan pasar produk *fatty acid*.
4. Luas tanah yang dibutuhkan adalah 46.860 m².
5. Analisa ekonomi:
 - a. Fixed Capital Investment = Rp 1.263.962.665.329
 - b. Working Capital Investment = Rp 148.701.490.038
 - c. Total Capital Investment = Rp 1.487.014.900.387,9
 - d. Total Biaya Produksi = Rp 2.486.360.069.186
 - e. Hasil Penjualan = Rp 3.782.260.297.204
 - f. Laba Kotor = Rp 376.287.599.688
 - g. Laba Bersih = Rp 282.215.699.766

- h. Break Event Point (BEP) = 41,34%
- i. Pay Out Time (POT) = 3,9 tahun
- j. Internal Rate of Return (IRR) = 24,17%

Berdasarkan data-data hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan Prarancangan Pabrik *Fatty Acid* dari CPKO layak untuk didirikan dengan kapasitas produksi 100.000 ton/tahun.