



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian Proses

Minyak goreng merupakan minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar yang biasanya digunakan untuk menggoreng bahan makanan. Minyak goreng berfungsi sebagai penghantar panas, penambah rasa gurih, dan penambah nilai kalori bahan pangan. Minyak goreng dapat dibedakan berdasarkan beberapa aspek, yaitu :

A. Berdasarkan sifat fisiknya

1. Minyak tidak mengering (*non-drying oil*)

Contoh tipe minyak ini adalah minyak zaitun, minyak rape, dan minyak hewani.

2. Minyak nabati setengah mengering (*semi-drying oil*)

Contoh tipe minyak ini adalah minyak biji kapas, minyak biji bunga matahari, minyak gandum, dan minyak jagung.

3. Minyak nabati mengering (*drying oil*)

Contoh tipe minyak ini adalah minyak kacang kedelai, minyak biji karet, minyak biji poppy, dan *walnut*.

B. Berdasarkan sumber dari tanaman

1. Biji-bijian palawija, misalnya minyak jagung, biji kapas, kacang, dan bunga matahari.

2. Kulit buah tanaman tahunan, misalnya minyak zaitun dan kelapa sawit.

3. Biji-bijian dari tanaman tahunan, misalnya kelapa, cokelat, dan inti sawit.

C. Berdasarkan keberadaan ikatan rangkap dalam struktur molekulnya

1. Minyak dengan asam lemak jenuh (*saturated fatty acids*)

Asam lemak tak jenuh antara lain terdapat pada air susu ibu (asam laurat) dan minyak kelapa. Sifatnya cenderung stabil dan tidak mudah bereaksi atau berubah menjadi asam lemak jenis lain.

2. Minyak dengan asam lemak jenuh tunggal (*mono-unsaturated fatty acids*) dan majemuk (*poly-unsaturated fatty acids*)

Asam lemak tak jenuh memiliki ikatan atom karbon rangkap yang mudah



terurai dan bereaksi dengan senyawa lain, sampai mendapatkan komposisi yang stabil berupa asam lemak jenuh. Semakin banyak jumlah ikatan rangkapnya maka semakin mudah untuk bereaksi.

3. Minyak dengan asam lemak *trans* (*trans fatty acid*)

Asam lemak *trans* banyak terdapat pada lemak hewan, *margarine*, mentega, minyak terhidrogenasi, dan terbentuk dari proses penggorengan. Lemak *trans* meningkatkan kadar kolesterol jahat.

Proses produksi minyak PT. SMART Tbk, Surabaya menggunakan metode pemurnian CPO. Pemurnian CPO bertujuan untuk menghilangkan komponen-komponen yang masih terikut ketika proses pengekstrakan minyak seperti serat mesokrap, kelembaban, asam lemak bebas, phospholipida, logam, produk oksidasi, dan bahan-bahan yang memiliki bau yang kuat. Pengolahan CPO tersebut menghasilkan produk akhir yaitu olein dan stearin serta produk hasil samping berupa PFAD. Proses tersebut terbagi menjadi *Refinery* dan *Fractination*.

II. 1. 1. Proses *Refinery*

Proses *Refinery* adalah proses memurnikan CPO dengan tahapan proses *preheating*, *degumming*, *bleaching* dan *dedorized* sehingga menghasilkan kualitas produk RBDPO yang sesuai spesifikasi.

1. *Preheating*

Bahan utama proses *refinery* adalah *crude palm oil* (CPO) yang disimpan pada tangki penyimpanan CPO (*storage tank*). Temperatur CPO dijaga sekitar 40 – 45°C. Umpan CPO dipompakan melewati *strainer* yang berfungsi sebagai penyaring *impurities* yang terikut dalam CPO. CPO kemudian dialirkan melalui sistem pengembalian panas (*heat recovery system/economizer*) yang berupa *plate heat exchanger* dengan heat transfer dari RBDPO dan target temperatur 95-105°C. Jika dalam keadaan *start up* umpan dilewatkan melalui *plate heat exchanger* dengan pemanasan menggunakan *steam* yang didapat dari *power plant*. Dari *plate heat*



exchanger CPO dialirkan menuju *dryer*, bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam CPO.

2. *Degumming*

Proses degumming adalah menghilangkan zat-zat yang terlarut atau zat-zat yang bersifat koloidal, seperti: resin, gum, protein dan fosfatida dan air yang terkandung dalam CPO (Crude Palm Oil). Proses degumming dilakukan dengan cara penambahan asam phospat 0,05 % (ortho posporit acid). Protein dan getah akan mengalami koagulasi, sehingga perlu dilakukan proses pengendapan dan pemisahan antara minyak dan koagulan.

Proses degumming dibedakan menjadi beberapa macam, antara lain water degumming, dry degumming, enzymatic degumming, membrane degumming, dan acid degumming. Proses degumming yang paling banyak digunakan dewasa ini adalah proses degumming dengan menggunakan asam. Pengaruh yang ditimbulkan oleh asam tersebut adalah menggumpalkan dan mengendapkan zat-zat seperti protein, fosfatida, gum dan resin yang terdapat dalam minyak mentah. Proses degumming dilakukan untuk memisahkan getah tanpa mereduksi asam lemak pada minyak. Acid degumming CPO dengan asam fosfat dimaksudkan untuk memisahkan fosfatida yang merupakan sumber rasa dan warna yang tidak diinginkan.

3. *Bleaching*

Proses bleaching (pemucatan) dimaksudkan untuk mengurangi atau menghilangkan zat-zat warna (pigmen) dalam minyak kelapa sawit mentah. Warna minyak kelapa sawit mentah dapat berasal dari bahan dasar minyak ataupun warna yang timbul pada proses pengolahan CPO (Crude Palm Oil) menjadi minyak goreng. Pigmen yang biasa terdapat di dalam suatu minyak mentah ialah carotenoid yang berwarna merah atau kuning, chlorophyllida dan phaephytin yang berwarna hijau. Pemucatan minyak sawit di industri pengolahan minyak sawit, umumnya dilakukan dengan adsorben berupa BE (Bleaching Earth). Pemucatan minyak sawit dengan BE (Bleaching Earth)



secara komersial dilakukan pada suhu 100-130 °C, dengan kadar sekitar 0,8-1,8 % dari rate CPO.

Proses bleaching (pemucatan) yang digunakan adalah proses bleaching dengan absorpsi. Proses ini menggunakan zat penyerap (absorben) yang memiliki aktivitas permukaan yang tinggi untuk menyerap zat warna yang terdapat dalam minyak mentah. Disamping menyerap zat warna, absorben juga dapat menyerap zat yang memiliki sifat koloidal lainnya seperti gum dan resin. Absorben yang paling banyak digunakan dalam proses bleaching minyak dan lemak adalah tanah pemucat (Bleaching Earth) dan arang (Carbon). Arang sangat efektif dalam penghilangan pigmen warna merah, hijau dan biru, tetapi karena harganya terlalu mahal maka dalam pemakaiannya biasanya dicampur dengan tanah pemucat dengan jumlah yang disesuaikan terhadap jenis minyak mentah yang akan dipucatkan. Proses pemucatan biasanya dilakukan dengan penyerapan melalui bleaching earth (bentonit), arang aktif dan lain sebagainya.

4. *Deodorisasi*

Proses deodorisasi bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan rasa dan bau yang tidak dikehendaki dalam minyak untuk makanan. Senyawa-senyawa yang menimbulkan rasa dan bau yang tidak enak tersebut biasanya berupa senyawa yang merupakan hasil dekomposisi senyawa asam lemak bebas, senyawa-senyawa aldehyd dan keton serta senyawa-senyawa yang mempunyai volatilitas tinggi lainnya. Proses deodorisasi yang banyak dilakukan adalah cara distilasi uap yang didasarkan pada perbedaan harga volatilitas gliserida dengan senyawa-senyawa yang menimbulkan rasa dan bau tersebut, dimana senyawa-senyawa tersebut lebih mudah menguap dari pada gliserida. Uap yang digunakan adalah Super Heated Steam (uap kering), yang mudah dipisahkan secara kondensasi.

CPO yang telah melewati proses degumming, bleaching, dan filtration maka sudah menjadi DBPO yang siap untuk proses selanjutnya yakni deasidifikasi dan deodorisasi. Minyak mula-mula didearasi kemudian dipanaskan pada suhu 240–270 °C. Penggunaan suhu sekitar 270 °C harus



dihindari untuk meminimalkan kehilangan minyak, tokoferol, tokotrienol, dan kemungkinan terjadinya isomerisasi dan reaksi termokimia yang tidak diinginkan. Pada kondisi tersebut dan dengan penggunaan uap sebagai penambah panas maka asam lemak yang masih ada dalam minyak hasil penyaringan akan teruapkan bersama bahan-bahan berbau tajam dan produk oksidasi aldehid dan keton. Produk oksidasi tersebut dapat menimbulkan rasa dan aroma yang tidak diinginkan dalam minyak. Pada waktu yang sama karotenoid yang tersisa akan terdekomposisi oleh panas dan akan menghasilkan RBDPO yang berwarna terang dan tidak berasa.

Proses deodorisasi pada intinya adalah distilasi uap pada keadaan vakum. Distilasi uap pada tekanan vakum untuk menguapkan aldehid dan senyawa aromatik lainnya menggunakan prinsip hukum Raoult. Sebelum masuk ke dalam alat deodorisasi, minyak yang sudah dipucatkan dipanaskan sampai 210-250 °C. Alat deodorisasi beroperasi dengan 4 cara, yaitu deaerasi, pemanasan, pemberian uap, dan pendinginan. Di dalam kolom, minyak dipanaskan sampai 240-280 °C dalam kondisi vakum. Manfaat pemberian uap langsung menjamin pembuangan sisa-sisa asam lemak bebas, aldehida, dan keton.

5. *Fraksinasi*

Setelah dihasilkan RBDPO ataupun NBDPO, maka proses selanjutnya yang harus dilakukan adalah fraksinasi. Fraksinasi merupakan metode fisik dengan menggunakan sifat kristalisasi dari trigliserida untuk memisahkan campuran menjadi leleh rendah fraksi cair dan lebur tinggi fraksi cair. Minyak sawit kasar berbentuk semi padat pada suhu kira – kira 25 °C. Minyak sawit yang disimpan di tempat dingin pada suhu rendah dapat terpisah menjadi fraksi padat (stearin) dan fraksi cair (olein). Fraksinasi bertujuan untuk memisahkan fraksi stearin dan olein berdasarkan titik beku kedua fraksi tersebut. Proses ini dilakukan dalam dua tahap yaitu proses kristalisasi dengan cara mengatur suhu dan tahap kedua yaitu pemisahan fraksi cair dan padat.

Fraksinasi minyak kelapa sawit dapat menghasilkan olein sebesar 70-80 % dan stearin 20-30 %. Olein dan stearin mempunyai komposisi asam



lemak yang berbeda. Kandungan karotenoid dalam fraksi olein dapat meningkat 10-20 %.

Proses fraksinasi terjadi karena adanya mekanisme dimana lemak didinginkan sehingga menyebabkan hilangnya panas dan memperlambat gerakan molekul. Jarak antar molekul menjadi lebih kecil dan akan timbul gaya tarik menarik antara molekul yang disebut gaya Van Der Waals. Akibat adanya gaya ini radikal-radikal asam lemak saling bertumpuk membentuk kristal yang spesifik tergantung jenis asam lemaknya dan terjadilah pemisahan. Tahap-tahap pembentukan kristal meliputi penjumlahan (saturation), pembentukan inti (nucleation), dan pertumbuhan kristal (growth)

Dua komponen yang dihasilkan dari fraksinasi minyak kelapa sawit adalah minyak goreng (olein) dan stearin (bentuk padat). Berikut adalah karakteristik dari kedua produk tersebut :

A. *Olein*

Olein sawit merupakan trigliserida yang pada dasarnya merupakan triester dari gliserol dan tiga asam lemak. Seperti sebagian besar minyak nabati dan lemak hewan lainnya, komponen utama dari olein adalah trigliserida atau disebut juga triasigliserol (triacylglycerol). Selain trigliserida, dalam olein juga terdapat komponen yang merupakan hasil hidrolisis trigliserida yaitu monogliserida (memiliki satu asam lemak), digliserida (memiliki dua rantai asam lemak), dan free fatty acid (asam lemak bebas yang tidak terikat dalam ester gliserol). Setiap molekul trigliserida ini tersusun dari berbagai jenis asam lemak dengan panjang rantai yang berbeda-beda.

Panjang rantai dan letak ikatan rangkap menentukan sifat fisik baik asam lemak maupun trigliserida itu sendiri. Distribusi asam lemak jenuh (ikatan tunggal) dan asam lemak tidak jenuh (ikatan rangkap) dalam gliserol dalam minyak nabati tidak terjadi secara acak, namun ditentukan oleh enzim lipase selama proses biosintesis pada jaringan tanaman sawit. Komposisi asam lemak pada olein tersaji pada Tabel II.1.



Tabel II.1. Komposisi Asam Lemak Pada Olein

Asam Lemak	Jumlah (%)
Laurat (C _{12:0})	0,1 – 0,5
Miristat (C _{14:0})	0,9 – 1,4
Palmitat (C _{16:0})	37,9 – 41,7
Palmitoleat (C _{16:1})	0,1 – 0,4
Stearat (C _{18:0})	4,0 – 4,8
Oleat (C _{18:1})	40,8 – 43,9
Linoleat (C _{18:2})	10,4 – 13,4
Linolenat (C _{18:3})	0,1 – 0,6
Arachidat (C _{20:0})	0,2 – 0,5

Dari Tabel II.1 diatas dapat diketahui bahwa komposisi pada olein didominasi oleh asam lemak jenis palmitat sebesar 37,9 – 41,7, oleat sebesar 40,8 -43,9, dan linoleat sebesar 10,4 – 13,4. Setiap asam lemak yang terkandung pada olein memiliki perbedaan, misalnya saja asam stearat tidak memiliki ikatan rangkap dan disebut sebagai molekul asam lemak jenuh. Sementara itu asam lemak oleat memiliki 1 ikatan rangkap cis dan asam linoleat memiliki 2 ikatan rangkap cis. Ikatan ini mempengaruhi struktur dan titik beku. Panjang rantai dan kejenuhan molekul minyak dan lemak mempengaruhi sifat fisika kimia secara keseluruhan meliputi densitas, bilangan iod, bilangan penyabunan, bilangan asam, titik didih, titik nyala, titik beku, dan sifat yang lainnya.

B. Stearin

Stearin sawit merupakan fraksi padat yang dihasilkan dari proses fraksinasi minyak sawit setelah melalui pemurnian. Karakteristik fisik stearin sawit bersifat padat pada suhu ruang, berbeda dengan olein sawit yang bersifat cair pada suhu ruang, berbeda dengan olein sawit yang bersifat cair pada suhu ruang. Komposisi asam lemak pada stearine tersaji pada Tabel II.2



Tabel II.2. Komposisi Asam Lemak Pada Stearine

Asam Lemak	Jumlah (%)
Laurat (C _{12:0})	0,1 – 0,6
Miristat (C _{14:0})	1,1 – 1,9
Palmitat (C _{16:0})	47,2 – 73,8
Palmitoleat (C _{16:1})	0,05 – 0,2
Stearat (C _{18:0})	4,4 – 5,6
Oleat (C _{18:1})	15,6 – 37,0
Linoleat (C _{18:2})	3,2 – 9,8
Linolenat (C _{18:3})	0,1 – 0,6

II.2 Uraian Tugas Khusus

Judul :

“NERACA MASSA UNIT REFINERY-FRAKSINASI PLANT PT. SMART
Tbk, SURABAYA“

II.2.1 Rumusan Masalah

Dalam serangkaian proses pengolahan di suatu industri, kesetimbangan massa (*Neraca Massa / Mass Balance*) merupakan salah satu hal penting yang harus diperhatikan, dimana massa yang masuk ke dalam suatu sistem harus keluar meninggalkan sistem tersebut atau terakumulasi di dalam sistem. Maka dari itu, perlu dilakukan perhitungan secara *real* agar dapat diketahui apakah jumlah massa yang masuk ke dalam sistem sama dengan jumlah massa yang keluar meninggalkan sistem atau tidak.

II.2.2 Tujuan

Tujuan dari dari Tugas Khusus Kerja Praktek ini adalah untuk mengetahui perhitungan neraca massa pada unit refinery-fraksinasi plant.

II.2.3. Manfaat

Manfaat dari Tugas Khusus Kerja Praktek ini adalah agar dapat mengetahui kesetimbangan massa dalam serangkaian proses pengolahan di suatu industri secara *real*.



II.2.4 Secara Khusus

Neraca Massa merupakan perhitungan semua bahan yang ada dalam proses. Ada kalanya bahan yang dikenakan proses berubah bentuk menjadi senyawa lain atau menjadi konsumsi dalam sistem itu, tetapi jumlah massanya tidak berubah. Massa yang tumbuh dan massa yang terambil diartikan bila terjadi reaksi kimia maka bahan yang satu bisa terambil dan membentuk senyawa lain. Sebelum masuk pada neraca massa, diperlukan pengertian-pengertian tentang sistem, proses, dan aliran.

1. Sistem

Sistem dapat diartikan sebagai suatu kesatuan yang kompak dari satu atau beberapa subsistem. Misalnya, komputer merupakan suatu sistem yang terdiri dari keyboard, CPU, dan monitor, tetapi CPU juga merupakan sistem yang di dalamnya terdapat komponen-komponen pembentuk sistem (CPU) itu.

Di dalam proses terdapat pengertian sistem tertutup dan sistem terbuka. Sistem tertutup dapat dikatakan sebagai sistem atau proses “batch”. Dalam sistem tertutup tidak ada bahan yang masuk atau keluar, massa dalam sistem tertutup harus tetap. Sistem terbuka adalah sistem yang mengalir atau kontinyu.

2. Proses

Proses merupakan suatu kondisi atau keadaan yang mengalami pengolahan untuk menghasilkan produk tertentu. Dalam industri, proses merupakan pengolahan bahan baku menjadi produk. Macam proses yaitu batch dan kontinyu.

Proses batch merupakan suatu pengolahan yang terdiri dari beberapa kegiatan, yaitu pemasukan bahan ke dalam alat, pengolahan, dan pengeluaran hasil. Di dalam industri, waktu satu batch ini amat berarti dalam pengelolaan waktu secara keseluruhan produksi. Pada umumnya produksi berjalan secara terus menerus tak terputus. Oleh karena itu kapasitas produksi batch sangat menentukan produk yang dihasilkan secara kontinu.

Proses kontinu seperti yang telah disebut di atas yaitu proses yang berjalan secara terus menerus tanpa henti. Neraca massa pada proses ini berada dalam aliran “steady” hingga berlaku :

$$\text{Massa masuk} = \text{massa keluar}$$



3. Aliran

Pada proses yang kontinu, terdapat dua arah aliran, yaitu aliran searah (cocurrent) dan berlawanan arah (counter current). Masing-masing aliran memiliki kelebihan dan kekurangan. Hal itu juga tergantung pada jenis proses yang ada, apakah proses perpindahan panas atau perpindahan massa. Demikian juga, apakah dilakukan dengan cara kontak langsung atau tidak. Hal itu juga tergantung pada sifat bahan yang akan diproses baik secara fisik maupun kimia.

4. Keadaan mantap (steady) dan Tak mantap (unsteady)

Proses dalam keadaan mantap (steady) adalah proses dimana semua aliran yang masuk dan keluar, laju dan komposisinya tetap (tidak bergantung dari waktu). Pada keadaan seperti ini jumlah massa yang menumpuk juga tetap (laju akumulasi/penumpukan = 0) dan tidak turut diperhitungkan. Pada keadaan ini persamaan neraca massa menjadi :

$$\text{Jumlah massa masuk} = \text{Jumlah massa keluar}$$

Pada proses yang tidak/belum mantap (unsteady/transisi), laju alir maupun komposisi senantiasa berubah (merupakan fungsi waktu). Untuk keadaan ini akumulasi selalu diperhitungkan.

II.2.5 Pembahasan Tugas Khusus

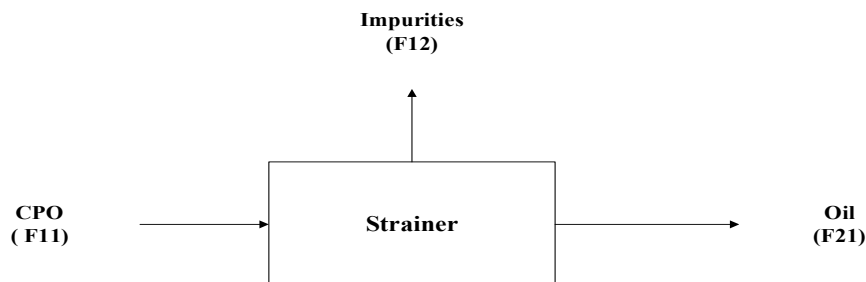
Perhitungan neraca massa di *Refinery-Fractionation Plant I*.

Data diambil pada Jumat, 27 Desember 2019 pukul 07.00 – 08.00 WIB.

- Basis operasi 1 jam.
- Rate CPO 23000 kg/jam

1. Strainer I

Berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran yang terdapat di dalam CPO





F11 (dari tangki C)					
CPO	=	23000	x	95.921%	= 22061.83
FFA	=	23000	x	3.843%	= 883.89
Moist	=	23000	x	0.200%	= 46
Impurities	=	23000	x	0.036%	= 8.28

F12 (tersaring)					
Impurities	=	8.28	X	20%	= 1.656

F21 (ke economizer)					
CPO	=	22998.344	X	95.928%	= 22061.830
FFA	=	22998.344	X	3.843%	= 883.890
Moist	=	22998.344	X	0.200%	= 46.000
Impurities	=	22998.344	X	0.029%	= 6.624

Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F11 (dari tangki C)		F12 (tersaring)	
CPO	= 22061.83	Impurities	= 1.656
FFA	= 883.89	F21 (ke economizer)	
Moist	= 46	CPO	= 22061.830
Impurities	= 8.28	FFA	= 883.890
		Moist	= 46.000
		Impurities	= 6.624
Total	= 23000	Total	= 23000

2. Economizer

Berfungsi untuk membantu memanaskan CPO, sehingga dapat mengurangi beban steam pada heater sebelum masuk ke tangki dryer



F21 (dari strainer I)					
CPO	=	22998.344	X	95.928%	= 22061.830
FFA	=	22998.344	X	3.843%	= 883.890
Moist	=	22998.344	X	0.200%	= 46.000
Impurities	=	22998.344	X	0.029%	= 6.624

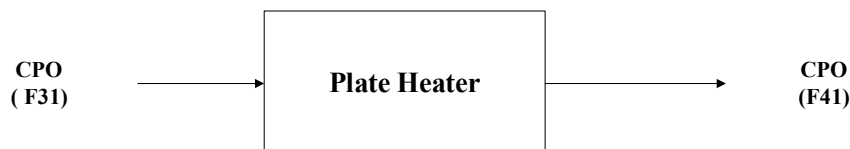


F31 (ke plate heater)					
CPO	=	22998.344	X	95.928%	= 22061.830
FFA	=	22998.344	X	3.843%	= 883.890
Moist	=	22998.344	X	0.200%	= 46.000
Impurities	=	22998.344	X	0.029%	= 6.624

Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F21 (dari strainer I)		F31 (ke plate heater)	
CPO	= 22061.830	CPO	= 22061.830
FFA	= 883.890	FFA	= 883.890
Moist	= 46.000	Moist	= 46.000
Imp.sisa	= 6.624	Imp.sisa	= 6.624
Total	= 22998.344	Total	= 22998.344

3. Plate Heater

Berfungsi untuk pemanasan awal CPO sebelum masuk ke tangki dryer dengan temperature 100 – 110°C.



F31 (dari economizer)					
CPO	=	22998.344	X	95.928%	= 22061.830
FFA	=	22998.344	X	3.843%	= 883.890
Moist	=	22998.344	X	0.200%	= 46.000
Impurities	=	22998.344	X	0.029%	= 6.624

F41 (ke strainer II)					
CPO	=	22998.344	X	95.928%	= 22061.830
FFA	=	22998.344	X	3.843%	= 883.890
Moist	=	22998.344	X	0.200%	= 46.000
Impurities	=	22998.344	X	0.029%	= 6.624

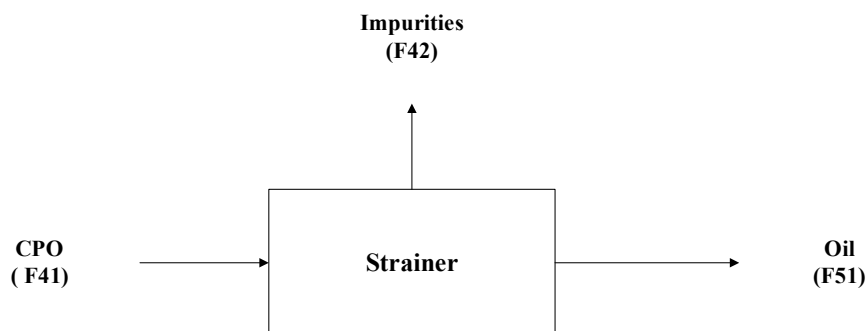
Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F31 (dari economizer)		F41 (ke strainer II)	
CPO	= 22061.830	CPO	= 22061.830
FFA	= 883.890	FFA	= 883.890
Moist	= 46.000	Moist	= 46.000
Imp.sisa	= 6.624	Impurities	= 6.624



Total	=	22998.344	Total	=	22998.344
--------------	----------	------------------	--------------	----------	------------------

4. Strainer II

Berfungsi untuk menyaring kotoran CPO yang masih terikut (lolos dari strainer I) dengan spesifikasi ukuran filter yang lebih kecil dari strainer I



F41 (dari plate heater)						
CPO	=	22998.344	X	95.928%	=	22061.830
FFA	=	22998.344	X	3.843%	=	883.890
Moist	=	22998.344	X	0.200%	=	46.000
Impurities	=	22998.344	X	0.029%	=	6.624

F42 (tersaring)						
Impurities	=	6.624	X	20.000%	=	1.325

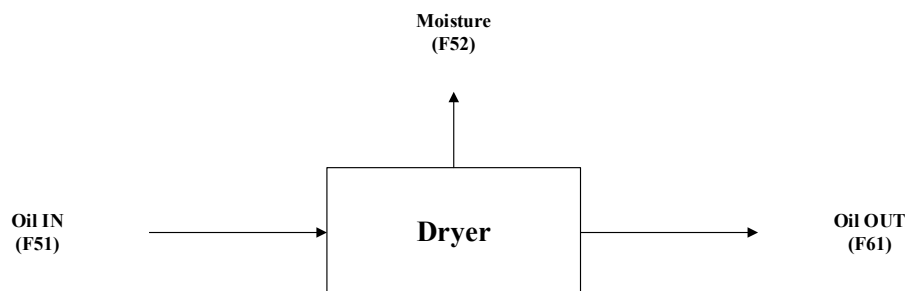
F51 (ke dryer)						
CPO	=	22997.0	X	95.933%	=	22061.830
FFA	=	22997.0	X	3.843%	=	883.890
Moist	=	22997.0	X	0.200%	=	46.000
Impurities	=	22997.0	X	0.023%	=	5.299

Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F41 (dari plate heater)		F42 (tersaring)	
CPO	= 22061.830	Impurities	= 1.3248
FFA	= 883.890	F51 (ke dryer)	
Moist	= 46.000	CPO	= 22061.830
Impurities	= 6.624	FFA	= 883.890
		Moist	= 46.000
		Impurities	= 5.299
Total	= 22998.344	Total	= 22998.344



5. Dryer

Berfungsi menghilangkan kandungan air yang terkandung dalam *Crude Palm Oil* (CPO).



F51 (dari plate heater)					
CPO	=	22997.0	x	95.933%	= 22061.830
FFA	=	22997.0	x	3.843%	= 883.890
Moist	=	22997.0	x	0.200%	= 46.000
Impurities	=	22997.0	x	0.023%	= 5.299

F52 (menguap)					
Moist	=	46.000	x	83%	= 38.180

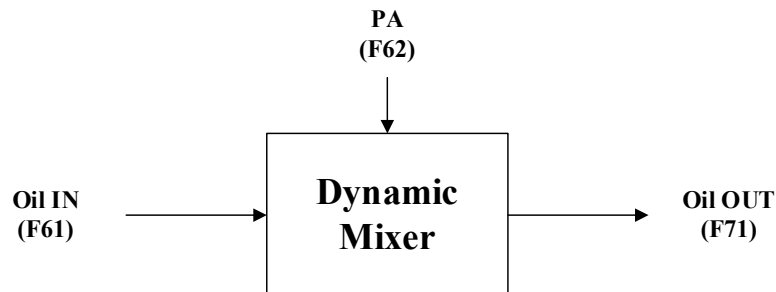
F61 (ke dynamic mixer)					
CPO	=	22958.8	x	96.093%	= 22061.830
FFA	=	22958.8	x	3.850%	= 883.890
Moist	=	22958.8	x	0.034%	= 7.820
Impurities	=	22958.8	x	0.023%	= 5.299

Massa masuk (kg/jam)			Massa keluar (kg/jam)		
F51 (dari plate heater)			F52 (menguap)		
CPO	=	22061.830	Moist	=	38.180
FFA	=	883.890	F61 (ke dynamic mixer)		
Moist	=	46.000	CPO	=	22061.830
Impurities	=	5.299	FFA	=	883.890
			Impurities	=	7.820
			Moist	=	5.299
Total	=	22997.019	Total	=	22997.019



6. Dynamic Mixer

Berfungsi mencampur *phosphoric acid* (PA) yang mengalir dari tangki PA dengan aliran CPO yang berasal dari *dryer tank*.



F61 (dari dryer)						
CPO	=	22958.8	x	96.093%	=	22061.830
FFA	=	22958.8	x	3.850%	=	883.890
Moist	=	22958.8	x	0.034%	=	7.820
Impurities	=	22958.8	x	0.023%	=	5.299

F62 (dari tangki PA)								
PA	=	22958.8	x	85.00%	x	0.05%	=	9.758
Moist	=	9.758	x	15.00%	=		=	1.464

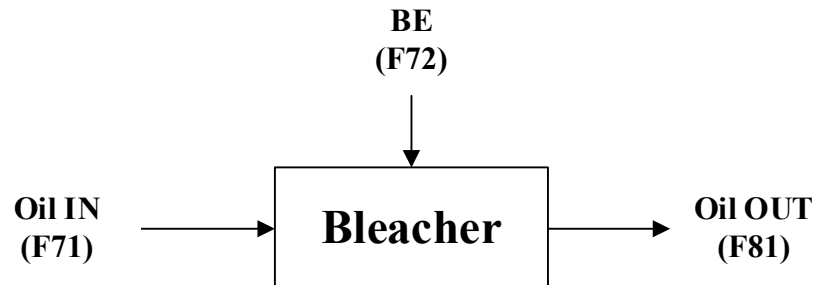
F71 (ke bleacher)						
CPO	=	22970.060	X	96.046%	=	22061.830
FFA	=	22970.060	X	3.848%	=	883.890
Impurities	=	22970.060	X	0.023%	=	5.299
PA	=	22970.060	X	0.042%	=	9.758
Moist	=	22970.060	X	0.040%	=	9.284

Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F61 (dari dryer)		F71 (ke bleacher)	
CPO	= 22061.830	CPO	= 22061.830
FFA	= 883.890	FFA	= 883.890
Moist	= 7.820	Impurities	= 5.299
Impurities	= 5.299	PA	= 9.758
F62 (dari tangki PA)		Moist	= 9.284
PA	= 9.758		
Moist	= 1.464		
Total	= 22970.060	Total	= 22970.060



7. Bleacher

Berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses bleaching yaitu pencampuran antara *Degummed Palm Oil* (DPO) dengan BE (*Bleaching Earth*).



F71 (dari dynamic mixer)						
CPO	=	22970.060	X	96.05%	=	22061.830
FFA	=	22970.060	X	3.85%	=	883.890
Impurities	=	22970.060	X	0.02%	=	5.299
PA	=	22970.060	X	0.042%	=	9.758
Moist	=	22970.060	X	0.040%	=	9.284

F72 (dari BE hopper)						
BE	=	22970.060	X	1.80%	=	413.461

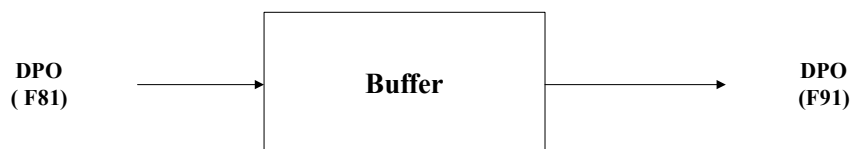
F81 (ke buffer)						
CPO	=	23383.521	X	94.35%	=	22061.830
FFA	=	23383.521	X	3.78%	=	883.890
Impurities	=	23383.521	X	0.02%	=	5.299
PA	=	23383.521	X	0.04%	=	9.758
Moist	=	23383.521	X	0.04%	=	9.284
BE	=	23383.521	X	1.77%	=	413.461

Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F71 (dari dynamic mixer)		F81 (ke buffer)	
CPO	= 22061.830	CPO	= 22061.830
FFA	= 883.890	FFA	= 883.890
Impurities	= 5.299	Impurities	= 5.299
PA	= 9.758	PA	= 9.758
Moist	= 9.284	Moist	= 9.284
F72 (dari BE hopper)		BE	= 413.461
BE	= 413.461		
Total	= 23383.521	Total	= 23383.521



8. Buffer

Berfungsi untuk memberikan waktu reaksi bagi DPO dengan BE agar reaksi yang terjadi lebih sempurna.



F81 (ke buffer)						
CPO	=	23383.521	X	94.35%	=	22061.830
FFA	=	23383.521	X	3.78%	=	883.890
Impurities	=	23383.521	X	0.02%	=	5.299
PA	=	23383.521	X	0.04%	=	9.758
Moist	=	23383.521	X	0.04%	=	9.284
BE	=	23383.521	X	1.77%	=	413.461

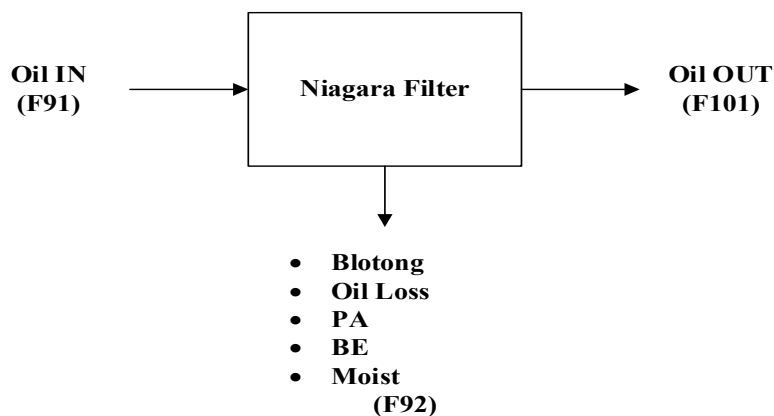
F91 (ke niagara filter)						
CPO	=	23383.521	X	94.35%	=	22061.830
FFA	=	23383.521	X	3.78%	=	883.890
Impurities	=	23383.521	X	0.02%	=	5.299
PA	=	23383.521	X	0.04%	=	9.758
Moist	=	23383.521	X	0.04%	=	9.284
BE	=	23383.521	X	1.77%	=	413.461

Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F81 (ke buffer)		F91 (ke niagara filter)	
CPO	= 22061.830	CPO	= 22061.830
FFA	= 883.890	FFA	= 883.890
Impurities	= 5.299	Impurities	= 5.299
PA	= 9.758	PA	= 9.758
Moist	= 9.284	Moist	= 9.284
BE	= 413.461	BE	= 413.461
Total	= 23383.521	Total	= 23383.521



9. Niagara Filter

Berfungsi menyaring slurry (campuran antara DPO dan *bleaching earth*) untuk dipisahkan antara DBPO dan *spent* (blotong).



F91 (ke niagara filter)					
CPO	=	23383.521	X	94.35%	= 22061.830
FFA	=	23383.521	X	3.78%	= 883.890
Impurities	=	23383.521	X	0.02%	= 5.299
PA	=	23383.521	X	0.04%	= 9.758
Moist	=	23383.521	X	0.04%	= 9.284
BE	=	23383.521	X	1.77%	= 413.461

F92 (tersaring)					
Impurities	=	5.299	X	90.00%	= 4.769
PA	=	9.758	X	100.00%	= 9.758
Moist	=	9.284	X	10.00%	= 0.928
BE	=	413.461	X	100.00%	= 413.461
CPO	=	413.461	X	22.00%	= 90.961

F101 (ke filtrate receiver)					
DBPO	=	22863.644	X	96.10%	= 21970.869
FFA	=	22863.644	X	3.87%	= 883.890
Impurities	=	22863.644	X	0.002%	= 0.530
Moist	=	22863.644	X	0.037%	= 8.355



Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F91 (ke niagara filter)		F92 (tersaring)	
CPO	= 22061.830	Impurities	= 4.769
FFA	= 883.890	PA	= 9.758
Impurities	= 5.299	Air	= 0.928
PA	= 9.758	BE	= 413.461
Moist	= 9.284	CPO	= 90.961
BE	= 413.461	F101 (ke filtrate receiver)	
		DBPO	= 21970.869
		FFA	= 883.890
		Impurities	= 0.530
		Moist	= 8.355
Total	= 23383.521	Total	= 23383.521

10. Filtrate Receiver

Berfungsi untuk menampung sementara DBPO dari proses Niagara Filter.



F101 (ke filtrate receiver)					
DBPO	=	22863.644	X	96.10%	= 21970.869
FFA	=	22863.644	X	3.87%	= 883.890
Impurities	=	22863.644	X	0.002%	= 0.530
Moist	=	22863.644	X	0.037%	= 8.355

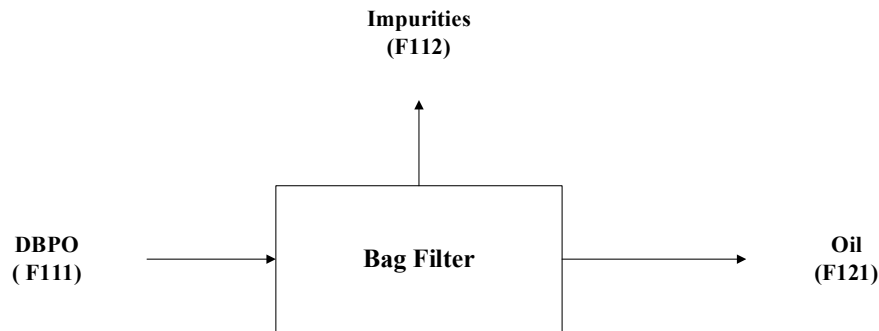
F111 (ke bag filter)					
DBPO	=	22863.644	X	96.095%	= 21970.869
FFA	=	22863.644	X	3.866%	= 883.890
Impurities	=	22863.644	X	0.002%	= 0.530
Moist	=	22863.644	X	0.037%	= 8.355

Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F101 (ke filtrate receiver)		F111 (ke bag filter)	
DBPO	= 21970.869	DBPO	= 21970.869
FFA	= 883.890	FFA	= 883.890
Impurities	= 0.530	Impurities	= 0.530
Moist	= 8.355	Moist	= 8.355
Total	= 22863.644	Total	= 22863.644



11. Bag Filter

Berfungsi sebagai *safety filter* untuk menjaga adanya kemungkinan proses filtrasi di Niagara Filter kurang sempurna.



F111 (ke bag filter)						
DBPO	=	22863.644	X	96.095%	=	21970.869
FFA	=	22863.644	X	3.866%	=	883.890
Impurities	=	22863.644	X	0.002%	=	0.530
Moist	=	22863.644	X	0.037%	=	8.355

F112 (tersaring)						
Impurities	=	0.530	X	50%	=	0.265

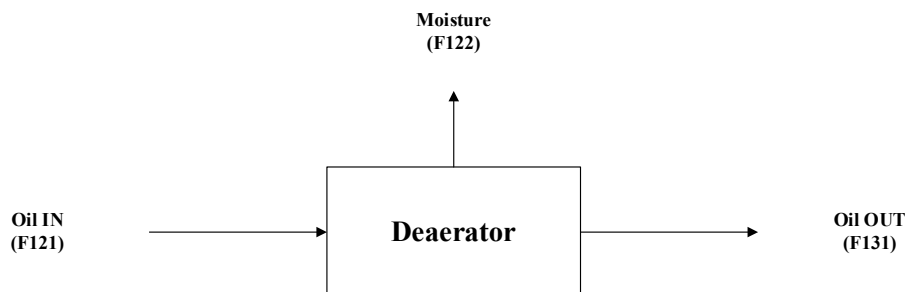
F121 (ke deaerator)						
DBPO	=	22863.379	X	96.096%	=	21970.869
FFA	=	22863.379	X	3.866%	=	883.890
Impurities	=	22863.379	X	0.001%	=	0.265
Moist	=	22863.379	X	0.037%	=	8.355

Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F111 (ke bag filter)		F112 (tersaring)	
DBPO	= 21970.869	Impurities	= 0.265
FFA	= 883.890	F121 (ke deaerator)	
Impurities	= 0.530	DBPO	= 21970.869
Moist	= 8.355	FFA	= 883.890
		Impurities	= 0.265
		Moist	= 8.355
Total	= 22863.644	Total	= 22863.644



12. Deaerator

Berfungsi untuk menghilangkan udara pada DBPO



F121 (ke deaerator)						
DBPO	=	22863.379	X	96.096%	=	21970.869
FFA	=	22863.379	X	3.866%	=	883.890
Impurities	=	22863.379	X	0.001%	=	0.265
Moist	=	22863.379	X	0.037%	=	8.355

F122 (menguap)						
Moist	=	8.355	X	100.00%	=	8.355

F131 (ke spiral HE)						
DBPO	=	22855.024	X	96.131%	=	21970.869
FFA	=	22855.024	X	3.867%	=	883.890
Impurities	=	22855.024	X	0.001%	=	0.265

Massa masuk (kg/jam)			Massa keluar (kg/jam)		
F121 (ke deaerator)			F122 (menguap)		
DBPO	=	21970.869	Moist	=	8.355
FFA	=	883.890	F131 (ke Spiral HE)		
Impurities	=	0.265	DBPO	=	21970.869
Moist	=	8.355	FFA	=	883.890
			Impurities	=	0.265
Total	=	22863.379	Total	=	22863.379

13. Spiral HE

Berfungsi untuk memanaskan DBPO dari temperature 90-110°C menjadi 230°C





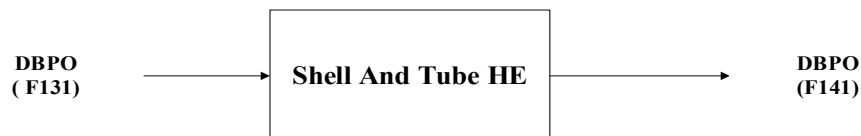
F131 (ke spiral HE)						
DBPO	=	22855.024	X	96.131%	=	21970.869
FFA	=	22855.024	X	3.867%	=	883.890
Impurities	=	22855.024	X	0.001%	=	0.265

F141 (ke shell & tube HE)						
DBPO	=	22855.024	X	96.131%	=	21970.869
FFA	=	22855.024	X	3.867%	=	883.890
Impurities	=	22855.024	X	0.001%	=	0.265

Massa masuk (kg/jam)			Massa keluar (kg/jam)		
F131 (ke spiral HE)			F141 (ke shell & tube HE)		
DBPO	=	21970.869	DBPO	=	21970.869
FFA	=	883.890	FFA	=	883.890
Impurities	=	0.265	Impurities	=	0.265
Total	=	22855.024	Total	=	22855.024

14. Shell and Tube HE

Berfungsi untuk memanaskan DBPO sehingga temperaturnya 265°C.



F141 (ke shell & tube HE)						
DBPO	=	22855.024	X	96.131%	=	21970.8686
FFA	=	22855.024	X	3.867%	=	883.89
Impurities	=	22855.024	X	0.001%	=	0.26496

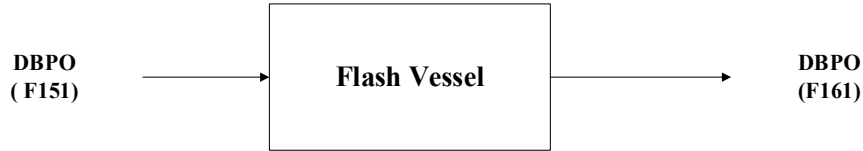
F151 (ke flash vessel)						
DBPO	=	22855.024	X	96.131%	=	21970.869
FFA	=	22855.024	X	3.867%	=	883.890
Impurities	=	22855.024	X	0.001%	=	0.265

Massa masuk (kg/jam)			Massa keluar (kg/jam)		
F141 (ke shell & tube HE)			F151 (ke flash vessel)		
DBPO	=	21970.869	DBPO	=	21970.869
FFA	=	883.890	FFA	=	883.890
Impurities	=	0.265	Impurities	=	0.265
Total	=	22855.024	Total	=	22855.024



15. Flash Vessel

Berfungsi untuk tempat penampungan sementara.



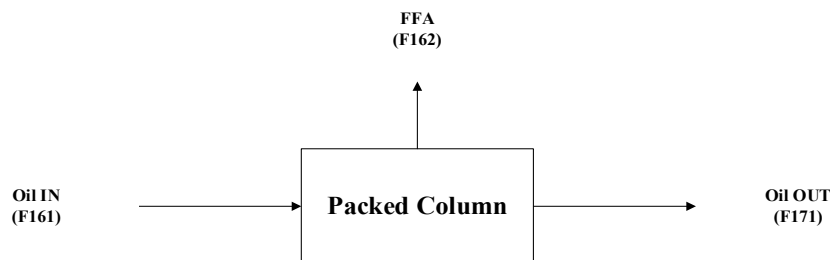
F151 (ke flash vessel)						
DBPO	=	22855.0	X	96.131%	=	21970.869
FFA	=	22855.0	X	3.867%	=	883.890
Impurities	=	22855.0	X	0.001%	=	0.265

F161 (ke packed column)						
DBPO	=	22855.0	x	96.131%	=	21970.869
FFA	=	22855.0	x	3.867%	=	883.890
Impurities	=	22855.0	x	0.001%	=	0.265

Massa masuk (kg/jam)			Massa keluar (kg/jam)		
F151 (ke flash vessel)			F161 (ke packed column)		
DBPO	=	21970.869	DBPO	=	21970.869
FFA	=	883.890	FFA	=	883.890
Impurities	=	0.265	Impurities	=	0.265
Total	=	22855.024	Total	=	22855.024

16. Packed Column

Berfungsi untuk menghilangkan kadar FFA.



F161 (ke packed column)						
DBPO	=	22855.02	x	96.131%	=	21970.869
FFA	=	22855.02	x	3.867%	=	883.890
Impurities	=	22855.02	x	0.001%	=	0.265



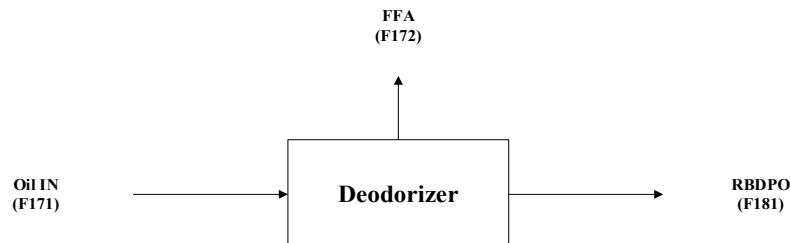
F162 (PFAD)				
FFA	=	883.890	x	90% = 795.501

F171 (ke SHE)				
DBPO	=	22059.52	x	99.60% = 21970.869
FFA	=	22059.52	x	0.401% = 88.389
Impurities	=	22059.52	x	0.001% = 0.265

Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F161 (ke packed column)		F162 (PFAD)	
DBPO	= 21970.869	FFA	= 795.501
FFA	= 883.890	F171 (ke SHE)	
Impurities	= 0.265	DBPO	= 21970.869
		FFA	= 88.389
		Impurities	= 0.265
Total	= 22855.024	Total	= 22855.024

17. Deodorizer

Berfungsi untuk menghilangkan bau, warna dan *peroxide value* pada DBPO



F171 (ke deodorizer)				
DBPO	=	22059.52	x	99.60% = 21970.869
FFA	=	22059.52	x	0.401% = 88.389
Impurities	=	22059.52	x	0.001% = 0.265

F172 (menguap)				
FFA	=	88.39	x	88.00% = 77.782

F181 (ke spiral HE)				
RBDPO	=	21981.74	x	99.95% = 21970.869
FFA	=	21981.74	x	0.05% = 10.607
Impurities	=	21981.74	x	0.00% = 0.265



Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F171 (ke deodorizer)		F172 (menguap)	
DBPO	= 21970.869	FFA	= 77.782
FFA	= 88.389	F181 (ke spiral HE)	
Impurities	= 0.265	RBDPO	= 21970.869
		FFA	= 10.607
		Impurities	= 0.265
Total	= 22059.523	Total	= 22059.523

18. Spiral HE

Berfungsi untuk mendinginkan RBDPO dari temperature 250°C menjadi 120°C.



F181 (ke spiral HE)			
RBDPO	=	21981.74 x 99.95%	= 21970.869
FFA	=	21981.74 x 0.05%	= 11
Impurities	=	21981.74 x 0.001%	= 0.265

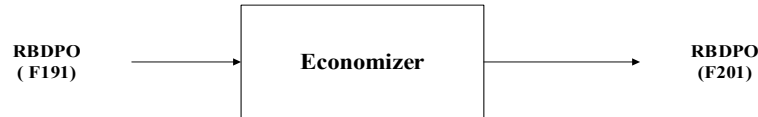
F191 (ke economizer)			
RBDPO	=	21981.74 x 99.95%	= 21970.869
FFA	=	21981.74 x 0.05%	= 10.607
Impurities	=	21981.74 x 0.001%	= 0.265

Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F181 (ke SHE)		F191 (ke economizer)	
RBDPO	= 21970.869	RBDPO	= 21970.869
FFA	= 10.607	FFA	= 10.607
Impurities	= 0.265	Impurities	= 0.265
Total	= 21981.740	Total	= 21981.740



19. Economizer

Berfungsi untuk membantu pendinginan RBDPO dari temperature 110°C menjadi 90°C.



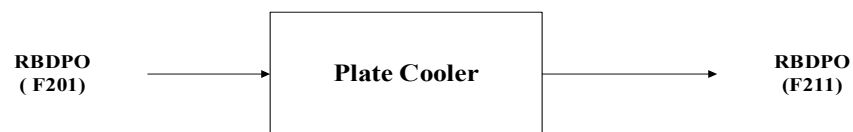
F191 (ke economizer)					
RBDPO	=	21981.74	x	99.95%	= 21970.869
FFA	=	21981.74	x	0.05%	= 10.607
Impurities	=	21981.74	x	0.001%	= 0.265

F201 (ke plate cooler)					
RBDPO	=	21981.74	x	99.951%	= 21970.869
FFA	=	21981.74	x	0.048%	= 10.607
Impurities	=	21981.74	x	0.001%	= 0.265

Massa masuk (kg/jam)			Massa keluar (kg/jam)		
F191 (ke economizer)			F201 (ke plate cooler)		
RBDPO	=	21970.869	RBDPO	=	21970.869
FFA	=	10.607	FFA	=	10.607
Impurities	=	0.265	Impurities	=	0.265
Total	=	21981.740	Total	=	21981.740

20. Plate Cooler

Berfungsi untuk mendinginkan RBDPO dengan cara mengontakkann dengan air.



F201 (ke plate cooler)					
RBDPO	=	21981.74	x	99.95%	= 21970.869
FFA	=	21981.74	x	0.05%	= 10.607
Impurities	=	21981.74	x	0.001%	= 0.265

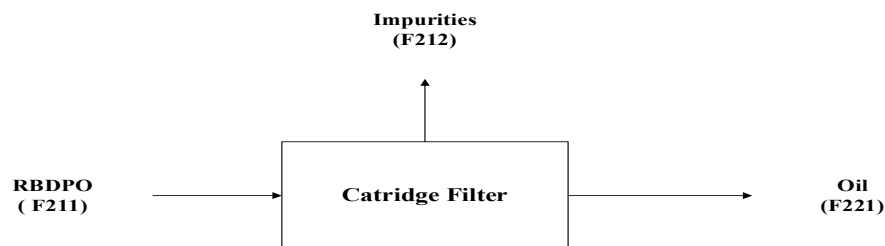
F211 (ke cartridge filter)					
RBDPO	=	21981.74	x	99.95%	= 21970.869
FFA	=	21981.74	x	0.05%	= 10.607
Impurities	=	21981.74	x	0.001%	= 0.265



Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F191 (ke plate cooler)		F211 (ke cartridge filter)	
RBDPO	= 21970.869	RBDPO	= 21970.869
FFA	= 10.607	FFA	= 10.607
Impurities	= 0.265	Impurities	= 0.265
Total	= 21981.740	Total	= 21981.740

21. Cartridge Filter

Berfungsi untuk menyaring *impurities* yang masih terikut sebelu masuk ke unit fraksinasi.



F211 (ke cartridge filter)			
DBPO	=	21981.74 x 99.95%	= 21970.869
FFA	=	21981.74 x 0.05%	= 10.607
Impurities	=	21981.74 x 0.001%	= 0.265
F212 (tersaring)			
Impurities	=	0.26 x 100.00%	= 0.265

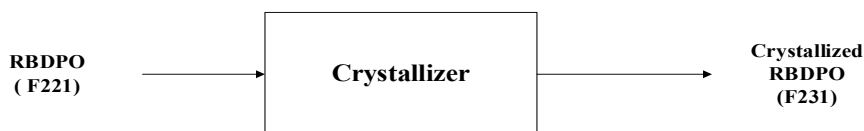
F221 (ke crystallizer)			
RBDPO	=	21981.48 x 99.95%	= 21970.869
FFA	=	21981.48 x 0.05%	= 10.607

Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)	
F211 (ke cartridge filter)		F212 (tersaring)	
RBDPO	= 21970.869	Impurities	= 0.265
FFA	= 10.607	F221 (ke crystallizer)	
Impurities	= 0.265	RBDPO	= 21970.869
		FFA	= 10.607
Total	= 21981.740	Total	= 21981.740



22. Crystallizer

Berfungsi untuk mengkristalkan RBDPO dari unit refinery berdasarkan titik beku.



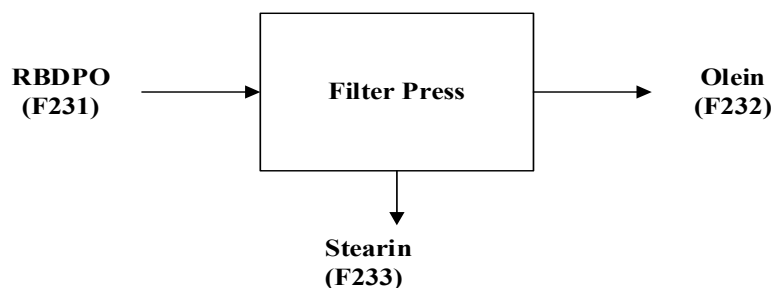
F221 (ke crystallizer)						
RBDPO	=	21981.48	X	99.95%	=	21970.869
FFA	=	21981.48	X	0.05%	=	10.607

F231 (ke filter press)						
Olein	=	21970.869	X	75%	=	16478.1514
FFA	=	10.607	x	75%	=	7.95501
Stearin	=	21970.869	x	25%	=	5492.71714
FFA	=	10.607	x	25%	=	2.65167

Massa masuk (kg/jam)		Massa keluar (kg/jam)			
F221 (ke crystallizer)		F231 (ke filter press)			
RBDPO	=	21970.869	Olein	=	16478.151
FFA	=	10.607	FFA	=	7.955
			Stearin	=	5492.717
			FFA	=	2.652
Total	=	21981.475	Total	=	21981.475

23. Filter Press

Berfungsi sebagai pemisah antara olein dengan cakenya, yaitu berupa stearin.





F231 (ke filter press)						
Olein	=	21970.869	x	75%	=	16478.1514
FFA	=	10.607	x	75%	=	7.95501
Stearin	=	21970.869	x	25%	=	5492.71714
FFA	=	10.607	x	25%	=	2.65167

F232 (olein)						
Olein	=	16486.106	X	99.95%	=	16478.1514
FFA	=	16486.106	X	0.05%	=	7.95501

F233 (stearin)						
Stearin	=	5495.3688	X	99.95%	=	5492.71714
FFA	=	5495.3688	X	0.05%	=	2.65167

Massa masuk (kg/jam)			Massa keluar (kg/jam)		
F231 (ke filter press)			F232 (olein)		
Olein	=	16478.151	Olein	=	16478.151
FFA	=	7.955	FFA	=	7.955
F233 (stearin)			F233 (stearin)		
Stearin	=	5492.717	Stearin	=	5492.717
FFA	=	2.652	FFA	=	2.652
Total	=	21981.475	Total	=	21981.475

$$\text{Yield} = \frac{21981.475}{23000} \times 100\% = 95.57\%$$