

# Pra Desain Pabrik Olein Dari CPO Dengan Proses *Physical Refining* Dan *Dry Fractionation*

Helmi Kurnia Arnanda<sup>1</sup>, Desy Puspitasari<sup>1</sup>, Hikmatun Ni'mah<sup>1\*</sup>, dan Firman Kurniawansyah<sup>1</sup>

**Abstrak**— Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi utama yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi Indonesia. Industri pengolahannya memberikan kontribusi yang penting dalam menghasilkan devisa dan lapangan pekerjaan. Hal tersebut dikarenakan minyak kelapa sawit merupakan industri hulu yang sangat penting bagi berbagai industri lainnya, seperti: makanan, kosmetik, sabun dan cat. Bahkan akhir-akhir ini ada upaya penggunaan minyak kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar alternatif. Kondisi ini memacu perkembangan industri pengolahan kelapa sawit, baik kebutuhan dalam negeri maupun ekspor. Dan perkembangan industri sejalan dengan semakin meningkatnya luas areal perkebunan kelapa sawit.

Pabrik Olein akan didirikan dan siap beroperasi pada tahun 2023, dengan pembelian peralatan pada tahun 2020 dan masa konstruksi selama 2 tahun (2021-2022). Lokasi pabrik direncanakan di daerah Musi Banyuasin, Kota Sekayu, Sumatera Selatan. Pemilihan lokasi pabrik ini berkaitan dengan ketersediaan bahan baku utama berupa *Crude Palm Oil* (CPO). Bahan baku utama dalam proses pembuatan Olein yaitu *Crude Palm Oil* (CPO) yang memiliki komposisi sebesar 93,60% Trigliserida (TGA), 1,75% Digliserida (DGA), 0,5% Monogliserida (MGA), 4% *Free Fatty Acid* (FFA), 0,06% Fosfatida, 0,03% Karoten, 0,06% Tocopherols. Adapun bahan baku tambahan berupa Asam Fospat dan *Bleaching Earth*. Dosis yang digunakan yaitu sebesar 0,044% dari *feed* yang masuk untuk asam fospat. Sedangkan untuk *Bleaching Earth* dosis yang digunakan yaitu 1,4% dari *feed* yang masuk. Kebutuhan tersebut bergantung pada kualitas CPO yang digunakan untuk proses produksi. Kapasitas produksi *Olein* direncanakan sebesar 340.000 ton olein/tahun. Perencanaan ini berdasarkan jumlah lahan yang dimiliki oleh pabrik dan jumlah *raw material* yang tersedia untuk proses produksi. Dalam pemenuhan kapasitas tahunan, pabrik akan beroperasi kontinyu 8 jam per hari selama 330 hari. Untuk memproduksi *Olein* sebesar 340.000 ton olein/tahun diperlukan bahan baku CPO sebesar 69.697,673 kg CPO/jam. Selain produk utama *Olein*, pabrik ini juga dapat memproduksi produk berupa stearin. Selain itu hasil *Palm Fatty Acid Distillated* (PFAD) dapat diolah menjadi biodiesel.

Proses pembuatan Olein dapat diuraikan menjadi 2 tahapan proses, yaitu Proses *Refinery* dan Proses Fraksinasi. Proses *Refinery* dapat dibagi menjadi 4 tahapan proses yaitu tahap *Degumming*, *Bleaching*, Filtrasi, dan Deodorisasi. Dari tahap ini akan diperoleh produk berupa *Refined Bleach Deodorized Palm Oil* (RBDPO). Selanjutnya dilanjutkan proses Fraksinasi yang dibagi menjadi dua tahapan proses yaitu kristalisasi dan filtrasi. Pada tahap ini akan diperoleh produk *Olein* dan *Stearin*. Dari perhitungan analisa ekonomi, dengan harga jual olein sebesar \$607,5 per ton dan harga stearin sebesar \$535 per ton. Adapaun diperoleh *Internal Rate Return* (IRR) sebesar 22,82%. Dengan IRR tersebut mengindikasikan bahwa pabrik layak untuk didirikan dengan suku bunga 9,75% dan waktu pengembalian modal (*pay out period*) selama 3,90 tahun. Perhitungan analisa ekonomi didasarkan pada *discounted cash flow*. Modal untuk pendirian pabrik menggunakan rasio 60% modal sendiri dan 40% modal pinjaman. Modal total yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik adalah sebesar Rp. 1.070.670.796.513,74 Sedangkan *Break Event Point* (BEP) yang diperoleh adalah sebesar 34,71%.

**Kata Kunci**— CPO, Fraksinasi, Olein, Refinery, Stearin

## I. PENDAHULUAN

Minyak sawit adalah salah satu minyak yang paling banyak dikonsumsi dan diproduksi di dunia. Minyak yang murah, mudah di produksi dan sangat stabil ini digunakan untuk berbagai variasi makanan, kosmetik, produk kebersihan, dan juga bisa digunakan sebagai sumber *biofuel* atau *biodiesel*. Produksi minyak sawit dunia didominasi oleh Indonesia dan Malaysia. Kedua negara ini secara total menghasilkan sekitar 85-90% dari total produksi minyak sawit dunia. Pada saat ini, Indonesia adalah produsen dan eksportir minyak sawit yang terbesar di seluruh dunia. (*Indonesia Investment*, 2017).

Industri minyak goreng (*palm cooking olein*) adalah salah satu industri yang berkembang begitu cepat dan pesat di Indonesia. Industri ini dipandang memiliki prospek yang cukup menjanjikan ke depannya, terutama sebagai

kontributor pembangunan perekonomian Indonesia. Indonesia sendiri merupakan Negara produsen minyak mentah sawit (CPO dan CPKO) utama di dunia setelah Malaysia dengan produksi CPO pada tahun 2020 ditargetkan akan menjadi 40 juta ton.

Pemanfaatan CPO selama ini digunakan oleh industri dalam negeri sebagai bahan baku industri turunan CPO yang hanya menghasilkan 18 jenis produk yaitu industri pangan (*Oleofood*) antara lain minyak goreng., margarin, *shortening* dan industri non pangan yaitu *oleokimia* antara lain *fatty alcohol*, *glycerin*, dan *biodiesel*.

Indonesia yang termasuk ke dalam jajaran Negara yang memiliki penduduk terpadat di dunia ternyata memiliki tingkat konsumsi yang *relative* tinggi akan kebutuhan minyak goreng sawit. Hal ini terindikasi dari rata-rata konsumsi minyak goreng sawit di Indonesia setiap tahunnya dapat mencapai 5,5 juta ton, atau 24 persen dari total produksi minyak goreng sawit pertahun sebesar 23

<sup>1</sup> Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya, 60111, Indonesia.  
\*Email: hikmatunn@gmail.com

juta ton. Fenomena peningkatan konsumsi ini terjadi seiring dengan adanya peralihan konsumen penggunaan lemak-trans ke alternatif yang lebih sehat. Minyak sawit sering digunakan sebagai pengganti lemak-trans karena merupakan salah satu lemak nabati sangat jenuh yang berbentuk semi-padat pada suhu kamar, dan relatif murah.

Dengan semakin tingginya permintaan minyak goreng sawit telah menstimulasi pertumbuhan yang signifikan pada industri pengolahan minyak goreng sawit di Indonesia. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlulah para pelaku industri minyak goreng sawit untuk memperhatikan kinerjanya guna memenuhi permintaan pasar baik di tingkat nasional maupun internasional.

Berdasarkan uraian di atas, minyak goreng merupakan kebutuhan yang masih diperkirakan akan terus meningkat setiap tahunnya, mengingat luas area perkebunan juga meningkat dan produksi minyak kelapa sawit juga meningkat, sehingga dengan didirikannya pabrik olein dari CPO dengan proses *physical refining* dan *Dry Fractionation* diharapkan mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri dan juga akan diproyeksikan untuk ekspor ke luar negeri, memberikan keuntungan untuk mengurangi ketergantungan import, menambah devisa negara, mengembangkan penguasaan teknologi, dan membuka lapangan pekerjaan baru bagi penduduk sehingga menurunkan angka pengangguran.

## II. URAIAN PROSES

Terdapat dua macam proses yang digunakan dalam pembuatan olein, yaitu Proses *Refinery* dan *Fraaksinasi*. Deskripsi dari kedua proses akan dijelaskan sebagai berikut.

### A. Refinery

Pada Proses *Refinery* ini dapat dibagi menjadi 2 metode diantaranya *Physical Refining* Dan *Chemical Refining*.

#### 1) Physical Refining Method

Pada proses *Physical Refining*, tahapan proses yang dilalui lebih singkat dibandingkan proses *chemical refining*. Proses *physical refining* dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu *pretreatment (Degumming)*, *Bleaching Filtration*, dan *Deodorization*. Bahan yang digunakan pada proses *Physical Refining* adalah *Crude Palm Oil (CPO)* dan hasil produk yang dihasilkan adalah *Refined Bleached Deodorized (RBD) oil* dan *Palm Fatty Acid Distillate*. Secara garis besar, pada proses *Physical Refining* dapat dimulai dari proses *Pretreatment (Degumming)*. Bahan berupa CPO masuk dengan penambahan *Phosphoric Acid* (konsentrasi 80-85%) dengan rate 0.05-0.2% dari feed minyak masuk. Tujuan penambahan *phosphoric acid* adalah mengendapkan fosfolipid yang bersifat non hidrat. Kemudian dipanaskan pada temperatur 65 °C dengan *resident time* 15-30 menit sebelum dilanjutkan pada *bleacher* dengan penambahan *bleaching earth* sekitar 0.8 – 2 % (bergantung kualitas dari CPO).

Proses *Bleaching* berlangsung dibawah tekanan vakum (0,066 atm) pada temperatur 95-120 °C dengan waktu penyimpanan 30-45 menit. Kemudian dilanjutkan pada proses *Filtration*, minyak yang mengandung *bleaching earth* kemudian di filtrasi agar lebih bening (oranye terang). Biasanya beberapa *bleaching earth* digunakan sebagai pelapisan awal pada *filter leaves* untuk memodifikasi proses filtrasi.

Proses terakhir yaitu *Deodorization Process*, minyak yang telah diolah sebelumnya kemudian deasidifikasi dan deodorasi. *Preated Oil* awalnya di daerasi dan diikuti dengan pemanasan 240-270 °C dengan heat exchanger sebelum dipompa ke deodorizer, kondisi dibawah vakum (0,003 atm). Untuk mengurangi resiko terbentuknya kontaminan pada proses pemurnian minyak dengan menggunakan fluida panas, *superheated high pressure steam*.

By product pada proses *physical refining* adalah *palm fatty acid distillate (PFAD)*. Didapatkan dari produk atas yang dikondensasi. Terdiri dari 80-90% *free fatty acid*. PFAD dapat digunakan sebagai bahan mentah untuk pembuatan sabun, bahan baku oleokimia, dll (*Bailey's, Industrial Oil and Fat Products, 2005*).

#### 2) Chemical Refining Method

Proses *Chemical Refining* memiliki tahapan yang lebih panjang jika dibandingkan dengan proses *Physical Refining*. Proses ini biasa disebut *Caustic Refining*. Proses *Chemical Refining* dibagi menjadi 3 tahapan yaitu *Gum Condition (Degumming)* dan *Neutralization, Bleaching* dan *Filtration, Deodorization*.

Tahap pertama yang dilalui pada proses *chemical refining* adalah *Gum Conditioning (Degumming)* dan *Neutralization*. Crude oil dipanaskan hingga suhu 80-90°C. Asam pospat dengan konsentrasi 80-85% ditambahkan dengan laju 0,05-0,2% dari laju feed crude oil. Proses penambahan asam pospat ini dimaksudkan untuk memisahkan fosfolipid dari crude oil. Setelah itu *degumed oil* ditreatment dengan larutan soda kaustik (NaOH). Reaksi antara NaOH dengan FFA membentuk *sodium soap*, yang kemudian dipisahkan menggunakan *centrifugal separator*. Fraksi ringan yang keluar berupa *neutralized oil* yang masih mengandung 500-1000 mg/kg *soap* dan *moisture*, sedangkan fraksi berat kandungan utamanya adalah *soap, insoluble impurities, gums, phosphatides, excess alkali*, dan sebagian kecil *oil loss*.

*Neutralized palm oil* kemudian masuk kedalam tahap *bleaching and filtration*, dimana pada tahap ini *neutralized palm oil* ditreatment menggunakan *bleach earth* dengan perlakuan yang sama seperti pada *physical refining*. Pada kausus ini, *earth* juga berfungsi untuk menghilangkan sisa *soap* yang masih ada.

*Neutralized and bleached oil* kemudian dialirkan menuju *deodorizer* dengan cara yang sama seperti pada *physical refinery*. Minyak kemudian didistilasi dengan suhu 240-260°C dan tekanan vakum 2-5 mmHg dengan metode *direct steam injection*. Dalam kondisi ini, residual FFA, *volatil oxidation product*, dan *odoriferous material* dihilangkan bersama dengan penguapian karotenoid karena panas. Produk akhirnya berupa NBD (*neutralized, bleached, deodorized*) palm oil yang kemudian didinginkan hingga suhu 60°C dan dilewatkan ke *polishin filter bag* sebelum dipompakan ke tangki penyimpanan (*Bailey's, Industrial Oil & Fat Product, 2005*).

### B. Fractionation

Ada tiga metode yang umum digunakan untuk proses fraksinasi palm oil, diantaranya adalah :

1. *Dry Process*,
2. *Detergent Process*
3. *Solvent Process*.

#### 1) *Dry Process*

Fraksinasi Kering biasanya dilakukan secara semi kontinyu menggunakan hasil netralisasi *Palm Oil*, hasil netralisasi dan bleaching *Palm Oil*, atau *Refined Palm Oil*. Tidak membutuhkan penambahan *chemical* atau *zat additive*. Minyak dijaga homogen pada suhu 70 °C agar tidak terbentuk kristal minyak terlebih dahulu sebelum proses kristalisasi dimulai dan dilanjutkan proses pendinginan. Terbentuknya kristal dan pertumbuhan kristal terjadi saat ada pengadukan dan pendinginan menggunakan sirkulasi *chilled water*. Pendinginan dikontrol dengan melakukan pengaturan perbedaan temperatur antara minyak dan *chilled water*, dan juga waktu pendinginan. Ketika suhu mencapai temperature yang diinginkan (biasanya pada 20 °C), bergantung pada kualitas olein yang dibutuhkan, pendinginan akan dihentikan dan sebgaiannya massa yang mengkristal siap untuk di filtrasi. Perbedaan filtrasi yang digunakan sekarang di industry yaitu dengan *drum rotary filter*, *stainless steel belt Florentine filters*, dan *membrane filter*. Selama dekade terakhir, *membrane filter* yang sesungguhnya adalah *filter press* dilengkapi dengan membran plat. Semakin banyak digunakan karena memberikan hasil yield lebih tinggi (sekitar 70-75%) dan stearin yang lebih keras dibandingkan dengan 65% yang diperoleh dari *Florentine* atau *rotary drum filter* (Bailey's, 2005).

#### 2) *Detergent Process*

*Detergent process* juga dikenal sebagai proses lanza atau lipofrac, detergent fractionation biasanya digunakan pada *Crude Palm Oil*. Pertama-tama minyak didinginkan dalam kristalizer yang dilengkapi dengan air pendingin. Ketika telah mencapai suhu yang diinginkan (sekitar 20°C), kristal yang telah terbentuk dicampur dengan larutan detergen yang mengandung sekitar 0,5% sodium lauryl sulfate dan magnesium sulfate sebagai elektrolit. Kristal stearin terbasahi oleh detergen dan membentuk suspensi dalam fasa larutan. Dalam proses sentrifugasi olein keluar sebagai fasa ringan dan stearin membentuk bagian dari fasa larutan. Olein kemudian dicuci dengan air panas untuk menghilangkan kelebihan detergen dan dikeringkan secara vakum sebelum disimpan. Fasa larutan dipanaskan hingga suhu 95-100°C untuk memecah emulsi untuk merecover stearin. Yang kemudian dicuci dengan menggunakan air panas dan dikeringkan secara vakum sebelum disimpan. Olein yang dihasilkan sebesar 80% (Bailey's, 2005).

#### 3) *Solvent Process*

Proses ini adalah proses yang paling mahal karena terjadi kehilangan *solvent*, peralatan untuk merecovery *solvent*, dibutuhkan temperatur yang lebih rendah, dan dibutuhkan perlengkapan safety yang ketat. Proses ini membutuhkan penggunaan *solvent* seperti hexan atau aseton. Pertama-tama minyak dilarutkan kedalam *solvent* diikuti dengan pendinginan untuk mencapai temperatur yang diinginkan. Micelle mengandung sebagian kristal minyak dan *solvent* kemudian disaring dalam kondisi

vakum dalam drum filter. *Olein miscella* dan *Stearin miscella* kemudian didistilasi terpisah untuk menghilangkan *solvent* dan merecover fraksi. Yield olein yang dihasilkan 80%. Saat ini solvent process hanya digunakan untuk produksi produk yang bernilai tinggi seperti *cocoa butter* atau *specialty fats* (Bailey's, 2005).

#### C. Tahapan Proses

Adapun tahapan proses yang dilakukan dalam pembuatan Olein di bagi menjadi 3 area yaitu, Tahap Persiapan Bahan Baku, Tahap Pemurnian, dan Tahap Pemisahan Produk.

##### 1) Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap pertama dalam proses produksi olein dari *Crude Palm Oil* (CPO) yaitu mengambil bahan baku yang berupa *Crude Palm Oil* (CPO) dari tangki (F-110) yang dijaga pada suhu 45-50 °C dan tekanan 1 atm. CPO dipompa dari tangki (F-110) menuju *Heat Exchanger* (E-112) untuk dipanaskan hingga suhu 65°C (proses *Pretreatment*). Setelah CPO dilewatkan kedalam *Heat Exchanger* (E-112) untuk menaikkan suhu hingga 65°C, dialnjutkan proses *Degumming*. Pada proses ini CPO dipompa menuju tangki pencampur (M-210A) untuk dilakukan penambahan *Phosphoric Acid* (85%) sebanyak 0,05% dari *rate* produk masuk. Tujuan penambahan *Phosphoric Acid* yaitu untuk mengikat *fosfolipid non hidrat* (menetralsisir gum) kemudian ke tangki retention time degumming M-210A) selama 30 menit agar gum terikat sempurna dengan phosphoric acid.

##### 2) Tahap Pemurnian

CPO yang telah melalui proses *Pretreatment* dan *Degumming* selanjutnya dialirkan menuju tahap pemurnian. CPO tangki *Bleaching* (M-220) untuk dilakukan proses pemucatan dengan melakukan penambahan *Bleaching earth*. Kondisi proses pada tangki *Bleaching* ini adalah suhu 120°C dan tekanan 1 atm. Tujuan penambahan *Bleaching earth* adalah untuk mengadsorbsi *impurities* dan *gum* dari proses *Degumming*.

Hasil dari proses ini berupa *Bleached Palm Oil* (BPO) yang kemudian dipompa menuju tangki BPO (F-311) untuk ditampung sementara. Dari tangki BPO (F-311) dipompa menuju *Leaf Filter* (H-310) untuk dilakukan proses filtrasi bertahap. Tujuan dari proses filtrasi ini adalah untuk memisahkan *spent earth* dengan BPO. *leaf filter* berupa *pressure filter leafs*. Setelah itu di filter lagi menggunakan *catridge filter* (H-320) agar *spent earth* terpisah sempurna dan di BPO tidak mengandung *impurities* yang akan menggannggu diproses deodorizer Setelah melalui tahap filtrasi filtrat yang berupa BPO dipompa untuk ditampung ditangki penampungan sementara (F-411) sebelum dilanjut ke proses deodorisasi. Sebelum masuk kedalam *deodorizer* BPO dipanaskan hingga suhu 188°C dengan melewatkannya kedalam *Shell and Tube Heat Exchanger* (E-413, E-414, dan E-415). BPO dengan suhu 188°C menuju kolom Deodorizer (D-410) yang beroperasi pada suhu 187-189°C dan tekanan 0,003 atm (kondisi *vacuum*). Pada *deodorizer* terjadi proses pemisahan antara minyak dengan FFA kecil dengan PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*). PFAD selanjutnya ditampung pada tangki penampung

(F-418). PFAD umumnya dimanfaatkan sebagai biodiesel. *Deodorizer* (D-410) pada setiap tray-nya dialirkan steam. *Bottom product* kolom *Deodorizer* berupa RBDPO (*Refined Bleach Deodorize Palm Oil*) dengan FFA (maks.0,1%). RBDPO dipompa dan didinginkan melalui *Heat Integration* dengan mengkontakkan RBDPO panas dengan BPO dari tangki (F-411) terlebih dahulu sebelum menuju tangki penyimpanan RBDPO (F-512).

### 3) Tahap Pemisahan Produk

*Refined Bleach Deodorized Palm Oil* (RBDPO) dari tangki penyimpanan (F-512) kemudian dipompa menuju *Crystallizer* (X-510). Pada tahap ini mulai dilakukan pemisahan antara *olein* (cair) dengan *stearin* (padat) dengan cara mengkristalkan *stearin* dalam *Crystallizer*. *Crystallizer* dilengkapi dengan *coil* dan pengaduk yang dialiri oleh *cooling water* sebagai pendingin. Proses kristalisasi dilakukan dengan melakukan proses pendinginan hingga suhu 20°C. Kristal dari hasil kristalisasi pada *Crystallizer* (X-510) kemudian disimpan dalam tangki intermediate (F-521) dilanjutkan menuju proses filtrasi pada Filter Press (H-520). Filter Press (H-520) dengan tekanan operasi 1 atm. Tujuannya memisahkan *olein* (cair) dengan *stearin* (padat) berdasarkan tekanan secara bertahap. Fraksi padat berupa *stearin* untuk dilakukan yang kemudian dapat dilakukan pengemasan produk. Sementara fraksi cair berupa *olein* dialirkan masuk kedalam tangki penyimpanan (F-524).

4. Lokasi pabrik : Musi Banyuasin, Kota Sekayu, Sumatera Selatan
5. Jumlah tenaga kerja : 431 pekerja/hari
6. Umur pabrik : 10 tahun
7. Analisa Ekonomi Ekonomi
  - a. Pembiayaan
    - Modal Tetap (FCI): Rp 858.576.893.077,76
    - Modal Kerja (WCI): Rp 151.513.569.366,66
    - Investasi Total (TCI): Rp 1.010.090.462.444,43
    - Harga Bahan Baku (per tahun): Rp2.457.227.211.258
    - Total Penjualan (per tahun): Rp 4.487.241.993.954
  - b. Investasi
    - Internal Rate of Return : 22,82%
    - Pay Out Time : 3,90 tahun

Ditinjau dari kedua aspek yang telah dijabarkan di atas, maka pra perencanaan pabrik Olein (Minyak Goreng Sawit) dari *Crude Palm Oil* dengan proses *Physical Refining* dan *Dry Fractionation* ini layak untuk dilanjutkan ke tahap perencanaan.

## III. NERACA MASSA

Berdasarkan hasil perhitungan *material balance* pada pabrik Olein ini, maka dibutuhkan bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) sebesar 69.697,673 kg/jam untuk kapasitas produksi Olein (minyak goreng sawit) sebesar 340.000 ton/tahun.

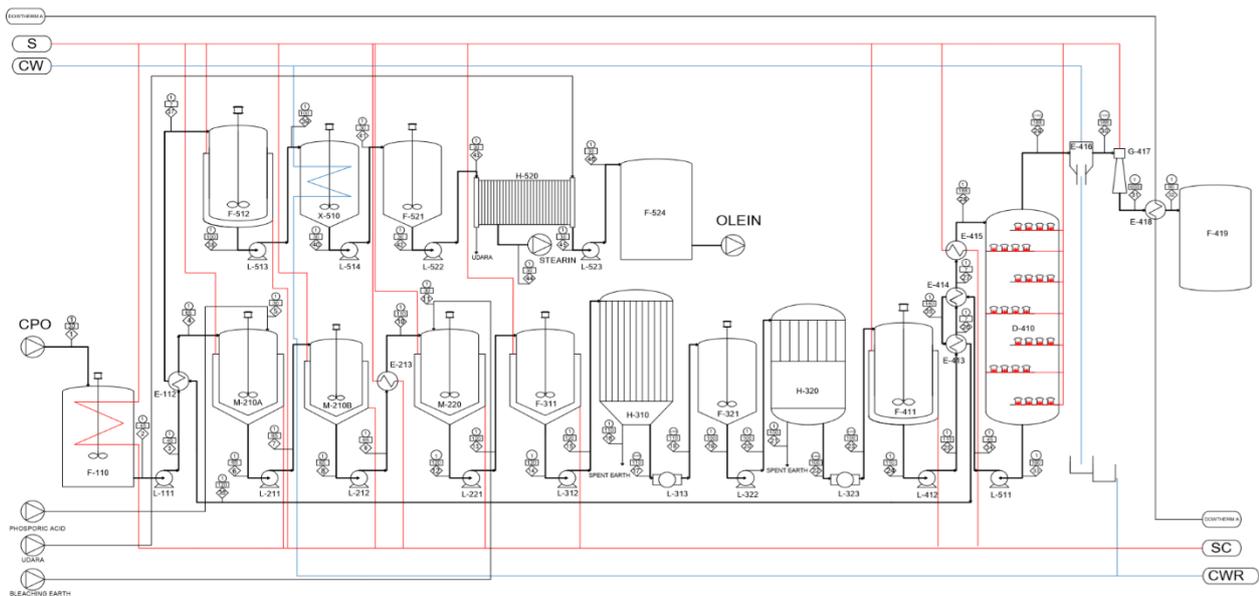
## IV. ANALISA EKONOMI

Dari hasil perhitungan neraca ekonomi, didapatkan *Total Cost Investment* untuk pabrik Olein (Minyak Goreng Sawit) ini sebesar Rp 1.010.090.462.444,43, *Internal Rate of Return* sebesar 22,82%, *Break Event Point* 34,71% dan waktu pengembalian modal (*Pay Out Time*) selama 3,90 tahun. Dengan perkiraan pabrik bisa beroperasi selama 10 tahun dengan operasi kontinyu selama 330 hari/tahun dengan jam kerja 24jam/hari.

## V. KESIMPULAN

Dari evaluasi secara teknis, pabrik ini sudah memenuhi syarat untuk dilanjutkan ke tingkat perencanaan. Dari segi ekonomi, pendirian pabrik Olein (Minyak Goreng Sawit) ini bisa dilakukan dengan pertimbangan dan kajian yang lebih detail dan teliti. Secara singkat, evaluasi tersebut dapat disajikan sebagai berikut :

1. Perencanaan Operasi :Kontinyu, 24 jam/hari, 330 hari/tahun
2. Kapasitas produksi : 340.000 ton/tahun
3. Kebutuhan bahan baku
  - a. *Crude Palm Oil* : 69.697,673 kg/tahun  
: 552.005,5721 Ton/tahun



**Gambar 1.** Process Flow Diagram Pra Desain Pabrik Olein dengan Proses *Physical Refining* dan *Dry Fractionation*

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, Tabel Dinamis Subjek Ekspor-Impor, 2018. <https://www.bps.go.id/subject/8/ekspor-impor.html#subjeViewTab6>. Diakses pada hari Selasa, 27 Maret 2018, pukul 20.00 WIB.
- [2] Bank Indonesia, Administrator, Stabilitas Sistem Keuangan, 2016. <http://www.bi.go.id/moneter/inflasi/data/Default.aspx>. Diakses pada hari Senin, 16 Jul, pukul 21.00 WIB. <http://www.matche.com>. Diakses pada hari Selasa, 17 Juli 2018, pukul 21.00 WIB.
- [3] G. G. Brown, "Unit Operation," New York: John Wiley and Sons, Inc, 1950.
- [4] L. E. Brownell dan E. H. Young, "Process Equipment Deseign Vessel Design," New Delhi: Wiley Eastern Limited, 1959.
- [5] J. M. Coulson and J. F. Richardson "Chemical Engineering," vol. 6, John and Wiley and Sons, Inc., 1957.
- [6] C. J. Geankoplis, "Transport Process and Separation Process Principle," United States of America: Prentice Hall, 2003.
- [7] D. M. Himmelblau, "Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering," Texas: Prentice-Hall International Inc., 1989.
- [8] J. J. Mc Ketta Jr. dan W. A. Cunningham, "Encyclopedia of Chemical Processing and Design," vol. 14, New York: Marcel Decker inc., 1977.
- [9] D. Q. Kern, "Process Heat Transfer," Tokyo: McGraw-Hill, 1965.
- [10] R. E. Kirk dan D.F. Othmer, "Encyclopedia of Chemical Technology," 4<sup>th</sup> Edition, vol. 17, New York: Wiley and Sons. Inc., 2004.
- [11] D. Kunii and O. Levenspiel, "Fluidization Engineering," USA: Butterworth-Heinemann, 1991.
- [12] R. E. Maple, "Petroleum Refinery Process Economics," 2<sup>nd</sup> edition, United States of America: Penn Well Corporation, 2000.
- [13] W. L. McCabe, "Unit Operation of Chemical Engineering," 5<sup>nd</sup> Edition, Singapore: Mc Graw Hill International Book Co, 1994.
- [14] R. H. Perry, "Perry's Chemical Engieer's Handbook," 8<sup>th</sup> Edition, United States of America: Mc Graw Hill, 2008.
- [15] M. S. Peters, dkk, "Plant Design and Economics for Chemical Engineers," New York: McGraw-Hill Book Co.
- [16] PT Chandra Asri Petrochemical, tbk, Unipol LLDPE, Tokyo Engineering Corporation, 1995.
- [17] R. Smith, "Chemical Design and Integration," Spanyol: John Wiley & Sons, Ltd, 2005
- [18] Ulman's, "Encyclopedia of Industri Chemistry," Volume 6A. New York: Weinhem, 1986.
- [19] G. D. Ulrich, "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics," United States of America: John Wiley & Sons, Ltd, 1984.
- [20] S, Van Ness, "Introdcction to Chemical Engineering Thermodynamics," Singapore: McGraw-Hill Book Co, 2001
- [21] Yaws, "Termodinamics and Psychal Properties Data", Singapore: McGraw-Hill Book Co, 1979.
- [22] Kusnarjo, "Desain Alat Penukar Panas". Surabaya: ITSpress, 2010.
- [23] O. Levenspiel, "Chemical Reaction Engineering," 2<sup>nd</sup> Edition, Toronto: Jhon Wiley and Sons, Inc., 1972.
- [24] E. E. Ludwig, "Appllied Process Design For Chemical and Petrochemical Plants," Houston-Texas: Gull Publishing, 1974.