

**PRA-RANCANGAN PABRIK CRUDE PALM OIL DENGAN VERTIKAL
STERILIZER BERKAPASITAS 100.000 TON/TAHUN DAN PENGOLAHAN
CRUDE PALM KERNEL OIL BERKAPASITAS 21.780 TON/TAHUN**

Khairul ¹⁾, Sri Handayani ²⁾

1) Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia

2) Dosen Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia

E-mail: khairuldiafakri2@outlook.com

Abstrak

Pra-rancang pabrik kelapa sawit ini akan menggunakan bahan baku TBS (Tandan Buah Segar) yang akan diproses dengan menggunakan alat Vertical Sterilizer yang bertujuan untuk merebus TBS dengan menggunakan uap kering (steam coil) selama 80-90menit dengan kondisi operasi 135°C dan tekan 2,5-3 bar. Selanjutnya TBS akan dibanting dengan menggunakan Threser dengan kecepatan 23-25 rpm yang bertujuan agar brondolan terlepas dari tandanya. Brondolan yang jatuh dari Threser akan diangkat menggunakan Fruit Elevator menuju Digester untuk dilumatkan hingga daging dan nut (biji) dapat terpisah secara sempurna. Proses pelumatatan ini membutuhkan waktu selama 85-90 menit dengan waktu pengadukan selama 15 menit. Mesocarp (daging) yang sudah dilumatkan selanjutnya akan di peras dengan menggunakan alat Screw Press agar minyak mentah dapat keluar. Massa press dalam mesin Screw Press adalah 50-60 bar dengan menggunakan air pembilas bersuhu 90-95°C agar minyak yang dihasilkan tidak memiliki viskositas yang tinggi. Proses selanjutnya adalah Clarifikasi (proses pemurnian) yang akan menggunakan tanki, seperti Sandtrap Tank yang berfungsi untuk memisahkan pasir dari cairan minyak mentah. Alat ini hanya mengandalkan sistem gravitasi agar pasir atau kotoran dapat mengendap. Minyak selanjutnya akan disaring dengan menggunakan Vibrating Screen berukuran 20 – 40 mesh agar pemisahan bahan asing seperti serabut, pasir kecil dan lain sebagainya tidak terbawa kedalam tanki pemisah, yaitu COT (Crude Oil Tank). Alat ini berfungsi sebagai pemisahan minyak dengan sludge yang dilakukan secara sedimentasi. Agar pemisahan dapat berjalan dengan sempurna, suhu minyak terjaga sekitar 90-95°C dengan sistem kerja flow. Selanjutnya minyak akan masuk kedalam CST (Continous Settling Tank) untuk dilakukan pengendapan kembali namun dibantu dengan agitator (pengaduk) agar minyak dapat berada dilapisan paling atas, lalu diikuti oleh air dan sludge. Pemanasan yang digunakan pada alat ini menggunakan sistem spiral yang dialiri steam coil dengan suhu 90-95°C. Minyak yang sudah murni akan dialirkan menuju Oil Tank dengan tekanan 3 bar. Proses terakhir adalah penurunan kadar air yang menggunakan alat Vacuum Dryer dengan tekanan 0,7-0,9 bar yang disemprotkan dengan menggunakan Nozzle. Analisa ekonomi yang telah dihitung menghasilkan net cash flow present value (NCFPV) bernilai positif yaitu Rp. 191.779.754.049,84, jangka waktu pengembalian modal (MPP) 4,31 tahun dan internal rate of return (IRR) 22,15%, hal tersebut menunjukkan prarancangan pabrik CPO 100.000 Ton/tahun dan CPKO 21.780 Ton/tahun layak didirikan.

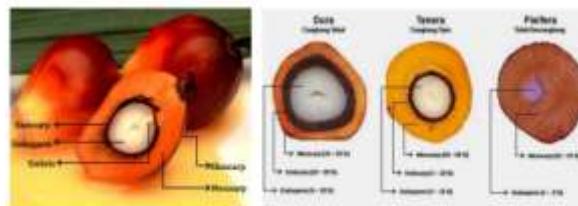
Kata kunci: Kelapa Sawit, Vertical Sterilizer, Crude Palm Oil, Crude Palm Kernel Oil

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki banyak pulau dan merupakan salah satu negara dengan luas areal perkebunan mencapai 15,08 Juta Ha pada tahun 2021. Luas perkebunan naik 1,5% dibandingkan dengan tahun sebelumnya yaitu 1,48 Juta Ha [1]. Areal perkebunan di Indonesia tersebar diberbagai provinsi, salah satu provinsi yang memiliki luas areal perkebunan kelapa sawit terletak pada provinsi 2,86 juta Ha. Luas areal perkebunan kelapa sawit dipengaruhi oleh meningkatnya permintaan dunia terhadap minyak mentah CPO (*Crude Palm Oil*), semakin banyak jumlah CPO yang diproduksi maka sangat memungkinkan terjadinya penambahan luasan pada areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia.

Minyak kelapa sawit (CPO) dan Minyak Inti Kelapa Sawit (CPKO) adalah minyak yang paling diminati di dunia. Minyak Kelapa Sawit dihasilkan dari perasan *Mesocarp* pada daging buah kelapa sawit, sedangkan Minyak Inti Kelapa Sawit dihasilkan dari perasan biji kerne atau inti kelapa sawit. Minyak kelapa sawit secara alami berwarna merah karena mengandung beta-karoten yang cukup

tinggi. Secara visual minyak CPO (*Crude Palm Oil*) berbeda dengan CPKO (*Crude Palm Kernel Oil*) yang dihasilkan walaupun berasal dari buah yang sama.



Gambar 1. Bagian buah dan jenis buah kelapa sawit

Jika dilihat dari Data Konsumsi sejak tahun 2019 - 2022, terdapat kenaikan disetiap tahunnya. Sehingga dapat di simpulkan bahwa produk minyak mentah kelapa sawit (CPO) sangat dibutuhkan. Dapat dilihat pada Tabel 1. dibawah ini:

Tabel 1. Data Konsumsi CPO Di Indonesia

Tahun	Konsumsi CPO (Ton)	Pertumbuhan (%)
2019	14.600.000	-
2020	15.700.000	7,53
2021	17.430.000	11,02
2022	19.190.000	10,10
2023	20.900.000	8,91
Rata-rata Pertumbuhan		9,39

Tabel 2. Proyeksi Konsumsi CPO Sampai Tahun 2027

Tahun	Konsumsi CPO (Ton)	Pertumbuhan (%)
2024	22.391.000	-
2025	24.000.000	7,19
2026	25.609.000	6,70
2027	27.218.000	6,28
Rata-rata Pertumbuhan		6,72

Pada proyeksi konsumsi minyak CPO hingga tahun 2027 mendatang, tidak diragukan terhadap posisi komoditas sawit akan terus memimpin minyak nabati dunia. Pada tabel diatas menunjukan bahwa proyeksi konsumsi minyak nabati utama dunia paling tinggi pada tahun 2027 dengan pertumbuhan mencapai 6,72% per tahun. Seiringan dengan meningkatnya konsumsi, maka pada tahun 2027 proyeksi produksi minyak nabati dunia akan mencapai 27.218.000 Ton.

Studi Pustaka

Proses pengolahan minyak CPO [2] proses pengolahan TBS (Tandan Buah Segar) menjadi Minyak CPO (*Crude Palm Oil*) dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu Penerimaan Buah Kelapa Sawit (TBS), Perebusan (Proses Sterilisasi), Perontokan dengan menggunakan mesin pembanting, Pelumatan (Proses Pengepressan), Ekstraksi minyak, dan klarifikasi.

Tandan Buah Segar (TBS) yang masuk kedalam Pabrik, harus di timbang melalui Jembatan Timbang untuk mengetahui Berat TBS yang diterima dipabrik. Secara umum jembatan timbang berfungsi sebagai kontrol proses (pengolahan buah masuk), menghitung rendemen, sebagai dasar perhitungan pembayaran premi pemanen dan buah pihak ketiga dan pencatatan produksi TBS kebun pensuplai. Jembatan timbang haruslah akurasi dan secara rutin wajib untuk dilakukan kalibrasi ulang [3]. Selanjutnya TBS akan dibawa ke Loading Ramp, yang berfungsi sebagai penimbunan sementara TBS. Di Loading Ramp dilakukan sortasi pemanen untuk memastikan buah yang akan diproses dalam kondisi yang baik dan optimal untuk di ekstraksi minyaknya.

Proses perebusan atau sterilisasi TBS dilakukan didalam Bejana bertekanan Uap yang dinamakan *Sterilizer*. *Sterilizer* merupakan stasiun yang sangat berguna dalam pengolahan kelapa sawit, dengan menggunakan uap panas (*Steam*) yang bertekanan secara konduksi dan konveksi. Proses perebusan TBS di pabrik kelapa sawit mempunyai peranan penting dalam pengolahan kelapa sawit karena dari proses inilah dapat berpengaruh terhadap keberhasilan pada proses-proses selanjutnya. Berdasarkan referensi menjelaskan bahwa didalam proses perebusan juga terjadi kehilangan minyak atau disebut *losses* dan tidak dapat dihindari, tetapi dapat dikurangi dari setiap stasiun pengolahan pabrik minyak kelapa sawit [4]. Dalam proses pengolahan TBS dipanaskan dengan menggunakan Uap (*Steam*) pada suhu 135°C dan tekanan mencapai 2,5 sampai 3,0 Bar (kg/cm^2) selama kurun waktu 80 - 90 Menit.

Proses selanjutnya adalah pelepasan Buah (Brondolan) dari tandanya. Pada proses ini TBM (Tandan Buah Masak) yang sudah keluar dari Sterilizer akan diangkut dengan menggunakan Conveyor untuk masuk ke dalam *Thresher* melalui *hopper* yang berfungsi untuk menampung buah yang sudah di rebus. Pemipilan dilakukan dengan cara membanting buah dalam drum dengan kecepatan berkisar 23 - 25 Rpm.

Digester adalah alat untuk melumatkan brondolan hingga daging buah terpisah dari Biji (*Nut*) [5]. Digester terdiri dari tabung silinder yang berdiri tegak yang didalamnya terdapat pisau pengaduk (*Stirring Arms*) sebanyak 6 (enam) tingkat yang diikatkan pada poros dan digerakan oleh elektro motor. 5 (lima) tingkat pisau di bagian atas digunakan untuk mengaduk dan melumatkan, sementara pisau bagian bawah disamping pengaduk digunakan sebagai pendorong massa keluar dari digester. Buah yang masuk kedalam digester diaduk sedemikian rupa sehingga sebagian besar daging buah sudah terlepas dari dagingnya. Proses pengadukan dan peremasan buah dapat dilakukan dengan baik apabila ketel adukan selalu dipertahankan penuh atau 75% dari kapasitas digester.

Proses pengepresan dengan menggunakan *Srew Press* digunakan untuk memisahkan minyak kasar (*Crude Oil*) dari daging buah (*Mesocarp*). Alat ini terdiri dari sebuah silinder (Press Silinder) yang berlubang-lubang dan didalamnya terdapat 2 (dua) buah ulir (*screw*) yang berputar secara berlawanan arah. Tekanan kempa diatur oleh 2 (dua) konus (*cones*) yang berada dibagian ujung pengempa yang dapat digerakan maju mundur secara hidrolis. Massa yang dipress dalam mesin Screw Press adalah 50 - 60 Bar dengan menggunakan air pembilasan bersuhu $90 - 95^{\circ}\text{C}$ sebanyak 7% TBS (maks) dengan hasil minyak kasar (*Crude Oil*) yang viskositas nya tinggi. Untuk dapat menurunan viskositas minyak, maka diperlukan penambahan air yang biasanya dilakukan di *Oil Gutter*.

Stasiun pemurnian adalah proses terakhir dalam pengolahan minyak mentah kelapa sawit. Hasil pengepressan akan dikirimkan ke stasiun pemurnian ini untuk diproses lebih lanjut sehingga dapat diperoleh minyak produksi (CPO). Proses pemurnian minyak dilakukan dengan sistem pengendapan (*sedimentation*), Sentrifugasi dan penguapan.

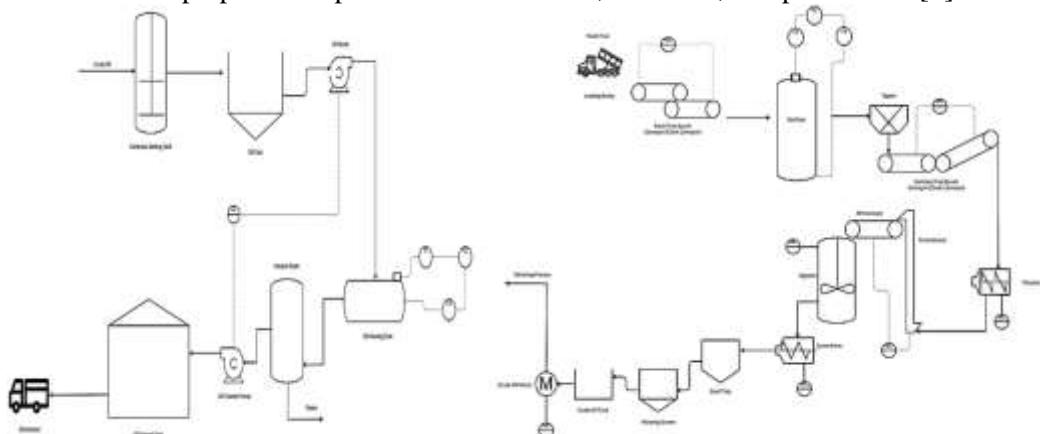
Minyak yang keluar dari Oil tank masih mengandung air, untuk itu perlu dilakukan pengurangan kadar air tersebut. Pengeringan minyak dipergunakan untuk memisahkan air dari minyak dengan cara penguapan hampa. Minyak yang berasal dari oil tank akan di pompaan ke *spray dryer*. Disini minyak akan di semprot dengan menggunakan nozzle sehingga campuran minyak dan air tersebut akan pecah. Hal ini akan mempermudah proses pemisahan antara air dengan minyak, dimana minyak yang memiliki tekanan uap lebih rendah dibandingkan air akan turun kebawah dan dipompaan kedalam tanki timbun (*Storage Tank*).

Storage Tank merupakan tempat/tanki untuk menyimpan sementara minyak mentah (CPO) hasil produksi yang dihasilkan sebelum dipasarkan. Tanki timbun secara periodik akan dilakukan pengurasan mengikuti standart prosedur pencucian tanki. Suhu penyimpanan berkisar $40 - 45^{\circ}\text{C}$.

Metodologi Penelitian

Metodologi yang diambil merupakan analisis teknik secara deskriptif. Data yang digunakan adalah neraca massa dan neraca energi. Dalam ranah kimia dan industri proses, neraca massa merupakan alat fundamental yang digunakan untuk menganalisis dan mengendalikan aliran material

antar tahapan dalam suatu sistem produksi. Dengan menerapkan neraca massa, perusahaan dapat memastikan efisiensi produksi yang optimal, mengidentifikasi potensi pemborosan atau kebocoran dalam proses, serta membantu dalam mengoptimalkan penggunaan bahan baku, dan memastikan kualitas dan keberlanjutan proses produksi minyak CPO (*Crude Palm Oil*). Neraca energi merupakan prinsip dasar yang menyatakan bahwa total energi yang masuk ke dalam sistem harus seimbang dengan total energi yang digunakan, disimpan, atau dikonversi selama berlangsungnya proses tersebut. Ketidakseimbangan energi umumnya disebabkan oleh kehilangan energi, yang dapat terjadi melalui mekanisme perpindahan panas secara konduksi, konveksi, maupun radiasi [6].



Gambar 2. Process flow diagram (PFD) dan piping & instrumentation diagram (P&ID)

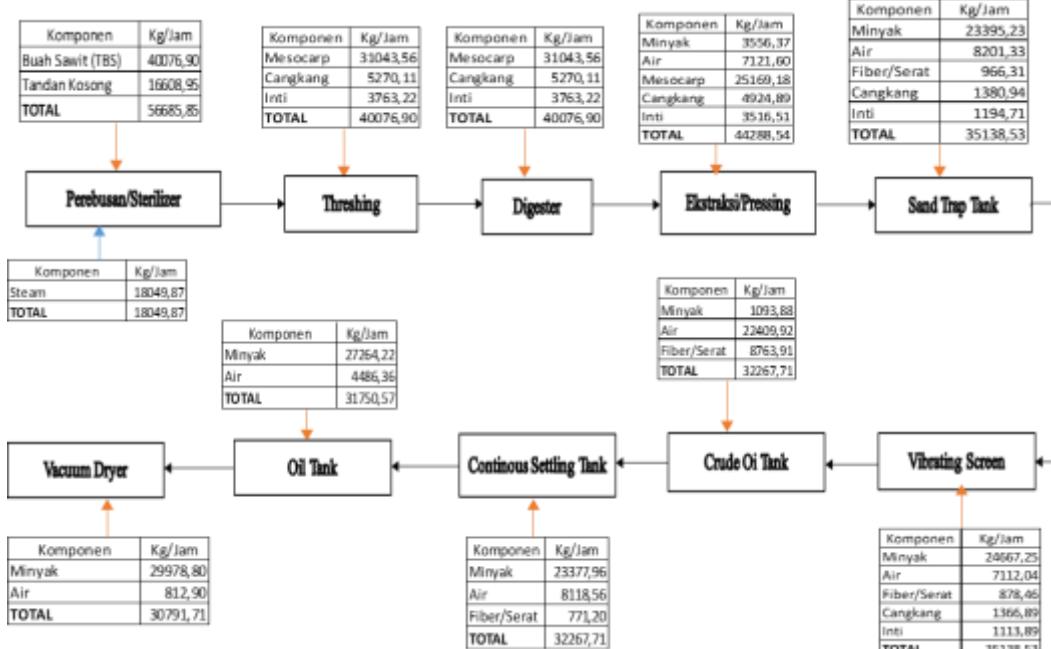
Hasil dan Pembahasan

Asumsi aliran steady state, maka akumulasi massa sama dengan 0 (nol), neraca massa proses pembuatan CPO dan PKO dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas CPO} = 60000 \text{ Kg/Jam}$$

$$\text{HKE (Hari Kerja Efektif)} = 330 \text{ Hari/Tahun}$$

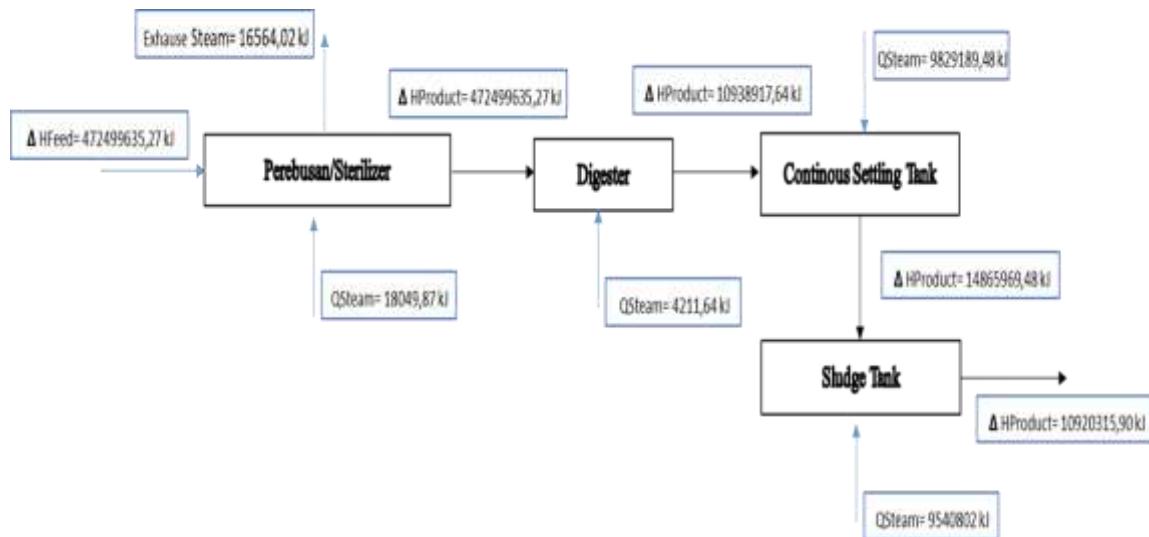
$$\text{Basis Operasi} = 22 \text{ Jam/Hari}$$



Gambar 3. Diagram alir kualitatif neraca massa

Perhitungan Neraca Energi menggunakan neraca energi menggunakan neraca energi komponen dan neraca energi overall. Dalam teori ini berlaku hukum kekekalan energi dengan asumsi aliran steady state, dan satuan yang digunakan adalah kJ, maka rumus yang digunakan adalah:

$$[\text{Akumulasi Energi}] = [\text{Aliran Energi Masuk}] - [\text{Aliran Energi Keluar}]$$



Gambar 4. Diagram alir kualitatif neraca energi

Kesimpulan

Berdasarkan analisis teknik dapat disimpulkan bahwa pabrik CPO (*Crude Palm Oil*) yang akan didirikan di daerah Kab. Labuhanbatu, Prov. Sumatera Utara, lokasi tersebut dipilih karena dekat dengan sumber bahan baku, sumber air, dan tenaga kerja. Pabrik ini akan dibangun tahun 2026 dan mulai beroperasi pada 2027 secara kontinyu selama 330 hari dalam satu tahun dengan kapasitas produksi 100.000 Ton/Tahun CPO menggunakan *Vertical Sterilizer*. Bentuk badan usaha yang direncanakan pada pabrik ini yaitu Perseroan Terbatas (PT).

Ucapan Terima kasih

Pra-rancang dan Penelitian ini disupport oleh Dosen Pembimbing dari Prodi Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia serta pedoman penyusunan dari perusahaan Asian Agri Group selaku mitra dalam kunjungan lapangan.

Daftar pustaka

- [1] BPS diolah Dirjen Perkebunan dalam Buku Statistik Perkebunan Tahun 2019 - 2023.
- [2] BASIRON, Yusof. Palm Oil. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 2005
- [3] Handbook Pedoman Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit, 2003. Direktorat Jendral Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, Diektorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perkebunan, Departement Pertanian
- [4] HIKMAWAN, Oksya, et al. Pengaruh jarak rotor terhadap efisiensi pemecahan biji pada stasiun ripple mill di pabrik kelapa sawit. Indonesian Journal of Industrial Research, 2021, 16.31: 14-21.
- [5] Buana L., Siahaan D., Adiputra S. 2003. Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS). Indonesian Oil Palm Research Institute. Medan – Sumut

- [6] A. Zahidin & L. Rubianto, 2020, Perhitungan Neraca Massa, Neraca Panas dan Efisiensi Pada Rotary Kiln Unit Kerja RKC 3 PT Semen Idonesia(PERSERO) Tbk.,Distilat J. Teknol. Separasi, Vol. 6, No. 2, pp. 309–315