

201341

by Arief Panca

Submission date: 22-Sep-2022 09:36PM (UTC-0700)

Submission ID: 1906848302

File name: Jurnal_Tesis_Arief_Panca_Putra_STP_201341_rev_2.docx (319.96K)

Word count: 7155

Character count: 40200

Rancangan “Steamless Palm Oil Mill” (Pabrik Kelapa Sawit Tanpa Steam)

Arief Panca Putra¹, Hermantoro², Andreas K. Wahyu³, Harsa Wardhana⁴

¹Mahasiswa Magister Manajemen Perkebunan, ²Dosen Magister Manajemen Perkebunan,

³Dosen Magister Manajemen Perkebunan, ⁴Dosen Magister Manajemen Perkebunan.

Email Korespondensi : pancaputra180891@gmail.com

ABSTRAK

Kelapa sawit telah berkembang dari luas 300 ribu ha pada tahun 1980 saat ini menjadi 16.1 juta ha (menurut GAPKI) dengan produksi CPO sebesar 40 juta ton. Perkebunan rakyat terus meningkat dan saat ini telah menjadi 52 persen dari seluruh luas kebun kelapa sawit, dalam industri pengolahan CPO saat ini masih didominasi industri skala besar yang menggunakan air sungai sebagai bahan baku utama untuk menghasilkan uap air panas 1,4-1,6 m³ per ton sawit dengan kapasitas minimal 30 ton sawit perjam dan dibutuhkan lahan seluas 15 ha rata-rata penggunaan air sebesar 46 m³ per jam yang menghasilkan limbah cair sebanyak 60 persen yang berpotensi menghasilkan efek gas rumah kaca sebesar 35.16 kg CO₂ eq/ton TBS. Dengan rancangan desain proses pengolahan TBS tanpa air bisa meniadakan potensi gas rumah kaca dikarenakan proses pengolahan menggunakan udara panas tidak memerlukan air untuk proses pemanasan dan bisa dirancang dengan kapasitas 1-5 ton per jam, udara panas dihasilkan dari proses elemen pemanas listrik atau gasifikasi biomassa yang menghasilkan panas guna mendukung proses pengolahan maka tidak diperlukan ketel uap, tangki sparasi minyak, pengolahan sludge minyak dan pengolahan air baku yang selama ini menjadi sumber klorin sehingga bisa memaksimalkan hasil dan bisa menurunkan biaya investasi kepemilikan pabrik kelapa sawit serta bisa meningkatkan penghasilan industri kecil (petani).

Kata Kunci : *Pengolahan ; Kelapa Sawit ; CPO ; Tanpa Air*

12

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara dengan luas perkebunan kelapa sawit juga sebagai produsen *Crude Palm Oil* (CPO) nomor satu di dunia, yakni sekitar 24 juta ton (Wahyudi 2012). Produksi CPO Indonesia juga menjadi sumber penbisaan negara sekaligus memenuhi 47% kebutuhan minyak nabati dunia (Wiyono 2013). Menurut Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI, 2021), tahun 2020 produksi minyak sawit (CPO) Indonesia sebesar 47.40 juta ton dengan luas lahan 16.381.959 ha (16,38 juta ha) dari 26 propinsi dan tahun 2021 diproyeksikan 52,30 juta ton.

Selama ini TBS dijual ke PKS yang di miliki PBS & PBN yang jaraknya relatif jauh dari kebun ¹⁰tani, sehingga membutuhkan biaya transportasi yang tinggi (rerata diatas Rp. 200/kg TBS). TBS yang diterima di PKS setelah lebih dari 1 x 24 jam disebut dengan buah menginap (restan) dan buah ini akan mengalami penurunan kualitas karena sebagian minyak pada daging buah akan mengalami hidrolisa atau terurai menjadi asam lemak bebas (Gaspersz, V. 2005). Dalam proses pengolahan hasil pertanian atau perkebunan untuk menghasilkan produk yang baik sangat dipengaruhi oleh dua faktor utama y¹⁰u bahan baku (*raw material*) dan tahapan proses produksinya. Demikian pula pada unit pabrik kelapa sawit (PKS) yang mengolah tandan buah sawit (TBS) menjadi CPO (*crude palm oil*), bahan baku TBS yang berasal dari kebun kualitasnya sangat bervariasi termasuk tingkat kemasakannya sehingga bisa berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas CPO yang dihasilkan (Sarah, 2015).

Di pabrik kelapa sawit Indonesia bahwa bahan baku TBS yang akan diolah kondisi sangat variatif, hal ini terjadi karena ada perbedaan dari beberapa faktor yaitu tingkat kemasakan, lama tunggu proses (*restan*), umur tanaman, iklim tempat pertumbuhan, kotoran yang terikut (tangkai), jenis/klon tanaman, sistem transportasi dan campuran dari masing-masing kondisi TBS yang akan di proses (Ruswanto et al., 2020).

Tanaman kelapa sawit mulai berbuah pada umur 3 tahun setelah tanam dan semakin tinggi umurnya maka produksinya semakin tinggi juga baik beratnya maupun kandungan minyaknya, tetapi pada umur tertentu akan mengalami penurunan produksi sampai umur sekitar 25 tahun untuk siap di replanting. Buah kelapa sawit yang akan diolah menjadi minyak sawit (CPO) harus berkualitas, yaitu yang masak optimal, karena kadar minyaknya tinggi. Krisdiarto *et al.*, (2017) bahwa perubahan kualitas TBS (berdasar kadar asam lemak bebasnya) sangat dipengaruhi tahap proses penanganan bahan, mulai dari pemanenan, pengangkutan dan pemuatan ke bak truk serta pengangkutan ke pabrik minyak kelapa sawit.

Kenaikan ALB terbanyak saat di lapangan atau sebelum mulai diolah di PKS, Saat pengolahan di PKS kenaikan ALB hanya 0,1% - 0,5%. Lamanya penundaan proses bisa meningkatkan ALB CPO sebesar 0,94% setiap restan 1 hari pada buah membrondol (Mangoensoekarjo dan Semangun 2003).

Adanya penggunaan *steam* dengan suhu dan tekanan tinggi dan waktu yang lama akan berpengaruh terhadap karakteristik minyak sawit (Kasmin et al., 2020), Kebutuhan *steam* di *sterilizer* sebesar 15% jumlah TBS, *steam* dan air pada ekstraksi sebesar 13% dari jumlah TBS keluaran *sterilizer*, dimana TBS keluaran *sterilizer* sebesar 78% dari jumlah TBS awal. Kebutuhan *steam* dan air pada pengolahan biji dan pemurnian, jumlah kebutuhannya 54% dari total TBS dan untuk kebutuhan air untuk pengolahan *sludge* sebesar 14% dari jumlah TBS keluaran *sterilizer* (Chalvaparit, 2006). Menurut Noerhidajat et al., (2016) bahwa efek variasi tekanan sterilisasi 40 dan 70 psi (*pounds per square inch*) buah sawit menyebabkan kehilangan minyak di kondensat tinggi dan penggunaan *steam* lebih banyak. Owolarafe et al., (2008) bahwa semakin lama sterilisasi, waktu pelumatan dan tekanan 0,5 sampai 1,5 MPa mempengaruhi hasil minyak.

Selama ini tahapan proses pengolahan CPO adalah *reception station* (penimbangan dan *greeding*), *sterilization station* (menggunakan *steam*), pemipilan buah, *digesting and press station* dan *clarification station* (penjernihan). Sebagai bahan baku selama ini adalah tandan buah sawit (TBS), yang di peroleh dari kebun inti, kebun plasma ataupun petani mandiri. Dalam proses perebusan (sterilisasi) aktual di lapangan ada *sterilizer* sistem kontinyu suhu sekitar 95°C-100°C (tekanan sekitar 1-1,5 bar) dan *sterilizer* sistem *batch* dengan *triple peak* suhu sekitar 135°C-145°C dengan penggunaan tekanan 1,5 - 3,0 bar, waktu sekitar 80 - 90 menit (Febrina et al., 2019; Corley R.H.V and Tinker P.B, 2016).

Namun umumnya saat ini di unit PKS menggunakan *system batch sterilization* (penggunaan *steam*). Adanya penggunaan *steam* dengan suhu tinggi, tekanan tinggi dan waktu yang lama akan berpengaruh terhadap karakteristik minyak sawit yang dihasilkan sehingga menghasilkan limbah cair tinggi yang membutuhkan penanganan waktu lama, tempat yang luas biaya yang tinggi dan berimbas pada efek rumah kaca (terbentuknya gas *methane* tinggi) sehingga tidak ramah lingkungan dan pemanfaatan limbah cair untuk menjadi biogas juga membutuhkan biaya yang tinggi (Foong et al., 2019).

Berdasarkan dari latar belakang kebutuhan akan teknologi baru dalam pengolahan kelapa sawit sangatlah penting sehingga dibutuhkan inovasi untuk merancang teknologi pengolahan kelapa sawit dengan tahapan proses yang singkat, tidak menggunakan air dan biaya investasi yang rendah.

Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Sekitar 6 juta luas lahan kelapa sawit petani sulit mengakses pabrik kelapa sawit (belum memiliki unit PKS).
- b. Biaya transportasi tinggi, karena jarak antara lahan kelapa sawit PR dengan PKS jauh dan akses transportasi sulit.
- c. Membutuhkan air untuk menghasilkan *steam* untuk proses perebusan (dibutuhkan boiler).
- d. Diperlukan penanganan limbah cair yang membutuhkan waktu lama, lahan yang luas, complain dari masyarakat dan LSM.

Batasan Masalah

Penelitian ini merupakan rancangan pabrik pengolahan minyak kelapa sawit tanpa menggunakan air (*steamless*) yang ditujukan untuk petani yang tidak atau belum memiliki pabrik pengolahan kelapa sawit dengan skala kecil atau disesuaikan mulai dari 1 Ton TBS/Jam sampai 5 Ton TBS/jam dengan investasi yang terjangkau, biaya produksi yang rendah dan *zero waste* (tidak ada limbah).

Tujuan Penelitian

Berdasarkan hal tersebut diperlukan perubahan dalam proses pengolahan minyak kelapa sawit di PKS :

- a. Merancang desain PKS tanpa menggunakan air yang sederhana dengan tahapan proses yang singkat.
- b. Merancang gambar teknik PKS tanpa menggunakan air
- c. Memperkirakan biaya investasi PKS tanpa menggunakan air

Manfaat Penelitian

Dengan adanya teknologi yang dirancang bisa bermanfaat sebagai berikut:

- a. Menemukan rancangan desain teknologi PKS tanpa menggunakan air
- b. Inovasi sistem pengolahan kelapa sawit menjadi CPO yang lebih sederhana
- c. Menjadi rekomendasi pembangunan PKS tanpa menggunakan air dengan skala kecil untuk petani

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

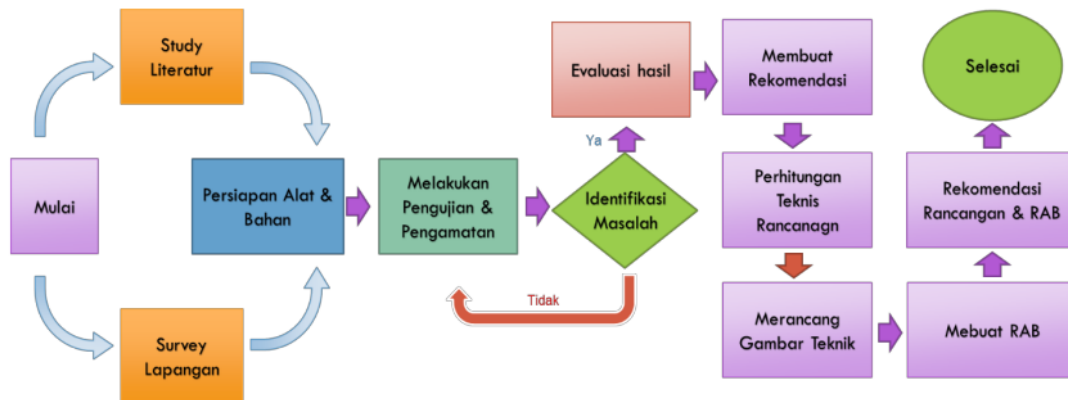
Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Keruh, Tebo Tengah, Kabupaten Tebo, Jambi 37571 penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan, terhitung pada bulan Januari – Juli 2022.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk penelitian ini yaitu pabrik pengolahan CPO mini tanpa air dengan kapasitas 2 ton TBS per jam, Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah buah kelapa sawit segar dari kebun petani sekitar.

Rancangan Penelitian

Berikut akan dijelaskan urutan rancangan penelitian yang akan dikerjakan, tahapan proses penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dan diawasi secara langsung oleh peneliti di pabrik pengolahan kelapa sawit tanpa menggunakan air di Sungai Keruh, Tebo Tengah, Kabupaten Tebo, Jambi 37571.

Untuk memperoleh data yang dibutuhkan serta untuk menjamin kebenaran data yang dikumpulkan, maka dalam penelitian ini digunakan metode:

1. Teknik Observasi Langsung
Teknik ini dilakukan dengan melihat langsung ke lapangan untuk mengkaji kinerja pabrik kelapa sawit tanpa menggunakan air.
2. Pengumpulan informasi spesifikasi teknis mesin yang digunakan
Spesifikasi teknis berkaitan dengan informasi kapasitas mesin per jam, putaran mesin dan sistem penggerak yang digunakan

Variabel Pengamatan

Variabel adalah segala sesuatu yang akan menjadi objek pengamatan atau eksperimen, bisa juga diartikan sebagai faktor-faktor yang berperan dalam peristiwa atau gejala yang akan diteliti (nabawiyah,2004:39).

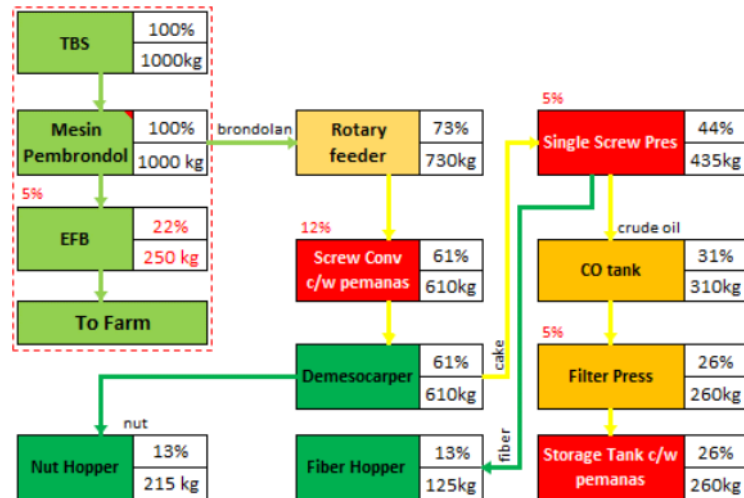
Pada penelitian ini akan dilakukan pengamatan secara langsung, berikut variabel pengamatan yang akan dilakukan:

- a. Analisa peralatan dan *performance* alat (spesifikasi dll).
- b. Analisa desain peralatan yang digunakan.
- c. Pengamatan/evaluasi setiap tahapan proses (putaran mesin, suhu dan ampere).
- d. Studi komparasi kajian akademis dengan sistem pengolahan kelapa sawit yang sudah ada.
- e. Finalisasi konsep/sistem kerja yang akan digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Flow Proses

Pada rancangan *flow process steamless palm oil mill* “PKS tanpa air” ini peneliti membatasi penelitian pada rancangan proses pengolahan CPO dengan bahan baku brondolan dengan tahapan proses mulai dari *rotary feeder*, *screw conveyor c/w pemanas*, *demesocarper*, *single screw press*, *crude oil tank*, *filter press* dan *storage tank*.



Gambar 4.2.1. *Flow process* rancangan pabrik kelapa sawit *steamless*

Kajian Literatur Bagian-bagian Alat Mesin

Pada tesis ini penentuan perhitungan teknik dan kapasitas masing-masing unit mesin dihitung dari *material balance* tandan buah segar kelapa sawit dengan kapasitas olah 1 ton tandan buah segar kelapa sawit per jam.

1. Hopper dan Rotary Feeder

Hopper berfungsi sebagai tempat penampungan sementara dari material umpan, yang selanjutnya material tersebut menuju ke alat pengatur umpan berputar atau *rotary feeder*. *Hopper* ini terbuat dari lembaran baja dengan di desain secara khusus pada dinding-dindingnya dengan tujuan agar terhindar dari keausan akibat gesekan dan benturan dinding dengan brondolan.

Feeder adalah alat pengumpan material dari *hopper* atau dari *ROM (Run Of Mine) Feeder* sebagai alat pengumpan material dari *hopper* ataupun dari *ROM* ke unit *screw conveyor* dengan kecepatan konstan. Penggunaan alat pengumpan bertujuan agar proses pengumpanan dari *rotary feeder* menuju ke alat *screw conveyor* bisa berlangsung dengan laju yang konstan, tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil, sehingga bisa mencegah terjadinya penumpukan brondolan pada alat *screw conveyor*.

Perhitungan *rotary feeder* pengumpan bahan pada mesin *screw conveyor* ini adalah suatu usaha seberapa besar daya dan komponen-komponen yang digunakan untuk kapasitas mesin *screw conveyor* berkapasitas 700 kg/jam.

1.1 Perhitungan massa dan volume tabung rotary feeder

Perhitungan massa tabung bisa di hitung dengan persamaan :

$$\text{Luas selimut, } A_S = \pi \cdot d \cdot t$$

Dimana A_S adalah luas selimut tabung, d adalah diameter tabung yang digunakan, dan t adalah tinggi tabung yang digunakan.

Perhitungan volume tabung bisa di hitung dengan persamaan 1 :

$$V = \pi \times r^2 \times t \quad (1)$$

Sehingga massa tabung rotary bisa dihitung dengan persamaan 2 :

$$M_S = V \cdot \rho \quad (2)$$

Dimana v adalah volume tabung, r adalah jari-jari tabung yang digunakan, ρ massa jenis besi dan t adalah tinggi tabung yang digunakan.

Diketahui data sebagai berikut :

$$\pi = 3,14$$

$$d = 1 \text{ meter}$$

$$r = 0,5 \text{ meter}$$

$$t = 0,9 \text{ meter}$$

$$m_{\text{brondolan}} = 1,02 \text{ g/cm}^3$$

$$m_{\text{besi}} = 7,874 \text{ g/cm}^3$$

Penyelesaian

$$A_S = 3,14 \times 1 \times 0,9$$

$$= 2,83 \text{ m}^2$$

$$M_S = 2,83 \times 7,874$$

$$= 22,28 \text{ g/cm}^3$$

$$V = 3,14 (0,5 \times 0,5) 0,9$$

$$= 0,71 \text{ m}^3$$

Jadi volume tabung aktual

$$= 0,71 \times 1,02$$

$$= 0,72 \text{ m}^3$$

$$= 0,72 \times 1,02 \times 1000$$

$$= 734,4 \text{ kg}$$

Jadi, volume tabung rotary feeder adalah 734,4 kg.

1.2 Perhitungan massa mulut rotary feeder bisa di hitung dengan persamaan 3, 4 dan 5.

Mulut rotary :

$$A_m = \pi \cdot d \cdot t \quad (3)$$

Volume mulut rotary :

$$V_m = A_m \cdot t \quad (4)$$

Massa mulut rotary :

$$M_m = V_m \cdot \rho \quad (5)$$

Dimana t = tebal plat

Diketahui data sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\pi &= 3,14 \\
d &= 1 \text{ meter} \\
r &= 0,5 \text{ meter} \\
t &= 0,9 \text{ meter} \\
m_{\text{brondolan}} &= 1,02 \\
m_{\text{besi}} &= 7,874 \text{ g/cm}^3 \\
\text{Penyelesaian} \\
\text{Mulut rotary :} \\
A_m &= 3,14 \times 1 \times 0,9 \\
&= 2,83 \text{ kg} \\
\text{Volume mulut rotary} \\
V_m &= 2,83 \times 0,9 \\
&= 2,547 \text{ m}^3 \\
\text{Massa mulut rotary} \\
M_m &= 2,547 \times 7,874 \\
&= 20,055 \text{ g/cm}^3
\end{aligned}$$

1.3 Kapasitas pengumpanan

Kapasitan pengumpanan adalah banyaknya pengumpanan yang di lewati oleh *rotor rotary*.

Kapasitas pengumpanan bisa dihitung dengan persamaan 6 (Kusuma, 2009):

$$Q = \frac{v}{t} \quad (6)$$

Dimana Q adalah kapasitas yang di umpankan (kg/s), v adalah volume dari tabung rotary (kg), t adalah waktu untuk pengumpanan bahan.

Diketahui data sebagai berikut

$$\begin{aligned}
v &= 734,4 \text{ kg} \\
t &= 60 \text{ menit}
\end{aligned}$$

Penyelesaian

$$\begin{aligned}
Q &= \frac{734,4}{60} \\
&= 12,24 \text{ kg/menit}
\end{aligned}$$

1.4 Perhitungan Gaya

Perhitungan gaya dilakukan untuk bisa mengetahui gaya yang digunakan dan kecepatan yang digunakan untuk memutar rotor dengan persamaan 7 (Sularso, 1991:7):

$$\omega = \frac{2.\pi.N}{60} \quad (7)$$

Dimana N adalah putaran yang diinginkan yaitu 12 rpm

Penyelesaian

$$\begin{aligned}
\omega &= \frac{2.3,14.12}{60} \\
&= 1,26 \text{ Nm/menit}
\end{aligned}$$

1.5 Perhitungan moment inersia

Perhitungan momen inersia bisa dihitung dengan persamaan 8 (Sularso, 1991:7):

$$I = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \quad (8)$$

Penyelesaian

$$I = \frac{1}{2} \cdot 22.280 \cdot 0,5^2 \\ = 2,785 \text{ kg m}^2$$

1.6 Percepatan sudut

Perhitungan percepatan sudut bisa dihitung dengan persamaan 9 (Sularso, 1991:7):

$$\omega_1 = \omega_0 + a \cdot t \quad (9)$$

Penyelesaian

$$\omega_1 = 9,42 + 2,83 \times 0,9 \\ = 11,967 \text{ rad/s}^2$$

1.7 Perhitungan torsi, menggunakan persamaan 10

Perhitungan torsi bisa dihitung dengan persamaan 10 (Robert L. Mott, 2009:81):

$$T_{Brondolan} = I_{Brondolan} \cdot \alpha \quad (10)$$

Penyelesaian

$$T_{Brondolan} = 2,785 \times 2,83 \\ = 2,881 \text{ Nm}$$

1.8 Perhitungan daya

Perhitungan daya dilakukan untuk mengetahui berapa ukuran motor penggerak yang digunakan, untuk menghitung daya bisa di cari dengan rumus persamaan 11 (Sularso, 1991:7) :

$$P_0 = T_{rotor} \cdot \omega \quad (11)$$

Penyelesaian

$$P_0 = 2,881 \times 9,42 \\ = 27,139 \text{ J/s} \\ = 2,7 \text{ kW}$$

Jadi, kapasitas elektro motor yang digunakan yaitu 2,7 kW

2. Screw Conveyor & Heating system

Screw Conveyor yang di rancang khusus yang dilengkapi *Heating system* yang berfungsi sebagai alat pemindah bahan dengan sistem pemanas yang bisa diatur. Pada umumnya *screw conveyor* terdiri dari silinder, poros yang permukaannya terbiasa ulir melilit sepanjang poros, Material yang bisa dipindahkan oleh *screw conveyor* pada umumnya berjenis *bulk* material. Material ini akan melewati *screw* secara bertahap mengikuti alur dari *screw* dengan satuan per volume dari material tersebut. Penggunaan *screw conveyor* tidak terbatas pada pengangkutan material dalam arah *horizontal*, tetapi bisa juga mengangkut material dengan sudut tertentu. Keuntungan penggunaan *screw conveyor* antara lain laju aliran material bisa diatur sesuai dengan kebutuhan.

Alat ini terdiri dari besi baja yang memiliki spiral atau *helical fin* yang terpasang pada shaft dan berputar dalam suatu saluran berbentuk U (*through*) tanpa bersentuhan sehingga *helical fin* mendorong material ke *through*. Shaft digerakkan oleh motor gear (umumnya motor induksi). *Conveyor* dibuat dengan ukuran panjang 8 sampai 12 feet yang bisa dikombinasikan untuk memperoleh panjang tertentu.

Saluran (*through*) berbentuk setengah lingkaran dan disanggah dengan baja. Pada akhir ulir biasanya dibuat lubang untuk penempatan *as* dan *drive end* yang kemudian dihubungkan dengan alat penggerak.

Elemen *screw conveyor* disebut *flight*, bentuknya *helical* atau dengan modifikasi tertentu. Untuk *helicoids flight* bentuknya berupa pita memanjang dan dengan alat penyangga pada masing-masing belitan dan berakhir pada as utama.

Screw conveyor memerlukan sedikit ruangan dan tidak membutuhkan mekanik serta membutuhkan biaya yang sedikit sehingga menjadi alasan sangat umum digunakan pada industri. Pada umumnya *screw conveyor* dipakai untuk mengangkut bahan secara horizontal.

Namun bila diinginkan dengan elevasi tertentu bisa juga dipakai dengan mengalami penurunan kapasitas 25 hingga 45% dari kapasitas horisontalnya. Elevasi atau kemiringan 10 derajat terjadi penurunan kapasitas 15%, Elevasi 15 derajat terjadi penurunan kapasitas 20% dan elevasi 20 derajat terjadi penurunan kapasitas hingga 40%.

1.1 Perhitungan kapasitas Screw conveyor (Q)

Kapasitas *screw conveyor* bisa dihitung dengan persamaan 1,

Jika *screw conveyor* terisi penuh: (1)

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times L \times \text{rpm}$$

Jika *screw conveyor* terisi separuh

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) L \times \text{rpm} \times 0,5$$

Dimana :

Q : Volume

D : Diameter luar

d : Diameter poros

L : Pitch (tarikan)

BJ : Berat jenis bahan

P : Panjang konveyor

Rpm : Kecepatan putaran

Penyelesaian,

Diketahui data sebagai berikut

D : 400 mm = 0,4 meter

d : 50 mm = 0,050 meter

L : 350 mm = 0,35 m

P : 6 meter

BJ_{Brondolan} : 1,02

Rpm : 8 rpm

$$\begin{aligned} Q &= \frac{3,14}{4} (0,4^2 - 0,050^2) \times 0,35 \times 8 \\ &= 0,785 \times (0,16 - 0,0025) \times 0,35 \times 8 \\ &= 0,785 \times 0,135 \times 0,35 \times 8 \\ &= 0,03 \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 0,03 \times 60 \\ &= 1,8 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Jadi kapasitas *screw conveyor* jika terisi penuh sebesar 1,8 m³/jam

1.2 Perhitungan gaya puntir akibat gesekan conveyor

Menentukan sudut kemiringan *Conveyor* bisa dihitung dengan persamaan 1.

$$\text{tg } \alpha = \frac{L}{\pi \cdot D_t} \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{350}{3,14 (400 - 50)/2}$$

$$\alpha = 0,637$$

Gaya gesek maju massa terhadap talang. Untuk mengetahui gaya puntir terhadap talang, bisa dihitung dengan persamaan 2,

$$\begin{aligned} K &= \operatorname{tg} \alpha \times P_t \\ &= \operatorname{tg} \alpha \times (\mu_{\text{talang}} \times Q) \\ &= 0,415526 \times (0,8 \times 584,511) \end{aligned} \quad (2)$$

$$K = 194,321 \text{ kg}$$

Gaya gesek maju massa terhadap daun ularan. Untuk mengetahui gaya puntir terhadap daun ularan, bisa dihitung dengan persamaan 3,

$$\begin{aligned} W &= k \times \mu_{\text{daunularan}} \\ &= 194,321 \times 0,35 \end{aligned} \quad (3)$$

$$W = 67,965 \text{ kg}$$

Gaya gesek akibat (berat shaft + berat daun conveyor) terhadap bushing. Untuk mengetahui gaya puntir terhadap bushing, bisa dihitung dengan persamaan 4,

$$\begin{aligned} P_b &= \mu_{\text{bushing}} \times (k + w + (\text{berat shaft dan daun conveyor})) \\ &= 0,1 \times (194,32 + 67,965 + 150) \\ &= 41,228 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sehingga gaya puntir total (P_{total}) yang diperlukan

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= k + w + P_b \\ &= 67,965 + 67,965 + 41,228 \\ &= 177,158 \text{ kg} \end{aligned} \quad (4)$$

1.3 Perhitungan kebutuhan energi

Kebutuhan energi bisa dihitung dengan persamaan (1)

$$P = (P_1 + P_2 + P_3) \cdot S$$

$$P_1 = (f \cdot (L + L_0) \cdot \omega \cdot V) / 6120$$

$$P_2 = (f \cdot (L + L_0) \cdot Q_t) / 367$$

$$P_3 = (H \cdot Q_t) / 367$$

Dimana

P : Power (Kw)

P_1 : Horizontal Power No Loaded (Kw)

P_2 : Horizontal Power Loaded (Kw)

P_3 : Vertical Power Loaded (Kw)

f : Frection Coefisien

w : Weight of belt with roller (kg/m)

V : Belt speed (m/mnt)

H : Hight (m)/Tinggi conveyor

L : Horizontal Length (m) /Panjang conveyor

L_0 : Length coefisien

Q_t : Conveying Capacity (Ton/hour)

S : Safety factor (1,2)

Penyelesaian,

Diketahui data sebagai berikut:

$$f = 0,03$$

$$Q_t = 584,511 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned}
 w &= 22,4 \\
 V &= 80 \text{ m/menit (tabel speed v-belt)} \\
 H &= 2 \text{ meter} \\
 L &= 6 \text{ meter} \\
 L_0 &= 49 \\
 S &= 0,8 \\
 \text{Ditanya } P &, \\
 P_1 &= (0,03(6+49)22,4 \cdot 80)/6120 \\
 &= 0,48 \text{ kW} \\
 P_2 &= (0,03 \cdot (6+49) \cdot 584,511)/367 \\
 &= 2,63 \text{ kW} \\
 P_3 &= (2 \times 584,511)/367 \\
 &= 3,18 \text{ kW} \\
 P &= 0,48 + 2,63 + 3,18 \\
 &= 6,29 \text{ kW} \\
 P &= 6,29/0,8 \\
 &= 7,86 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Jadi daya motor yang digunakan 7,86 kW atau 8 kW

1.4 Perhitungan kebutuhan panas

Perhitungan kebutuhan panas dibisa dari Volume konveyor Jika screw conveyor terisi penuh, bisa dihitung dengan persamaan 1.

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times L \times B_J \quad (1)$$

Dimana :

Q : Volume
 D : Diameter luar
 d : Diameter dalam
 L : Pitch (tarikan)
 B_J : Berat jenis bahan

Penyelesaian,

Diketahui data sebagai berikut

D : 600 mm = 0,6 meter
 d : 63,5 mm = 0,0635 meter
 L : 350 mm

B_JBrondolan : 1,02

Rpm : 10 rpm

$$Q = \frac{3,14}{4} (0,6^2 - 0,0635^2) \times 350 \times 1,02$$

$$Q = 0,785 \times 0,365 \times 350 \times 1,02$$

Jadi kapasitas *screw conveyor* jika terisi penuh 1.169 kg/jam

Menghitung massa brondolan yang akan dipanaskan di dalam konveyor.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung massa brondolan yang akan dipanaskan di dalam konveyor bisa dihitung dengan persamaan 2.

$$m = \rho \cdot V \quad (2)$$

Dengan:

m = massa brondolan di dalam konveyor (kg)

ρ = massa jenis brondolan (kg/m^3)

v = volume brondolan di dalam konveyor (ℓ)

Menghitung besarnya daya *heater* pada *conveyor* pemanas.

Diketahui data sebagai berikut

m = massa brondolan di dalam konveyor (kg)

ρ = $1,02 \text{ kg/m}^3$

v = 1.169 kg

Penyelesaian,

$m = 1,02 \text{ kg/m}^3 \times 1.169 \text{ kg}$

$= 1.192,38 \text{ kg}$

Perhitungan daya elemen pemanas

Pemanas yang dipilih untuk rancangan heating system pada konveyor yaitu tipe

4 plat pemanas karena diduga lebih efisien dan merata pada konveyor.

Apabila suatu pada suatu koil pemanas dilewatkan arus listrik, maka besarnya daya yang

diberikan pada koil tersebut bisa dihitung menggunakan persamaan 1:

$$E = i^2 \cdot R \cdot t = v \cdot i \cdot t \quad (1)$$

Sementara itu panas yang digunakan untuk menaikkan temperatur benda kerja bisa dihitung menggunakan persamaan 2:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (2)$$

Efek pemanasan pada permukaan benda kerja disebabkan oleh arus Eddy yang timbul akibat arus bolak-balik pada koil. Besarnya penetrasi panas ke dalam benda kerja dipengaruhi oleh frekuensi arus bolak-balik (Curtis, 1944) menurut persamaan 3:

$$\delta = \frac{1}{\pi \cdot f \cdot \mu \cdot \sigma} \quad (3)$$

Pada kenyataannya panas cenderung menyebar lebih dalam yang disebabkan oleh sifat konduktivitas material.

Noviansyah (2006) merancang pemanas induksi berkapasitas 200 W. Alat ini terdiri atas 3 bagian yaitu power supply, pembangkit arus bolak-balik dan kumparan kerja. Dalam uji coba, pemanas ini mampu mencairkan baut berdiameter 12 mm terbuat dari aluminium dalam waktu 3 menit.

Aung dkk. (2008) melakukan kalkulasi desain dan menguji kinerja koil pemanas pada mesin perlakuan permukaan dengan metode induksi. Dari eksperimen tersebut dibisakan bahwa bentuk dan ukuran koil sangat berpengaruh terhadap kinerja keseluruhan, termasuk diantaranya frekuensi resonansi, Q faktor, efisiensi 4 dan faktor daya.

Spesifikasi teknis alat ditentukan berdasarkan survei dan literatur. Spesifikasi teknis yang dirancang sebagai berikut:

Kinerja : $T_{\max}$ benda kerja = 140°C

Kondisi lingkungan : Atmosfer

Dimensi Produk : $6 \times 0,6 \times 0,15$

Sistem kontrol : Otomatis dan manual

3. *Demesocarper*

Demesocarper yang dirancang berbentuk persegi dengan dua rotor yang didesain khusus dengan dimensi ukuran panjang 1300 cm lebar 40 cm dan tinggi 900 cm dengan elektro motor sebagai penggerak rotor untuk melumat dan memisahkan antara *fiber* dan *nut* dengan kapasitas 500-1.000 kg/jam.

Prinsip kerja mesin *demesocarper* yaitu memutar silinder yang dilengkapi jari-jari / pisau pembanting sehingga fiber dan nut bisa terpisah akibat perbedaan berat dan bentuk bahan.

1.1 Kapasitas pengumpanan

Kapasitan pengumpanan adalah banyaknya pengumpanan yang di lewati oleh *demesocarper*.

Kapasitas pengumpanan bisa dihitung dengan persamaan 1 :

$$Q = \frac{v}{t} \quad (1)$$

Dimana Q adalah kapasitas yang di umpankan (kg/s), v adalah volume dari *demesocarper* (kg), t adalah waktu untuk pengumpanan bahan.

Diketahui data sebagai berikut :

$$v = 734,4 \text{ kg}$$

$$t = 60 \text{ menit}$$

Penyelesaian

$$\begin{aligned} Q &= \frac{734,4}{60} \\ &= 12,24 \text{ kg/menit} \end{aligned}$$

Massa Mulut *demesocarper* bisa dihitung dengan persamaan :

$$Am = \pi \cdot d \cdot t$$

Volume *demesocarper* bisa dihitung dengan persamaan :

$$Vm = Am \cdot t$$

Massa *demesocarper* bisa dihitung dengan persamaan :

$$Mm = Vm \cdot \rho$$

Dimana t = tebal plat

Diketahui data sebagai berikut :

$$\pi = 3,14$$

$$d = 0,4 \text{ meter}$$

$$r = 0,2 \text{ meter}$$

$$t = 0,04 \text{ meter}$$

$$m_{\text{brondolan}} = 1,02$$

$$m_{\text{besi}} = 7,874 \text{ g/cm}^3$$

Penyelesaian

Mulut *demesocarper* :

$$Am = 3,14 \times 0,4 \times 0,04$$

$$= 0,05 \text{ kg}$$

Volume mulut *demesocarper*

$$V_m = 0,05 \times 0,04$$

$$= 0,002 \text{ m}^3$$

Massa mulut *demecocarper*

$$M_m = 0,002 \times 7,874$$

$$= 0,016 \text{ g/cm}^3$$

1.2 Perhitungan Gaya

Perhitungan gaya dilakukan untuk bisa mengetahui gaya yang digunakan dan kecepatan yang digunakan untuk memutar rotor dengan persamaan 2 (Daryono, 2000:117):

$$\omega = \frac{2\pi \cdot N}{60} \quad (2)$$

Dimana N adalah putaran yang diinginkan yaitu 450 rpm

Penyelesaian

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 450}{60}$$

$$= 47,1 \text{ Nm/menit}$$

1.3 Perhitungan moment inersia

Perhitungan momen inersia bisa dihitung dengan persamaan 3 (Sularso 1991:7):

$$I = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \quad (3)$$

Penyelesaian

$$I = \frac{1}{2} \cdot 734,4 \cdot 0,2^2$$

$$= 14,69 \text{ kg m}^2$$

1.4 Percepatan sudut

Perhitungan percepatan sudut bisa di hitung menggunakan persamaan 4

$$\omega_1 = \omega_0 + a \cdot t \quad (4)$$

Dimana a adalah luas mulut atau input bahan dan t adalah waktu

Penyelesaian

$$\omega_1 = 47,1 + 0,05 \times 60$$

$$= 77,1 \text{ rad/s}^2$$

1.5 Perhitungan torsi

Perhitungan torsi bisa di hitung menggunakan persamaan 5 (Robert L. Mott, 2009:81):

$$T_{Brondolan} = I_{Brondolan} \cdot \alpha \quad (5)$$

Penyelesaian

$$T_{Brondolan} = 14,69 \times 0,05$$

$$= 0,73 \text{ Nm}$$

1.6 Perhitungan daya

Perhitungan daya dilakukan untuk mengetahui berapa ukuran motor penggerak yang digunakan, untuk menghitung daya bisa di cari dengan rumus persamaan 6 (Sularso 1991:7):

$$P_0 = T_{rotor} \cdot \omega \quad (6)$$

Penyelesaian

$$P_0 = 0,73 \times 47,1$$

$$= 34,59 \text{ J/s}$$

$$= 0,34 \text{ kW}$$

Jadi, kapasitas elektro motor yang digunakan yaitu 3,4 kW

1.7 Hasil pengujian pengumpanan

Pengujian pertama dengan kecepatan putar 400 rpm dengan jangka waktu 60 detik.

Tabel 3. Pengujian kecepatan 400 rpm

No	Set Poin (rpm)	Hasil Penimbangan (g)	Waktu (s)	Kapasitas (Kg/m)
1	400	1073	60	10,73
2		1084		10,84
Rata-rata				10,78

Data dari tabel di atas, pengujian dengan kecepatan putar 400 rpm sebanyak 2 kali pengujian, pengumpanan *cake* (*fiber* dan *nut* basah) dibisakan hasil rata-rata pengujian sebesar 10,78 kg/m. Jika pengujian dilakukan selama 1 jam, berarti $10,78 \times 60 = 647,1$ kg/jam

Tabel 4. Pengujian kecepatan 450 rpm

No	Set Poin (rpm)	Hasil Penimbangan (g)	Waktu (s)	Kapasitas (Kg/m)
1	450	1219	60	12,19
2		1230		12,30
Rata-rata				12,24

Data dari tabel di atas, pengujian dengan kecepatan putar 450 rpm sebanyak 2 kali pengujian, pengumpanan *cake* (*fiber* dan *nut* basah) dibisakan hasil rata-rata pengujian sebesar 12,24 kg/m. Jika pengujian dilakukan selama 1 jam, berarti $12,24 \times 60 = 734,7$ kg/jam

Tabel 5. Pengujian kecepatan 500 rpm

No	Set Poin (rpm)	Hasil Penimbangan (g)	Waktu (s)	Kapasitas (Kg/m)
1	500	1354	60	13,54
2		1360		13,60
Rata-rata				13,57

Data dari tabel di atas, pengujian dengan kecepatan putar 500 rpm sebanyak 2 kali pengujian, pengumpanan *cake* (*fiber* dan *nut* basah) dibisakan hasil rata-rata pengujian sebesar 13,57 kg/m. Jika pengujian dilakukan selama 1 jam, berarti $13,57 \times 60 = 814,2$ kg/jam

4. Single Screw Press

Alat yang di gunakan untuk men¹¹as minyak yang terbisa dalam berondolan sawit. Proses pengepressan menggunakan *Single screw press*. Fungsi *pressing* adalah untuk mengekstraksi minyak (*crude oil*) dari *fiber* yang telah dipisahkan di mesin *demesocarper*. *Fiber* dipress dengan *single worm screw* yang berputar didalam *press cage* yang menghasilkan tekanan *axial*. Tekanan juga diperoleh oleh adanya tahanan/hambatan *press cage* dan adanya tekanan lawan dari *adjusting cone* pada ujung *press cage* *Adjusting cone* alat pengepress lumatan hasil sc¹¹ *press cone* bertekanan 60 bar unit *screw press* di gerakan dengan unit *electromotor*.

a. Hal yang perlu diperhatikan

- Ampas kempa (*fiber*) harus keluar merata disekitar konus

- Tekanan hidrolik pada akumulator 30-60 kg/cm²
- Pada akhir pengoperasian ataupun bila terjadi gangguan / kerusakan, sehingga *screw press* harus berhenti untuk waktu yang lama, *screw press* harus dikosongkan.

b. Parameter keberhasilan

- *Throughput press* tercapai : 1 ton/jam
- *Oil losses in press cake* : < 8 %
- *Oil losses in fibre* : < 0,58%
- *Nut* pecah terhadap total *nut* : ≤ 10 %
- *Oil loss in nut maximal* : 0,05%
- Kebersihan areal dan lingkungan stasiun terjaga dengan baik

Spesifikasi single screw press

Kapasitas : 1 ton/jam

Power : Elmo 5 kW c/w gearbox

Pressure : Up to 60 bar

5. Vibrating Screen ³

Pada umumnya *vibrating screen* Pabrik kelapa Sawit berfungsi untuk memisahkan solid atau padatan yang terkandung dalam minyak kasar (*crude oil*) dengan cara di saring menggunakan ayakan bergetar pada media saringan dengan ukuran *mesh* tertentu (disesuaikan dengan kebutuhan). *vibrating screen* pabrik sawit (*vibrating screen palm oil mill*) atau ayakan getar sawit ini di pasang sebelum *Continuous Settling Tank* atau CST (sebelum masuk dalam *Crude Oil Tank* atau Tangki Minyak Kasar) dan Proses penyaringan & pengayakan ini dibantu dengan pemberian air panas sebagai pencuci atau pelarut dengan suhu 80°C – 90°C.

Fungsi *vibrating screen* di Pabrik Minyak Kelapa Sawit adalah untuk memisahkan non oil solid (NOS) yang terdiri dari kotoran, serat fiber yang mempunyai ukuran sayakan bermacam macam serta pasir yang terikut serta *crude oil* karena tidak terendapkan di dalam tangki penangkap pasir (*sand trap tank*). Penambahan air panas bertujuan agar pemisahan partikel-partikel pasir bisa terpisah dengan baik selain itu untuk mengurangi atau menghilangkan terjadinya penyumbatan (*clog*) pada *vibrating screen*. Adapun fungsi lainnya juga untuk menjaga agar tidak sering terjadi penyumbatan pada *nozzle sludge sentrifuge* atau sering disebut *Low Speed Separator* (Separator putaran lambat). Sehingga proses pemisahan bisa berjalan dengan baik biasanya penggunaan ukuran *mesh* bisa menjadi faktor yang akan berpengaruh terhadap proses pemisahan di *vibrating screen* (*mesh* di mesin ayakan getar ini ada beberapa *mesh* 20 inchi, *mesh* 40 inchi, *mesh* 60 inchi, dll).

6. COT (Crude Oil Tank) ⁵

Secara umum fungsi utama COT adalah menampung minyak dari *vibrating screen* sebelum dipompakan ke CST. Alat ini ditempatkan tepat dibawah *vibating screen*, selanjutnya minyak dari *vibrating screen* langsung ditampung. Pemisahan minyak lebih sempurna apabila panas minyak dipertahankan 80°C – 90°C, oleh karena itu dalam COT dipasang alat pipa *coil* pemanas (*steamcoil*). Pemanasan dilakukan menggunakan *closed steam*, *open steam* dan sebagai wadah penampungan sementara *crude oil* dari *vibrating screen* sebelum dipompakan ke *clafie settling tank* (CST). COT selain menampung minyak dari *oil gutter* juga difungsikan sebagai penerima minyak dari *fat pit* dan “*reclaime tank*”. Pengoperasian COT menerima cairan dari alat pengolah lain akan menyebabkan penurunan *retention time* cairan pada alat tersebut dan bisa menyebabkan goncangan dan turbulensi akibat aliran cairan yang masuk pada

saat proses pengendapan dan akan menyebabkan efektivitas pemisahan minyak dengan lumpur semakin berkurang. Oleh karena itu penggunaan COT seharusnya hanyalah untuk menampung minyak dari *oil gutter*.

Pada *steamless palm oil* ini COT berfungsi menampung *crude oil* yang telah melalui proses penyaringan di unit *vibrating screen* sebelum melalui proses penyaringan di unit *filter press*. Menurut Ong *et al* (1995) densitas CPO pada suhu 25°C berkisar antara 0,909 sampai 0,917 g/ml sedangkan pada suhu 55°C nilai densitas menurun berkisar 0,888-0,898 mg/l. Perhitungan desain kapasitas COT bisa dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Persamaan yang digunakan untuk menghitung volume tangki penampung *crude oil* bisa dihitung dengan persamaan 1.

$$V = P \times L \times T \quad (1)$$

Dengan:

P = Panjang tangki (m)

L = Lebar tangki (m)

T = Tinggi tangki (m)

Diketahui data sebagai berikut

P = 1,5 m

L = 0,6 m

T = 0,4 m

Penyelesaian,

$$\begin{aligned} V &= 1,5 \times 0,6 \times 0,4 \\ &= 0,36 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Menghitung massa CPO di dalam COT,

Persamaan yang digunakan untuk menghitung massa CPO di dalam COT bisa dihitung dengan persamaan 2.

$$m = \rho \cdot v \quad (2)$$

Dengan:

m = massa CPO didalam COT (kg)

ρ = massa jenis CPO (kg/m³)

v = volume CPO di dalam COT (l)

Diketahui data sebagai berikut

ρ = 0,909 mg/l

v = 360 kg

Penyelesaian,

$$\begin{aligned} m &= 0,909 \text{ mg/l} \times 360 \text{ kg} \\ &= 327,24 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kapasitas yang didesain 310 kg

Menghitung debit CPO,

Persamaan yang digunakan untuk menghitung debit CPO di dalam COT bisa dihitung dengan persamaan 3.

$$Q = \frac{v}{t} \quad (3)$$

Dengan:

Q = debit CPO

v = volume CPO di dalam COT (ℓ)

t = waktu

Diketahui data sebagai berikut

v = 327,24 kg

t = 60 detik

Penyelesaian,

Q = 327,24 kg / 60 detik

= 5,4 lt/detik

7. Filter Press

Filtrasi adalah pembersihan partikel padat dari suatu fluida dengan cara melewatkannya pada medium penyaringan, atau septum, dimana zat padat itu tertahan. Pada industri filtrasi ini meliputi bermacam operasi mulai dari penyaringan sederhana hingga pemisahan yang kompleks. Fluida yang difiltrasi bisa berupa cairan atau gas, aliran yang lolos dari saringan mungkin saja cairan, padatan, atau keduanya. Proses filtrasi di industri-industri dimanfaatkan secara luas dalam pabrik makanan, obat-obatan, kertas dan pengolahan limbah.

Filtrasi juga merupakan proses pemisahan campuran heterogen antara cairan dan partikel-partikel padatan oleh media filter yang meloloskan cairan tetapi menahan partikel-partikel padatan. Proses filtrasi dilakukan apabila proses pemisahan padatan-cairan tidak bisa dilakukan dengan proses sedimentasi atau kecepatan pengendapannya lambat. Dalam operasi filtrasi menggunakan *plate & frame* dilakukan secara *batch* atau bertahap pada tekanan konstan. Filtrasi bisa terjadi karena adanya gaya dorong, misalnya, gravitasi, tekanan dan gaya sentrifugal. Gaya dorong adalah perbedaan tekanan umpan masuk dikurangi tekanan umpan yang keluar.

Press filter terdiri dari elemen-elemen filter (hingga mencapai 100 buah) yang berdiri tegak atau terletak mendatar, disusun secara berdampingan atau satu di atas yang lain. Elemen-elemen ini terbuat dari pelat-pelat berair yang dilapisi kain filter dan disusun pada balok-balok luncur sehingga bisa digeser-geser. Dengan suatu bambu giling atau perlengkapan hidraulik, pelat-pelat itu dipres menjadi satuan diantara bagian alat yang diam (bagian kepala) dan bagian yang bergerak. Saluran masuk dan saluran keluar terbiasa di bagian kepala (untuk sistem tertutup) atau saluran keluarnya di samping pelat-pelat (untuk sistem terbuka).

Proses filtrasi umumnya berdasarkan jumlah padatan dalam *slurry* bisa dikelompokkan menjadi dua golongan yaitu filter klarifikasi (*clarifying filter*) dan filter ampas (*cake filter*).

- a. Filter klarifikasi digunakan untuk memisahkan zat padat yang kuantitasnya kecil dan menghasilkan zat cair atau zat gas yang bersih. Filter klarifikasi juga dikenal sebagai filter hamparan tebal (*deep bed filter*), karena partikel zat padat terperangkap di dalam medium filter dan umumnya tidak ada lapisan zat padat yang terlihat di permukaan medium filter. Filter klarifikasi untuk zat cair digunakan untuk pembersihan air dan menggunakan jenis filter kertas (*cartridge*) yang berisi beberapa elemen filter yang merupakan sederetan piringan logam tipis dengan diameter antara 3 inchi sampai 10 inchi tersusun secara vertical dengan jarak pisah yang sempit satu sama lain. Piring yang tersusun tersebut mempunyai poros berlubang vertical dan terpasang dalam tabung berbentuk silinder. Zat cair terkumpul pada bagian atas melalui poros berlubang tersebut sedang padatan yang terpisah terperangkap diantara piring-piring di dalam filter kertas. Filter klarifikasi untuk

memisahkan campuran berupa koloid menggunakan ultra filter dengan membrane yang halus.

- b. Filter ampas digunakan untuk memisahkan campuran padat-cair (*slurry*) dengan padatan yang cukup banyak sehingga membentuk berupa ampas dan berfungsi sebagai penyaring. Pada awal proses padatan tertahan oleh medium filter dan untuk selanjutnya ampas berfungsi sebagai tahanan ampas yang besarnya bergantung pada jumlah ampas yang terbentuk. Penurunan tekanan fluida melalui filter ampas (*cake filter*).

Kapasitas berdasarkan *material balance* yaitu 260 kg/jam.

Spesifikasi filter press yang yang tersedia dipasaran yaitu:

Merk : Lokal
Kapasitas : 300 Liter/Jam
Frame Material : Mild Steel
Plate Material : PP / PE
Sistem Pengepresan : Silinder hidrolik dengan motor power pack
Sistem Aliran Bahan : Pompa diapragma lengkap dengan kompresor 2 HP

6 8. STORAGE TANK

Storage tank atau yang lebih sering dikenal dengan tangki penyimpanan merupakan salah satu unit atau peralatan yang terbisa dalam bidang rekayasa proses baik dalam skala kecil, menengah ataupun industri besar. Alat ini banyak ditemukan di industri kimia seperti industri oil and gas, petrokimia, polimer, dan yang lainnya. Kegunaan *storage tank* ini sangat luas, selain untuk penyimpanan, juga sebagai media untuk mengalirkan fluida ke tangki atau unit yang lainnya.

Storage tank digunakan untuk menyimpan fluida dalam kapasitas yang besar, khususnya untuk cairan dan gas, *storage tank* juga diharapkan mampu untuk mempertahankan fluida yang ada di dalamnya dari segala jenis kontaminan dan kerusakan (Renaningtyas, 2010).

Pada penelitian ini *storage tank* didesain secara khusus dengan menyesuaikan kapasitas *output* dari pengolahan CPO tanpa menggunakan *steam*.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung volume *storage tank* penampung *crude palm oil* bisa dihitung dengan persamaan 1.

$$V = P \times L \times T \quad (1)$$

Dengan:

P = Panjang tangki (m)

L = Lebar tangki (m)

T = Tinggi tangki (m)

Diketahui data sebagai berikut

P = 1,5 m

L = 0,6 m

T = 0,4 m

Penyelesaian,

$$\begin{aligned} V &= 1 \times 1 \times 1,2 \\ &= 1,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Menghitung massa CPO di dalam *Storage Tank*,

Persamaan yang digunakan untuk menghitung massa CPO di dalam *Storage tank* bisa dihitung dengan persamaan 2.

$$m = \rho \cdot v \quad (2)$$

Dengan:

m = massa CPO didalam *storage tank* (kg)

ρ = massa jenis CPO (kg/m³)

v = volume CPO di dalam COT (l)

Diketahui data sebagai berikut

ρ = 0,909 mg/l

v = 1.200 kg

Penyelesaian,

m = 0,909 mg/l x 1.200 kg

= 1.080 kg

Kapasitas yang didesain 1.000 kg

Rancangan Anggaran Biaya Investasi

Biaya investasi ini meliputi bangunan pabrik (kontainer 40 feet) beserta instalasi permesinan dengan kapasitas 1 ton TBS/jam dan prasarana penunjang lainnya. Berdasarkan perhitungan dan penawaran dari workshop yang telah ditunjuk total biaya investasi keseluruhan sebesar Rp 690.000.000. Berikut ini di sajikan rekapitulasi biaya investasi pada (Tabel 6) sedangkan rincian lengkapnya bisa dilihat pada Lampiran.

Tabel 6. Rancangan Anggaran Biaya investasi pembangunan “*Steamles Palm Oil Mill*” (PKS tanpa Air) kapasitas 1 ton TBS/jam.

No	Unit Mesin	Vol	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Rotary feeder	1	Unit	Rp 75.000.000	Rp 75.000.000
2	Conveyor Heating System	15	Unit	Rp 90.000.000	Rp 90.000.000
3	Demesocarper Mesin Pemisah fiber dengan nut	1	Unit	Rp 95.000.000	Rp 95.000.000
4	Single Srew Press kap. 1 ton/jam	1	Unit	Rp 115.000.000	Rp 115.000.000
5	Vibrating screen kap. 0,5 m ³	1	Unit	Rp 65.000.000	Rp 65.000.000
6	Crude oil tank kap. 0,3 m ³	1	Unit	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
7	15r Press / Leaf	1	Unit	Rp 115.000.000	Rp 115.000.000
8	Storage tank kap. 1 m ³	15	Unit	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
9	Kontainer 20 feet	1	Unit	Rp 60.000.000	Rp 60.000.000
10	Pabrikasi Piping line	1	lot	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
TOTAL					Rp 690.000.000

Sumber : Analisis Data Primer, 2022

Pembangunan “*Steamles Palm Oil Mill*”(PKS tanpa Air) kapasitas 1 ton TBS/jam ini membutuhkan waktu sekitar 4 bulan.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis Rancang Bangun “*Steamles Palm Oil Mill*” (PKS tanpa Air) , maka bisa diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rancang Bangun “*Steamles Palm Oil Mill*” (PKS tanpa Air) bisa menghasilkan CPO sesuai atau sama dengan PKS pada umumnya
2. Rancang Bangun “*Steamles Palm Oil Mill*” (PKS tanpa Air) bisa direalisasikan berdasarkan kajian dan gambar teknis yang telah diteliti

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian Perlu dilakukan realisasi pembangunan PKS “*Steamless Palm Oil Mill*” (PKS tanpa Air) dan kajian teknis secara detail serta kajian mengenai kualitas CPO yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ach. Muhib Zaini, ST. 2006. Mesin Pemindah Bahan “*Material Handling Equipment*”. Andi Offset. Yogyakarta.
- Aung, S.S., Wai, H.P. & Soe, N.N., (2008), Design Calculation and Performance Testing of Heating Coil in Induction Surface Hardening Machine, World Academy of Science, Engineering and Technology 18 2008.
- BPS-Statistics Indonesia. (2015). Statistik Indonesia (Statistical year book of Indonesia) 2015. Jakarta: BPS-Statistics Indonesia.
- Chavalparit, O., Rulkens, W.H., Mol, A.P.J., Khaodhair, S., 2006, Options for Environmental Sustainability of the Crude Palm oil Industry in Thailand Through Enhancement of Industrial Ecosystems, Environment, Development and Sustainability, vol. 8, no. 2, pp. 271-287
- Corley R.H.V and Tinker P.B. (2016). The Oil Palm (Fifth). Blackwell Science Ltd. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118953297>
- Darajeh, N., Idris, A., Truong, P., Aziz, A.A., Bakar, R.A., & Man, H.C. (2014). Phytoremediation Potential of Vetiver System Technology for Improving the Quality of Palm Oil Mill Effluent. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2014 : 1-10
- Darmawan, D. H. A. (2015). Update of Palm Oil Industry in Indonesia. Presentation on ISPO Promotion, 12 October 2015. Indonesian Palm Oil Board (IPOB), The Hague, Netherlands.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2014). Statistik perkebunan Indonesia 2013–2015: Kelapa Sawit. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian RI.
- Djohar, S., Tanjung, H., Cahyadi, E.R. 2003. Building a Competitive Advantage on CPO through Supply Chain Management: A Case Study in PT. Eka Dura Indonesia, Astra Agro Lestari, Riau. *JMA*.1(1):20-23.
- EFSA Contam Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain). (2016). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA Journal*, 14(6).
- Febrina, W., Yusrizal, & Abrar, A. (2019). Minimization of palm oil losses on sterilization process by optimization boiling pressure and boiling time. *Journal of Physics: Conference Series*, 1339(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1339/1/012089>
- Foong, S. Z. Y., Goh, C. K. M., Supramaniam, C. V., & Ng, D. K. S. (2019). Input–output optimisation model for sustainable oil palm plantation development. *Sustainable Production and Consumption*, 17, 31–46. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2018.08.010>
- Gasparcz, V. (2005). Total Quality Management. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Greyt. 2012. Review on 3-MCPD and glycidyl esters in vegetable oils and fats [internet]. [diacu 2012 Des 02]. Tersedia dari: [http://aocs.files.cmsplus.com/ResourcesPDF/MCPD-GE-mitigation-AOCS 2012\(DGW\)-final.pdf](http://aocs.files.cmsplus.com/ResourcesPDF/MCPD-GE-mitigation-AOCS 2012(DGW)-final.pdf).

- Hadi, A. bin A., Dato, Mohammad, A. W., & Takriff, M. S. (2015). Spreadsheet Modelling for Temperature Profile inside Palm Oil Fresh Fruit Bunch. *Journal of Industrial Engineering Research*, 1(September), 25–32.
- Harsokoesoemo, D. 2004. Pengantar Perancangan Teknik. Edisi kedua. Bandung: ITB.
- Irdam, I., Setiawan, D., Irmayanti, A., & Aditya, A. (2020). Rancang Bangun Mesin Peniris Minyak. *Dinamika : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(2), 77. <https://doi.org/10.33772/djitm.v11i2.11799>
- Irawadi, D. 2000. Kontribusi teknologi proses dalam pembangunan agroindustri perkebunan menuju otonomi daerah. Ekspose Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. Jakarta, 20 November 2000
- Kadariah, Lien. K dan Clive, G. 1987. Pengantar Evaluasi Proyek. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Kasmin, N. H., Zubairi, S. I., Lazim, A. M., & Awang, R. (2020). Thermal treatments on the oil palm fruits: Response surface optimization and microstructure study. *Sains Malaysiana*, 49(9), 2301–2309. <https://doi.org/10.17576/jsm-2020-4909-27>
- Kasmir, dan Jakfar. 2003. Studi Kelayakan Bisnis. Prenada Media, Jakarta.
- Krisdiarto, A. W., Sutiarso, L., & Widodo, K. H. (2017). Optimasi Kualitas Tandan Buah Segar Kelapa Sawit dalam Proses Panen-Angkut Menggunakan Model Dinamis. *Agritech*, 37(1), 101–107. <https://doi.org/10.22146/agritech.17015>
- Law, M. C., Liew, E. L., Chang, S. L., Chan, Y. S., & Leo, C. P. (2016). Modelling microwave heating of discrete samples of oil palm kernels. *Applied Thermal Engineering*, 98, 702–726. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.01.009>
- Lubis, R. E., & Agus Widanarko, S. P. 2011. Buku pintar kelapa sawit. AgroMedia.
- Mangoensoekarjo, S., Semangun, H. 2003. Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit. Mangoensoekarjo S, Tojib A.T, editor. Yogyakarta (ID). Gajah Mada University Pr.
- Nagulmeera, S., & Anilkumar, M. (2013). Design , Modeling and Analysis of Rotary Air-Lock Valve. 03, 53–57.
- Naibaho, P., 1998, Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan
- Naldy, D., Syafari dan Mustafa, A. 2016. Perancangan dan Analisis Struktur Mekanik Prototipe Mesin CNC Milling 3-Axis. *Jorn FTEKNIK* 3(2): 1-5
- Nediasari, D. (2017). Konsumen Indonesia & industri kelapa sawit. Makalah dipresentasikan pada RSPO General Lecture UNRI, 18 Agustus 2017. RSPO, Pekanbaru.
- Noviansyah, (2006), Perancangan Pemanas Induksi berkapasitas 200W, Prosiding Semnas Ilmu.
- Noerhidajat, Yunus, R., Zurina, Z.A., Syafiie, S., Ramanaidu, V. and Rashid, U. (2016). Effect of high pressurized sterilization on oil palm fruit digestion operation. *International Food Research Journal*, 23(1), 129–134.
- Owolarafe, O. K., Taiwo, E. A., & Oke, O. O. (2008). Effect of processing conditions on yield and quality of hydraulically expressed palm oil. *International Agrophysics*, 22, 349–352
- Rekayasa Universitas Gunadharma 20-21 Nopember 2006, Jakarta
- Ong ASH, Choo YM, Ooi CK. 1995. Developments in palm oil. Dalam Hamilton RJ (Ed). *Developments in Oils and Fats*. P. 153-191. Blackie & Profesional. London.
- Pahan, I. 2008. Panduan Lengkap Kelapa Sawit: Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Pressman, R.S. (2010), *Software Engineering : a practitioner's approach*, McGraw- Hill, New York, 68.

- Renaningtyas, Intan, dkk. 2010. Perawatan Storage Tank Gas LPG Dalam Upaya Pencegahan Terjadinya Ledakan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Rizky, Soetam. 2011. Konsep Dasar Rekayasa Perangkat Lunak. Jakarta: PT. Prestasi Pustakaraya
- Rumondang, T. (2017). Transforming the market to make sustainable palm oil the norm. Paper presented at the RSPO General Lecture UNRI, 18 Januari 2017. Pekanbaru: RSPO.
- Ruswanto, A; Ramelan, A.H, Praseptianga, D , Ida, B. B. P. (2020). Palm oil yield potency on different level of ripening and storage time based on fruits percentage and fresh fruit bunches. International Conference on Food and Bio-Industry 2019. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 443 (2020) 012005, 6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/443/1/012005>
- Sarah, M. (2015). Effects Of Time and Temperature on Process and Crude Palm Oil Quality with Microwave Irradiation Sterilization. Universiti Teknologi Malaysia
- Selardi, S. 2003. Budidaya Kelapa Sawit. Jakarta : Agromedia Pustaka. Soekartawi.1999. Agribisnis Teori dan Aplikasinya. Jakarta : Raja Grafindo Persada.
- Somsuk, N. (2010). Design and Development of a Rotary Airlock Valve for using in Continuous Pyrolysis Process to Improve Performance. Icmst, 71–75.
- Sularso, Suga.. Kiyokatsu. Design of Machine Element. PT. Pradnya Paramita, Bandung., 2004.
- Sunarko, I.2014 .Budidaya Kelapa Sawit di Berbagai Jenis Lahan. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Suryanto, Hadi & Ahmad, D. & Akande, Fatai. (2009). Determination of the bruise indexes of oil palm fruits. Journal of Food Engineering. 95. 322-326. 10.1016/j.jfoodeng.2009.05.010.
- Tapanwong, M., Nokkaew, R., & Punsuvon, V. (2020). Effect of combination microwave and oven drying on the chemical properties of different ripeness crude palm oil. International Journal of GEOMATE, 18(67), 27–32. <https://doi.org/10.21660/2020.67.5567>
- Ulrich K.T, Eppinger S.D. 2008. Perancangan dan Pengembangan Produk. Salemba Teknika. Jakarta
- Van Bergeyk, K. dan A.J. Liedekerken. 1981. Process technologie (Teknologi Proses). Jilid I. Diterjemahkan B.S.Anwir. Penerbit Bhartara Karya Aksara, Jakarta.
- Wahyudi, A. 2012. Produksi CPO Indonesia Terbesar di Dunia [Internet]; [diunduh pada: 2013 Oktober 11] . Berita. Tersedia pada: <http://www.bumn.go.id/ptpn8/publikasi/berita/produksi-cpo-indonesiaterbesar-di-dunia/>
- Wiyono. 2013. Hasrat menguasai pasar minyak sawit. Info Sawit. 7(1):12-15

201341

ORIGINALITY REPORT

27%
SIMILARITY INDEX

27%
INTERNET SOURCES

0%
PUBLICATIONS

4%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	rafitarjenipolsri.blogspot.com Internet Source	7%
2	janggutconveyor.blogspot.com Internet Source	4%
3	www.mesinpks.com Internet Source	3%
4	nanopdf.com Internet Source	3%
5	surgapetani.blogspot.my Internet Source	2%
6	www.aeroengineering.co.id Internet Source	1%
7	es.scribd.com Internet Source	1%
8	repository.unri.ac.id Internet Source	1%
9	syaifur1453.blogspot.com Internet Source	1%

10

id.123dok.com

Internet Source

1 %

11

benvaldohutahaeen.blogspot.com

Internet Source

1 %

12

123dok.com

Internet Source

1 %

13

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

1 %

14

jurnal.polban.ac.id

Internet Source

1 %

15

static.banyumaskab.go.id

Internet Source

1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 1 %

Exclude bibliography On