

PERENCANAAN NUT ELEVATOR UNTUK PABRIK KELAPA SAWIT DENGAN KAPASITAS 35 TON TBS/JAM PT PERKEBUNAN NUSANTARA IV UNIT PABRIK KELAPA SAWIT PASIR MANDOGGE

Oleh:

Davit Christofel Sitohang ¹⁾

Saut P. Pardede ²⁾

Universitas Darma Agung, Medan ^{1,2)}

E-mail:

davitchristofel@gmail.com ¹⁾

sautparsaoran@yahoo.com ²⁾

ABSTRAK

Along with the increasing technological developments achieved by humans, especially in the field of technology, it is necessary to require an improvement in the field of supporting facilities and infrastructure in increasing production with appropriate and efficient equipment. One example of the use of this lift can be seen in a palm oil processing plant. The use of material moving / lifting equipment in palm oil mills is a very important part in the continuity of the processing of FFB to oil. Where the use is adjusted to the capacity and speed of delivery. At this palm oil processing plant, of course, requires a lift plane. One of the lift planes used is the "Nut Elevator". Nut Elevator has an important role in meeting the needs of industries, both in small and large industries. One of the uses of the Nut Elevator which has an important role at PT PERKEBUNAN NUSANTARA IV PASIR MANDOGGE is as a means of producing transport media for Fresh Fruit Bunches (FFB) seeds with a capacity of 35 Tons FFB/hour. This design includes determining the carrying capacity for one round of 600 kg/rev, with a power of 5.50 Kw, the main types and sizes of Nut Elevator. From the design of the Nut Elevator, it is found that the type of bucket used is a deep bucket, 12 m long nut, 100 cm bucket distance, while an electric motor is used as the driving force with a rotation of 1420 rpm.

Keywords : NutElevator, Transport Capacity, Electric Motor Power, DeppBucket.

ABSTRAK

Seiring dengan meningkatnya perkembangan teknologi yang dicapai manusia ini khususnya dalam bidang teknologi, maka perlu membutuhkan suatu peningkatan dibidang sarana dan prasarana penunjang dalam meningkatkan produksi dengan peralatan tepat guna dan efisien. Salah satu contoh penggunaan pesawat angkat ini dapat dilihat pada pabrik pengolahan minyak kelapa sawit. Penggunaan alat pemindah / pengangkat bahan pada pabrik kelapa sawit merupakan bagian yang sangat berperan penting pada keberlangsungan pengolahan TBS hingga minyak. Dimana penggunaan disesuaikan dengan kapasitas dan kecepatan daya hantarnya. Pada pabrik pengolahan kelapa sawit ini tentunya memerlukan pesawat angkat. Salah satu pesawat angkat yang digunakan adalah "Nut Elevator". Nut Elevator mempunyai peranan yang penting dalam memenuhi kebutuhan industri-industri, baik dalam industri kecil maupun industri besar. Salah kegunaan Nut Elevator yang mempunyai peranan penting di PT PERKEBUNAN NUSANTARA IV PASIR MANDOGGE adalah sebagai alat produksi media pengangkut untuk biji Tandan Buah Segar (TBS) dengan kapasitas 35 Ton TBS/jam. Perancangan ini meliputi penentuan kapasitas angkut selama satu putaran 600

kg/putaran, dengan daya 5,50 Kw, jenis dan ukuran-ukuran utama *Nut Elevator*. Dari perancangan *Nut Elevator* ini didapat jenis timba yang digunakan adalah deep bucket, panjang *nut* 12 m, jarak timba 100 cm, sedangkan sebagai penggeraknya digunakan motor penggerak listrik dengan putaran 1420 rpm.

Kata kunci : Nut Elevator, Kapasitas Angkut, Daya Motor Listrik, Depp Bucket.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya perkembangan teknologi yang dicapai manusia dewasa ini khususnya dalam bidang teknologi, maka perlu dibutuhkan suatu peningkatan dibidang sarana dan prasarana penunjang dalam meningkatkan produksi dengan peralatan tepat guna dan efisien. Salah satu contoh penggunaan pesawat angkat ini dapat dilihat pada pabrik pengolahan minyak kelapa sawit. Penggunaan alat pemindah / pengangkat bahan pada pabrik kelapa sawit merupakan bagian yang sangat penting pada keberlangsungan pengolahan TBS hingga menjadi minyak. Dimana penggunaannya disesuaikan baik dari segi penggunaan jenis, kapasitas, dan kecepatan daya hantarnya. Pada pabrik pengolahan kelapa sawit ini tentunya memerlukan pesawat angkat. Salah satu pesawat angkat yang digunakan adalah "*nut elevator*". Adapun arah dari pemindahan dengan menggunakan alat pengangkut ini adalah arah tegak (vertikal).

Nut elevator ini digunakan pada pabrik pengolahan kelapa sawit, berfungsi untuk mengangkut biji sawit dari mesin pemisah antara viber dengan biji (destoner) kemesin pemecah biji (ripple mill) dengan gerak ke atas (*vertical*) menuju nut grading. Maka *nut elevator* ini merupakan pesawat angkat yang digunakan pada pabrik pengolahan biji kelapa sawit, karena alat ini merupakan bagian alat vital.

Seperti yang di kita ketahui bahwasanya PT Perkebunan Nusantara IV Unit Pabrik Kelapa Sawit Pasir Mandoge ialah PKS terbesar di Sumatra Utara, yang memungkinkan untuk di rekomendasikan pembaharuan teknologi canggih yang bisa mempermudah/mempercepat(memaksi malkan) kinerja dari PKS Pasir Mandoge tersebut.

Oleh karena itu, penulis merancang *nut elevator* dengan kapasitas 35 ton / jam untuk memenuhi kebutuhan pabrik pengolahan minyak kelapa sawit yang bertaraf Internasional.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas meliputi :

1. Apa yang dimaksud dengan Biji Kelapa Sawit?
2. Apa saja proses pengolahan kelapa sawit?
3. Apa saja komponen-komponen *Nut Elevator*?
4. Bagaimana prinsip kerja *Nut Elevator*?
5. Bagaimana merancang alat elevator pada pabrik kelapa sawit?
6. Bagaimana menghitung berapa kapasitas alat elevator per jam?
7. Bagaimana memilih bahan untuk perancangan alat nut elevator pada pabrik kelapa sawit?

1.3 Batasan Masalah

Dalam perencanaan ini penulis membatasi masalah yang akan dibahas meliputi:

1. Perencanaan *nut elevator*
2. Ukuran-ukuran *nut elevator*
3. Metode perawatan *nut elevator*

1.4 Tujuan

Tujuan dari pada perencanaan *nut elevator* ini adalah sebagai berikut :

a) Tujuan Teknik

Untuk dapat mengetahui dimensi (ukuran-ukuran) utama dari *nut elevator* dan bahan serta material yang akan dipakai pada perencanaan *nut elevator* yang digunakan pada pabrik pengolahan minyak kelapa sawit di PT Perkebunan Nusantara IV Bandar Pasir Mandoge.

b) Tujuan Akademik

Secara akademik tujuan perencanaan ini adalah untuk memenuhi kewajiban bagi

setiap mahasiswa yang akan menyelesaikan program pendidikan sarjana (S1) di jurusan teknik mesin Universitas Darma Agung (UDA). Perencanaan dimaksudkan untuk mengaplikasikan kemampuan mahasiswa dalam ilmu pengetahuan yang diperoleh dalam mengikuti pendidikan dibangku kuliah dan menerapkan dilapangan.

1.5 Manfaat tugas akhir

Adapun manfaat perencanaan *Nut Elevator* adalah menjadi acuan perkembangan teknologi untuk memajukan kinerja dari pada PKS dan memudahkan pekerjaan karyawan tersebut serta bisa meminimalisir kesalahan yang mungkin akan terjadi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengolahan Kelapa Sawit

Proses pengolahan industri kelapa sawit sampai menjadi minyak kelapa sawit (CPO) terdiri dari beberapa tahapan yang dimulai dari:

2.1.1 Jembatan Timbang

Di pabrik pengolahan kelapa sawit, jembatan timbangan yang dipakai menggunakan sistem komputer untuk mengukur berat (*tonase*) semua truk mengangkut tandan buah sawit (*plasmén*) dan perkebunan pemerintah (PTPN). Jembatan timbang adalah salah satu tahapan awal dalam proses pembuatan kelapa sawit menjadi CPO.

Prinsip kerja dari jembatan timbang yaitu kendaraan pengangkut buah sawit melewati jembatan timbang lalu berhenti ± 5 menit, kemudian berat kendaraan pengangkut buah sawit dicatat awal sebelum Tandan Buah Sawit dibongkar dan di sortir, kemudian setelah dibongkar dari kendaraan pengangkut kembali ditimbang, lalu selisih berat awal dan akhir adalah berat TBS yang diterima pabrik kelapa sawit. Jembatan timbang Truk Buah Sawit.

2.1.2 Penampungan Buah (Loading Ramp)

Fungsi utama dari *loading ramp* adalah tempat pembongkaran TBS yang diterima pabrik untuk dilakukan penyortiran mutu tandan TBS ke dalam *lori-lori* berdasarkan prinsip FIFO (*First In First Out*). *Loading ramp* juga berfungsi untuk memudahkan pemasukan TBS ke dalam *lori-lori* dan juga sebagai tempat penampungan sementara TBS yang diterima pabrik.

2.1.3 Lori

Fungsi *lori* adalah untuk memuat dan mengangkut TBS ketempat rebusan (*sterilizer*). *Lori* dibuat dari plat-plat baja, dan pada sisi body samping dan sisi bawahnya dibuat berlubang 0,5 inch yang berfungsi untuk memprtinggi penetrasi uap pada buah dan penetasan yang terdapat di dalam *lori* pada saat perebusan. Ukuran lobang yang semakin besar menunjukkan proses sterilisasi buah yang lebih baik, akan tetapi daya tahan *lori* akan berkurang.

2.1.4 Proses perebusan buah sawit (sterilizer)

Lori buah yang telah diisi tandan buah segar dimasukkan ke dalam *sterilizer* dengan memakai capstan. *Sterilizer* saat ini ada berbagai model:

- Sterizer Horizontal (konvensional)*
- Vertical Sterilizer*
- Continous Sterilizer (CS)* – Hak Paten CB-MODIPALM (Malaysia)
- Oblique Sterilizer*
- Dll

Tujuan perebusan:

- Mengurangi peningkatan asam lemak bebas (ALB/FFA)
- Mempermudah proses pelepasan buah sawit pada *threser*
- Menurunkan kadar air buah sawit
- Melunakan daging buah sawit, sehingga daging buah sawit mudah lepas dari biji (*nut*).

Bila poin ke-2 tercapai secara efektif, maka semua poin-poin akan tercapai juga. *Sterilizer horizontal* (

konvensional) memiliki bentuk panjang 26 m dan diameter pintu 2,1 m. Dalam *sterilizer* dilapisi *Wearing Plate* dengan tebal 10 mm yang mempunyai fungsi untuk proses membuang air kondensat agar proses pemanasan di dalam *sterilizer* tetap seimbang.

Dalam proses perebusan minyak yang terbang $\pm 0,8 \%$. Dalam melakukan proses perebusan diperlukan uap untuk memanaskan *sterilizer* yang disalurkan dari *boiler*. Uap yang masuk ke *sterilizer* 2,7-3kg/cm², dengan suhu 140° C dan direbus selama 90 menit.

2.1.5 Proses Penebah (*Thresher Process*)

Ada beberapa alat/mesin disini:

a. *Hoisting Crane* (jika memakai rebusan horizontal)

Fungsi dari *Hoisting Crane* adalah untuk mengangkat lori buah sawit dan menuangkan isi lori buah sawit dan menuangkan isi lori buah sawit ke *bunch feeder* (*hooper*). Dimana lori yang diangkat tersebut berisi tandan buah sawit yang sudah direbus.

b. *Threshing* (Bantingan)

Fungsi dari *threshing* adalah untuk melepas buah sawit dari janjangannya (tandan sawit) dengan cara mengangkat dan membantingnya serta mendorong janjang kosong (tandan kosong sawit) ke *empty conveyor* (konveyor tandan kosong sawit).

c. Proses Pengempaan (*Pressing Process*)

Proses Kempa adalah dimulai dari pengambilan minyak dari buah kelapa sawit dengan jalan pelumatan (di mesin *digester*) dan pengempaan (di mesin *screw press* sawit). Baik buruknya pengoprasian peralatan mempengaruhi efisiensi pengutipan minyak. Proses ini terdiri dari:

d. *Digester*

Setelah buah pisah dari janjangan (tandan sawit), lalu buah dikirim ke *Digester* dengan cara buah masuk ke *Conveyor Under Thresher* yang berfungsi

untuk membawa buah sawit ke *Fruit Elevator* yang fungsinya untuk mengangkat buah sawit keatas lalu masuk ke distribusi *conveyor* (*distributing conveyor*) yang kemudian menyalurkan buah sawit masuk ke *Digester*. Di dalam *digester* tersebut buah atau berondolan yang sudah terisi penuh, akan diputar atau diaduk dengan menggunakan pisau pengaduk (*stirring arm*) yang terpasang pada bagian pros II, sedangkan pisau bagian dasar sebagai pelempar atau mengeluarkan buah sawit dari *digester* ke *screw press*.

Fungsi *Digester*:

- Melumatkan daging kelapa sawit
- Memisahkan daging buah sawit dengan biji (*nut*)
- Mempersiapkan *Feeding* ke dalam mesin *Screw Press*
- Mempermudah proses pengepresan minyak di mesin *Screw Press* PKS
- Proses pemanasan / melembutkan buah sawit

2.1.6 *Screw Press* (mesin kempa ulir sawit)

Fungsi dari mesin *Screw Press* dalam proses produksi kelapa sawit adalah untuk memeras berondolan buah sawit yang telah dicincang, dilumat *digester* untuk mendapatkan minyak kasar. Buah sawit yang telah diaduk secara bertahap dengan bantuan pisau-pisau pelempar dimasukkan kedalam *feed screw conveyor* dan mendorongnya masuk ke dalam mesin kempa ulir sawit (*palm oil twinscrew press*). Oleh adanya tekanan *screw* yang ditahan oleh *cone*, berondolan buah sawit tersebut diperas sehingga melalui lubang-lubang *press cage*, minyak dipisahkan dari serabut dan biji. Selanjutnya minyak menuju stasiun klarifikasi (*clarifacation station*), sedangkan ampas (*cake*) biji (*nut*) masuk ke stasiun kernal.

2.1.7 Proses Pemurnian Minyak (*Clarification Station*)

Setelah melewati proses *Screw Press* (masih banyak proses produksi di

pabrik kelapa sawit yang akan dijelaskan dalam artikel lain) maka didapatkan minyak kasar / *Crude Oil* dan ampas *press* yang terdiri dari *fiber*. Kemudian *crude palm oil* masuk ke stasiun klarifikasi dimana proses pengolahannya sebagai berikut:

- a. *Sand Trap Tank* (Tangki Pemisah Pasir)
- b. *Vibro Separator / Vibrating Screen* (Ayakan Getar)
- c. *Oil Tank*
- d. *Oil Purifier* (Pemurni Minyak)
- e. *Vacuum Dryer*
- f. *Sludge Tank* (Tangki Lumpur)
- g. *Sand Cyclone / Pre-cleaner*
- h. *Rotary Brush Strainer* (Saringan Berputar)
- i. *Sludge Separato / Low Speed Sludge Centrifuge*
- j. *Storage Tank* (Tangki Timbun CPO)

2.1.8 Proses Pengolahan Biji (*Kernel Station*)

Sudah dijelaskan bahwa setelah pengepresan akan menghasilkan *Crude Oil* dan *Fiber*. *Fiber* tersebut akan masuk ke stasiun kernel (alur proses pengolahan pabrik kelapa sawit), dibawah ini beberapa alat dalam proses pengolahan biji (salah satu pengolahan kelapa sawit menjadi CPO)

- a. *Cake Breaker Conveyor* (CBC)
- b. *Depericarper*
- c. *Nut Silo*
- d. *Ripille Mill (Nut Creeker)*
- e. *Hydro Cyclone*
- f. *Kernel Tray Dryer*
- g. *Kernel Storage*

2.2 Pengertian *Nut Elevator*

Nut Elevator merupakan penghantar biji dengan arah gerak secara keatas (*Vertical*) menuju *Nuts Grading*. Alat ini terdiri dari timba-timba yang di ikatkan pada rantai dan digerakkan elektro motor dan berputar tegak.

2.2.1 Komponen - komponen *Nut Elevator*

Nut Elevator terdiri dari beberapa bagian utama yaitu :

1. Motor penggerak
2. Transmisi
3. Rangka
4. Timba biji

2.2.2 Prinsip Kerja *Nut Elevator*

Elevator timba bekerja dengan menggunakan timba. Jadi pemindahan material yang dilakukan dengan timba secara menyekop melalui pintu masuk (*feed opening*) pada tali casing atau langsung menyekop sambil bergerak, timba diikatkan pada rantai atau sabuk dan bergerak secara bersirkulasi. Rantai digerakkan oleh *sprocket* atau dengan *pully* bila memakai sabuk pengeluaran material dilakukan melalui *discharge opening* atau dengan memanfaatkan gerakan dari timba yang bersirkulasi.

Penggerak utama dari pesawat pengangkut ini adalah *gear motor* yang dihubungkan dengan transmisi dan dilanjutkan ke poros utama sebagai penggerak timba.

3.METODE PELAKSANAAN

3.1 Perhitungan Kapasitas *Nut Elevator*

Penggunaan alat pemindah bahan pada pabrik kelapa sawit merupakan bagian yang sangat berperan penting dalam keberlangsungan pengolahan TBS hingga menjadi minyak. Dimana penggunaan disesuaikan baik dari segi penggunaan jenis, dan kecepatan daya hantarnya.

Kapasitas dalam perancangan *nut elevator* berperan sebagai pemasok kebutuhan pengangkatan biji kelapa sawit untuk diproses selanjutnya, dimana kapasitas *nut elevator* harus menyesuaikan kapasitas pabrik kelapa sawit.

Kapasitas *nut elevator* tergantung pada jumlah timba-timba yang ada pada *nut elevator* tersebut. Untuk rancangan

nut elevator ini akan dirancang dua unit *elevator* dengan kapasitas yang sama, akan melayani pabrik kelapa sawit yang berkapasitas 35 ton TBS / jam. Sesuai ketentuan pabrik dalam melakukan survey lapangan untuk 100 kg TBS diketahui biji sawit yang diperoleh sebanyak 45 kg.

$$\begin{aligned} \text{Maka untuk 35 ton} &= \frac{35.000}{100} \times 45 \text{ kg} \\ &= 15.750 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka kapasitas *nut elevator* dalam satu jam adalah 15.750 kg/jam.

Perancangan kapasitas *nut elevator* pada pabrik kelapa sawit mengangkat jumlah biji kelapa sawit yang berkapasitas besar sehingga untuk menghemat bahan dan energi, maka perancangan ini dirancang dua unit. Perancangan ini dirancang dua unit *nut elevator* untuk melayani 15.750 kg / jam. Dimana masing-masing *nut elevator* berkapasitas sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Satu unit } \textit{nut elevator} &= \frac{15.750}{2} \\ &= 7.875 \text{ (kg / jam)} \end{aligned}$$

Maka kapasitas 1 *unit elevator* adalah 7.875 / jam.

3.2 Perhitungan Jumlah Timba *Nut Elevator*

Bucket conveyor atau biasa disebut *Elevator* adalah alat yang digunakan untuk memindahkan material dari bawah menuju ke atas dengan kemiringan diatas 70° dan tidak lebih dari 90°. *Bucket conveyor* merupakan *conveyor* yang bekerja secara *continue* yang termaksud kedalam jenis *conveyor with pulling member*.

Maka jumlah timba :

$$(Z) = 2 \times \frac{L}{S}$$

Dimana :

L = panjang *Nut Elevator* = 12 m

S = jarak timba = 100 cm

Z = jumlah timba

$$= 2 \times \frac{1.200}{100}$$

$$= 2 \times 12$$

Z = 24 timba

Diperoleh jumlah timba dalam perancangan tiap 1 unit *Nut Elevator* adalah 24 timba

3.3 Perancangan Ukuran Timba

Timba biji merupakan bagian dari *Nut Elevator*, timba *Nut Elevator* ini berfungsi untuk mengangkat biji kelapa sawit dari *silo biji* ke mesin pemecah biji, timba-timba yang digunakan pada *Nut Elevator* ini ada beberapa jenis.

Jenis-jenis timba dapat dibagi tiga bagian antara lain :

- a. *Deep Bucket*
- b. *Slalow Bucket*
- c. *V Bucket*

Pada perancangan *Nut Elevator* jenis timba yang dipakai jenis *deep bucket*, menurut ukuran timba yang ada di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) timba dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Dalam perancangan ini dalam satu jam 1 unit *Nut Elevator* berputar 30 kali, maka kapasitas *Nut Elevator* untuk satu putaran :

$$\frac{9.000}{30 \text{ putaran}} = 300 \text{ kg/putaran}$$

Diperoleh kapasitas tiap *Nut Elevator* 300 kg/putaran

Sehingga untuk kapasitas dua *Nut Elevator* adalah :

$$\frac{18.000}{30 \text{ putaran}} = 600 \text{ kg/putaran}$$

Maka kapasitas satu timba adalah :

$$\frac{300}{24} = 12,5 \text{ kg/timba}$$

Untuk 12,5 kg biji sawit membutuhkan volume timba adalah :

$$\frac{\text{kapasitas timba}}{\text{berat jenis biji sawit}}$$

$\frac{12.500 \text{ gr}}{1,1 \text{ gr/cm}^3} = 11.363 \text{ cm}^3$ ∴ Berat jenis biji sawit (nut) = 1,1 gr (survei dilapangan)

Untuk volume tiap 1 timba adalah :

Maka $b = 20 \text{ cm}^3$

$L = 30 \text{ cm}^3$

$h = 20 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} V_2 &= b \times L \times h \\ &= 20 \times 30 \times 30 \\ &= 12.000 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Diperoleh volume tiap satu timba adalah 12.000 cm³

Jadi volume timba yang tersedia adalah 12.000 kg/cm³

3.4 Perancangan Daya Motor Listrik

Untuk menghitung daya motor penggerak digunakan rumus :

$$N = \frac{Q \cdot v}{75 \cdot \eta} \quad (\text{N. Rudenko. Mesin Pengangkat. 1996 : 299})$$

Dimana :

$N = \text{daya motor (Hp)}$

$Q = \text{kapasitas} = 1.485 \text{ kg (1,5 x 990 kg)}$

$v = \text{kecepatan} = 12 \text{ m/menit} = 0,2 \text{ m/s}$

$\eta = \text{efisiensi mekanisme angkut} = 0,8$

maka :

$$\begin{aligned} N &= \frac{1.485 \cdot 12 / 60}{75 \cdot 0,8} \text{ (Hp)} \\ &= 4,95 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Dari data motor yang diproduksi, maka motor listrik yang ada adalah 5,50 Hp dengan putaran (n) = 1.420 rpm.

Dalam perancangan Nut Elevator ini motor yang digunakan adalah motor listrik, dimana spesifikasi dari hasil survey di PT PERKEBUNAN NUSANTARA IV BP. MANDOGÉ

1. Kapasitas = 9.000 kg/jam

2. Elektro Motor= BAUER/A 4546 HZ.380
 - a. Putaran = 1.420 rpm
 - b. Daya = 5,50 Hp

Diketahui data-data dari pabrik sebagai berikut :

1. Daya (P) = 5,50 Hp
2. Putaran (n) = 1.420 rpm

Untuk meneruskan daya dari putaran poros ke transmisi, terlebih dahulu harus diperhitungkan daya rencana (Pd) dengan menggunakan factor koreksi yaitu :

$$P_d = f_c \cdot P \text{ (kW)} \quad (\text{Sularso, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Bahan" 1997 ; 7})$$

Dimana ; $P_d = \text{daya rencana (kW)}$

$f_c = \text{faktor koreksi}$

$P = \text{daya maksimum (kW)}$

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{P_d}{n} \text{ (kg.mm)} \quad (\text{Sularso, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Bahan" 1997 ; 7})$$

Dimana ; $T = \text{momen puntir (kg.mm)}$

$n = \text{putaran (rpm)}$

$P_d = \text{daya rencana (kW)}$

$$\text{Maka ; } T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{6,146}{1420}$$

$$T = 4.215 \text{ (kg.mm)}$$

3.5 Perancangan diameter poros

Diameter poros dapat diperoleh dari rumus :

$$d_s = \left(\frac{5,1}{\tau_a} Kt \cdot Cb \cdot T \right)^{1/3}$$

(Sularso, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Bahan" 1997 : 8)

Dimana :

$d_s = \text{Diameter poros (mm)}$

$\tau_a = \text{Tegangan geser izin (kg/mm}^2 \text{)}$

Kt = Faktor koreksi 1,5 – 3,0

Cb = Faktor koreksi untuk kemungkinan terjadinya beban lentur, dalam perencanaan ini diambil 1,8 karena diperkirakan akan terjadi beban lentur

T = Momen puntir yang ditransmisikan
(kg.mm)

Pada saat pertama penghubung poros *input* dengan poros perantara akan terjadi tumbukan dan ini terjadi setiap penghubungan kedua poros tersebut, sehingga faktor koreksi diambil 1,5 – 3,0 diambil Kt = 3,0 supaya poros aman dari tumbukan.

Dan dalam mekanisme ini, beban lentur yang terjadi kemungkinan adalah kecil karena poros relatif pendek, sehingga faktor kondisi untuk beban lentur Cb = 1,8. Dengan harga faktor koreksi terhadap tumbukan diambil sebesar Kt = 3,0 maka diameter poros dapat dihitung sebagai berikut :

$$d_s = \left(\frac{5,1}{5,75} 3,0 \cdot 1,8 \cdot 4215 \right)^{1/3}$$

$$d_s = 25\text{mm}$$

Dari hasil perhitungan diameter poros disesuaikan dengan tabel diameter poros, maka diambil harga 25 mm, anggaph diameter bagian yang menjadi tempat bantalan adalah = 25mm (Sularso, “Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin” 1987 ; 8)

- Jari-jari Filet = $(55 - 54,68)/2 = 0,16$ (mm)
Alur Pasak 10 x 5 x filet 0,16
- Konsentrasi tegangan pada poros bertangga adalah :
 $0,16/54,68 = 0,002$, $55/54,68 = 1,005$
- $\tau = 5,1 \times 970 / (55)^3 = 0,029$ (kg/mm²)

3.6 Perencanaan Pasak

Pasak adalah bagian elemen mesin yang digunakan untuk meneruskan putarn, dan untuk menjaga hubungan

putaran relatif antara poros dengan elemen mesin seperti : *pully*, roda rantai dan sebagainya. Gambar pasak dapat dilihat sebagai berikut.

Perencanaan pasak dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$F = \frac{T}{\left(\frac{d_s}{2}\right)} \text{ (Sularso, “Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin” 1987 ; 8)}$$

Dimana :

F = gaya tangensial (kg)

T = momen puntir (kg.mm)

d_s = diameter poros (mm)

$$\begin{aligned} \text{Maka : } F &= \frac{4.215}{\left(\frac{25}{2}\right)} \\ &= 337,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan tegangan geser pada pasak

Perhitungan tegangan geser pada pasak (τ_k) dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\tau_k = \frac{F}{b \cdot l_1} \text{ (Sularso, “Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin” 1987 ; 25)}$$

Dimana :

τ_k = tegangan geser (kg/mm²)

b = lebar pasak

l = panjang pasak mm

$$\text{Maka : } \tau_k = \frac{337,2}{10 \times 13,79} = 2,2 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

∴ Direncanakan, $l_1 \geq 13,79$ mm

Untuk harga Pa adalah tekanan permukaan yang diizinkan sebesar 8 (kg/mm²) untuk poros dengan diameter kecil, 10 (kg/mm²) untuk poros dengan diameter besar, dan setengah harga diatas untuk poros putaran tinggi, dalam perancangan tekanan yang diizinkan diambil Pa = 8 (kg/mm²).

Tekanan yang terjadi pada pasak :

$P = \frac{F}{I_2 \times t_2}$ (Sularso, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin" 1987 ; 27)

Dimana :

P = tekanan permukaan (kg/mm²)

t₂ = kedalaman alur pasak (mm)

maka : $P = \frac{337,2}{9,4 \times 4,5} = 8$ (kg/mm²)

∴ Direncanakan, I₂ ≥ 9,4 mm

Panjang pasak ditentukan sesuai dengan pernyataan (0,25-0,35), maka panjang pasak :

$b/d_s = 12/35 = 0,35$ (0,25 < 0,35 < 0,35), baik

Panjang pasak yang aktif ditentukan sesuai dengan pernyataan (0,75-11,5d_s).

Maka panjang pasak yang aktif = 0,75 x 35 = 26,25 → (30mm)

4.2 Transmisi

Transmisi merupakan komponen mesin yang penting untuk menghubungkan antara mesin penggerak dengan yang digerakkan.

4.3 pemilihan sabuk

Transmisi yang digunakan untuk memindahkan daya dan putaran dari motor penggerak ke gearbox adalah transmisi sabuk

Dari data spesifikasi motor listrik diperoleh sebagai berikut :

Daya = 5,50 Hp

Putaran = 1420 rpm

Maka dari putaran pully kecil dan pully besar, didapat sabuk yang dipakai adalah sabuk V type A.

4.4 perhitungan diameter pully

Untuk pemulihan diameter pully yang diizinkan diameter minimum 65 mm dan 95 mm

Berdasarkan tabel di atas, pully elektro motor yang diambil adalah 3 inchi (76,2

mm) Dengan perbandingan putaran yang direncanakan adalah 1 : 5

Maka :

$D_2 = D_1 \times 1$ (Sularso, "Dasar perencanaan dan pemilihan bahan" 1997, hal 166)

Dimana :

D₁ = Diameter pully pada motor listrik

D₂ = Diameter pully pada gearbar

I = Perbandingan putaran = 1 : 5

Maka : $D_2 = 76,2 \times 5 = 381$ mm

Panjang sabuk yang digunakan untuk meneruskan daya motor listrik yang dilanjutkan ke gearbox dapat diperoleh sebagai berikut:

$L = 2C + \frac{\pi}{2}(d_p + D_p) + \frac{1}{4C}(D_p - d_p)^2$ (Sularso, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin" 1987:170)

Dimana :

D₁ = Diameter pully penggerak

D₂ = Diameter pully yang digerakkan

C = Jarak sumbu poros = 1,5 x D_p

= 572 mm

Maka panjang sabuk yang dibutuhkan adalah :

$L = 2 \times 572 + \frac{\pi}{2}(76,5 + 381) + \frac{1}{4 \times 572}$

$(381 - 76,5)^2$

= 1902,795 mm = 1905 mm

Berdasarkan panjang sabuk standart (Sularso, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin" 1987:168), panjang sabuk yang mendekati 1902,795 mm atau panjang yang ada adalah 1905 mm.

Jarak sumbu poros sebenarnya :

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8}$$

Dimana :

$$b = 2L - 3,14(D_p + d_p)$$

$$b = 2 \cdot 1905 - 3,14(381 + 76,5)$$

$$= 2.583,87 \text{ mm}$$

$$C = \frac{2.583,87 + \sqrt{2.583,87^2 - 8(381 - 76,5)^2}}{8}$$

$$= 627,49 \text{ mm}$$

4.5 Perhitungan Rantai

Rantai digunakan untuk meneruskan daya dari putaran poros *output* yang dilanjutkan ke poros perantara dan rantai dipasang timba-timba untuk mengangkat biji kelapa sawit.

Untuk perhitungan rantai, dari data *survey* diketahui panjang *nut elevator* 12 m maka panjang rantai yang digunakan pada *nut elevator*, model : *Pintle Chain* dengan jarak bagi rantai 120 mm, maka panjang rantai yang dibutuhkan untuk mengangkat biji kelapa sawit dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$L_p = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + 2C_p + \frac{[(Z_1 - Z_2)/6,28]^2}{C_p}$$

(Sularso, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin" 1987:185)

Dimana : L_p = Panjang rantai

C = Jarak sumbu

Z = Jumlah gigi

C_p = Jarak bagi dua gigi

Jumlah roda gigi rantai dirancang (15 gigi) dan jarak bagi rantai ($p = 120$ mm).

Maka jumlah mata rantai :

$$L_p = \frac{15+15}{2} + 2 \cdot 120 + \frac{1200}{120} + \frac{[(15-15)/(6,28)]^2}{(\frac{1200}{120})}$$

$$= 355 \text{ (mata rantai)}$$

4.6 Perhitungan Bantalan

Dan beban yang timbul dapat dihitung dengan persamaan :

$F_1 = m \times v^2 r$ (Ach Muhib Zainuri. ST. "Mesin Pemindah Bahan" 2006 hal 91)

Dimana :

m = Beban yang akan diangkat (kg)

v = Kecepatan putaran poros = 7.0 rpm

r = Jari-jari poros = $45/2 = 22,5$ mm = 0.0225 m

Jumlah berat yang akan digunakan (m) = Q + berat timba + berat rantai

Dimana :

Q = Kapasitas nut elevator yaitu sebesar 18000 kg/jam

Volume timba diperoleh tiap timba = 12000 cm³, tebal bahan plat timba direncanakan 1 cm, maka diperoleh volume timba :

Dimana :

b = lebar timba = 20cm

L = panjang timba = 30cm

h = tinggi timba = 20cm

V = volume timba

γ = berat jenis baja = 7,86 kg/cm³

Maka : $V = \frac{\pi \cdot r^2}{2} L$

$$= \frac{3,14 \times 13^2}{2} \times 30$$

$$= 7959 \text{ cm}^3$$

Maka diperoleh volume bahan plat timba

$$V_p = V_2 - V$$

$$= 12000 - 7959$$

$$= 4041 \text{ cm}^3$$

Maka berat timba diperoleh :

$$\text{Berat timba} = V_p \times \gamma V$$

$$= 4041 \times 7,86$$

$$= 31762 \text{ gram}$$

$$= 31,7 \text{ kg}$$

Maka berat total timba = $31,7 \times 24 = 760$ kg

Rantai yang digunakan pada *nut elevator* model : *Pintle Chain*, dengan berat/mata

rantai = 0,85 kg, maka berat rantai diperoleh :

Total berat rantai = $0,85 \times 355 = 302$ kg

Maka diperoleh :

$$M = 9000 + 302 + 760 \\ = 10.062 \text{ kg}$$

$$\text{Maka : } F_1 = 10.062 \times (7,0)^2 \times 0,025 \\ = 12.325 \text{ kg}$$

e. Pemilihan Bantalan

Bantalan yang digunakan dalam perancangan ini adalah jenis bantalan rol kerucut (32309).

Faktor umur bantalan :

$$F_h = F_n \frac{C}{P} \text{ (Sularso, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Bahan" 1987 136)}$$

Dimana : C = kapasitas nominal dinamis spesifikasi = 9850 kg,

P = beban aksial = 9084 kg.

$$\text{Maka : } F_h = 4,6 \frac{9850}{13037} = 4$$

Maka umur nominal bantalan adalah:

$$L_h = 500.F_h^3 \\ = 500 (4)^3 \\ = 32.000 \text{ jam}$$

Maka umur bantalan diperoleh **32.000 jam.**

5. SIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Nut elevator yang direncanakan pada pabrik kelapa sawit untuk mengangkut biji kelapa sawit dengan kapasitas 35 ton TBS/jam.

Berdasarkan perencanaan, analisa dan perhitungan maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas angkut *nut elevator* : 7.875 kg/jam
2. Jenis timba : Deep Bucket
3. Panjang *nut elevator* : 12 m
4. Tinggi timba : 20 cm
5. Jarak timba : 100 cm
6. Daya : 6,146 Kw
7. Putaran : 1420 rpm
8. Bahan poros : S35C

9. Panjang poros : 965 mm
10. Diameter poros : 25 mm
11. Bahan pasak : Baja karbon S30C
12. Sabuk yang dipakai : Sabuk V Type A
13. Panjang sabuk : 1905 mm
14. Type rantai : Pintle Chain
15. Kecepatan mata rantai : 0,48 (m/s)
16. Jenis bantalan : Rol Kerucut

5.2 Saran

Adapun saran – saran dapat saya berikan adalah sebagai berikut :

1. Mengingat mahal nya harga komponen-komponen pada mesin, maka dibutuhkan perawatan periodik untuk mencegah kerusakan pada mesin tersebut.
2. Pada saat sebelum melakukan pengoperasian, dianjurkan kepada operator agar menjaga kebersihan pada *nut elevator*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ach. Muhib Zainuri. "Mesin Pemindah Bahan" (*Material Handling Equipment*)
- Sularso, Kiyokatsu Suga, 1997 "Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Bahan" (Elemen Mesin).
www.kharsimasawit.co.id
www.web.ipb.ac.id
Web.elevator engineering.com
www.tengbot.com
www.web.elevatorengineering.ac.id