

PERANCANGAN MESIN RECHIPER KAYU YANG MENGALAMI *OVERSIZE* UNTUK PRODUKSI *FIBERWOOD* PADA PT.SUMATRA PRIMA FIBERWOOD

Bustami Ibrahim¹, Hary Sukma Pradinata²

(1) Dosen Jur. Teknik Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Jl.
Kanayakan 21 Bandung 40135,

email: bustami@e-intranet.polman-bandung.ac.id

(2) Mahasiswa D4 Polman Jur. Teknik Perancangan dan Pengembangan Produk

email: harypradinata@gmail.com

Abstrak

Semakin meningkatnya kebutuhan perabot rumah tangga yang menggunakan bahan baku kayu maka dibutuhkan teknologi tepat guna untuk membantu dalam proses pembuatan komponen rumah tangga diantaranya MDF (*Middle Density Fiberboard*). Produk ini lebih dipilih oleh masyarakat karena produknya yang memiliki desain dan tampilan yang lebih menarik serta produk lebih ringan dan dapat dirakit atau bongkar pasang.

Untuk membuat produk *board* ini akan dilakukan beberapa fase diantaranya yaitu proses *chipwood*. Proses ini dinamakan *chipper* dan dapat dikatakan merupakan awal proses. Proses ini merupakan pembentukan atau pencacahan kayu yang berbentuk *log* atau biasa juga disebut dengan kayu gelondongan. Pada proses ini masih dapat menghasilkan 40ton/jam dengan jam kerja mesin 6-8jam/hari. Kayu-kayu yang digunakan pada proses ini memiliki standar diameter yaitu antara 75-400mm. Setelah dilakukan pencacahan maka proses selanjutnya yaitu merupakan penyaringan chip berdasarkan ukuran standar. Berdasarkan dari proses penyaringan, maka didapat sekitar 10% *chip* yang melebihi ukuran standar atau *oversize* dan terdapat 5% *chip* yang dibawah standar ukuran atau *finer*.

Melihat dari hasil proses penyaringan maka diperlukannya optimasi atau perancangan mesin sebagai proses *rechipper* dari kayu-kayu yang melebihi ukuran *chip* atau *oversize*. Hal ini sangat perlu dilakukan untuk meminimalkan bahan-bahan yang terbuang akibat dari proses *chipper* yang tidak maksimal. Mesin *rechipper* ini digunakan sebagai proses pencacahan ulang *chip* yang mengalami *oversize*. Mesin *rechipper* akan dioperasikan berdampingan dengan mesin *chipper* yang ada pada perusahaan. Mesin *rechipper* bekerja setelah proses penyaringan *chip* dan *chip* yang mengalami *oversize* akan diproses kembali dengan mesin ini.

Kata Kunci: Perancangan, *Rechipper*, *Board*.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Semakin meningkatnya kebutuhan perabot rumah tangga yang menggunakan bahan baku kayu maka dibutuhkan teknologi tepat guna untuk membantu dalam proses pembuatan komponen rumah tangga diantaranya MDF (*Midle Dencity Fiberboard*). Produk ini lebih dipilih oleh masyarakat karena produknya yang memiliki desain dan tampilan yang lebih menarik serta produk lebih ringan dan dapat dirakit atau bongkar pasang.

Untuk membuat produk *board* ini akan dilakukan beberapa fase diantaranya yaitu proses *chipwood*. Proses ini dinamakan *chiper* dan dapat dikatakan merupakan awal proses. Proses ini merupakan pembentukan atau pencacahan kayu yang berbentuk *log* atau biasa juga disebut dengan kayu gelondongan. Pada proses ini mesin dapat menghasilkan 40ton/jam dengan jam kerja mesin 6-8jam/hari. Kayu-kayu yang digunakan pada proses ini memiliki standar diameter yaitu antara 75-400mm. Setelah dilakukan pencacahan maka proses selanjutnya yaitu merupakan penyaringan *chip* berdasarkan ukuran standar. Pada proses penyaringan terdapat 3 layer penyaringan yaitu:

- Layer pertama memiliki ukuran maksimal penyaringan: 40x40mm
- Layer kedua memiliki ukuran maksimal penyaringan: 4x4mm
- Layer ketiga memiliki ukuran maksimal penyaringan: 3x3mm

Berdasarkan dari proses penyaringan, maka didapat sekitar 10% *chip* yang melebihi ukuran standar atau *oversize* dan terdapat 5% *chip* yang dibawah standar ukuran atau *finer*.

Melihat dari hasil proses penyaringan maka diperlukannya optimasi atau perancangan mesin sebagai proses *rechiper* dari kayu-kayu yang melebihi ukuran *chip* atau *oversize*. Hal ini sangat perlu dilakukan untuk meminimalkan bahan-bahan yang terbuang akibat dari proses *chiper* yang tidak maksimal.



Gambar 1.1 Diagram Tahapan Pembuatan *Chipwood*.

Berdasarkan dari diagram proses diatas bahwa proses pertama pada pembuatan *chipwood* adalah proses *debarking*, yaitu merupakan proses masunya kayu untuk dilakukan proses pengulitan kayu *log*. Pada proses ini kayu dalam bentuk gelondongan Setelah proses pengulitan, kayu *log* dilanjutkan pada proses kedua yaitu *chiper pos* pada proses ini merupakan proses pencacahan kayu *log* menjadi bentuk *chip*. Pada proses ketiga yaitu *intermediate storage of chips* ini merupakan stasiun penyimpanan *chip* sekaligus menghantarkan *chip* menuju proses keempat yaitu proses *screening*. Proses *screening* merupakan proses penyaringan *chip* berdasarkan ukuran standar yang telah ditentukan. Pada proses ini maka akan terjadi proses

penggolongan *chip* berdasarkan ukuran yang memenuhi standar, *oversize* serta *chip* yang memiliki ukuran dibawah standar atau *finer*. setelah proses penggolongan *chip* maka selanjutnya adalah porses terakhir pada pembuatan *chipwood* yaitu proses *chip cleaning*. Proses ini merupakan proses pembersihan *chip* sekaligus pengeringan *chip* untuk mengurangi kadar air. setelah proses pengeringan maka *chip* akan dihantar pada proses *refiner* atau proses penghalusan. Untuk optimasi perancangan ini maka mesin dibuat khusus pada proses *rechiper*. Mesin ini akan dipasang setelah tahap *screening*, dimana seluruh *chip* yang mengalami *oversize* akan dicacah kembali.

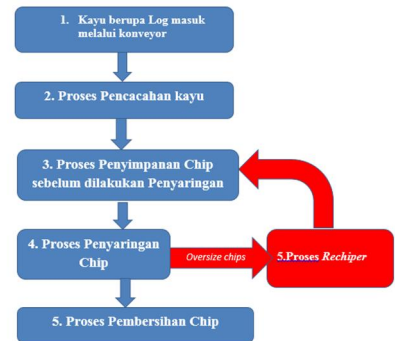


Gambar 1.2 Penggolongan *Chip*.

Setelah ditinjau berdasarkan prosesnya ternyata pada proses *screening* terdapat sekitar 10% dari *chip* yang mengalami *oversize* serta 5% *chip* mengalami *finer*, dalam artian ada sekitar 4ton/jam *chip* yang dihasilkan mengalami *oversize* atau sekitar 32ton/hari pada proses kerja maksimal mesin *chipper* serta sekitar 2ton/jam atau sekitar 16ton/hari *chip* yang mengalami *finer* pada proses kerja maksimal mesin *chipper*. Hal ini tentu saja menyebabkan kerugian pada perusahaan dikarenakan banyaknya bahan *chipwood* yang terbuang, oleh karena itu untuk meminimalkan terbuangnya *chip* maka peneliti merasa sangat perlu dilakukan optimasi mesin dengan cara melakukan tambahan proses *rechiper* yang dikhususkan untuk *chip* yang mengalami

oversize. Proses tambahan ini akan diposisikan setelah proses *screening*.

Berikut merupakan tahapan pembuatan *chipwood* dengan penambahan proses *rechiper*:



Gambar 1.3 Diagram Penambahan Proses *Rechiper*.

Agar mempermudah dalam perancangan maka sebagai acuan spesifikasi data kayu yang akan dicacah menjadi *chipwood* sudah ditentukan berdasarkan hasil rata-rata kayu yang mengalami *oversize* yaitu kayu dengan ukuran diatas 40x40mm hingga dengan batas ukuran maksimal 100x100mm dan tebal pemotongan yaitu 5mm. Mesin *rechiper* disini akan memanfaatkan motor listrik sebagai tenaga penggeraknya dengan hasil reduksi putara 450rpm untuk putara disk dengan 4pisau potong, sehingga kapasitas yang dihasilkan yaitu 4,5m³/jam.

1.1 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan hasil tinjauan sementara maka beberapa tujuan dilakukannya penelitian untuk mengurangi banyaknya *waste chipwood* dan mampu meningkatkan proses pembuatan *chipwood* yang standar.

1.2 Manfaat Penelitian

Dalam setiap penelitian tentunya harus ada manfaat sebagai acuan

pengembangan dari suatu masalah maka dari itu manfaat-manfaat sebagai optimasi adalah mampu meminimalikan *chip* yang tidak standar atau *oversize* serta proses pembuatan *chipwood* yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ditentukan.

1.3 Batasan Masalah

Pada proses penelitian ini perlu dibuat beberapa batasan-batasan pembahasan agar penelitian yang dilakukan sesuai dengan konsentrasi bidang yang diambil maka pembahasan yang diangkat adalah optimasi perancangan serta mekanisme kerja mesin dan peneliti tidak membahas masalah sistem kontrol mesin, pembuatan alat serta estimasi biaya secara detail.

2. Metode Perancangan

Metode perancangan merupakan proses berfikir sistematis terhadap suatu *project* dengan tujuan agar dapat menghasilkan *output* yang maksimal. Metode yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan VDI 2222 (Persatuan Insinyur Jerman) yaitu dengan melalui beberapa proses:



Gambar 2.1 Tahapan Merencana VDI 2222

2.1 Merencana

Untuk membuat produk *board* ini akan dilakukan beberapa tahap diantaranya yaitu proses *chipwood*. Proses ini dinamakan *chipping* dan dapat dikatakan merupakan awal proses. Proses ini merupakan pembentukan atau pencacahan kayu yang berbentuk *log* atau biasa juga disebut dengan kayu gelondongan. Pada proses ini mesin dapat menghasilkan 40ton/jam dengan jam kerja mesin 6-8jam/hari. Kayu-kayu yang digunakan pada proses ini memiliki standar

diameter yaitu antara 75-400mm. Setelah dilakukan pencacahan maka proses selanjutnya yaitu merupakan penyaringan *chip* berdasarkan ukuran standar. Pada proses penyaringan terdapat 3 *layer* penyaringan yaitu:

- *Layer* pertama memiliki ukuran maksimal penyaringan: 40x40mm
- *Layer* kedua memiliki ukuran maksimal penyaringan: 4x4mm
- *Layer* ketiga memiliki ukuranmaksimal penyaringan: 3x3mm

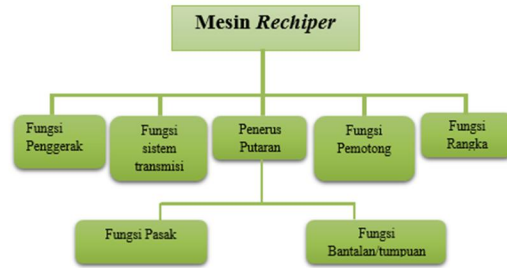
Berdasarkan dari proses penyaringan, maka didapat sekitar 10% *chip* yang melebihi ukuran standar atau *oversize* dan terdapat 5% *chip* yang dibawah standar ukuran atau *fines*. *Project* optimasi mesin *rechiper* ini merupakan hasil dari analisis dari suatu proses *chipping* dimana dilakukan penambahan proses yang dinamakan *rechiping*. Proses ini merupakan proses pengulangan pencacahan pada *chip* yang mengalami *oversize*. Berdasarkan standar yang ditentukan tuntutan standar ukuran *chip* minimal 3x3mm dan maksimal ukuran 40x40m.

2.2 Mengonsep

Mesin *rechiper* dibuat harus memenuhi kriteria-kriteria yang sesuai dengan tuntutan yang diinginkan mesin berproduksi dengan rentang waktu kerja 6- 8jam/hari, jenis kayu yang akan diproses pada *rechiper* yaitu kayu karet dan *acacia mangium* dengan 4 pisauMerancang merupakan tahap ketiga dari metode perancangan sistematis. Setelah mengkonsep pemecahan selesai, maka bagian-bagian dari pemecahan konsep tersebut dijadikan dasar dalam merancang. Konstruksi yang dihasilkan dari tahapan merancang merupakan pilihan optimal setelah melalui tahapan pemeriksaan secara teknis dan ekonomis.

Untuk lebih memperjelas pengonsepan maka perlu dibuat daftar tuntutan yang sangat berhubungan dengan perancangan mesin

rechiper ini sebagai gambaran spesifikasi mesin.

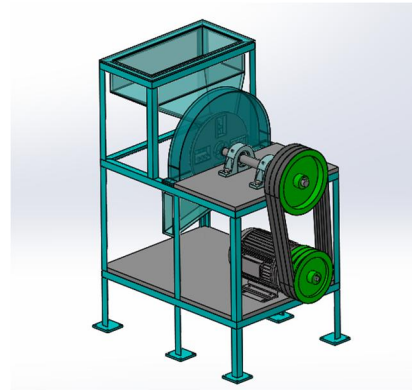


Tabel 2.1 Daftar tuntutan

No.	Daftar Tuntutan	Spesifikasi
1	Tuntutan Utama	
	Banyak pisau	4 set Pisau potong
	Cara sistem potong	<i>Rotary Sistem</i>
	Kapasitas beban	4ton/jam
	Sumber penggerak	Motor
2	Tuntutan Kedua	
	Waktu kerja mesin	6-8 jam/hari
	Dimensi mesin maksimal	3m X 3m X 3m
	Berat maksimal	1ton
	Ketebalan Maksimal pemotongan	5mm
	Ukuran kayu yang akan diproses	40mm X 40mm hingga 100mm X 100mm
3	Keinginan	
	Mudah dioperasikan	
	Cara kerja mesin yang tidak rumit	
	Mudah dalam perawatan	
	Mudah dalam mengganti komponen yang rusak	
	Mudah dalam perakitan	

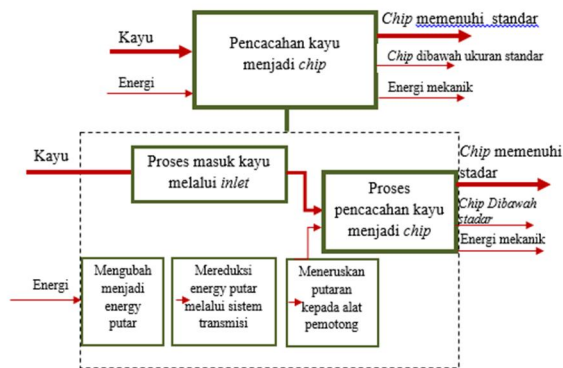
Gambar 2.3 Fungsi bagian

Setelah dilakukan pembuatan alternatif dari masing-masing fungsi bagian dan menghasilkan beberapa konsep dari rancangan maka didapat konsep terpilih berdasarkan metode perancangan *VDI2222*. Berikut merupakan konsep terpilih.



Gambar 2.4 Konsep Rancangan Mesin *Rechiper* Kayu.

Pada tahapan ini dilakukan penguraian fungsi dari mesin *rechiper* beberapa sub-fungsi yang akan memberikan alternatif rancangan dan solusi dari suatu penentuan ide pokok perancangan.



Gambar 2.2 Black Box

Setelah membuat konsep mekanisme mesin, maka perlu dibuat bagan fungsi keseluruhan mesin.

Kelebihan

- Gerakan yang dihasilkan motor stabil
- Pada transmisi menggunakan *V-belt* sehingga mengurangi slip pada putarannya.
- Pasak yang digunakan jenis *Gib-head key* selain memungkinkan menahan beban putar yang tinggi *shaft* jenis ini juga berfungsi sebagai penahan *pulley* pada saat mendapat beban aksial.

- Penggunaan *ball bearing* sebagai dudukan akan memberikan kestabilan pada saat *shaft* beroperasi.
- Pada fungsi pemotong mesin ini menggunakan *disk* dengan *knife* yang dapat diatur tingkat kedalaman pemotongan. Hal ini dapat memudahkan pada proses penentuan standar pemotongan.
- Dengan menggunakan rangka jenis baja profil menjadikan mesin lebih ringan.

Kekurangan

- Pengerjaan konstruksi mesin lebih sulit
- Komponen standar yang digunakan lebih sedikit.

3. Perhitungan Perancangan

3.1 Pehitungan Pada sistem Potong

3.1.1 Perhitungan Gaya Potong

$$F_e = \tau_g \text{ kayu} \times A$$

Dimana:

$$\begin{aligned} F_e &= \text{Gaya Potong} \\ \tau_g &= \text{Modulus of Rupture (Lampiran 19)} \\ A &= \text{Luas Bidang Potong} \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} A &= 31,06 \text{ mm}^2 \\ \tau_g \text{ Kayu} &= 570,6 \text{ kg cm}^2 \text{ (terlampir 19)} \\ &= 55,95 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} F_e &= \tau_g \text{ kayu} \times A \\ &= 55,95 \text{ N/mm}^2 \times 31,06 \text{ mm}^2 \\ &= 1737,807 \text{ N} \end{aligned}$$

3.1.2 Perhitungan Pemakanan

Diketahui:

$$\begin{aligned} \rho &= 650 \text{ kg/m}^3 \text{ (Lampiran 3)} \\ V &= 4 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \rho_k &= \text{Density Kayu} \\ V &= \text{Volume Pemotongan} \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} m &= \rho \times V \\ &= 650 \text{ kg/m}^3 \times (4 \times 10^{-5} \text{ m}^3) \\ &= 0,026 \text{ kg (Per satu kali pemaka)} \end{aligned}$$

Sedangkan target pemakanan adalah 4ton/jam maka:

$$\begin{aligned} 4 \text{ ton/jam} &= 4000 \text{ kg/jam} \\ &= 66,7 \text{ kg/menit} \\ \text{Pemakanan} &= \frac{\text{target}}{m} \\ &= \frac{66,7 \text{ kg/menit}}{0,026 \text{ kg}} \\ &= 2565,38 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Sedangkan pada disk terdapat 4 pisau maka
1rpm = 4kali pemakanan

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{pemakanan}}{4} \\ &= \frac{2565,38 \text{ rpm}}{4} \\ &= 641,34 \text{ rpm} \end{aligned}$$

3.2 Perhitungan Daya Motor

3.2.1 Daya yang Diperngaruhi Oleh Chip

$$P_e = F_e \times V_c$$

Dimana:

$$\begin{aligned} P_e &= \text{Daya Motor} \\ F_e &= \text{Gaya Potong} \\ V_c \text{ Kayu} &= \text{Kecepatan Potong} \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} F_e &= 1737,807 \text{ N} \\ V_c &= 1712 \text{ m/menit} = \\ \text{Kayu} &= 28,53 \text{ m/s (Lampiran 22)} \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 P_e &= F_e \times V_c \\
 &= 1737,807N \times 28,53 \text{ m/s} \\
 &= 49579,63 \text{ watt} = 49,57 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

3.2.2 Daya Yang Dipengaruhi Oleh Berat Sistem Potong

$$\omega = \frac{V_c \text{ Kayu}}{R}$$

Dimana:

$$\begin{aligned}
 \omega &= \text{Watt} \\
 V_c &= \text{Kecepatan potong Kayu} \\
 \text{Kayu} & \\
 R &= \text{Jarak Pisau} \\
 R_0 &= \\
 &= \frac{1}{2} \text{ Diameter sistem potong}
 \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 V_c \text{ Kayu} &= 28,53 \text{ m/s} \\
 R &= 330 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 \omega &= \frac{V_c \text{ kayu}}{R} \\
 &= \frac{28,53 \text{ m/s}}{330 \text{ mm}} \\
 &= 0,086 \text{ rad/s}
 \end{aligned}$$

❖ Gaya potong total

$$F_{e_{total}} = \omega^2 \times R_0 \times m$$

Dimana:

$$\begin{aligned}
 F_{e_{total}} &= \text{Gaya Potong total} \\
 M &= \text{Massa Sistem Potong}
 \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 \omega &= 0,086 \text{ rad/s} \\
 M &= 18,068 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 F_{e_{total}} &= \omega^2 \times R_0 \times m \\
 &= 0,086^2 \text{ rad/s} \times 165 \\
 &\quad \times 18,068 \text{ kg} \\
 &= 22,04 \text{ N}
 \end{aligned}$$

❖ Daya total yang dibutuhkan

$$P = \frac{M_p \times n}{9550} = \frac{F_{e_{total}} \times R_0 \times n}{9550}$$

Dimana:

$$\begin{aligned}
 P &= \text{daya} \\
 M_p &= \text{Momen Puntir} \\
 N &= \text{Jumlah} \\
 &\quad \text{putaran (rpm)}
 \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 F_e &= 22,04 \text{ N} \\
 R_2 &= 175 \text{ mm} \\
 n &= 641,34 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{F_e \times R_0 \times n}{9550} \\
 &= \frac{22,04 \text{ N} \times 165 \text{ mm} \times 641}{9550} \\
 &= 244,21 \text{ watt} \\
 &= 0,244 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Maka daya motor yang dibutuhkan pada mesin *chipper* adalah:

$$49,57 \text{ kW} + 0,244 \text{ kW} = 49,814 \text{ kW}$$

Jika P adalah daya rata-rata yang diperlukan maka harus dikalikan dengan factor koreksi dari sistem transmisi untuk mendapatkan daya awal yang sistem penggerak butuhkan. Daya yang besar mungkin diperlukan pada saat *start*, atau mungkin beban yang lebih besar terus bekerja setelah *start*.

$$P_{motor} = F_c \times P$$

Dimana:

$$\begin{aligned}
 P &= \text{Daya yang} \\
 &\quad \text{dibutuhkan mesin} \\
 F_c &= \text{Faktor koreksi}
 \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 P &= 49,81 \text{ kW} \\
 F_c &= 1,4 \text{ (Lampiran 13)}
 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 P_{motor} &= F_c \times P = 1,4 \times 50,029 \text{ kW} \\
 &= 69 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka daya motor yang dipilih adalah: motor *New SAFE-SAVE Series* yang diproduksi oleh *MEZ Mohelnice* dan *MEZ fren stat* dengan daya 75kW dan 1000rpm (lampiran 23).

3.3 Perhitungan Pada Sistem Transmisi

3.3.1 Perhitungan Diameter Puli

$$D1 = \frac{P}{n} \quad (\text{R.S Khurma dan J.K Gupta, 2005})$$

Dimana:

$$\begin{aligned} D1 &= \text{Diameter puli motor} \\ P &= \text{Daya motor} \\ N &= \text{rpm motor} \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} P &= 75kW \\ n &= 1000rpm \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} D1 &= \frac{P}{n} \\ &= \frac{75kW}{1000rpm} \\ &= 0,075 \end{aligned}$$

Pada tabel terlampir bahwa $P/n = 0,075$ dengan diameter 224mm

$$\begin{aligned} D2 &= \frac{n1}{n2} \quad (\text{Sularso, 1997}) \\ &= \frac{D1}{D2} \end{aligned}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} n1 &= \text{rpm motor} \\ n2 &= \text{rpm yang dibutuhkan mesin} \\ D1 &= \text{Diameter puli motor} \\ D2 &= \text{Diameter puli besar} \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} n1 &= 1000rpm \\ n2 &= 641,34rpm \\ D1 &= 224mm \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} \frac{n1}{n2} &= \frac{D1}{D2} \\ \frac{1000}{641,34} &= \frac{224}{D2} \\ D2 &= \frac{224 \times 641,34}{1000} \\ &= 143,66mm \\ &= 150mm \end{aligned}$$

4.3.2 Perhitungan Jarak Poros Rencana

Pada penentuan jarak titik sumbu poros pada puli transmisi harus sebesar 1,5 sampai 2 kali diameter puli besar. Maka untuk melakukan penentuan titik sumbu poros diambil pertengahan dari nilai yang ditentukan yaitu 1,75.

$$CI = 1,75 \times D1$$

Dimana:

$$\begin{aligned} CI &= \text{Jarak sumbu antar poros rencana} \\ D1 &= \text{Diameter puli besar} \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} CI &= 1,75 \times D1 \\ &= 1,75 \times 224 \\ &= 392mm \end{aligned}$$

3.3.3 Perhitungan Perencanaan Sabuk

$$\begin{aligned} L &= 2C1 + \frac{\pi}{2}(D1 + D2) + \frac{1}{2}(D2 - D1)^2 \\ &\quad - \frac{C1}{4C}(D1 - D2)^2 \\ &= 2C1 + \frac{\pi}{2}(D1 + D2) + \frac{1}{4C}(D2 - D1)^2 \end{aligned}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} L &= \text{Panjang sabuk rencana} \\ C1 &= \text{Jarak antar titik sumbu poros rencana} \\ D1 &= \text{Diameter puli motor} \\ D2 &= \text{Diameter puli mesin} \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} C1 &= 392mm \\ D1 &= 224mm \\ D2 &= 150mm \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} L &= 2C1 + \frac{\pi}{2}(D1 + D2) + \frac{1}{4C1}(D2 - D1)^2 \\ &= 2 \times 392 + \frac{\pi}{2}(224 + 150) \\ &\quad + \frac{1}{4 \times 392}(280 - 150)^2 \\ &= 1383,97mm \end{aligned}$$

Nomor nominal sabuk yang dipilih adalah sabuk-V standar: Tipe D $L = 1397mm$ (terlampir)

$$b = 2L - 3,14(D1 - D2) \text{ (Sularso, 1997)}$$

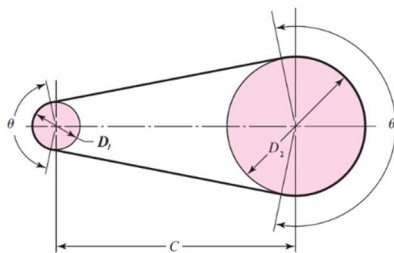
Dimana:

- b = Sudut kontak puli besar
- C = Jarak antar sumbu poros
- $K\theta$ = Faktor koreksi

Maka:

$$\begin{aligned} b &= 2L - 3,14(D1 - D2) \\ &= 2 \times 1397 - 3,14(224 + 150) \\ &= 1619,64mm \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D2 - D1)^2}}{8} \\ &= \frac{1619,64 + \sqrt{1619,64^2 - 8(224 - 150)^2}}{8} \\ &= 403,21mm \end{aligned}$$



Gambar 4.5 Sudut kontak Puli

Sudut kontak puli:

$$\begin{aligned} \theta &= 180^\circ - \frac{57(D1 - D2)}{C} \\ &= 180^\circ - \frac{57(224 - 150)}{492,56} \\ &= 171,43^\circ \quad K\theta = 1,00 \end{aligned}$$

Maka sabuk yang dipakai berdasarkan perhitungan perhitungan rpm dan daya motor serta perhitungan panjang sabuk maka dipilih sabuk-V standar Tipe D dengan panjang sabuk $L = 1397mm$ (terlampir). Dengan daerah penyetelan jarak sumbu poros $\Delta C_t = 50mm$.

Berdasarkan tuntutan spesifikasi mesin maka penentuan banyak sabuk perlu dilakukan. Hal ini sangat diperlukan karena harga N yang relatif besar akan menyebabkan getaran pada sabuk yang mengakibatkan penurunan efisiensinya.

$$N = \frac{P}{PoK\theta}$$

Dimana:

- N = Jumlah sabuk
- P = Daya motor
- Po = Besar daya yang dapat ditransmisikan oleh satu sabuk
- $K\theta$ = Faktor oreksi

Diketahui:

- $P = 75kW$
- $Po = ?$
- $K\theta = 1,00$ (terlampir)

$$\begin{aligned} P_o &= 12,4 + (14,4 - 12,4) \left(\frac{50}{200} \right) \\ &+ 0,76 + (0,85 - 0,76) \left(\frac{50}{200} \right) \\ &= 25,104kW \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} N &= \frac{P}{PoK\theta} \\ &= \frac{75}{25,104 \times 1,00} \\ &2,9 \rightarrow 3 \text{ buah sabuk} \end{aligned}$$

3.3.4 Kecepatan Linier Sabuk

$$v = \frac{\pi D1 \cdot n}{60}$$

Dimana:

- v = Kecepatan linier sabuk
- $D1$ = Diameter puli pada motor
- n = rpm pada motor

Diketahui:

$$\begin{aligned} D1 &= 224mm = 0,224m \\ n &= 1000rpm \end{aligned}$$

Maka:

$$v = \frac{\pi \cdot D1 \cdot n}{60} = 9,46 \times (11,72)^2 = 110,87N$$

$$= \frac{\pi \times 0,224 \times 1000}{60} = 11,72 m/s$$

3.3.5 Mencari Luas Penampang Sabuk (a)

Diketahui:

Tinggi sabuk = 13,5mm

(t)

Lebar sabuk = 25,4mm

(b)

Maka:

$$\tan \alpha = \frac{x}{19} = \frac{1}{2} \times 40^\circ = 20$$

$$\tan 20^\circ = \frac{x}{19}$$

$$x = 19 \times \tan 20^\circ = 6,91mm$$

$$y = 31,5 - 2(x) = 31,5 - 2(6,91) = 17,68mm$$

$$a = \frac{1}{2} (31,5 + 17,68) \times 19 = 467,21mm^2 = 0,00467m^2$$

4.3.6 Gaya Yang Terjadi Pada Belt

4.3.6.1 Gaya Tegang Sentrifugal

$$Tc = m \times v^2 \text{ (R.S Khurma dan J.K Gupta, 2005)}$$

Dimana:

Tc = Gaya tegang Sentrifugal
 m = Massa sabuk
 v = Kecepatan linier

Diketahui:

m = ?
 v = 11,72 m/s

$$m = (a \times L) \times \rho = (0,00467m^2 \times 1,778m) \times 1140 kg/m^3 = 9,46 kg/m$$

Maka:

$$Tc = m \times v^2$$

3.3.6.2 Gaya Yang Terjadi Pada Sisi Kencang Sabuk

$$T_1 = T - T_c \text{ (R.S Khurma dan J.K Gupta, 2005)}$$

Dimana:

T_1 = Gaya maksimum yang terjadi pada sisi kencang sabuk

T = Gaya maksimum sabuk

T_c = Gaya tegang sentrifugal

Diketahui:

T_c = 110,87N

T = ?

$$T = T_{t1} = \sigma \times a = 13,34 \times 467,21mm^2 = 6232,5814N$$

σ = Tegangan Izin

a = Luas Penampang sabuk

Maka:

$$T_1 = T - T_c = 6232,5814 - 110,87 = 6121,71N$$

3.3.6.3 Gaya Yang Terjadi Pada Sisi Kendur Sabuk

$$2,3 \log \left(\frac{T_1}{T_2} \right) = \mu \times \theta \text{ (R.S Khurma dan J.K Gupta, 2005)}$$

Dimana:

μ = Koefisien gesek

θ = Sudut kontak

Diketahui:

μ = 0,30 (terlampir)

θ = 186,48°

$$= 186,48^\circ \times \frac{\pi}{180}$$

$$= 3,24rad$$

Maka:

$$\begin{aligned}
2,3 \log \left(\frac{T_1}{T_2} \right) &= \mu \times \theta \\
&= 0,30 \times 3,24 \\
&= 0,972 \\
\log \left(\frac{T_1}{T_2} \right) &= \frac{0,972}{2,3} \\
&= 0,422 \text{ atau } \frac{T_1}{T_2} \\
&= 2,64 \\
T_2 &= \frac{T_1}{2,64} \\
&= \frac{6121,71}{2,64} \\
&= 2318,82N
\end{aligned}$$

3.3.6.4 Kapasitas Daya Pada Belt

$$P = (T_1 - T_2)v \quad (\text{R.S Khurma dan J.K Gupta, 2005})$$

Dimana:

P = Kapasitas Daya Pada belt

Diketahui:

$$\begin{aligned}
T_1 &= 6121,71N \\
T_2 &= 2318,82N \\
v &= 11,72 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}
P &= (T_1 - T_2)v \\
&= (6121,71 - 2318,82) \\
&\quad \times 11,72 \\
&= 44568,87W \\
&= 44,56KW
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapat:

- Gaya maksimum yang terjadi pada sisi kancang sabuk $(T_{t1}) = T = 6232,5814N$
- Gaya sentrifugal $T_c = 110,87N$
- Gaya yang terjadi pada sisi kendur $T_2 = 2318,82N$

Maka gaya maksimum yang terjadi pada sisi kendur adalah:

$$T_{t2} = T_2 + T_c = 2318,82N + 110,87 = 2429,69N$$

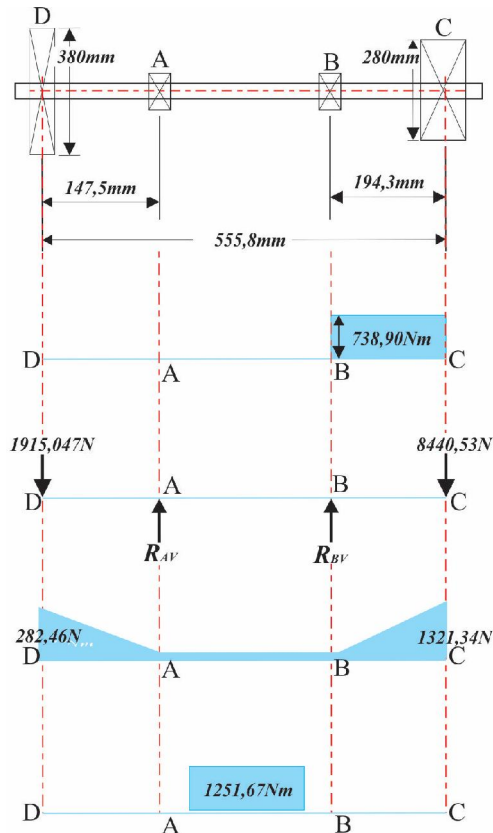
3.4 Perhitungan Pada Poros

Poros merupakan suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai penerus dari energi yang ditransmisikan oleh motor. Pada poros juga terjadi beberapa pembebanan

yang sangat berpengaruh pada pemilihan bahan dan diameter poros. Oleh karena itu pentingnya dilakukan perhitungan terhadap beban yang dialami oleh poros pada saat mesin bekerja.

Diberikan data:

$$\begin{aligned}
AB &= \text{Panjang Poros} &= 509mm \\
D_c &= \text{Diameter Puli (C)} &= 280mm \\
AC &= &= 194,3mm \\
&= \text{Jarak dari titik B ke} &= 0,1943m \\
T_1 &= \text{Tegangan Sabuk Sisi} &= 2725,5N \\
T_2 &= \text{Tegangan Sabuk Sisi} &= 1090,2N \\
T_3 &\text{diasumsikan } F_g &= \text{Gaya Berat Siste} \\
& &= 177,24N \\
T_4 &\text{diasumsikan } F_e &= \text{Gaya Potong} \\
& &= 1737,807N \\
D_d &= \text{Diameter Sistem Pot} &= 380mm \\
AB &= &= 147,5mm \\
&= \text{Jarak antara titik A i} &= 0,1475m \\
\mu &= \text{Koefisien Gesek} &= 0,30 \\
\rho &= \text{Density Poros} &= 7,85 \text{ g/cm}^3 \\
& &= 7,85 \\
& &\quad \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3 \\
\text{Bahan poros yang digu} & & \\
\text{Gaya Geser yang} & \tau &= 0,18 \times \sigma_u \\
\text{diizinkan} & &= 0,18 \times 700 \\
& &= 126MPa
\end{aligned}$$



(a) Jarak Diagram

(b) Diagram Torsi

(c) Diagram Gaya Vertikal

(d) Diagram Momen Bending Pada Titik C

(e) Diagram Momen Bending Resultan

Maka:

$$\begin{aligned}
 W_D &= 177,24 \\
 &= T_1 + 1737,807 \\
 &+ T_2 \\
 &= 1915,047N \\
 &\text{(Diagram "c")}
 \end{aligned}$$

❖ Gaya vertical yang terjadi pada poros (C):

$$W_c = T_1 + T_2 \text{ (R.S Khurma dan J.K Gupta, 2005)}$$

Dimana:

$$W_c = \text{Gaya Vertikal Pada C}$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 W_c &= 6121,71 \\
 &= T_1 + 2318,82 \\
 &+ T_2 \\
 &= 8440,53N \\
 &\text{(Diagram "c")}
 \end{aligned}$$

❖ Torsi yang bekerja pada poros puli (C):

$$T = (T_1 - T_2)AC \text{ (R.S Khurma dan J.K Gupta, 2005)}$$

Dimana:

$$T = \text{Torsi yang bekerja pada sisi C}$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 T &= (6121,71 \\
 &= (T_1 - 2318,82)0,1943 \\
 &- T_2)R_c \\
 &= 738,90Nm \\
 &\text{(Diagram "b")}
 \end{aligned}$$

Karena pada sisi D (sistem potong) digerakkan oleh sisi D (Puli) maka torsi yang bekerja pada sisi D dianggap sama.

❖ Gaya vertical yang terjadi pada sistem potong (D):

$$W_D = T_3 + T_4 \text{ (R.S Khurma dan J.K Gupta, 2005)}$$

- ❖ Gaya vertikal yang bekerja pada sisi C. lalu R_{AV} dan R_{VB} menjadi reaksi *bearing* pada A dan B:

$$R_{AV} + R_{BV} = 8440,53N$$

Dimana:

$$R_{AV} = \text{Reaksi bearing B}$$

$$R_{BV} = \text{Reaksi bearing A}$$

Maka reaksi bearing terhadap C:

$$R_{BV} = 8440,53$$

$$\times 1 \quad \times 0,194$$

$$\text{Atau} = 1637,46N$$

$$R_{BV}$$

$$R_{AV} = 8440,53$$

$$- 1637,46$$

$$= 6803,07N$$

- ❖ Momen bending pada C

$$M_{AV} = M_{BV} = 0$$

Dimana:

$$M_{AV} = \text{Momen Bending Pada A}$$

$$M_{BV} = \text{Momen Bending Pada B}$$

- ❖ Momen bending Pada Titik C Akibat Reaksi bearing B

$$M_{CV} = R_{AV} \times 0,1943$$

Dimana:

$$M_{CV} = \text{Momen Bending Pada C}$$

$$R_{AV} = \text{Reaksi Bearing B}$$

Maka:

$$\begin{aligned} M_{CV} &= R_{AV} \times 0,1943 \\ &= 6803,07 \times 0,1943 \\ &= 1321,83Nm \\ &\text{(Diagram "d")} \end{aligned}$$

- ❖ Gaya yang bekerja pada sisi D. reaksi R_{AH} dan R_{BH} menjadi reaksi A.

$$R_{AH} + R_{BH} = 1915,047N$$

Maka momen terhadap A:

$$R_{BH} \times 1 \quad 1915,047 \times 0,147$$

$$\text{Atau } R_{BH} = 281,511N$$

$$R_{AH} = 1915,047 - 281,511$$

$$= 1633,53N$$

- ❖ Momen bending pada A dan B

$$M_{AH} = M_{DH} = 0$$

Dimana:

$$M_{AH} = \text{Momen bending pada reaksi sisi A}$$

$$M_{DH} = \text{Momen bending pada reaksi sisi B}$$

- ❖ Maka momen bending pada D Akibat Reaksi Bearing A:

$$M_{CH} = R_{AH} \times 0,1475$$

$$= 1915,047$$

$$\times 0,1475$$

$$= 282,46Nm$$

$$\text{(Diagram "d")}$$

- ❖ Resultan momen bending pada C:

$$\begin{aligned} M_C &= \sqrt{(M_{CV})^2 + (M_{CH})^2} \\ &= \sqrt{(1321,83)^2 + (282,46)^2} \\ &= 1351,67Nm \text{ (Diagram "e")} \end{aligned}$$

Maka diambil momen bending maksimum:

$$M = M_C = 1351,67N$$

- ❖ Ekuvalen momen puntir

$$\begin{aligned} T_e &= \sqrt{M^2 + T^2} \\ &= \sqrt{(1351,67)^2 + (738,90)^2} \\ &= 1540,44N/m^2 \\ &= 154 \times 10^4 Nmm \end{aligned}$$

Maka diameter poros yang dipengaruhi oleh momen puntir (T_e):

$$\begin{aligned} 154 \times 10^4 &= \frac{\pi}{16} \times \tau \times d^3 \\ &= \frac{\pi}{16} \times 126 \times d^3 \\ &= 24,74d^3 \\ d^3 &= \frac{154 \times 10^4}{19,79} \\ &= 77817,07 \quad \text{atau} = \\ &= \sqrt[3]{37392,62} = 42mm \end{aligned}$$

- ❖ Ekuvalen momen bending

$$\begin{aligned} M_e &= \frac{1}{2} (M + \sqrt{M^2 + T^2}) = \frac{1}{2} (M + T_e) \\ &= \frac{1}{2} (1351,67 + 953,75) \\ &= 778,405Nm \\ &= 1152 \times 10^3 Nmm \end{aligned}$$

Diameter poros yang dipengaruhi momen bending (M_e)

$$1152 \times 10^3 = \frac{\pi}{32} \times \sigma_b \times d^3$$

Dimana:

σ_b = bending stress

σ_{tu} = ultimate tensile stress

F.S. = Factor Safety

Diketahui:

$$\sigma_b = ?$$

$$\sigma_{tu} = 760 \text{ MPa}$$

$$F.S. = 8$$

Maka:

$$\sigma_b = \frac{\sigma_{tu}}{F.S} = \frac{760}{8} = 190 \text{ N/mm}^2$$

Lalu:

$$\begin{aligned} 778 \times 10^3 &= \frac{\pi}{32} \times \sigma_b \times d^3 \\ &= \frac{\pi}{32} \times 190 \times d^3 \\ &= 18,65d^3 \\ d^3 &= \frac{1152 \times 10^3}{8,5} \\ &= 6166,21 \text{ atau } = \\ &= \sqrt[3]{6166,21} = \\ &= 18,33 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan dari perhitungan diatas maka diambil nilai diameter poros tertinggi yaitu 42mm dianggap 45mm.

❖ Kontrol Dimensi Poros

Tegangan Bengkok

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{Mb}{wb} \\ &= \frac{\pi \times D^3}{32} \end{aligned}$$

Dimana:

Mb = Momen bengkok maksimal

Wb = Momen tahanan

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{Mb}{Wb} = \frac{Mb \times 32}{\pi \times D^3} \\ &= \frac{1351,67 \times 32}{\pi \times D^3} \\ &= 172,14 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan Puntir

$$\tau_p = \frac{Mp}{Wp}$$

$$Wp = \frac{\pi \times D^3}{16}$$

τ_p = Momen puntir

Wp = Momen tahanan

$$\begin{aligned} \tau_p &= \frac{Mp \times 16}{\pi \times D^3} \\ &= \frac{(154 \times 10^4) \times 16}{\pi \times D^3} \\ &= 86 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan gabungan

$$\sigma_{gab} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\alpha_0 \tau_p)^2}$$

σ_{gab} = Tegangan gabungan

$$\begin{aligned} \sigma_{gab} &= \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\alpha_0 \tau_p)^2} \\ &= \sqrt{172,14^2 + 3(0,7 \times 86)^2} \\ &= 105,09 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan gabungan ijin

$\sigma_{gab.ijin}$ = tegangan gabungan ijin

K = Kasuspembebanan

Statis = 1, berulang

= 0,8, Berganti

= 0,5

Sf Safety Factor (2,5 untuk dinamis)

$$\begin{aligned} \sigma_{gab.ijin} &= \frac{0,9 \times \sigma_m \times k}{sf} \\ &= \frac{0,9 \times 700 \times 0,8}{2,5} \end{aligned}$$

$$= 201,6 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_{gab} < \sigma_{gab.ijin} \rightarrow \text{Aman}$

Kesimpulan

Dari hasil Perancangan ulang mesin *rechipper* yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Setelah dilakukan perhitungan daya motor didapat bahwa mesin *rechipper* dapat bekerja dengan target 4ton/jam dengan waktu kerja mesin 6-8jam/hari.
2. Pisau pada sistem potong sengaja dirancang dapat diatur kedalaman potongnya sehingga mesin dapat bekerja sesuai dengan tuntutan standar *chip*.
3. Perhitungan Daya yang dapat ditransmisikan sabuk dilakukan agar sabuk dapat bekerja dengan maksimal.
4. Sabuk V-standar dipilih agar dapat terjadi slip apabila mesin mendapat beban lebih dari kapasitas motor.

5. Mccauley J, Christopher. 2012. *Machinery's handbook*. Newyork: Industrial Press
6. Primis Hill & Mcgraw. 2006. *Mechanical Engineering*. From: <http://www.primisonline.com>
7. Sularso. 1997. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pertja

DAFTAR PUSTAKA

1. Khurmi, R,S & Gupta, J,K. 2005. *Mechanical Design*. From:
2. http://books.google.co.id/books/about/Machine_Design.html?id=6FZ9UvDgBoMC&redir_esc=y
3. Mott L, Robert. 2009. *Elemen-elemen Mesin Dalam Perancangan Mechanis 1*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta
4. Mott L, Robert. 2009. *Elemen-elemen Mesin Dalam Perancangan Mechanis 2*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta