
Rancang Bangun Mesin Pelet Serbuk Kayu Kapasitas 50 kg/jam

Farhan Ali Rabbani^{1*}, Tono Sukarnoto¹, Ir Jamal M Afiff¹, dan Ihram Maulana¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti Jakarta

Abstrak. Indonesia merupakan salah satu negara dengan ketergantungan terhadap energi fosil (minyak bumi, gas bumi, dan batubara) dalam memenuhi kebutuhan energi di dalam negeri yang cukup tinggi. Untuk menangani masalah ketergantungan tersebut, pemerintah berupaya keras untuk mencari energi alternatif yang dapat diperbaharui, seperti energi biomassa. Energi biomassa merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang berasal dari organisme yang ada di bumi seperti tumbuhan, hewan, dan juga manusia. Salah satu sumber energi biomassa yang dapat dikembangkan, yaitu pelet kayu atau wood biomass energy. Pelet serbuk kayu merupakan salah satu jenis bahan bakar alternatif terbarukan yang lebih ramah lingkungan, bentuknya hampir mirip dengan briket kayu, namun ukuran dan bahan perekatnya berbeda. Wood pelet atau pelet kayu ini memiliki banyak sekali manfaat antara lain memenuhi berbagai macam kebutuhan, baik kebutuhan rumah tangga maupun kebutuhan industri dan perusahaan. Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun alat pembuat pelet dari serbuk kayu. Perancangan ini dilakukan dengan metode VDI 2221. Mesin pelet serbuk kayu ini didesain dengan dimensi 560 x 360 x 130 cm. Mesin penggerak yang dirancang menggunakan motor listrik 1 fasa dengan daya sebesar 1 HP sehingga mampu memproduksi pelet kayu sebanyak 50 kg/ jam dengan dimensi panjang pelet 30 mm.

Kata Kunci: Biomassa, VDI 2221, pelet, serbuk kayu.

1. PENDAHULUAN

Biomassa merupakan energi terbarukan dalam bentuk energi padat yang berasal dari bagian tumbuhan ber lignoselulosa. Biomassa tidak dapat langsung digunakan sebagai bahan bakar yang disebabkan karena sifat fisiknya yang rendah seperti kerapatan energi yang kecil dan permasalahan penanganan, penyimpanan dan transportasi sehingga perlu diversifikasi di antaranya dengan dibuat produk pelet.[1] Salah satu sumber energi biomassa yang dapat dikembangkan, yaitu ditemukan dari limbah serbuk kayu. Serbuk kayu merupakan limbah industri penggergajian kayu.[2] Sampai saat ini limbah serbuk kayu banyak menimbulkan masalah dalam penanganannya seperti dibiarkan membusuk, ditumpuk dan dibakar yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Banyaknya limbah yang tidak termanfaatkan dengan baik maka diperlukan adanya teknologi baru dengan memanfaatkan limbah serbuk kayu. Salah satunya yaitu pelet kayu (wood pelet) atau wood biomass energy. Bahan baku pembuatan pelet kayu (wood pelet) berasal dari limbah industri penggergajian, limbah tebangan pohon, dan limbah industri kayu lainnya. Pelet kayu (wood pelet) memiliki bentuk berupa silinder dengan panjang 6 ~ 25 mm dan diameter 3 ~ 12 mm. [3]

Mesin pelet serbuk kayu yang dirancang pada rancang bangun ini dibuat agar dapat memberikan panduan mengenai proses pembuatan mesin pelet serbuk kayu. Perancangan mesin pelet serbuk kayu dibuat dengan kapasitas 50 kg/jam. Dalam memenuhi tahapan perancangan, maka diperlukan banyak pertimbangan yang meliputi; mekanisme kerja mesin pelet serbuk kayu. Komponen serta perkiraan biaya dalam pembuatan mesin pelet serbuk kayu.

2. METODE

Dalam perancangan mesin pelet serbuk kayu kapasitas 50 kg/jam dilakukan secara sistematis dengan menggunakan metode VDI 2221 yang meliputi perancangan konsep, perancangan wujud, perancangan detail, pembuatan peralatan, dan selanjutnya melakukan pengujian terhadap alat, serta dokumentasi.

¹ Corresponding author: farhan.alirabbani@gmail.com

3. PEMBAHASAN

A. VDI (*Verein Deutscher Ingenieure*) 2221

Metode VDI 2221 merupakan salah satu metode dengan pendekatan sistematis untuk menyelesaikan masalah, serta dapat mengoptimalkan penggunaan bahan dan teknologi. Langkah-langkah umum yang digunakan dalam metode VDI 2221 yaitu: [4]

- a. Penjabaran tugas (*clarification task*)
Dalam tahap ini juga terdapat batasan-batasan untuk membuat suatu produk. Data dan informasi yang sudah didapat, maka dapat ditulis dalam sebuah daftar kebutuhan (*Requirement List*) dengan memberikan keterangan D (Demand) untuk tuntutan dan W (Wishes) untuk keinginan.
- b. Perancangan konsep (*conceptual design*)
Tahap selanjutnya yaitu perancangan konsep, bertujuan untuk dilakukannya identifikasi permasalahan dengan cara membuat abstraksi, menetapkan struktur fungsi dan mencari kombinasi dari prinsip-prinsip kerja yang sesuai dengan spesifikasi agar tercapai prinsip solusi yang benar.
- c. Perancangan wujud (*embodiment design*)
Dalam tahap ini prinsip solusi yang sudah dibentuk pada perancangan konsep akan diwujudkan kedalam bentuk yang nyata.
- d. Perancangan detail (*detail design*)
Tahap terakhir yaitu perancangan detail, dimana pada tahap ini rancangan yang sudah dibuat dijadikan dokumen produk yang bertujuan untuk mempermudah pemroduksian secara kontinu dan pengembangan dari rancangan produk yang kita sudah rancang. Isi dari dokumen produk sendiri ialah gambar rancangan, sistem kerja, dan komponen yang digunakan untuk membuat produk tersebut.

a. Penjabaran Tugas (*Clarification task*)

Dalam tahap perancangan konsep, perancang harus menentukan kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan dalam perancangan. Kebutuhan-kebutuhan tersebut ditulis dalam suatu tabel yang disebut sebagai daftar persyaratan (*requirement list*). Daftar persyaratan tersebut merupakan penyusunan daftar yang diksehendaki, dapat berupa gagasan atau suatu keinginan pasar. Berikut daftar persyaratan yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Persyaratan

TEKNIK MESIN FTI, TRISAKTI	Daftar Spesifikasi Mesin Pellet Serbuk Kayu	Hal: 1
PARAMETER	URAIAN PARAMETER	D / W
GEOMETRI	Dimensi mesin: Panjang 50 cm, Lebar 36 cm, Tinggi 105 cm. Kapasitas : 50 kg/jam.	D W
	Dimensi pellet: Panjang 20 ~ 30 mm; Diameter 15 ~ 20mm.	W
GAYA	Torsi yang dihasilkan cukup untuk mencetak pelet.	D
KINEMATIK	Penekan menggunakan roller.	D
ENERGI	Daya motor listrik : 1 fase.	W
MATERIAL	Material komponen mudah didapat di pasaran.	D
	Rangka harus kuat dan kaku.	D
	Mata potong tahan aus. Tahan terhadap korosi.	D W
KEAMANAN	Aman ketika di operasikan oleh operator.	D
PRODUKSI	Di produksi oleh industri lokal.	D
PERAKITAN	Dilakukan di workshop.	D
	Penggantian komponen dapat dilakukan di lapangan.	W
	Pencetak (<i>die holes</i>) dapat dibuka dan dibersihkan.	D
OPERASI	Pengoperasian dilakukan manual oleh operator.	D
	Mempunyai saklar on/off.	D
PERAWATAN	Perawatan mudah dilakukan oleh satu orang.	D
BIAYA	Biaya pembuatan tidak terlalu mahal untuk skala industri rumahan.	D

b. Perancangan Konsep

- 1) Abstrak
Hasil dari *step* 1 dan 2

- Mesin pelet serbuk kayu berfungsi untuk mencetak serbuk kayu menjadi pelet kayu.
- Ukuran yang dibuat untuk skala *home industry*.
- Torsi yang dihasilkan cukup untuk mencetak pelet.
- Menggunakan motor listrik atau motor bakar bensin sebagai sumber energi.
- Menggunakan *V-belt*, Rantai atau *gearbox* untuk mereduksi putaran motor listrik atau motor bensin.
- Material yang digunakan adalah material lokal yang kuat dan tahan karat.
- Diharapkan menggunakan komponen jadi.
- Mudah dioperasikan dan harus aman bagi operator serta kesehatan operator.
- Tidak memerlukan perawatan khusus.
- Produk dapat dioperasikan oleh satu orang.
- Pembuatan alat harus menggunakan biaya yang efisien untuk skala *home industry*.

Hasil dari *step 3*

- Mesin pelet serbuk kayu berfungsi untuk mencetak serbuk kayu menjadi pelet kayu.
- Ukuran mesin dibuat untuk skala *home industry*.

- Torsi yang dihasilkan cukup untuk mencetak pelet.
- Menggunakan motor listrik atau bensin sebagai sumber energi.
- Material yang digunakan adalah material lokal yang kuat dan tahan karat.
- Tidak memerlukan perawatan khusus.
- Pembuatan alat harus menggunakan biaya yang efisien untuk skala *home industry*.

Hasil *step 4*

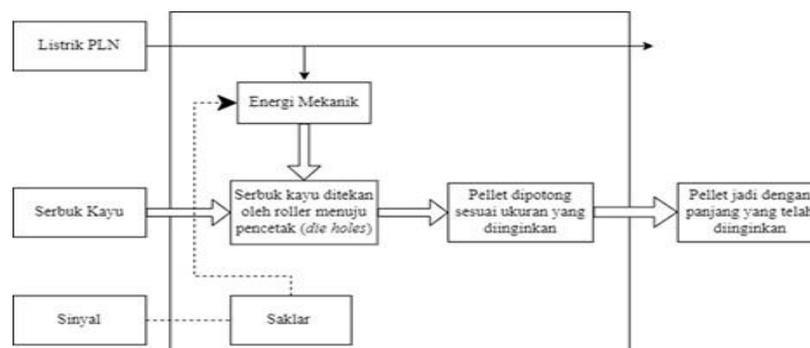
- Mesin pencetak serbuk kayu menjadi pelet kayu.
- Ukuran mesin dibuat untuk skala *home industry*.
- Menggunakan motor listrik atau bensin sebagai sumber energi.
- Material yang digunakan adalah material lokal yang kuat dan tahan karat.
- Tidak memerlukan perawatan khusus.

Hasil *step 5 (Problem Formulation)*

Mesin pencetak benda-benda berbentuk pelet dari material serbuk dengan pengaruh tekanan dari *roller* dan lubang pencetak (*die holes*).

2) Struktur Fungsi

Struktur fungsi menjelaskan sistem kerja dan fungsi dari setiap komponen pada perancangan ini, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Struktur fungsi mesin pelet serbuk kayu.

3) Prinsip Solusi Sub Fungsi

Pencarian solusi dijelaskan untuk beberapa parameter, sumber energi listrik, sistem transmisi puli dan sabuk (perhitungan kekuatan poros, pasak, bantalan, dan sebagainya), sistem mesin, dan kerangka mesin agar dapat saling terintegrasi. Pencarian solusi dengan cara mengevaluasi desain yang sudah pernah diteliti.

Tabel 2. Prinsip Solusi

KATEGORI	1	2	3
SUMBER ENERGI (A)	 Motor Listrik 1 fasa	 Motor Listrik 3 fasa	
UBAH PUTARAN (B)	 V-belt	 chain	 Gearbox
HOPER PENAMPUNG (C)	 Hopper piramida	 Hopper kerucut	
KONFIGURASI PENEKAN (D)	 Single roller	 Double roller	
PENCETAK (E)	 Pencetak pelet		

Berdasarkan daftar prinsip solusi pada Tabel 2 diperoleh kombinasi prinsip solusi sebagai berikut:

Varian 1 : $A_1 - B_1 - C_1 - D_1 - E_1$

Varian 2 : $A_1 - B_1 - C_1 - D_2 - E_1$

Varian 3 : $A_1 - B_1 - C_2 - D_1 - E_1$

Varian 4 : $A_1 - B_1 - C_2 - D_2 - E_1$

Varian 5 : $A_2 - B_1 - C_1 - D_1 - E_1$

Varian 6 : $A_2 - B_3 - C_1 - D_1 - E_1$

4) Memilih Varian Kombinasi

Tahap berikutnya ialah menseleksi agar pemilihan perencanaan dapat diambil yang terbaik, sebab terdapat jumlah variasi yang banyak. Variasi dari kombinasi ini diseleksi dengan kriteria sebagai berikut:

- Sesuai dengan kebutuhan.
- Sesuai dengan daftar kehendak.
- Secara prinsip dapat diwujudkan.
- Pengetahuan tentang konsep memadai.
- Didalam jangkauan biaya produk.
- Sesuai dengan keinginan perencanaan.
- Memenuhi syarat keamanan.

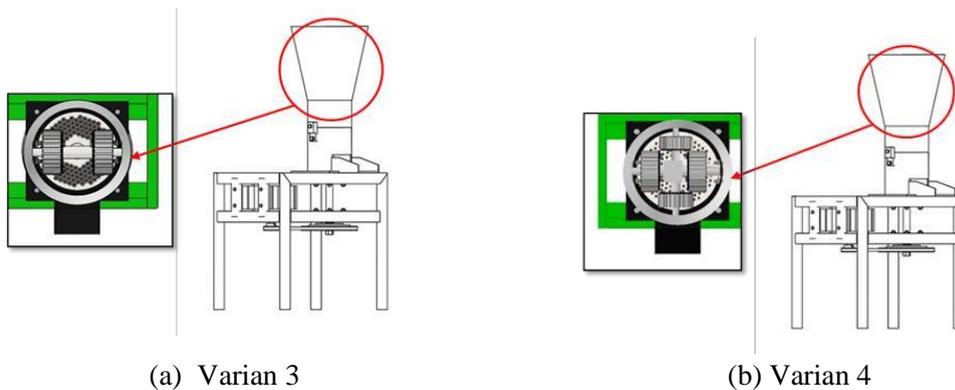
Catatan, pada tahap ini diinginkan mesin yang tidak banyak mencemari udara di lingkungan tempat kerja, oleh karena itu penggerak motor bakar dapat dieliminasi dari variasi kombinasi, sehingga tinggal 6 variasi kombinasi yang akan diseleksi lebih lanjut. Setelah mengetahui kriteria yang diinginkan, selanjutnya adalah mengkaji variasi agar memperoleh kombinasi terbaik, di mana seleksinya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Varian Kombinasi

TEKNIK MESIN, FTI. UNIVERSITAS TRISAKTI		Tabel Pemilihan Variasi Mesin Pellet Serbuk Kayu		Hal: 1					
V A R I A N S I P R I N S I P S O L U S I	Kriteria Pemilihan:		Keputusan:						
	+ Ya		(+ Solusi yang dicari						
	- Tidak		(-) Hapuskan solusi						
	? Kurang informasi		(?) Kumpulkan informasi						
	! Periksa spesifikasi		(!) Lihat spesifikasi						
	Sesuai dengan kebutuhan.								
	Sesuai dengan daftar kehendak.								
	Secara prinsip dapat diwujudkan.								
	Pengetahuan tentang konsep memadai.								
	Didalam jangkauan biaya produk.								
Sesuai dengan keinginan perencanaan.									
Memenuhi syarat keamanan.									
A	B	C	D	E	F	G	Penjelasan.	Keputusan	
V1	-	-	+	+	-	-	+	Tidak sesuai	-
V2	+	+	+	-	-	-	+	Tidak sesuai	-
V3	+	+	+	+	+	+	+	Sesuai	+
V4	+	+	+	+	+	+	+	Sesuai	+
V5	-	+	+	-	-	-	+	Tidak sesuai	-
V6	-	-	-	-	-	-	+	Tidak sesuai	-

5) Kombinasi Prinsip Solusi

Pada kombinasi prinsip solusi akan dibagi dalam beberapa varian berdasarkan kebutuhan dan sesuai dengan kriteria yang ingin dicapai.



Gambar 2. Varian 3 dan 4 mesin pellet serbuk kayu.

6) Pemilihan Kombinasi Terbaik

Varian yang telah dibentuk pada langkah sebelumnya akan dinilai berdasarkan beberapa acuan yang ada pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Evaluasi

Nilai	Penjelasan
1	Solusi yang benar-benar tidak berguna
2	Solusi yang tidak cukup
3	Solusi yang dapat ditoleransi
4	Solusi yang cukup
5	Solusi yang sesuai
6	Solusi baik dengan sedikit kekurangan
7	Solusi yang baik
8	Solusi yang sangat baik
9	Solusi yang memenuhi syarat
10	Solusi yang sesuai dengan kriteria

Tabel 5. Hasil Evaluasi Varian

No	Kriteria	Wt	Parameter	Varian 3		Varian 4	
				Vi	WVi	Vi	WVi
1	Jumlah komponen	0,15	Jumlah komponen	6	0,90	7	1,05
2	Perakitan	0,15	Kemudahan dalam merakit	8	1,20	7	1,05
3	Produksi	0,15	Kemudahan produksi	8	1,20	8	1,20
4	Perawatan	0,10	Tidak memerlukan perawatan khusus	8	0,80	7	0,70
5	Biaya produksi	0,20	Masih dalam jangkauan biaya	9	1,80	8	1,60
6	Aman bagi operator	0,10	Aman digunakan operator	7	0,70	7	0,70
7	Bentuk sederhana	0,15	Sederhana	8	1,20	7	1,05
Total		1	Total		7,80		7,35

Keterangan :

W_i = 0,05 ~ 0,2 (semakin tinggi bobotnya)

V_i = 1 ~ 4 (kurang baik)

V_i = 5 ~ 7 (baik)

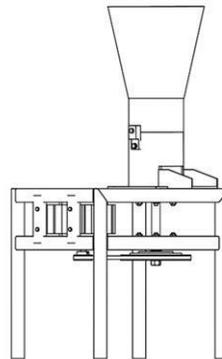
V_i = 8 ~ 10 (sangat baik)

7) Hasil Varian Konsep

Setelah dibuat Tabel 5. hasil evaluasi terhadap 2 varian yang terpilih variasi kombinasi, didapatkan jumlah tertinggi pada varian 3 dengan nilai 7,80. Varian 3 ini akan menjadi desain konsep untuk perancangan wujud kedepan.

c. Perancangan Wujud (*Embodiment Design*)

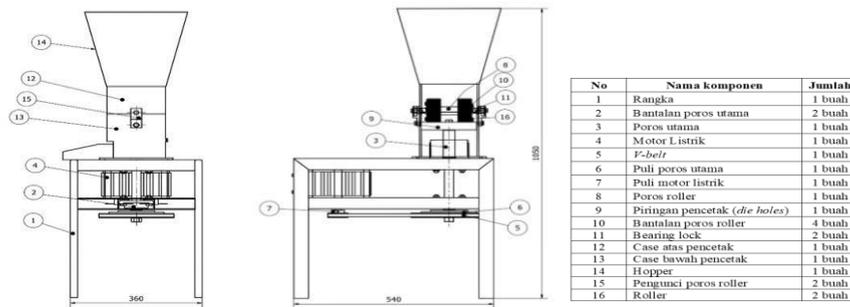
Perancangan wujud mesin pelet serbuk kayu digunakan untuk membuat desain detail dari mesin pelet serbuk kayu menggunakan *software* Inventor. Gambar 3 Menunjukkan desain wujud hasil perancangan mesin pelet serbuk kayu.



Gambar 3. Perancangan wujud mesin pelet serbuk kayu.

d. Perancangan Detail

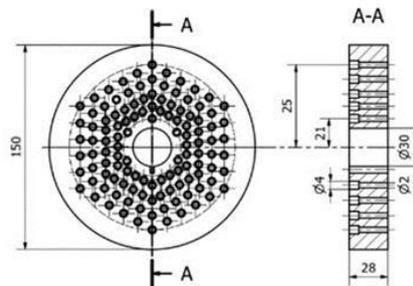
Sketsa gambar rakitan mesin pelet serbuk kayu yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sketsa gambar rakitan mesin pelet serbuk kayu.

B. Perhitungan Mesin Pelet Serbuk Kayu

1. Daya Rencana Mesin



Gambar 4. Pencetak pelet serbuk kayu.

Diketahui data untuk menghitung daya rencana pada mesin pelet serbuk kayu ini sebagai berikut:

- Massa pencetak, $m_p = 3,6$ kg.
- Massa roller, $m_r = 3,9$ kg.
- Koefisien gesek antara serbuk kayu dan besi, $\mu = 0,7$.
- Jarak rata-rata antara lubang pencetak ke pusat, $S_L = 0,046$ m.
- Luas penampang tekan roller, $L_r = 0,24$ m.
- Gaya tekan serbuk kayu, $F_T = 460$ N.
- Putaran poros pencetak diasumsikan, $n_2 = 350$ RPM.

Maka untuk menghitung daya rencana mesin adalah:

a. Gaya gesek

$$F_g = \mu \cdot F_T \dots\dots\dots (1)$$

$$= 0,7 \cdot (460) = 322 \text{ N}$$

b. Torsi

$$T = F_g \times S_L \dots\dots\dots (2)$$

$$= 322 \cdot (0,046) = 14,81 \text{ Nm}$$

c. Daya penggerak

$$P = T \times \omega \dots\dots\dots (3)$$

$$= 14,81 \cdot \left[\frac{2\pi \cdot (350)}{60} \right] = 542,53 \text{ Watt}$$

Jika faktor koreksi daya yang diambil adalah 1,2 maka untuk menghitung daya rencana motor adalah:

$$P_d = f_c \cdot P \dots\dots\dots (4)$$

$$= 1,2 \cdot (542,53) = 651,03 \text{ Watt} \approx 0,8 \text{ Hp}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat dipilih motor listrik yang akan digunakan pada mesin pelet serbuk kayu adalah sebagai berikut:

Power : 1 HP.

Tegangan : 220 Volt.

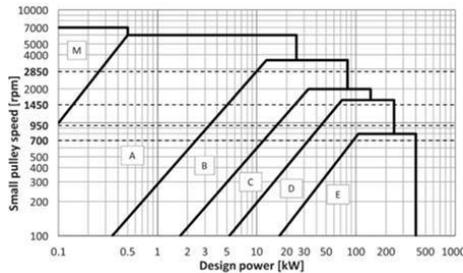
Frekuensi : 50 Hz.

Putaran : 1450 rpm. (Ambil data dari katalog online).

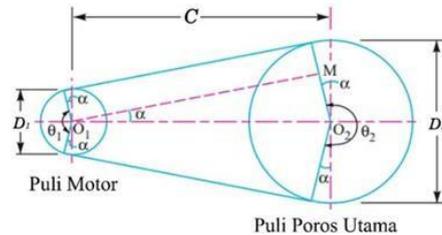
2. Perhitungan *V-Belt* dan puli

Berdasarkan besar daya perencan dan putaran poros penggerak yang digunakan, maka berdasarkan

Gambar 10 dapat dipilih *V-belt* yang sesuai adalah tipe A.



Gambar 5. Diagram Pemilihan *V-Belt*



Gambar 6. *V-Belt* dan Pulley

Data yang didapat dari skema *v-belt* dan pulley adalah:

- Diameter puli penggerak, $D_1 = 50,8 \text{ mm}$;
- Kecepatan motor listrik, $n_1 = 1450 \text{ rpm}$;
- Kecepatan puli yang digerakkan,

;

$$n_2 = 350 \text{ rpm}$$

a. Diameter puli yang digerakkan

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{n_1}{n_2} \dots\dots\dots (5)$$

Atau

$$D_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot D_1 = \frac{1450}{350} \cdot (50,8) = 210,5 \text{ mm}.$$

b. Perhitungan kecepatan linier sabuk

$$V = \frac{\pi \times D_1 \times n_1}{60 \times 1000} \dots\dots\dots (6)$$

$$= \frac{\pi \cdot (50,8) \cdot (1450)}{60 \cdot (1000)} = 3,8 \text{ m/s}.$$

c. Panjang keliling *V-belt*

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} \times (D_1 + D_2) + \frac{1}{4c} \times (D_2 - D_1)^2 \dots\dots (7)$$

$$= 2 \cdot (270) + \frac{\pi}{2} \times (50,8 + 210,5) + \frac{1}{4 \cdot (270)} \times (210,5 - 50,8)^2$$

Maka panjang keliling *V-belt* adalah 973,85 mm dan nomor *V-belt* 39 dengan panjang keliling 991 mm.

d. Mencari gaya tarik pada poros yang disebabkan oleh puli dan sabuk

Besar sudut kontak pada puli dapat dihitung dengan persamaan:

$$\theta = 180^\circ + 2\alpha \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

$$\sin \alpha = \frac{r_2 - r_1}{c} \dots\dots\dots (9)$$

f. Total tegangan tarik yang bekerja pada poros utama

- Jarak sumbu antar poros, $C = 270 \text{ mm}$;
- Koefisien *V-Belt* dengan puli, $\mu = 0,30$.

$$\alpha = \frac{105,25 - 25,4}{270} = 0,296$$

$$\alpha = 17,22^\circ$$

Maka besar sudut kontak puli penggerak dan puli yang digerakkan:

$$\theta = 180^\circ + 2(17,22) = 214,44^\circ \approx 3,74 \text{ rad}$$

$$P = (F_1 - F_2) \cdot V$$

$$746 = (3,075 F_2 - F_2) \cdot (3,8) = 7,885 F_2$$

e. Menghitung tegangan sisi kencang (T1) dan tegangan sisi kendur (T2) pada *v belt*.

$$2,3 \log \frac{F_1}{F_2} = \mu \times \theta \dots\dots\dots (10)$$

$$\log \frac{F_1}{F_2} = \frac{0,30 \cdot (3,74)}{2,3} =$$

$$F_1 = 3,075 F_2$$

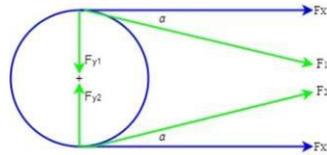
Besar daya yang ditransmisikan sabuk adalah:

Atau

$$F_2 = \frac{746}{7,885} = 94,61 \text{ N/m} \dots\dots\dots (11)$$

Maka

$$F_1 = 3,075 \cdot (94,61) = 290,92 \text{ N}$$



Gambar 7. Skema gaya tarik V-Belt

$$F_x = F \times \cos \alpha \dots\dots\dots (12)$$

$$F_{x_1} = 290,92 \cdot (\cos 17,22) = 277,87 \text{ N.}$$

$$F_{x_2} = 94,61 \cdot (\cos 17,22) = 90,36 \text{ N.}$$

Besar gaya tarik pada V-Belt dalam arah vertikal

$$F_y = F \times \sin \alpha \dots\dots\dots (13)$$

$$F_{y_1} = 290,92 \cdot (\sin 17,22) = 86,12 \text{ N.}$$

$$F_{y_2} = 94,61 \cdot (\sin 17,22) = 28 \text{ N.}$$

Besar total gaya tarik pada V-Belt dalam arah horizontal

$$F_{tot}^x = F_{x_1} + F_{x_2} \dots\dots\dots (14)$$

$$= 277,87 + 90,36 = 368,23 \text{ N.}$$

Besar total gaya tarik pada V-Belt dalam arah vertikal

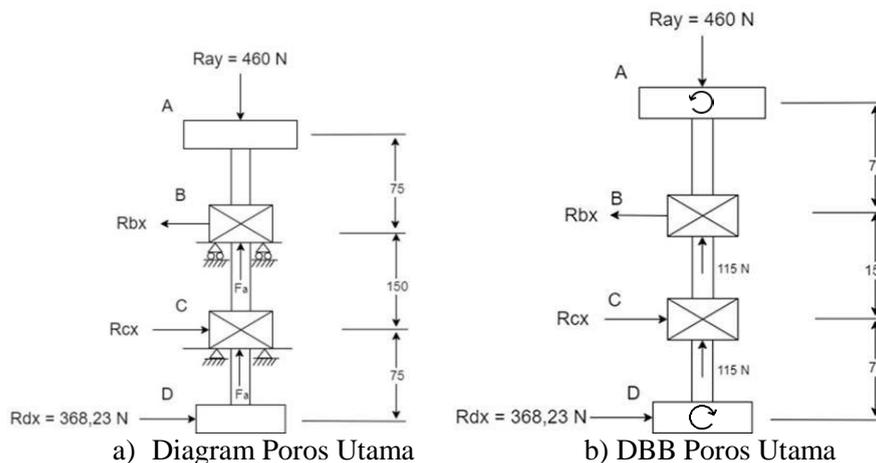
$$F_{tot}^y = -F_{y_1} + F_{y_2} \dots\dots\dots (15)$$

$$= -86,12 + 28 = -58,12 \text{ N.}$$

3. Perancangan Poros Utama dan Poros Roller

a. Perencanaan Poros Utama

Gambar 9 menunjukkan gaya pada poros utama berasal dari gaya penekan pelet yang besarnya 460 N di roller.



Gambar 8. Tumupan dan diagram benda bebas poros utama.

- Perhitungan torsi yang digerakkan

$$T = (F_1 - F_2) \cdot R_D \dots\dots\dots (16)$$

$$= (290,92 - 94,61) \cdot (105,25) = 20661,62 \text{ N. mm}$$

- Gaya dalam arah x

$$\sum F_x = 0 ; R_{ax} = 0.$$

$$\sum M_B = 0$$

$$115 \cdot (75) + 115 \cdot (225) - R_{ax} \cdot (300) = 0 \dots\dots\dots (17)$$

$$R_{bx} = \frac{115 \cdot (300)}{300} = 115 \text{ N.}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$R_{bx} + R_{dx} + 150 + 75 - R_{cx} = 0 \dots\dots\dots (18)$$

$$R_{cx} = 225 + 368,23 + 115 = 708,23 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0 ; R_{dx} = 0$$

$$= \sqrt{(55848^2) + (20661,62^2)} = 59547,47 \text{ N. mm}$$

- Perhitungan momen ekuivalen

$$M_e = \frac{1}{2} \cdot [M + (\sqrt{M^2 + T^2})] \dots\dots\dots (22)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot [55848 + \sqrt{(55848^2) + (20661,62^2)}] = 57697,73 \text{ N. mm}$$

- Perhitungan tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{S_{f1} \cdot S_{f2}} \dots\dots\dots (23)$$

$$= \frac{580}{6 \cdot 2,5} = 38,6 \text{ N. mm}$$

- Momen tegangan bidang x

$$M_{xb} = R_x \cdot (L) \dots\dots\dots (19)$$

$$M_{xb} = 115 \cdot (150) = 17250 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_{xc} = 708,23 \cdot (75) = 53117,25 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- Momen gabungan bidang x

$$M = \sqrt{(M_{xb})^2 + (M_{xc})^2} \dots\dots\dots (20)$$

$$= \sqrt{17250^2 + 53117,25^2} = 55848 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- Perhitungan torsi ekuivalen

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} \dots\dots\dots (21)$$

Dari hasil perhitungan di atas, minimal diameter poros utama yang diizinkan sebesar 20 mm. Dalam perancangan ini dipilih diameter poros utama adalah 25 mm.

- Perhitungan momen puntir rencana

$$T_d = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{P_d}{n} \dots\dots\dots (24)$$

$$= 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{0,746}{350} = 2076 \text{ kg} \cdot \text{mm} \approx 20358,60 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- Perencanaan diameter minimum poros
Perencanaan diameter poros dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$M_e = \frac{\pi}{32} \cdot \tau_a \cdot d_s^3 \dots\dots\dots (25)$$

$$57697,73 = \left(\frac{\pi}{16}\right) \cdot (38,6) \cdot d_s^3$$

$$d_s^3 = \frac{57697,73}{7,57} = 7621,89 \text{ mm}$$

$$d_s = 19,67 \text{ mm} \approx 20 \text{ mm}$$

KESIMPULAN

Telah berhasil dirancang dan dibuat mesin pembuat pelet serbuk kayu dengan kapasitas 50 kg per jam, jenis silinder vertikal dengan sepasang roller penekan, daya motor 1 HP, transmisi puli sabuk dan diameter poros utama 25 mm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada teman-teman dari Jurusan Teknik Mesin Universitas Trisakti yang mendukung penyelesaian rancang bangun mesin ini.

DAFTAR PUSTKA

- [1] A. P. Tampubolong, "Study of fuelwood biomass energy policies," *Puslitbang Has. Hutan Bogor*, vol. V, pp. 29–37, 2013.
- [2] A. Arhamsyah, "Pemanfaatan Biomassa Kayu Sebagai Sumber Energi Terbarukan," *J. Ris. Ind. Has. Hutan*, vol. 2, no. 1, p. 42, 2010, doi: 10.24111/jrihh.v2i1.914.
- [3] S. Suwadji and H. Pebriana, "Sifat wood pellet dari limbah kayu jati," *J. Wana Trop.*, vol. 8, no. 2, pp. 47–58, 2018.
- [4] G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, and K.H. Grote, *Engineering Design : A Systematic Approach Third Edition*. 2006.
- [5] J. Karman, *Teknologi dan Proses Pengolahan Biomassa*, Bandung: ALFABETA, 2012.
- [6] J. F. Dumanauw, *Mengenal Kayu*, Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 1990.
- [7] R. Bergman dan J. Zerbe, "Primer on wood biomass for energy," *Forest service, state and private forestry technology marketing unit forest products glaboratory*, 2004.
- [8] I. Sularso dan K. Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradnya Paramita, 2004.
- [9] W. Siemers, "Prospects for biomass and biofuels in Asia," *The 2nd joint international conference on sustainable energy and environment*, 2006.
- [10] H. Haryadi, "Pengenalan Bahan Biomassa," *Makalah Pelatihan Biomassa Energi*, 2009.
- [11] H. Saptoadi, "The Best Biobriquette Dimension and its Particle Size," *The 2nd Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)*, 21-23 November 2006.