

Perancangan mesin pemotong karet alam dengan menggunakan metode VDI 2221

Natural rubber cutting machine design by using the VDI 2221 method

Razul Harfi^{1*}, Fadil Gunawan², Veriah Hadi³, Edy Supriyadi⁴

^{1*} Program Studi Teknik Mesin, Institut Sains dan teknologi Nasional, Jakarta-Indonesia

² Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana, Jakarta-Indonesia

³ Program Studi Fisika, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta-Indonesia

⁴ Program Studi Teknik Elektro, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta-Indonesia

^{1*,3,4} Jl. Moh. Kahfi II Jagakarsa, Jakarta-Indonesia 1260

² Jl. Raya Kranggan. Jatisampurna, Bekasi, Jawa Barat-Indonesia 17432

*Koresponden email: razul.harfi.depok@gmail.com

Article Submit:02/08/2022

Article Revision:17/08/2022

Article Accepted: 17/08/2022

Abstrak. Getah karet alam merupakan bahan baku untuk pembuatan lem. Lembaran karet alam hasil dari keluaran mesin *roll mill* yang berbentuk lembaran, dipotong menjadi potongan lebih kecil untuk dilanjutkan prosesnya ke mesin pencacah. Pada setiap kali produksi, mesin pencacah membutuhkan karet alam yang sudah dipotong sebanyak 80 kg, dengan rata-rata berat setiap lembarnya 14 kg. Berarti setiap kali produksi, operator harus memotong 6 lembar karet alam yang memakan waktu cukup lama yaitu 1 jam per lembarnya dengan memotong secara manual. Tujuan dari penelitian ini untuk mempercepat proses pemotongan karet alam dengan merancang mesin pemotong karet alam dari proses manual ke proses mesin dengan menggunakan metode VDI 2221 termasuk biaya yang diperlukan untuk proses produksi. Dihilangkan varian rancangan mesin pemotong karet alam yang evaluasi rancangannya dibantu berdasarkan kuisisioner. Dari hasil penilaian dan bobot varian dihasilkan varian mesin pemotongan terbaik terpilih variasi 2. Pemilihan ini memiliki kekuatan yang cukup dan tidak terlalu rumit dalam proses operasi serta banyak menggunakan komponen yang tersedia di pasaran dengan nilai biaya pembuatan mesin Rp 15.045.450,- Hasil dari rancangan adalah terciptanya rancangan mesin dengan ukuran mesin 1800x800x1250 [mm], menggunakan kanal U 180 sebagai rangkanya, motor listrik dengan *pulley* sebagai penggerakannya, menggunakan 440 C SS sebagai pisaunya serta konveyor berbahan galvanis.

Katakunci: Karet alam; lembaran karet; pemotongan manual; mesin pemotong; VDI 2221

Abstract: The raw ingredient used to make glue is natural rubber sap. The roll mill machine creates a sheet of natural rubber, which is then divided into smaller pieces to proceed to the chopping machine. The cutting machine needs 80 kilograms of cut natural rubber per production cycle, with each sheet weighing on average 14 kg. This means that the operator can only have 6 pieces of natural rubber for each production cycle, which requires a lengthy manual process that takes an hour every cycle. The goal of this study was to use a natural rubber cutting machine to convert the manual natural rubber production process into a machine process utilizing the VDI 2221 approach, taking into account the costs associated with the production process. A natural rubber cutting machine design option was created, and a questionnaire was used to help evaluate the design. The best cutting machine variation choice 2 is based on the outcomes and weights of the produced variants. With a machine manufacturing cost of Rp. 15,045,450, this alternative uses a lot of readily available components, has adequate strength, and is not difficult to operate. The design's output is a machine with an engine size of 1800x800x1250[mm], a frame built of U 180 channel, a pulley as the driving power, a blade made of 440 C SS, and a conveyor made of galvanized.

Keywords: VDI 2221; natural rubber; rubber sheet; manual cutting.

1. PENDAHULUAN

Karet tidak hanya digunakan untuk pembuatan mainan dan barang-barang lainnya. Di Indonesia, karet juga digunakan untuk aplikasi lain seperti bahan konstruksi, pekerjaan tanah, lantai,



pupuk, produk rumah tangga, bahan kemasan, perhiasan, dan produk kesehatan. Bentuk yang dimurnikan dari karet alam adalah polyisoprene kimia, yang juga dapat diproduksi secara sintesis [1][2].

Karet alam digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi dan produk, seperti halnya karet sintetik. Karet alam merupakan polimer ideal untuk aplikasi teknik dinamis atau statis dalam penggunaan sehari-hari [3].

Karet alam hasil dari keluaran mesin *roll mill* yang berbentuk lembaran. Akan dipotong menjadi potongan lebih kecil untuk dilanjutkan prosesnya ke mesin pencacah di proses produksi lem. Proses pemotongan lembaran karet alam ini, dimana prosesnya masih banyak dilakukan dengan cara manual. Hal ini apabila diabaikan tentu akan menjadi salah satu faktor yang memperlambat proses produksi pada industri.

Lembaran karet alam dipotong menjadi potongan lebih kecil untuk dilanjutkan prosesnya ke mesin pencacah. Pada setiap kali produksi lem membutuhkan karet alam yang sudah dipotong sebanyak 80 kg, dengan rata-rata berat setiap lembarnya 14 kg. Berarti setiap kali produksi lem, operator harus memotong 6 lembar karet alam yang memakan waktu 1 jam per lembarnya dengan memotong secara manual [4]. Sehingga apabila proses ini dapat diubah prosesnya dari yang dilakukan secara manual menjadi menggunakan mesin, akan sangat membantu proses produksi ini [5].

Permasalahan ini cukup penting untuk dibahas karena akan menjadikan waktu produksi pemotongan menjadi lebih cepat dan proses produksi bisa berlangsung lebih produktif dan efektif. Pada penelitian sebelumnya perancangan dan pembuatan mesin *water jet cutting* (WJC) Sebagai Alat Pemotong Lembaran Karet”, memiliki biaya yang tinggi dan juga tidak cocok digunakan pada industri ini karena akan membuat karet terkena air yang merupakan hal yang harus dihindari untuk proses produksi lem.

Oleh karena itu, gunakanlah metode VDI 2221 dengan referensi penelitian terdahulu agar didapatkan rancangan mesin pemotong karet alam yang sesuai dengan kebutuhan *home industry* [6]. Pembuatan lem yang sedang berkembang yaitu dengan harga yang terjangkau dan mampu mengubah proses pemotongan yang awalnya dilakukan secara manual menjadi menggunakan mesin.

2. METODE

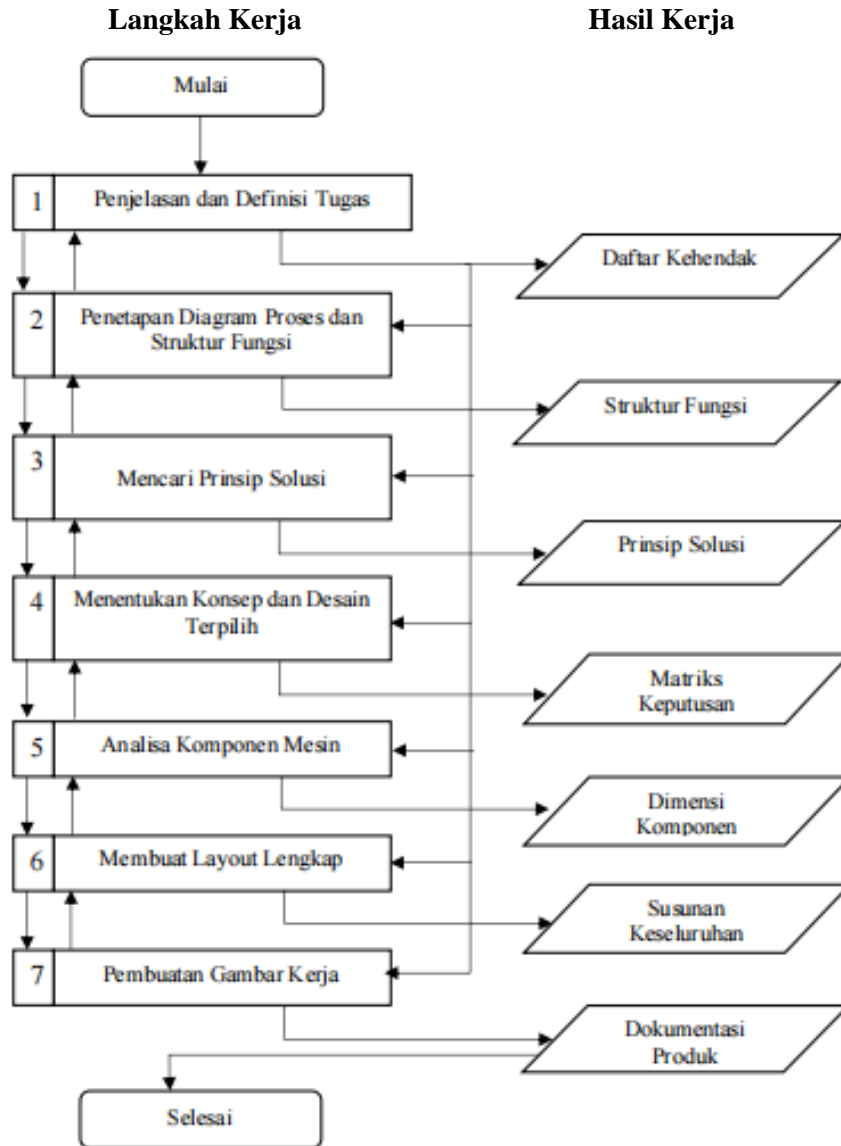
Diagram alir yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagaimana terlihat pada gambar 1. Dimana penelitian ini diawali dengan penjelasan dan dimensi tugas untuk mendapatkan daftar kehendak, lalu dilanjutkan dengan penetapan diagram proses & struktur fungsi untuk mendapatkan struktur fungsi demikian hal ini seterusnya. Sehingga pada akhirnya menghasilkan dokumentasi produk [7].

2.1 Daftar kehendak

Spesifikasi adalah daftar persyaratan kemampuan (performa) dan sifat-sifat yang harus dimiliki oleh alat yang akan dirancang. Dalam mempersiapkan daftar spesifikasi ini, tindakan yang dilakukan adalah menerima semua hal yang termasuk dalam permintaan (*demand*) dan keinginan (*wishes*) [8][9]. Kemudian *demand* dan *wishes* tadi akan dikelompokkan dan dipisah-pisahkan dalam klasifikasi perancangan. Berikut ini daftar kehendak dalam perancangan mesin pemotong karet alam:

- a. Menghasilkan alat pemotong karet yang memudahkan proses pekerjaan.
- b. Mampu memotong lembaran karet alam dengan dimensi $1500 \times 600 \times 5$ [mm].
- c. Pengoperasian dapat dilakukan oleh satu orang saja.
- d. Penggunaan material yang mudah didapatkan dipasaran.
- e. Design simple dan mudah dirakit (mudah untuk dibongkar pasang).
- f. Biaya pembuatan yang relatif murah.

- g. Proses fabrikasi mudah.
- h. Tidak memerlukan special machining dalam proses fabrikasi.
- i. Aman dan mudah dalam pengoperasiannya.
- j. Mudah dalam perawatan dan perbaikannya.
- k. Tidak memerlukan tempat yang luas.
- l. Dimensi alat 1800x800x1250 [mm].



Gambar 1. Diagram alir perancangan

2.2 Struktur fungsi

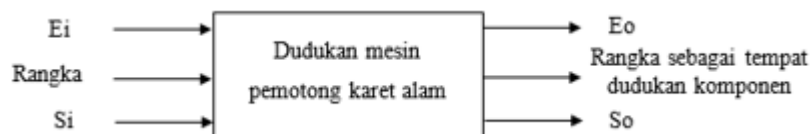
Struktur fungsi didefinisikan sebagai hubungan secara umum antara input dan output suatu sistem teknik yang akan menjalankan suatu tugas tertentu. Jika dilihat pada fungsi keseluruhan merupakan kegunaan dari mesin/alat tersebut. Untuk mempermudah penyelesaian masalah, fungsi keseluruhan ini kemudian diuraikan menjadi beberapa sub fungsi yang mempunyai tingkat kesulitan lebih rendah dalam penyelesaian masalah [10].

Sub fungsi akan berperan atau merupakan tugas yang harus dijalankan oleh elemen-elemen yang Menyusun mesin/alat tersebut. Beberapa sub fungsi dan rangkaian untuk menjalankan suatu tugas keseluruhan disebut sebagai struktur fungsi [11].

Dengan digunakan fungsi keseluruhan menjadi subfungsi maka tujuan dari sub fungsi akan tercapai. Tujuan tersebut adalah untuk memperoleh suatu definisi yang jelas dari sub sistem yang ada atau terhadap sub sistem yang baru dikembangkan sehingga keduanya dapat diuraikan secara terpisah. Berikut ini struktur fungsi berdasarkan unsur utama dalam alat pemotong karet alam

a. Fungsi bagian ditinjau dari rangka

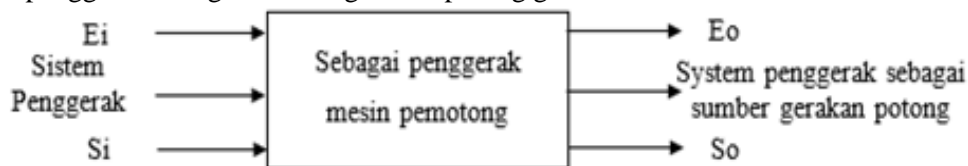
Rangka merupakan tempat dudukan mesin pemotong, dengan energy masuk E_i berupa rangka diolah menjadi dudukan mesin pemotong dengan keluaran berupa rangka sebagai tempat kedudukannya, gambar 2.



Gambar 2. Fungsi bagian rangka.

b. Fungsi bagian ditinjau dari unit sistem penggerak.

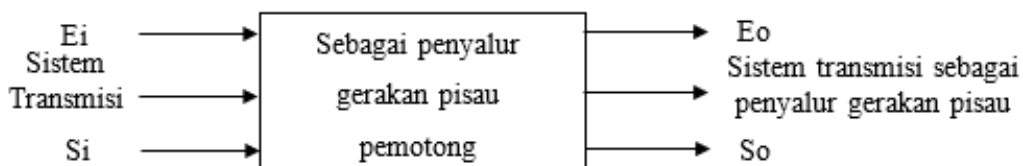
Sistem penggerak merupakan penggerak mesin pemotong, dengan energy masuk E_i dan sinyal S_i berupa sistem penggerak diolah penggerak mesin pemotong dengan keluaran berupa Sistem penggerak sebagai sumber gerakan potong gambar 3.



Gambar 3. Fungsi bagian penggerak.

c. Fungsi bagian ditinjau dari sistem transmisi

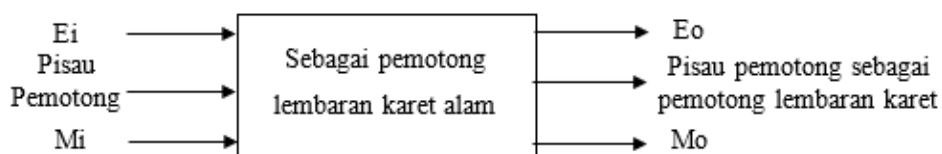
Sistem transmisi merupakan penerus daya dan gaya mesin pemotong, dengan energy masuk E_i dan sinyal S_i berupa penyalur gerakan pisau pemotong mesin pemotong dengan keluaran berupa sistem transmisi sebagai penyalur gerakan pisau gambar 4.



Gambar 4. Fungsi bagian sistem transmisi.

d. Fungsi bagian ditinjau dari pisau pemotong.

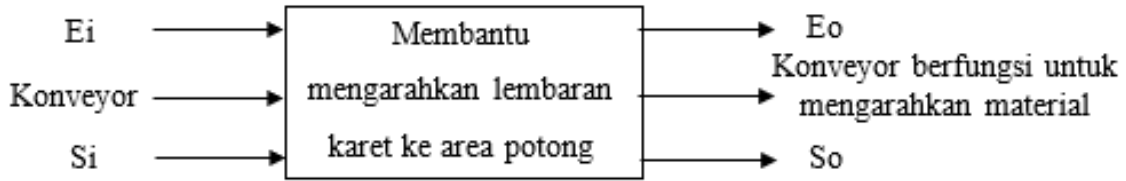
Pisau pemotong merupakan alat pemotong, dengan energy masuk E_i dan sinyal S_i pemotong lembaran karet dengan keluaran pisau pemotong lembaran karet gambar 5.



Gambar 5. Fungsi bagian pisau pemotong.

e. Fungsi bagian ditinjau dari konveyor

Sistem pemindah konveyor merupakan penggerak mesin pemotong, dengan energy masuk E_i dan sinyal S_i berupa membantu mengarahkan mesin potong karet kearah lembaran karet, dengan energi keluaran konveyor berfungsi untuk mengarahkan material potong gambar 6.








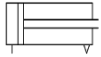
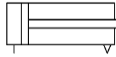










Gambar 6. Fungsi bagian konveyor.

2.3 Prinsip solusi.

Setelah dibuat struktur fungsi keseluruhan dan beserta fungsinya, maka selanjutnya dicari prinsip-prinsip solusi untuk memenuhi sub fungsi tersebut. Metode yang digunakan untuk mencari prinsip solusi adalah metode kombinasi, yaitu mengkombinasikan semua solusi yang ada dalam bentuk matriks [12]. Berikut ini merupakan matriks prinsip solusi dari mesin pemotong karet alam seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Prinsip solusi untuk subfungsi mesin.

No	Bagian	Unsur Mesin	Persyaratan	Fungsi Bagian/ Solusi	1	2	3	4
1	Material	Rangka	Dari bahan yang kuat. Dapat diproses pengelasan	Bahan dan jenis yang digunakan	Plat ST 37 	Plat ST 42 	Kanal U 	Besi Profile 
2	Material	Sistem Penggerak	Kuat untuk menggerakkan pisau pemotong	Jenis penggerak yang digunakan	Hidrolik 	Pneumatik 	Motor 	
3	Material	Sistem Transmisi	Mampu menyalurkan tenaga dari sistem	Bahan dan jenis yang digunakan	Single Acting silinder 	Double Acting silinder 	Puli 	Rantai 
4	Material	Pisau Pemotong	Dari bahan yang kuat dan Tahan karat	Bahan yang digunakan	D1 Tool Steel 	D1 Tool Steel 	440, C 	ATS-340 SS 
5	Material	Konveyor	Tahan karat dan Gerak putaran stabil	Bahan dan jenis yang digunakan	Galvanis 	Rubber 		

2.4 Matriks keputusan

2.4.1 Struktur modul

Pada tahapan ini dilakukan penyusunan sistem kerja untuk mendapatkan alternatif kombinasi yang kemudian akan dilakukan kuesioner untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan kebutuhan pada industri pembuatan lem. Pada pembuatan alternatif kombinasi, dibuat dalam bentuk empat variasi untuk menghindari terlalu banyak kombinasi yang akan muncul.

Berikut ini merupakan alternatif kombinasi dari matrix solusi yang telah ditentukan seperti ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Diagram kombinasi prinsip solusi.

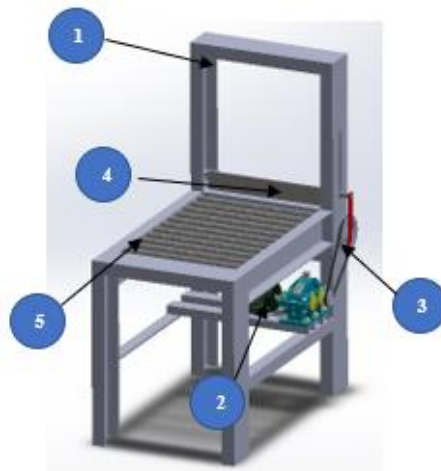
Prinsip Solusi					
No	Sub Fungsi	1	2	3	4
1	Rangka	●	●	●	●
2	Sistem penggerak	●	●	●	●
3	Sistem transmisi	●	●	●	●
4	Pisau potong	●	●	●	●
5	Konveyor	●	●	●	●

Keterangan:

- a. Variasi 1: 1.1 – 2.2 – 3.1 – 4.1 – 5.2 ●
- b. Variasi 2: 1.3 – 2.3 – 3.3 – 4.3 – 5.1 ●
- c. Variasi 3: 1.2 – 2.3 – 3.4 – 4.2 – 5.2 ●
- d. Variasi 4: 1.4 – 2.1 – 3.2 – 4.4 – 5.1 ●

2.4.2 Konsep desain terpilih

Pada tahap pemilihan desain, dilakukan survey ke calon pengguna untuk memilih satu desain yang paling cocok untuk diterapkan. Berdasarkan hasil survey yang dilakukan pada calon pengguna mesin, konsep yang terpilih dan menghasilkan konsep desain yaitu Variasi 2 dari empat variasi mesin pemotong karet alam seperti gambar 7.



Gambar 7. Konsep desain terpilih

Keterangan gambar 7:

- a. Rangka mesin
Menggunakan material kanal U/ besi UNP ukuran 180 x 70 x 7
- b. Motor listrik penggerak
Menggunakan motor listrik berkapasitas 5,5 HP dengan spesifikasi sebagai berikut:
3 Phase Electric Motor
Power : 5,5 HP/PK (4 KW)
Voltage : 220V AC
RPM/Putaran : 1500 RPM / 4 pole
- c. *Belt dan Pulley*
Menggunakan *pulley* serta V Belt tipe A

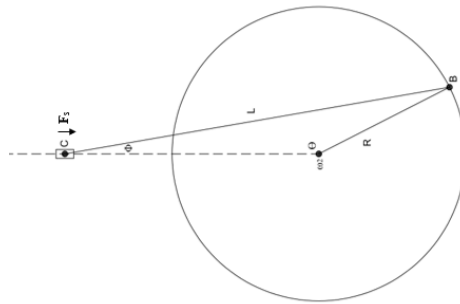
- d. Pisau
Pisau menggunakan material 440 C SS
- e. Konveyor
Menggunakan konveyor berbahan galvanis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah didapatkan konsep desain yang terpilih, tahapan selanjutnya adalah menganalisa komponen untuk mendapatkan detail spesifikasi dari komponen mesin sesuai dengan komponen yang tersedia di pasar [13].

3.1 Perhitungan daya

Untuk mendapatkan daya yang diperlukan agar material karet dapat terpotong oleh pisau, hal pertama yang perlu ditinjau ialah mekanisme pemotongannya. Mekanisme pemotongan yang terjadi mengubah gerakan putar dari puli menjadi gerakan potong secara vertikal yang dihubungkan *crank-slider*. Skema pemotongan yang akan terjadi pada mekanisme pemotongan yaitu; Dimana: Gaya F_2 melakukan gerakan vertical pemotongan yang diputar melalui sumbu lingkaran (*crank slider*) dan kembali ketitik semula untuk 1 (satu) kali pemotongan dan seterusnya seperti gambar 8.



Gambar 8. Skema gerakan potong dengan *crank-slider*.

Dibutuhkan analisis pada gambar 8, dari gerakan potong pisau untuk mengetahui gaya potong yang dibutuhkan. Bila kecepatan potong vertikal yang diinginkan ialah 200 mm/s, maka langkah pertama dapat menentukan ω_2 sebagai berikut:

Jika

$$V = 2\pi Rf \tag{1}$$

$$\omega_2 = 2\pi Rf \tag{2}$$

Maka

$$V = R \times \omega_2 \tag{3}$$

$$\omega_2 = \frac{V}{R} = \frac{200}{100} = 2 \text{ [rad/s]} = \frac{2 \text{ rad/s}}{2\pi/60} \tag{4}$$

$$\omega_2 = 19,1 \text{ [rpm]}$$

Karena $\omega_2 = n_2$, maka putaran puli yang digerakkan ialah 19,1 [rpm].

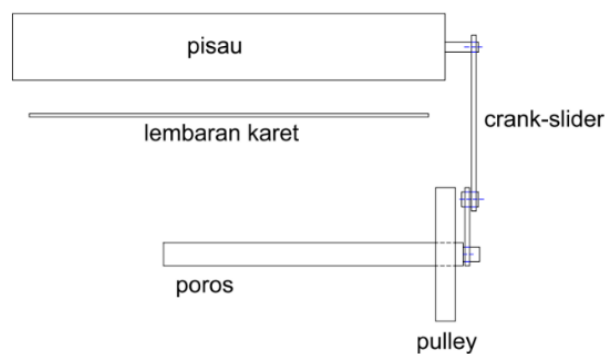
Dengan rumus perbandingan putaran, dapat diperoleh nilai dari n_1 (putaran puli penggerak) yaitu [14][15]:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p}$$

$$\frac{n_1}{19,1} = \frac{200}{71}$$

$$n_1 = \frac{3820}{71} = 53,8 [rpm] \cong 54[rpm]$$

Motor listrik yang umum tersedia memiliki putaran 1400 rpm, sehingga harus menggunakan gearbox speed reducer 1:25 agar putarannya menjadi 56 rpm pada puli penggerak. Pada gambar 9 menunjukkan posisi pisau, lembaran karet, poros, puli dan crank-slider yang terpasang pada mesin pemotong



Gambar 9. Proses pemotongan.

Pada proses pemotongan karet alam ini, direncanakan luasan lembaran karet yang akan dipotong dengan dimensi panjang 600 mm dengan tebal 5 mm. Tegangan geser yang dimiliki oleh lembaran karet sebesar 6,05 Mpa. Maka, gaya yang dibutuhkan untuk memotong lembaran karet adalah [16]:

$$F_s = \tau \times A_s \quad (5)$$

$$F_s = 6,05 [MPa] \cdot 600 \times 5 [mm]$$

$$F_s = 18,15 \times 10^3 [N]$$

Jadi, gaya yang dibutuhkan untuk memotong lembaran karet alam adalah sebesar $18,15 \times 10^3$ [N]. Sedangkan daya yang dibutuhkan ialah.

$$P = M_2 \cdot \omega_2 \quad (6)$$

$$P = F_s \cdot r \cdot \left(\frac{\pi n}{30}\right) rad/s \quad (7)$$

$$P = 18,15 \times 10^3 [N] \cdot 0,1 [m] \cdot \left(\frac{\pi \cdot 19,1}{30}\right) rad/s$$

$$P = 3,63 [kW] = 4,87 [HP]$$

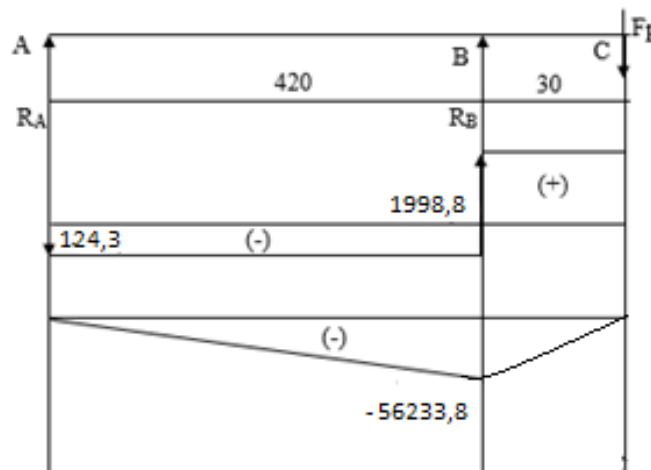
Berdasarkan hasil perhitungan, daya yang dibutuhkan untuk melakukan pemotongan lembaran karet alam adalah sebesar 4,87 [HP]. Bila melihat ketersediaan motor di pasar, digunakan motor listrik dengan daya 5,5 [HP].

3.2 Perencanaan poros

Poros ditahan oleh dua buah bearing sebagai tumpuan yaitu, tumpuan A dan tumpuan B, dengan beban yang bekerja sebelah kanan untuk pemotongan. Poros berfungsi sebagaiudukan puli 2 yang dihubungkan dengan crank-slider untuk menggerakkan pisau pemotong. Bahan poros adalah baja karbon ST 60 yang memiliki tegangan ijin bahan (σ_b) = 60 [kg/mm²].

3.3 Menghitung gaya tumpuan

Untuk mendapatkan gaya yang bekerja pada poros yang ditumpu bantalan, maka dibuat *free body diagram* dan sekaligus dihitung gaya-gaya yang bekerja pada tumpuan A dan tumpuan B, serta dihitung momen yang terjadi seperti pada titik A, titik B dan titik C seperti terlihat terlihat pada gambar 10 [17].



Gambar 10. *Free body diagram*, gaya dan momen pada poros.

Dimana:

$$F_p = W_{p2} + F_{sabuk} + W_{pi} + F_s \quad (8)$$

$$F_p = 1874,5 \text{ [kg]}$$

Perhitungan gaya statika

$$\Sigma M_A = 0 \quad (9)$$

$$-(R_B \cdot 420) + (1874,5 \cdot 450) = 0$$

$$-420R_B + 843525 = 0$$

$$R_B = 1998,8 \text{ kg}$$

$$R_A = F_p - R_B = -124,3 \text{ kg}$$

$R_A = -$ (minus) menandakan arahnya ke bawah

3.4 Menentukan momen maksimum.

Momen maksimum berkisar antara titik A dan titik C, bidang momen pada titik A.

$$M_A = R_A \cdot 0 = 0$$

Bidang momen pada titik B

$$M_B = R_A \cdot 420 = -56233,8 \text{ [kg.mm]}$$

Bidang momen pada titik C

$$M_C = R_A \cdot 450 - F_p \cdot 30 = 0$$

Sehingga momen maksimum terjadi pada titik B dengan nilai $M_B = 56233,8 \text{ [kg} \cdot \text{mm]}$

3.5 Momen Puntir rencana (Tr)

$$T_r = 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n_1}$$

$$T_r = 9,74 \cdot 10^5 \frac{4}{56} = 974000 \cdot 0,0714 = 69543,6 \text{ [kg} \cdot \text{mm]}$$

$$\text{Torsi Equivalent } T = T_r^2 + M_{maks}^2 = 89433 \text{ [kg} \cdot \text{mm]}$$

Tegangan geser poros (τ_a)

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{s_{f_1} \times s_{f_2}} = \frac{60 \text{ [kg/mm}^2\text{]}}{2 \times 2} \quad (10)$$

Dimana:

K_t = faktor koreksi momen puntir = 1,5

C_b = faktor koreksi lenturan 1,2

Diameter Poros

$$d_s \geq \left[\left(\frac{5,1}{\tau_a} \right) K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3} \quad (11)$$

$$d_s \geq \left[\left(\frac{5,1}{22,5} \right) 1,5 \cdot 1,2 \cdot 89433 \right]^{1/3}$$

$$d_s \geq 33,6 \text{ [mm]}$$

Jadi, diameter yang diperbolehkan $\geq 33,6 \text{ [mm]}$. Maka akan digunakan poros dengan diameter 35 [mm] agar menyesuaikan dengan ukuran bahan poros beserta bantalannya yang dapat mudah dijumpai.

3.6 Anggaran mesin pemotong karet alam.

Setelah dilakukan perhitungan dan kekuatan material baik itu untuk rangka, sistem penggerak, sistem transmisi, pisau pemotong, konveyor serta komponen-komponen lainnya yang dibutuhkan dan disesuaikan dengan ketersediaan komponen material yang tersedia di *market place*, maka didapatkan nilai sebesar Rp. 15.045.450.- yang merupakan anggaran yang dibutuhkan untuk membuat mesin pemotong karet alam ini.

3.7 Analisis

Dalam perancangan mesin pemotong karet alam dengan menggunakan metode VDI 2221 yang menentukan kualitas dari hasil perancangan adalah mulai dari desain sampai dengan proses produksi. Selain proses desain dan proses produksi, hal lain yang perlu diperhatikan adalah ketajaman mata pisau. Dimana ketumpulan mata pisau sangat mempengaruhi kecepatan dan waktu pemotongan. Jika hal tersebut terjadi maka akan mempengaruhi kualitas dan waktu pemotongan [5]. Oleh karena itu, hal ini harus diperhatikan agar terwujudnya perubahan proses pemotongan yang biasa dilakukan manual menjadi menggunakan mesin memiliki dampak positif yang signifikan untuk kemajuan industri pembuatan lem. Sehingga kedepannya dapat ditemukan penelitian-penelitian lainnya demi kemajuan industri ini.

4. SIMPULAN

Simpulan dari penelitian ini didapatkan hasil rancangan mesin pemotong karet alam dengan varian dua dari empat varian yang ditinjau menggunakan metode VDI 2221. Penggunaan mesin cukup sederhana dan sangat diperlukan karena sebagai alat menambah kinerja produksi, sehingga sangat membantu dalam pelaksanaan produksi, dan mempersingkat waktu. Untuk analisis perhitungan pada tiap komponennya diperoleh desain mesin pemotong karet alam dengan menggunakan besi dan peralatan lainnya dengan ukuran yang standar. Sedangkan untuk anggaran biaya yang dibutuhkan membuat mesin pemotong karet alam nilainya cukup rendah, dengan harga yang dapat terjangkau oleh industri kecil (*home industry*), kriteria harga kepemilikan asset untuk UMKM yang berkisar dinilai Rp 50-500 juta, sehingga bila dinilai secara biaya akan terjangkau oleh industri pembuatan lem skala industri kecil.

REFERENSI

- [1] S. Montha, P. Suwandittakul, A. Poonsrisawat, P. Oungeun, and C. Kongkaew, "Maillard Reaction in Natural Rubber Latex: Characterization and Physical Properties of Solid Natural Rubber," *Adv. Mater. Sci. Eng.*, vol. 2016, 2016, doi: 10.1155/2016/7807524.
- [2] S. Sepriyanto, "Rancang bangun mesin pemotong karet gelang," *J. Inov.*, vol. 4, no. 1, pp. 5–9, 2021.
- [3] S.- Suheri, N. Fadillah, N. Nazaruiddin, and Z. Arif, "Perancangan Dan Pembuatan Mesin Water Jet Cutting (Wjc) Sebagai Alat Pemotong Lembaran Karet," *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy*, vol. 3, no. 2, p. 100, 2019, doi: 10.31289/jmemme.v3i2.3020.
- [4] G. E. Amasari, I. B. Suryaningrat, and A. S. Rusdianto, "Desain Alat Pemotong Lembaran Karet pada Proses Sortasi PTPN XII Banjarsari, Kabupaten Jember, Jawa Timur," *Ind. J. Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 8, no. 1, pp. 49–56, 2019, doi: 10.21776/ub.industria.2019.008.01.6.
- [5] A. Yandi, F. Azharul, V. Hadi, and P. Singkong, "Perancangan mesin pengiris singkong design of the single sliver machine," vol. 1, pp. 41–53, 2020.
- [6] U. S. Ucok, "A Perancangan Pompa Hidram Pada Tabung Udara Dengan Metode VDI 2221," *TEKNOSAINS J. Sains, Teknol. dan Inform.*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.37373/tekno.v7i1.7.
- [7] N. Pranandita, M. Yunus, P. Manufaktur, and N. Bangka, "Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Merancang Sistem Penarik pada Mesin Pamarut Singkong Menggunakan VDI 2221," vol. 13, no. 01, 2021.
- [8] U. Panjaitan, "Perancangan mesin pencacah rumput multifungsi dengan metode Vdi 2221," *Presisi Jurnal Teknik Mesin*, vol. 22, no. 1. pp. 65–78, 2020.
- [9] S. A. K. SIREGAR, "Perancangan Sepeda Listrik 350 W dengan Metode VDI 2221 untuk Ibu Rumah Tangga Perumahan," *Semin. Nas. Energi ...*, 2021.
- [10] Y. Yakub, E. Erizal, and A. Y. Yulianto, "Desain Dan Validasi Sistem Otomasi Feeder Mesin Run-Out Velg Steel Untuk Mobil Kategori I-Iv Menggunakan Metode Vdi 2221," *Bina Tek.*, vol. 12, no. 1, p. 11, 2017, doi: 10.54378/bt.v12i1.85.
- [11] Y. O. Bani, D. P. Mangesa, and J. S. Bale, "Pembuatan Dan Pengujian Alat Fabrikasi Komposit Vacuum Bag Dengan Menggunakan Metode VDI 2221," *Lontar J. Tek. Mesin UNDANA*, vol. 04, no. 01, pp. 16–25, 2017.
- [12] A. Ahmad Kholil, A. A. Jumhur, and W. -, "HUBUNGAN DIAMETER MATA PISAU DAN RING TERHADAP HASIL CACAHAN MESIN PENCACAH GELAS PLASTIK 220 mL DENGAN METODE VDI 2221," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 5, no. 1, pp. 19–25, 2018, doi: 10.21009/jkem.5.1.4.
- [13] N. Upara and M. Zaelani, "Rancang Bangun Mesin Shaker Untuk Jerrycan Kemasan 2x5

Kilogram Skala Laboratorium,” pp. 2–3, 2019.

- [14] R. L. Mott, E. M. Vavrek, and J. Wang, *Machine Elements in Mechanical Design 6th Edition*. 2018.
- [15] Supriyono, T. Mulyanto, and A. C. A, “Desain Dan Perencanaan Mesin Pengolahan Jagung,” *J. Tek. FTUP*, vol. 30, no. 1, pp. 22–27, 2017.
- [16] M. T. Rusdi Nur, S.ST., MT., PH.D & Muhammad Arsyad Suyuti, S.T., “Mesin-Mesin Industri,” *Grup CV BUDI UTAMA*, pp. 5–6, 2017.
- [17] R. S. Khurmi and J. K. Gupta, “A Textbook Of Machine Design,” *Mach. Des.*, vol. 1, no. I, p. 200, 1982.