

BESARNYA GAYA YANG DIBUTUHKAN PISAU UNTUK MEMOTONG KARET PADA MESIN SHREDDER DI PT. XYZ

Naqasya Asyrori Sidabutar¹, Bonar Wahyudi Simbolon², Herry Darmadi^{3*}, Novia Nelza⁴, Jeffri Simalango⁵

^{1,2,3,5}Teknik Mekanika Politeknik Teknologi Kimia Industri Jl. Medan Tenggara VII Kota Medan Sumatra Utara, (061) 7867810/(061) 7862439

⁴Program Studi Analis Kimia, Politeknik ATI Padang, Padang, Sumatera Barat

Email : nasyrori.sidabutar@ptki.ac.id, herry.darmadi@ptki.ac.id, bonarwahyudi123@gmail.com

Abstrak

Mesin Shredder digolongkan sebagai mesin potong dengan menggunakan dua jenis roll yaitu feed roll dan roll shredder. Mula-mula lembaran akan dimasukkan, lalu feed roll akan melilit lembaran karet yang ditarik ke dalam mesin bersamaan dengan feed roll yang melilit lembaran karet. Kemudian ulir yang terdapat pada main roll berperan menarik lembaran karet dan juga sudut yang terdapat padat ulir main roll juga berperan sebagai pisau akan menekan lembaran karet bersamaan dengan Death knife akan menjepit lembaran karet sampai lembaran karet terputus atau terpotong. Adapapun peristiwa yang terjadi dari proses pemotongan lembaran karet pada mesin Shredder tersebut adalah terjadinya Gaya potong antara interaksi sudut pada ulir Main Roll Dan Juga Death knfie. Pada penelitian ini menggunakan metode observasi dan wawancara untuk pengumpulan data-data tersebut. Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan Dari besarnya gaya potong yang diperlukan oleh pisau pemotong dalam memotong karet menjadi bagian yang kecil adalah 247242 N. Sedangkan besarnya daya yang digunakan untuk menghasilkan gaya potong untuk memotong lembaran karet yaitu sebesar 2,651 HP

Kata kunci— Mesin Shredder, Gaya Potong, Death knife dan Main Roll

Abstract

Shredder machines are classified as cutting machines that use two types of rolls, namely feed rolls and shredder rolls. First the sheet will be inserted, then the feed roll will wrap around the rubber sheet which is pulled into the machine at the same time as the feed roll which wraps around the rubber sheet. Then the thread on the main roll plays the role of pulling the rubber sheet and also the solid corner of the main roll thread also acts as a knife which will press the rubber sheet together with the Death Knife which will clamp the rubber sheet until the rubber sheet is broken or cut. The events that occur in the process of cutting rubber sheets on the shredder machine are the occurrence of cutting forces between the interaction of angles on the main roll thread and also the death knife. This research uses observation and interview methods to collect this data. From the research results, it was concluded that the amount of cutting force required by the cutting knife to cut rubber into small pieces was 247,242 N. Meanwhile, the amount of power used to produce the cutting force to cut rubber sheets was 2,651 HP.

Keywords— Shredder Machine, Cutting Style, Death Knife and Main Roll

1. PENDAHULUAN

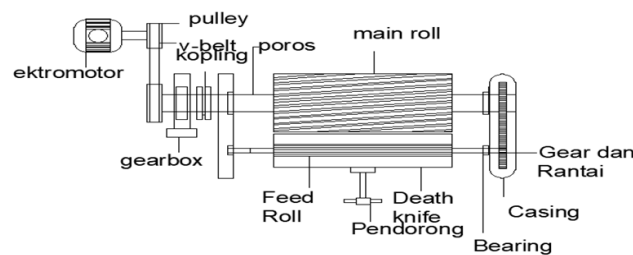
Transmisi merupakan elemen mesin yang sering digunakan pada pembuatan mesin pencacah. Mesin pencacah banyak jenisnya tergantung pisau yang digunakan pada mesin tersebut [1]. Macam-macam mesin pencacah plastik salah satunya adalah tipe crusher, tipe shredder, tipe slidier dan lain-lain. Perbedaan dari tipe-tipe ini dibedakan berdasarkan jenis pisau, pisau yang lebih efektif agar dapat menghancurkan menjadi ukuran kecil adalah tipe shredder. Mesin ini memiliki beberapa jenis tergantung dari bahan yang akan diolah, salah satu nya mesin pencacah bahan rotan [2]. Mesin ini menggunakan dua rol: satu berfungsi sebagai penarik material (*feed roll*) dan satunya dilengkapi pisau untuk memotong (*shredder roll*). Sistem ini meningkatkan efektivitas pemotongan dan efisiensi produksi. Pemotongan lembaran karet adalah suatu operasi yang menyebabkan bahan lembaran karet dipotong menjadi kepingan kecil-kecil tidak beraturan dengan menggunakan mesin shredder [3]. Karena fungsi dari mesin shredder untuk merusak atau mengecilkan volume dari suatu lembaran karet. Mesin shredder memiliki pisau pemotong dimana pisau pemotong berkontak dengan lembaran karet, maka lembaran karet akan tertekan menjadi robek. Pada shredder terdapat mata pisau yang digunakan untuk memotong lembaran karet [4].

Untuk memindahkan tenaga agar mata pisau dapat bekerja diperlukan proses lainnya dimana mulanya motor digerakan oleh energi listrik lalu daya motor diteruskan ke gearbox melalui pulley dan v-belt, lalu daya dari gearbox akan diteruskan ke poros, lalu putaran poros diteruskan ke pasak dan pasak menggerakkan pisau pemotong. Pisau pemotong dimana pisau pemotong berkontak dengan lembaran karet, maka lembaran karet akan tertekan menjadi robek. Besarnya gaya yang terbentuk di titik awal potong dapat ditentukan dengan gaya potong [5]. Gaya potong yang ditunjukkan merupakan nilai *tear strength* dikali ketebalan lembaran karet. Untuk itu, ketebalan dari lembaran karet diperlukan untuk mengkonversikan menjadi gaya yang terjadi di kedua titik ujung mata pisau pemotong. Dengan demikian, mengacu pada ketebalan tersebut dapat ditentukan besar gaya potong untuk memotongnya. Gaya potong ini diasumsikan bekerja sebidang dengan pisau pemotong dan terjadi di ujung mata pisau.

Gaya potong pada shredder adalah interaksi antara pisau pemotong dan bahan yang dihancurkan [6]. Pisau pemotong bekerja dengan memotong atau merobek bahan menjadi potongan-potongan kecil saat bahan masuk ke dalam mesin. Selama proses ini, gaya pemotongan yang dihasilkan oleh gerakan rotasi atau gesekan antara pisau dan bahan menyebabkan potongan tersebut terjadi.

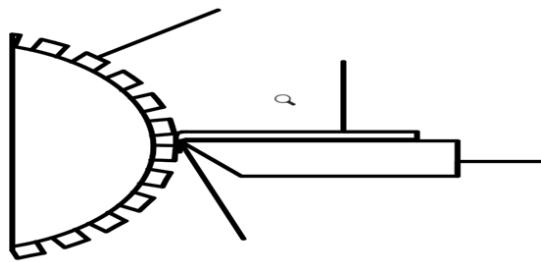
Gaya gesekan juga berperan penting dalam proses [7], membantu mempercepat pemotongan dan menjaga aliran yang stabil. Selain itu, gaya tarik membantu memindahkan bahan ke area pemotongan berikutnya, sementara gaya inersia dapat mempercepat proses pemotongan ketika bahan tiba-tiba berubah arah atau terhenti. Terakhir, gaya kompresi diterapkan pada bahan yang dihancurkan, membantu dalam menghancurkan material yang lebih padat dan keras. Pemahaman yang mendalam tentang gaya potong ini penting untuk merancang dan mengoperasikan shredder dengan efisiensi dan hasil penghancuran yang optimal.

Shredder berfungsi untuk melakukan pembutiran kembali pada karet yang telah di bentuk menjadi lembaran di mesin macerator menjadi 1-2 cm [8]. Shredder juga memiliki tujuan yang sama dengan sizer untuk menjadikan potongan - potongan lebih kecil untuk memperluas bidang permukaan bahan baku maka bidang kontak air dengan bahan baku semakin besar sehingga pencucian menjadi lebih efektif dan lebih optimal. Pada saat proses cacahan atau peremahan untuk melakukan pembutiran ini akan terjadi “tekanan” terhadap bahan baku yang akan memaksa kontaminasi memisahkan diri dari bahan baku.



Gambar 1. Keterpasangan Alat Shredder

Mesin shredder bekerja berdasarkan kombinasi pemotongan (shearing) [9], penyeretan (tearing), dan pemampatan (crushing) untuk mengurangi ukuran material menjadi serpihan kecil. Mesin Shredder digolongkan sebagai mesin potong dengan menggunakan dua jenis roll yaitu feed roll dan roll shredder [10]. Mula-mula lembaran akan dimasukkan, lalu feed roll akan melilit lembaran karet yang ditarik ke dalam mesin bersamaan dengan feed roll yang melilit lembaran karet. Kemudian ulir yang terdapat pada main roll berperan menarik lembaran karet dan juga sudut yang terdapat pada ulir main roll juga berperan sebagai pisau akan menekan lembaran karet bersamaan dengan Death knife akan menjepit lembaran karet sampai lembaran karet terputus atau terpotong.



Gambar 2. Gaya Potong Yang Terjadi Pada Shredder

Dilihat dari proses pengolahan getah sampai menjadi karet remah (Crumb Rubber) pada proses pemotongan merupakan hal yang sangat penting, terutama pada proses pemotongan agar proses pengeringan di dryer lebih efisien yang dibantu dengan shredder, hal ini yang membuat penulis tertarik untuk menghitung gaya potong pada saat pemotongan lembaran karet.

2. METODE PENELITIAN

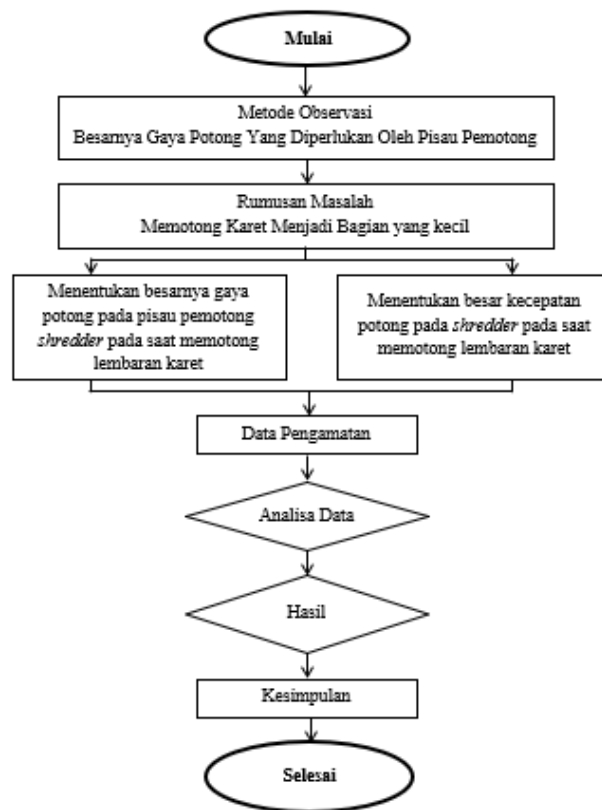
Dalam rangka pengumpulan data maupun waktu menganalisa dari tahap pertama sampai selesai, maka dilaksanakan metode kerja yaitu:

a. Metode Tinjauan Pustaka

Merupakan suatu penelitian yang dilakukan dengan menggunakan buku – buku literatur sebagai pertimbangan dalam mempelajari hubungan atau keterkaitan dengan beban maksimum screw conveyor.

b. Metode Studi Lapangan

Metode ini merupakan suatu metode penelitian yang dilakukan di tempat penelitian/ melakukan kegiatan penelitian dilapangan yang berkaitan dengan judul Penelitian tentang sudut kemiringan screw conveyor. Adapun Kerangka Penelitian dapat dilihat pada Gambar 3. dibawah ini:



Gambar 3. Kerangka Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan, pada spesifikasi shredder di PT. XYZ, maka diperlukan spesifikasi atau data teknis dari alat yang digunakan yaitu :

- Mesin Shredder
 - a. Jenis Mesin Shredder : Single shaft creeper
 - b. Jenis Material Yang dipotong : Crumb Rubber
 - c. Kapasitas Mesin Shredder : 2500 Kg/Jam
- Elektromotor
 - a. Merk : Teco
 - b. Type : P132M
 - c. Daya : 7,5 KW
 - d. Phasa : 3
 - e. Putaran : 1480 RPM
 - f. Tegangan : 380 Volt
- Poros Dan Roll
 - a. Diameter poros : 5 Inci
 - b. Bahan Poros : Besi Tuang
 - c. Panjang Poros : 20 Inci
 - d. Diameter Roll : 7 Inci
 - e. Bahan Roll : Besi Tuang
 - f. Panjang Roll : 14 Inci
 - g. Putaran Roll : 19,1 RPM

- Lembaran Karet Crumb Rubber
 - a. Tebal Lembaran Crumb Rubber : 5 mm
 - b. Lebar Lembaran Crumb Rubber : 600 mm
 - a. Panjang Lembaran Crumb Rubber : 4,7 m
 - b. Kekuatan Robek Lembaran Crumb Rubber : 6,05 Mpa

Analisa Data

- **Menghitung Besarnya Gaya Potong Yang Diperlukan Oleh Pisau Pemotong Dalam Memotong Karet Menjadi Bagian Yang Kecil**

Gaya potong melibatkan interaksi antara pisau pemotong dan bahan yang dipotong dan untuk menghitung besar gaya potong adalah dengan mengalikan Tear Strenght dengan Luas penampang potong pada lembaran karet.

$$F = T \cdot A$$

$$T = 6,05 \text{ MPa}$$

$$T = 6,05 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$\text{Lebar lembaran karet} = 600 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal lembaran karet} = 5 \text{ mm}$$

$$F = T \cdot A$$

$$F = 6,05 \cdot 10^6 \text{ Pa} \times (600\text{mm} \times 5\text{mm})$$

$$F = 6,05 \cdot 10^6 \text{ Pa} \times 0,003\text{m}^2$$

$$F = 18150 \text{ N}$$

Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan gaya potong yang diperlukan oleh pisau pemotong yaitu sebesar : 18150 N

- **Menghitung Daya yang digunakan untuk menghasilkan gaya potong untuk memotong lembaran karet**

Untuk menghitung Daya yang digunakan untuk menghasilkan gaya potong untuk memotong lembaran karet pertama dahulu menghitung kecepatan putaran pada main roll

$$D = 12 \text{ inci}$$

$$= 0,3048 \text{ m}$$

$$n = 19,1 \text{ RPM}$$

$$V = ((D \cdot \pi \cdot n)/60)$$

$$V = ((0,3048 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 19,1 \text{ RPM})/60)$$

$$V = ((18,2800752 \text{ m} \cdot \text{RPM})/60)$$

$$V = 0,30466792 \text{ m/s}$$

Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan putaran pada main roll yaitu sebesar: 0,30466792m/s

Menghitung Putaran sudut Main Roll

$$V = 0,30466792 \text{ m/s}$$

$$R = 0,1524 \text{ m}$$

$$w = V/R$$

$$w = (0,30466792\text{m/s})/(0,1524 \text{ m})$$

$$w = 1,9991 \text{ rad/s}$$

Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan putaran sudut main roll yaitu sebesar 1,9991 rad/s. Setelah dilakukan perhitung maka dapat menghitung daya yang digunakan untuk menghasilkan gaya potong untuk memotong lembaran karet

$$\begin{aligned} F &= 18150 \text{ N} \\ V &= 0,1524 \text{ m} \\ w &= 1,9991 \text{ rad/s} \\ P &= F \cdot R \cdot w \\ P &= 18150 \text{ N} \cdot 0,1524 \text{ m} \cdot 1,9991 \text{ rad/s} \\ P &= 5529,6305 \text{ watt} \\ P &= (5529,6305 \text{ watt}) / (745,7) \\ P &= 7,4223 \text{ HP} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan menghitung daya yang digunakan untuk menghasilkan gaya potong untuk memotong lembaran karet yaitu sebesar : 7,4223 HP.

4 . KESIMPULAN

Dari hasil pengumpulan data maka dapat diambil kesimpulan bahwa setelah dilakukan perhitungan besarnya gaya potong yang diperlukan oleh pisau pemotong dalam memotong karet menjadi bagian yang kecil adalah 18150 N dan setelah dilakukan perhitungan besarnya daya yang digunakan untuk menghasilkan gaya potong untuk memotong lembaran karet yaitu sebesar 7,4223 HP

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. I. Megi, k. Kardiman and N. G. Iwan, "PERANCANGAN SISTEM TRANSMISI PADA MESIN PENCACAH LIMBAH," *journal of infrastructure & science engineering*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [2] E. Edilla , F. Muhammad , . R. Made, J. Jajang and . M. Mustaza, "Design and Implementation a Raw Material Shredder Machine for Rattan Weaving with Double Rolls," *Integrasi: Jurnal Teknik Industri*, vol. 16 No. 2, no. 2 Oktober 2024, 2024.
- [3] J. Ying, W. Jian Hua, L. Long Quan and Y. Zheng Qiang, "The Cutting Energy of Rubber Cutting by a Sharp Cutter," *Key Engineering Materials*, p. hal. 3072–3075, 2007.
- [4] K. D. Palani, K. V. Prem, J. Thirumalaira, M. Shanmugasundharam and P. Narayanasamy, "Design and Fabrication of Rubber Shredder Machine," *Trends in Mechanical Engineering & Technology*, 2023.
- [5] R. Harfi, F. Gunawan, V. Hadi and E. Supriyadi, "Perancangan mesin pemotong karet alam dengan menggunakan metode VDI 2221," *Jurnal Teknologi Terapan Mesin*, 2022.
- [6] K. S. Ustman, W. Joko and H. Taufiq, "Analisis Perancangan Mesin Pencacah Limbah Plastik Menggunakan Pisau Crusher dan Shredder," *Jurnal Teknologi*, 2023.
- [7] N. Maanoj, L. Kai Jie, L. Kai Liang, B. Iksan, A. B. Suleiman and S. L. Chia, "Review and Analysis of Mechanical Cutting Tools for Rubber Stamping," *International Journal on Robotics, Automation and Sciences*, 2024.
- [8] Y. T. Naufal, M. Budhi and P. Sigit, "Perancangan Mesin Pencacah Plastik Tipe Shredder dan Alat Pemotong Tipe Reel," *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2020.
- [9] R. . I. Ifedotun, O. . D. Adeniji, K. Okewale and F. A. Alabi, "Development and Performance Analysis of a Mini Twin-Shaft Shredder for Efficient PET Bottle Recycling," *Journal of Engineering Research and Reports*, vol. 23, no. 2, 2022.

- [10] A. Setyawan, h. hendro and p. purwanta, "Mekanisme Kerja Mesin Shredder dan Analisis Kegagalan pada Proses Pengolahan Limbah Radioaktif Padat Material Terkontaminasi," *Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir*, 2021.