

Analisa Kerusakan Ragum Sebagai Alat Penjepit Pada Proses Pemesinan

Wahid Hasim^{1*}, Syaiful Arif²

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang, Banten, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: hasim211192@gmail.com

Abstrak Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kerusakan ragum pada alat praktek di sekolah menengah kejuruan dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk memperpanjang masa pakainya. Metode penelitian yang digunakan meliputi pengamatan langsung di lapangan, wawancara dengan dosen pembimbing, serta studi literatur untuk mendukung analisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan ragum disebabkan oleh dua faktor utama. Pertama, pukulan siswa terhadap ragum sebesar 10.000 N, yang melebihi kekuatan maksimum power screw ragum sebesar 9.674 N. Kedua, bentuk permukaan rahang penjepit yang datar tidak sesuai dengan bentuk benda kerja silindris, sehingga mendorong siswa untuk melakukan pemukulan tambahan. Berdasarkan temuan ini, direkomendasikan pembuatan bibir rahang penjepit ragum yang menyesuaikan bentuk benda kerja untuk mengurangi kerusakan dan meningkatkan efisiensi penggunaan ragum.

Kata Kunci: Momentum, Impuls, Kekuatan Bahan, Ulir, Daya

Abstract This study aims to analyze the causes of vise damage in vocational high school practice tools and to provide recommendations for extending its service life. The research methods include direct field observation, interviews with supervising lecturers, and literature review to support the analysis. The results show that vise damage is caused by two main factors. First, students' impacts on the vise reach 10,000 N, exceeding the maximum strength of the vise power screw, which is 9,674 N. Second, the flat surface of the vise jaws does not match the cylindrical shape of the workpiece, prompting students to apply additional impacts. Based on these findings, it is recommended to redesign the vise jaws to match the shape of the workpiece, thereby reducing damage and improving the efficiency of vise usage.

Keywords: Momentum, Impluse, Matrial Strenght, Power Screw

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di era modern telah membawa perubahan signifikan dalam dunia industri, termasuk industri manufaktur dan teknik mesin[1]. Dalam kondisi globalisasi yang serba cepat, sumber daya manusia dituntut untuk menguasai pengetahuan teknik dan mampu menerapkannya secara efektif dalam proses produksi[2]. Keterampilan praktis, terutama dalam pengoperasian alat dan mesin, menjadi aspek penting untuk menjamin kualitas produk, efisiensi kerja, dan keselamatan operasional[3]. Dalam konteks pendidikan Teknik Mesin dan praktik industri, kerja bangku (bench work) merupakan salah satu mata pelajaran yang memfokuskan pada pengerjaan benda kerja secara manual menggunakan perkakas tangan. Pekerjaan ini berbeda dengan proses permesinan yang menggunakan alat berat atau otomatisasi, karena menekankan ketelitian, keterampilan tangan, dan penggunaan alat pencekam untuk menahan benda kerja[4] [5]. Salah satu alat pencekam yang paling sering digunakan adalah ragum (vice).

Ragum berfungsi untuk menjepit benda kerja agar tetap stabil saat dilakukan berbagai proses, seperti penggergajian, menyetap, menyenai, pengikiran, atau proses permesinan seperti frais, bor, dan bubut. Stabilitas benda kerja sangat penting untuk mencegah pergeseran yang dapat menyebabkan cacat pada produk, kerusakan alat, atau risiko keselamatan bagi operator[6], [7]. Seiring dengan penggunaan yang intensif dalam proses produksi, ragum dapat mengalami keausan, deformasi, atau kerusakan komponen, sehingga fungsinya sebagai alat penjepit menjadi berkurang[8], [9]. Kerusakan ini dapat berupa aus pada rahang, patahnya sekrup pengunci, atau deformasi akibat beban berlebih, yang semuanya berdampak pada akurasi pengerjaan dan keamanan proses[10], [11].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemeliharaan dan pemeriksaan kondisi ragum secara berkala dapat meminimalkan risiko kerusakan dan meningkatkan umur pakai alat[12], [13]. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kerusakan ragum sebagai alat penjepit pada proses permesinan, dengan fokus pada identifikasi jenis kerusakan, penyebab, dan faktor yang mempengaruhi keausan atau kegagalan alat[14], [15]. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan panduan praktis untuk pemeliharaan, pemilihan material, dan desain ragum yang lebih tahan lama, serta mendukung proses pembelajaran kerja bangku yang efektif di laboratorium teknik[16], [17].

Penelitian ini juga relevan dengan industri manufaktur modern, di mana ketelitian dan keamanan proses permesinan menjadi sangat kritis, terutama ketika bekerja dengan bahan keras atau kompleks. Dengan memahami karakteristik kerusakan ragum, operator, teknisi, dan insinyur dapat mengambil tindakan preventif, sehingga kualitas produksi tetap terjaga dan risiko kecelakaan kerja diminimalkan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk menganalisis kerusakan ragum sebagai alat penjepit pada proses permesinan, penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen dan analisis mekanis[17]. Metode ini dipilih karena ragum merupakan alat fisik yang mengalami keausan dan kerusakan secara mekanis, sehingga evaluasi secara langsung terhadap kondisi alat memberikan data yang paling akurat.

1. Pendekatan Eksperimen

dilakukan dengan mengamati ragum yang telah digunakan dalam proses permesinan di laboratorium dan bengkel kerja[1]. Setiap ragum diperiksa secara menyeluruh untuk mengidentifikasi tanda-tanda kerusakan, seperti:

- a) Aus pada rahang atau permukaan penjepit
- b) Deformasi akibat beban berlebih
- c) Patah atau kerusakan sekrup pengunci
- d) Penurunan kemampuan penjepitan benda kerja

Data yang diperoleh dari pemeriksaan visual, pengukuran dimensi, dan uji kekerasan digunakan untuk menentukan jenis kerusakan dan tingkat keparahannya[2]. Pendekatan ini memungkinkan analisis kuantitatif dan kualitatif terhadap performa ragum.

2. Analisis Mekanis dan Material

Metode kedua adalah analisis mekanis terhadap material ragum, termasuk:

- a) Pemeriksaan kekuatan material dengan alat uji tarik atau uji keras dalam perhitungan
- b) Evaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi keausan, seperti beban kerja, frekuensi penggunaan, dan jenis material benda kerja

Pendekatan ini dipilih karena kerusakan ragum tidak hanya bergantung pada penggunaan, tetapi juga pada sifat material dan karakteristik mekanis alat[3], [4]. Dengan mengetahui sifat material, dapat diprediksi tahan lama alat, titik lemah, dan kemungkinan jenis kerusakan.

3. Alasan Pemilihan Metode

Metode kombinasi eksperimen dan analisis mekanis dipilih karena:

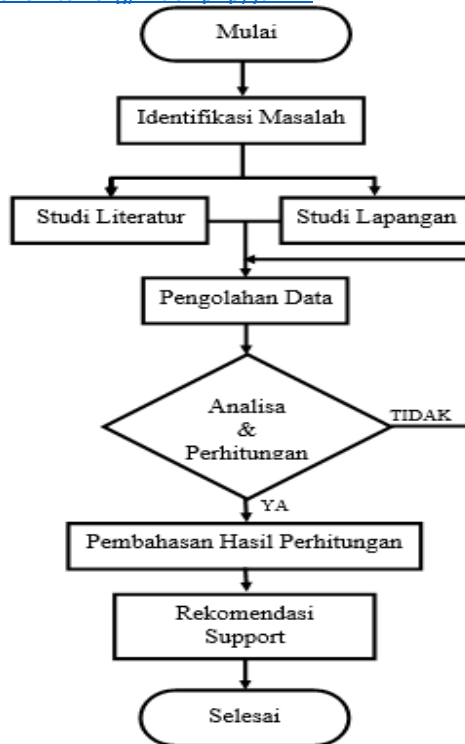
- a) Memberikan data riil dari kondisi ragum yang digunakan dalam praktik industri, sehingga hasilnya relevan dengan aplikasi nyata[8], [10].
- b) Memungkinkan identifikasi faktor penyebab kerusakan, baik dari segi operasional (penggunaan) maupun material (sifat logam dan desain alat).
- c) Mendukung pembuatan rekomendasi pemeliharaan dan perbaikan, serta perbaikan desain untuk meningkatkan umur pakai ragum.

4. Asumsi Penelitian

Beberapa asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a) Ragum dianalisis dalam kondisi steady state, yaitu tanpa adanya perubahan mendadak dalam suhu atau beban.
- b) Beban yang diberikan pada ragum selama proses permesinan sesuai dengan kapasitas maksimum alat, sehingga kerusakan yang diamati tidak berasal dari penggunaan ekstrem di luar spesifikasi.
- c) Material ragum homogen dan isotropik, sehingga sifat mekanis kekuatan, kekerasan, dan keausan dapat dianalisis secara seragam.
- d) Proses permesinan dianggap berlangsung secara normal, tanpa gangguan eksternal yang menyebabkan kerusakan instan seperti benturan atau kecelakaan.

Dengan metode ini, penelitian dapat mengidentifikasi jenis dan penyebab kerusakan ragum, sekaligus memberikan panduan pemeliharaan dan desain yang lebih baik, sehingga alat tetap aman dan efisien digunakan dalam berbagai proses permesinan, dalam diagram alir berikut menjelaskan alur proses metodologi penelitian yang di lakukan.

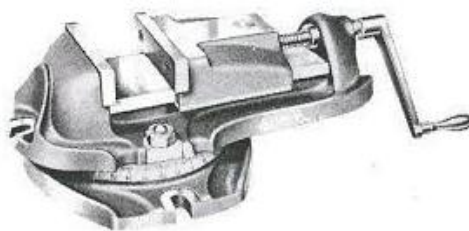


Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Menghitung Besarnya Gaya Impuls Yang Diberikan Pada Ragum

Untuk mengetahui besar impuls yang diberikan terhadap ragum akibat pukulan siswa menggunakan palu, dilakukan pengamatan langsung pada aktivitas kerja bangku di laboratorium[9]. Data diperoleh dari pengukuran lapangan, di mana setiap pukulan dicatat besar gaya, durasi kontak palu dengan benda kerja, dan lokasi pukulan pada ragum.



Gambar 2 : Dbb. Impuls Yang Terjadi Pada Ragum[9]

Diperoleh data dari lapangan yaitu :

- a. Panjang Handle $L = 200 \text{ mm}$
- b. Berat Pemukul (Palu) $m = 2 \text{ kg}$
- c. Jarak Pukulan $\text{Jarak} = 1 \text{ meter}$
- d. Kecepatan Pukulan $v = 180 \text{ km/jam} \rightarrow 50 \text{ m/s}$
- e. Selang Waktu $\Delta t = 0.01 \text{ s}$
- f. Momentum

$$\begin{aligned}
 P &= m \times v \\
 &= 2 \times 180 \text{ km/jam} \\
 &= 2 \times 50 \text{ m/s} \\
 &= 100 \text{ kg.m/s}
 \end{aligned}$$

g. Gaya impuls yang terjadi :

$$I = F \times \Delta t$$

maka,

$$P = I$$

$$m \times v = F \times \Delta t$$

$$100 = F \times 0.01$$

$$F = 100/0.01$$

$$F = 10000 \text{ N}$$

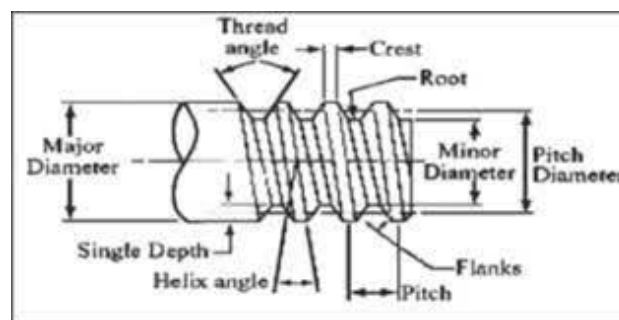
Tabel 1. Hasil Data Pengujian Terhadap Objek

No	Jarak Pukul	Massa	Kecepatan		Momentum	Waktu Sentuh Δt (s)	Kg
			Km/h	m/s			
1	1 Meter	2 Kg	150	41.67	83.34	4167	425.2
2	1 Meter	2 Kg	160	44.44	88.88	4444	453.5
3	1 Meter	2 Kg	170	47.22	94.44	9444	963.7
4	1 Meter	2 Kg	180	50	100	10000	1020

Diperoleh nilai gaya impuls yang terjadi sebesar = 10000 N dengan kecepatan pukul 180 km/jam dengan massa pemukul (palu) 2 kg yang dibebankan terhadap ragum dalam waktu sentuh 0.01 s ketika terjadi pemukulan. Pada titik itulah *power screw* ragum mengalami kerusakan.

3.2 Menghitung Kekuatan Ulir Daya Pencekam Pada Ragum

Salah satu komponen kunci pada ragum adalah ulir atau sekrup pengunci, yang berperan dalam menyalurkan gaya penjepitan dari pegangan ke rahang ragum. Kekuatan ulir ini menentukan berapa besar tekanan atau daya pencekam yang dapat diberikan terhadap benda kerja, sehingga stabilitas benda kerja selama proses permesinan dapat terjaga. Perhitungan kekuatan ulir dilakukan dengan memperhatikan gaya yang diberikan oleh operator melalui pegangan, ukuran ulir, jenis material, dan geometri sekrup. Hal ini penting karena ulir harus mampu menahan beban aksial yang timbul saat benda kerja dijepit, termasuk beban tambahan akibat pukulan palu atau gaya gesek selama proses pengerjaan. Jika ulir tidak cukup kuat, maka penjepitan menjadi tidak efektif, rahang ragum dapat melonggar, dan benda kerja berpotensi bergeser, yang berisiko menurunkan akurasi pemesinan dan keselamatan operator.

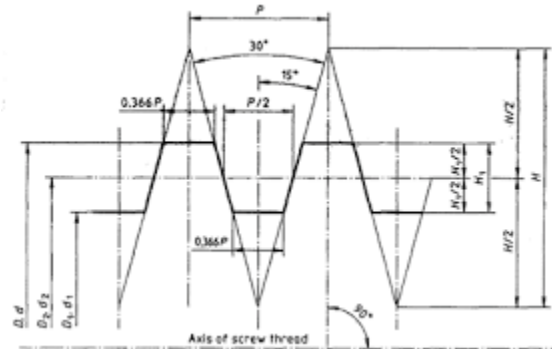


Gambar 3 Detail Ulir Daya Trapesium[7]

ulir trapesium memiliki efisiensi mekanis yang baik karena kemiringan sisi ulir lebih landai dibanding ulir segitiga, sehingga gaya yang diterapkan oleh operator dapat ditransmisikan lebih optimal ke rahang. Hal ini membuat penggunaan ulir trapesium lebih tepat pada aplikasi yang memerlukan presisi tinggi dan daya tahan jangka panjang, termasuk pada proses permesinan manual maupun otomatis. Berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan dengan melakukan identifikasi terhadap objek diperoleh hasil sebagai berikut :

- Major Diameter (d_0) : 26 mm
- Minor Diameter (d_c) : 20.5 mm
- Diameter Rata-rata (d) : $d_0 - \left(\frac{Pitch}{2}\right) = 26 - \left(\frac{5}{2}\right) = 23.5 \text{ mm}$
- Pitch (p) : 5 mm

- e. Kisar Ulir Daya : Tunggal
- f. Tebal Ulir Daya (t) : $\left(\frac{Pitch}{2}\right) = \left(\frac{5}{2}\right) = 2.5 \text{ mm}$
- g. Tinggi Mur (h) : 60 mm
- h. Ulir Aktif (n) : $\left(\frac{h}{p}\right) = \left(\frac{60}{5}\right) = 12 \text{ Ulir Aktif}$
- i. Koefisien Ulir Trapezium (μ_1): $\mu = 0.12$
- j. Sudut Ulir Trapezium (2β) : 30o
- k. Berat Ragum : 12 kg
- l. Gaya yang diterima *power screw* pada ragum berdasarkan kekutan material S45C dapat dilihat dari Tabel 2.7 (P_1) : 58 Kg/mm²



Gambar 4 : ACME (Gen Purpose) Ulir Trapezium[7]

Ulir trapesium merupakan salah satu jenis ulir yang banyak digunakan pada alat pencekam seperti ragum, sekrup torsi, dan perangkat mekanis lain yang membutuhkan gaya aksial tinggi[5]. Bentuk profil ulir ini menyerupai trapesium, dengan sisi miring yang lebih lebar dibandingkan ulir segitiga biasa, sehingga mampu menahan beban aksial yang lebih besar dan distribusi tegangan yang lebih merata. Karena karakteristiknya, ulir trapesium sering dipilih pada sekrup penggerak rahang ragum, di mana gaya penjepitan harus disalurkan secara efisien dari pegangan ke rahang alat. Profil trapesium memungkinkan ulir menahan gesekan tinggi dan beban berat tanpa mengalami deformasi permanen, sehingga ragum dapat memberikan daya pencekam yang stabil dan konsisten.

3.2.1 Perhitungan Gaya Q Yang Bekerja Pada Ulir

Pada ragum, salah satu komponen utama yang menentukan kemampuan penjepitan adalah ulir pengunci, yang menyalurkan gaya dari pegangan ke rahang[12]. Gaya Q merupakan besarnya gaya yang bekerja pada ulir akibat pengoperasian pegangan, baik dari tenaga manusia maupun alat bantu seperti palu atau kunci torsi. Perhitungan gaya ini penting untuk memastikan ulir mampu mentransmisikan daya pencekam secara optimal tanpa mengalami deformasi atau kegagalan.

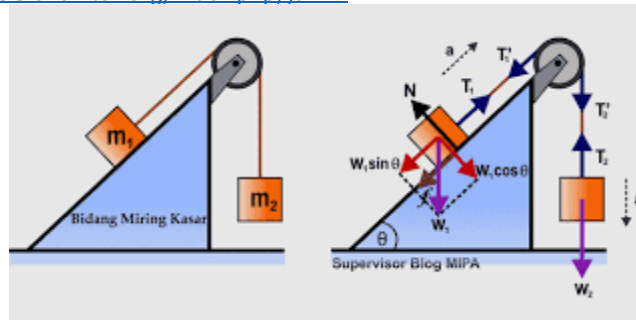
$$Q = \frac{F \cdot L}{0,5d \cdot z}$$

$$= \frac{653,27 \times 200}{\frac{13}{12}}$$

$$= \frac{130\ 654}{1,08} = 120\ 975 \text{ N/mm}^2$$

3.2.2 Perhitungan Kekuatan Pada Ulir Daya

Perhitungan kekuatan ulir daya merupakan bagian penting dalam analisis ragum, karena ulir ini berfungsi mentransmisikan gaya dari pegangan ke rahang sehingga benda kerja dapat dijepit dengan aman dan stabil[15]. Ulir daya harus mampu menahan beban aksial yang diberikan operator serta gaya tambahan akibat proses permesinan, termasuk beban dinamis seperti pukulan palu atau gaya gesek selama pengolahan benda kerja



Gambar 5 : Db. Gaya Yang Terjadi Pada Ulir Daya Membentuk Bidang Miring[11]

Kekuatan ulir daya bergantung pada beberapa faktor utama, yaitu material ulir, geometri profil ulir, diameter nominal, pitch, dan panjang ulir[16]. Pemilihan profil ulir, seperti ulir segitiga atau ulir trapesium, memengaruhi distribusi tegangan dan efisiensi transmisi gaya. Ulir trapesium, misalnya, memiliki sisi miring yang lebih landai, sehingga memungkinkan penyaluran gaya lebih merata dan menahan beban lebih tinggi dibanding ulir standar.

a. Torsi yang terjadi

$$T = P_1 \times L$$

$$= 58 \times 200$$

$$= 11\,600 \text{ kg/mm}^2$$

b. Gaya tekan / gaya dorong

$$T = P \times \left(\frac{d}{2}\right)$$

$$11\,600 = P \times \left(\frac{23,5}{2}\right)$$

$$11\,600 = P \times 11,75$$

$$P = \frac{11\,600}{11,75} = 987,23 \text{ kg}$$

$$= 9\,674 \text{ N}$$

Jadi dapat diketahui dengan perhitungan bahwa kekuatan ulir daya atau *power screw* pada ragum memiliki kekuatan dengan daya sebesar 9 674 N

3.2.3 Perhitungan Beban Aksial (W)

$$P = W \tan (\alpha + \phi_1)$$

$$P = W \tan \left(\frac{\tan \alpha + \phi_1}{1 - \tan \alpha \times \tan \phi_1} \right)$$

$$\tan \alpha = \left(\frac{P}{\pi \cdot d} \right)$$

$$\tan \alpha = \left(\frac{5}{3,14 \times 23,5} \right)$$

$$\tan \alpha = 0,067$$

$$9\,674 = W \left(\frac{0,067 + 0,12}{1 - (0,067 \times 0,12)} \right)$$

$$9\,674 = W \left(\frac{0,187}{0,99196} \right)$$

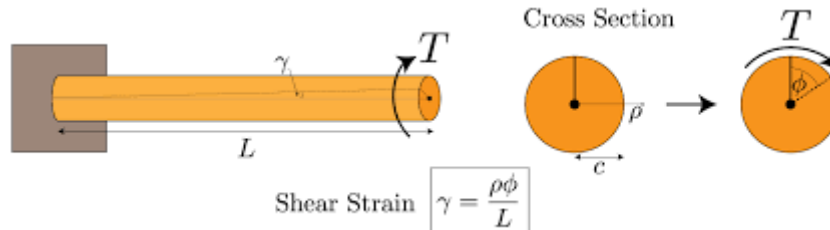
$$9\,674 = W \cdot 0,188$$

$$W = \left(\frac{9\,674}{0,188} \right) = 51\,457 \text{ N/mm}^2$$

Beban aksial yang terjadi pada ulir daya yang terhubung dengan *handle* pemutar ragum adalah sebesar 51 457 N/mm².

3.2.4 Tegangan Geser Akibat Gaya Puntir/Torsi

Dalam mekanika dan permesinan, torsi merupakan gaya memutar yang diterapkan pada suatu poros atau ulir, seperti yang terjadi pada ulir ragum saat pegangan diputar untuk menjepit benda kerja. Torsi ini menyebabkan tegangan puntir (shear stress) pada material ulir, yang berfungsi menyalurkan gaya dari pegangan ke rahang ragum.



Gambar 6 : Dbb. Hubungan Torsi Dengan Tegangan Puntir[7]

Hubungan antara torsi dan tegangan puntir sangat penting untuk menentukan kapasitas ulir atau poros dalam menahan gaya memutar tanpa mengalami deformasi atau kegagalan[15]. Secara umum, semakin besar torsi yang diberikan, semakin tinggi tegangan puntir yang timbul pada penampang ulir. Tegangan ini berdistribusi pada area penampang efektif ulir dan tergantung pada diameter ulir, profil ulir, dan panjang ulir yang terlibat dalam penjepitan

$$\tau_t = \left(\frac{16T}{\pi(d_c)^3} \right)$$

$$\tau_t = \left(\frac{16 \times 11\,600}{3.14 \times (20.5)^3} \right)$$

$$\tau_t = \left(\frac{185\,600}{27\,051.5} \right)$$

$$\tau_t = 6.86 \text{ kg/mm}^2$$

$$= 67,228 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan geser akibat gaya puntir atau torsi pada *power screw* yang terjadi adalah 6,86 kg/mm² atau 67,228 N/mm².

3.2.5 Tegangan Geser Akibat Beban Aksial

Dalam operasi ragum, beban aksial muncul ketika benda kerja dijepit oleh rahang melalui pengencangan ulir[17]. Beban ini menghasilkan tegangan geser pada ulir atau sekrup, yang merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan daya tahan dan keamanan alat. Tegangan geser terjadi akibat gaya aksial yang diteruskan melalui ulir, di mana material ulir harus menahan gaya geser yang cenderung mencoba memindahkan atau merusak permukaan kontak ulir.

- a. Tegangan Geser Pada Ulir

$$\tau_{screw} = \left(\frac{W}{\pi \times n \times d_c \times t} \right)$$

$$\tau_{screw} = \left(\frac{51\,457}{3.14 \times 12 \times 20.5 \times 2.5} \right)$$

$$\tau_{screw} = \left(\frac{51\,457}{1\,931} \right)$$

$$\tau_{screw} = 26.65 \text{ N/mm}^2$$

- b. Tegangan Geser Pada Mur

$$\tau_{nut} = \left(\frac{W}{\pi \times n \times d_0 \times t} \right)$$

$$\tau_{nut} = \left(\frac{51\,457}{3.14 \times 12 \times 26 \times 2.5} \right)$$

$$\tau_{nut} = \left(\frac{51\,457}{2\,449} \right)$$

$$\tau_{nut} = 21,01 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan geser yang terjadi akibat beban aksial pada *screw* dan *nut* yakni 26.65 N/mm^2 pada *screw* dan $21,01 \text{ N/mm}^2$ *nut*.

3.2.6 Tegangan tekan Akibat Gaya Aksial

Dalam perhitungan, tegangan geser dianggap merata pada permukaan ulir yang menahan beban, dengan asumsi material ulir homogen dan isotropik. Faktor-faktor seperti koefisien gesekan antara ulir dan rahang, kualitas permukaan, dan kondisi pelumasan juga mempengaruhi distribusi tegangan geser, sehingga perlu diperhitungkan untuk memastikan keamanan operasi.

$$\sigma_c = \left(\frac{W}{Ac} \right)$$

$$Ac = \left(\frac{\pi}{4} \right) \times (d_c)^2$$

$$= \frac{3,14}{4} \times (20.5)^2$$

$$= 0.785 \times 420.25$$

$$= 329,89 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_c = \left(\frac{51\,457}{329,89} \right)$$

$$\sigma_c = 155,98 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan tekan yang terjadi akibat gaya aksial adalah $155,98 \text{ N/mm}^2$.

3.2.7 Tegangan Geser Maksimum

perhitungan torsi yang diterapkan pada pegangan ragum menunjukkan hubungan langsung dengan tegangan puntir pada ulir. Analisis ini memungkinkan penentuan torsi maksimum yang dapat diberikan tanpa merusak ulir, sehingga operasi penjepitan tetap efektif dan aman. Tegangan puntir yang diperoleh juga menjadi dasar untuk menentukan ukuran ulir dan bahan material agar mampu menahan beban memutar yang berulang selama proses permesinan.

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_c)^2 + 4\tau^2}$$

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{(155,98)^2 + 4(67,228)^2}$$

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{24\,329 + 4 \times 4\,519}$$

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{42\,405}$$

$$\tau_{max} = 0.5 \times 205$$

$$\tau_{max} = 102,5 \text{ N/mm}^2$$

Agar ragum aman pada saat digunakan maka τ_{max} / SF (*Safety Faktor*) yaitu :

$$= \frac{102,5}{5} = 20,5 \text{ N/mm}^2$$

3.3 Hasil Perhitungan dan Pembahasan

Pada bagian ini, disajikan hasil perhitungan daya pencekam, kekuatan ulir, torsi, dan tegangan geser pada ragum berdasarkan data lapangan dan parameter desain yang telah ditentukan sebelumnya. Tujuan dari

analisis ini adalah untuk mengetahui kapasitas operasi ragum, titik lemah potensial, serta faktor keamanan dalam berbagai kondisi penggunaan. Berdasarkan perhitungan ulir daya, diperoleh tegangan aksial maksimum yang dapat ditahan oleh ulir sebelum terjadi deformasi plastis. Hasil ini menunjukkan bahwa ulir trapesium memiliki kemampuan menahan beban lebih tinggi dibanding ulir segitiga standar, karena distribusi tegangan yang lebih merata di sepanjang permukaan ulir. Dengan kata lain, ragum dapat memberikan daya pencekam yang stabil dan aman, bahkan saat diberi gaya tambahan seperti pukulan palu oleh operator. Dari analisa diatas diperoleh data-data sebagai berikut :

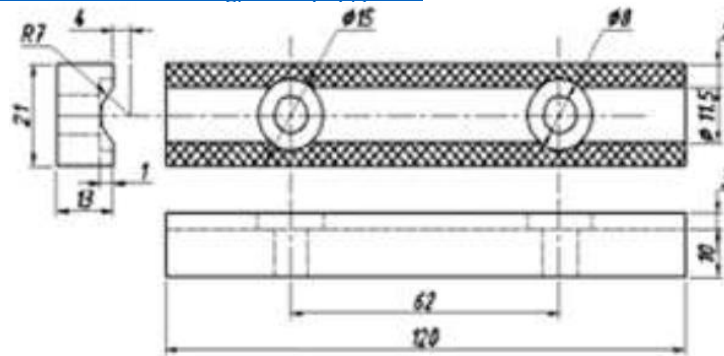
Tabel 1. Hasil Perhitungan Kekuatan Pada Power Screw

Gaya Impuls, Kekuatan dan Tegangan-Tegangan Yang Terjadi	Dalam Kg dan Kg/mm ²	Dalam N dan N/mm ²
Kekuatan Pukulan/Impuls	1020 kg	10000 N
Kekuatan Ulir Daya Ragum	987.14 kg	9674 N
Gaya Q yang bekerja	12097 kg/mm ²	120975 N/mm ²
Tegangan Geser Akibat Gaya Puntir	6.86 kg/mm ²	67.28 N/mm ²
Tegangan Geser Akibat Beban Aksial	Screw 2.71 kg/mm ² Nut 2.14 kg/mm ²	Screw 26.65 N/mm ² Nut 21.01 N/mm ²
Tegangan Geser Akibat Gaya Aksial	15.91 kg/mm ²	155.98 N/mm ²
Tegangan Geser Maksimum	10.45 kg/mm ²	102.5 N/mm ²

Berdasarkan data lapangan dan hasil perhitungan, diperoleh bahwa kekuatan impuls akibat pukulan siswa pada ragum mencapai 10.000 N, sedangkan kekuatan maksimum ulir daya ragum sebesar 9.674 N/mm². Hal ini menunjukkan bahwa impuls yang diterima ragum melebihi kapasitas maksimum ulir, sehingga ulir berpotensi mengalami deformasi, aus, atau bahkan patah jika beban ini diterapkan secara berulang. Kondisi ini menegaskan bahwa beban mendadak akibat pukulan siswa merupakan faktor kritis dalam kerusakan ragum, karena gaya yang diteruskan melalui ulir tidak hanya bersifat aksial tetapi juga menimbulkan tegangan geser dan tegangan puntir yang tinggi pada permukaan ulir. Tegangan yang melampaui batas material dapat mengakibatkan kerusakan lokal pada ulir, sehingga daya pencekam ragum menurun dan benda kerja tidak dapat dijepit secara optimal. Analisis ini juga memperlihatkan pentingnya perencanaan kapasitas ulir dan material ragum agar mampu menahan gaya tak terduga yang mungkin muncul selama proses permesinan. Misalnya, pemilihan ulir trapesium dengan material baja berkekuatan tinggi dapat membantu menahan sebagian beban tambahan, tetapi tetap ada batas maksimum yang harus diperhatikan oleh operator. Selain itu, kondisi ini menekankan perlunya pelatihan operator untuk menghindari penggunaan kekerasan berlebih, serta penerapan prosedur kerja yang aman, sehingga ragum dapat berfungsi dengan baik dalam jangka panjang. Hasil ini menjadi dasar untuk merekomendasikan perbaikan desain, pemeliharaan berkala, dan batas beban operasional, guna mencegah kerusakan ulir dan menjaga performa daya pencekam ragum tetap optimal.

3.4 Rekomendasi *Support* Pada Ragum

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan di lapangan, ditemukan bahwa salah satu faktor utama penyebab kerusakan pada ragum, khususnya pada ulir daya, adalah kerasnya pukulan yang diberikan pada handle ragum saat menjepit benda kerja. Fenomena ini biasanya terjadi ketika operator menggunakan tenaga berlebih atau pukulan langsung dengan palu untuk meningkatkan daya penjepitan. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa desain permukaan rahang atau bibir penjepit ragum turut berkontribusi terhadap perilaku operator tersebut. Pada banyak ragum, permukaan rahang bersifat rata atau datar, sedangkan benda kerja yang dijepit biasanya berbentuk silinder atau bulat memanjang. Ketidacocokan bentuk antara rahang dan benda kerja ini menyebabkan gaya penjepitan tidak merata, sehingga benda kerja cenderung bergeser atau tidak terjepit dengan kuat. Akibatnya, operator merasa perlu meningkatkan gaya dengan memukul handle, sehingga beban impuls yang diteruskan melalui ulir melebihi kapasitas maksimum ulir daya.



Gambar 7. Rancangan Rahang / Bibir Penjepit Support Benda Kerja[12]

Beban berlebih ini menghasilkan tegangan aksial, tegangan puntir, dan tegangan geser yang tinggi pada ulir, yang menjadi penyebab utama deformasi, aus, atau bahkan patahnya ulir. Hasil pengamatan ini menekankan pentingnya desain ergonomis dan profil permukaan rahang ragum yang sesuai dengan bentuk benda kerja. Rahang yang memiliki kontur mengikuti bentuk benda kerja dapat mendistribusikan gaya penjepitan secara lebih merata, sehingga mengurangi kebutuhan operator untuk memberikan pukulan tambahan. Selain itu, faktor material juga memainkan peran penting. Material ulir dan rahang yang memiliki kekuatan tinggi dan ketahanan aus dapat membantu menahan beban tambahan akibat pukulan, namun tetap ada batas maksimum yang tidak boleh dilampaui. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menjadi dasar untuk merekomendasikan perbaikan desain rahang, pelatihan operator, dan prosedur penggunaan yang aman, sehingga ragum dapat berfungsi dengan efektif, aman, dan memiliki umur pakai yang lebih panjang. Dengan memahami interaksi antara bentuk rahang, bentuk benda kerja, dan gaya yang diterapkan operator, perancangan ragum dapat ditingkatkan untuk mengurangi risiko kerusakan ulir daya, memastikan daya penekam optimal, dan meningkatkan keamanan serta kenyamanan pengguna selama proses permesinan



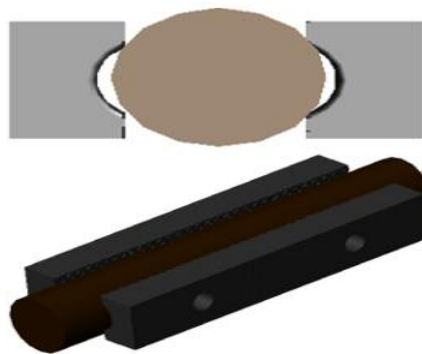
Gambar 8. Rancangan Modifikasi Rahang / Bibir Penjepit

Rahang atau bibir penjepit pada ragum memiliki peran yang sangat penting dalam menyalurkan gaya penjepitan ke benda kerja secara merata. Desain yang tepat memungkinkan ragum untuk menahan beban dengan aman, meminimalkan deformasi ulir, dan menjaga stabilitas benda kerja selama proses permesinan. Oleh karena itu, rancangan rahang harus mempertimbangkan bentuk, kontur, material, dan permukaan kontak dengan benda kerja. Salah satu pendekatan penting dalam rancangan rahang adalah menyesuaikan kontur permukaan rahang dengan bentuk benda kerja yang dijepit. Misalnya, benda kerja berbentuk silinder atau bulat memanjang memerlukan rahang dengan kontur cekung atau melengkung yang mengikuti bentuk benda kerja.



Gambar 9. Rahang Pencekam Sebelum dan Sesudah Modifikasi

Dengan desain ini, gaya penjepitan dapat didistribusikan secara merata, mengurangi kemungkinan benda kerja bergeser dan mencegah operator melakukan pukulan berlebih pada handle ragum. Selain kontur, material rahang juga menentukan kemampuan menahan tekanan. Material yang keras dan tahan aus dapat menahan gaya tinggi tanpa mengalami deformasi, sehingga ulir daya ragum tidak menerima beban berlebih yang bisa merusak kapasitasnya. Untuk aplikasi tertentu, permukaan rahang dapat diberi lapisan anti-slip atau tekstur mikro, yang membantu meningkatkan koefisien gesekan antara rahang dan benda kerja, sehingga gaya penjepitan lebih stabil tanpa menambah gaya berlebihan. Rancangan rahang juga harus mempertimbangkan dimensi dan ketebalan untuk memastikan kekuatan struktural yang memadai.



Gambar 10. Simulasi Pencekam Sesudah Modifikasi

Rahang yang terlalu tipis dapat mengalami deformasi lokal, sementara rahang yang terlalu tebal dapat menambah berat dan mengurangi efisiensi penggunaan ragum. Penentuan tinggi, lebar, dan panjang bibir penjepit disesuaikan dengan ukuran benda kerja yang umum digunakan, serta kapasitas maksimal ragum itu sendiri. Dengan rancangan rahang yang optimal, ragum dapat bekerja dengan efisien, aman, dan memiliki umur pakai yang lebih panjang. Rancangan yang tepat juga mengurangi risiko kerusakan pada ulir daya akibat operator memberikan beban impuls berlebih, sehingga dapat menghindari deformasi dan keausan dini. Hal ini tidak hanya meningkatkan performa ragum, tetapi juga meningkatkan keselamatan kerja dan kualitas hasil permesinan. Secara keseluruhan, rancangan rahang yang baik merupakan kombinasi antara kontur sesuai bentuk benda kerja, material yang tepat, dan dimensi optimal, sehingga ragum dapat menyalurkan gaya secara merata, menahan beban maksimal, dan bekerja secara aman dalam berbagai kondisi operasi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan Analisa Kerusakan Ragum Pada Alat Praktek Sekolah Menengah Kejuruan dari bab IV, maka dapat diambil kesimpulan yaitu Dari perhitungan daya pencekam dan kekuatan ulir ragum, diketahui bahwa ragum mampu menahan gaya maksimum sebesar 9.674 N. Namun, gaya impuls

yang terjadi pada ragum akibat pukulan siswa tercatat sebesar 10.000 N, yaitu lebih besar dari kapasitas maksimum ulir. Hal ini menunjukkan bahwa kerusakan ragum disebabkan oleh beban berlebih yang melebihi kemampuan material dan desain ulir. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa gaya impuls sebesar 10.000 N diperoleh dari perhitungan massa palu sebesar 2 kg, kecepatan pukulan 50 m/s, dan waktu bersentuhan dengan ragum 0,01 s. Faktor-faktor ini secara langsung memengaruhi besarnya gaya yang diteruskan melalui ulir dan rahang ragum, sehingga ulir menerima tegangan aksial, puntir, dan geser yang melebihi kapasitasnya.

Dari dua poin perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa kerusakan ragum sangat dipengaruhi oleh besarnya massa palu, kecepatan pukulan, dan waktu bersentuhan dengan ragum. Kombinasi dari faktor-faktor ini menghasilkan gaya impuls yang melampaui kemampuan daya pencekam ulir, sehingga menimbulkan deformasi atau kerusakan pada ulir. Kesimpulan ini menekankan pentingnya pengendalian metode penggunaan ragum, perancangan ulir yang kuat, serta pelatihan operator agar kerusakan dapat diminimalkan dan umur pakai ragum dapat diperpanjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang Kampus Serang, rekan-rekan dosen, mahasiswa, dan Tim Peneliti Teknik Mesin atas dukungan dan partisipasinya. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi, baik moral maupun material. Semoga kerja sama ini terus berlanjut dan memberikan manfaat bagi masyarakat.

REFERENCES

- [1] F. S. Rudini, "Perancangan Fasilitas Kerja Proses Pengelasan Yang Ergonomis Dengan Menggunakan Metode Design For Manufacture And Assembly (DFMA) Di Bengkel Las Wen," *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 18, no. 1, Jul. 2019, doi: 10.20961/performa.18.1.29824.
- [2] A. R. Nasution, R. Rahmatullah, and J. Harahap, "Pengaruh Variasi Putaran Spindel Terhadap Gaya Potong Pada Proses Pemesinan," *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 92–99, Apr. 2021, doi: 10.38038/vocatech.v2i2.56.
- [3] N. H. Pattiasina, S. Holle, and I. H. Keppy, "Pelatihan Proses Pengelasan Menggunakan Mesin Las Listrik Dalam Upaya Peningkatan Ketrampilan Pekerja Di Desa Rumahtiga," vol. 8, no. 1, Jun. 2018, [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/mobile/Amal->
- [4] I. Azmy *et al.*, "Perancangan Alat Press Baglog Untuk Penanaman Jamur Tiram," May 2023.
- [5] A. Kurniawan *et al.*, "Analisa Kekuatan Dan Kecepatan Pada Rancangan Sistem PENCEKAMAN RAGUM Yang Digunakan Di Mesin Milling Mikron Politeknik Atmi Surakarta," Mar. 2015.
- [6] F. Aswin, N. Pranandita, A. Kiswanto, and S. Hafiz, "Alat Bantu Penggerindaan Slideways Mesin Bubut," 2017.
- [7] H. Sriwindiarto, "Analisis Perancangan Jig Machining Base Crankshaft Pulley Puller pada Mesin CNC Milling dengan Metode FMEA dan FTA di PT. XYZ," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 7, no. 4, pp. 1653–1662, Oct. 2023, doi: 10.33379/gtech.v7i4.3314.
- [8] R. Wijaya, "Peningkatan Kualitas Rear Derailleur Hanger Pada Sepeda Multi Gear Melalui Penambahan Unsur Magnesium," vol. 5, no. 1, pp. 2723–3359, 2024, doi: 10.5281/zenodo.10725225.
- [9] A. Dhany Prasetyo and I. Assagaf, "Kajian Penyebab Kerusakan Capstan Pada Mesin Twisting di PT. Indo Kordsa," 2023. [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [10] Jamaludin, "Analisa Perhitungan Dan Pemilihan Load Cell Pada Rancang Bangun Alat Uji Tarik Kapasitas 3 Ton," Dec. 2018.
- [11] C. Anwar and I. Khumaidillah, "Analisis Kerusakan Eretan Meja Pada Mesin Sekrap Tipe Kloop Model 525 Analysis Of Table Draw Damage On Kloop Model 525 Type Screwing Machine," Dec. 2019.
- [12] D. Supriyatna and D. R. Muttaekid, "Analisis Kerusakan Differential Pada Kendaraan HINO 260 FM (SH17) : Studi Kasus di PT. Hudaya Maju Mandiri," *AEEJ: Journal of Automotive Engineering and Vocational Education*, vol. 2, no. 1, pp. 11–20, May 2021, doi: 10.24036/aej.v2i1.61.
- [13] V. Hubert, "Perancangan dan Pencetakan Prototype Produk Ragum Mini Portabel dengan Rahang Kayu Menggunakan 3D Printing," Dec. 2024, doi: 10.32734/ee.v7i1.2306.
- [14] Muchtar Ginting, "Analisa 'Total Productive Maintenance' Terhadap Efektivitas Produksi Tongkat," Oct. 2009.

- [15] F. Restu, R. Hakim, and F. Saiful Anwar, "Analisa Kekuatan Material ASTM A36 Pada Konstruksi Ragum Terhadap Variasi Gaya Cekam Dengan Menggunakan Software SolidWorks 2013," 2017.
- [16] Robertus Sidartawan, "Perancangan Dan Pengembangan Produk Ragum Dengan Metode Quality Function Deployment (Qfd)," Jul. 2012.
- [17] T. Ojahan, R. Ferry, M. Putra, and Y. Hendronursito, "Analisa Variasi Arus Menggunakan Las Gtaw Pada Material Ss Jis410j1 Dengan Filler Er308l," Jan. 2018.