



Rancangan Mesin Pemotong Kayu Menggunakan Rell Penggeser Dengan Motor Penggerak Daya 400 Watt

Moh. Azizi Hakim¹, Zaenal Muttaqien², Erik Heriana³, Sony Sukmara⁴

^{1,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Teknologi dan Informatika, Universitas Mathla ul Anwar Banten

²Fakultas Teknologi Manufaktur, Universitas Jenderal Achmad Yani Bandung

¹zeehakim@gmail.com ²zamutaqaja@gmail.com ³erik_heriana@gmail.com ⁴sony_sukmara@yahoo.com

Abstract

Large capacity cutting machines are rarely owned by some people because of the expensive machine prices, for small scale or home based industries, the problem in this study is the slow processing time, where they are required to be able to compete with large industries but only by relying on high-capacity cutting machines. small. Of the several existing cutting machines there are still deficiencies, so a modification of the slider is carried out. This refinement aims to be able to vary the cutting pattern in one motion. In this study using the reel method, where the sliding rail can rotate 180°. The cutting force that occurs is 61.6 N with a cutting speed of 324 m/s on yaku mahogany cutting media with an allowable bending of 10.4 kg/mm². The recommended shaft diameter is based on a calculation of 5.7 mm, the shaft diameter used is 12 mm, with a fatigue safety factor value. and the allowable bending stress is 122.6 N/mm², while the shear stress at the weld section is 1.33 N/mm². This tool is very safe to use because the allowable shear stress is 122.6 N/mm². As a result of this modification of the cutting tool, it was successful in making pieces of wood with varied patterns in one cutting motion and shorter processing time.

Keywords: wood cutting machine, cutting machine power, shear stress, bending stress.

Abstrak

Mesin potong yang berkapasitas besar sangat jarang dimiliki oleh sebagian orang karena harga mesin yang mahal, untuk industri berskala kecil atau rumahan, permasalahan pada penelitian ini lambatnya waktu pengerjaan, dimana mereka dituntut untuk dapat bersaing dengan industri yang sudah besar namun hanya dengan mengandalkan mesin potong berkapasitas kecil. Dari beberapa mesin pemotong yang ada masih ada kekurangannya, maka dilakukan modifikasi bagian penggeser. Penyempurnaan ini bertujuan untuk dapat mevariasikan pola potong dalam satu gerakan. Pada penelitian ini menggunakan metode rell, dimana rell penggeser dapat berputar 180°. Gaya potong yang terjadi 61,6 N dengan kecepatan potong sebesar 324 m/s pada media potong yaku mahoni dengan lentur yang diizinkan sebesar 10,4 kg/mm². Diameter poros yang direkomendasikan berdasarkan perhitungan sebesar 5,7 mm, diameter poros yang digunakan 12 mm, dengan nilai faktor keamanan kelelahan. serta tegangan bengkok yang diizinkan 122,6 N/mm², sedangkan tegangan geser pada penampang lasan sebesar 1,33 N/mm², Alat ini sangat aman digunakan karena tegangan geser yang diizinkan sebesar 122,6 N/mm². Hasil dari modifikasi alat pemotong ini, berhasil membuat potongan kayu dengan pola bervariasi dalam satu gerak potong dan waktu pengerjaan lebih singkat.

Kata kunci: mesin pemotong kayu, daya mesin potong, tegangan geser, tegangan lentur.

1. Pendahuluan

Pemotong merupakan pemisahan satu benda padat menjadi dua bagian atau lebih, selain itu proses pemotongan biasanya dilakukan ketika ingin

mendapatkan suatu bentuk tertentu pada suatu benda. Alat yang biasanya dilakukan ketika ingin mendapatkan suatu bentuk tertentu pada suatu benda. alat yang biasa digunakan untuk memotong juga beragam, mulai dari guning, pisau, gergaji dan

lainnya. Proses pemotongan pada mesin ini menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama pada mesin potong.

Pemotong kayu modern merupakan mesin yang dipergunakan untuk kebutuhan pemotong bermedia kayu, berbeda dengan pemotong kayu tradisional, pemotong modern sudah menggunakan mekanisme mesin untuk menggerakkan mata potong, sehingga pengguna dapat mendapatkan hasil pemotongan yang lebih cepat.

Mesin gerinda merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Awalnya mesin gerinda hanya ditujukan untuk benda kerja berupa logam yang keras seperti besi dan stainless steel. Menggerinda dapat bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat, atau dapat juga bertujuan untuk membentuk benda kerja seperti merapikan hasil pemotongan, merapikan hasil las, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut, menyiapkan permukaan benda kerja untuk dilas, dan lain-lain [1].

Pada umumnya mesin gerinda digunakan untuk menggerinda atau memotong logam, tetapi dengan menggunakan batu atau mata yang sesuai kita juga dapat menggunakan mesin gerinda pada benda kerja lain seperti kayu, beton, keramik, genteng, bata, batu alam, kaca, dan lain-lain, perlu juga dipastikan agar kita menggunakannya secara benar karena penggunaan mesin gerinda untuk benda kerja bukan logam umumnya memiliki resiko yang lebih besar [2].

Mesin gerinda merupakan salah satu jenis mesin perkakas dengan mata potong jamak, dimana mata potongnya berjumlah sangat banyak yang digunakan untuk mengasah/memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. Prinsip kerja mesin gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan.

Di Indonesia terdapat berbagai macam kayu yang sering digunakan sesuai dengan kebutuhan, mulai dari kebutuhan meubel, kebutuhan pembuatan rumah dan lain sebagainya. Jenis kayu ini juga dibagi menjadi beberapa bagian tergantung dari tingkat kekuatan dan keawetan kayu itu sendiri. Berdasarkan kekuatan kayu dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelas [3].

- Kelas I : Kayu Jati, sonokeling, Ulin
- Kelas II : Kayu bungur, Akasia, Rasmala
- Kelas III : Kayu Pinus, Meranti Merah, Sungkai
- Kelas IV : Kayu Jeunjing Benuang, Sengon
- Kelas V : Kelas Balasa, Kenanga, Bangkali

Untuk memotong kayu biasanya dibutuhkan bilah gergaji dengan jumlah gigi yang lebih banyak agar mendapatkan hasil potongan yang halus dan rapi. Dengan jumlah gigi yang lebih banyak berarti kerja setiap gigi gergaji menjadi lebih ringan dan lebih sedikit dan permukaan pada kayu yang dipotong tidak

terdapat serpihan-serpihan kecil yang kasar. Bilah gergaji potong biasanya memiliki gigi antara 60 – 80 buah, jumlah gigi yang terdapat pada mata circular saw dengan diameter 4 inchi adalah 30 buah, jumlah gigi mampu menghasilkan potongan yang sangat halus, bahkan apabila menggunakan jenis material baja yang paling berkualitas, hasil potongan bisa terlihat halus mengkilap [4]. Bilah gergaji belah memiliki jumlah gigi yang lebih sedikit, sekitar minimal 24 gigi, akan tetapi mampu menghasilkan kecepatan dorong yang tinggi pada waktu membelah [5]. Gergaji belah membutuhkan sedikit tenaga untuk mencabik kayu. Bahan atau material terbaik yang biasanya digunakan pada mata potong circular saw adalah dari TCT (*Tungsten Carbide Tipped*), dimana keunggulan dari material ini adalah tidak akan mengalami kerusakan/aus apabila berlawanan dengan logam, misalnya jika menggunakan circular saw untuk memotong kayu namun di dalam kayu tersebut terdapat paku beton atau besi lainnya, maka dipastikan circular saw tidak akan mengalami kerusakan pada bagian mata pisau yang mengalami kontak dengan logam tersebut.

Bantalan (*Bearing*) adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan berumur panjang dapat dilihat pada Gambar 1. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka proses seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya.



Gambar 1. Bearing [6]

Klasifikasi bantalan berdasarkan bentuknya :

a. Bantalan Luncur

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan dengan perantara lapisan pelumas. Bantalan luncur mampu menumpu poros berputar tinggi dengan beban besar [7]. Bantalan ini sederhana konstruksinya dan dapat dibuat serta dipasang dengan mudah. Karena gesekannya yang besar pada waktu mulai jalan, bantalan luncur memerlukan momen awal yang besar, memerlukan pendinginan khusus. Sekalipun demikian karena adanya lapisan pelumas, bantalan ini dapat meredam tumbukan dan getaran sehingga hampir tidak bersuara. Tingkat ketelitian yang diperlukan tidak setinggi bantalan gelinding sehingga dapat lebih murah [8].

b. Bantalan Gelinding

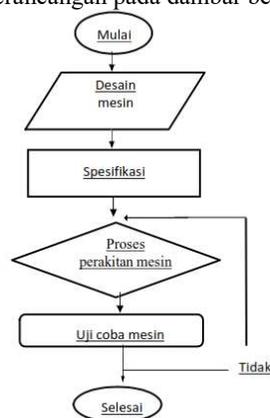
Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum dan rol bulat. Bantalan gelinding pada umumnya lebih cocok untuk beban kecil daripada bantalan luncur [9]. Tergantung pada bentuk elemen gelindingnya. Putaran pada bantalan ini dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen gelinding tersebut. Karena konstruksinya yang sukar dan ketelitian yang tinggi maka bantalan gelinding hanya dapat dibuat oleh pabrik- pabrik tertentu saja.

Adapun harganya pada umumnya lebih mahal dari pada bantalan luncur. Untuk menekan biaya pembuatan serta memudahkan pemakaian, bantalan gelinding diproduksi menurut standar dalam berbagai ukuran dan bentuk. Keunggulan bantalan ini adalah pada gesekannya yang rendah Meskipun ketelitiannya sangat tinggi namun karena adanya gerakan elemen gelinding dan sanka, pada putaran tinggi bantalan ini agak gaduh dibandingkan dengan bantalan luncur. Pada waktu memilih bantalan, ciri masing-masing masih harus dipertimbangkan sesuai dengan pemakaian [6].

Penelitian sebelumnya menggunakan mesin kayu dengan metode multi cutter yaitu gerakan maju dan mundur akan tetapi tidak menggunakan sudut potong. Penelitian yang dilakukan berbeda dengan penelitian yang akan sebelumnya, yaitu menggunakan metode penggeser dengan menggerakkan rangka penggeser yang akan menghasilkan sudut potong sampai 180⁰. Kelebihan penggeser ini akan memudahkan pengguna untuk memvariasikan pola potong dalam satu gerakan.[10].

2. Metode Penelitian

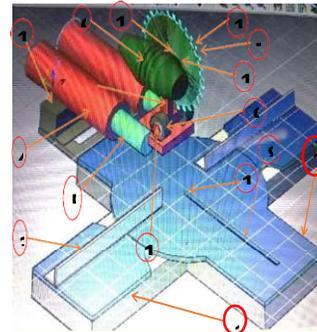
Langkah kerja pembuatan mesin pemotong kayu menggunakan rel penggeser dengan motor penggerak daya 400 Watt ini digambarkan dalam bentuk diagram alir proses perancangan pada dambar berikut :



Gambar 2. Diagram alir perancangan Mesin Pemotong dengan rel penggeser

2.1. Desain Mesin

Membuat desain mesin yang dibutuhkan dalam proses perancangan yang sesuai dengan keinginan dan spesifikasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan capaian target yang diinginkan. Desain mesin meliputi rangka, mata potong dan mesin penggerak. Gambar 3 merupakan desain mesin pemotong dengan rel penggeser.



Gambar 3. Desain Mesin Pemotong dengan rel penggeser

Keterangan :

1. Meja Penampang material
2. Meja pemutar kemiringan
3. Plat penyangga
4. Tabung rel penggeser
5. As rel penggeser
6. Mesin penggerak
7. Mata pisau pemotong
8. Celah mata pisau
9. Cilinder penahan poros.

Dari desain alat pemotong di atas, penulis bertujuan membuat alat tersebut untuk mempermudah dan mempercepat dalam pengerjaan pemotong kayu, dapat menghasilkan pemotongan kayu dengan lebih akurat dan presisi, serta dapat digunakan untuk kebutuhan rumahan maupun industri yang bergerak dibidang pemotongan kayu berskala menengah kebawah.

2.2 Spesifikasi Mesin Pemotong

Pembuatan alat mesin pemotong dengan rel penggeser didesain dengan kapasitas yang nyaman dipakai dan memenuhi keamanan, berikut spesifikasi mesin pemotong:

- | | |
|--------------------------------------------|--------------|
| a. Panjang | : 74 cm |
| b. Lebar | : 66 cm |
| c. Tinggi | : 28 cm |
| d. Daya Motor | : 400 watt |
| e. Kecepatan Motor | : 10.000 rpm |
| f. Kapasitas Potong posisi 90 ⁰ | : 27 cm |
| g. Kapasitas Potong Posisi 45 ⁰ | : 28 cm |
| h. Area potong meja | : 30 x 50 cm |
| i. Diameter mata pisau | : 7 Inch |
| j. Panjang Rel Penggeser | : 23 cm |

2.3. Proses Perakitan Mesin Pemotong

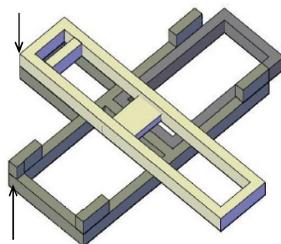
Sebelum perakitan mesin pemotong dengan rell penggeser, terlebih dahulu menyiapkan bahan yang diperlukan untuk kelengkapan mesin pemotong dengan menggunakan rell. Adapun dimensi bahan serta material yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 1. Elemen Bahan

No	Elemen	Dimensi	Material	
1	Kontruksi kerangka	Panjang	74 cm	Galfanis
		Lebar	66 cm	
		Tinggi	28 cm	
		Tebal plat	0,1 cm	
2	Meja Pemutar	Panjang	46 cm	Galvalum
		Lebar	29 cm	
		Tebal plat	0,3 cm	
3	Bearing motor Penggerak	Diameter luar	29 mm	Carbom baja
		Diameter dalam	8 mm	
		Tebal		
4	Poros Penggerak	Diameter	9 mm	Carbon baja
		Panjang	63 mm	
5	Mata pisau pemotong	Diameter	7 Inchi	Carbide Tipped
6	Poros pemutarmeja	Diameter	8 mm	Carbon baja
		Panjang	38 mm	
7	Plat penopang tabung rell	Panjang	12 cm	Carbon baja
		Lebar	3 cm	
		Tebal	0,3 cm	
8	Plat penopang mesin penggerak	Panjang	22 cm	Carbon baja
		Lebar	7 cm	
		Tebal	0,3 cm	

Dari tabel 1 bahan yang akan dirakit dan digabung menjadi suatu alat menggunakan beberapa jenis sambungan yaitu menggunakan pengikat baut serta sambungan las sesuai dengan kebutuhan.

Kerangka merupakan sebuah struktur yang terdiri dari beberapa komponen material yang disusun menjadi sebuah struktur bangunan, dimana struktur tersebut harus kuat dan mampu menahan beban gaya-gaya yang terjadi pada rangka saat mesin dioperasikan. Dalam pembuatan rangka terdapat beberapa cara yang dapat menggabungkan beberapa komponen menjadi kesatuan salah satunya dengan metode pengelasan. Gambar 4 merupakan rangka penggeser mesin pemotong.



Gambar 4. Rangka penggeser Mesin Pemotong

2.4. Uji Coba Mekanisme Kerja Mesin Pemotong

Mekanisme kerja mesin pemotong dengan rell penggeser ini sebenarnya hampir sama dengan mesin pemotong yang sudah ada, namun ada beberapa yang dapat membedakan mesin pemotong dengan rell penggeser dengan yang sudah di pasaran, yaitu adanya rell penggeser, sehingga ini dapat menjangkau media pemotong yang berukuran lebar hanya dengan menggunakan mata pisau yang berukuran kecil. Mekanisme karakterja dapat d uraikan sebagai berikut :

- Hal pertama yang harus dilakukan adalah dengan meletakkan media potong di meja pemotong, kemudian media potong diposisikan dengan plat penahan media potong dan media potong dikunci menggunakan calm.
- Atur posisi kemiringan media potong dengan menggeserkan meja memutar posisi kemiringan, setelah mendapatkan kemiringan yang dibutuhkan kunci pemutar dengan mengencangkan baut yang terdapat pada meja pemutar.
- Tekan tombol power untuk menghidupkan mesin penggerak
- Turunkan mesin penggerak dengan sudut kemiringan 180^0 .
- Tarik rell penggeser dengan menarik mesin penggerak kearah depan.
- Kemudiantahan mesin penggerak diposisi bawah dengan sedikit mendorong kearah belakang sampai mata pisau menyentuh media potong sampai media potong dengan sempurna.
- Matikan power penggerak dengan menekan tombol untuk mematikan mesin.
- Lepas media potong dari mengunci calm

Dalam pembuatan rangka untuk mesin pemotong ada beberapa material yang dapat digunakan, salah satunya besi galvanis. Besi galvanis dipilih untuk pembuatan rangka mesin pemotong karena besi galvanis memiliki beberapa keunggulan jika di bandingkan dengan jenis-jenis besi lainnya yaitu :

- Besi galvanis memiliki tingkat ketahanan yang tinggi, ini disebabkan karena besi galvanis merupakan besi yang memiliki lapisan seng, sehingga dapat terhindar dari karat yang dapat menimbulkan korosi pada besi, sehingga besi galvanis dapat memiliki usia pakai yang lebih lama jika dibandingkan dengan besi biasa.
- Besi galvanis yang memiliki lapisan seng sehingga dapat menjadikannya sebagai besi anti karat, sehingga penggunaan besi galvanis sangat cocok untuk dijadikan alat yang sering digunakan diluar ruangan tanpa khawatir besi akan mengkarat.
- Besi galvanis yang memiliki lapisan seng selain dapat terhindar dari karat besi galvanis juga sangat kuat terhadap pecah, sehingga resiko pecah atau retakan pada besi galvanis sangat kecil.

3. Hasil dan Pembahasan

Dapat dilihat dari gambar 4 kerangka penggeser mesin pemotong ini terdapat 2 bagian kerangka, yang pertama kerangka bawah sebagai penopang keseluruhan dari mesin pemotong, dan yang kedua merupakan kerangka atas yaitu kerangka untuk meja penggeser dimana di atasnya terdapat rell dan motor penggerak. Untuk mengetahui kekuatan dari rangka termasuk layak atau tidaknya, terlebih dahulu harus mencari tahu tegangan yang terjadi pada rangka, tegangan yang terjadi pada rangka adalah tegangan belok, dengan beban keseluruhan sebesar ($F = 24 \text{ kg}$) dan beban ditahan oleh 14 potong rangka maka $F = 24:14 = 1.714$, dengan panjang rangka ($L = 740 \text{ mm}$) maka tegangan bengkok dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$MB = \frac{F \cdot L}{2} \quad (1)$$

$$MB = \frac{1,714 \cdot 740}{2}$$

$$MB = 634,18 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

Setelah tegangan bengkok diketahui, kemudian mencari moment tahanan bengkok. Bahan yang digunakan untuk rangka adalah besi galvanis segiempat dengan ukuran $20 \times 20 \times 1 \text{ mm}$. Maka moment tahanan bengkok dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$Wb = \frac{\frac{1}{6}(b \cdot h^3 - b_1 \cdot h_1^3)}{h} \quad (2)$$

$$Wb = \frac{\frac{1}{6}(20 \cdot 20^3 - 18 \cdot 18^3)}{20}$$

$$Wb = 548,51 \text{ mm}^2$$

Selanjutnya mencari tegangan bengkok yang terjadi pada rangka dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\sigma_b = \frac{Mb}{Wb} \quad (3)$$

$$\sigma_b = \frac{634,18}{548,51}$$

$$\sigma_b = 1.383 \text{ kg/mm}^2$$

Gaya makan adalah besaran keseluruhan proses pemakanan dalam pemotongan, adapun besaran gaya makan dipengaruhi oleh kecepatan jumlah gigi yang memotong, kecepatan potong dan diameter pisau, dapat dihitung melalui persamaan berikut :

$$Fz = \frac{vf \cdot D \cdot \pi}{Vc \cdot Z \cdot 10^3 \text{ mm/m}} \quad (4)$$

$$Fz = \frac{147,6 \times 180 \times \pi}{324 \cdot 80 \cdot 10^3}$$

$$Fz = \frac{83465}{25920}$$

$$Fz = 3,220 \text{ mm}$$

Gaya potong pergigi merupakan sebuah besaran gaya yang terjadi pada satu gigi mata pisau pemotong, adapun gaya potong pergigi dipengaruhi oleh lebar pemotong. Dibawah ini adalah persamaan untuk mengetahui gaya potong pergigi:

$$F_{cz} = a_p \cdot f_z \cdot k_c \quad (5)$$

$$F_{cz} = 2 \cdot 0,322 \cdot 8,7$$

$$F_{cz} = 5,6 \text{ N}$$

Keterangan

F_{cz} = gaya potong per gigi (N)

a_p = lebar pemotongan (mm)

f_z = makan per gigi (mm)

Dari perhitungan diatas maka kita dapat mengetahui jumlah keseluruhan gaya potong, dapat dicontohkan pada mata potong berjumlah 11, maka jumlah tersebut dikalikan gaya potong per gigi

$$Fc = 5,6 \times 11 = 61,6 \text{ N}$$

Pada mesin pemotong ini terdapat kecepatan pemotongan kayu dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Vc = \frac{2(w+l)n}{1000} \quad (6)$$

$$Vc = \frac{2(0,35+55)1800}{1000}$$

$$Vc = 324 \text{ m/s}$$

Dimana :

Vc = Kecepatan pemotongan (m/s)

l = panjang kayu (55 mm)

n = Putaran Spindle (1800)



Gambar 5. Mesin Pemotong dengan rell Penggeser

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pada mesin pemotong kayu menggunakan rel penggeser dengan motor penggerak daya 400 watt didapatkan gaya potong yang terjadi pada mesin sebesar 61,6 N

dengan kecepatan potong sebesar 324 m/s pada media potong berupa kayu mahoni dengan jenis kelas kuat II , dan perhitungan pada poros didapatkan hasil bahwa beban horizontal pada poros sebesar 0,426 kg dengan tegangan lentur yang diizinkan sebesar $10,4kg / mm^2$ diameter poros yang direkomendasikan berdasarkan perhitungan sebesar 5,7 mm dan diameter poros yang di gunakan 12mm, dengan nilai (n) factor keamanan kelelahan lebih besar dari 1. Umur bearing yang didapatkan dengan menggunakan bearing dengan kode 61801 ZZ didapatkan hasil sebesar 673.438.333jam .

Kemudian tegangan bengkok yang terjadi pada rangka sebesar $13,83N / mm^2$ dengan tegangan bengkok yang diizinkan sebesar $122,6N / mm^2$ dengan tegangan geser yang terjadi pada penampang las sebesar $1,33N / mm^2$ dengan tegangan geser yang diizinkan sebesar $122,6N / mm^2$.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa mesin pemotong kayu menggunakan rel penggeser dengan motor penggerak daya 400 watt memiliki kecepatan potong 324 m/s. Poros yang digunakan pada mesin dapat dikatakan aman karena memenuhi syarat berdasarkan hasil dari perhitungan dengan menggunakan nilai factor keamanan , bearing yang dipakai pada mesin dapat digunakan sampai 673.438.333 jam . Dan kekuatan dari kerangka dapat dikatakan aman dan memenuhi syarat karena hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa tegangan bengkok dan tegangan geser pada rangka dan las lebih kecil dari tegangan yang di izinkan .

Daftar Rujukan

- [1] Y. Andriani, B. Besar, T. Pencegahan, and P. Industri, "Kualitas Udara Ruang Proses Produksi di Lingkungan Kerja Industri Pengolahan Kayu," pp. 214–219, 2018.
- [2] E. H. I. Pradana, H. Mahmudi, T. Mesin, F. Teknik, U. Nusantara, and P. Kediri, "Rancang Bangun Alat Pemotong Sentrifugal dan Aplikasi Sistem Pneumatik," pp. 305–310, 2020.
- [3] W. D. Suputra, "Pengaruh Perkembangan Teknologi Terhadap Transformasi Alat Pemotong Kayu," *J. Ilm. Ilmu Sos.*, vol. 2, no. 2, pp. 85–94, 2016, [Online]. Available: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JIIS/article/view/20182>
- [4] C. Soolany, "Pemodelan Dan Analisis Dimensi Untuk Menentukan Torsi Pada Gergaji Piringan Pemotong Kayu," vol. 2, no. 2, pp. 1–7, 2016, [Online]. Available: <https://ejournal.unugha.ac.id/index.php/ratih/article/view/88>
- [5] A. Ardi, A. Rijanto, and S. E. Kurniawan, "Rancang Bangun Mesin Pemotong Balok Kayu Serbaguna Dengan Sistem Kontrol Otomatis," *Majamecha*, vol. 1, no. 2, pp. 77–87, 2019, doi: 10.36815/majamecha.v1i2.537.
- [6] M. Riva'i and N. Pranandita, "Analisa Kerusakan Bantalan Bola (Ball Bearing) Berdasarkan Signal Getaran," *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 10, no. 02, pp. 41–46, 2019, doi: 10.33504/manutech.v10i02.69.
- [7] M. I. Vol and X. I. I. No, "Peningkatan umur bearing pada pompa sentrifugal dengan optimasi penggunaan angular contact ball bearing," vol. XII, no. 5, pp. 19–28, 2018.
- [8] A. Sudiar, "Implementasi dan Perancangan Aplikasi Pada Perencanaan Bantalan dan Bearing," *Poros Tek.*, vol. 8, no. 2, p. 73, 1970, doi: 10.31961/porosteknik.v8i2.371.
- [9] G. Z. Abidin and I. W. Sujana, "Deteksi Kerusakan Bearing Pada Condensate Pump," *Flywheel*, vol. 8, pp. 60–67, 2017.
- [10] D. A. Manimau, Nasarudin, and A. L. Johanis, "Mesin Pemotong Kayu dengan Metode Multi Cutter," *J. Tek. Mesinn Politek. Negeri Kupang*, vol. 3, no. 1, pp. 14–20, 2020.