E-ISSN : 2988-1986
https://ejournal.cahayailmubangsa.institute/index.php/kohesi

Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek
Volume 11 No 1 Tahun 2026

PENGEMBANGAN DESAIN MESIN *WOOD CRUSHER* (POROS DAN PASAK)
DEVELOPMENT OF WOOD CRUSHER MACHINE DESIGN (SHAFT AND PEGS)

Muhammad Syauqi AL Banaa[1], Yunanto Wisnu[2]
[12]Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang, Semarang, Indonesia
E-mail: syauqialbanaa30@gmail.com

ABSTRACT

A wood crusher is a mechanical device specifically designed to reduce the size of wood into finer particles or small pieces. Also known as a wood chipping machine, this equipment is capable of optimizing time efficiency in the wood material disintegration process, supported by a mechanized blade system with high levels of sharpness and durability. The destruction capability of this machine covers various material dimensions, ranging from tree branches to large wood logs. In the construction of this wood chipper, a vital component is the shaft, which functions to transmit rotation and withstand structural loads, both with and without transmitting power. Several crucial parameters that must be analyzed in shaft design include the level of strength, rigidity, critical speed, corrosion resistance, and material selection. In the implementation of this machine, the material applied for the shaft component is ST 37 steel. Aside from the shaft, another essential component is the key, which acts as a locking element to integrate the rotating machine parts. The presence of this key ensures optimal torque transfer, allowing the interconnected shafts to rotate with an angular velocity and twisting moment that are synchronized with its main driving component.
***Keywords**: Wood Crusher Machine, Wood Chipper, Shaft, Key.*

ABSTRAK

Mesin *wood crusher* merupakan perangkat mekanis yang dirancang khusus untuk mereduksi ukuran kayu menjadi partikel yang lebih halus atau potongan-potongan kecil. Alat yang juga dikenal sebagai mesin pencacah kayu ini mampu mengoptimalkan efisiensi waktu dalam proses disintegrasi material kayu karena ditunjang oleh mekanisasi pisau dengan ketajaman dan ketahanan tingkat tinggi. Kemampuan destruksi mesin ini mencakup berbagai dimensi material, mulai dari ranting pohon hingga log kayu berukuran besar. Dalam konstruksi mesin pencacah kayu ini, terdapat komponen vital berupa poros yang berfungsi untuk mentransmisikan rotasi serta menahan beban struktural, baik dengan maupun tanpa menyalurkan daya. Beberapa parameter krusial yang wajib dianalisis dalam perancangan poros meliputi tingkat kekuatan, *rigiditas*, putaran kritis, resistensi terhadap korosi, serta pemilihan material. Pada implementasi mesin ini, material yang diaplikasikan untuk komponen poros adalah baja ST 37. Selain poros, komponen penting lainnya adalah pasak, yang

Article History
Received: Juni 2026
Reviewed:Juni 2026
Published: Juni 2026

Plagiarism Checker No 237.u873247.fh8374

Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

berperan sebagai elemen pengunci untuk mengintegrasikan bagian mesin yang berotasi. Keberadaan pasak ini memastikan terjadinya transfer torsi yang optimal, sehingga poros yang saling terhubung dapat berputar dengan kecepatan sudut dan momen puntir yang selaras dengan komponen penggerak utamanya.

Kata Kunci: Mesin *Wood Crusher*, Pencacah Kayu, Poros, Pasak.

1. PENDAHULUAN

Fenomena akumulasi limbah kayu tidak hanya dipicu oleh aktivitas sektor industri, melainkan juga diproduksi oleh vegetasi di lingkungan domestik maupun area publik. Pertumbuhan pohon yang rimbun di ruang terbuka hijau sering kali menimbulkan degradasi lingkungan dan ancaman keselamatan, seperti risiko keruntuhan ranting serta interferensi dahan terhadap jaringan kabel utilitas listrik. Meskipun tindakan preventif berupa pemangkasan dan pemeliharaan pohon dilakukan secara periodik, material sisa pemotongan berupa dahan dan ranting tersebut sejauh ini masih dikelola secara konvensional. Umumnya, limbah tersebut hanya dialokasikan sebagai bahan bakar kayu atau bahan baku arang tradisional, bahkan sebagian besar sering kali ditelantarkan hingga mengalami pembusukan alami tanpa memberikan nilai tambah ekonomis.

Mengacu pada problematik tersebut, biomassa limbah kayu baik yang bersumber dari residu industri furnitur maupun hasil pemangkasan pohon pada dasarnya menyimpan potensi masif untuk dikonversi menjadi komoditas baru yang fungsional dan bernilai ekonomi tinggi. Guna mengeksplorasi potensi tersebut secara optimal, simultan, dan efisien, diperlukan suatu implementasi inovasi teknologi berupa perangkat mekanis yang memiliki kapabilitas ganda untuk memotong sekaligus mereduksi ukuran kayu menjadi partikel serbuk halus.

Bertolak dari urgensi tersebut, penelitian ini mengorientasikan pada perancangan dan konstruksi mesin *wood crusher*. Sistem mekanis pada perangkat ini diintegrasikan secara simultan melalui dua fungsi operasional utama, yakni mekanisme pisau pemotong dan *hammer mill*. Komponen pisau difungsikan untuk mereduksi dimensi material kayu bervolume besar menjadi fragmen-fragmen kecil, yang kemudian secara otomatis didistribusikan langsung ke dalam ruang destruksi hammer. Sebaliknya, untuk residu kayu yang sejak awal telah berdimensi kecil, material dapat langsung diumpankan ke dalam ruang pencacahan tanpa harus melewati tahapan pemotongan primer.

Melalui kontinuitas mekanisme tersebut, seluruh limbah kayu akan dikonversi secara total menjadi partikel serbuk dengan kualitas homogen. Dimensi final dari produk serbuk kayu ini dikontrol secara presisi oleh komponen saringan yang diposisikan pada bagian bawah ruang

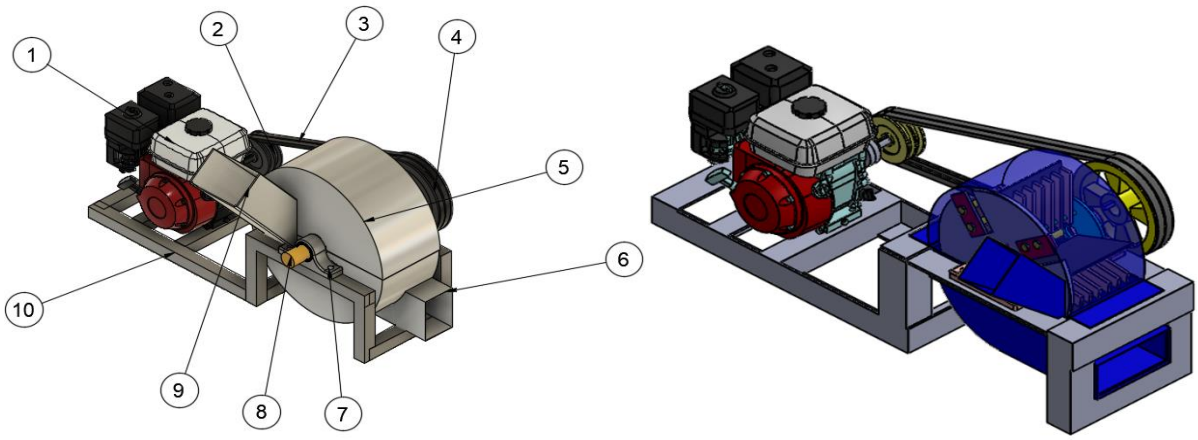
pencacah; material kayu yang belum mencapai batas lolos ukur standar secara otomatis akan mengalami proses *retretmen* hingga mampu melewati filter. Melalui implementasi rekayasa teknologi mesin *wood crusher* ini, pemanfaatan residu industri furnitur serta limbah pemeliharaan pohon diharapkan dapat diminimalisasi sekaligus ditransformasikan menjadi komoditas ekonomi yang produktif dan bernilai tambah.

2. METODE PENELITIAN

Target jangka panjang dari riset ini berorientasi pada optimalisasi utilisasi limbah kayu melalui konversi material sisa menjadi produk fungsional bernilai ekonomis tinggi, yang diimplementasikan melalui rancang bangun dan manufaktur perangkat mekanis pencacah limbah kayu. Metodologi penyelesaian masalah diawali dengan studi literatur guna mengompilasi data komprehensif terkait spesifikasi teknis, analisis komparatif performa sistem, serta identifikasi elemen struktural produk, yang kemudian dilanjutkan dengan pemodelan geometris rancangan secara digital menggunakan perangkat lunak *Autodesk Fusion* 360. Tahapan tersebut diintegrasikan dengan analisis komputasi dan kalkulasi teknis terhadap setiap komponen struktural, di mana hasil perhitungan matematisnya dijadikan sebagai parameter dasar dalam penentuan material yang representatif, sebelum diakhiri dengan fase inventarisasi serta preparasi peralatan dan bahan produksi yang diperlukan.

Dalam tahapan manufaktur komponen mesin pencacah limbah kayu ini, penentuan proses fabrikasi wajib diselaraskan dengan spesifikasi geometris desain yang telah direncanakan. Prosedur pemesinan utama mengintegrasikan proses pembengkokan, pembubutan, pengefraisan, pengeboran, serta pengelasan. Setelah fase fabrikasi selesai, perakitan elemen mekanis baik komponen hasil manufaktur mandiri maupun komponen standar eksternal seperti motor bensin, mata pisau, V-*belt*, *pulley*, dan *pillow block bearing* dilakukan secara bertahap yang diawali dari konstruksi rangka struktural utama. Proses ini diakhiri dengan fase inspeksi kualitas dan verifikasi dimensi guna menguji kesesuaian produk aktual terhadap cetak biru desain geometris awal. Output dari rekayasa ini adalah prototipe mesin destruksi kayu yang dalam perkembangannya mengalami modifikasi fundamental pada konfigurasi pisau pemotong dan mekanisme reduksi ukuran; material serpihan kayu dipotong secara mekanis sebelum dihancurkan melalui interaksi antara hammer dan sekat pembatas hingga menjadi partikel halus, yang kemudian diekstraksi melalui saringan menuju saluran pengeluaran.

Adapun komponen dari mesin setelah perubahan desain adalah:



Gambar 1. Hasil Rancangan Mesin Pencacah Limbah Kayu

Keterangan:

1. Motor Penggerak
2. Puli Kecil (Puli Penggerak)
3. Sabuk-V
4. Puli Besar (Puli Yang Digerakan)
5. Ruang Cacah
6. Saluran Keluar Kayu
7. Bearing Duduk
8. Poros Penggerak
9. Saluran Masuk Kayu
10. Kerangka Mesin

2.1 Poros

Poros adalah sebuah elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya dari tempat yang satu ke tempat yang lainnya. Daya dihantarkan poros oleh beberapa gaya tangensial dan torsi. Daya dipindahkan dari poros yang satu ke poros yang lain diperlukan alat transmisi daya seperti *pulley*, roda gigi, dan lain-lain. Alat transmisi daya ini memberikan gaya-gaya yang dapat mengakibatkan bending dan beban torsi pada poros. Dengan kata lain, sebuah poros digunakan untuk mentransmisikan torsi dan momen bending.

Berikut adalah rumus untuk mencari nilai dari torsi, torsi ekivalen, dan diameter poros.

a. Torsi yang terjadi pada poros:

$$T = \frac{P \; x \; 60}{2\pi \text{ x } N} \quad \text{.....(1)}$$

Keterangan:

T = torsi (N.m)
P = daya (Watt)
N = kecepatan putar (rpm)

b. Torsi ekuivalen:

$$Te = \sqrt{(km \; x \; m)^2 + (kt \; x \; T)^2} \quad \text{.....(2)}$$

Keterangan:

Te = torsi ekuivalen (Nm)
M = momen bending (Watt)
T = torsi (kg.mm)

c. Momen ekuivalen:

$$Me = \frac{1}{2} \text{ (km } x \text{ M} + \sqrt{(km \; x \; M)^2 + (kt \; x \; T)^2} \text{) .....(3)}$$

Keterangan:
km dan kt = ketentuan nilai pembebanan kejut pada poros
M = momen bending (kg.mm)
T = torsi (N.m)

d. Diameter poros:

$$d^3 = \frac{16 \text{ x Te}}{\pi.\tau s} \quad \text{.....(4)}$$

$$d^3 = \frac{32 \text{ x } M_e}{\pi\ \sigma_b} \quad \text{.....(5)}$$

Keterangan:
d = diameter pros (mm)
Te = momen bending (Watt)
τs = tegangan geser maksimum (MPa atau kg/mm²)
σ_b = tegangan ijin bending (MPa atau kg/mm²)

2.2 Pasak

Pasak adalah sepotong baja ringan yang disisipkan antara poros dengan puli yang dihubungkan untuk mencegah gerakan relatif diantara poros dan puli. Pasak selalu disiipkan sejejar dengan sumbu poros. Fungsi pasak adalah mentransmisikan torsi ke penghubung ataupun sebaliknya, mencegah gerakan relatif yang terjadi antara poros dengan elemen mesin yang disatukan [1]. Jenis-jenis pasak dibagi menjadi beberapa yaitu : Pasak benam, pasak pelana, pasak tangen, pasak bulat dan pasak alur [4].

Dalam penggunaan pasak di industri teknik, pasak telah di tetepkan proposional standarnya. Standar pasak dapat dilihat dalam Tabel 1. proposional standar pasak berikut:

Tabel 1. Proposional standar pasak menurut IS [1]

Diameter poros	Penampang pasak		Diameter poros	Penampang pasak	
	Lebar (mm)	Tebal (mm)		Lebar (mm)	Tebal (mm)
6	2	2	44	14	9
8	3	3	50	16	10
10	4	4	58	18	11
12	5	5	65	20	12
17	6	6	75	22	14
22	8	7	85	45	25
30	10	8	95	50	28
38	12	8	110	56	32

.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem penggerak utama pada mesin wood crusher ini mengaplikasikan motor bensin berkapasitas daya 6,5 HP pada kecepatan nominal 3600 rpm, yang kemudian direduksi menjadi kecepatan operasional efektif sebesar 1800 rpm. Penurunan kecepatan tersebut diakomodasi oleh sistem transmisi *pulley-belt* yang mengintegrasikan tiga alur sabuk dengan rasio perbandingan diameter puli sebesar 1:2. Secara fungsional, perangkat mekanis ini dirancang untuk mendestruksi material kayu atau biomassa limbah dengan batasan diameter maksimal 100 mm, serta mampu mencapai kapasitas produksi optimum hingga 30 kg/menit. Output yang dihasilkan berupa partikel serbuk kayu homogen sebagai bahan baku manufaktur papan partikel. Operasional mesin ini mengombinasikan dua mekanisme kerja simultan di dalam ruang penghancur, meliputi tahapan pemotongan primer memanfaatkan 4 buah komponen pisau yang terpasang pada *disk*, serta tahapan pencacahan sekunder oleh 24 buah komponen hammer; material yang telah terfragmentasi menjadi partikel halus kemudian diekstraksi melewati *screen* menuju saluran pengeluaran akhir *discharge chute*.

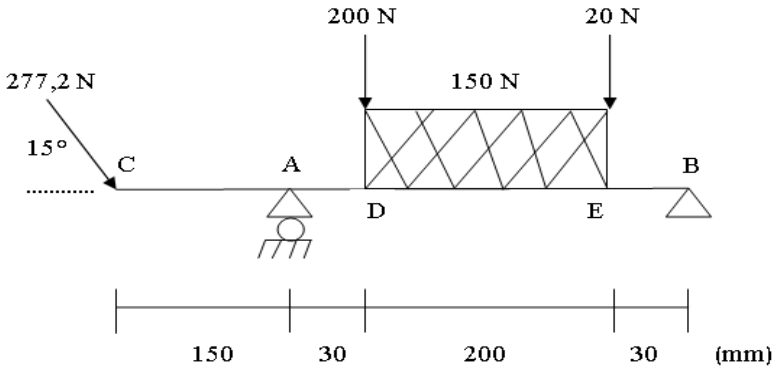
3.1 Perhitungan Poros

Spesifikasi perencanaan poros, bahan yang digunakan untuk poros adalah baja ST37. Diketahui pada Tabel 2. kekuatan bahan baja dibawah ini:

Tabel 2. Kekuatan Bahan Baja [7]

	Bahan	Modulus Elastisitas	Modulus Geser	Resistansi Max	Resistan extension	Tegangan tarik berulang	Tegangan tarik berganti	Tegangan bengkok berulang	Tegangan bengkok berganti	Tegangan puntir berulang	Tegangan puntir berulang
		E	G	Rm	Re	$\sigma t.ul$	$\sigma t.gt$	$\sigma b.ul$	$\sigma b.gt$	$\tau b.ul$	$\tau b.gt$
	St 37	210.000	80.000	370	240	240	175	340	200	170	14
	St 42	210.000	80.000	420	260	260	190	360	220	180	150
	St 50	210.000	80.000	500	300	300	230	420	260	210	180
	St 52	210.000	80.000	520	320	320	240	430	280	220	190

Perhitungan Poros penggerak dapat dicari dengan data-data sebagai berikut, daya motor (P) adalah 4847,05 watt atau 6,5 HP; kecepatan putaran sebesar 1800 rpm; bahan poros yang digunakan yaitu Baja ST37; tegangan geser (τs) sebesar 170 N/mm2; tegangan bending (σb) sebesar 340 N/mm2. Dapat dilihat dari Gambar 2. mengenai pembebanan pada poros.



Gambar 2. Skema Kesetimbangan Gaya Poros

$\Sigma M_A = 0$

$R_B(260)-20(230)-200(30)-150(200)(1/2x200+30)+277,2 \sin 15^\circ(150) = 0$

$260\ R_B- 4600- 3900000+10761,6 = 0$

$260\ R_B = 3899838,4$

$R_B = 14999,378$ N

$\Sigma M_B = 0$

$R_A(260)-277,2 \sin 15^\circ (410)-200(230)-20(30)-150(200)(1/2x200+30)= 0$

$260\ R_A - 29415,30- 4600-600-3900000= 0$

$260\ R_A=3976015,3$

$R_A = 15292,366$ N

Kontrol :

$R_A + R_B = 200+150(200)+20+277,2 \sin 15^\circ$

30291,744 N = 30291,744 N (Oke)

1. Mencari momen di setiap titik

BMD

MC = 0

$MA = -277,2 \sin 15^\circ(150)$

$= -10761,69$ Nmm

$MD = -277,2 \sin 15^\circ (180)+15292,366(30)$

$= 44586,94$ Nmm

$ME = -277,2 \sin 15^\circ(380)+15292,366(230)-200(200)-150(200)x1/2(200)$

$= 449981,21$ Nmm

$MB = -277,2 \sin 15^\circ(410)+15292,366(260)-200(230)-150(200)\ (1/2x200+30)-20(30)$

= -0,14

= 0

SFD

Titik C = -277,2 sin 15°

= -71,744 N

Titik A = -71,744+15292,366

= 15220,622 N

Titik D = 15220,622-200

= 15020,622 N

Titik D-E = D-150(200)

= 15020,622-30000

= -14979,378 N

Titik E = -14979,378-20

= -14999,378 N

Titik B = E + R_B

= -14999,378+14999,378

= 0 (Oke)

2. Mencari torsi

$$T = \frac{60 \times P}{2 \pi n} = \frac{60 \times 4847{,}05}{2 \times 3{,}14 \times 1800}$$

= 25,727 Nm

= 25727 Nmm

3. Mencari diameter poros dipengaruhi oleh torsi ekuivalen

Tabel 3. Faktor Keamanan Poros

Nature of load	K_m	K_t
1. Stationary shafts		
(*a*) Gradually applied load	1.0	1.0
(*b*) Suddenly applied load	1.5 to 2.0	1.5 to 2.0
2. Rotating shafts		
(*a*) Gradually applied or steady load	1.5	1.0
(*b*) Suddenly applied load with minor shocks only	1.5 to 2.0	1.5 to 2.0
(*c*) Suddenly applied load with heavy shocks	2.0 to 3.0	1.5 to 3.0

(Sumber : R.S.Khurmi & J.K.Gupta, 2005)

Keterangan :

Km (koefisien momen) : 3,0 untuk beban sama secara terus menerus

Kt (koefisien torsi) : 3,0 untuk beban sama secara terus menerus

Te = $\sqrt{(km\ x\ M)^2 + (kt\ x\ T)^2}$

Te = $\sqrt{(3\ x\ 449981{,}21)^2 + (3\ x\ 25727)^2}$

Te = $\sqrt{1822347804186{,}58 + 5956906761}$

Te = $\sqrt{1828304710947{,}58}$

Te = 1352148,18 Nmm

$d^3 = \frac{16\ x\ T_e}{\pi\ \tau_s}$

$d^3 = \frac{16\ x\ 1352148{,}18}{3{,}14\ x\ 170}$

$d^3 = \frac{21634370{,}88}{533.8}$

d^3 = 40528,98

d = 34,35 mm ≈ 30 mm

4. Mencari diameter poros dipengaruhi oleh moment ekuivalen

Me = $\frac{1}{2}$ (km x M + $\sqrt{(km\ x\ M)^2 + (kt\ x\ T)^2}$)

Me = $\frac{1}{2}$ (3 x 449981,21+ $\sqrt{(3\ x\ 449981{,}21)^2 + (3\ x\ 25727)^2}$)

Me = $\frac{1}{2}$ (2702091,8138)

Me = 1351045,9069

$d^3 = \frac{32\ x\ M_e}{\pi\ \sigma_b}$

$d^3 = \frac{32\ x\ 1351045{,}9069}{1067{,}6}$

d^3 = 40495,943

d = 34,34 mm ≈ 30 mm

Diameter poros yang digunakan mesin minimal 30 mm. Diameter poros sesungguhnya yang digunakan pada mesin adalah poros dengan diameter dalam 35 mm, karena menyesuaikan bearing yang ada di pasaran.

3.2 Pasak

Komponen pengunci yang diimplementasikan pada konstruksi mesin *wood crusher* ini adalah jenis pasak benam persegi panjang. Pemilihan jenis pasak tersebut didasarkan pada

beberapa keunggulan fungsional, antara lain kemampuannya dalam mendistribusikan beban gaya secara merata di sepanjang permukaan pasak, efektivitasnya dalam mentransmisikan momen puntir yang besar untuk kebutuhan komersial, serta kemudahan dalam aspek manufaktur maupun proses bongkar-pasang dan penyetelan mekanis. Mengacu pada spesifikasi standar teknis yang tercantum pada Tabel 1, penentuan dimensi geometris pasak diselaraskan dengan parameter diameter poros aktual yang telah dihitung sebesar 30 mm; dari parameter tersebut, diperoleh ukuran nominal pasak sebesar 10 mm untuk lebar (b) dan 8 mm untuk tinggi (h) .

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perancangan serta kalkulasi teknis pada komponen poros dan pasak mesin *wood crusher* untuk utilisasi limbah kayu, dapat disimpulkan bahwa perangkat mekanis ini memiliki kapabilitas untuk mereduksi material kayu berdiameter maksimum 100 mm menjadi partikel serbuk halus, yang memproyeksikan potensi pemanfaatan sebagai bahan baku manufaktur papan partikel maupun industri furnitur. Target luaran dari riset ini ditandai dengan terealisasinya satu unit prototipe mesin pencacah yang fungsional untuk mengoptimalkan efisiensi konversi biomassa limbah kayu menjadi produk turunan bernilai guna tinggi, seperti media tanam organik atau bahan dasar kerajinan tangan. Secara spesifik, pengujian struktural menetapkan penggunaan material baja ST 37 dengan parameter diameter 30 mm untuk komponen poros utama, serta pengaplikasian komponen pasak pengunci yang memiliki dimensi geometris standar dengan lebar 10 mm dan tinggi 8 mm.

DAFTAR PUSTAKA

Bahari, A. (2019). *Perancangan mesin penghancur kayu menjadi serbuk untuk bahan dasar particle boards kapasitas 15 kg/jam* (Skripsi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara). Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.

BBC News. (2010). *Scientists make bones from wood*. http://news.bbc.co.uk/2/hi/health

H. Midi, S. R. (2016). Perencanaan dan pembuatan mesin potong kayu. *Kinematika*, *1*(2), 61–74.

Jurnal Politeknik Negeri Ujung Pandang. (n.d.). *Perancangan mesin penghancur kayu*. poliupg.ac.id

Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). *A textbook of machine design (SI Units)*. Eurasia Publishing House.

Mufti, M., Saifudin, & Fatur R, D. (2019). Rancang bangun mesin pencacah kayu sistem crusher penghasil serpihan kayu untuk bahan dasar pembuatan papan partikel. *Mekanika*, *5*(2), 28–36.

Setya B. A, A. (2018). *Perancangan mesin crusher kayu untuk menghasilkan serbuk kayu dengan kapasitas 50 kg/jam sebagai bahan dasar pembuatan particle board* (Skripsi, Universitas Muhammadiyah Malang). Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.

Sularso. (1991). *Dasar perancangan dan pemilihan elemen mesin*. PT. Pradnya Paramita.

Sutarman, I. W. (2015). Pemanfaatan limbah industri pengolahan kayu di Kota Denpasar. *Pasti*, *10*(1), 15–22.

UNS Institutional Repository. (n.d.). *Rancang bangun mesin wood crusher untuk pemanfaatan limbah kayu poros dan pasak*. uns.ac.id

Wikipedia. (2020, Februari 20). *Kayu*. https://id.wikipedia.org/wiki/Kayu