

PENGEMBANGAN MESIN DOWEL 3 IN 1 PEMBUAT PASAK KAYU UNTUK PEMBANGUNAN PERAHU NELAYAN DI WILAYAH PESISIR MADURA

Windra Iswidodo¹, Mohammad Anas Fikri², Tristiandinda Permata³, Mohammad Abdullah⁴

^{1,3,4}Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Negeri Madura

²Jurusan Teknik Mesin Alat Berat, Politeknik Negeri Madura

Email: iswidodo@poltera.ac.id

ABSTRACT

The coastal area of Madura has many fishing boats or fishing vessels of various types and sizes. The construction of traditional ships is carried out by groups of workers or traditional shipyards which are not permanent, technological readiness is still minimal, and the workforce is very limited. Especially in traditional shipyards in the coastal area of Madura or throughout Indonesia's coastal areas, which still rely on skills from generation to generation, so it is difficult to achieve the ship size desired by the customer, even the deviation of the size in tons can reach 25 percent. This situation shows the weakness of the technology applied in the traditional shipbuilding industry. Therefore, the technology of dowel making machine for making wooden dowels is carried out 3 in 1 with the function of shaving wood, cutting wood as desired and sharpening pegs or wood. All work is done in one machine which can be done automatically by setting the desired peg size and running with a microcontroller system. Tests have been carried out on a 3 in 1 dowel machine using 2 motors, the average time is equal to or more than 1 minute/1 piece of peg. Testing the tool using 1 motor obtained an average time of less than 30 seconds to produce 1 wooden peg.

Keywords: Traditional Shipbuilding, Dowel Machine, Automation, Fishing Boat

ABSTRAK

Daerah pesisir Madura banyak terdapat perahu nelayan atau kapal penangkap ikan dengan berbagai jenis dan ukuran. Pembangunan kapal tradisional dilakukan oleh kelompok pekerja atau galangan kapal tradisional yang tidak permanen, kesiapan teknologi masih minim, dan tenaga kerja yang sangat terbatas. Khususnya di galangan tradisional wilayah pesisir Madura atau seluruh kawasan pesisir Indonesia yang masih mengandalkan kemampuan secara turun temurun sehingga sulit untuk mencapai ukuran kapal yang diinginkan oleh pemesan, bahkan penyimpangan ukuran dalam ton tersebut bisa mencapai 25 persen. Keadaan ini seperti ini menunjukkan lemahnya teknologi yang diterapkan di industri galangan kapal tradisional. Maka dari itu dilakukan pengembangan teknologi mesin dowel pembuat pasak kayu 3 in 1 dengan fungsi menyerut kayu, memotong kayu sesuai dengan keinginan serta melancarkan pasak atau kayu. Semua pekerjaan dilakukan dalam satu mesin yang dapat dilakukan secara otomatis dengan membuat pengaturan ukuran pasak yang diinginkan dan dijalankan dengan sistem mikrokontroler. Pengujian telah dilakukan pada mesin dowel 3 in 1 dengan menggunakan 2 motor, diperoleh rata-rata waktu sama dengan atau lebih dari 1 menit/ 1 buah pasak. Pengujian alat dengan menggunakan 1 motor diperoleh rata-rata waktu kurang dari 30 detik untuk menghasilkan 1 buah pasak kayu.

Kata kunci: Galangan Kapal Tradisional, Mesin Dowel, Otomatisasi, Perahu Nelayan

Diterima Redaksi: 25-07-2022 | Selesai Revisi: 09-08-2022 | Diterbitkan Online: 30-08-2022

1. Pendahuluan

Armada penangkapan ikan di laut ditunjang kapal yang terlibat di dalam kegiatan perikanan, diantaranya adalah aktifitas penangkapan ikan di laut. Jumlah kapal penangkap ikan yang beroperasi di perairan Indonesia adalah 635.329 unit, kategori dan ukuran kapal atau perahu adalah kapal motor, perahu motor tempel dan perahu tanpa motor tempel dengan ukuran <5 GT sampai >200 GT [1]. Jumlah armada penangkapan ikan di perairan Jawa Timur sebesar 60.536 unit dan jumlah alat penangkapan ikan sebesar 168.893 unit [1].

Industri perikanan tangkap di Indonesia merupakan industri yang cukup strategis dalam perekonomian nasional. Hal ini dapat dilihat dari potensi sumberdaya perikanan yang terkandung di wilayah perairan nasional dan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) yang mencapai lebih dari 6 juta ton/tahun. Potensi yang berlimpah tersebut juga didukung oleh keanekaragaman biota laut yang mencapai ribuan spesies. Namun, pemanfaatan potensi sumberdaya yang melimpah tersebut belum optimal, khususnya untuk perairan samudera.

Hal ini dikarenakan terbatasnya ukuran kapal yang digunakan untuk menangkap ikan.

Kapal merupakan sarana utama yang diperlukan untuk melakukan kegiatan perikanan, seperti pengangkutan, penangkapan ikan, dan penelitian. Agar dapat melakukan fungsinya dengan baik, kapal perlu dibangun dengan perencanaan yang baik. Selain itu, kapal juga perlu dirawat dan diperbaiki secara periodik. Tempat yang digunakan untuk membangun dan memperbaiki kapal adalah galangan.

Pada umumnya para pengrajin kapal kayu di Kecamatan Sreseh menggunakan jenis kayu trembesi dengan cara menggunakan alat serut kayu manual yang membutuhkan tenaga. Cara tersebut terlalu rumit dan tidak efisien. Alat yang digunakan dalam pembuatan pasak kayu para pengrajin kapal kayu di Kecamatan Sreseh dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pembuatan Pasak Kayu Manual

Proses penyerutan yang terlihat pada gambar diatas memerlukan tenaga yang kuat dan diperlukan ketelitian agar pukulan tepat tidak mengenai tangan. Dari pemakaian alat tersebut tidak menghasilkan pasak yang sempurna dikarenakan pada alat tidak ada penahan untuk kayu sehingga menghasilkan bentuk pasak yang tidak sempurna atau bengkok seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Pelancian dan hasil pasak kayu

Pasak merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai alat penyambung kayu antara

kayu satu dengan kayu lainnya. Pada umumnya proses ini dilakukan pada penyambungan papan [2]. Proses penyambungan papan ini digunakan pada konstruksi maupun lambung kapal kayu. Pasak kayu dibutuhkan dalam perakitan kapal kayu. Untuk menghasilkan pasak kayu diperlukan proses yang panjang, mulai dari pemotongan kayu, dilanjutkan dengan proses penyerutan kayu sampai kayu berbentuk silinder dan yang terakhir proses pelancian sehingga menjadi sebuah pasak. Mesin pembuat dowel kayu perahu nelayan. Metode pelaksanaan penelitian ini menggunakan metode VDI (Verein Deutsche Ingenieuer / Persatuan Insinyur Jerman) 2222. mesin pembuat dowel kayu perahu nelayan menggunakan mekanisme kerja mesin bubut tetapi mata potong bergerak [3].

Selanjutnya Rancang bangun mesin dowel untuk pembuatan kayu silinder dengan diameter 10 mm sampai 20 mm untuk industry gagang sapu dan sangkar burung dengan metode yang digunakan dalam perancangan alat bantu pembentuk pasak kapal kayu sistem pres [4]. Penelitian ini adalah metode tindakan dan uji coba. Hasil modifikasi alat sistem pres untuk pembuatan pasak mampu memproduksi pasak, dengan waktu pembentukan untuk 1 batang pasak selama 3,6 detik, waktu ini relatif lebih baik bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

Alat bantu pembentukan pasak kapal kayu ini, memiliki spesifikasi alat sebagai berikut tinggi 990 mm, Panjang 500 mm, Lebar 200 mm Sesuai dengan sifat kuat, keras tahan lama dan tahan pada cuaca kayu jati dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kapal laut, rumah, bantalan rel kereta, rangka konstruksi jembatan [4].

Proses perancangan dan pembuatan mesin potong kayu merancang dimensi mesin potong kayu $900 \times 350 \times 350$ mm dan Gergaji yang digunakan pada mesin potong kayu berbentuk lurus dengan panjang 120 mm, tebal 2 mm dan gerak gergaji vertikal bolak-balik sepanjang 30 mm. Mesin potong kayu menggunakan daya motor 0,25 Hp atau 200 watt dengan tingkat keamanan pada mesin potong kayu setelah dilakukan perhitungan teoritis mulai dari sistem transmisi, poros, dan rangka yaitu kecepatan

sabuk $A = 5,58 \text{ m/detik}$ dan $B = 2,39 \text{ m/detik} \leq 30 \text{ m/detik}$. Proses manufaktur dan perakitan mesin potong kayu setelah dilakukan perhitungan teoritis mulai dari bubut, frais, tabs, gurdi dan las memakan waktu $564,34 \text{ menit}$ atau $\pm 10,9 \text{ jam}$ [5].

2. Metode Penelitian

Pembuatan mesin dowel guna pembuatan pasak telah banyak dibuat dan dipasarkan secara umum. State of the art dari usulan riset terapan ini adalah pembuatan mesin dowel pembuat pasak kayu 3 in 1 yang dapat bekerja secara otomatis untuk dapat mengembangkan industri galangan tradisional di wilayah Madura sehingga mampu meningkatkan kapasitas perahu nelayan yang dapat dibangun.

2.1 Identifikasi Analisis Teknik Kecepatan Gergaji

Kecepatan Gergaji [6]

$$v = \frac{s}{t}$$

Dengan:

s = Jarak (m)

v = kecepatan (m/s)

t = Waktu (s)

Gaya Pisau Gergaji [6]

$$F = \sigma_g \times A$$

(Shigley, 1983 : 40)

Dengan :

σ_g = tegangan geser kayu (Kg/cm^3)

F = Gaya (Kg)

A = luas penampang

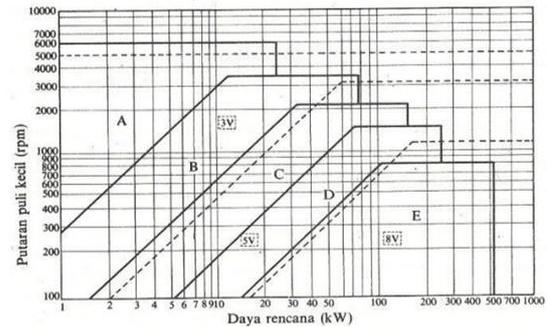
Daya Rencana Motor Listrik [7]

$$P = F \times v$$

Dengan:

P = Gaya motor listrik (Hp)

Perancangan Sabuk-V dan Puli Pemilihan sabuk ditentukan dengan diagram seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemilihan Sabuk

Perancangan Poros [8]

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P}{n}$$

Dengan:

T = Momen puntir (kg/mm)

P = Daya rencana (Hp)

n = Putaran poros (Rpm)

Perencanaan Bantalan [9]

Beban dinamis ekuivalen bantalan gelinding

$$F_e = (X_r \cdot V \cdot F_r + Y_a \cdot F) K_s$$

Dengan:

V = faktor rotasi (1 untuk semua tipe bantalan ketika cincin dalam yang berputar)

K_s = faktor service

F_r = Gaya radial (N)

F_a = Gaya Aksial (N)

Umur bantalan [9]

$$L = \left[\frac{C}{F_e} \right]^k \times 10^6$$

Dengan:

L_b = Umur pakai bantalan (putaran)

C = Beban dinamis izin (N),

$F_e b$ = Beban dinamis ekuivalen bantalan (N)

k = faktor dinamis bantalan (3 untuk bantalan bola)

2.2 Speed Reducer

Merupakan sebuah transmisi yang berfungsi sebagai alat penurunan kecepatan putaran dari suatu motor penggerak dengan perbandingan rasio tertentu yang terdapat pada spesifikasi speed reducer. Dari poros output, speed

reducer terbagi atas tiga jenis, yaitu: WPA, WPS (samping), WPO (atas) dan WPX (bawah). Di dalam speed reducer terdapat perbandingan rasio yang dapat dihitung dengan cara:

$$i = \frac{N_1}{N_2}$$

Dimana:

i = perbandingan reduksi

N_1 = input putaran motor penggerak (rpm)

N_2 = output putaran (rpm)

2.3 Kayu

Kayu merupakan salah satu bagian dari pohon yaitu bagian batang, cabang, maupun ranting. Kayu adalah bahan atau produk yang berasal dari alam. Karena berasal dari alam kayu termasuk produk yang ramah lingkungan. Kayu yang dipakai harus memenuhi syarat agar mampu menahan berat beban dan aman serta memiliki ketahanan dan keawetan dalam penggunaannya. Ukuran kayu yang digunakan beragam sesuai dengan kegunaan [10].

Tabel 1. Jenis Kayu [11]

Nama Kayu	Kelas		Pemakaian
	Awet	Kuat	
Jati	I-II	II	Semua bagian kapal
Acacia	II	III	Konstruksi diatas garis air Bagian konstruksi diatas garis air
Gelam	II-III	II	Papan geladak, konstruksi diatas garis air
Meranti			Lunas, gading, linggi, dan bagian lainnya
Trembesi	I-II	I	
Jati	I-II	I-II	Semua bagian kapal

Sesuai dengan sifat kuat, keras tahan lama dan tahan pada cuaca kayu jati dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan sebagai kapal laut, rumah, bantalan rel kereta, rangka konstruksi jembatan. Berikut adalah pembagian jenis-jenis kayu yang digunakan pada konstruksi kapal, mengacu pada BKI peraturan kapal kayu 1996 [11], seperti pada Tabel 1.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Penyerut

1. Luas Penampang Pisau

Diketahui:

Tegangan geser kayu (τ_g) = $15 \text{ kg/cm}^3 = 1,47 \text{ N/mm}^2$

Tebal Pisau (T) = 0,1 mm

Lebar Pisau (L) = 25 mm

$$\begin{aligned} A &= T \times L \\ &= 0.1 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \\ &= 2,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Gaya Pemotong Pisau

$$\begin{aligned} F &= \tau_g \times A \\ &= 1,47 \text{ N/mm}^2 \times 2,5 \text{ mm}^2 \\ &= 3,67 \text{ N} \end{aligned}$$

3. Torsi Pisau

$$\begin{aligned} T &= F \times r \\ &= 3,67 \text{ N} \times 10 \text{ mm} \\ &= 36,7 \text{ Nmm} \\ &= 0,037 \text{ Nm} \end{aligned}$$

3.2 Perhitungan Gergaji

$$T = F \times D$$

Dimana:

T = Torsi (Nm)

F = Gaya (Newton)

m = Massa (kg)

g = Gravitasi (m/s^2)

D = Diameter (m)

$$\begin{aligned} T &= F \times D \\ &= m \times g \times D \\ &= 0,058 \times 10 \times 0,02 \\ &= 0,011 \text{ Nm} \end{aligned}$$

3.3 Perhitungan Pelancip

1. Luas Penampang Pisau

Diketahui:

Tegangan geser kayu (τ_g) = $15 \text{ kg/cm}^3 = 1,47 \text{ N/mm}^2$

Tebal Pisau (T) = 0,1 mm

Lebar Pisau (L) = 23 mm

$$\begin{aligned} A &= T \times L \\ &= 0.1 \text{ mm} \times 23 \text{ mm} \\ &= 2,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Gaya Pemotong Pisau

$$\begin{aligned} F &= \tau g \times A \\ &= 1,47 \text{ N/mm}^2 \times 2,3 \text{ mm}^2 \\ &= 3,38 \text{ N} \end{aligned}$$

3. Torsi Pisau

$$\begin{aligned} T &= F \times r \\ &= 3,38 \text{ N} \times 10 \text{ mm} \\ &= 0,03 \text{ Nm} \end{aligned}$$

3.4 Daya Motor Yang Direncanakan

N_1 (putaran motor listrik) = 1492 rpm

N_2 (putaran poros dengan alat) = 9000 rpm

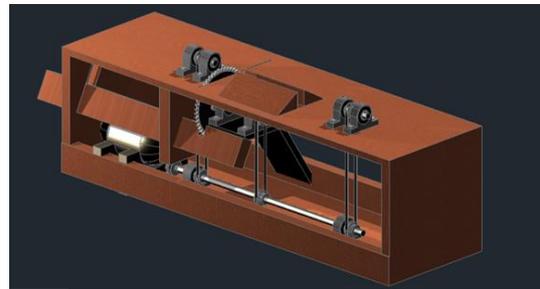
$$\begin{aligned} P &= T \times \omega \\ P &= \frac{T \times 2\pi \times N_2}{60} \times \mu \text{ mekanik} \\ P &= \frac{0,078 \times 2 \times 3,14 \times 9000}{60} \times 0,8 \\ P &= 58,7 \text{ Watt} \\ P &= 0,7 \text{ HP} \end{aligned}$$

3.5 Proses Desain

Penentuan desain dilakukan dengan menentukan berapa panjang pasak kayu yang dibutuhkan kemudian ukuran bahan yang akan digunakan. Ukuran pasak kayu yang biasa digunakan berukuran 20 cm dan diameter pasak 12 mm sehingga menggunakan poros dengan diameter 20 mm dan jarak antara pelancip dan pemotong adalah 20 cm. Karena menggunakan poros 20 mm maka, diameter untuk block bearing dan pulley adalah 20 mm. Setelah penentuan ukuran tersebut untuk komponen-komponen pelancip apabila dirakit menjadi satu kesatuan memiliki ukuran 20 cm dan penyerut 15 cm. Untuk ukuran kayu panjang yang sebagai pemasukan awal adalah panjang minimal 40 cm dan tebal 15-20 mm.

Ukuran-ukuran berdasarkan data tersebut maka ditentukan ukuran panjang meja adalah 100 cm, lebar 50 cm dan tinggi 50 cm guna menghemat biaya dan kenyamanan manusia pada saat menggunakan alat. Berdasarkan tinggi meja maka ditentukan ukuran v-belt adalah 40 cm untuk alat penyerut dan pelancip

dan 33 cm untuk pemotong. Sehingga alat dapat diilustrasikan pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Desain mesin dowel 3 in 1

3.6 Pembuatan mesin dowel 3 in 1

Pada pembuatan mesin dowel 3 in 1 ini terdiri dari 3 komponen utama, yakni proses pembuatan alat penyerut, pelancip dan pembuatan alat pemotong. Dari 3 komponen alat yang telah dibuat, kemudian dirakit pada meja dan disambungkan dengan motor menggunakan v-belt sehingga alat dapat digunakan. Seperti pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Mesin dowel 3 in 1

Seperti yang terlihat pada Gambar 5 alat pembuat pasak ini menggunakan 2 motor. Satu motor dengan daya 1/2 HP untuk menggerakkan gergaji sebagai pemotong, dan satu motor lainnya dengan daya 1 HP untuk menggerakkan dua buah alat sekaligus yaitu alat penyerut dan pelancip.

3.4 Pengujian mesin dowel 3 in 1

Setelah semua komponen alat sudah dirancang menjadi suatu alat pembuat pasak otomatis yang utuh, kemudian dilakukan pengujian pada alat yang telah dibuat yaitu dengan melakukan percobaan proses pembuatan pasak dengan alat tersebut.

3.4.1 Pengujian dengan 2 motor

Tabel 2 Hasil Pengujian dengan 2 motor

Jenis kayu	Waktu (s)	Rata-rata (s)
Acacia	155	98,6
	87	
	54	
Jati	90	64,6
	54	
	50	
Manual	500	>400-600

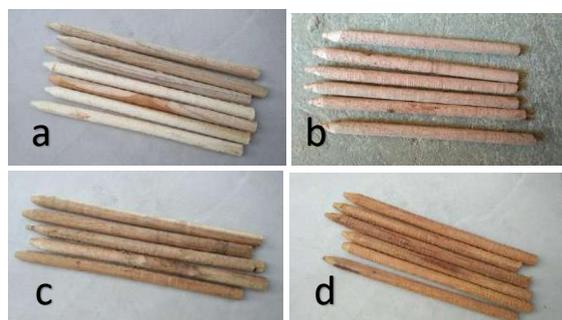
Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada alat pembuat pasak otomatis yang telah dibuat, dalam rata-rata waktu beberapa detik sudah dapat menghasilkan 1 buah pasak kayu yang sudah siap digunakan pada penyambungan kapal kayu. Untuk jenis kayu acacia membutuhkan rata-rata waktu 98,6 detik, kayu Jati membutuhkan rata-rata waktu 64,6 detik.

3.4.2 Pengujian dengan 1 motor

Tabel 3 Hasil Pengujian dengan 1 motor

Jenis kayu	Acasia	Meranti	Jati	Gelam	Trembesi
Waktu (s)	22	17	16	15	10
	23	17	16	16	10
	24	18	17	17	11
	25	20	20	17	14
	25	22	22	23	15

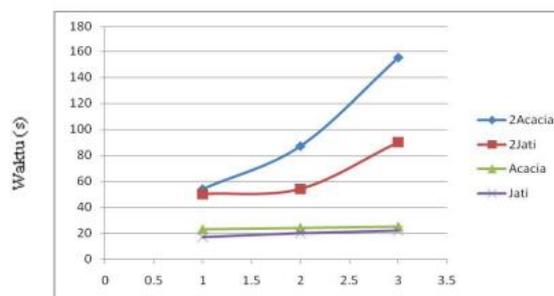
Pada hasil pengujian Tabel 3 telah diuji menggunakan beberapa jenis kayu dengan rata-rata waktu kurang dari 30 detik untuk menghasilkan 1 buah pasak kayu. Dengan hasil pembuatan pasak kayu seperti pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Hasil Pembuatan pasak kayu a) acacia, b) gelam, c) jati, dan d) trembesi

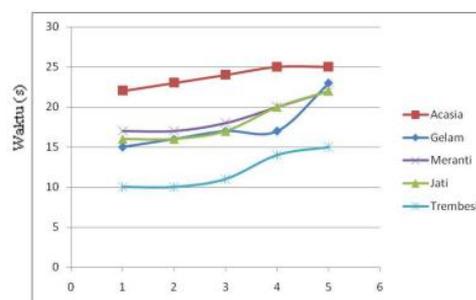
3.5 Analisa hasil

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada alat pembuat pasak kayu otomatis dengan menggunakan 2 motor, mulai dari proses penyerutan, pelancian, dan pemotongan diperoleh rata-rata waktu untuk menghasilkan 1 buah pasak pada jenis kayu akasia adalah 98,6 detik dan jati adalah 64,6 detik. Dengan rata-rata keseluruhan adalah sama dengan atau lebih dari 1 menit/ 1 buah pasak.



Gambar 7. Grafik perbandingan 1 motor dan 2 motor

Setelah dilakukan pengujian alat dengan 1 motor diperoleh rata-rata waktu 23,8 detik untuk kayu acacia, 18,8 detik untuk kayu meranti, 18,2 detik untuk kayu Jati, 17,6 detik untuk kayu gelam, dan 12 detik untuk kayu trembesi. Jadi untuk penggunaan alat dengan 1 motor memerlukan waktu kurang dari 30 detik untuk menghasilkan 1 buah pasak kayu.



Gambar 8. Grafik pengujian dengan 1 motor

4. Kesimpulan

Desain alat yang sesuai adalah menggunakan poros dengan diameter 20 mm, pulley 20 mm, block bearing 20 mm, v-belt 40 cm untuk penyerut dan pelancip, v-belt 33 cm untuk pemotong, mata gergaji 20 mm, plat 60x 16, untuk meja menggunakan ukuran panjang 100 cm, lebar 50 cm dan tinggi 50 cm agar lebih

menghemat biaya, mudah dan nyaman digunakan manusia, dan menggunakan motor penggerak dengan daya 1 HP.

Dalam pembuatan pasak kayu manual dengan ukuran 20 cm membutuhkan waktu lebih dari 5 menit untuk menghasilkan 1 buah pasak kayu, sedangkan menggunakan alat otomatis membutuhkan waktu kurang dari 30 detik untuk menghasilkan 1 buah pasak. Jadi, perbandingan penggunaan alat pembuat pasak manual dengan otomatis adalah 1:10.

5. Ucapan Terima Kasih

Kami sampaikan ucapan terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Vokasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi melalui program Riset Keilmuan Terapan Dalam Negeri Dosen PT Vokasi dan sumber pendanaan dari Lembaga Pengelola Dana Pendidikan tahun anggaran 2021

Daftar Pustaka

- [1] PUSDATIN Pusat Data, *Profil Kelautan Dan Perikanan Provinsi Jawa Timur Untuk Industrialisasi Kelautan dan Perikanan*.
- [2] F. Mangngi, O. Aty, J. T. Mesin, and P. N. Kupang, "Perancangan Alat Bantu Pembentuk Pasak Kapal Kayu Sistem Pres Design of Forming Tools Peg Wooden Boat System Pres," pp. 107–115.
- [3] A. Winata and A. M. Vanesha, "RANCANG BANGUN MESIN PEMBUAT DOWEL KAYU," 2021.
- [4] P. Akhir, "RANCANG BANGUN MESIN DOWEL UNTUK PEMBUATAN KAYU SILINDER DENGAN DIAMETER 10 SAMPAI 20 MM UNTUK INDUSTRI GAGANG SAPU DAN SANGKAR BURUNG," 2016.
- [5] H. M. H. Midi and R. S. Siswanto, "Perencanaan Dan Pembuatan Mesin Potong Kayu," *Sci. J. Mech. Eng. Kinemat.*, vol. 1, no. 2, pp. 61–74, 2016, doi: 10.20527/sjmekinematika.v1i2.28.
- [6] European Environment Agency (EEA), "Proses Perancangan Mesin Jig Saw," vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [7] Subagja, *Sains Fisika Sma*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [8] Sularso, *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pt. Paradnya Paramita, 2002.
- [9] J. Isma Putra Boy, Hidayat Alfian, *Elemen Mesin*

Teknik Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2008.

- [10] J. Rilatupa, "Pemanfaatan kayu pada bangunan di permukiman," *Univ. Kristen Indones.*, vol. 8, no. November, pp. 1–14, 2016, [Online]. Available: <http://repository.uki.ac.id/id/eprint/331>
- [11] BKI, "Peraturan Kapal Kayu," Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia, 1996.