

# Manufacturing Prototype Adjustable Wood Cutting Machine Table Using Circular Saw

## [Pembuatan Prototipe Meja Mesin Pemotong Kayu Dapat Disesuaikan Menggunakan Gergaji Bundar]

Fahrizal Elfaldi Soewanto<sup>1)</sup>, Mulyadi<sup>\*2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: [mulyadi@umsida.ac.id](mailto:mulyadi@umsida.ac.id)

**Abstract:** A prototype of an adjustable wood cutting machine table was designed to cut wood at angles ranging from 45° to 90° using a circular saw blade. In the manufacturing industry, especially in the furniture sector, selecting the right cutting tool is crucial to enhancing productivity and product quality. The prototype manufacturing process involved cutting, assembling, and painting components, with a total working time of approximately 16 hours, using tools such as hand drills, circular saws, cutting grinders, and electric welding, as well as materials like sheet metal and plywood. The research findings indicated a difference of 6 hours and 15 minutes between actual and theoretical manufacturing times. The prototype construction cost amounted to Rp 2,370,126. The implementation of this prototype is expected to support increased productivity and product quality in the furniture industry, providing an effective solution to improve operational efficiency and the quality of production in the related industry.

**Keywords:** circular saw, productivity, quality, prototype, manufacturing industry

**Abstrak:** Prototipe meja mesin pemotong kayu adjustable dirancang untuk memotong kayu pada sudut 45° hingga 90° menggunakan mata pisau circular saw. Dalam industri manufaktur, terutama di sektor mebel dan furnitur, pemilihan alat pemotong yang tepat sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas produk. Proses pembuatan prototipe melibatkan pemotongan, perakitan, dan pengecatan komponen dengan waktu pengerjaan total sekitar 16 jam, menggunakan alat seperti bor tangan, mesin circular saw, gerinda potong, dan las listrik, serta bahan seperti besi plat dan multiplek. Hasil penelitian ini, dari sisi proses manufaktur didapatkan perbedaan waktu aktual dan teoritis sebesar 6 jam 15 menit. Pembuatan prototipe menghabiskan biaya sebesar Rp 2.370.126,00. Implementasi prototipe ini diharapkan dapat mendukung peningkatan produktivitas dan kualitas produk di industri mebel dan furnitur, sehingga menjadi solusi efektif untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas hasil produksi dalam industri terkait.

**Kata Kunci :** Gergaji Bundar, produktivitas, kualitas, prototipe, industri manufaktur

## I. PENDAHULUAN

Kayu memiliki peran sentral dalam kehidupan saat ini, terutama dalam konstruksi dan industri. Kayu digunakan dalam beragam aplikasi, termasuk konstruksi, pembuatan perabot, bahan bakar, dan berbagai jenis kegunaan lainnya. Kekhasan kayu yang beragam, seperti daya tahan, ketahanan terhadap berbagai kondisi cuaca, kemudahan dalam pengolahan, dan fleksibilitas penggunaannya dalam beragam produk, menjadikannya bahan mentah yang sangat berharga [1]. Di sektor konstruksi, sifat-sifat kayu sangat beragam, tergantung pada jenis kayu, metode penggergajian (gubal dan membran), dan arah pemotongan (radial, tangensial, dan memanjang) [2].

Seiring dengan kemajuan teknologi dan pertumbuhan populasi di Indonesia, semangat inovasi manusia semakin tumbuh[3]. Mereka berusaha untuk memenuhi kebutuhan masa depan dengan memanfaatkan perkembangan teknologi mesin di berbagai sektor kehidupan. Sebagai contoh, industri mebel berusaha mengikuti tren modernisasi teknologi yang sudah ada. Di sektor industri kayu, upaya dilakukan untuk menciptakan produk berkualitas dengan efisiensi kerja yang tinggi[4].

Saat ini, Dalam industri manufaktur, terutama di sektor mebel dan furniture, terdapat banyak faktor yang memengaruhi produktivitas. Faktor-faktor ini dapat dilihat dari segi internal maupun eksternal. Salah satu faktor internal yang memiliki pengaruh signifikan terhadap produktivitas adalah beragamnya jenis alat pemotong yang digunakan secara manual[5].

Alat pemotong kayu, seperti gergaji tangan, gergaji lintang, dan pahat kayu, memainkan peran utama dalam proses produksi di industri mebel dan furniture. Keberagaman alat pemotong ini mencakup berbagai model dan desain

yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan spesifik dalam pembuatan produk. Sebagai contoh, gergaji tangan mungkin digunakan untuk pemotongan kasar dan cepat, sementara gergaji lintang mungkin lebih cocok untuk pemotongan yang lebih presisi dan kompleks[6].

Penting untuk dijelaskan bahwa pemilihan alat pemotong kayu yang tepat dapat memengaruhi efisiensi, kecepatan, dan akurasi dalam proses produksi. Sebagai contoh, pemilihan gergaji dengan mata pisau yang sesuai dengan jenis kayu tertentu dapat meningkatkan kecepatan pemrosesan dan mengurangi risiko kerusakan pada bahan. Keandalan dan kemudahan penggunaan alat pemotong kayu juga berkontribusi pada tingkat produktivitas secara keseluruhan.

Ketika membahas faktor internal ini, perusahaan manufaktur harus mempertimbangkan keberagaman alat pemotong kayu yang ada di pasar, serta melibatkan karyawan dalam pemilihan dan penggunaannya[7]. Pelatihan yang baik dan pemahaman mendalam tentang berbagai alat pemotong kayu dapat membantu meningkatkan keterampilan operator, sehingga mereka dapat memaksimalkan potensi alat pemotong yang digunakan.

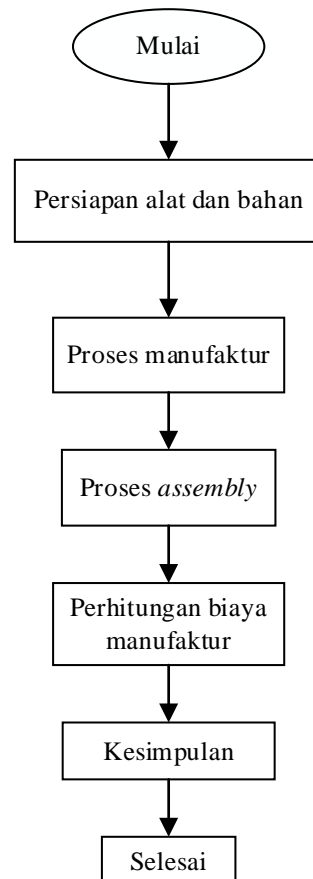
Dengan memahami dampak dari keberagaman alat pemotong kayu secara manual pada produktivitas, perusahaan dapat mengoptimalkan proses produksi mereka, meningkatkan kualitas produk, dan pada akhirnya mencapai tingkat efisiensi yang lebih tinggi dalam industri manufaktur mebel dan furniture.

*Grinder* adalah salah satu alat yang umum digunakan untuk meratakan, mengurangi permukaan, memotong, dan bahkan mengasah. Mesin penggiling biasanya dipakai di tempat kerja untuk memotong beragam bahan. Meskipun mesin gerinda umumnya digunakan untuk menggerinda atau memotong logam, dengan penggunaan batu atau mata yang sesuai, kita juga dapat menggunakan mesin gerinda untuk benda kerja lain seperti kayu, beton, keramik, genteng, bata, batu alam, kaca, dan lainnya. Namun, penting untuk memastikan penggunaannya sesuai dengan aturan yang benar karena penggunaan mesin gerinda untuk benda kerja non-logam umumnya memiliki risiko yang lebih tinggi[8].

Oleh karena itu, peneliti merasa tertarik untuk merancang sebuah prototipe meja pemotong kayu yang dapat disesuaikan untuk memotong sudut sekitar 45° hingga 90°. Dalam perancangan prototipe pemotong kayu ini, digunakan mata pisau *circular saw blade* dan memiliki kemampuan untuk melakukan pemotongan dalam posisi diagonal (45°) maupun vertikal (90°). Dengan adanya prototipe meja pemotong kayu yang dapat menyesuaikan sudut ini, diharapkan dapat meningkatkan presisi dalam proses pemotongan sehingga menghasilkan hasil yang lebih sempurna dan dapat mempercepat waktu proses pemotongan kayu. Penelitian tersebut diberi judul "*Manufacturing Prototype Meja Mesin Pemotong Kayu Adjustable Menggunakan Circular saw*".

## II. Metode

Supaya penelitian ini berjalan sesuai dengan yang direncanakan, maka dibuat diagram alir seperti pada Gambar 1. Diagram alir ini dimulai dari persiapan alat dan bahan, proses manufaktur, proses assembly, perhitungan biaya manufaktur, kesimpulan.



Gambar 1. diagram alur penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Persiapan Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pembuatan prtotype meja mesin pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw* adalah seperti pada Tabel 1. Adapun bahan yang digunakan untuk membuat prtotype meja mesin pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Alat yang digunakan

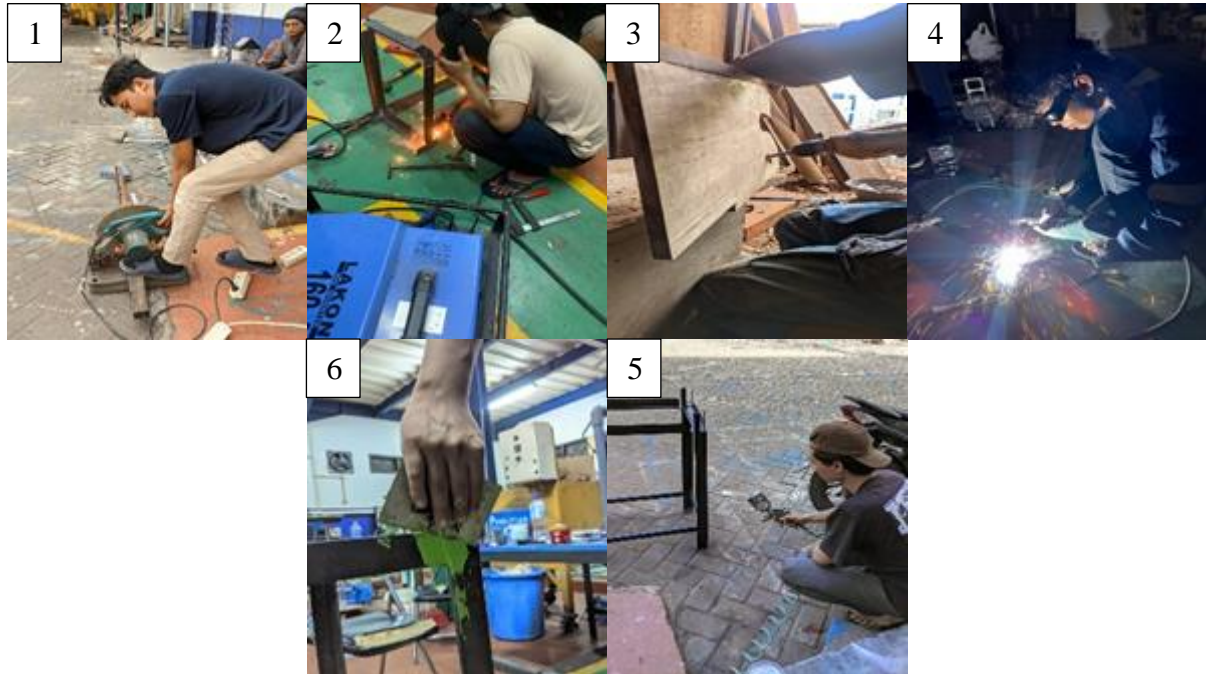
No	Nama Alat	No	Nama Alat
1	Bor tangan	9	Kikir
2	Mesin <i>circular saw</i>	10	Ragum
3	Ragum	11	Jangka sorong
5	Kunci inggris	12	Penggaris
6	Tang	13	Gergaji kayu
7	Obeng	14	Alat bending
8	Palu besi	15	Penitik

Tabel 2. Bahan yang digunakan

No	Nama Bahan	No	Nama Bahan
1	Besi plat	9	Ring
2	Multiplek	10	Cat besi
3	Cover pisau	11	Dempul
5	Motor <i>assy table saw</i>	12	Paku
6	Besi Siku	13	Baut
7	Saklar	14	Cat kayu
8	Besi hollow	15	Elektroda

## B. Proses Manufaktur

Dalam tahap pembuatan, perakitan komponen-komponen dilakukan dengan cermat dan presisi, memperhatikan standar industri untuk pemilihan bahan berkualitas guna memastikan kekuatan, daya tahan, dan performa optimal, sementara pemasangan sistem penyesuaian sudut pemotongan juga dipertimbangkan dengan desain yang memudahkan dalam proses pembuatan alat. Tahapan proses manufaktur pembuatan *prototype* meja mesin pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses manufaktur

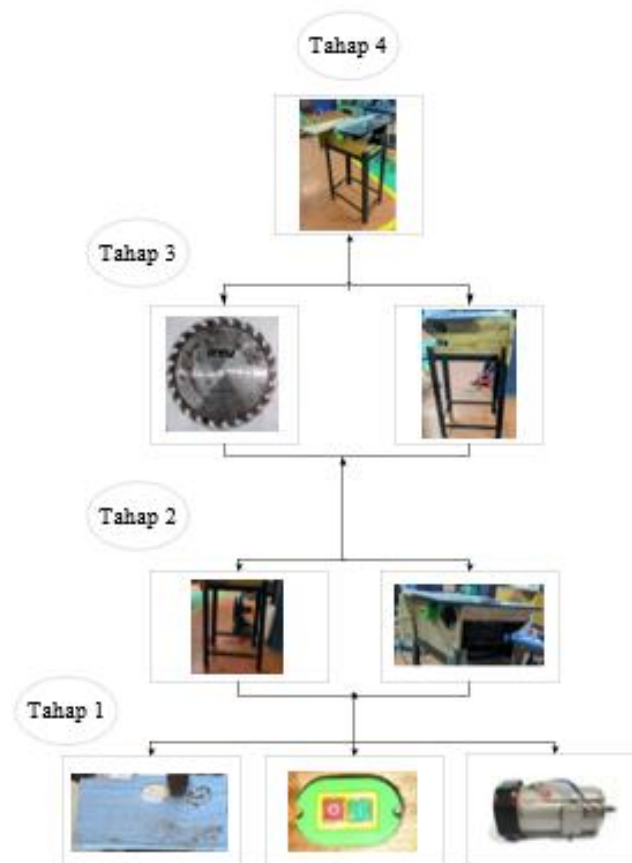
## C. Proses assembly

Proses perakitan atau assembly dari prototipe meja mesin pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw* melibatkan beberapa langkah penting yang harus dilakukan secara berurutan untuk memastikan bahwa semua komponen terpasang dengan benar dan berfungsi sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Berikut adalah penjelasan detail tentang langkah-langkah proses assembly:

Tabel 2. Komponen meja mesin pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw*

No	Komponen mesin yang dibuat	No	Komponen mesin yang dibeli
1	Cover motor assy table saw	1	Motor assy table saw
2	Rangka meja mesin	2	Cover pisau
3	Kaki meja mesin	3	Saklar
4	Dudukan motor <i>assy table saw</i>	4	Pisau <i>circular saw</i>

Untuk tahapan assembly prototipe meja mesin pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw* dapat dilihat pada *Flowchart* di bawah ini:



*Flowchart 1. Tahapan assembly*

Dalam proses assembly pemasangan terdiri dari 4 tahapan dan dibutuhkan waktu selama 2 jam untuk penyelesaian proses assembly. Tahap 1 dimulai dengan Penggabungan motor assy table , saklar on/off dengan cover meja, tahap 2 Setelah motor dan komponen pendukung sudah terpasang di cover meja maka selanjutnya menggabungkan cover dengan rangka utama meja, tahap 3 Pemasangan circular blade pada rangka yang sudah dilengkapi dengan cover dan komponen lainnya, dan terakhir tahap 4 yaitu hasil akhir dari proses assembly. Hasil Assembly komponen yang dibeli dan dibuat seperti pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Gambar desain dan foto hasil manufaktur

#### D. Perhitungan Waktu Pembuatan Alat

Perhitungan waktu dilakukan dengan membandingkan waktu teoritis dan aktual pembuatan alat[9]. Berikut ini adalah perhitungan waktu teoritis dengan jam kerja 8 jam per hari:

**Tabel 3.** Perhitungan waktu teoritis

No	Proses	waktu
1	Penyiapan alat dan bahan	10 menit
2	Pemotongan multiplek (2 Meter) Ketebalan 20mm	5 menit
3	Pemotongan kayu 50 x 24 cm untuk cover samping mesin	10 menit
4	Pemotongan kayu 50 x 24 cm untuk cover depan mesin	10 menit

---

5	Proses pembuatan lubang tuas belakang dengan sudut kemiringan 45°	1 jam
6	Proses pembuatan lubang tuas depan dan saklar dengan sudut kemiringan 45°	1 jam
7	Proses pengamplasan kayu	1 jam
8	Proses pengecatan kayu menggunakan politur	20 menit
9	Proses pemotongan besi plat dan besi siku	15 menit
10	Proses pembuatan dudukan motor <i>assy table saw</i> menggunakan las listrik	1 jam
11	Proses pembuatan kaki mesin circular saw menggunakan las listrik	1 jam
12	Proses dempul rangka dan kaki mesin circular saw	1 jam
13	Proses pengecatan rangka dan kaki mesin circular saw	45 menit

---

---

14	Proses pengeringan cat	3 jam
----	------------------------	-------

---

Total waktu pembuatan	10 jam 55 menit
-----------------------	-----------------

---

Untuk mengonversi jam ke hari dari perhitungan teoritis pada tabel maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{proses manufaktur teoritis} = \frac{\text{Total Waktu Teoritis}}{\text{Jumlah Jam kerja Per Hari}} = \frac{10.55 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = 1,31$$

$$\text{Sisa jam} : 0,31 \text{ hari} \times 8 \text{ jam/hari} = 2.48 \text{ jam}$$

Jadi, waktu teoritis adalah 1 hari 2 jam 28 menit 8 detik (karena 0.48 jam = 28 menit 8 detik)

**Tabel 4.** Perhitunagn waktu aktual

No	Proses	waktu
1	Penyiapan alat dan bahan	20 menit
2	Pemotonagn multiplek (2 Meter) Ketebalan 20mm	5 menit
3	Pemotongan kayu 50 x 24 cm untik cover samping mesin	10 menit
4	Pemotongan kayu 50 x 24 cm untuk cover depan mesin	10 menit
5	Proses pembuatan lubang tuas belakang dengan sudut kemiringan 45°	2 jam
6	Proses pembuatan lubang tuas depan dan saklar dengan sudut kemiringan 45°	2 jam

---



---

7	Proses pengamplasan kayu	90 menit
8	Proses pengecatan kayu menggunakan politur	20 menit
9	Proses pemotongan besi plat dan besi siku	15 menit
10	Proses pembuatan dudukan motor <i>assy table saw</i> menggunakan las listrik	90 menit
11	Proses pembuatan kaki mesin circular saw menggunakan las listrik	90 menit
12	Proses dempul rangka dan kaki mesin circular saw	1 jam
13	Proses pengecatan rangka dan kaki mesin circular saw	50 menit
14	Proses pengeringan cat	4 jam

---

Total waktu pembuatan	16 jam 40 menit
-----------------------	-----------------

Untuk mengonversi jam ke hari dari perhitungan aktual pada tabel maka digunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Proses manufaktur aktual} = \frac{\text{Total Waktu Aktual}}{\text{Jumlah Jam kerja Per Hari}} = \frac{16,40 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = 2,05$$

$$\text{Sisa jam} : 0,05 \text{ hari} \times 8 \text{ jam/hari} = 0,4 \text{ jam}$$

Jadi, waktu aktual adalah 2 hari 24 menit (karena 0.4 jam = 24 menit)

Perbedaan antara waktu teoritis dan aktual disebabkan oleh berbagai faktor seperti kendala teknis, kondisi bahan, dan lingkungan kerja. Dalam perencanaan proyek, selalu penting untuk mempertimbangkan margin waktu tambahan untuk mengakomodasi potensi kendala ini. Dengan demikian, waktu aktual bisa lebih mendekati realita dibanding estimasi teoritis.

#### E. Perhitungan biaya *manufacturing prototype* meja mesin pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw*

Total biaya pembuatan *prototype* meja mesin pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw* ini terdiri dari beberapa elemen utama: biaya bahan, biaya listrik, dan biaya upah tenaga kerja. Biaya bahan mencakup semua material dan suku cadang yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan, sementara biaya listrik dihitung berdasarkan konsumsi energi mesin-mesin yang digunakan selama pengerjaan. Biaya upah tenaga kerja dihitung berdasarkan tarif upah yang sesuai dengan UMK Sidoarjo, jumlah hari kerja, dan total jam kerja yang diestimasikan. Secara keseluruhan, perhitungan ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai total biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dengan efisien dan akurat. Perhitungan biaya *manufacturing prototype* meja mesin pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw* adalah sebagai berikut :

##### 1. Perhitungan biaya bahan

**Tabel 5.** Perhitungan biaya Bahan

No	Nama komponen	Spesifikasi	Unit	Harga
1	Motor <i>assy table saw</i>	motor <i>assy table saw</i> 8 (RYU RTS 8)	1	Rp850.000,00
2	Multiplek	20 mm (40 x 40)	1	Rp112.000,00
3	Besi siku	2 mm (6 meter)	1	Rp100.000,00
4	Ring baut	-	4	Rp1.000,00
5	Cat besi	Emco $\frac{1}{2}$ kg	1	Rp45.000,00
6	Cat politur	Boyo $\frac{1}{2}$ kg	1	Rp48.000,00
7	Saklar	-	1	Rp22.000,00
8	Baut	M8 x 1.2cm	6	Rp4.200,00
9	Paku	-	1 ons	Rp2.500,00
10	Lem kayu	Rajawali	1	Rp20.000,00
11	Dempul	San polac dempul	1	Rp20.000,00
12	<i>Circular saw blade</i>	RYU	1	Rp95.000,00

13	Elektroda	Nikko steel RD-260	1	Rp23.000,00
Total biaya				Rp1.342.700,00

## 2. Perhitungan biaya tarif pemakaian listrik

Dalam upaya menghitung biaya listrik yang digunakan, penting untuk mengetahui tarif listrik yang berlaku. Berdasarkan tarif listrik saat ini, yang ditetapkan sebesar 1.699 Rupiah per kWh.

Berikut adalah perhitungan biaya yang digunakan untuk membuat *prototype* meja mesin pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw*:

- 1) Tarif listrik mesin pemotong kayu
  - Daya mesin = 0,9 kW
  - Lama waktu pengerjaan = 2 jam
  - Biaya listrik =  $0,9 \times 1.699 \times 2$
  - = RP. 3.058
- 2) Tarif mesin Gerinda
  - Daya mesin = 2,4 kW
  - Lama waktu pengerjaan = 1 jam
  - Biaya listrik =  $2,4 \times 1.699 \times 1$
  - = RP. 4.077
- 3) Tarif listrik mesin las
  - Daya mesin = 0,45 kW
  - Lama waktu pengerjaan = 6 jam
  - Biaya listrik =  $0,45 \times 1.699 \times 6$
  - = RP. 4.587
- 4) Tarif listrik mesin bor
  - Daya mesin = 0,32 kW
  - Lama waktu pengerjaan = 5 jam
  - Biaya listrik =  $0,32 \times 1.699 \times 5$
  - = RP. 2.718

**Tabel 6.** Perhitungan biaya tarif pemakaian listrik

No	Mesin	Daya	listrik per kWh	Lama pengerjaan	Tarif listrik
1	Pemotong kayu	0,9 kW	RP. 1.699	2 jam	Rp3.058,00
2	Gerinda	2,4 kW	RP. 1.699	1 jam	Rp4.077,00
3	Las	0,45 kW	RP. 1.699	6 jam	Rp4.587,00
4	bor	0,32	RP. 1.699	5 jam	Rp2.718,00
Total biaya					Rp14.440,00

## 3. Perhitungan biaya upah tenaga kerja

Dengan Upah Minimum Kabupaten (UMK) Sidoarjo saat ini sebesar Rp. 4.638.582 per bulan, perhitungan upah tenaga kerja akan dilakukan berdasarkan waktu kerja yang telah ditentukan, berikut adalah perhitungan upah tenaga kerja untuk pembuatan *prototype* meja mesin pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw* dengan estimasi 8 jam per hari:

$$\frac{UMK}{\text{Jumlah jam kerja} \times \text{hari}} = \frac{4.638.582}{8 \times 2} = RP. 18.554/\text{jam}$$

Biaya upah kerja meliputi pemotongan, pengelasan dan pengeboran, maka total biaya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 7.** Perhitungan biaya upah kerja

No	Jenis Pekerjaan	Lama pengerjaan	Upah/jam	Total biaya
1	pemotongan	3 jam		Rp55.662,00
2	pengelasan	6 jam	RP. 18.554	Rp111.324,00
3	pengeboran	5 jam		Rp92.770,00
4	Assembly	2 jam		Rp36.000,00

Total biaya	Rp295.756,00
-------------	--------------

4. Perhitungan biaya sewa alat

Berikut adalah rincian biaya sewa alat yang akan digunakan untuk manufacturing prototype meja mesin pemotong kayu menggunakan circular saw. Detail biaya sewa untuk penggunaan selama 8 jam sehari adalah seperti pada tabel dibawah ini :

**Tabel 8.** Perhitungan biaya sewa alat

No	Alat	Lama sewa	Total harga
1	Mesin pemotong	8 jam	Rp295.000,00
2	Mesin las	8 jam	Rp495.000,00
3	Mesin bor	8 jam	Rp20.000,00
Total biaya			Rp810.000,00

Berdasarkan data yang telah disajikan, total biaya yang dihitung dari proses perancangan dan pembuatan *prototype* meja mesin pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw* meliputi biaya bahan, biaya listrik, dan biaya upah tenaga kerja. Untuk total biaya pembuatan alat ini membutuhkan biaya sebesar Rp 2.370.126,00

#### IV. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan merancang prototipe meja mesin pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw* untuk meningkatkan presisi dan efisiensi dalam pemotongan kayu. Proses pembuatan prototipe melibatkan pemotongan, perakitan, dan pengecatan komponen, dengan total waktu pengerjaan sekitar 16 jam.

Total biaya pembuatan prototipe mencakup biaya bahan, biaya listrik, biaya upah tenaga kerja, dan biaya sewa alat. Berdasarkan perhitungan, total biaya bahan adalah Rp. 1.342.700, biaya listrik Rp. 14.440, biaya upah tenaga kerja Rp. 295.756, dan biaya sewa alat Rp. 810.000. Dengan demikian, total biaya untuk pembuatan prototipe meja pemotong kayu *adjustable* menggunakan *circular saw* adalah Rp. 2.370.126. Prototipe ini diharapkan dapat meningkatkan presisi dan efisiensi dalam pemotongan kayu, sehingga mendukung peningkatan produktivitas dan kualitas produk di industri mebel dan furniture.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta rekan teman kelas, maupun teman teman seperjuangan yang telah membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.

#### V. Daftar Pustaka

- [1] Andi Detti Yuniarti, Syahidah, Agussalim, and Suhasman, *ILMU KAYU*. 2020. [Online]. Available: [www.forestry.unhas.ac.id](http://www.forestry.unhas.ac.id)
- [2] MUSRIZAL MUIN, ASTUTI ARIF, and SYAHIDAH, "DETERIORASI DAN PERBAIKAN SIFAT KAYU," *Jurnal Kehutanan*, pp. 1–144, 2022.
- [3] L. Yana Siregar, M. Irwan Padli Nasution Prodi Manajemen, and U. Negeri Islam Sumatera Utara, "HIRARKI Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY ON INCREASING BUSINESS ONLINE," vol. 2, no. 1, pp. 71–75, 2020, doi: 10.30606/hjimb.
- [4] K. H. Widodo, K. Pramudya, D. Arbita, and A. Abdullah, "SISTEM DINAMIS INDUSTRI FURNITURE INDONESIA DARI PERSPEKTIF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT YANG BERKELANJUTAN Dynamic System of Indonesian Furniture Industry based on Sustainable Supply Chain Management Perspective," 2010. doi: <https://doi.org/10.22146/agritech.9681>.
- [5] M. Rizal Permana Putra, K. Rahayu Tri Prasetyo Sari, E. Merita Indrawati, T. Elektronika, F. Teknik, and U. Nusantara PGRI Kediri, "Analisis Mesin Table Saw Menggunakan Soft

- Starter Berbasis Arduino Nano,” *Jurnal Nusantara Of Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 15–24, 2022, [Online]. Available: <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/noe>
- [6] Mohamad Wildan Fariz and Wahyu Dwi Kurniawan, “SISTEM INSTRUMENTASI PADA TRAINER MESIN GERGAJI SISTEM PNEUMATIC ELECTRIC BERBASIS PLC,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 5, no. 2, 2019, Accessed: Dec. 16, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-rekayasa-mesin/article/view/27706>
- [7] Arasy Fahrudin and Mulyadi Mulyadi, “RANCANG BANGUN ALAT UJI HEAD LOSSES DENGAN VARIASI DEBIT DAN JARAK ELBOW 900 UNTUK SISTEM PERPIPAAN YANG EFISIEN,” *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 32–35, 2018.
- [8] R. Vairamuthu, B. M. Bhushan, R. Srikanth, and N. R. Babu, “Performance Enhancement of Cylindrical Grinding Process with a Portable Diagnostic System,” in *Procedia Manufacturing*, Elsevier B.V., 2016, pp. 1320–1336. doi: 10.1016/j.promfg.2016.08.103.
- [9] M. Nevenda and L. Mei Cahya Wulandari, “ANALISIS PERHITUNGAN WAKTU STANDART UNTUK MENENTUKAN JUMLAH TENAGA KERJA OPTIMAL PADA PROSES PRODUKSI PT. NRZ PRIMA GASKET,” *Sains, Teknik, Dan Studi Kemasyarakatan*, vol. 1, no. 5, pp. 212–221, 2023, doi: 10.47353/satukata.v1i5.1235.

**Conflict of Interest Statement:**

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.