

Improvisasi Mesin Pin Router Kayu

M. Jamiludin Ghofar, Darto Darto*, Agus Iswantoko

*Jurusan Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang
Jalan Taman Agung 1 Malang Indonesia*

*darto@unmer.ac.id (penulis korespondensi)

Abstrak— Mesin router atau bisa disebut juga frais tangan digunakan untuk membuat profil, meratakan pelapis sintetik (formika), membuat alur dan banyak pengerjaan lainnya. Mesin router ini bisa digunakan untuk pembuatan profil gitar listrik, tetapi mesin router yang sudah ada memakan waktu yang relatif lama karena pengoperasiannya masih manual. Tujuan dari analisis ini adalah mengimprovisasi design mesin router agar lebih mudah dalam pengoperasian dan mempercepat proses pengerjaan. Improvisasi mesin router ini menggunakan metode binary dominance matrix dalam pemilihan alternatif design. Dari improvisasi mesin router ini menghasilkan mesin pin router yang lebih efisien dari segi waktu yaitu 51 menit dibandingkan 90 menit untuk 1 profil gitar, dan kualitas pengerjaan yang lebih halus dibandingkan mesin router sebelumnya.

Kata kunci— router, improvisasi, efisien

Abstract— Router machines or also known as hand milling are used for profiling, leveling synthetic coatings (formica), making grooves and many other tasks. This router machine can be used to profile an electric guitar, but existing router machines take a relatively long time because the operation is still manual. The purpose of this analysis is to improve the router machine design to make it easier to operate and speed up the processing process. The router machine improvisation uses the binary dominance matrix method in selecting alternative designs. From the improvisation of this router machine, it produces a router pin machine that is more efficient in terms of time, namely 51 minutes compared to 90 minutes for 1 guitar profile, and the quality of work is smoother than the previous router machines.

Keywords— router, improvised, efficient

I. PENDAHULUAN

Mesin router atau bisa disebut juga frais tangan digunakan untuk membuat profil, meratakan pelapis sintetik (formika), membuat alur dan banyak pengerjaan lainnya. Prinsip kerja mesin router mirip dengan mesin bor vertikal, namun kepala pisaunya memiliki bentuk dan desain yang berbeda. Karena router ini berfungsi untuk membuat alur pada permukaan kayu maka pisau berada pada posisi vertikal ke bawah sehingga menghasilkan alur pada benda kerja yang dikerjakan. Berdasarkan survey dan wawancara dengan Ukm Oox Guitar Maker yang berada di Dusun kerep, Kecamatan ambarawa, Kabupaten semarang, Jawa tengah menjelaskan bahwa UKM tersebut memproduksi gitar menggunakan mesin router sederhana yang sudah ada dipasaran dan hanya mampu menghasilkan 3 gitar dalam seminggu.

Dari hasil survey tersebut maka penulis mengangkat judul laporan tugas akhir “Analisis Improvisasi Mesin Pin Router Kayu” sebagai keberlanjutan dari tugas akhir penulis pada saat mengikuti pendidikan vokasi Diploma 3 di Politeknik Negeri Semarang. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan agar proses produksi lebih efisien waktu dan tenaga.

II. METODE

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan langkah langkah sebagai berikut:

1. Studi lapangan
2. Studi literatur
3. Improvisasi mesin pin router
4. Analisis hasil improvisasi mesin pin router

Dalam pelaksanaannya maka ada beberapa data yang digunakan dalam proses pelaksanaan penelitian ini yaitu berupa data spesifikasi mesin router, metode pengoperasian mesin router yang sudah ada.

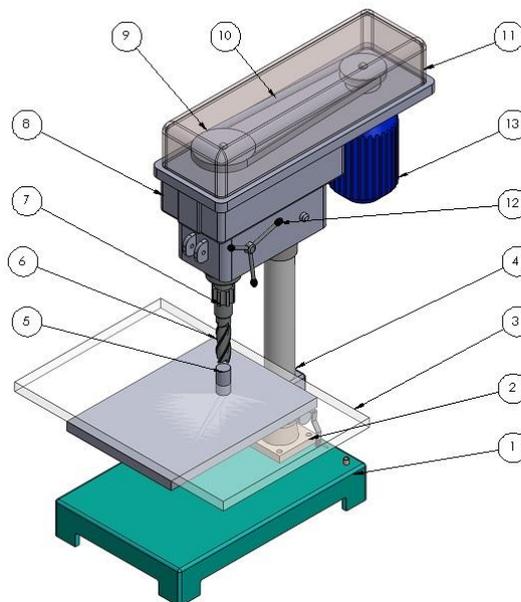


Gambar 1. Mesin router yang sudah ada

III. HASIL

Berdasarkan kondisi kerja dan hasil dari mesin router yang sudah ada maka penulis memberikan alternatif desain mesin pin router yang baru. Adapun desain improvisasi mesin pin router adalah sebagai berikut:

Desain 1.



Gambar 2. Alternatif desain mesin router 1

Prinsip kerja dari Alternatif Desain 1 ini hampir mirip dengan prinsip kerja dari mesin bor duduk. Mesin ini menggunakan daya dari motor listrik 2 HP yang ditransmisikan oleh belt dan pulley ke mata potong berupa endmill \varnothing 12 mm yang berputar sejajar dengan pin yang terdapat di meja kerja. Pin tersebut berfungsi untuk mengatur jalannya mal agar gerakan pemotongan dapat sesuai dengan bentuk mal. Proses pemotongan benda kerja yakni dengan menentukan kedalaman pemakanan dan melakukan pemakanan terhadap benda kerja yang sudah di-clamp pada mal.

Material yang dipilih untuk dijadikan meja kerja adalah dari akrilik yang memiliki sifat keras, tahan panas dan licin. Selain itu dari segi estetika tampak lebih bagus menggunakan meja dengan landasan akrilik. Pemilihan mata potong menggunakan Endmill HSS M Series \varnothing 12 mm. Rangka yang dipilih sebagai penyangga mesin dibuat dari material besi hollow.

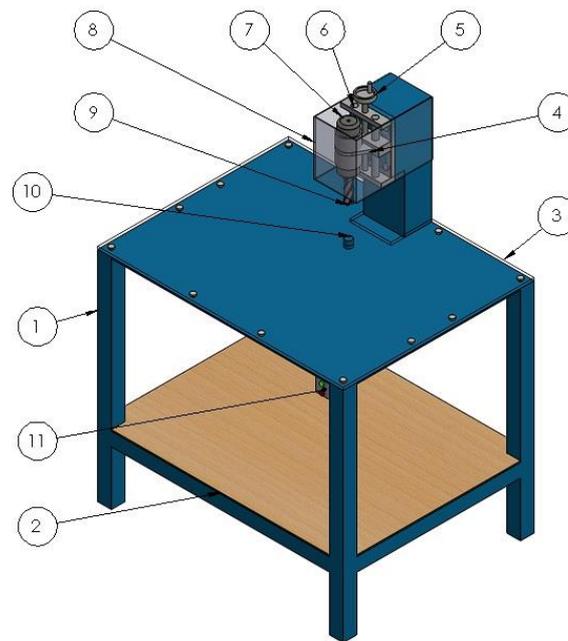
Kelebihan Alternatif Desain 1 :

- Pengoperasian mesin yang aman dan nyaman.
- Tidak memerlukan perawatan yang mahal

Kekurangan Alternatif Desain 1 :

- Pemilihan material yang digunakan untuk membuat alat ini cukup mahal.
- Rancang bangun ini tidak cocok untuk usaha kecil dan menengah karena membutuhkan daya yang cukup besar.
- Membutuhkan meja tambahan sebagai landasan agar mesin lebih tinggi dan dapat disesuaikan dengan tinggi badan operator.

Desain 2.



Gambar 3. Alternatif desain mesin router 2

Prinsip kerja pada Alternatif Desain 2 cukup sederhana, yakni dengan menggunakan mesin router manual yang sudah terdapat di pasaran. Mesin router tersebut dipasang padaudukan yang terhubung dengan rangka dan meja kerja. Mata potong berupa endmill \varnothing 12 mm juga dipasang sesumbu dengan pin yang terdapat di meja kerja agar pemotongan benda kerja dapat sesuai dengan pergerakan mal.

Pemilihan material pada alternatif desain ini cukup murah dan terjangkau. Meja kerja dibuat menggunakan acrylic dan rangka mesin dibuat sesuai dengan kebutuhan dan tinggi badan dari operator untuk mempermudah dan mempernyaman proses produksi tanpa harus menggunakan bantuan meja tambahan.

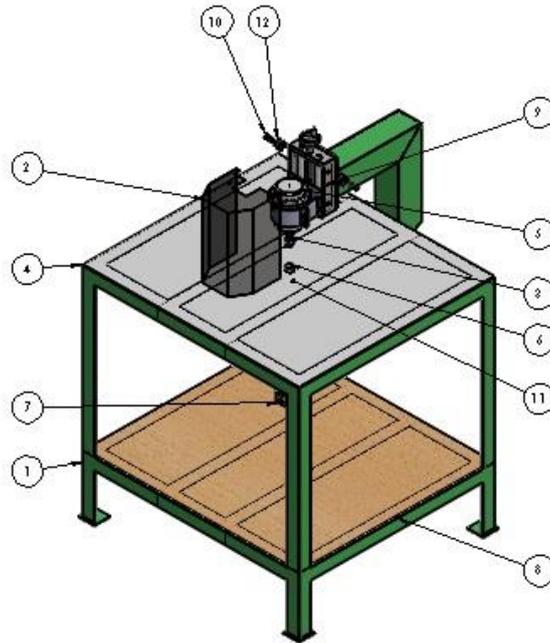
Kelebihan Alternatif Desain 2 :

- Desain mesin simple dan efektif.
- Biaya produksi dan pemilihan material mudah dijangkau.
- Cocok digunakan untuk usaha kecil dan menengah karena hanya menggunakan mesin router dengan daya 900 watt.

Kelemahan Alternatif Desain 2 :

- Meja yang digunakan pada alternatif desain ini lebih sempit karena dudukan mesin router dibuat di atas meja kerja.
- Pengoperasian mesin ini dilakukan masih dilakukan secara semi manual.

Desain 3.



Gambar 4. Alternatif desain mesin router 3

Prinsip kerja pada Alternatif Desain 3 cukup sederhana, yakni dengan menggunakan mesin router manual yang sudah terdapat di pasaran. Mesin router tersebut dipasang padaudukan yang terhubung dengan rangka dan meja kerja. Mata potong berupa endmill \varnothing 12 mm juga dipasang sesumbu dengan pin yang terdapat di meja kerja agar pemotongan benda kerja dapat sesuai dengan pergerakan mal.

Pemilihan material pada alternatif desain ini cukup murah dan terjangkau. Meja kerja dibuat menggunakan stainless steel dan rangka mesin dibuat sesuai dengan kebutuhan dan tinggi badan dari operator untuk mempermudah dan memperlancar proses produksi tanpa harus menggunakan bantuan meja tambahan.

Pembuatan dudukan router yang tidak mengganggu operasional pada meja kerja. Penempatan pin juga dirancang agar proses pemakanan benda kerja dapat lebih leluasa mengikuti berbagai profil mal yang beragam. Selain itu tingkat keamanan juga baik, yakni memperpanjang cover mesin router untuk menangkis potongan-potongan halus dari kayu yang diproses.

Kelebihan Alternatif Desain 3 :

- Desain mesin simple dan efektif.
- Biaya produksi dan pemilihan material lebih terjangkau.
- Cocok digunakan untuk usaha kecil dan menengah karena hanya menggunakan mesin router dengan daya 900 watt.
- Pengoperasian mesin lebih leluasa dan nyaman.

Kelemahan Alternatif Desain 3:

- Pengoperasian mesin ini dilakukan masih dilakukan secara semi manual.

IV. PEMBAHASAN

Berdasarkan 3 alternatif desain yang diajukan, perlu adanya pilihan yang terbaik dengan perbandingan nilai masing – masing kriteria dan pemilihan alternatif terbaik sehingga didapat desain yang sesuai dengan yang diinginkan. Penilaian alternatif ini menggunakan metode binary dominance matrix.

TABEL I
Matriks Pemeringkatan Kriteria dan Bobot Kriteria

Kriteria	Pengoperasian (A)	Biaya (B)	Konstruksi (C)	Ergonomi (D)	Jumlah	Bobot
A Pengoperasian		0.00	1.00	0.50	1.50	0.25
B Biaya	0.00		0.50	0.00	0.50	0.05
C Konstruksi	1.00	0.50		1.00	2.50	0.05
D Ergonomi	0.5	0.00	1.00		1.50	0.25
Jumlah Total Kriteria					6.00	0.60

Keterangan:

1 = kriteria lebih

0.5 = kriteria sama

0 = kriteria kurang

Berdasarkan tabel matriks pemeringkatan kriteria dan bobot kriteria didasarkan pada tingkat pengaruh variabel terukur terhadap kinerja mesin secara keseluruhan. Sebagai contoh bahwa ergonomi sangat dipengaruhi konstruksi mesin untuk mendapatkan kinerja yang optimal. Dan sebaliknya ergonomi kurang berpengaruh terhadap biaya operasional mesin. Dengan kata lain ergonomi tidak memberikan efek langsung tetapi memberikan dampak ke depannya terhadap produktifitas operator.

TABEL II
Pemilihan Alternatif Desain Terbaik

No	Kriteria	Bobot (k)	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
			Nilai (n)	Skor (n.k)	Nilai (n)	Skor (n.k)	Nilai (n)	Skor (n.k)
A	Pengoperasian	0.25	3	0.75	3	0.75	4	1
B	Biaya Pengerjaan	0.05	1	0.05	3	0.15	3	0.15
C	Konstruksi	0.05	2	0.1	3	0.15	4	0.2
D	Ergonomi	0.25	2	0.5	2	0.5	3	0.75
Jumlah Nilai				1.40		1.55		2.10

Berdasarkan tabel pemilihan alternatif desain terbaik maka alternatif desain yang dirancang di atas dinilai dengan membandingkan kelebihan serta kekurangan masing-masing desain, maka dipilih desain alternatif 3 sebagai alternatif terbaik dengan memperoleh skor 2.10, artinya desain alternatif 3 memiliki nilai tertinggi dari penilaian yang telah ditentukan (4 kriteria), sehingga alternatif desain 3 yang dipilih sebagai rancangan yang akan digunakan

a. Perhitungan Gaya pada Mesin Pin Router

Mesin Router yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut daya motor (P) = 900 [watt] dan kecepatan putar (n) = 23.000 [rpm]

Pemotongan benda kerja material kayu mahoni menggunakan mata potong End mill HSS M Series dengan diameter mata potong $d = 12$ [mm]. Kedalaman pemotongan diasumsikan $t = 0,5$ [mm] dan dilakukan secara bertahap hingga mencapai kedalaman 3 [mm], kemudian melakukan pemakanan ke arah sumbu x dan z. Tebal pemakanan diasumsikan sebesar $b = 2$ [mm].

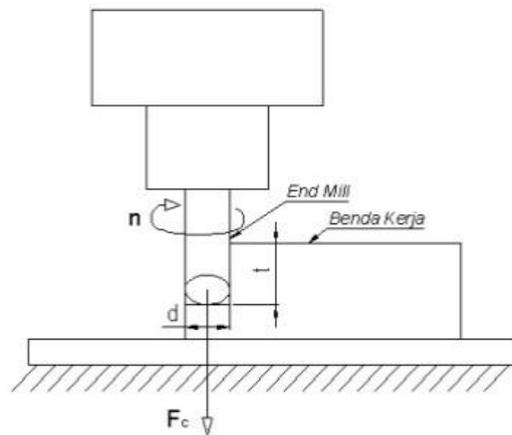
- Berdasarkan Tabel Kuat Geser Kayu SNI 7973-2013, dapat diasumsikan bahwa nilai tegangan geser kayu mahoni $\tau_m = 0,92$ [Mpa] = $0,92$ [N/mm²]
- Berdasarkan Tabel Koefisien Gesek, dapat diasumsikan bahwa nilai koefisien gesek kinetis antara kayu dengan baja $\mu_k = 0,40$

b. Perhitungan gaya yang terjadi ketika pemotongan berlangsung

Pada saat pemotongan berlangsung terjadi beberapa gaya, yaitu:

1. Perhitungan gaya pelubangan (Fc)

Gaya pelubangan terjadi pada saat end mill bergerak turun dan melakukan pemakanan terhadap benda kerja secara vertikal sedalam t. Free body diagram dari gaya pelubangan dijelaskan pada gambar 5 berikut:



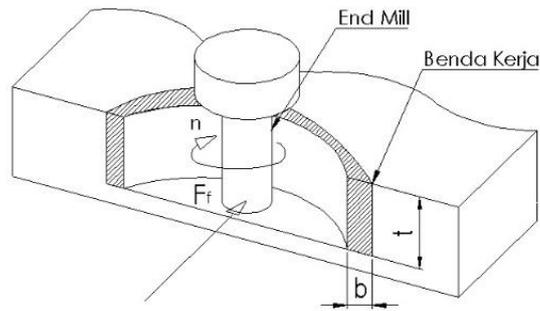
Gambar 5. Free Body Diagram gaya Fc

Berdasarkan *free body diagram* yang dijelaskan gambar 5, maka gaya pelubangan benda kerja dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_c &= \tau_m \cdot A \\ &= \tau_m \cdot \pi \cdot d \cdot t \\ &= 0,92 \text{ [N/mm}^2\text{]} \cdot \pi \cdot 12 \text{ [mm]} \cdot 0,5 \text{ [mm]} \\ &= 17,342 \text{ [N]} \end{aligned}$$

2. Perhitungan gaya pemakanan (Ff)

Gaya pemakanan terjadi pada benda kerja mulai digerakkan ke arah sumbu x dan z (setelah end mill melakukan gaya pelubangan secara vertikal sedalam t yang dikehendaki, pada perhitungan ini diasumsikan dalam pelubangan maksimal sebesar 3 mm). Gaya pemakanan tersebut dilakukan setebal b. Free body diagram dari gaya pelubangan dijelaskan pada gambar 6 berikut:



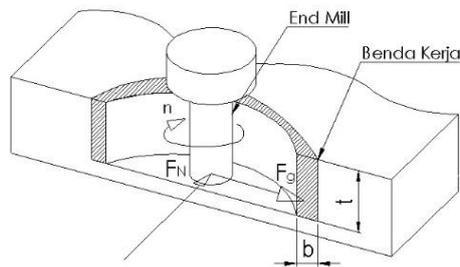
Gambar 6. Free Body Diagram Ff

Berdasarkan *free body diagram* yang dijelaskan gambar 6, maka gaya pemakanan benda kerja dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_f &= \tau_m \cdot A \\
 &= \tau_m \cdot t \cdot b \\
 &= 0,92 \text{ [N/mm}^2\text{]} \cdot 3 \text{ [mm]} \cdot 2 \text{ [mm]} \\
 &= 5,520 \text{ [N]}
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan gaya gesek (Fg)

Gaya gesek yang terjadi ditimbulkan akibat adanya gesekan permukaan antara benda kerja (kayu mahoni) dengan baja (End mill HSS M Series). Gaya gesek yang ditimbulkan berlawanan arahnya dengan pergerakan benda kerja, sedangkan gaya normal terjadi akibat gaya pemakanan yang ditimbulkan. Free body diagram dari perhitungan ini dijelaskan pada gambar 7 berikut:



Gambar 7. Free Body Diagram Fg

Berdasarkan *free body diagram* yang dijelaskan gambar 7 maka gaya Fg dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

Menghitung gaya normal yang terjadi dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_N &= \tau_m \cdot A \\
 &= \tau_m \cdot t \cdot b \\
 &= 0,92 \text{ [N/mm}^2\text{]} \cdot 3 \text{ [mm]} \cdot 2 \text{ [mm]} \\
 &= 5,520 \text{ [N]}
 \end{aligned}$$

Gaya gesek yang terjadi pada saat pemakanan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_g &= F_N \cdot \mu_k \\
 &= 5,520 \text{ [N]} \cdot 0,40 \\
 &= 2,208 \text{ [N]}
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan gaya maksimal yang terjadi pada saat pemakanan (F_{max})

$$\begin{aligned} F_{max} &= F_c + F_f + F_g \\ &= 17,342 [N] + 5,520 [N] + 2,208 [N] \\ &= 25,070 [N] \end{aligned}$$

c. Perhitungan daya yang dibutuhkan

1. Menghitung Torsi akibat gaya maksimal

$$\begin{aligned} T &= F_{max} \times r \\ &= 25,070 [N] \times 6 [mm] \\ &= 150,42 [N \cdot mm] \end{aligned}$$

2. Menghitung daya yang dibutuhkan mesin pin router

$$\begin{aligned} P_{dibutuhkan} &= T \times \omega \\ &= 150,42 [N \cdot mm] \times 2.408,554 [rad/s] \\ &= 362.294,693 [N \cdot mm/s] \\ &= 362,295 [Watt] \end{aligned}$$

Daya yang dibutuhkan untuk melakukan pemakanan benda kerja sebesar 362,295 [Watt], maka dipilih mesin router dengan spesifikasi daya 900 [Watt] agar pengoperasian dapat dilakukan dengan aman.

d. Perhitungan gaya yang dihasilkan mesin router (F_m)

Dengan spesifikasi mesin router seperti di atas, maka gaya yang dihasilkan oleh mesin router dapat dihitung dengan cara:

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{2\pi n}{60} \\ &= \frac{2\pi \cdot 23.000 [rpm]}{60} \\ &= 2.408,554 [rad/s] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= \frac{P}{\omega} \\ &= \frac{900 [watt]}{2.408,554 [rad/s]} \\ &= \frac{900 \cdot 10^3 [N \cdot mm/s]}{2.408,554 [rad/s]} \\ &= 373,668 [N \cdot mm] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_m &= \frac{T}{r} \\ &= \frac{373,668 [N \cdot mm]}{6 [mm]} \\ &= 62,278 [N] \end{aligned}$$

Gaya yang dihasilkan oleh mesin F_m tersebut lebih besar dari pada gaya-gaya yang terjadi pada saat pelubangan dan pemakanan berlangsung, sehingga mesin ini dinyatakan aman untuk melakukan pemotongan.

e. Perhitungan pemakanan maksimal yang mampu dilakukan mesin pin router

Dari perhitungan gaya yang dihasilkan mesin router, maka dapat dihitung pula pemakanan maksimal yang mampu dilakukan mesin router.

1. Pelubangan maksimal yang dapat dilakukan (t_{max})

$$\begin{aligned}t_{max} &= \frac{F_m}{\tau_m \cdot \pi \cdot d} \\&= \frac{62,278 [N]}{0,92 [N/mm^2] \cdot \pi \cdot 12 [mm]} \\&= 1,79 [mm]\end{aligned}$$

Jadi, pelubangan maksimal yang dapat dilakukan oleh mesin pin router secara langsung sebesar 1,79 [mm].

2. Pemakanan maksimal yang dapat dilakukan (b_{max})

$$\begin{aligned}b_{max} &= \frac{F_m}{\tau_m \cdot t} \\&= \frac{62,278 [N]}{0,92 [N/mm^2] \cdot 3 [mm]} \\&= 22,56 [mm]\end{aligned}$$

Jadi, pemakanan maksimal yang dapat dilakukan oleh mesin pin router dengan kedalaman 3 [mm] adalah sebesar 22,56 [mm].

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis improvisasi mesin pin router kayu yang telah ditulis di atas maka simpulan yang bisa diambil adalah hasil improvisasi mesin pin router membuat proses pembuatan profil gitar lebih efektif yaitu memakan waktu 51 menit dibandingkan sebelumnya 90 menit untuk 1 profil gitar yang sama dan keterampilan operator juga mempengaruhi hasil profil gitar, semakin cepat proses pemakanan maka hasil permukaan profil gitar semakin kasar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan melalui Pelaksanaan Pekerjaan Perguruan Tinggi Penerima Bantuan Kerja Sama Kurikulum dan Implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka Tahun 2021 dengan Nomor Kontrak 088/E2/PPK/SPK/KSKI-MBKM/2021 tertanggal 05 Mei 2021.

REFERENSI

- [1] Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. 2013. Spesifikasi Desain untuk Konstruksi Kayu, SNI 03-7973-2013. Jakarta: Penerbit Dewan Standarisasi Nasional.
- [2] Budynas, R. G. dan J.K. Nisbett. 2014. Shigley's Mechanical Engineering Design, Ninth Edition. New York: McGraw-Hill Companies Inc.
- [3] Harrizal, Ikhlas Syukran, Syafri dan Prayitno. Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Cnc Milling 3 Axis Menggunakan Close Loop System. JOM FKTEKNIK. Vol. 4 (2). Pekanbaru: Universitas Riau. 2017
- [4] Jundurrahman. Teknologi Tepat Guna mesin CNC Milling 3 Axis Berbasis Mach-3 Controller. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Mekatronika. Makassar: Politeknik Ujung Pandang. 2018
- [5] Sonawan, Hery. Perancangan Elemen Mesin. Bandung: Alfabeta. 2013
- [6] J. Padhye, V. Firoiu, and D. Towsley, "A stochastic model of TCP Reno congestion avoidance and control," Univ. of Massachusetts, Amherst, MA, CMPSCI Tech. Rep. 99-02, 1999.
- [7] Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification, IEEE Std. 802.11, 1997.