

Pengembangan *Rotary fixture* pada Mesin *Laser Engraver*

Skripsi

Oleh:

Demas Cahyadi Ningrat

203030122



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2024**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Demas Cahyadi Ningrat

Nomor Pokok Mahasiswa: 203030122

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam Laporan Penelitian yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain.
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi.
3. Naskah laporan Penelitian yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah laporan Penelitian bukan hasil plagiarism.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 30 Juli 2024

Penulis,



Demas Cahyadi Ningrat

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan, saya:

Nama : Demas Cahyadi Ningrat
NPM : 203030122
Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS
Jenis Karya : Skripsi, makalah, laporan magang

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Pengembangan Model *Rotary fixture* pada Mesin *Laser Engraver*”

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta,

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 30 Juli 2024

Penulis,



Demas Cahyadi Ningrat

LEMBAR PENGESAHAN

Pengembangan *Rotary fixture* pada Mesin *Laser Engraver*



Demas Cahyadi Ningrat

203030122

Pembimbing Utama

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rachmad Hartono', written over a stylized graphic element.

Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

Pembimbing Pendamping

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mohammad Reza Hermawan', written over a stylized graphic element.

Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan judul:

“Pengembangan *Rotary fixture* pada Mesin *Laser Engraver*”

Shalawat serta salam tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat, serta para pengikutnya.

Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan dari pembaca, agar dikemudian hari dapat dijadikan evaluasi dan pembelajaran.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini penulis juga menyampaikan terima kasih karena mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberi karunia, kekuatan, dan kesabaran dalam menyusun laporan skripsi.
2. Ibu dan Ayah yang selalu memberikan do'a, semangat serta dukungan kepada Penulis.
3. Kakak dan Suami yang memberikan dukungan dan fasilitas kepada Penulis.
4. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T. sebagai ketua program studi FT UNPAS.
5. Dr. Ir. Rachmad Hartono sebagai dosen pembimbing utama yang telah membantu dan memberikan banyak saran dan masukan dalam pembuatan laporan skripsi.
6. Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T. sebagai dosen pendamping yang telah membantu dan memberikan banyak saran dan masukan dalam pembuatan laporan skripsi.
7. Seluruh teman laboratorium yang mendukung dan memberi bantuan kepada penulis.
8. Mutiara Tsaltsa Khaerun Nisa, S.Keb yang sudah mendukung dan membantu Penulis.

Akhir kata dan tidak lupa mengucapkan *alhamdulillah*, berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan umumnya bagi semua pihak yang membaca. Terima kasih.

Bandung, 30 Juli 2024



Demas Cahyadi Ningrat

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang.....	1
2. Rumusan Masalah.....	2
3. Tujuan.....	2
4. Manfaat.....	3
5. Batasan Masalah	3
6. Sistematika Penulisan	3
BAB II STUDI LITERATUR	5
1. Kajian Pustaka	5
2. Mesin Laser <i>Engraver</i> yang Dijual di Pasaran.....	7
3. Gelas Kayu Gravir yang Dijual di Pasaran.....	8
4. Sistem Mekanik	9
5. <i>Software Solidworks</i>	10
6. Pemilihan Material.....	10
7. Motor <i>Stepper</i>	10
8. Perakitan (<i>assembly</i>).....	11
BAB III PEMBUATAN <i>ROTARY FIXTURE</i> PADA MESIN <i>LASER ENGRAVER</i>	12
1. Tahapan Penelitian.....	12
2. Tempat Penelitian	14
3. Desain Sistem Mekanik <i>Rotary Fixture</i>	14
4. Perakitan (<i>assembly</i>) Sistem Mekanik <i>Rotary Fixture</i>	15

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS HASIL PENGUJIAN	18
1. Pengujian Gravir Bujur Sangkar pada Silinder Kayu.....	18
2. Pengujian <i>Gravir</i> Batik pada Gelas Kayu	20
3. Pengujian <i>Gravir</i> Huruf pada Gelas Kayu	21
4. Pengujian <i>Gravir</i> Pas Foto pada Gelas Kayu	22
5. Pengujian <i>Gravir</i> Foto <i>Landscape</i> pada Gelas Kayu	23
6. Pengujian <i>Gravir</i> Batik Pada Silinder Kayu.....	24
7. Analisis Hasil Pengujian.....	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	26
1. Kesimpulan.....	26
2. Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Desain <i>Rotary</i> Spindel [5].....	5
Gambar 2 Desain Pencekam Spindel [11]	6
Gambar 3 Pencekam <i>Rotary Fixture</i> [16].....	7
Gambar 4 Mesin <i>Laser Engraver</i> [17].....	8
Gambar 5 Gelas Kayu Gravir di <i>Marketplace</i> [10].....	9
Gambar 6 Motor <i>Stepper</i> Bipolar Hibrida [28].....	11
Gambar 7 Tahapan Penelitian	12
Gambar 8 Lokasi Laboratirium Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung	14
Gambar 9 Desain <i>Rotary Fixture</i>	14
Gambar 10 Model Komponen yang Dirakit dan Sub Rakitan satu.....	15
Gambar 11 Model Komponen yang Dirakit dan Sub Rakitan dua	16
Gambar 12 Model Komponen yang Dirakit dan Sub Rakitan Tiga.....	16
Gambar 13 Model <i>Rotary Fixture</i> yang Direncanakan.....	17
Gambar 14 <i>Rotary Fixture</i> Pada Mesin <i>Laser Engraver</i>	17
Gambar 15 Grafik Pengujian Silinder Kayu	19
Gambar 16 Pengujian Bujur Sangkar Silinder Kayu	19
Gambar 17 Pengujian <i>Gravir</i> batik Silinder Kayu.....	20
Gambar 18 Pengujian <i>gravir</i> Huruf Gelas Kayu	21
Gambar 19 Pengujian <i>Gravir</i> Pas Foto Gelas Kayu	22
Gambar 20 Pengujian <i>Gravir</i> Foto <i>Landscape</i>	23
Gambar 21 Pengujian <i>Gravir</i> Batik pada Silinder Kayu	24

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Komponen yang Akan Digunakan pada Rotary Fixture	15
Tabel 2 Faktor Kalibrasi Diameter Kayu Terhadap Sumbu Y	19
Tabel 3 Parameter Pengujian Gravir batik gelas kayu	20
Tabel 4 Parameter Pengujian Gravir Huruf Gelas Kayu.....	21
Tabel 5 Parameter Pengujian Gravir Pas Foto Gelas Kayu	22
Tabel 6 Parameter pengujian Foto Landscape Gelas Kayu.....	23
Tabel 7 Parameter Pengujian Gravir Batik Silinder Kayu	24

ABSTRAK

Di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pasundan terdapat mesin *laser engraver* yang mampu melakukan proses *gravir* pada material yang mempunyai permukaan rata. *Laser engraver* tersebut mempunyai kelemahan tidak mampu melakukan proses *gravir* pada benda kerja yang berbentuk silindris. Untuk mengatasi kelemahan tersebut perlu dibuat alat bantu pemegang benda kerja yang khusus untuk memegang benda kerja silindris. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kemampuan mesin *laser engraver*, maka dibuatlah model *rotary fixture* pada mesin *laser engraver*. *Rotary fixture* dihubungkan langsung dengan motor *stepper*. Motor *stepper* dikendalikan oleh pengendali sumbu yang ada pada mesin *laser engraver*. *Rotary fixture* telah berhasil dibuat dan telah mengalami proses pengujian. Proses *gravir* huruf yang dihasilkan pada permukaan silindris *gravir* dengan dimensi benda kerja $\varnothing 70$ mm dengan tebal benda kerja 6 mm memerlukan *power modulation* 250 dan *engraver speed* 200 mm/min dan menghasilkan *gravir* dengan lebar huruf 5 mm, tinggi huruf 30mm dan jarak spasi 9,50 mm dinyatakan dengan hasil yang ideal. Secara umum *rotary fixture* telah berhasil dibuat dan meningkatkan kinerja mesin *laser engraver* dapat melakukan proses *gravir* pada benda kerja berbentuk silindris. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem mekanik *rotary fixture* dapat dioperasikan melakukan *gravir* huruf, nama, motif batik dan foto. Dengan adanya *rotary fixture* tersebut diharapkan pengrajin dapat meningkatkan kreatifitas dalam melakukan proses *gravir* menggunakan *laser engraver*.

Kata kunci: *laser engraver*, peningkatan kinerja, *rotary fixture*.

ABSTRACT

In the Mechanical Engineering Laboratory of Pasundan University there is a laser engraver machine that is able to perform the gravir process on materials that have a flat surface. The laser engraver has the disadvantage of not being able to do the gravir process on cylindrical workpieces. To overcome this weakness, it is necessary to make a workpiece holder tool specifically for holding cylindrical workpieces. The purpose of this research is to improve the ability of the laser engraving machine, so a rotary fixture model is made on the laser engraver machine. The rotary fixture is directly connected to a stepper motor. The stepper motor is controlled by the axis controller on the laser engraving machine. The rotary fixture has been successfully made and has undergone a testing process. The letter gravir process produced on a cylindrical gravir surface with workpiece dimensions Ø66 mm with a workpiece thickness of 6 mm requires a power modulation of 250 and an engraving speed of 200 mm/min and produces gravir with a letter width of 16 mm, a letter height of 5 mm and a spacing distance of 9.50 mm stated with ideal results. In general, the rotary fixture has been successfully made and improves the performance of the laser engraver machine to perform the gravir process on cylindrical workpieces. From the test results it can be concluded that the rotary fixture mechanical sistem can be operated to gravir letters, names, and batik motifs. With the rotary fixture, it is hoped that craftsmen can increase creativity in carrying out the gravir process using laser engraver.

Keywords: *laser engraver, performance improvement, rotary fixture*

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan, masalah, dan sistematika penulisan.

1. Latar Belakang

Industri pariwisata merupakan sektor yang perlu dikembangkan, mengingat di Indonesia banyak terdapat tempat wisata yang cukup banyak dikunjungi oleh wisatawan lokal maupun wisatawan mancanegara. Wisatawan biasanya belanja oleh-oleh atau cinderamata khas dari daerah yang telah dikunjungi. Oleh karena itu produk-produk cinderamata perlu dibuat secara mudah dan murah. Salah satu produk cinderamata adalah kerajinan *gravir* kayu [1].

Pembuatan kerajinan kayu *gravir* saat ini dilakukan dengan dua cara yaitu secara manual atau secara otomatis. Pengerjaan secara manual menggunakan alat yang mirip dengan solder. Alat ini digoreskan ke permukaan benda kerja secara manual sampai tampak gambar atau tulisan. Proses *gravir* manual hanya dilakukan oleh pengrajin dengan keahlian khusus. Keunggulan *gravir* manual adalah alatnya mudah didapat, murah, dan dapat digunakan oleh semua orang. Keterbatasan *gravir* manual adalah tidak dapat mengukir atau menggambar dengan cepat, hasil gambar *gravir* manual juga tidak akan sama dengan hasil gambar yang sebelumnya dibuat, dan tekstur gambar *gravir* tangan cenderung lebih kasar dibandingkan dengan menggunakan *laser engraver* secara otomatis. Dari keterbatasan tersebut penggunaan mesin otomatis merupakan salah satu solusi teknologi yang sedang berkembang di era saat ini.

Salah satu mesin otomatis yang digunakan untuk membuat kerajinan *gravir* adalah mesin *laser engraver* atau *laser gravir*. Mesin *laser engraver* pada umumnya digunakan untuk membuat logo perusahaan, pola numerik, atau *gravir*, yang biasa digunakan dalam industri pabrikan [2]. Selain itu, mesin *laser engraver* dimanfaatkan dalam industri pemotongan, *embossing*, *stamping*, maupun ukiran.

Di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pasundan terdapat mesin *laser engraver*. Prinsip kerja mesin *laser engraver* hampir sama dengan mesin printing pada umumnya, namun mesin tersebut tidak menggunakan tinta dalam melakukan pengerjaannya,

melainkan hasil dari pembakaran laser, sehingga terjadi pembakaran permukaan material sampai tampak gambar atau tulisan. Pada proses *gravir* otomatis tidak diperlukan pengrajin yang mempunyai keahlian khusus. Kelemahan mesin *laser engraver* yang ada di laboratorium tidak mampu menggambar atau *gravir* pada benda kerja yang berbentuk silinder. Oleh karena itu, diperlukan alat bantu untuk memutar benda kerja ketika akan melakukan proses *gravir*.

Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan pembuatan *rotary fixture* pada mesin *laser engraver*. *Rotary fixture* berfungsi sebagai alat bantu pegang pada mesin *laser engraver* untuk memutar material yang berbentuk silinder (khususnya material yang berlubang) ketika siap untuk dilakukan *gravir*. Kendali *rotary fixture* diambil dari salah satu sumbu pada mesin *laser engraver*. Pengendalian semua sumbu mesin laser dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Laser GRBL.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas dapat dirumuskan beberapa hal yang akan diselesaikan yaitu bagaimana cara mengembangkan *rotary fixture* untuk mesin *laser engraver* yang ada di laboratorium Teknik Mesin UNPAS. Beberapa hal yang akan diselesaikan yaitu:

- a) *Rotary fixture* tidak dapat mencekam permukaan luar benda kerja,
- b) *Rotary fixture* tidak dapat mencekam benda kerja berbentuk silinder,
- c) *Rotary fixture* tidak dapat melakukan *gravir* sampai dengan 360° pada benda kerja yang berbentuk silinder,
- d) Pemilihan *part* yang digunakan pada sistem mekanik *rotary fixture*,
- e) Pengujian fungsional pada gerak *rotary fixture* sumbu x dan y,
- f) Pemilihan *Software* yang akan digunakan pada sistem kendali *rotary fixture*, dan
- g) Penentuan tahapan pada perakitan *rotary fixture* agar dapat mudah dibongkar pasang.

3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan *rotary fixture* sebagai alat bantu cekam yang mampu mencekam permukaan luar dan dalam benda kerja. *Rotary fixture* dirancang agar proses *gravir* dapat dilakukan pada benda kerja yang berbentuk silinder.

4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pengrajin kayu khususnya yang menggunakan mesin *laser engraver*. Hasil perancangan dan pembuatan *rotary fixture* diharapkan dapat menyelesaikan masalah yang ada bagi kelompok masyarakat pengrajin kayu untuk melakukan proses *gravir* pada benda kerja yang berbentuk silinder.

5. Batasan Masalah

Agar pembahasan skripsi ini lebih fokus dan terarah diperlukan batasan masalah. Masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

- a) Dimensi benda kerja yang dapat dicekam oleh *rotary fixture* maksimal diameter 80mm dan bobot benda kerja maksimal 500gr.
- b) Material yang akan diuji berupa kayu mahoni,
- c) Komponen - komponen *rotary fixture* dibuat dari hasil proses *3D printing*, dan
- d) Penggerak *rotary fixture* berupa motor *stepper* Nema 23.

6. Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun bab demi bab dan terdiri dari lima bab. Kelima bab tersebut terdiri dari pendahuluan, studi literatur, perancangan dan pembuatan *rotary fixture* pada mesin *laser engraver*; pengujian dan analisis data hasil pengujian, serta kesimpulan dan saran.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Bab ini berisikan materi yang diambil dari jurnal atau buku teks. Materi dapat berupa gambar, tabel, ataupun teori yang berhubungan dengan skripsi.

BAB III PEMBUATAN *ROTARY FIXTURE* PADA MESIN LASER ENGRAVER

Bab ini berisikan diagram alir penelitian pembuatan *prototype rotary fixture* pada mesin *laser engraver*.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA HASIL PENGUJIAN

Bab ini berisikan pengujian, analisis data hasil pengujian *rotary fixture* pada mesin *laser engraver*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang berhubungan dengan perancangan dan pembuatan model *rotary fixture* pada mesin *laser engraver*.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan kesimpulan dan saran yang berhubungan dengan skripsi perancangan dan pembuatan sistem mekanik *rotary fixture*.

1. Kesimpulan

Perancangan dan pembuatan *rotary fixture* telah berhasil direalisasikan untuk melakukan proses *gravir* atau menggambar pada gelas kayu dan kayu yang berbentuk silinder. Benda kerja yang mampu dipegang oleh *rotary fixture* yaitu benda kerja berdiameter $\varnothing 10$ x 100 mm sampai $\varnothing 80$ x 100 mm dan beban benda kerja maksimal 500 gr. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem mekanik *rotary fixture*, dapat dioperasikan untuk melakukan proses *gravir* huruf, motif batik, dan foto.

2. Saran

Dalam proses *gravir* diperlukan kualitas gambar yang bagus dan ukuran gambar yang disesuaikan dengan benda kerja yang akan dilakukan proses *gravir*. *Rotary fixture* akan bekerja lebih baik jika dibuat *tailstock* seperti yang terdapat pada mesin bubut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. B. Rafsanjani, "Pengembangan Produk Vandel Merchandise Teknik Industri Ums Menggunakan Mesin Laser Engrave Cutting," 2021.
- [2] N. A. Sutisna and H. Fauzi, "Rancang Bangun Prototipe Mesin Gravr Laser Berbasis Mikro-kontroler Arduino," *JIE Scientific Journal on Research and Application of Industrial Sistem*, vol. 3, no. 2, p. 90, 2019, doi: 10.33021/jie.v3i2.525.
- [3] C. R. Setiawan and A. W. Dani, "Rancang Bangun Mesin Laser Engraver Dengan Microcontroller Arduino," 2020. [Online]. Available: <http://mercubuana.ac.id/>
- [4] R. Hartono and dan B. Tarigan, "Analysis of Frame Structure a Moving Gantry type NCRouter Machine for Wood Carving," 2018.
- [5] A. Muchlis, W. Ridwan, and I. Z. Nasibu, "Rancang Bangun Mesin CNC (Computer Numerical Control) Laser dengan Metode Design for Assembly," vol. 3, 2021.
- [6] A. Nugroho, A. Setya Utama, S. Program, R. Teknologi, M.-P. Perancangan, and S. Atmi, "Metode Taguchi-PCR Topsis Untuk Optimasi Energi Dan Kecepatan Grafir Mesin Laser," *Politeknosains*, vol. XVIII, 2019.
- [7] A. D. I. Susanto, "Kontrol Rotary Flexible Fixture Berbasis," 2018.
- [8] R. Hartono, G. Santoso, T. Supriyono, M. Gia Pratama, N. Darmawan, and I. Feriawan, "Design and Manufacturing of Cutting Motion Control Sistem on 3-Axis Router Machine for Wood Carving," 2021.
- [9] B. Y. Paripurna, "Inovasi Pengembangan Produk Lampu Hias Dinding Pada IKM Bambu Songgobuwono Art Heritage Menggunakan Mesin Laser Engrave Cutting," 2020.
- [10] O. Publications, "(12) United States Patent," vol. 2, no. 12, 2010.
- [11] W. Suryo Irlanto and S. Marwanto, "Perancangan Sistem Kendali Mesin Laser Engraving Dengan Arduino Nano," 2022.

- [12] S. Du, X. Yao, D. Huang, and M. Wang, "Three-Dimensional Variation Propagation Modeling for Multistage Turning Process Of Rotary Workpieces," *Comput Ind Eng*, vol.82, pp. 41–53, Aug. 2015, doi: 10.1016/j.cie.2015.01.010.
- [13] R. Hartono, Sugiharto, B. Tarigan, T. Supriyono, and G. Santoso, "Perancangan dan Pembuatan Sistem Kendali Gerak Pahat pada Mesin Router NC 3-Axis untuk Kriya Seni Ukiran Kayu," *Rotasi*, vol. 22, pp. 1–72, 2020.
- [14] N. P. Maniar, D. P. Vakharia, and C. M. Patel, "Design & Manufacturing with Modeling, Dynamic Balancing & Finite Element Analysis Of *Rotary fixture* For Cnc Turning Centre To Function As HMC," 2009.
- [15] G. Hui, "Dynamics Analysis Of 3 Axis Gantry Type Multipurpose CNC Machine," 2013.
- [16] F. Riyadi, "Modul Panduan Belajar SolidWorks," Jawa Timur, 2017.
- [17] A. P. Larasati, "Pemilihan Material Untuk Perancangan Produk Menggunakan Metode Topsis Pada UPT Ragam Metal Yogyakarta," Yogyakarta, 2017.
- [18] N. P. Maniar and D. P. Vakharia, "Design & Development of *Rotary fixture* for CNC," 2012.
- [19] R. S. Pawar and V. H. Bankar, "Modelling and Analysis of Vertical Rotary Automate Drilling Fixture," 2015. [Online]. Available: <http://ijtir.htcl.org>
- [20] A. Gajbhiye *et al.*, "Design and Fabrication of *Rotary fixture* for Control Valve Cylinder Head of Tractor," 2018. [Online]. Available: www.ijisrt.com617
- [21] Lazuardi Akmal Islami, Dani Mardiyana, and Fabrobi Fazlur Ridha, "Analisis Struktur Aluminium *Profile V-slot* Sebagai Desain Rangka Mesin 3D Printer," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, vol. 1, no. 2, pp. 30–44, 2022, doi: 10.55606/jtmei.v1i2.505.
- [22] S. T. Hari, S. Rohidh, and G. Raguram, "Design and Fabrication of Fixture for Rotary and Vertical Welding," 2020. [Online]. Available: www.rspsciencehub.com
- [23] H. Arrosyid, "Rancang Bangun Alat Pencekam Benda Kerja Semi-Otomatis Mesin Pilin,"

- [24] S. Shinde, S. Jahagirdar, and V. Karandikar, "Set-up time Reduction of a Manufacturing Line using SMED Technique," 2014. [Online]. Available: <http://inpressco.com/category/ijaie>
- [25] A. E. Saputro and M. Darwis, "Rancang Bangun Mesin Laser Engraver and Cutter Untuk Membuat Kemasan Modul Praktikum Berbahan Akrilik," 2020.
- [26] "Stepper Motors Compare all products in this category Pololu Aluminium Scooter Wheel Adapter for 4 mm Shaft Pololu Aluminium Scooter Wheel Adapter for 5mm Shaft Pololu Aluminium Scooter Wheel Adapter for 1 / 4 " Shaft Orangutan SV-328 Robot Controller," no. 702, p. 6648, 2018.
- [27] J. Byun and C. R. Liu, "Methods for Improving the Accuracy and Repeatability in the Position of a Workpiece in Chucking," 2004.
- [28] Pololu, "Stepper Motors," 2016.
- [29] G. Santoso, R. Hartono, B. Tarigan, T. Supriyono, A. Cardiman, and I. Malik Badriansyah, "Numerical Analysis in Development of a Cross-Sectional Model of the 'C' Profile Cold-Formed Steel SNI-1729:2015," 2021.
- [30] R. Master, J. Ellis, and C. A. Mitchiner, "Inner and Outer Diameter Chuck for a Laser Cutting/Engraving Rotary Fixture," *United States Patent*, Jun. 2010.
- [31] Y. T. Budianto, A. D. Soewono, and M. Darmawan, "Rancang Bangun Mesin 3D Printer dan Laser Engraver Berbasis Arduino," 2020. [Online]. Available: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>.