

Konsep Pembelajaran Pemindaian Model Tiga Dimensi: Konsep dan Aplikasinya

Hasnira¹, Handri Toar¹, Rahman Hakim², Ihsan Saputra², Benny Haddli Irawan²

¹*Politeknik Negeri Batam, Electrical Engineering Department,
Jl. A. Yani, Batam Center, Kota Batam 29461*

²*Politeknik Negeri Batam, Mechanical Engineering Department,
Jl. A. Yani, Batam Center, Kota Batam 29461*

¹*E-mail: rhara@polibatam.ac.id*

Received: 18-06-2022

Accepted: 31-08-2022

Published: 31-08-2021

Abstrak

Penerapan teknologi terapan untuk menggantikan peran dari plaster gips dari sisi fungsi penyangga agar meminimalisir pergerakan pada area *wrist*. Pendekatan secara rekayasa terbalik dilakukan untuk mengetahui dimensi dari *wrist model* yang bertujuan untuk membuat *wrist brace*. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan konsep pembelajaran berbasis PBL (*Product/Problem/Project based Learning*) dengan melakukan rekayasa terbalik menggunakan teknologi pemindaian tiga dimensi untuk pembuatan *wrist brace*, sedangkan untuk aspek penilaian secara medis pada penelitian ini tidak dilakukan. Penelitian ini menggunakan *mannequin plastic* sebagai pengganti tangan manusia sebagai model peraganya, filamen PLA untuk printer 3D, beserta software pendukungnya. Penelitian ini menghasilkan dan menerapkan konsep belajar (1) Citra tiga dimensi *wrist* yang berdasarkan *mannequin plastic*, (2) Pengolahan citra tiga dimensi dilakukan dengan menggunakan software Autodesk[®] Meshmixer dan Solidworks[®], (3) Pengolahan citra tiga dimensi menjadi *g-code* dengan menggunakan software *Slicer*, (4) Penggunaan mesin cetak tiga dimensi beserta inspeksi akhir hasil produksi, dan (5) Penulisan pelaporan hasil PBL beserta evaluasinya.

Kata kunci: *Konsep Pembelajaran Vokasi, Pemindaian Tiga Dimensi, Rekayasa Terbalik, Pembelajaran Berbasis Proyek (PBL)*

Abstract

*The application of applied technology to replace the role of plaster gypsum in terms of the support function. In order to minimize movement in the wrist area. A reverse engineering approach was used to determine the dimensions of the wrist model that aims to make a wrist brace. This study aims to apply the concept of PBL-based Learning (Product/Problem/Project-based Learning) by performing reverse engineering. Using three-dimensional scanning technology to manufacture a wrist brace. In contrast, the medical assessment aspect of this study was not carried out. This study uses a plastic model as a substitute for a human hand model, a PLA filament for 3D printers, and supporting software. This research produces and applies to learn concepts: (1) Three-dimensional wrist image based on a plastic model, (2) Three-dimensional image processing is carried out using Autodesk[®] Meshmixer and Solidworks[®] software, (3) Three-dimensional image processing into *g-code* using *Slicer* software, (4) The use of three-dimensional printing machines along with the final inspection of the production results, (5) Writing the report on PBL results and their evaluation.*

Keywords: *Vocational Learning Concept, 3D Scan, Reverse Engineering, Project-based Learning (PBL)*

1. Pendahuluan

Konsep pembelajaran pemindaian tiga dimensi dalam penerapannya dibidang biomedik adalah salah satu bentuk dari digitalisasi yang sedang berkembang saat ini. Pemindaian teknologi Dua Dimensi (2D) dan Tiga Dimensi (3D) dapat melakukan proses pemindaian objek nyata ke dalam bentuk digital. Dalam aplikasinya, pemindaian 3D ini tidak menggunakan laser tetapi menggunakan lampu kilat atau *flashbulb* [1]. Pengaplikasian ini digunakan untuk berbagai keperluan, salah satu pengaplikasian pemindaian 3D ini adalah pembuatan alat penjepit pergelangan tangan atau dalam bahasa inggris adalah *wristbrace*.

Sedangkan untuk pemindaian citra 2D, seringkali kita menggunakan *Scanner* maupun perangkat telepon pintar yang kita punya. Menurut Hakim, untuk pemindaian citra 2D dengan menggunakan telepon pintar, mempunyai keterbatasan kualitas dan hasil pemindaian sehingga wajib menggunakan alat bantu untuk menggunakannya [2].

Wristbrace didesain dan dibuat berdasarkan pertimbangan faktor kekurangan dari pemakaian gips yang pada umumnya masih menggunakan perban. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkan teknologi pemindaian 3D yang sudah difasilitasi dari kampus. Semoga konsep dan pemanfaatan sarana ini mampu meningkatkan kualitas industri manufaktur khususnya dalam bidang kesehatan (biomedis). [3]

Pada penelitian ini, *wristbrace* dibuat berongga agar sirkulasi udara tidak terganggu, sehingga kulit tidak pengap dan terhindar dari rasa gatal serta penumpukan bakteri. *Wristbrace* ini dibuat ringan, dapat dicuci dan didaur ulang. Struktur pada *wristbrace* ini didesain mirip seperti sarang lebah agar dapat menyangga pergelangan tangan yang cedera. Tidak hanya itu, *wristbrace* juga didesain tahan air karena gips perban pada umumnya yang digunakan, biasanya menyulitkan seseorang penderita pergelangan tangan untuk melakukan aktifitas seperti mandi, atau aktifitas lainnya yang berhubungan dengan air.

Menurut Sofyan, bahwa gips perban tidak boleh terkena cairan atau air dan apabila gips perban terkena air, maka bakteri dan virus pun mendapatkan zona nyamannya disekitar area tangan yang cedera. Udara yang lembab dan tidak adanya sirkulasi udara yang baik membuat

bakteri terus tumbuh dan berkembang, dan jika itu terus terjadi bisa sangat membahayakan kulit pada tangan kita karena dapat menimbulkan iritasi. Kekurangan lainnya yang terlihat pada gips perban adalah proses pemasangannya yang ribet dan kurang praktis. [4]

Berawal dari permasalahan-permasalahan tersebut, maka dibuat dan didesain suatu alat hasil dari pemindaian 3D ini dengan tujuan untuk mengatasi permasalahan yang ada pada penggunaan gips perban tersebut. Penerapan pemindaian teknologi 3D ini juga penting untuk mengembangkan dan menggabungkan ilmu teknik manufaktur dengan ilmu medis/kedokteran (biomedis). [5]

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana cara alat hasil penerapan pemindaian 3D ini didesain dan dibuat agar bisa menggantikan gips perban di masa depan? Batasan masalah pada penelitian ini adalah alat hasil dari pemindaian 3D ini tidak dapat digunakan pada saat terdesak.



1. Ilustrasi alat

Tujuan dari penelitian ini yaitu melakukan pemindaian 3D dari tangan pasien untuk mendapatkan data 3D yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan *wristbrace*. *Wristbrace* dirancang memudahkan pemasangan yang praktis dan juga ringan saat digunakan.

Untuk memproduksi *Wristbrace*, peneliti menggunakan mesin cetak tiga dimensi (3D Printer) dengan menggunakan filamen jenis *polylactic acid* (PLA). Menurut Hakim, PLA banyak digunakan karena lebih ringan dan mudah digunakan serta *less odor* jika

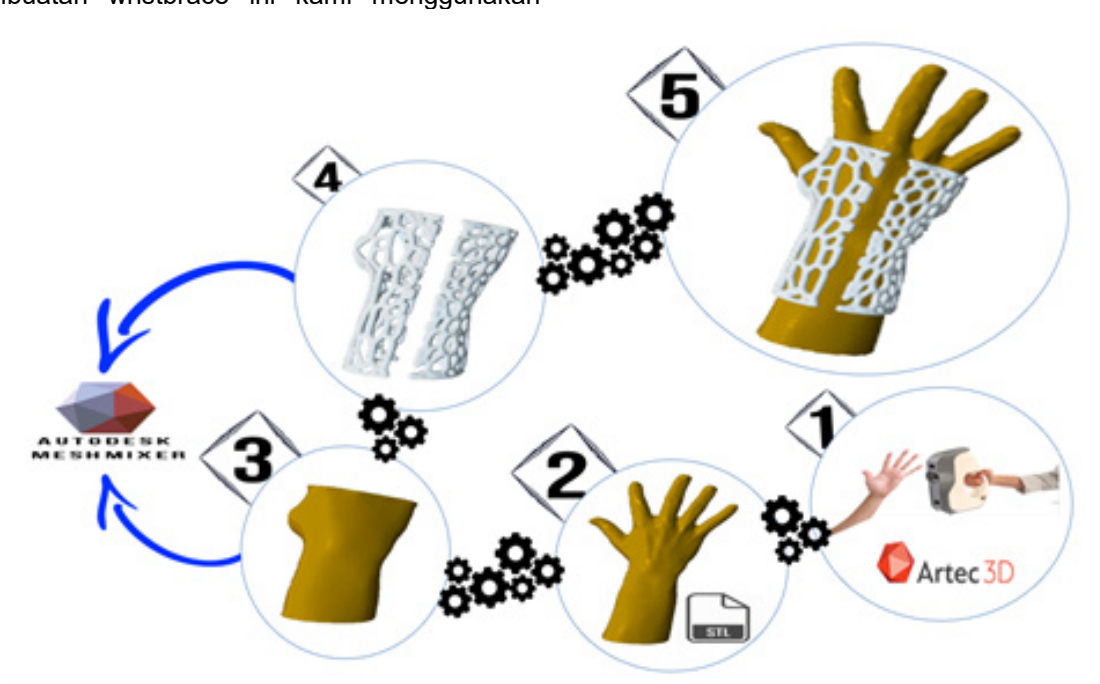
dibandingkan dengan material yang lain. Selain itu, filamen ini juga ramah lingkungan karena dapat terurai lebih cepat dibandingkan dengan filamen lainnya. [6]

Pada gambar ilustrasi (Gambar 1), *wristbrace* dibuat berpola dengan tujuan adanya sirkulasi udara keluar masuk, selain itu agar tidak lembab jika digunakan pengguna.

2. Metode Penelitian

Dalam metode penelitian ini, proses pembuatan *wristbrace* ini kami menggunakan

alat pemindaian 3D dan satu buah laptop untuk melakukan editing hasil dari model pemindaian 3D. Untuk model yang kami gunakan untuk pemindaian adalah model patung tangan *mannequin plastic*. Model ini dipilih karena bagian ini mudah untuk dilakukan pemindaian serta tidak berubah dari tujuan utama kami yaitu membuat alat yang bisa menggantikan gips perban pada biasanya.



2. Gambar proses Perancangan

Berdasarkan Gambar 2, dapat dijelaskan bahwa proses perancangan hingga pembuatan dilakukan dengan runtutan proses yang dilakukan.

Wristbrace ini digunakan sebatas dari pergerakan tangan korban. Desain model ini di peroleh dari hasil pemindaian pada *mannequin plastic* tangan dan dilakukan editing model tangan tersebut dengan aplikasi Autodesk mesh-mixer.

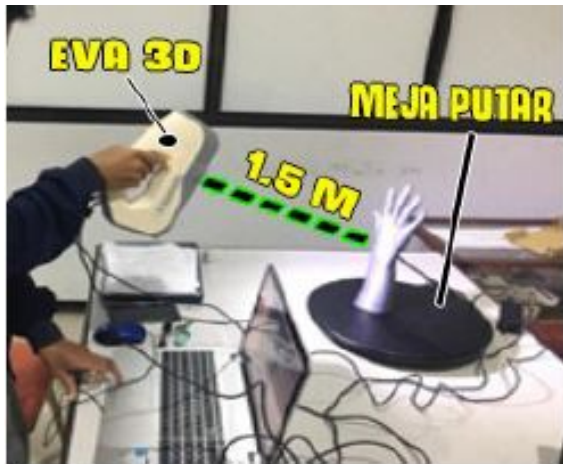
2.1. Scanning Process

Pada penelitian ini, alat pemindaian yang digunakan adalah pemindaian Eva 3D. Pemindaian Eva 3D dirasa cukup ringan dan ideal untuk membuat model 3D secara cepat, bertekstur dan akurat. Pada tahapan pemindaian Eva ini,

jarak pemindaian dari model tangan *mannequin plastic* maksimal pada jarak 1,5 m (Gambar 3). Pemindaian ini dibantu juga dengan jig atau alat bantu. Dalam penelitian ini penulis menggunakan meja putar 360° agar hasil dari pemindaian menjadi sempurna. [7]

Model tangan *mannequin plastic* diletakkan diatas meja putar, dan saat melakukan pemindaian meja diputar perlahan. Kita hanya perlu diam ditempat dan memegang alat pemindaian tersebut dan sesekali kita melihat hasil pemodelan dari laptop. Untuk memulai mode pemindaian pada Eva 3D (Gambar 3) bisa dengan menekan tombol *play* dan untuk menghentikan sementara pemindaian bisa menekan tombol *pause*. Tombol *stop* digunakan untuk menghentikan proses pemindaian setelah semua berhasil di tangkap dan dikonversi

kedalam aplikasi Artec Studio 9. Aplikasi Artec Studio 9 juga sudah mendukung sistem operasi Windows 7, 64 bit. Data pada tabel 1 merupakan rincian dan spesifikasi dari pemindaian 3D Eva.



3. Jarak Pemindaian

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Eva 3D Scan

No	Detail	Information
1	The ability to capture textures	Ya
2	3D resolution, up to	0.5 mm
3	3D point accuracy, up to	0.1 mm
4	3D accuracy from a distance, up to	0.03% hingga 100 cm
5	Texture resolution	1.3 mp
6	colors	24 bpp
7	Working distance	1.5 mm
8	Frame rate video	16 bps
9	dimension	261.5 x 158.2 x 63.7 mm
10	Weight	0.85 kg / 1.9 lb
11	Power consumption	12V, 48 W
12	Interface	1xUSB 2.0, USB 3.0 compatible
13	3D mesh formats	OBJ, PLY, WRL, STL, AOP, ASCII, PTX, E57, XYZRGB
14	Processing capacity	1 GB RAM
15	Supported OS	Windows 7, 8 or 10-x64
16	Minimum Computer requirements	i5 or i7 recommended, 12 GB RAM

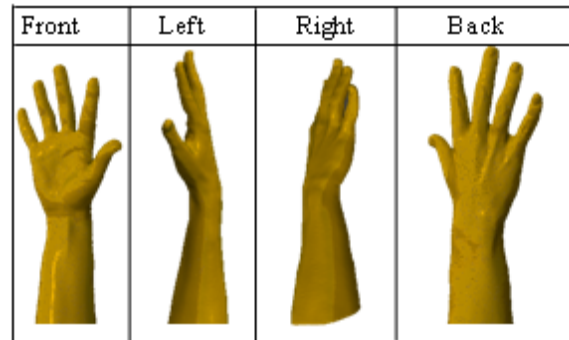
2.2. Model Tiga Dimensi (3D)

Luaran dari software Artec Studio 9 dalam bentuk *stereolithography* (STL). Sebagaimana visualisasi pada tabel 2, file STL pertama kali yang dihasilkan terdapat empat buah data. Keempat data tersebut kita kompilasikan menjadi satu bentuk geometri permukaan 3D penuh.

Geometri STL yang dihasilkan, terdapat beberapa bagian yang belum tertutup dengan

sempurna. *Autodesk Meshmixer* dipilih oleh penulis untuk melakukan penyempurnaan data STL sehingga tertutup dengan sempurna. Menurut Lin, data STL melalui *Autodesk Meshmixer* bisa memperbaiki struktur geometri. [8]

Tabel 2. Tampilan tangan model 3D dari segala sisi



2.3. Pembuatan Model Wrist brace

Menurut Marcos, perancangan sebuah *wrist brace* memerlukan kombinasi antara fleksibilitas dan kekakuan. Kebutuhan mendasar dari sebuah *wrist brace* adalah kenyamanan, kemudahan dalam penggunaan serta tingkat akurasi dalam pencegahan cedera lanjutan pada patah tulang lengan. [9]



Gambar 4. Contoh penggunaan *wrist brace* pada *manequin plastic*

Pembuatan model *wrist brace* menggunakan software *Solidworks*® dengan mengolah data STL menjadi data 3D (.STEP/.IGES). Data 3D tersebut jamak digunakan oleh *design engineer* yang menggunakan *3D Modeller* dari berbagai macam platform.

Sebagaimana visualisasi pada gambar 2, peneliti membuat *wrist brace* menjadi dua bagian yang disatukan oleh tali-karet pengikat untuk memudahkan pasien menggunakannya secara mandiri. Oleh karena itu pada PBL ini, mahasiswa dituntut untuk bisa memahami kebutuhan pasien dan menyesuaikan dengan

aspek teknis beserta berbagai pertimbangan yang menyertainya.

2.4. Cetak Tiga Dimensi (3D Print)

Pengolahan data geometri STL, penulis menggunakan software *Slicer* untuk mengkonversi data STL menjadi *g-code* yang akan digunakan oleh mesin 3D print untuk memproduksi *wrist brace* sebagaimana data yang kita miliki.

Penulis menggunakan mesin 3D print dengan *infill density* sebesar 80%. Filamen PLA digunakan karena ramah lingkungan dan dapat didaur ulang. Proses pencetakan tiga dimensi ini memerlukan waktu produksi total *9h 41min*. Kualitas *smooth* pada *wrist brace* yang dihasilkan masih memerlukan sedikit *finishing* untuk menghaluskan bagian *edge* agar tidak terlalu tajam.

Penulis memproduksi *wrist brace* (Gambar 4) tanpa menggunakan *surface finish*. Meskipun menurut Adhe, penggunaan cat emulsi bisa menghasilkan *surface roughness* dengan tingkat kehalusan yang tinggi. Namun hal tersebut tidak disarankan untuk penggunaan medis. [10]

3. Hasil dan Pembahasan

Menurut Prihadi, seiring dengan revolusi industri, konsep pembelajaran vokasi mengarah pada pembentukan kompetensi lulusan untuk dapat memecahkan permasalahan dengan berfikir kritis secara kolaboratif [11]. Senada dengan Prihadi, Hakim juga menambahkan bahwasanya pendidikan vokasi pada era digital ini konsep pembelajarannya harus berupa *Problem/Product/Project-based Learning* (PBL). Sehingga konsentrasi mahasiswa bisa fokus dalam belajar yang sesuai dengan kebutuhan industri saat itu. [12]

Konsep PBL dalam menguasai kompetensi pemindaian tiga dimensi tidak banyak ditemukan dalam pendidikan tinggi, terutama vokasi. Selain keterbatasan fasilitas, kompetensi pengguna serta regulasi penggunaannya pun masih sangat terbatas dan konvensional. Sehingga diperlukan revolusi mental agar mahasiswa vokasi lebih *hands-on* terhadap kompetensi pilihan mereka.

Pelatihan pemindaian tiga dimensi saat ini masih banyak dilakukan oleh pihak swasta maupun vendor pemindaian tiga dimensi saja. Selain waktu dan tempat, permasalahan biaya

juga menjadi masalah utama terhadap *gap* kompetensi dan peluang mahasiswa untuk belajar.

Selain keterbatasan terhadap perangkat keras pemindaian tiga dimensi, lisensi asli dari perangkat lunak/*Software* juga tidak sedikit dialami oleh pendidikan tinggi maupun vokasi. Sehingga membutuhkan komitmen dan sinergi yang kuat untuk mengawal kompetensi mahasiswa beserta sarana maupun prasarananya.

Penerapan metode PBL dan korelasinya terhadap konsep pembelajaran pendidikan vokasi tidak lengkap jika tidak diiringi oleh adanya modul pembelajaran beserta praktikum berdasarkan permasalahan maupun produk yang akan dilakukan rekayasa terbalik (*Reverse Engineering*) melalui pemindaian 3D.

Kualitas hasil pemindaian citra 3D juga tergantung dari stabilitas gambar, jarak antara *scanner* dengan model 3D maupun permukaan model 3D. Diperlukan alat bantu [2] untuk menstabilkan *scanner*, maupun meja putar [7] untuk efektifitas pengambilan data.

Guna menjaga kualitas hasil produksi, mahasiswa juga belajar untuk menjadi seorang *quality engineer*. Beberapa parameter yang harus diperhatikan diantaranya sebagai berikut; Akurasi dimensi, kehalusan permukaan dan tepi dari *wrist brace*, serta *feedback* dari *user* terkait keberfungsian *wrist brace*, maupun kenyamanan saat menggunakannya. Pada penelitian ini, *user* merasa nyaman saat menggunakannya namun belum dilakukan analisa secara medis.

Sebagai tahapan akhir, menurut Rahim, urgensi peranan modul pembelajaran berbasis PBL yang tepat digunakan untuk pendidikan vokasi juga harus terfasilitasi. Monitoring dan evaluasi serta pengembangan modul pembelajaran terpadu dan terintegrasi berbasis PBL harus dilakukan. Sehingga kualitas dari sebuah modul pembelajaran bisa terjaga dan kompetensi dari mahasiswa bisa dimonitoring dengan baik. [13]

4. Simpulan

Berdasarkan hasil kajian *Problem-based Learning* (PBL), untuk meningkatkan efektifitas belajar, peneliti menyimpulkan sebagai berikut; (1) Hasil pemindaian tiga dimensi belum sepenuhnya bisa langsung diolah data tiga dimensi, (2) Memerlukan kompetensi

penggunaan software Autodesk® Meshmixer untuk pengolahan data citra tiga dimensi (STL) agar menjadi model tiga dimensi secara utuh, (3) Memerlukan software Solidworks® dan kompetensi untuk pengolahan tiga dimensi, (4) Memerlukan software Slicer untuk pengolahan g-code untuk file STL, (5) Memerlukan printer 3D yang up-to-date, dan (6) Memerlukan format laporan harian dan laporan akhir untuk memudahkan monitoring dan evaluasi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Batam, khususnya Laboratorium Rekayasa Teknik di R.212.

Daftar Pustaka

- [1] A. Sinha, "New Frontiers in Manufacturing Education : Rapid Prototyping , 3D Scanning and Reverse Engineering," *ASEE Southeast Sect. Conf.*, no. 05, pp. 1–8, 2009.
- [2] R. Hakim, A. Nirwana, A. Fyona, W. Widodo, and B. H. Irawan, "Studi Mula Pembuatan Purwa-Rupa Smartphone Document Scanner Stand Dengan Metode Taguchi," *J. Teknol. dan Ris. Terap.*, vol. 3, no. 1, pp. 32–36, 2021.
- [3] M.-C. Balaşa *et al.*, "Using 3D Scanning Techniques in Orthopedic Systems Modeling," *Sci. Bull. Valahia Univ. - Mater. Mech.*, vol. 15, no. 13, pp. 41–47, 2017.
- [4] M. Sofyan, A. O. Hidayati, and A. N. Mayani, "Pembuatan Phantom dari Gips Sebagai Pengganti Tulang Manusia dan Bahan Akrilik Sebagai Pengganti Soft Tissue," *J. Heal.*, vol. 4, no. 2, p. 107, 2017.
- [5] U. A. Salim and F. Rizky, "Pemodelan CAD 3D Tulang Femur dari data CT Scan," *J. Mech. Des. Test.*, vol. 1, no. 1, p. 67, 2019.
- [6] R. Hakim, I. Saputra, G. P. Utama, and Y. Setyoadi, "Pengaruh Temperatur Nozzle dan Base Plate Pada Material PLA Terhadap Nilai Masa Jenis dan Kekasaran Permukaan Produk Pada Mesin Leapfrog Creatr 3D Printer," *J. Teknol. dan Ris. Terap.*, vol. 1, no. 1 SE-Research Articles, pp. 1–8, 2019.
- [7] S. Cahyati and A. Rahmat, "Kualifikasi Alat 3d Laser Scanner Terintegrasi Menggunakan Tiga Tipe Smartphone Sebagai Alat Input," in *Seminar Nasional Pakar ke 2 Tahun 2019*, 2019, pp. 1–7.
- [8] M. Lin and J. Li, "Design and fabrication of dental implant prototypes using additive manufacturing Design and fabrication of dental implant prototypes using additive manufacturing," in *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 561 (2019) 012041*, 2019, pp. 1–7.
- [9] M. B. Oliveira, "Design of a Variable Stiffness Wrist Brace with an Origami Structural Element," in *Proceedings of the ASME 2018 Conference on Smart Materials, Adaptive Structures and Intelligent Systems SMASIS2018*, 2018, pp. 1–8.
- [10] A. Arysawan, R. Hakim, and M. R. Saputra, "Analisa Kekasaran Permukaan Produk Mesin Cetak Tiga Dimensi Dengan Material Acrylonitrile Butadiene Styrene Terlapis Cat Emulsi," *J. Teknol. dan Ris. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 72–75, 2019.
- [11] W. R. Prihadi, "Model Teacherpreneur Pada Pembelajaran Vokasi Menghadapi Era Disrupsi Dan Revolusi Industri 4.0.," *J. Pendidik. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [12] R. Hakim, H. Widiastuti, I. Wijayanti, M. F. Muvariz, and A. K. Silaban, "Project-Based Learning For The Design of Progressive Dies Supporting Tools," *Rekayasa Mesin*, vol. 12, no. 1, pp. 117–124, 2021.
- [13] B. Rahim, J. Adri, and S. Suparno, "Pengembangan Modul Pembelajaran Model Kooperatif Tipe Jigsaw Pada Mata Kuliah Tata Tulis Karya Ilmiah Dan Seminar Pada Pendidikan Vokasi," *J. Vokasi Mek.*, vol. 1, no. 2, pp. 39–48, 2019, doi: 10.24036/vomek.v1i2.64.