

## **APLIKASI TEKNOLOGI 3D *PRINTER* DALAM RANGKA PENGEMBANGAN PEMBUATAN KOMPONEN MINIATUR DI KARANG TARUNA DUSUN BENDUNGAN**

**Braam Delfian Prihadianto<sup>\*</sup>, Suryo Darmo**

Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada

Jl. Yacaranda, Sekip Unit IV Yogyakarta

Email Korespondensi: <sup>\*</sup>braam.delfian@ugm.ac.id

Received : August 3<sup>rd</sup>, 2020 ; Accepted : September 26 , 2020 ; Published : January 1<sup>st</sup>, 2021

### **Abstrak**

Miniatur adalah tiruan sesuatu dalam ukuran yang sangat diperkecil dengan tingkat kepresisian dan kedetailan yang menyerupai benda aslinya. Salah satu miniatur yang biasa dibuat adalah miniatur alat transportasi khususnya bus dan salah satu produsennya adalah Kelompok Karang Taruna Dusun Bendungan yang terletak di Kecamatan Karangmojo Kabupaten Gunung Kidul. Pembuatan miniatur selama ini dilakukan secara manual dengan mengandalkan *cutter* sebagai alat pembentuk. Pada pembuatan secara manual terdapat beberapa kendala yang dihadapi yaitu kesulitan saat pembuatan master untuk cetakan yang meliputi master cetakan *cowl*, cetakan untuk *seat*, cetakan *cover* AC dan bagian lainnya. Selain itu pembuatan miniatur dengan cara manual memiliki kekurangan seperti tidak presisinya bentuk dan ukuran dengan benda aslinya serta jika terjadi perubahan kecil pada bagian tertentu maka harus melakukan pembuatan dari awal kembali. Berdasarkan kendala tersebut tim pengabdian memberikan solusi pemecahan dengan melakukan pembuatan mesin *3D printer* yang akan digunakan untuk mendukung produksi miniatur bus. Pembuatan mesin *3D printer* dengan dimensi 48 x 46 x 44 cm mendapat respon yang positif, selain itu dalam pelatihan yang dilakukan anggota sangat antusias dalam mengikuti. Pemanfaatan mesin *3D printer* sangat membantu proses produksi dan meningkatkan efisiensi waktu sebesar 76% pada tahap pembuatan master cetakan.

**Kata Kunci:** Gunung Kidul, miniatur, *3D printing*

### **Abstract**

*Replica is an imitation of an object in a size that is greatly reduced by the level of precision and detail that resembles the original object. One of the replica commonly made is a replica of transportation, especially buses, and one of the producers is Karang Taruna Dusun Bendungan, which is located in Karangmojo Subdistrict, Gunung Kidul District. Making replica so far has been done manually by relying on the cutter as a forming tool. In making manuals there are several obstacles faced, namely difficulties when making molds which include cowl molds, seat molds, AC cover molds and other parts. In addition, making miniature manually has disadvantages such as not being precise in shape and size with the original object and if there is a small change in a particular part, then it must be made from scratch again. Based on these constraints the team provided a solution by making a 3D printer machine that could be used to support bus replica production. Making a 3D printer machine with dimensions of 48 x 46 x 44 cm got a positive response. In addition, the conducted training were enthusiastically participated by the members. Utilization of 3D printer machines greatly helps the production process and increases the efficiency of time by 76% at the stage of making master prints.*

**Keywords :** Gunung Kidul, replica, *3D printing*

## 1. Pendahuluan

Miniaturnya adalah potret atau lukisan dan patung berukuran kecil yang dibuat di atas berbagai permukaan dengan aneka ragam bentuk [1]. Sedangkan pengertian miniatur secara umum menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah tiruan sesuatu dalam ukuran yang sangat diperkecil [2]. Miniatur umumnya dibuat sebagai properti dalam suatu acara atau pameran, tetapi miniatur juga dapat dibuat dan dimiliki sebagai barang koleksi. Salah satu miniatur yang digunakan sebagai barang koleksi adalah miniatur alat transportasi.

Pembuatan miniatur di Indonesia termasuk kedalam salah satu jenis industri kreatif yang sedang berkembang pada zaman modern saat ini. Pada era modernisasi saat ini, industri kreatif tidak hanya mengandalkan kreatifitas secara manual, akan tetapi industri kreatif semakin berkembang dan meluas pada penggunaan teknologi. Salah satu teknologi yang diminati di kalangan masyarakat khususnya orang yang hobi dengan dunia miniatur adalah teknologi *layer manufacturing*. Pembuatan miniatur dengan teknologi *layer manufacturing* dapat menyingkat waktu dan memperoleh hasil mendekati sesuai model tiga dimensi (3D) yang dibuat oleh aplikasi *Computer Aided Design (CAD)*. Jenis *layer manufacturing* yang digunakan untuk proses percetakan miniatur sasis bus adalah *Fused Deposition Modelling (FDM)* yang merupakan salah satu teknik *rapid prototyping* tipe *additive* [3]. Teknologi FDM atau yang sering dikenal dengan *3D printer* adalah mesin pembuat benda padat tiga dimensi dari sebuah desain secara digital menjadi bentuk 3D yang dapat dilihat tapi juga dipegang dan memiliki volume [4].

Salah satu produsen miniatur yang berada di wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah Karang Taruna Dusun Bendungan yang berada di sebuah desa deretan pengunungan Selatan Pulau Jawa yang termasuk dalam wilayah administratif Desa Bendungan, Kecamatan Karangmojo, Kabupaten Gunung Kidul [5]. Salah satu kegiatan yang dilakukan Karang Taruna tersebut adalah bidang kegiatan kewirausahaan, salah satu bidang wirausaha yang dilakukan adalah industri pembuatan miniatur bus seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Miniatur Bus Produk Karang Taruna Dusun Bendungan

Kegiatan produksi miniatur yang dilakukan Karang Taruna Dusun Bendungan yang dimotori oleh salah satu alumni Departemen Teknik Mesin SV-UGM selain dapat memberikan kontribusi pendapatan yang digunakan untuk menjalankan kegiatan Karang Taruna juga menjadi media transfer ilmu pengetahuan dan teknologi antar anggota dan *stakeholder*. Proses pengerjaan miniatur dilakukan di rumah salah satu warga yang dijadikan *workshop* seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Workshop* Pembuatan Miniatur

Animo masyarakat terhadap miniatur bus yang cukup besar belum diimbangi dengan kemampuan produsen dalam membuat produk miniatur bus dalam waktu yang cepat dan bentuk yang presisi. Proses pembuatan miniatur bus selama ini masih dilakukan secara manual, mulai dari tahap awal, tahap merangkai, pengecatan, hingga *finishing*. Pada tahap awal khususnya saat proses pembuatan *prototype* cetakan seperti cetakan *cowl* depan dan belakang hingga komponen pendukung lain seperti *seat*, spion, atau *cover AC* dilakukan dengan mengandalkan alat bantu berupa *cutter* dan keahlian sumber daya manusia dalam membentuk sesuai dengan bentuk aslinya. Proses pembentukan dilakukan secara manual dengan material kayu, triplek, atau *acrylic* lembaran yang di bentuk sesuai desain aslinya dengan menggunakan bantuan *cutter* atau alat potong konvensional lainnya. Miniatur bus hasil pembuatan secara manual disajikan pada Gambar 3.



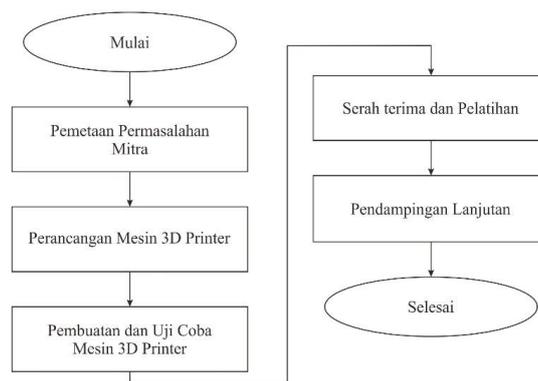
Gambar 3. *Cowl* Depan yang Dibuat secara Manual

Kendala yang selama ini dialami selama oleh Karang Taruna Dusun Bendungan dalam pembuatan miniatur bus adalah proses pembuatan *prototyping* untuk cetakan. Pembuatan *prototyping* cetakan secara manual memiliki kekurangan seperti tidak presisinya bentuk dan ukuran dengan benda aslinya. Selain itu, jika terjadi perubahan kecil pada bagian tertentu maka harus melakukan pembuatan *prototyping* cetakan dari awal. Disamping itu kemampuan membuat bagian secara manual hanya dapat dilakukan oleh beberapa anggota yang memiliki keahlian dan ketrampilan khusus. *Prototyping* akan sangat membantu menentukan proses produksi selanjutnya dan salah satu alternatif dalam pembuatan *prototyping* adalah dengan menggunakan mesin *3D printer* [6]. Selain digunakan untuk *prototyping*, penggunaan mesin *3D printer* digunakan untuk pembuatan komponen dengan tingkat variasi bentuk yang

berbeda-beda dan dalam jumlah yang relatif sedikit, pembuatan cetakan *rubber* dianggap tidak efisien.

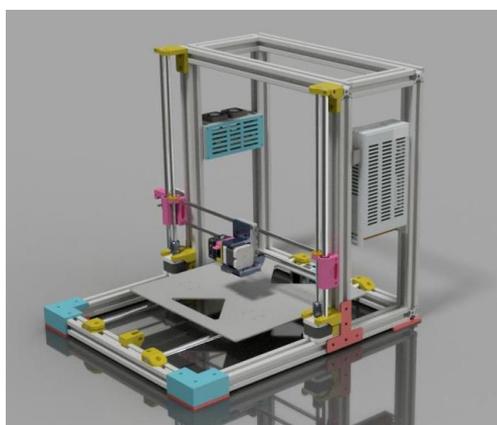
## 2. Metode

Dalam program pengabdian kepada masyarakat metode pelaksanaan yang diterapkan dalam memecahkan masalah tersebut adalah penerapan teknologi *3D printer* dalam produksi miniatur bus. Penerapan teknologi *3D printer* pada Karang Taruna Dusun Bendungan merupakan suatu rangkaian proses pengembangan produksi miniatur bus yang dimulai dari identifikasi kebutuhan, perancangan dan pembuatan mesin, pelatihan penggunaan hingga pendampingan yang berkelanjutan. Diagram alir kegiatan program pengabdian kepada masyarakat tersaji pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Kegiatan

Langkah-langkah dalam penerapan metode tersebut dilakukan mulai dari pemetaan awal masalah yang terdapat pada produksi miniatur bus. Dari hasil pemetaan awal diperoleh informasi bahwa salah satu kendala yang dihadapi oleh Karang Taruna Dusun Bendungan dalam memproduksi miniatur bus adalah permasalahan secara fisik dan dimensi. Permasalahan tersebut terjadi karena adanya perbedaan hasil komponen miniatur yang dibuat secara manual, baik secara dimensi maupun bentuknya. Guna memecahkan permasalahan tersebut maka dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat pada Karang Taruna Dusun Bendungan dimulai dengan melakukan perancangan dan pembuatan mesin *3D printer*. Berdasarkan informasi terkait proses produksi miniatur bus, dapat digunakan acuan untuk merancang dan membuat mesin tersebut. Desain awal mesin *3D printer* memiliki dimensi (p x l x t) 48 x 46 x 44 cm seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain Mesin 3D Printer

Sistem penggerak yang digunakan pada mesin *3D printer* ini adalah penggerak *ekstruder*, dimana *ekstruder* bergerak pada arah horizontal dan vertikal (sumbu X dan Z) dengan menggunakan motor *steper* serta sistem otomasi menggunakan mikrokontroller Arduino Mega. Dalam pembuatan mesin *3D printer* terdapat pula beberapa komponen pendukung seperti *power supply*, *LCD smart controller*, *lead screw*, dan beberapa komponen lainnya.

Langkah berikutnya yang dilakukan setelah melakukan perancangan dan pembuatan mesin *3D printer* adalah kegiatan pelatihan penggunaan dan pendampingan berkelanjutan. Dalam memanfaatkan teknologi pada pembuatan miniatur bus diperlukan sumber daya manusia yang kompeten dalam pengoperasiannya. Melalui pelatihan diharapkan mereka dapat mengetahui cara pengoperasian mesin *3D printer* secara baik dan benar serta dapat melakukan perawatan yang sesuai. Selain pelatihan terkait pengoperasian, kegiatan pengabdian ini juga melakukan pendampingan terkait pengembangan produk yang dapat dilakukan dengan menggunakan mesin *3D printer*.

### **3. Hasil dan Pembahasan**

Hasil kegiatan yang telah dicapai dalam kegiatan program pengabdian kepada masyarakat pada Karang Taruna Dusun Bendungan ini adalah pembuatan alat bantu produksi yang berupa mesin *3D printer* beserta pelatihan pengoperasian, serah terima alat, dan evaluasi hasil produk.

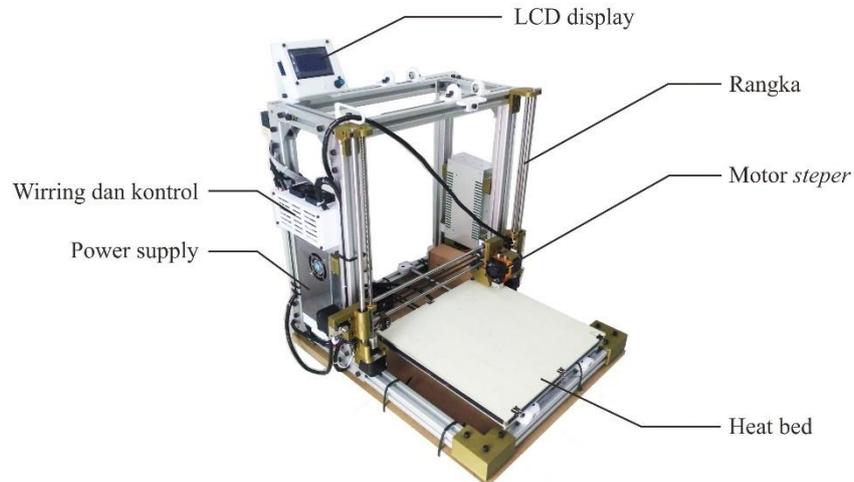
#### **3.1 Identifikasi Mitra**

Pengembangan industri kreatif yang dilakukan oleh kelompok masyarakat seperti kegiatan Karang Taruna Dusun Bendungan dalam pembuatan miniatur bus harus memperhatikan beberapa aspek. Hal-hal yang berpengaruh terhadap pengembangan industri kreatif terkait dengan aspek kekuatan, aspek kelemahan, aspek peluang, dan aspek ancaman [7]. Pada pembuatan miniatur bus yang dilakukan oleh Karang Taruna Dusun Bendungan aspek kekuatan yang dimiliki yaitu pangsa pasar yang potensial sehingga menjadikan sumber pemasukan yang menjanjikan bagi karang taruna sebagai produsen dan tersedianya sumber daya manusia berpengalaman dalam pembuatan miniatur. Sedangkan sisi kelemahan dan ancaman yang berpengaruh terhadap produksi tersebut adalah kecepatan dalam melakukan *update* model miniatur bus sesuai dengan model bus terbaru. Hal ini terkait terbatasnya sumber daya manusia yang dapat melakukan pembuatan *prototyping* cetakan secara manual. Selain itu persaingan antar produsen miniatur bus semakin ketat, sehingga perlu melakukan pengembangan supaya dapat tetap bersaing dengan produk lain. Dalam pembuatan miniatur bus yang dilakukan oleh Karang Taruna Dusun Bendungan memiliki peluang dalam hal pemanfaatan teknologi untuk pengembangan produk agar diperoleh produk yang detail dan mirip dengan aslinya. Pemanfaatan mesin *3D printer* pada produksi miniatur bus oleh Karang Taruna Dusun Bendungan akan melengkapi pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sudah ada sebelumnya yaitu pembuatan desain dengan komputer, proses pengecatan dengan menggunakan kompresor, dan penghalusan permukaan dengan menggunakan mesin.

#### **3.2 Mesin 3D Printer**

Hasil yang diperoleh dari pengabdian ini adalah dibuatnya mesin *3D printer* untuk membantu produksi miniatur yang dilakukan Karang Taruna Dusun Bendungan. Pada pembuatan mesin *3D printer* dilakukan dalam beberapa bagian yang meliputi bagian *frame*, mekanisme gerak dan sistem penggerak serta otomasi. Pembuatan rangka dilakukan dengan menggunakan aluminium profil 2020 dengan dimensi (p x l x t) adalah 48 x 46 x 44 cm dengan konektor antar bagian menggunakan plat siku dengan *screw*. Mekanisme gerak pada

mesin *3D printer* menggunakan komponen motor *steper* NEMA-17, *lead screw*, *pulley*, dan *belt*. Sedangkan untuk sistem otomasi menggunakan komponen mikrokontoller Arduino Mega 2360, *power supply*, *driver* DRV 8825, dan LCD *smart controller* sebagai sarana untuk menampilkan informasi tentang mesin *3D printer*. Bentuk mesin *3D printer* beserta dengan komponen tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Mesin *3D Printer*

### 3.3 Pelatihan

Kegiatan yang dilakukan setelah mesin *3D printer* selesai dibuat adalah pelatihan pengoperasian, perawatan, dan *troubleshooting*. Pelatihan dilakukan di Kampus Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM dengan menghadirkan anggota Karang Taruna Dusun Bendungan dan karena keterbatasan waktu dalam pelaksanaan, maka pelatihan ini dilakukan secara berantai dimana pada pelatihan pertama salah satu anggota datang untuk mengikuti pelatihan seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Suasana Pelatihan Mesin Penggunaan *3D Printer*

Selanjutnya anggota tersebut yang akan melakukan transfer ilmu terhadap anggota lainnya dengan pendampingan dari tim pengabdian. Pelatihan dilakukan dengan mengenalkan mesin *3D printer* beserta cara mengoperasikan serta dilakukan uji coba pembuatan produk dengan filament *polylactid acid* (PLA). Pada sesi ini juga diberikan teknik dalam merawat dan *troubleshooting* jika terjadi gangguan pada operasi mesin tersebut. Disamping pelatihan

teknis, tim pengabdian kepada masyarakat juga melakukan pendampingan terkait proses produksi dan manajemen pengelolaan serta saran untuk pengembangan kedepannya.

### 3.4 Hasil Produk *3D Printer*

Dengan menggunakan mesin *3D printer*, pembuatan komponen miniatur bus menjadi lebih akurat dan presisi serta lebih mudah melakukan modifikasi jika terdapat kesalahan atau modifikasi terhadap suatu *part*. Dari sisi waktu pembuatan juga terdapat efisiensi waktu dalam pembuatan *prototyping* cetakan *cowl*, *seat*, dan *velg*. Jika membuat *prototyping* cetakan *cowl* depan dengan cara manual membutuhkan waktu sekitar 30 hari, dengan menggunakan mesin *3D printer* pembuatan hanya membutuhkan waktu tujuh hari sehingga diperoleh efisiensi waktu sebesar 76% pada tahap pembuatan *prototyping* cetakan. Hal tersebut dapat tercapai karena pembuatan *prototyping* cetakan dengan penggunaan teknologi *3D printer* hanya perlu melakukan perbaikan pada gambar desain jika terjadi kesalahan dan saat proses pencetakan dapat digunakan untuk melakukan kegiatan produksi lainnya. Penggunaan teknologi *3D printer* dalam pembuatan miniatur dapat menghemat waktu serta memperoleh hasil yang mendetail sehingga teknologi *3D printer* merupakan solusi dalam pengembangan produk khususnya untuk memecahkan permasalahan *lead time design process* [8]. Perbandingan hasil pembuatan *prototyping* cetakan *cowl* depan dengan secara manual dan *3D printer* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. *Prototyping* Cetakan *Cowl* Depan (a) Pembuatan Secara Manual, (b) Pembuatan Dengan *3D Printer*

Efisiensi lain yang diperoleh dalam penggunaan teknologi *3D printer* adalah efisiensi pada sisi ekonomi. Harga material PLA dengan berat 1 kg dijual dengan harga rata-rata Rp. 250.000,00 maka penggunaan teknologi *3D printer* pada pembuatan miniatur bus jika digunakan untuk membuat *prototyping* cetakan *cowl* depan dan belakang membutuhkan PLA sebanyak 45 gram dan 95 gram. Jika pembuatan dilakukan dengan jasa pihak ketiga dimana biaya bahan dan produksi per 1 gram material PLA adalah Rp. 3.000,00 sehingga untuk pembuatan master cetakan *cowl* depan dan belakang dibutuhkan biaya Rp. 420.000,00. Sedangkan jika produsen sudah memiliki mesin *3D printer* dan melakukan pencetakan sendiri hanya diperlukan biaya bahan senilai Rp. 35.000,00 per sekali pembuatan *prototyping* cetakan *cowl* depan dan belakang. Biaya listrik yang diperlukan untuk operasional mesin ini tidak terlalu besar, dengan daya listrik rumah tangga 900 watt sudah dapat digunakan untuk mengoperasikan mesin *3D printer* dalam kondisi normal. Jika dibandingkan dengan harga jual miniatur bus produksi Karang Taruna Dusun Bendungan yang berada pada kisaran Rp. 2.000.000,00 per unit, maka secara nilai ekonomi penggunaan teknologi *3D printer* pada pembuatan miniatur bus sangat menguntungkan baik untuk pembuatan master cetakan maupun komponen pendukung lainnya.

Nilai lebih pemanfaatan teknologi *3D printer* selain nilai efisiensi waktu yang sangat baik dan hasil yang detail serta nilai ekonomis yang tinggi, kelebihan lainnya adalah nilai kekuatan baik serta defleksi yang rendah. Dari hasil pengujian dengan metode elemen hingga diperoleh nilai tegangan maksimum produk hasil teknologi *3D printer* dengan material PLA sebesar 2,407 MPa, dan nilai defleksi maksimum sebesar 0,7696 mm [9]. Nilai tegangan maksimum yang dihasilkan pada pengujian dengan study kasus chasis miniatur bus dikatakan aman karena nilai tersebut jauh dari nilai tegangan luluh PLA sebesar 59 Mpa [10]. Pendampingan terus dilakukan untuk meningkatkan kualitas produk hasil *3D printer* yang akan digunakan dalam pembuatan komponen miniatur bus. Peningkatan kualitas dapat dilakukan dengan melakukan pengaturan parameter operasi dari mesin *3D printer*, dimana parameter *print speed*, *layer height*, dan temperatur ekstruder merupakan parameter yang dapat mempengaruhi kekuatan produk hasil *3D printer* [11]. Contoh komponen miniatur bus yang dapat dibuat dengan teknologi *3D printer* adalah miniatur velg yang tersaji pada Gambar 9.



Gambar 9. Velg Miniatur Hasil *3D Printer*

#### 4. Kesimpulan

Program pengabdian yang dilaksanakan di Karang Taruna Dusun Bendungan telah berhasil memberikan solusi terhadap permasalahan dalam pembuatan miniatur bus. Pembuatan mesin *3D printer* telah dilakukan dengan dimensi 48 x 46 x 44 cm serta telah beroperasi dengan baik. Pemanfaatan teknologi *3D printer* pada proses produksi miniatur bus diperoleh nilai efisiensi waktu hingga 76% khususnya pada proses pembuatan master cetakan dengan tingkat kepresisian yang tinggi dan memiliki nilai ekonomis yang baik.

#### Daftar Pustaka

- [1] M. Susanto, Diksi Rupa, Yogyakarta: Kanisius, 2002.
- [2] Poerwadarminta, Kamus Besar Bahasa Indonesia, Jakarta: Balai Pustaka, 1993.
- [3] D. Yagnik, "Fused Deposition Modeling – A Rapid Prototyping Technique for Product Cycle Time," *IOSR Journal of Mechanical and Civil*, pp. 62-68, 2014.
- [4] M.D. Mulyawan, G.E. Pramono, and Sumadi, "Rancang Bangun Konstruksi Rangka Mesin *3D Printer* Tipe *Cartesian* Berbasis *Fused Deposition Modeling* (FDM)," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 06, no. 4, p. 252-257, 2017.
- [5] Pemerintah Desa Bendungan, Kecamatan Karangmojo, Kabupaten Gunung Kidul 2018, <http://bendungan-karangmojo.desa.id>.
- [6] M. Dahlan, B. Gunawan, and F.S. Hilyana, Rancang Bangun Printer 3D Menggunakan Kontroller Arduino Mega 2560, Prosiding SNATIF Ke-4, ISBN: 978-602-1180-50-1, 2017.

- [7] A.D. Ananda and D. Susilowati, Pengembangan Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) Berbasis Industri Kreatif di Kota Malang, *Jurnal Ilmu Ekonomi*, vol X, jilid X, p. 120-142, 2017.
- [8] K.S. Putra and U.R. Sari, Pemanfaatan Teknologi 3D Printing Dalam Proses Desain Produk Gaya Hidup, *Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi 2018*, 2018.
- [9] B.D. Prihadianto and A.R. Koswara, “Analisis Kekuatan Miniatur Sasis Bus Hasil Teknologi *Fused Deposition Modelling* Dengan Metode Elemen Hingga,” *MANUTECH Jurnal Teknologi Manufaktur*, vol.12, no. 1, p. 36-43, 2020.
- [10] S. Farah, D.G. Anderson, and R. Langer, “Physical and mechanical properties of PLA, and their functions in widespread applications — A comprehensive review,” *Advanced Drug Delivery Reviews*, vol.107, p. 367, 2016.
- [11] A. Setiawan, “Pengaruh Parameter Proses Ektrusi *3D Printer* Terhadap Sifat Mekanis Cetak Komponen Berbahan Filament PLA (*Poly lactide Acid*),” *Jurnal teknika STTKD*, vol. 4, no. 2, p. 20-27, 2017.

