

RANCANG BANGUN DAN ANALISIS TRIAL AND EROR DAYA SERVO PROSTHETIC HAND MENGGUNAKAN 3D PRINTING

Design and Trial and Error Analysis of Servo Power Prosthetic Hand Using 3D Printing

Rifaldi Yanalseta^{1*}, Dedi Suryadi¹, Roni Permana Saputra²

1) Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Kec. Muara Bangka Hulu, Bengkulu, 38371

2) Pusat Riset Mekatronika Cerdas BRIN, Kawasan Sains dan Teknologi Prof. Dr. Samaun Samadikun

Jl. Sangkuriang, Dago, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, 40135

*) Email : direfal695@gmail.com

Submitted: 15 Januari 2025

Revised: 13 Maret 2025

Accepted: 25 Maret 2025

ABSTRACT

Prosthetic hands are designed to help people with disabilities work. This research aims to make a prosthetic hand using a 3D printing machine with a focus on using Solidworks software for model design, Ultimaker Cura software for slicing printing in the form of G-Code, and filler material in the form of PLA filament. The main components used involve a servo motor (MG996), Arduino Uno, and breadboard. This research focuses on making designs using solidworks, using servo motors (MG996), and using PLA filament material. The data collection process is divided into three stages: design creation, G-code creation, and printing, as well as the data collection process which involves trial and error on the prosthetic hand. The results of this research show that although in general all the fingers of the prosthetic hand can move, there are some fingers that experience problems following program commands. Factors such as design, manufacturing defects, hinges, and connecting straps between the servo motor and the finger affect the movement of the prosthetic hand's fingers. Although some fingers can move well, there are also those who experience difficulty in movement..

Keywords: Prosthetic Hand, Servo Power, 3D Printing

1. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan bidang industri manufaktur, Pusat Riset mekatronika cerdas juga ikut dalam penggunaan perkembangan tersebut, salah satunya penggunaan teknologi 3D *Printing*. 3D *Printing* atau yang biasanya disebut dengan *Additive Manufacturing* (AM) merupakan proses membuat objek padat 3 dimensi atau bentuk apapun dari model digital. Proses pembuatan komponen dengan 3D printer menjadi lebih efektif, bersih, aman dan hemat waktu. Hal ini dikarenakan pada saat melakukan printing, kegiatan lain dapat dilakukan sambil menunggu proses printing selesai. Teknologi 3D *printing* lebih ramah lingkungan dan memberikan kemungkinan tanpa batas dari geometri yang kompleks dapat diwujudkan [1].

Fused Deposition Modelling (FDM) merupakan teknik 3D *Printing* yang digunakan untuk mencetak produk filamen, sebagai material utama. Kemudian didalamnya terdapat *bottom plat* yang berfungsi untuk membentuk permukaan cetak. Di dalam FDM, sebuah objek dibentuk dengan cara melelehkan material lalu tempatkan lapisan demi lapisan sehingga membentuk sebuah objek yang diinginkan. Teknik pencetakan FDM ini merupakan realisasi fisik model *Computer Aided Design* (CAD).

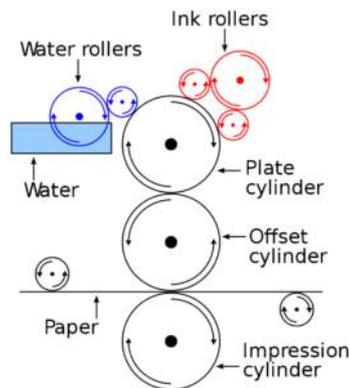
Di dalam pencetakan 3D *printing* berbasis FDM ini, format file yang digunakan yaitu *STereo Lithography* (STL), dimana format ini hanya mendeskripsikan geometri dari permukaan sebuah objek tiga dimensi tanpa representasi mengenai warna, tekstur atau pun atribut lainnya dari sebuah objek yang akan dicetak [2]. Namun sebelum dilakukan pencetakan, format gambar STL diubah terlebih dahulu menjadi format *G-code*. Kemudian *prosthetic hand* dicetak menggunakan 3D *Printing*. *Prosthetic hand* dirancang menggunakan aplikasi solidwork. Bahan yang digunakan untuk pencetakan 3D adalah PLA (*Poly Lactic Acid*) yang merupakan bio-plastik dan dapat terurai secara hayati. Setelah dilakukan pencetakan, komponen ini selanjutnya diberikan beberapa komponen elektrik salah satunya motor servo. Alat ini digunakan untuk melakukan gerakan seperti membuka dan menutup jari serta memutar pergelangan tangan. Alat ini menggunakan total 5 buah motor servo (MG996) yang dikendalikan menggunakan *board arduino*. Tujuan dari penelitian ini adalah agar dapat

mengetahui prosedur pembuatan *prosthetic hand* menggunakan mesin 3D *Printing*. Selain itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis *trial and error* yang terjadi pada *prosthetic hand*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Printing*

Printing atau pencetakan adalah sebuah proses industri untuk memproduksi secara massal tulisan dan gambar, terutama dengan tinta diatas kertas menggunakan sebuah mesin cetak. Mesin cetak penuh warna digital pertama memasuki pasar pada awal 1990-an. Pencetakan digital pertama kali diperkenalkan pada tahun 1993. Mesin cetak pertama warna digital pertama diluncurkan ini bernama indigo. Pada umumnya ada 2 teknik cara pencetakan, yaitu teknik cetak offset (*Offset Printing*) dan teknik cetak digital (*Digital Printig*). Dalam proses nya teknik *offset printing* ini, desain yang sudah disiapkan akan dibakar ke plat aluminium dengan tinta basah. Untuk warna dasar yang digunakan yaitu *Cyan* (Biru), *Magenta* (Merah), *Yellow* (Kuning), dan *Black* (Hitam) [3]. 3D printing ini menggunakan teknik *Fused Deposition Modelling* (FDM). FDM ini merupakan suatu metode pembuatan *prototype* atau suatu benda dengan proses pelelehan material termoplastik menggunakan mekanisme *ekstruder* [4]. *Ekstruder* itu sendiri merupakan suatu cara untuk membuat benda dengan penampang [5]. Proses FDM dimulai setelah *layer* pertama terbentuk, *nozzle* bergerak keatas untuk membentuk *layer* selanjutnya sampai membentuk benda tiga dimensi [3]. Gambar 1 merupakan proses dari teknik cetak offset.



Gambar 1. Teknik Cetak Offset [3]

Dala proses *fused Deposition Modelling* (FDM) terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan yaitu temperature, ketebalan, temperature plat, kecepatan *print*, pola pengisian tingkat kerapatan, dan lapisan [6]. Terdapat teknik tambahan untuk menyempurnakan proses *printing* yaitu teknik *multiple* material [3].

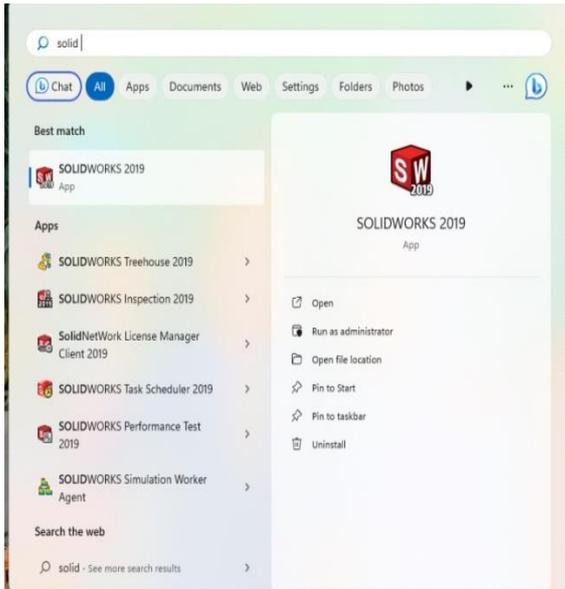
2.2 *Prototyping*

Prototyping adalah contoh awal konsep sebagai bagian dari proses pengembangan produk. Terdapat beberapa aplikasi yang digunakan untuk melakukan *prototyping* yaitu aplikasi cad dan aplikasi 3D *printing*. Contoh aplikasi dari software CAD ini yaitu AutoCAD, Inventor, SolidWork, dan masi banyak yang lain [7]. Ultimaker cura (UC) adalah aplikasi yang dirancang untuk 3D *Printing*, UC ini dibuat oleh David Bran, dimana UC ini dapat mengubah parameter pencetakan dan kemudian mengubahnya menjadi *G-Code* [8].

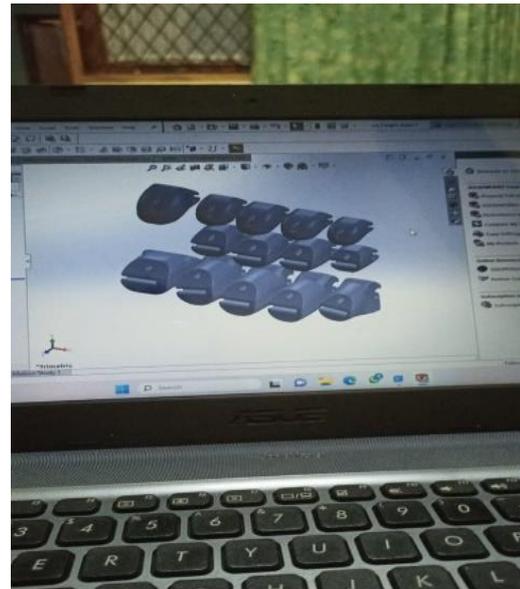
3. METODOLOGI

Pada proses pengujian ini dilakukan beberapa tahapan, dimulai dengan studi literatur dari berbagai sumber kemudian mempersiapkan alat yang akan digunakan untuk keperluan pembuatan rangkaian, jika rangkaian berhasil dijalankan lakukan pengujian jika tidak periksa lagi rangkaian yang dibuat setelah melakukan pengujian catat data yang dihasilkan kemudian ditarik kesimpulan.

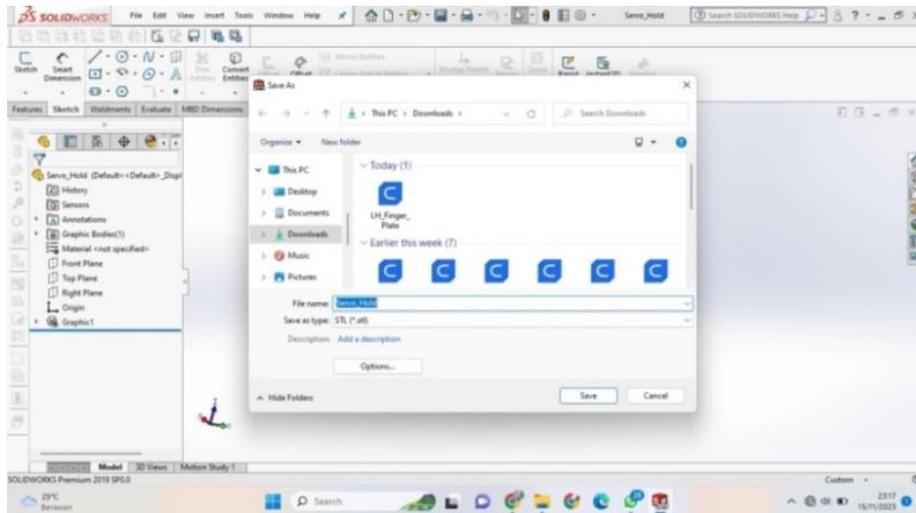
Prosedur penelitian pada alat ini dibagi kedalam tiga proses yaitu proses pembuatan desain. Proses ini dimulai dengan membuka *software solidworks*. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 2. Proses selanjutnya melakukan pembuatan desain. Pembuatan desain dilakukan dengan menggunakan *solidwork* dengan melihat bentuk dan ukuran dari komponen *prosthetic hand*. Proses pembuatan desain dapat dilihat pada Gambar 3. Setelah melakukan pembuatan desain, desain tersebut kemudian disimpan dalam format STL. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 4.



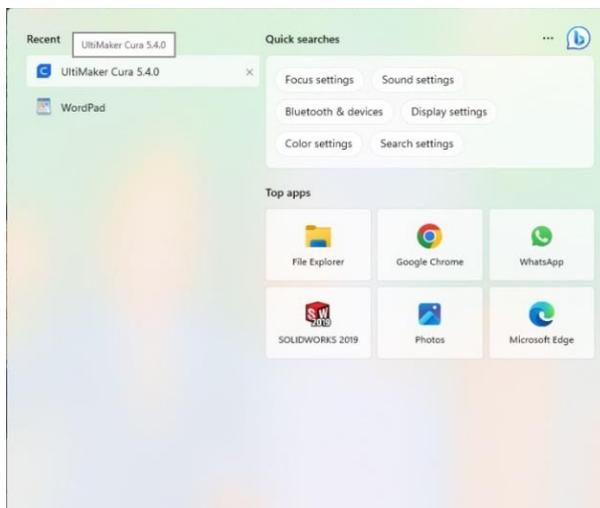
Gambar 2. Membuka Solidworks



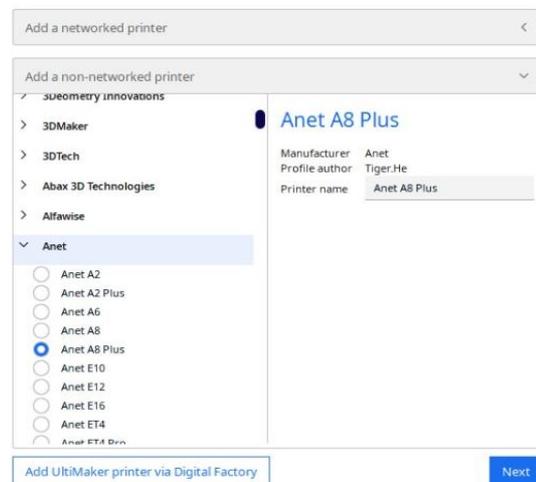
Gambar 3. Membuat Desain



Gambar 4. Menyimpan Dalam Format STL

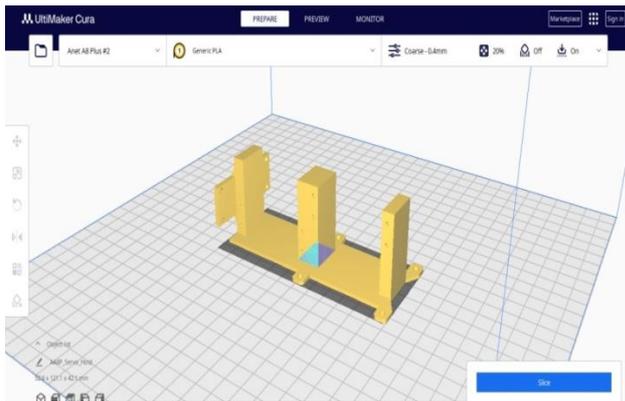


Gambar 5. Software Cura

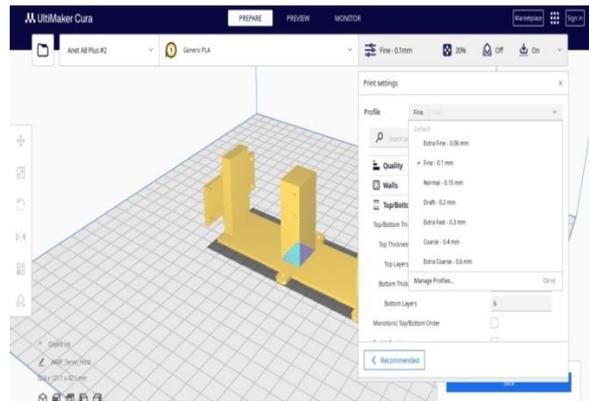


Gambar 6. Mengubah jenis printer

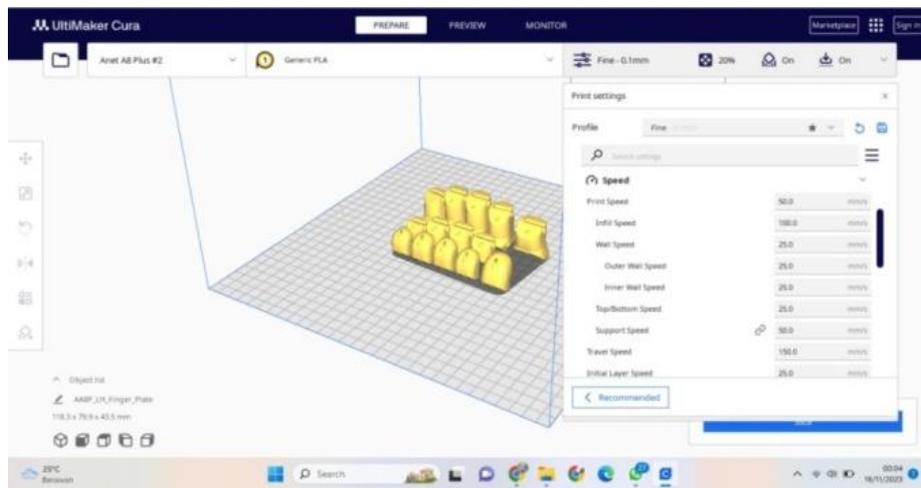
Desain yang telah dibuat pada solidwork kemudian diubah dengan format G-code dengan menggunakan software cura. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 5. Setelah software cura terbuka, Langkah berikutnya adalah mengubah jenis printer yang sesuai dengan printer yang akan digunakan. Dapat dilihat pada Gambar 6. Langkah selanjutnya adalah menginput file desain dan mengubah bentuk profil. Dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8. Setelah mengubah bentuk profil dari desain kemudian mengatur kecepatan printer seperti terlihat pada Gambar 9. Langkah berikutnya adalah mengatur suhu, dan melakukan slice pada desain. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11. Terakhir adalah proses pencetakan serta proses perakitan. Proses ini dimulai dari mempersiapkan printer 3D. Persiapan ini dilakukan dengan mengkalibrasi printer sebelum dilakukan pencetakan. Dapat dilihat pada Gambar 12. File desain yang sudah diubah dalam format G-code selanjutnya dicetak menggunakan mesin 3D printer. Kemudian hasil cetakan selanjutnya digabungkan dengan tali penghubung sehingga membentuk rangkaian utuh, seperti terlihat pada Gambar 13 dan 14.



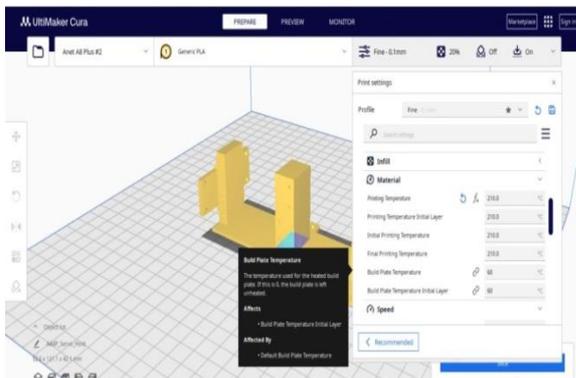
Gambar 7. Menginput File



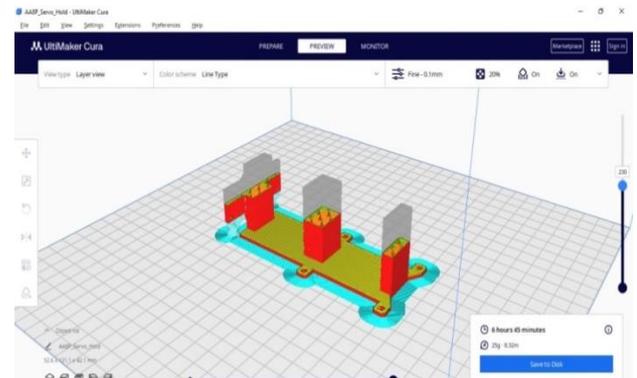
Gambar 8. Mengubah Bentuk Profil



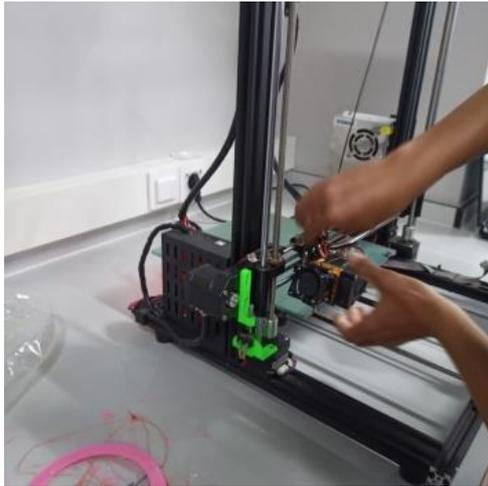
Gambar 9. Mengatur Kecepatan Printer



Gambar 10. Mengatur Suhu Saat Proses Percetakan



Gambar 11. Melakukan Slice pada desain



Gambar 12. Mempersiapkan Printer 3D



Gambar 13. Memasukan Tali Penghubung



Gambar 14. Menyambungkan Komponen Elektronika

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

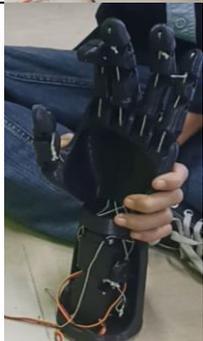
Pada pengujian yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa jari mampu bergerak sesuai program yang diinginkan. Gerakan – gerakan jari yang diinginkan yaitu dimulai dari gerakan jari kelingking, diikuti dengan gerakan jari manis, lalu gerakan jari tengah, selanjutnya gerakan jari telunjuk, dan yang terakhir yaitu gerakan jari jempol. Mekanisme gerakan ini dilakukan secara bergantian. Data hasil yang didapat adalah efektifitas dan fleksibilitas dari gerakan jari apakah sudah sesuai atau mendekati gerakan jari tangan sesungguhnya. Data dari hasil gerakan – gerakan *prosthetic hand* dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada pembuatan *prosthetic hand* ini, digunakan sebagai *prototype*. Pada pembuatan rangkaian *prosthetic hand* ini digunakan beberapa komponen utama yang berfungsi untuk menggerakkan jari – jari diantaranya: motor servo, arduino, dan *mother board*. Pada rangkaian *prosthetic hand* ini digunakan arduino uno untuk meneruskan signal dari mikro controller menuju motor servo MG996. Motor servo berfungsi untuk memutar roda yang menarik tali – tali yang saling terhubung dengan komponen jari – jari *prosthetic hand*.

secara sempurna sesuai dengan perintah program. Banyak factor yang mempengaruhi keberhasilan gerakan jari diantaranya: desain, cacat yang terjadi saat proses manufaktur alat, engsel pada sela-sela jari, dan tali penghubung jari dan motor. Pada jari kelingking, jari dapat bergerak dengan baik hal ini dikarenakan engsel dan komponen pendukung tersusun dengan baik. Kemudian pada jari manis, jari tidak bergerak dengan baik hal ini disebabkan karena engsel tidak fleksibel dan tali penghubung antara motor servo dan jari tidak mendapatkan tegangan tali yang ideal sehingga menghambat gerakan jari manis. Hal ini juga terjadi pada jari telunjuk yang tidak mampu bergerak dengan baik sesuai dengan program yang diinginkan.

Desain komponen *prosthetic hand* juga sangat berpengaruh terhadap keberhasilan gerakan jari. Desain yang sederhana namun efektif akan membuat jari bergerak secara bebas tanpa hambatan. Selain itu, pada proses manufaktur desain juga sangat berpengaruh karena dapat menyebabkan tidak dapat menghubungkan satu komponen ke komponen lainnya.

Tabel 1 Data Hasil Pengujian

Foto		Keterangan
		<p>Jari kelingking mampu bergerak dengan baik sesuai program.</p>
		<p>Jari manis tidak mampu bergerak dengan baik sesuai program.</p>
		<p>Jari tengah mampu bergerak dengan baik sesuai program.</p>
		<p>Jari telunjuk tidak mampu bergerak dengan baik sesuai program.</p>
		<p>Jari jempol mampu bergerak dengan baik sesuai program.</p>

Secara umum semua jari dapat bergerak namun terdapat beberapa jari yang tidak mampu bergerak

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan dalam membuat *prosthetic hand*, hal yang perlu dilakukan adalah membuat desain dan mengubah gambar desain ke dalam format *gcode*, selanjutnya mencetak menggunakan 3D printer. Secara umum *trial and error* pada *prosthetic hand*, komponen jari dapat bergerak namun terdapat beberapa jari yang tidak mampu bergerak secara sempurna sesuai dengan perintah program.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amin. **2017**. Replikasi Anatomi Jantung Pada Pasien Penderita Ventricle Septum Defect (VSD), Dengan 3D *Printing* Abstrak. Prosiding Seminar Nasional Energi dan Teknologi: 374–380
- [2] Partner 3D. **2015**. Mengenal Teknologi Printer 3D, Mesin *Printing* Canggih Serbaguna-Partner3D. <http://www.partner3d.com/mengenal-teknologiprinter-3d-mesin-printing-canggihserbaguna>. Diakses pada 10 Juli 2023
- [3] Pristiansyah P, Hasdiansah H, Sugiyarto S. **2019**. Optimasi Parameter Proses 3D *Printing* FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filament Eflex. *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur*: 11(1): 33–40.
- [4] Abdillah H, Ulikaryani. **2019**. Aplikasi 3D Printer Fused Deposite Material (FDM) pada pembuatan pola cor. *Sintek Jurnal*: 13(2).
- [5] Harper CA. **2000**. *Modern Plastics Handbook*. Edisi Pertama. Mc Graw Hill. 5.55–5.84.
- [6] Chennakesava P, Narayan S. **2014**. Fused Deposition Modeling –Insights. International Conference on Advances in Design and Manufacturing (ICAD&M'14).
- [7] Ivan. **2004**. Sejarah CAD/CAM. <https://id.wikipedia.org/wiki/CAD>). Diakses pada 25 Juli 2023.
- [8] Linux. **2018**. Ultimaker Cura: aplikasi luar biasa untuk menyiapkan model untuk pencetakan 3D. <https://blog.desdelinux.net/id/ultimaker-cura-una-excelente-aplicacion-para-preparar-modelos-para-impresion-3d/>. Diakses pada 25 Juli 2023.