

# Pengembangan, Penyuluhan dan Hibah Tangan Prostetik Bagi Anak-Anak Penyandang Disabilitas Tuna Daksa di YPAC Kota Semarang

Aripin<sup>1</sup>, Dedi Nucipto<sup>2</sup>, Menik Dwi Kurniatie<sup>3</sup>, Dita Ayu Mayasari<sup>4</sup>, Vincent Suhartono<sup>5</sup>,  
Ihtifazhuddin Hawari<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Program Studi Teknik Biomedis, Universitas Dian Nuswantoro

E-mail: <sup>1</sup>arifin@dsn.dinus.ac.id, <sup>2</sup>dedi.nurcipto@dsn.dinus.ac.id,

<sup>3</sup>menik.dwi.kurniati@dsn.dinus.ac.id, <sup>4</sup>dita.ayu.mayasari@dsn.dinus.ac.id

## Abstrak

Salah satu permasalahan yang masih dihadapi oleh pemerintah Kota Semarang adalah tingginya warga penyandang Tuna Daksa. Berdasarkan data Penyandang Masalah Kesejahteraan Sosial (PMKS) Dinas Sosial Kota Semarang, bahwa jumlah penyandang disabilitas untuk jenis tuna daksa adalah 1.758 jiwa. Menurut Wali Kota Semarang Hendrar Prihadi, masih banyak warga penyandang tuna daksa khususnya anak-anak di YPAC Kota Semarang yang memerlukan alat bantu tangan prostetik agar anak-anak dapat beraktifitas dengan normal. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan membantu anak-anak di YPAC Kota Semarang untuk memperoleh tangan prostetik sesuai dengan kebutuhan mereka yang diiringi dengan kegiatan penyuluhan dan pendampingan sehingga bantuan yang diberikan dapat dimanfaatkan secara optimal. Tahapan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, terdiri dari 1) Koordinasi dengan yayasan dan pengurus YPAC Kota Semarang, 2) Pendataan anak tuna daksa di YPAC Kota Semarang, 3) Perekaman bentuk dan ukuran tangan anak tuna daksa, 4) Proses desain tangan prostetik, 5) Proses Produksi, 6) Penyusunan buku manual penggunaan dan pemeliharaan tangan prostetik, dan 7) Penyuluhan dan pendampingan, serta hibah tangan prostetik kepada anak tuna daksa. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini sangat penting untuk membantu anak tuna daksa di YPAC Kota Semarang sehingga dapat beraktifitas sehari-hari secara normal untuk meningkatkan prestasi belajarnya.

Kata kunci: penyuluhan dan pendampingan, tangan prostetik, tuna daksa, YPAC Kota Semarang

## Abstract

*One of the problems that are faced by the Semarang City government is the high number of people with disabilities. Based on data 'Penyandang Masalah Kesejahteraan Sosial (PMKS)' of the Semarang City Social Service, that the number of people with disabilities is 1,758 people. The Mayor of Semarang, Hendrar Prihadi, stated that there are still many people with disabilities, especially children at YPAC Semarang City who need prosthetic hand tools so that children can carry out normal activities. This community service activity aims to help children at YPAC Semarang City to obtain prosthetic hands according to their needs accompanied by counseling and mentoring activities so that the assistance provided can be used optimally. The stages in this community service activity consist of 1) Coordination with foundations and management of YPAC Semarang City, 2) Data collection on children with disabilities at YPAC Semarang City, 3) Recording of hand shapes and sizes of children with disabilities, 4) Prosthetic hand design process, 5) Production process, 6) Preparation of manuals on the use and care of prosthetic hands, and 7) Counseling and assistance, as well as grants of prosthetic hands to children with disabilities. This community service activity is expected to help disabled children at YPAC Semarang City can carry out their daily activities normally so as to improve their learning achievement.*

Keywords: counseling and assistance, prosthetic hands, disabilities, YPAC Semarang City

## 1. PENDAHULUAN

Menurut WHO dalam laporan “*Global Status Report Onroad Safety 2013*” tingginya angka kecelakaan jalan raya sebagai penyebab utama kecacatan seumur hidup dimana kecelakaan jalan raya menempati urutan ke-9 dengan jumlah kematian mencapai 1,3 juta jiwa dalam setahun atau 3.562 jiwa/hari. Faktor usia korban meninggal akibat kecelakaan jalan raya adalah hampir 60% adalah berusia 15-44 tahun. Usia yang produktif bagi kehidupan seorang manusia. Menurut sumber yang sama, negara Indonesia apabila dilihat dari jenis pengguna jalan yang menjadi korban kecelakaan jalan raya, 3 terbesar adalah pengguna sepeda motor (36%), pengemudi dan penumpang angkutan bus (35%) dan pejalan kaki (21%) dan peningkatan yang cukup besar korban kecelakaan jalan raya dari tahun ke tahun. Selain kecelakaan lalu lintas, kecelakaan kerja dan kelainan genetik, juga menjadi penyebab utama terjadinya penderita/pasien tuna daksa di masyarakat.

Kemajuan dalam bidang rapid prototyping, yang melibatkan teknologi printer 3D, mesin laser cutting, mesin CNC, mesin router dan mesin-mesin lainnya berkembang sangat pesat. Kemajuan teknologi ini diikuti juga perkembangan *workflow* proses produksi modern yang bertumpu pada sebuah proses integrated digital design dari tahap pra produksi sampai pasca produksi. Kondisi ini harus diikuti dan dikuasai perguruan tinggi, baik dalam wawasan dan ilmu pengetahuan, juga terkait dengan pengembangan riset serta penguasaan teknologinya, bahkan harus sampai pada kemampuan dan kemandirian untuk produksi/manufaktur, serta pemasaran produk hasil karya perguruan tinggi. Konsep Teaching Industry, yaitu sebuah wahana produksi berbasis riset dan inovasi untuk mendukung proses pembelajaran yang teintegritas dengan industri, adalah jawabannya.

Warga penyandang disabilitas Tuna Daksa di Kota Semarang masih cukup tinggi termasuk anak-anak di YPAC Kota Semarang. Tuna daksa merupakan keadaan fisik seseorang yang memiliki gangguan ataupun rusak yang diakibatkan oleh gangguan bentuk atau hambatan pertumbuhan otot, sendi dan tulang yang tidak normal. Salah satu jenis penyandang disabilitas tuna daksa adalah orang yang memiliki gangguan atau kerusakan pada otot, sendi, tulang pada tangan. Berdasarkan data Penyandang Masalah Kesejahteraan Sosial (PMKS) Dinas Sosial Kota Semarang, bahwa jumlah penyandang disabilitas untuk jenis tuna daksa adalah 1.758 jiwa. Menurut Wali Kota Semarang Hendrar Prihadi (merdeka.com, 2020), “masih banyak warga penyandang disabilitas khususnya tuna daksa yang memerlukan alat bantu kaki palsu maupun tangan palsu agar dapat beraktifitas dengan normal”.

YPAC Kota Semarang Tengah merupakan salah satu organisasi sosial ataupun Yayasan sosial di Kota Semarang yang bergerak di bidang pengelolaan dan pemenuhan hak-hak warga difabel khususnya anak-anak. YPAC Semarang didirikan pada tanggal 19 April 1954 oleh Ibu Milono istri Residen Semarang dan diprakarsai oleh Prof. Dr. dr. Soeharso. YPAC di Kota Semarang merupakan salah satu cabang dari 16 cabang YPAC seluruh Indonesia. Pada acara peringatan hari Kemerdekaan RI yang ke 77 tahun 2022, Wakil Kepala Kesiswaan Yusuf Krisnawan menyampaikan bahwa rata-rata murid di YPAC Kota Semarang adalah tuna daksa dan tuna grahita.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini difokuskan pada pemberian bantuan pada anak-anak disabilitas khususnya tuna daksa di YPAC Kota Semarang berupa tangan dan kaki prostetik sesuai dengan kondisi dari masing-masing anak sehingga tangan dan kaki prostetik dapat dimanfaatkan secara optimal agar anak-anak penyandang tuna daksa dapat beraktifitas sehari-hari secara normal.

## 2. METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini terdiri dari 1) Koordinasi dengan pengurus dan Kepala Sekolah YPAC Kota Semarang, 2) proses produksi tangan prostetik, 3) Hibah tangan prostetik kepada anak penyandang disabilitas tuna daksa YPAC Kota Semarang yang disertai dengan penyuluhan dan pendampingan.

### 2.1 Koordinasi dengan Pengurus dan Kepala Sekolah YPAC Kota Semarang

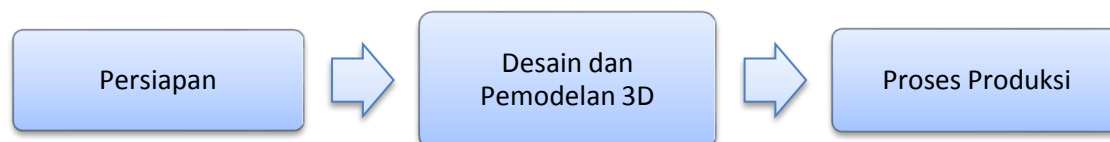
Pada tahap awal kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, tim melakukan kunjungan ke YPAC Kota Semarang untuk berkonsultasi dengan pengurus. Kunjungan ini bertujuan untuk meminta izin kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang akan dilaksanakan di YPAC Kota Semarang. Pengurus YPAC Kota Semarang sangat antusias dan menyambut baik kegiatan pengabdian masyarakat ini. Oleh karena itu, tahap selanjutnya berkoordinasi dengan Kepala Sekolah untuk membahas teknis pelaksanaannya. Salah satu hasil koordinasi dengan Kepala Sekolah adalah identifikasi anak-anak penyandang disabilitas tuna daksa dan menentukan prioritas target anak yang mendapatkan bantuan dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini. Dokumentasi kegiatan koordinasi dengan pengurus dan Kepala Sekolah YPAC Kota Semarang dapat dilihat di Gambar 1.



Gambar 1. Dokumentasi Koordinasi dengan Pengurus YPAC Kota Semarang

### 2.2 Kegiatan Produksi Tangan Prostetik

Secara detail, strategi kegiatan produksi tangan prostetik dapat dijabarkan menjadi 4 kegiatan utama, yaitu 1) Persiapan : pendaatan anak-anak disabilitas tuna daksa di YPAC Kota Semarang, 2) Desain dan Pemodelan 3D, dan 3) Proses Produksi. Secara garis besar, alur kegiatan produksi tangan prostetik disajikan di Gambar 2.



Gambar 2. Alur kegiatan produksi tangan prostetik

#### 2.2.1 Persiapan

Tahap ini merupakan lanjutan dari hasil koordinasi dengan pengurus dan Kepala Sekolah YPAC. Kepala sekolah melakukan identifikasi anak-anak penyandang disabilitas tuna daksa dan menentukan prioritas anak yang akan mendapatkan bantuan dalam kegiatan pengabdian ini. Oleh karena itu, terdapat 2 kegiatan dalam tahap persiapan, yaitu :

1. Pendataan dan pembentukan database anak-anak penyandang disabilitas tuna daksa. Database ini sangat penting sebagai dasar untuk menentukan langkah-langkah selanjutnya khususnya mensukseskan program seribu tangan palsu yang telah dicanangkan Program Studi Teknik Biomedis Universitas Dian Nuswantoro.
2. Perekaman bentuk dan ukuran tangan dan kaki terhadap anak penyandang disabilitas tuna daksa yang telah diprioritaskan oleh Kepala Sekolah YPAC dengan menggunakan Scanner 3D. Proses perekaman bentuk dan pengukuran tangan dan kaki juga dapat dilakukan dengan menggunakan gips yang dipasangkan ditangan ataupun kaki penderita sehingga diperoleh

perkiraan ukuran tangan atau kaki yang akan dibuat. Proses perekaman bentuk dan pengukuran tangan atau kaki dapat dilihat di Gambar 3.



Gambar 3. Proses perekaman bentuk dan pengukuran tangan / kaki

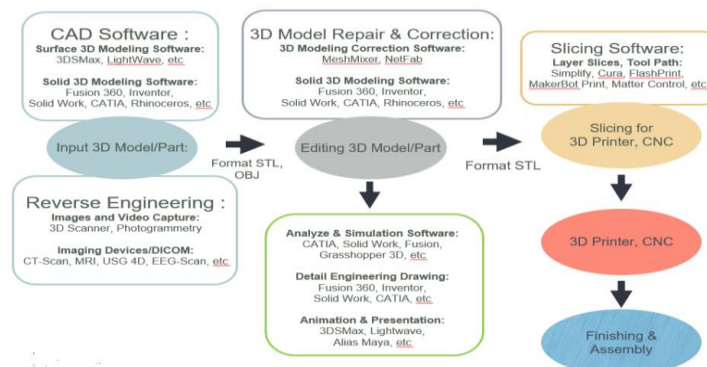
### 2.2.2 Desain dan Pemodelan 3D Tangan Prostetik

Tahap desain dan pemodelan 3D dilakukan berdasarkan hasil perekaman dan pengukuran bentuk tangan ataupun kaki menggunakan *Scanner 3D*. Proses desain dan pemodelan 3D tangan prostetik adalah pengambilan data objek tangan dengan menggunakan *3D Handy Scanner Exascan*. Proses scanning dilakukan beberapa kali sehingga perbedaan output dari *3D Handy Scanner Exascan* dapat diketahui dan memastikan bahwa output cacat (memiliki lubang) sehingga dilakukan proses edit. Hasil proses editing dengan *Software VxElements*, maka file format *.csf* diekspor menjadi data dengan format *.stl*. Pada tahap selanjutnya, proses editing dapat menggunakan *Software Autodesk 3D Max Design Inventor* untuk mengubah model *surface* menjadi model *solid*.

### 2.2.3 Proses Produksi

Proses produksi merupakan tahap implementasi dan proses pencetakan dari hasil desain dan pemodelan 3D tangan prostetik. Proses pencetakan yang digunakan dalam kegiatan produksi ini adalah *Printer 3D* dan *Computer Numerical Control (CNC)*. Terdapat 2 tahapan dalam proses produksi ini, yaitu *slicing* dan *assembly*. *Slicing* merupakan teknik pemotongan atau pembagian gambar (desain) menjadi potongan atau bagian yang lebih kecil-kecil. Sedangkan *assembly* merupakan proses penggabungan ataupun penyambungan dua atau lebih bagian-bagian menjadi sebuah bagian yang utuh sebagai sebuah unit.

Gambaran lebih lengkap tahap desain dan proses produksi tangan prostetik yang dihasilkan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini dapat dilihat di Gambar 4.



Gambar 4. Tahapan Proses Desain dan Proses Produksi Tangan Prostetik

### 2.3 Hibah Tangan Prostetik yang Disertai Kegiatan Penyuluhan dan Pendampingan

Produk yang telah selesai diproduksi, selanjutnya didistribusikan dan dihibahkan kepada anak penyandang disabilitas tuna daksa yang telah ditentukan oleh YPAC Kota

Semarang sejak awal saat proses pengukuran. Anak penyandang disabilitas yang telah ditentukan oleh Pengurus YPAC Kota Semarang untuk mendapatkan hibah tangan dan kaki prostetik dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah Muhammad Fauzul Ishaq.



Gambar 5. Siswa YPAC Kota Semarang

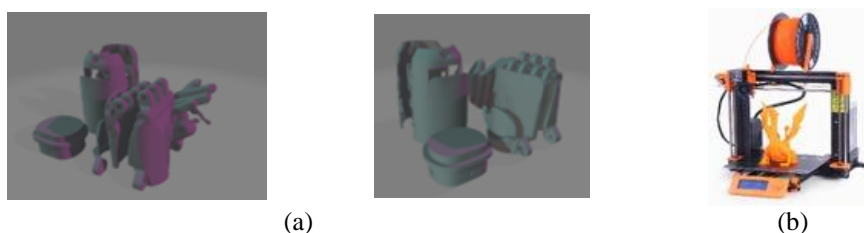
Muhammad Fauzul Ishak adalah siswa YPAC Kota Semarang kelas V SLB. Saat ini Fauzul panggilan akrabnya masih berumur 11 tahun. Siswa ini memiliki keterbatasan pada tangan dan kaki. Oleh karena itu, Fauzul akan mendapatkan hibah berupa tangan dan kaki prostetik dari kegiatan pengabdian masyarakat ini.

Kegiatan penyuluhan dan pendampingan bertujuan untuk memberikan pengarahan mengenai cara pemasangan dan pemeliharaan tangan prostetik. Sedangkan kegiatan pendampingan ditujukan agar tangan prostetik yang dihibahkan dapat bermanfaat secara optimal. Pada kegiatan pendampingan tim pengabdian masyarakat menanyakan keluhan-keluhan dari penggunaan tangan prostetik. Apabila masih dijumpai keluhan ataupun saran-saran perbaikan, maka produk tangan prostetik akan segera diperbaiki. Demikian seterusnya sehingga tangan prostetik dapat digunakan secara nyaman.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Implementasi Desain dan Pemodelan 3D Tangan Prostetik

Pembuatan tangan prostetik menggunakan desain dan pemodelan 3D dari tahapan sebelumnya yang telah dilakukan. Desain model tangan prostetik disajikan di Gambar 6 (a). Selanjutnya tangan prostetik dicetak dengan menggunakan printer 3D dengan jenis *Fused Deposition Modeling* (FDM) [1]. 3D printer FDM merupakan printer yang menggunakan bahan filament untuk mencetak model 3D dengan memanaskan *filament* agar dapat membentuk hasil yang sesuai dengan model 3D yang diinginkan. *Printer FDM* yang digunakan bertipe *Prusa i3 MK2* seperti disajikan di Gambar 6 (b).



Gambar 6. (a) Desain tangan prostetik, (b) Printer 3D Prusa i3 MK2

#### 3.2 Proses Cetak Tangan Prostetik

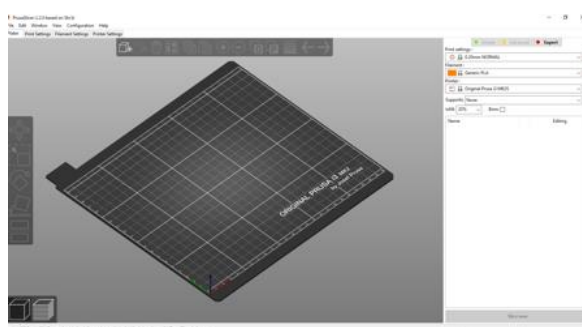
Setelah mendapatkan desain 3D yang diinginkan, langkah selanjutnya adalah mengolah desain tersebut agar dapat dicetak dengan printer 3D. Agar printer ini dapat melakukan proses cetak maka diperlukan konversi desain 3D menjadi format *gcode* [2]. *Software* yang digunakan

adalah *PrusaSlicer* versi 2.2 dengan tampilan awal disajikan di Gambar 7.

*Printer 3D i3 MK2* yang digunakan untuk proses cetak memiliki spesifikasi minimal seperti dijabarkan di Tabel 1. *Printer 3D i3 MK2* merupakan mesin pencetak 3D yang bersifat *open source* dan salah satu jenis printer terbaru yang dirilis pada tahun 2016 yang sangat banyak digunakan.

Tabel 1. Spesifikasi printer 3D i3 MK2

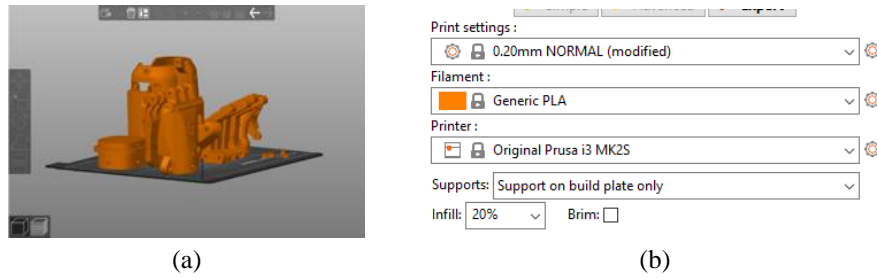
Fitur	Ukuran
Model	i3 MK2
Tipe Printer	FDM
Lebar Area Print	250x210x200mm
Akurasi Printer	$\pm 0.05\text{mm}$
Diameter Nozzle	Standar 0.4mm
Suhu Ekstrusi	$\leq 280^{\circ}\text{C}$
Suhu <i>Bed</i>	$\leq 100^{\circ}\text{C}$
Kecepatan Print	$\leq 80\text{mm/s}$



Gambar 7. Tampilan dari *PrusaSlicer*

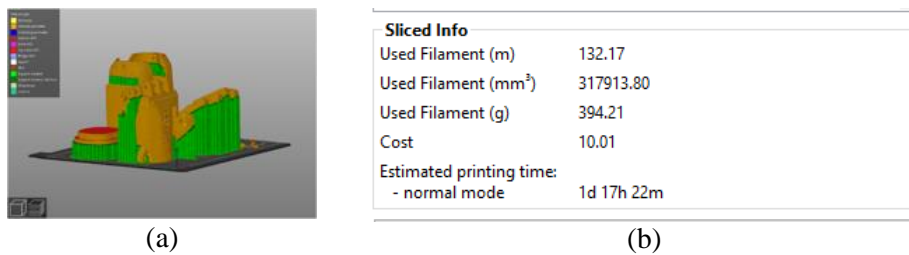
Langkah awal untuk melakukan proses cetak yaitu dengan memasukan desain 3D ke dalam *software* [3]. Dengan melakukan import model 3D dari *software*, maka tampilan setelah model diimport seperti terlihat di Gambar 8 (a). Langkah selanjutnya adalah melakukan pengaturan parameter yang akan digunakan. Parameter-parameter yang perlu diatur adalah *print settings*, *filament*, *printer*, *support* dan *infill* [4].

Parameter *Print settings* digunakan untuk mengatur ketelitian dan ukuran *nozzle*, semakin tinggi angka ketelitian maka *printer* akan lebih cepat. Namun keakuratan hasil cetak akan berkurang. Menu *filament* digunakan untuk mengatur tipe *filament* yang akan digunakan. Hal ini perlu dilakukan karena setiap *filament* memiliki suhu leleh yang berbeda-beda [5]. Menu *printer* digunakan untuk mengatur tipe *printer* yang sesuai [6]. Menu *support* diatur agar saat melakukan proses cetak diperlukan *support material*. Menu *infill* digunakan untuk mengatur ketebalan dalam model 3D. Pengaturan masing-masing parameter yang digunakan pada proses cetak disajikan di di Gambar 8 (b). Pengaturan beberapa parameter tersebut perlu dilakukan untuk memastikan bahwa hasil proses cetak sesuai yang diharapkan [7].



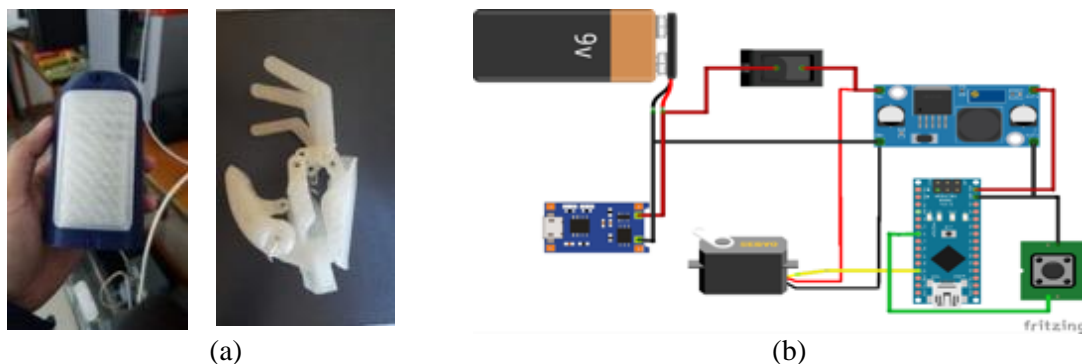
Gambar 8. (a) Hasil import model 3D ke PrusaSlicer dan (b) Pengaturan parameter printer yang digunakan

Ketelitian *printer* yang digunakan adalah 0.20 mm (milimeter) agar *nozzle* yang digunakan merupakan *nozzle* standar yang berukuran 0.4 mm [8]. *Filament* yang digunakan berjenis PLA standar dengan merk eSUN berwarna biru tua dan bening. Diperlukan *support* karena pada model yang dicetak terdapat *overhang* yang merupakan keadaan dimana saat melakukan proses cetak terdapat model yang tidak menempel dengan *bed*. Jika terjadi *overhang* diperlukan *support material* agar hasil cetak tidak rusak. *Infill* yang digunakan sebesar 20%. Setelah mengatur parameter yang digunakan selanjutnya adalah konversi model menjadi *gcode*. Gambar 9 (a) mengilustrasikan hasil pengolahan *PrusaSlicer*. Sedangkan Gambar 9 (b) mengilustrasikan ukuran-ukuran dari masing-masing parameter.



Gambar 9. (a) Hasil pengolahan PrusaSlicer dan (b) Lama proses pencetakan dan habis material yang digunakan

Berdasarkan beberapa tahapan di atas, maka diperoleh model hasil cetak yang disajikan di Gambar 10 (a). Sedangkan rangkaian elektrik yang digunakan pada model tangan prostetik hasil dari proses cetak tersebut disajikan di Gambar 10 (b).



Gambar 10. (a) Hasil cetak model tangan prostetik, (b) Rangkaian elektrik tangan prostetik

Pada Gambar 10 (b), servo digunakan sebagai penggerak jari-jari dan kendali utama menggunakan Arduino Nano R3. Servo langsung dihubungkan dengan tegangan baterai sebesar 8.4V agar servo dapat bekerja dengan maksimal. UBEC stepdown berfungsi untuk menurunkan tegangan dari baterai ke Arduino [9]. Komponen rangkaian dijabarkan di Tabel 2, sedangkan pemasangan rangkaian elektrik disajikan pada Gambar 11.

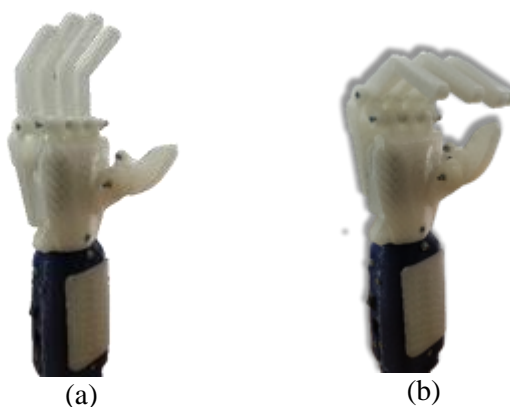
Tabel 2. Komponen Rangkaian

Nama Barang	Jumlah
Arduino Nano R3	1
UBEC Stepdown 5V	1
TPA4056 Charger Modul	1
Servo MG9965	1
Push button omron tactile	1
Battery 18650 3.7V 2600mAh	2
Switch On/Off	1



Gambar 11. Pemasangan rangkaian

Setelah semua komponen dipasang pada tangan prostektik, selanjutnya melakukan pemrograman pada Arduino agar tangan dapat bergerak. Penggerakan jari-jari dilakukan dengan memberikan sinyal pada servo [10]. Servo diberikan sinyal putaran dengan sudut  $90^\circ$  [11]. Pergerakan jari berupa mengepalkan tangan dan membuka tangan. Jari dapat bergerak dengan menekan push button. Merupakan pergerakan dari tangan prostektik yang telah diprogram. Ilustrasi pergerakan tangan prostetik dengan membuka tangan disajikan di Gambar 12 (a) dan ilustrasi menutup tangan disajikan di Gambar 12 (b).



Gambar 12. (a) Membuka tangan, (b) mengepalkan tangan

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian dan hasil produk tangan prostetik yang telah diujicoba pada anak penyandang disabilitas tuna daksa YPAC Kota Semarang dapat disimpulkan bahwa tangan prostetik yang telah dihasilkan dapat membantu anak penyandang disabilitas tuna daksa dalam



beraktifitas khususnya aktifitas yang menggunakan tangan. Ada beberapa hal yang masih harus dikembangkan agar gerakan tangan prostetik dapat disinkronkan dengan gerakan otot tangan. Oleh karena itu, pengembangan tangan prostetik selanjutnya harus dapat membaca sinyal otot gerakan tangan penderita.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Dian Nuswantoro Semarang yang telah mendukung pendanaan dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini melalui skema pengabdian masyarakat internal yang dikelola oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Dian Nuswantoro. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kolega Lab iDIG Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya yang telah mendukung sumbangan ide dan pemahaman teknis dalam produksi tangan prostetik. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan untuk seluruh dosen Program Studi Teknik Biomedis dan Laboran di Laboratorium Fakultas Teknik atas segala bantuannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Junianto, Agung, and Djoko Kuswanto, 2018, Desain Kaki Palsu untuk Membantu Aktivitas Berjalan pada Tuna Daksa Transtibial dengan Menggunakan Rapid Prototyping dan Reverse Engineering, *JURNAL TEKNIK ITS* Vol. 7, No. 1, hal. 2337-3539.
- [2] Kuswanto, Djoko, and Faizal Rezky Dhafin, 2018, Thingiverse, July 9, Accessed July 14, 2018, <https://www.thingiverse.com/thing:2995897>.
- [3] Kuswanto, Djoko, Maulana Rahman, Syukriyatun Niamah, Agung Dwi Junianto, and Pranaz Hepario, 2017, Laporan Program Pengembangan Teknologi Industri, Ristekdikti, Research Report, Jakarta.
- [4] Kuswanto, Djoko, Syukriyatun Ni'amah, and Farah Aulia Rahma, 2017, Development of Orthosis Design for Spastic Cerebral Palsy Through Biomechanical Approach, 2017 3rd International Conference on Science and Technology-Computer (ICST), Yogyakarta: IEEE, pp. 82-86.
- [5] Srinivasan, Vivek, and Jarrod Bassan, 2012, 3D Printing and The Future of Manufacturing.
- [6] Syaifudin, A. et al., 2018, Vulnerability analysis on the interaction between Asymmetric stent and arterial layer, *Journal of Bio-Medical Materials and Engineering* 30, No. 3, pp. 309–322.
- [7] Sasaki, K., Tomooka, Y., Takeda, R., and Syaifudin, A., 2018, Deformation analysis of self- expanding stent considering plaque and a new expanding mechanism, *EPI International Journal of Engineering* 1, No. 1, pp. 98–106.
- [8] Syaifudin, A. et al., 2018, Development of Asymmetric stent for treatment of eccentric plaque, *Journal of Bio-Medical Materials and Engineering* 29, No. 3, pp. 299–317.
- [9] Syaifudin, A., Sasaki, K., 2018, FEM analysis on balloon expandable stent considering viscoplasticity, *AIP Conference Proceedings* 1983 (1), 030022.
- [10] Syaifudin, A. et al., 2017, Effect of asymmetric geometry on the flexibility of stent, *The International Journal of Mechanical Engineering and Sciences* 1, pp. 1-7.
- [11] Syaifudin, A. et al., 2015, Effects of plaque lengths on stent surface roughness, *Journal of Bio-Medical Materials and Engineering* 25, No. 2, pp. 189–202.