



## PERANCANGAN JARI PROSTETIK UNTUK PENYANDANG TUNA DAKSA BERBASIS SENSOR SENTUH DAN ARDUINO UNO

### DESIGN OF PROSTHETIC FINGER FOR THE DISAPPEARED BASED ON TOUCH SENSOR AND ARDUINO UNO

Rufaida Fatkhul Janna<sup>1)</sup>, Amalia C. Nur'Aidha<sup>2)</sup>, Dhananjaya Y.H Kumarajati<sup>3)</sup>, Faza  
Agisna<sup>4)</sup>, Salsabilla Thallah Chaerunisa<sup>5)</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Teknik Biomedis, Universitas PGRI Yogyakarta, Bantul, Indonesia  
email: [rufaidahfatkhuljannah@gmail.com](mailto:rufaidahfatkhuljannah@gmail.com)<sup>1)</sup>, [amalia@upy.ac.id](mailto:amalia@upy.ac.id)<sup>2)</sup>\*, [dhananjaya@upy.ac.id](mailto:dhananjaya@upy.ac.id)<sup>3)</sup>,  
[fazaagisnaaa@gmail.com](mailto:fazaagisnaaa@gmail.com)<sup>4)</sup>, [salsathallah26@gmail.com](mailto:salsathallah26@gmail.com)<sup>5)</sup>

Received:  
15 Januari 2024

Accepted:  
07 Mei 2024

Published:  
15 Juni 2024



#### Abstrak

Metode rehabilitasi penyandang tuna daksa dapat dilakukan dengan memanfaatkan alat bantu pergerakan atau prostetik. Namun, jari prostetik kebanyakan yang ada dipasaran hanya fokus pada fungsi estetiika tanpa memperhatikan fungsi mekanika jari sehingga tidak semua penyandang tuna daksa yang kehilangan jari bisa memanfaatkan berbagai jenis jari prostetik. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan desain jari prostetik menjadi lebih terjangkau bagi para disabilitas dengan tingkat akurasi dan menghasilkan produk jari prostetik yang memiliki kinerja dan kekuatan yang baik, serta sesuai dengan kebutuhan dan keinginan pengguna. Penelitian ini melibatkan metode eksperimen dan pengujian berulang. Penggunaan jari prostetik ini dibatasi pada penyandang tuna daksa untuk jari tanganyang kehilangan jari tangan. Keberhasilan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa komponen yang digunakan pada jari prostetik berfungsi dengan baik hingga jari prostetik dapat bergerak 127 hingga 162 milidetik dimana nilai yang lebih dari 150 milidetik hanya terdapat 2 kali pada percobaan ke 7 dan 8 selain dari itu semuanya kurang dari 150 milidetik yang mana masuk dalam kategori sangat memuaskan. Dengan begitu dapat dikatakan tingkat akurasi dari jari prostetik ini sebesar 98%.

**Kata Kunci:** tuna daksa, jari prostetik, sensor sentuh

#### Abstract

Rehabilitation methods for the physically disabled can be done by utilizing movement aids or prosthetics. However, most prosthetic fingers on the market only focus on aesthetic functions without paying attention to the function of finger mechanics so that not all people with disabilities who lose fingers can utilize various types of prosthetic fingers. The purpose of this research is to develop a prosthetic finger design to be more affordable for people with disabilities with a high level of accuracy and organization and produce prosthetic finger products that have good performance and strength, and in accordance with the needs and desires of users. This research involves experimental methods and iterative testing. The use of this prosthetic finger is limited to people with disabilities who have lost their fingers. The success in this research shows that the components used in the prosthetic finger function

---

*properly until the prosthetic finger can move effectively with a delay between the TTP223 touch sensor module and the finger moving 132 milliseconds to 148 milliseconds from 0 degrees to 180 degrees.*

**Keywords:** disabled, prosthetic finger, touch sensor

---

DOI: DOI 10.20527/sjmekinematika.v9i1.291

---

**How to cite** Janna, R. F., Nur'Aidha, A. C., Kumarajati, D. Y. H., Agisa, F., & Chaerunisa, S. T., "Pengembangan Desain Jari Prostetik Untuk Penyandang Tuna Daksa Berbasis Sensor Sentuh dan Arduino Uno". *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 9(1), 1-11, 2024.

---

## PENDAHULUAN

Individu yang mengalami keterbatasan fisik, intelektual, mental, atau sensorik dalam jangka waktu yang Panjang dapat diidentifikasi sebagai penyandang disabilitas. Ketika berinteraksi dengan lingkungannya, mereka akan menghadapi hambatan dan kesulitan yang mencegah mereka berpartisipasi sepenuhnya dan efektif bersama warga negara lainnya, berdasarkan prinsip kesetaraan wewenang[1]. Kondisi fisik yang terbatas dalam hal ini melibatkan kondisi seperti tuna netra (hambatan penglihatan), tuna rungu (hambatan pendengaran dan berbicara), serta tuna daksa (cacat tubuh, seperti yang dialami pada kasus polio dan gangguan gerak)[2]. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penyandang disabilitas di Indonesia pada 2020 adalah 22,5 juta[3]. Sementara Survei Ekonomi Nasional (Susenas) 2020 mencatat ada 28,05 juta penyandang disabilitas. Adapun Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyebut persentase difabel di Indonesia 10 persen dari total penduduk atau sekitar 27,3 juta orang[4]. Data RI (2013) mencatat prevalensi penduduk Indonesia dengan disabilitas sedang hingga berat yakni 11 persen. Jenis disabilitas tertinggi di Indonesia adalah tuna daksa yaitu sebanyak 717.312 jiwa atau sama dengan 33,74 persen[5].

Metode rehabilitasi penyandang tuna daksa dapat dilakukan dengan menggunakan alat bantu pergerakan atau prostetik[6]. Prostetik yaitu suatu alat yang digunakan sebagai bantuan saat terdapat bagian anggota tubuh yang sudah tidak ada, baik akibat trauma, penyakit, atau kelainan bawaan[7]. Adapun satu tipe prostetik yaitu *body-powered* prostetik, yang dioperasikan oleh tenaga atau daya dari tubuh penggunanya[8]. Kekurangan pada prostetik tipe *body-powerd* tersebut disebabkan oleh pengikatan alat instrument berupa kabel pada tubuh pengguna selain itu, prostetik ini juga menyebabkan kelelahan dan menimbulkan ketegangan otot karena penggunaan konstan otot tertentu untuk mengoperasikan prostetik[9].

Jari prostetik dirancang dengan tujuan untuk memberikan fungsi dan mobilitas tambahan kepada individu yang kehilangan bagian jari atau seluruh jari. Konsep ini sesuai dengan tujuan dasar pengembangan prostetik, yaitu membantu dan menggantikan fungsi yang hilang pada tubuh manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari dengan lebih efektif dan nyaman[10].

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan terkait usaha membuat prostesis dan ortosis murah dengan berbasis printer 3D, yaitu tuna daksa kaki, ortosis untuk cerebral palsy, prostesis tangan transradial dan shoulder disarticulation dan exoskeleton pasca stroke namun, pada Jari prostetik masih kurang[11]. Jari prostetik yang tersedia di Indonesia hanya fokus pada fungsi estetik tanpa memperhatikan fungsi mekanika jari. Bahan yang digunakan berupa silikon untuk mendapatkan kesan jari yang lebih realistis[12]. Berikut contoh jari prostetik seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh Jari Prostetik di Indonesia[12]

| No | Gambar                                                                             | Keterangan                                                      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1. |  | Proses pembuatan prostetik jari yang tertanam dalam silikon RTV |
| 2. |  | Hasil Prostetik jari yang dikeluarkan dari cetakan silikon      |

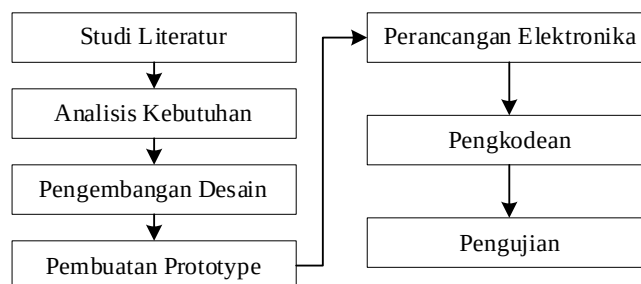
Walaupun telah merepresentasikan tangan manusia yang realistis, namun kekurangan dari prostetik tersebut ialah tidak bisa bergerak bebas layaknya tangan manusia secara efektif dan alami. Kebutuhan akan prostetik jari yang dapat digunakan untuk membantu aktifitas tunadaksa menjadi acuan dibuatnya penelitian ini.

Pada penelitian lain telah dilakukan jari prostesis bertenaga tubuh atau mekanik cukup sulit untuk amputasi tingkat bahu dikarenakan minimnya artikulasi[13]. Adapun prostesis bertenaga listrik yang bisa membantu mengembalikan fungsi tangan, namun membutuhkan biaya yang lebih tinggi sehingga tidak sesuai dengan negara berkembang yang rata-rata gajinya rendah[14].

Peneliti memperhatikan peluang untuk melaksanakan penelitian dalam perancangan jari prostetik dengan pemanfaatan 3D Printing menggunakan bahan PLA dan TPU. Sistem ini diatur oleh sensor sentuh dan Arduino Uno, dengan tujuan untuk menyediakan solusi teknologi yang lebih terjangkau bagi individu dengan disabilitas melalui pengembangan jari prostetik yang mampu dikendalikan dengan tingkat akurasi dan pengaturan yang tinggi dan menghasilkan produk jari prostetik yang memiliki kinerja dan kekuatan yang baik, serta sesuai dengan kebutuhan dan keinginan pengguna. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dibidangnya.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini melibatkan metode eksperimen dan pengujian berulang atau biasa disebut dengan *trial and error*.. Metode ini merupakan pendekatan di mana solusi atau langkah-langkah tertentu diuji secara berulang kali hingga ditemukan solusi atau pendekatan yang berhasil atau efektif [15]. Seluruh proses penelitian terperinci dalam ilustrasi yang terdapat pada Gambar 1 dibawah ini.



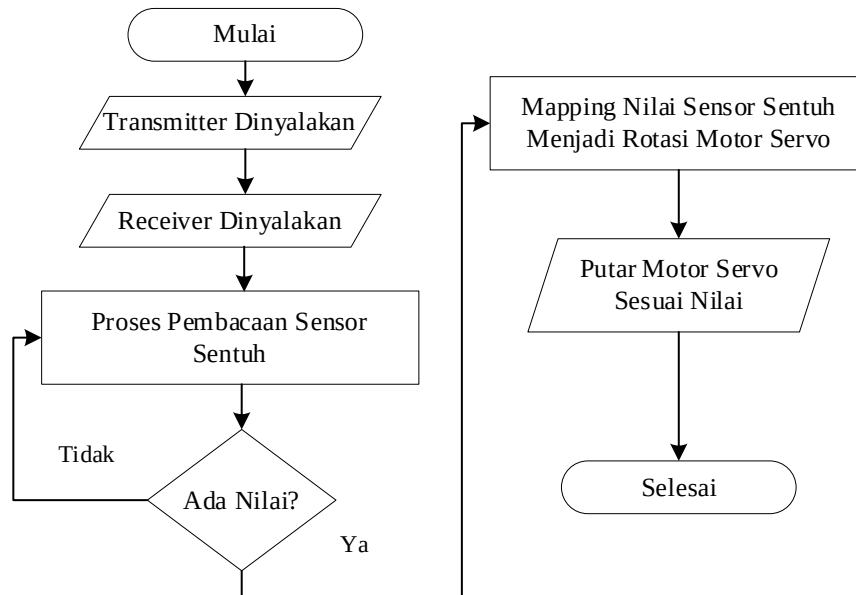
Gambar 1. Alur penelitian

### Studi Literatur

Tahapan ini digunakan untuk mengumpulkan data terkait Jari Prostetik. Informasi yang terhimpun mencakup beragam model Jari Prostetik yang telah dikembangkan, termasuk prototipe dan produk yang diproduksi secara massal saat ini. Data yang terkumpul akan digunakan sebagai dasar untuk melaksanakan penelitian lebih lanjut.

### Analisis Kebutuhan

Tahapan analisis kebutuhan digunakan untuk menggambarkan kondisi objek penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Diagram alir cara kerja jari prostetik

### Pengembangan Desain

Tahapan ini dilakukan perencanaan desain jari prostetik berbasis FDM dengan mempertimbangkan aspek ergonomis, fungsi, dan kebutuhan individu yang disesuaikan. Ukuran ergonomi yang digunakan yaitu ukuran jari tangan orang Indonesia yakni 7 cm bagi perempuan[16]. Data diperoleh melalui pengamatan, wawancara dengan tunadaksa dan tenaga medis terkait, serta mempelajari literatur untuk memahami kebutuhan dan fitur yang relevan.

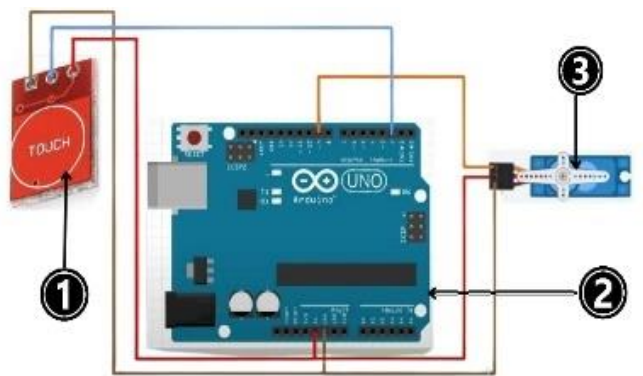
### Pembuatan Prototype

Memproduksi prototipe Jari Prostetik menggunakan teknologi pencetakan 3D. Pemilihan bahan dan proses pencetakan yang tepat akan mempengaruhi kualitas dari hasil cetakan tersebut. Data yang diperoleh dari tahap ini meliputi pengamatan langsung terhadap prototipe yang dihasilkan, serta pengujian awal untuk evaluasi fungsionalitas dan kesesuaian desain.

### Perangkaian Elektronika

Merangkai komponen elektronika ke dalam jari prostetik. Hal ini melibatkan penempatan dan penghubungan yang tepat antar komponen untuk itu Pemilihan komponen untuk Jari Prostetik sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti fungsionalitas, efisiensi, dan biaya. Komponen yang digunakan diantaranya Arduino Uno yang berfungsi sebagai otak atau pusat

kendali utama dalam rangkaian tangan bionik yang mudah digunakan untuk memprogram dan mengontrol gerakan motor servo, mengatur interaksi dengan pengguna, dan mengintegrasikan berbagai komponen dalam rangkaian secara efisien [17]. Tali elastis dan tali senar digunakan sebagai sistem penggerak untuk mengontrol gerakan jari-jari tangan bionik. Penggunaan tali ini membuat gerakan yang lebih halus dan alami pada tangan bionik. Adaptor dan kabel jumper digunakan untuk menyediakan sumber daya dan menghubungkan komponen dengan mudah. Motor servo SG90 dipilih karena ukurannya yang kecil dan harganya yang terjangkau namun mampu menggerakkan jari-jari tangan bionik karena memiliki putaran yang akurat dan bekerja dengan tegangan rendah. Modul Sensor sentuh TTP223 digunakan untuk mendeteksi ketika pengguna menyentuh atau berinteraksi dengan permukaan jari prostetik dan meningkatkan antarmuka pengguna dan memberikan kontrol yang lebih alami terhadap gerakan jari prostetik. Data yang diperoleh dalam tahap ini meliputi pengamatan dan pengujian rangkaian elektronika untuk memastikan koneksi yang benar dan fungsi yang sesuai. Berikut Rangkaian Elektronika pada jari prostetik:



Ket :

1. Modul Sensor sentuh
2. TTP223
3. Arduino Uno R3
4. Motor Servo SG90
5. Adaptor AC 9V

Gambar 3. Rangkaian elektronika

### Kode

Pada langkah ini, bagian pentingnya adalah menghasilkan baris kode yang bertujuan menjalankan sistem prosthesis jari berbasis Sensor Sentuh dan Arduino Uno.

### Pengujian

Pada fase ini, dua jenis pengujian akan dijalankan, yakni uji keterlambatan (*delay*) dan uji fungsionalitas dari rancangan jari prostetik berbasis sensor sentuh dan Arduino Uno. Pengujian sensor akan dilakukan melalui program Serial Monitor Arduino, sementara uji delay akan memanfaatkan Serial Monitor Arduino sesuai dengan standar kategori delay TIPHON [18]. Klasifikasi delay berdasarkan standar TIPHON diuraikan dalam Tabel berikut.

Tabel 2. Klasifikasi delay standar TIPHON

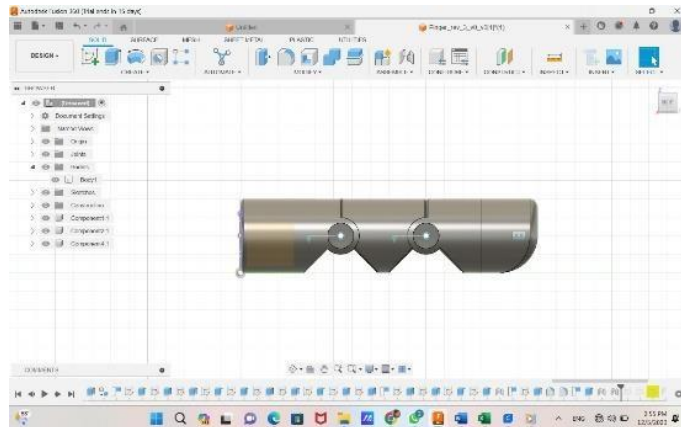
| No | Kategori keterlambatan | Besaran (ms) | Indeks |
|----|------------------------|--------------|--------|
| 1  | Sangat memuaskan       | < 150        | 4      |
| 2  | memuaskan              | 150 s.d 300  | 3      |
| 3  | cukup                  | 300 s.d 450  | 2      |
| 4  | Buruk                  | >450         | 1      |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kebutuhan

Perancangan jari prostetik berbasis sensor sentuh dan Arduino uno ini dikhususkan untuk tunadaksa bagian jari tangan. Cara kerja jari prostetik ini adalah dengan mendeteksi sentuhan pada sensor sentuh lalu sinyal dari sensor sentuh akan diproses oleh Arduino setelah itu, akan diubah menjadi nilai rotasi motor servo yang akan mengendalikan pergerakan jari prostetik.

### Pengembangan Desain dan Pembuatan Prototype



Gambar 4. Desain awal

Awal pembuatan desain (Gambar 4) ini yakni menggambar lingkaran pada *sketch* kemudian di *extrude* setelah itu ditambahkan lubang untuk tali. Pembuatan lubang tersebut menggunakan fitur *sweep* dengan tahap awal yakni membuat *sketch* lingkaran yang kemudian diikuti garis sesuai dengan bentuk mekanisme nya nanti. Panjang dari desain ini ialah 7 cm dengan lubang engsel sebesar 1,5 mm. Karena prostetik ini akan menggunakan material TPU dan PLA maka nantinya setiap engsel akan dihubungkan dengan potongan clip besi. Karena jika menggunakan mur perlu lubang engsel yang lebih besar sedangkan material yang digunakan juga tidak sekeras *naked prosthetic*.

Pencetakan prototype untuk jenis prostetik ini menggunakan dua jenis bahan filamen yakni TPU dan PLA. Penggunaan dua jenis material ini dikarenakan karakteristik keduanya yang berbeda. Material jenis PLA memiliki karakteristik cenderung lebih kaku dan rapih. Adapun material TPU memiliki karakteristik yang lebih elastis dan ringan. Meski keduanya memiliki karakteristik yang berbeda namun perpaduan kedua material ini sangat cocok. Berikut merupakan hasil pencetakan pertama prostetik, ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar 5. Hasil prototype desain awal

Pada pencetakan pertama ini diameter untuk lubang jari masih terlalu kecil, begitupun lubang untuk tali yang masih belum sempurna. Setiap part dicetak dengan menggunakan dua jenis material berbeda yang berseling. Tujuannya adalah karena keduanya memiliki karakteristik bahan masing-masing yang apabila digabungkan akan kokoh namun ringan. Material TPU yang ringan digunakan untuk mencetak bagian awal prostetik atau soket untuk masuknya jari agar pengguna lebih nyaman karena material ini lebih elastis. Sedangkan material PLA digunakan sebagai penghubung part selanjutnya yang juga berbahan TPU. Selain itu, bentuk pencetakan pertama ini masih terlalu besar. Sehingga kurang memberikan estetika. Pada pencetakan pertama ini juga masih terdapat kekurangan part penutup lubang engsel.

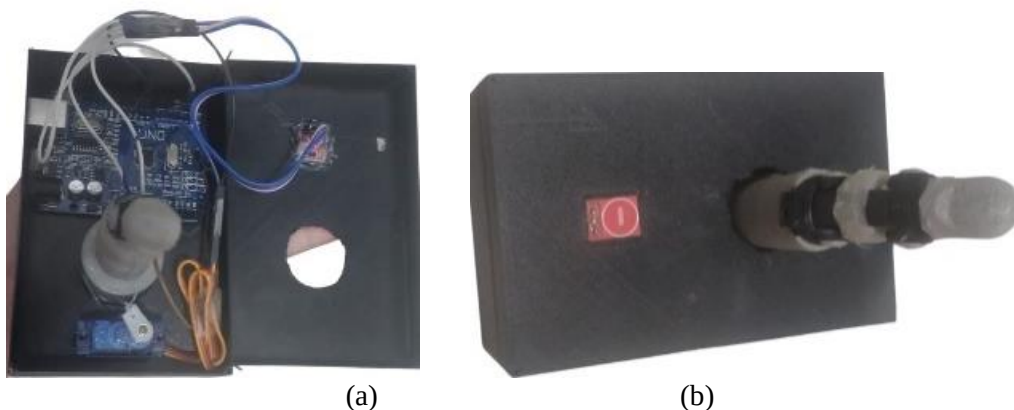


Gambar 6. Hasil prototype desain akhir

Berdasarkan evaluasi pertama, yaitu dimana lubang jari yang masih terlalu kecil akhirnya diubah dengan diameter dan desain yang berbeda. Desain soket jari dibuat tipis namun dapat melekat erat pada jari. Bagian ujung jari juga dibuat lebih mirip dengan ujung jari manusia. Setiap part juga diubah menjadi lebih estetik dan perbaikan lubang tali pada bagian atas dan bawah prostetik, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

### Rangkaian Elektronika

Dengan mendeteksi sentuhan, tangan bionik dapat merespons secara dinamis sesuai dengan kebutuhan dan keinginan pengguna. Dengan penggunaan komponen-komponen tersebut jari prostetik dapat dioperasikan dengan lancar, mengikuti perintah dari Arduino Uno, dan dikontrol sensor sentuh memberikan gerakan yang mirip dengan jari manusia. Pilihan komponen ini memungkinkan desain yang efisien, biaya yang terjangkau yakni Rp. 300.000 dibandingkan dengan biaya jari prostetik dipasaran saat ini sebesar Rp. 2.000.000[19], dan kemudahan dalam perakitan dan pengujian rangkaian.



Gambar 7. (a) Tampak dalam, (b) Tampak luar

Rangkaian elektronika pada Jari Prostetik dapat bergerak mirip dengan jari manusia. Meskipun sederhana, dengan pemrograman dan pengaturan yang tepat, jari prostetik ini dapat memberikan kemampuan fungsional yang bermanfaat bagi penyandang tunadaksa, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

Hasil dari pergerakan jari prostetik dengan sensor sentuh menunjukkan keberhasilan dalam implementasi teknologi yang responsif dan intuitif. Dengan sentuhan ringan pada sensor sentuh, sinyal tersebut dikirim ke Arduino, yang kemudian mengontrol pergerakan motor servo secara proporsional dari 0 sampai 180 derajat dengan delay 1000 ms. sensitivitas sensor diatur oleh mikrokontroller yakni Arduino uno melalui kode program yang ditulis. Interaksi ini memberikan pengalaman yang realistis dan alami bagi pengguna, di mana setiap sentuhan pada sensor sentuh dapat dengan tepat menggerakkan jari prostetik dalam berbagai posisi. Keberhasilan integrasi antara sensor sentuh, motor servo, dan Arduino menciptakan keselarasan yang memungkinkan jari prostetik bergerak dengan responsivitas yang tinggi, menciptakan pengalaman yang lebih sejajar dengan gerakan jari manusia.

### Kode

Setelah menyelesaikan proses pemodelan dan perakitan skema pemasangan modul, langkah selanjutnya adalah melakukan pengkodean. Pengkodean ini dilakukan melalui Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++. Bagian kode yang digunakan untuk mengonversi pergerakan jari tangan menjadi nilai rotasi motor servo dapat dilihat dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kode Program dari modul sensor sentuh ke nilai rotasi motor servo

| Kode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <pre>int sentuh =2; int sensor = 0; #include &lt;Servo.h&gt; Servo myservo;  void setup() {   pinMode (sentuh,INPUT);   Serial.begin(9600);   myservo.attach(9); }  void loop() {   sensor = digitalRead(sentuh);   if (sensor==HIGH) {     myservo.write(180);     Serial.println("Buka");     delay(1000);   } else {     myservo.write(90);</pre> |

Pin sensor sentuh, pin servo motor, dan nilai posisi servo sesuai dengan kebutuhan fisik perangkat.

### Pengujian

Pada bagian pengujian, akan dilakukan dua jenis pengujian yakni, uji keterlambatan (*delay*) dan uji fungsiional. Uji (*delay*) berkaitan dengan waktu yang diperlukan untuk mentransmisikan nilai dari pemancar ke penerima. Sementara itu, uji fungsional mencakup evaluasi keseluruhan kinerja jari peostetik yang telah dibuat.

### Uji Delay

Uji *delay* dilaksanakan untuk menentukan waktu perbedaan antara pengiriman paket data dari pemancar hingga penerima, dan waktu respons motor servo untuk menggerakkan

jari prostetik. Scenario uji delay mencakup perekaman waktu antara sentuhan awal pada sensor hingga terjadinya Gerakan motor servo yang sesuai selama 3 kali perulangan. Hasil uji *delay* dijabarkan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil uji *delay*

| No. Iterasi | Waktu sensor disentuh | Waktu motor bergerak | Selisih waktu (millisecond) |
|-------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|
| 1.          | 16:46:56.569          | 16:46:56.702         | 133                         |
| 2.          | 16:46:56.603          | 16:46:56.735         | 132                         |
| 3.          | 16:46:56.603          | 16:46:56.751         | 148                         |
| 4.          | 09:25:34.569          | 09:26:34.702         | 133                         |
| 5.          | 09:25:34.603          | 09:26:34.735         | 132                         |
| 6.          | 09:25:34.811          | 09:25:34.951         | 140                         |
| 7.          | 09:25:35.964          | 09:25:36.126         | 162                         |
| 8.          | 09:25:36.015          | 09:25:36.167         | 152                         |
| 9.          | 09:25:36.539          | 09:25:36.685         | 146                         |
| 10.         | 09:25:36.573          | 09:25:36.703         | 130                         |
| 11.         | 09:25:36.440          | 09:25:36.584         | 144                         |
| 12.         | 09:25:36.612          | 09:25:36.757         | 145                         |
| 13.         | 09:25:36.985          | 09:25:37.133         | 148                         |
| 14.         | 09:25:37.213          | 09:25:37.346         | 133                         |
| 15.         | 09:25:37.226          | 09:25:37.361         | 135                         |
| 16.         | 09:25:37.243          | 09:25:37.375         | 132                         |
| 17.         | 09:25:37.243          | 09:25:37.373         | 130                         |
| 18.         | 09:25:39.369          | 09:25:39.496         | 127                         |
| 19.         | 09:25:39.402          | 09:25:39.533         | 131                         |
| 20.         | 09:25:39.701          | 09:25:39.832         | 131                         |

Dari hasil uji delay yang tercatat dalam tabel 4 tersebut, dapat disimpulkan dengan pengulangan pengujian jari prostetik sebanyak 20 kali ini bahwa perbedaan waktu berkisar antara 127 hingga 162 milidetik dimana nilai yang lebih dari 150 milidetik hanya terdapat 2 kali pada percobaan ke 7 dan 8 selain dari percobaan tersebut semuanya kurang dari 150 milidetik. Mengacu pada klasifikasi *delay* pada table 1, dapat disimpulkan bahwa *delay* dalam uji coba di Tabel 4 dapat dikategorikan sebagai sangat memuaskan. Walaupun demikian, perlu diperhatikan bahwa motor servo yang digunakan dalam eksperimen ini memerlukan waktu sekitar satu sampai 2 detik untuk kembali melakukan rotasi dari 180° hingga 0°.

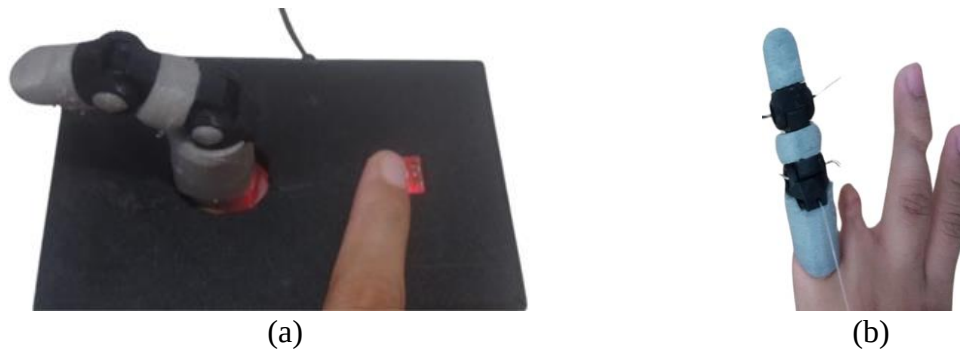
### Pengujian Fungsional

Hasil uji fungsional merujuk pada evaluasi keseluruhan kinerja jari prostetik, khususnya dalam konteks fungsionalitasnya sebagai alat bantu gerakan. Rincian hasil uji fungsional disajikan dalam Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil pengujian fungsional

| No. | Elemen Pengujian                                                      | Keberhasilan |       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|--------------|-------|
|     |                                                                       | Berhasil     | Tidak |
| 1   | Motor bergerak 180 derajat saat sensor disentuh                       | ✓            |       |
| 2   | Jari bergerak menutup 180 derajat saat sensor disentuh                | ✓            |       |
| 3   | Motor bergerak kembali ke 0 derajat saat sensor tidak disentuh        | ✓            |       |
| 4   | Jari bergerak membuka kembali ke 0 derajat saat sensor tidak disentuh |              | ✓     |

Dari hasil uji fungsional yang tercatat dalam Tabel 5 tersebut dapat disimpulkan bahwa kinerja jari prostetik berfungsi dengan lancar, namun ada sedikit kendala jari tidak bisa kembali keposisi 0 derajat saat sensor tidak disentuh walaupun motor sudah bergerak ke posisi 0 derajat. Hal ini mungkin saja terjadi karena desain yang digunakan dan mekanisme pergerakan yang harus lebih diperhatikan, dalam melakukan gerakan dasar jari seperti membantu menggenggam dan mengambil objek dapat dieksekusikan dengan efektif. Kemampuan untuk mengambil objek dibatasi oleh panjang jari tangan. Berikut Gambar 8 adalah hasil pengujian fungsional yang didapat.



Gambar 8. (a) Dokumentasi kondisi jari saat sensor disentuh  
(b) Dokumentasi kondisi jari saat sensor tidak disentuh ditangan pengguna

### KESIMPULAN

Perancangan desain jari prostetik untuk penyandang tuna daksa berbasis sensor sentuh dan arduino uno telah berhasil dilakukan. Jari prostetik dicetak menggunakan 2 bahan TPU dan PLA. Jari Prostetik yang dibuat berhasil memperlebar ruang lingkup jari Prostetik yang sebelumnya hanya dapat dimanfaatkan oleh individu yang mengandalkan *body-power*, menjadi bisa digerakkan menggunakan sensor sentuh. Dapat terlihat dalam jari prostetik yang dirancang menggunakan modul sensor sentuh TTP223 ini mampu mentransmisikan data ke Arduino Uno, hingga jari bergerak dalam kisaran antara 127 hingga 162 milidetik dimana nilai yang lebih dari 150 milidetik hanya terdapat 2 kali pada percobaan ke 7 dan 8, selain dari itu semuanya kurang dari 150 milidetik yang mana masuk dalam kategori sangat memuaskan. Dengan begitu dapat dikatakan tingkat akurasi dari jari prostetik ini sebesar 98%. Jari prostetik ini dikembangkan untuk memberikan bantuan kepada para penyandang tuna daksa yang kehilangan sebagian jarinya dalam melakukan aktivitas sehari-hari.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Kami sampaikan kepada pihak perguruan tinggi Penulis yaitu Universitas PGRI Yogyakarta yang telah memberikan motivasi kepada Penulis serta menyediakan sarana prasarana yang diperlukan dalam dilakukannya penelitian ini dan penyelesaian artikel ilmiah ini, sehingga artikel ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Ucapan terima kasih juga Penulis sampaikan kepada ibu Amalia C. Nur'aidha, M. Si, dan bapak Dhananjaya Yama Hudha Kumarajati, M. Biotech selaku dosen pembimbing dalam kegiatan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang turut membantu dalam penyelesaian penulisan artikel ilmiah ini.

### REFERENSI

- [1] J. K. Azhar, E. N. Hidayat, dan S. T. Raharjo, "Kekerasan Seksual: Perempuan Disabilitas Rentan Menjadi Korban," *Share Soc. Work J.*, vol. 13, no. 1, hal. 82, 2023,

doi: 10.24198/share.v13i1.46543.

- [2] Yayasan visi maha karya, “Program Kakiku Kini Kembali,” yayasan visi maha karya. <https://visimahakarya.org/program-tuna-daksa/> (diakses 26 Mei 2023).
- [3] F. Annur dan A. Sjafari, “Jurnal Ilmiah Administrasi Publik (JIAP) Penghormatan Hak-Hak Penyandang Disabilitas Melalui Kebijakan Kuota Kerja,” vol. 9, no. 3, hal. 171–180, 2023.
- [4] I. L. (ILO) Organization, “Inklusi Penyandang Disabilitas di Indonesia,” J. Refleksi. Huk., vol. 1, hal. 1–4, 2017.
- [5] H. Sulistyawati dan A. Muhiid, “Meningkatkan Resiliensi Pada Penyandang Tuna Daksa Melalui Terapi Realitas : Literature Review,” Talent. Psikol., vol. XI, no. 2, hal. 15–23, 2018.
- [6] Z. F. Emzain, U. S. Amrullah, dan A. Mufarrih, “Desain dan Analisis Elemen Hingga Model Prosthetic Ankle-Foot,” Infotekmesin, vol. 11, no. 2, hal. 87–93, 2020, doi: 10.35970/infotekmesin.v11i2.257.
- [7] V. Dr V.M. dan D. Pardhi, “Design of a Prosthetic Arm Using Flex,” Int. J. Electron. Commun. Eng. Technol., vol. 8, no. 2, hal. 1–6, 2017.
- [8] A. M. Jette, C. M. Spicer, dan J. L. Flaubert, *Eliminating or Reducing the Effects of Impairments*. 2017.
- [9] V. H. Nagaraja, J. da Ponte Lopes, dan J. H. M. Bergmann, “Reimagining Prosthetic Control: A Novel Body-Powered Prosthetic System for Simultaneous Control and Actuation,” *Prosthesis*, vol. 4, no. 3, hal. 394–413, 2022, doi: 10.3390/prosthesis4030032.
- [10] Romdhoni Nur Huda, Lobes Herdiman, dan Taufiq Rochman, “Desain Jari Antropomorfik pada Tangan Prostetik dengan Mekanisme Cross Bar Linkage 1 Degree of Freedom,” Talent. Conf. Ser. Energy Eng., vol. 2, no. 3, hal. 0–7, 2019, doi: 10.32734/ee.v2i3.693.
- [11] M. F. Amirullah, D. Kuswanto, dan A. D. Krisbianto, “Desain Lengan Bionik Berbasis Open Source (HACKberry Arm) untuk Anak-Anak Tunadaksa Amputasi Trans-radial agar Lebih Percaya Diri,” no. January 2022, hal. 89–95, 2021.
- [12] A. A. Subiantari, E. Wahyuningtyas, dan H. Mustiko D, “Rehabilitasi Prostetik Protesa Jari dengan Bahan Silikon Rtv untuk Mengembalikan Bentuk dan Estetik,” Maj. Kedokt. Gigi Indones., vol. 21, no. 1, hal. 84, 2015, doi: 10.22146/majkedgiind.8524.
- [13] K. J. Young, J. E. Pierce, dan J. M. Zuniga, “Assessment of body-powered 3D printed partial finger prostheses: a case study,” 3D Print. Med., vol. 5, no. 1, 2019, doi: 10.1186/s41205-019-0044-0.
- [14] B. Utomo, N. Y. Dwi Setyaningsih, dan M. Iqbal, “Kendali Robot Lengan 4 Dof Berbasis Arduino Uno Dan Sensor Mpu-6050,” Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput., vol. 11, no. 1, hal. 89–96, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3699.
- [15] Rumini, “Penerapan Metode Trial and Error Untuk Meningkatkan Kompetensi Membaca Surah-Surah Pendek Di Sdn Perigi,” Pros. Profesi Guru Pendidik. Agama Islam, vol. 1, no. 1, hal. 1761–1772, 2021.
- [16] C. Suhardja, “Antropometri Tubuh Manusia Indonesia,” 2016.
- [17] I. Taufik, H. S. Budiono, F. Hilmy, dan R. E. Prasetyaning, “Rancang bangun mini vacuum cleaner robot dengan tricycle drive berbasis arduino uno development of a mini vacuum cleaner robot utilizing a tricycle drive based on arduino uno,” vol. 8, no. 2, hal. 168–175, 2023, doi: 10.20527/sjmekinematika.v8i2.279.
- [18] M. Rusdan, “Analisis Quality of Service (QoS) Pada Jaringan Wireless (Studi Kasus: Universitas Widyatama),” J. Sist., vol. 5, no. 2, hal. 17–20, 2017.
- [19] R. S. O. Purwokerto, “Jari Palsu Import,” Online Shop RSOP, 2017. <https://onlineshop.rsop.co.id/product/jari-palsu-import/> (diakses 5 Maret 2024).