

Rancang Bangun Sistem Kontrol Tangan Menggunakan Motor Servo dan Sensor AD8232 Untuk Memudahkan Penyandang Disabilitas Prostetik

Sandi Apriliyanto^{**1}, Adi Mulyadi², Untung Suryadhianto³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Banyuwangi, 68416, Indonesia

¹ sandiapriliyanto1@gmail.com, ² adimulyadi@unibabwi.ac.id, ^{1,2,3} u.suryadhianto@gmail.com

^{**}Corresponding Author: sandiapriliyanto1@gmail.com



Cite: <https://doi.org/10.63440/jef.v2i2.118>



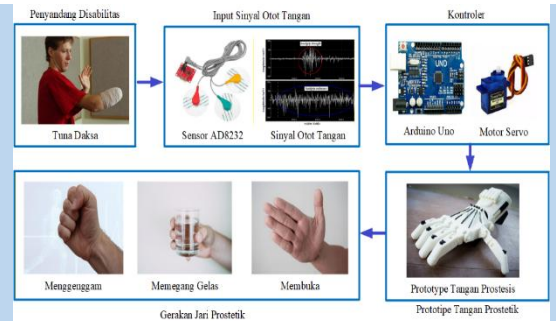
Read Online

ACCESS

Abstract: *Prosthetic disability is a concern for Indonesian society. Based on data from the Ministry of Social Affairs for 2020-2024, people with disabilities reached 22.97 million people, with physical disabilities being the largest category. Therefore, research is proposed to address prosthetic disability with a hand design and control system similar to a natural hand. The design uses fiber, resin, and catalysts.*

Meanwhile, a control system is used to regulate the movement of the prosthetic fingers based on angular variations in the servo motor. The resulting prosthetic hand design is divided into 15 segments, such as the thumb, the other four fingers, and the palm. Then, the control system produces stable finger movements with a 0° angle control for opening the hand, holding a glass with a 70°–87° angle control, and a full grip with a 140°–168° angle control. The purpose of implementing this technology is to create more effective and responsive solutions to improve the independence and quality of life for individuals with physical disabilities.

RECOMENDATION



Keyword: *Design, Disability, Prosthetic, Arduino, AD8232-Sensor*

Article Info

Received
October 02, 2025

Revised
October 10, 2025

Accepted
October 15, 2025

Published
October 17, 2025



1. PENDAHULUAN

Penyandang disabilitas, khususnya yang mengalami keterbatasan pada tangan, merupakan kelompok yang signifikan dalam Masyarakat. Di Indonesia, data dari Kementerian Sosial menunjukkan bahwa jumlah penyandang disabilitas mencapai 22,97 juta jiwa, dengan disabilitas fisik menjadi kategori terbesar pada tahun 2020-2024 [1]. Dalam konteks ini, penting untuk memahami tantangan yang dihadapi oleh penyandang disabilitas tangan dan solusi yang ada. Disabilitas pada tangan dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kelahiran, penyakit, atau kecelakaan [2].

Penyandang disabilitas ini sering mengalami kesulitan dalam menjalani aktivitas sehari-hari karena kehilangan fungsi tangan. Kehilangan fungsi tangan mengakibatkan kesulitan dalam melakukan tugas-tugas dasar seperti makan, berpakaian, dan kebersihan pribadi [3]. Banyak penyandang disabilitas tidak memiliki akses ke prostetik yang sesuai dan terjangkau, sehingga menghambat kemampuan mereka untuk berfungsi secara mandiri [4].

Tunadaksa yaitu keadaan gangguan bentuk tubuh yang berada di tulang otot, dan sendi yang mengakibatkan keterbelakangan fungsinya yang normal [5]. Individu yang memiliki keterbelakangan fisik akan menghadapi hambatan dan kesulitan untuk berinteraksi bersama warga di lingkungannya. Kondisi fisik yang dimiliki oleh tunadaksa juga akan menghambat kualitas hidup mereka pada dunia kerja karena aksesibilitas di sektor pekerjaan belum memberi ruang yang luas [6]. Banyak warga penyandang disabilitas khususnya tunadaksa sangat memerlukan alat bantu seperti kaki palsu atau tangan palsu agar dapat beraktifitas dengan normal [7].

Salah satu alat bantu tidak hanya dengan kaki palsu, namun menggunakan tangan palsu yang disebut prostetik. prostetik adalah jenis tangan tiruan yang paling banyak diinginkan oleh kalangan tunadaksa di Indonesia maupun di luar negeri dengan dibawah rata-rata dan minat konsumen yang cukup tinggi untuk pengembangannya di masa depan [8]. Stimulasi otot di lengan bawah akan dideteksi dan diklasifikasikan oleh sensor AD8232 lalu dikonversikan menjadi sinyal pengontrol gerakan motor servo [9]. Motor servo akan dihubung ke jari tangan prostetik sebagai perwujudan gerak fungsi jari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tangan bionik dapat melakukan gerakan dengan akurasi sekitar 90%, menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan kualitas hidup penyandang tunadaksa [10].

Penggabungan tangan tiruan, motor servo yang digunakan dalam membantu penyandang tuna daksa. Sensor AD8232 adalah perangkat yang dirancang untuk mendeteksi sinyal bioelektrik dari jantung, dan dapat digunakan dalam pengembangan tangan prostetik sebagai kontrol yang responsif [11]. Penerapan AD8232 dapat digunakan untuk mengendalikan lengan prostetik dengan akurasi antara 85-95% melalui berbagai metode ekstraksi fitur dan klasifikasi [12]. Dalam aplikasi prostetik, sinyal yang dihasilkan oleh sensor AD8232 dapat digunakan untuk mengontrol gerakan tangan prostetik. Dengan membaca sinyal dari otot atau aktivitas listrik jantung, sistem prostetik dapat merespons secara real-time terhadap keinginan pengguna untuk bergerak [13]. Sensor ini sering dikombinasikan dengan mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32 untuk memproses data dan mengirimkannya ke perangkat lain melalui Bluetooth atau Wi-Fi. Ini memungkinkan pengembangan sistem yang lebih canggih untuk kontrol prostetik.

Penelitian tentang pengembangan Flexy Hand 2 tangan prostetik berbasis 3D Printing dirancang untuk membantu disabilitas tuna daksa. Metode perancangan menggunakan metode trial and error. Cakupan pengguna dari tangan prostetik ini adalah penyandang tuna daksa bagian bawah siku yang masih memiliki satu tangan lain yang masih memiliki jari minimal 3 buah. Hasil penelitian tangan prostetik yang dapat digerakkan keseluruhan jarinya dan dapat menirukan gerakan dasar tangan seperti menggenggam benda dan mengambil benda dengan delay antara modul transmitter dan receiver berkisar 132-260 ms [14].

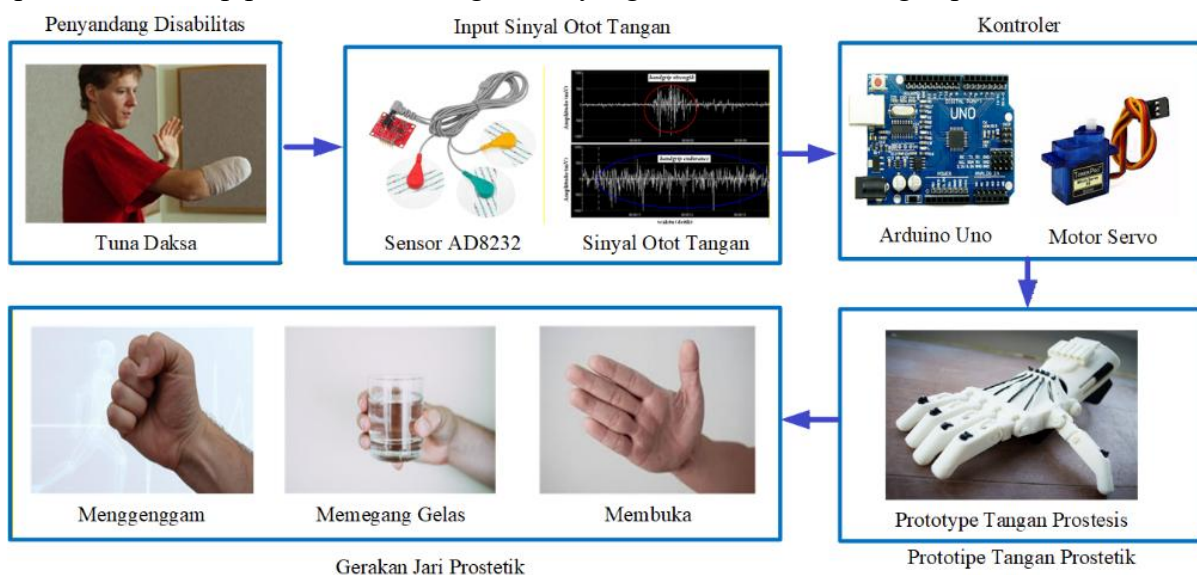
Tangan prostetik memiliki pengaturan pada sudut motor servo yang tidak diketahui dalam mengendalikan gerak jari tangan, dan klasifikasi menggunakan metode trial and error membutuhkan variasi data dari sensor AD8232, sedangkan perancangan tangan prostetik menggunakan campuran material menggunakan metode trial and error serta tangan prostetik

masih memiliki jari minimal 3 buah. Berdasarkan penelitian di atas, perancangan jari tangan dengan campuran serat fiber, resin, katalis serta sistem klasifikasi gerakan jari dan kontrol tangan prostetik berdasarkan variasi sudut belum diterapkan. Sistem klasifikasi gerakan tangan prostetik menggunakan sensor AD8232 untuk menghasilkan gerakan jari tangan yang dapat membantu penyandang disabilitas. Tujuan penerapan teknologi ini diharapkan dapat tercipta solusi yang lebih efektif dan responsif untuk meningkatkan kemandirian dan kualitas hidup individu dengan disabilitas fisik.

2. METODE

Metode penelitian yaitu perancangan dan eksperimen pada tangan prostetik. Perancangan jari tangan menggunakan serat fiber, resin, katalis. Sedangkan sistem kontrol gerakan jari tangan prostetik berdasarkan variasi sudut motor servo. Perancangan prototipe tangan prostetik yang dikendalikan dengan mikrokontroller arduino nano [15]. Dimana sistem kendali menggunakan input sinyal otot yang dikonversi dari analog ke digital oleh sensor AD8232 sebagai triger penggerak tangan prostetik dan output berupa sinyal digital sebagai penggerak motor servo yang dihubungkan pada jari tangan prostetik [16].

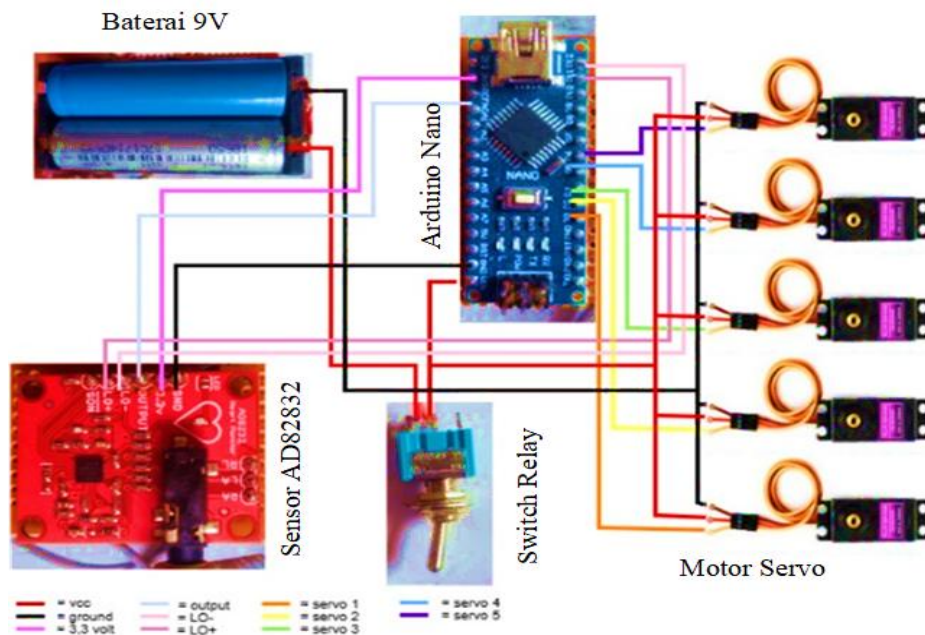
Tahapan penelitian adalah meliputi pengukuran dan pengumpulan data. Pengukuran pada penelitian menggunakan sensor AD8232 sebagai input data sinyal otot yang akan diuji untuk pemodelan setiap parameter model gerakan yang akan ditiru oleh tangan prostetik.



Gambar 1. Desain Penelitian

Pada tahapan ini akan dilakukan tiga jenis pengujian, yaitu pengujian tegangan catu daya baterai terhadap respon gerak tangan prostetik berbasis sensor AD8232 ini. Pengujian perubahan catu daya menggunakan avometer. Pengujian pengaruh gerak tangan prostetik terhadap tegangan catudaya baterai berdampak pada akurasi gerak sudut jari tangan prostetik. Variabel penelitian yaitu sinyal otot tangan asli digunakan untuk memperoleh sinyal otot pada sensor AD8232.

Sinyal otot digunakan sebagai penentuan sudut motor servo pada tangan ptostetik berdasarkan dan waktu. Kemudian gerakan tangan prostetik dikendalikan dengan sistem kontrol pada sudut motor servo untuk menggerakkan tangan seperti membuka, memegang gelas dan menggenggam. Diagram rangkaian wiring untuk sistem kontrol tangan prostetik berbasis Arduino Nano yang menggerakkan lima buah servo motor menggunakan sensor dan saklar sebagai input dijelaskan pada gambar 2 [17].

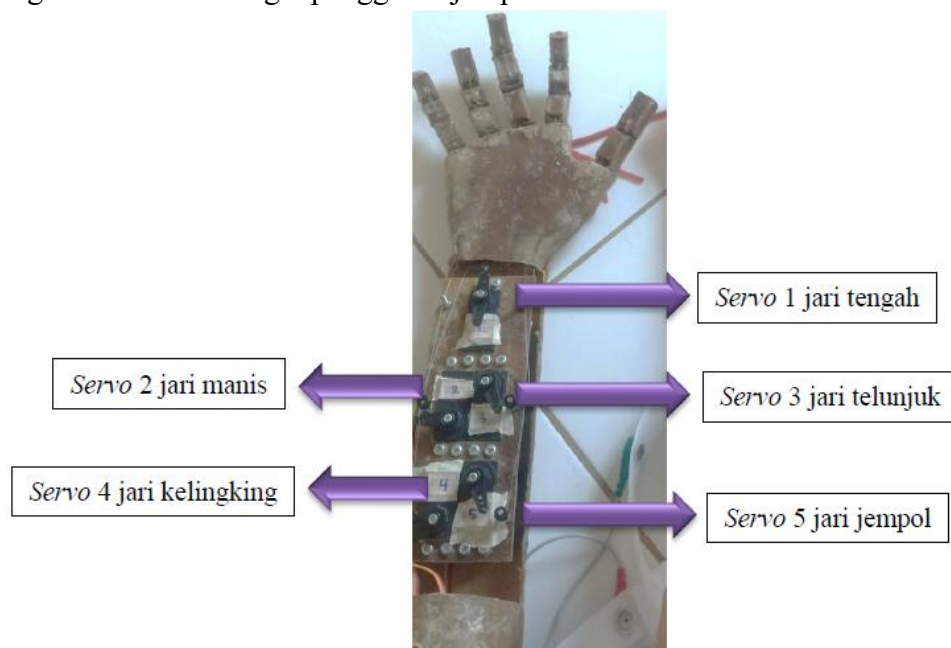


Gambar 2. *Wiring Sistem Kontrol*

3. HASIL

Prototipe tangan prostetik dengan menempatkan motor servo untuk menghasilkan gerakan mekanis yang efisien. Setiap jari dikontrol secara individu oleh satu *servo* yang memungkinkan tangan prostetik melakukan gerakan diantaranya membuka, memegang gelas dan mengepal. Konfigurasi ini digunakan untuk sistem kontrol sinyal otot (EMG) yang intuitif dan *real-time*.

Gambar 3 menunjukkan tangan prostetik dengan 5 buah aktuator motor *servo* MG996R yang masing-masing menggerakkan satu jari tangan. Setiap *servo* dihubungkan secara mekanis ke jari menggunakan senar nilon atau sistem tarikan untuk meniru gerakan otot manusia. Dengan pembagian *servo* 1 sebagai penggerak jari tengah, *servo* 2 sebagai penggerak jari manis, *servo* 3 sebagai penggerak jari telunjuk, *servo* 4 sebagai penggerak jari kelingking dan *servo* 5 sebagai penggerak jempol.



Gambar 3. *Prototipe Tangan Prostetik*

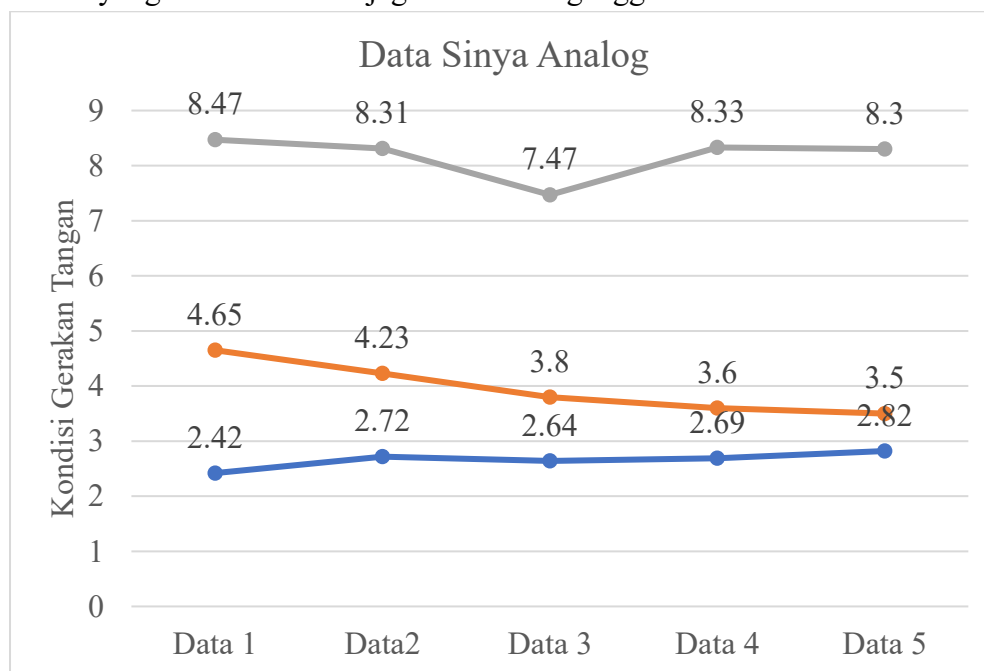
Percobaan dilakukan serta menghasilkan nilai sinyal analog yang bervariasi. Nilai analog dari ketiga percobaan tersebut tidak jauh berbeda pada setiap gerakannya. Hal tersebut dibuktikan dari tiga tabel pengujian yang ada diatas pada tabel 1. Data nilai sinyal mencakup nilai gerakan yang dikirim ke mikrokontroler lalu dilanjutkan Komponen aktuator motor *servo*.

Tabel 1. Data Sinyal Analog 1

Data Analog	Gerakan Tangan		
	Membuka (mV)	Memegang Gelas (mV)	Menggenggam (mV)
Data 1	2,42	4,65	8,47
Data 2	2,72	4,23	8,31
Data 3	2,64	3,80	7,47
Data 4	2,69	3,60	8,33
Data 5	2,82	3,50	8,30

Tabel 1 menunjukkan hasil pengambilan data sinyal analog dari sensor AD8232 yang merekam aktivitas otot pada tiga kondisi gerakan tangan, yaitu: membuka tangan, memegang gelas dan menggenggam. Semakin kuat dan kompleks gerakan tangan, semakin tinggi sinyal analog yang dihasilkan oleh sensor AD8232, hal ini dipengaruhi oleh sensitivitas probe pada sensor. Ketiga pola sinyal ini bisa digunakan sebagai threshold referensi dalam sistem kontrol tangan prostetik untuk membedakan perintah membuka, menggenggam, atau memegang objek.

Gerakan membuka tangan menghasilkan nilai sinyal analog yang relatif rendah, berkisar antara 2,42 mV hingga 2,82 mV. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas otot saat membuka tangan tidak terlalu kuat atau dominan. Gerakan memegang gelas menunjukkan nilai sinyal sedikit lebih tinggi dibanding membuka, berkisar antara 3,50 mV hingga 4,65 mV. Ini mengindikasikan adanya kontraksi otot sedang yang dibutuhkan untuk menjaga kestabilan gerakan memegang gelas. Gerakan menggenggam menunjukkan nilai sinyal tertinggi di antara ketiganya, yaitu mulai dari 7,47 mV hingga 8,47 mV. Ini mengindikasikan adanya kontraksi otot yang kuat untuk menjaga kestabilan genggamannya.



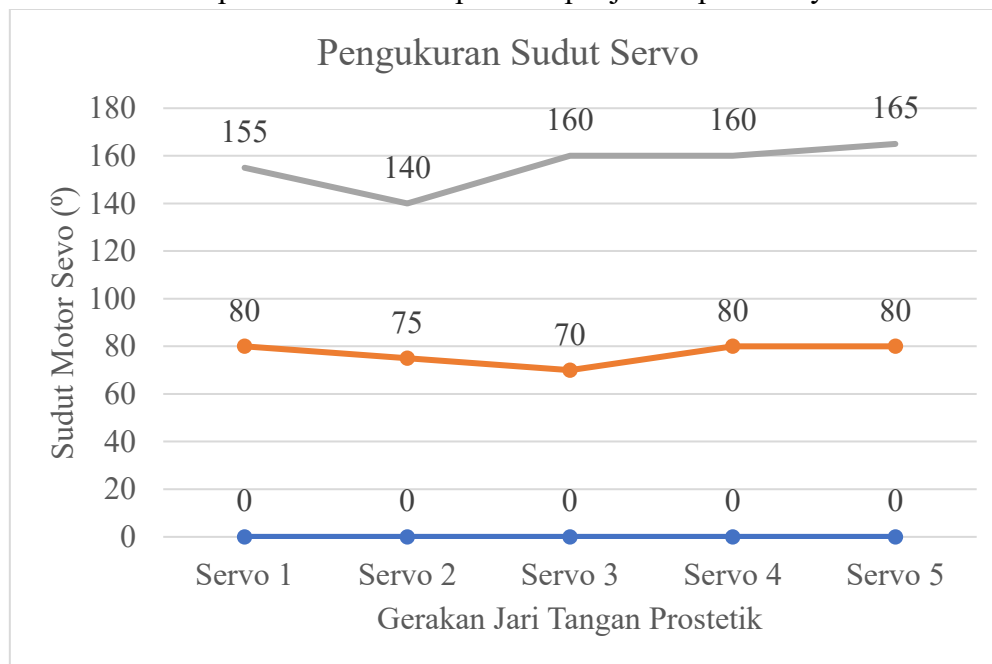
Gambar 4. Data Sinyal Analog

Tabel 2 menjelaskan penentuan sudut motor servo menggunakan program Arduino IDE. Sudut motor servo pada tangan prostetik membuka, memegang gelas dan menggenggam ditentukan bervariasi karena peletakan motor servo tidak sejajar supaya putaran motor servo tidak saling bertabrakan.

Tabel 2. Penentuan Sudut Motor Servo

Sudut Motor Servo (°)	Kondisi Gerakan Tangan		
	Membuka	Memegang Gelas	Menggenggam
Servo 1	0°	80°	155°
Servo 2	0°	75°	140°
Servo 3	0°	70°	160°
Servo 4	0°	80°	160°
Servo 5	0°	80°	165°

Gambar 5 menjelaskan hasil dari penentuan sudut motor servo pada Gerak tangan membuka, memegang gelas dan menggenggam. Hal ini ditunjukkan pada kondisi grafik variasi sudut yang tidak saling berbenturan. Untuk penentuan motor servo kekanan dan kekiri dipengaruhi dari nilai delay yang diberikan. Gerakan pada sudut motor servo pada posisi memegang gelas diberi delay 100 ms. Pengukuran sudut putar motor servo juga dilakukan dengan penggaris sudut guna mengetahui potensi error sudut yang akan dibentuk oleh motor servo. Hal itu dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu salah satunya daya dan tegangan yang digunakan sehingga ketepatan sinyal pwm yang masuk ke input pin data ke motor servo mengalami nilai selisih pada sudut di setiap beberapa ijicoba putarannya.



Gambar 5. Sudut Motor Servo Tangan Prostetik

4. PEMBAHASAN

Gambar 3 menunjukkan grafik hasil pengambilan sinyal analog dari tiga kondisi gerak tangan berdasarkan data yang diperoleh dari lima kali data sinyal analog nilai 1-5. Gambar 3 menggambarkan masing-masing kondisi gerakan tangan yaitu membuka, kondisi tangan memegang gelas dan kondisi tangan menggenggam. Grafik ini menunjukkan hasil nilai analog 2,42-2,82 mV menghasilkan gerakan tangan membuka. Nilai analog 3,50-4,76 mV

menghasilkan gerakan tangan memegang gelas. Nilai analog 7,56-8,47 mV menghasilkan gerakan tangan menggenggam.

Perbedaan level sinyal analog yang dihasilkan berdasarkan intensitas gerakan tangan. Semakin lemah gerakan (seperti membuka), semakin rendah nilai sinyal analognya yaitu 2,42 mV. Sinyal analog mempengaruhi pada sudut motor servo membentuk sudut 0° . Sinyal terendah pada kondisi memegang gelas menghasilkan nilai sinyal analog 3,50 mV. Sehingga sinyal analog pada gerakan tangan memegang gelas membentuk sudut 70° . Sinyal terendah pada posisi menggenggam menghasilkan sinyal analog 7,56 mV. Posisi menggenggam akan mempengaruhi sudut motor servo yang membentuk sudut 140° . Sinyal analog otot dapat diubah menjadi sinyal digital melalui proses ADC (Analog to Digital Conversion) di dalam sensor otot EMG (elektromiografi). Kemudian data sinyal digital ini diproses kembali di dalam Arduino agar dapat dikonversikan ke dalam besaran tegangan melalui coding yang sudah ada di dalam Arduino [18].

Kondisi tangan membuka dengan motor servo yang menunjukkan sudut 0° artinya dalam posisi membuka tangan, semua motor servo berada pada posisi awal atau netral. Kondisi memegang gelas sudut servo bervariasi antara 70° , 75° dan 80° , menunjukkan posisi tangan setengah tertutup dan memegang objek gelas. Ini menggambarkan posisi jari-jari tangan prostetik yang sedang melengkung sebagian untuk menjepit objek tanpa meremasnya. Kondisi menggenggam, sudut servo dalam kondisi antara 140° , 155° , 160° dan 165° , menunjukkan bahwa motor servo telah berputar lebih jauh untuk menciptakan gerakan menggenggam penuh. Ini berarti jari-jari prostetik menutup sepenuhnya untuk menggenggam dengan kuat.

Tabel ini menggambarkan bahwa sudut rotasi pada motor servo digunakan untuk mengontrol gerakan tangan prostetik. Dengan sudut servo yang lebih besar, gerakan tangan dari membuka, memegang gelas dan menggenggam. Variasi hasil pengukuran sudut pada kondisi tangan memegang dan menggenggam disebabkan oleh penurunan tegangan yang tidak stabil. Penurunan tegangan ini disebabkan oleh beban gerakan motor servo yang bervariasi [19].

Gambar 5 menjelaskan kondisi gerak tangan membuka pada motor servo dengan sudut 0° . Kondisi membuka tangan, kelima motor servo berada di posisi awal atau netral. Hal ini menunjukkan bahwa membuka tangan prostetik tidak memerlukan rotasi dari motor servo, atau servo diarahkan ke posisi lurus. Kondisi gerak tangan memegang gelas (grafik warna merah) dengan sudut servo bervariasi dari 70° hingga 80° . Servo 3 memiliki sudut paling kecil 70° , menunjukkan jari ini menekuk saat memegang gelas. Servo 1, 4, dan 5 memiliki sudut 80° yang menandakan posisi jari-jari lebih aktif dalam menjepit gelas [20].

Ini mencerminkan posisi jari yang setengah menekuk secara alami saat memegang objek seperti gelas. Kondisi gerak tangan menggenggam (grafik warna hijau) memiliki sudut servo yang meningkat signifikan, antara 140° hingga 165° . Servo 2 memiliki sudut paling terendah 140° yang menunjukkan kontribusi lebih sedikit dalam menggenggam. Servo 5 memiliki sudut terbesar 165° , menunjukkan bahwa jari ini menggenggam dengan posisi rotasi paling maksimal. Pola ini menunjukkan tangan prostetik dalam posisi tertutup penuh untuk menggenggam dengan kuat. Grafik ini menggambarkan hubungan antara sudut rotasi motor servo dengan gerakan jari tangan prostetik. Pengaruh ketepatan sinyal PWM terhadap Gerak sudut dipengaruhi daya dan tegangan pada suplay tenaga baterai. Hal ini disebabkan oleh beban jari yang digerakkan oleh motor servo.

5. KESIMPULAN

Desain tangan prostetik menggunakan resin yang dikombinasikan dengan serat fiber untuk menghasilkan struktur yang ringan dan kuat. Desain tangan prostetik meniru anatomi tangan manusia dengan membagi struktur menjadi 15 segmen, termasuk ibu jari, keempat jari lainnya, dan telapak tangan. Tujuan desain tangan prostetik adalah untuk meniru gerakan alami seperti membuka, memegang, dan menggenggam berdasarkan sistem kontrol sudut motor servo yang ditentukan dari 0° - 168° .

Sistem kontrol menggunakan sinyal EMG dari sensor AD8232 yang mendeteksi aktivitas otot pengguna. Sinyal ini dikonversi menjadi sinyal digital melalui Arduino Uno untuk mengatur sudut putar motor servo. Hasil uji menunjukkan bahwa kontrol sudut motor servo mampu menghasilkan gerakan jari yang stabil dengan kontrol sudut 0° untuk membuka tangan, memegang gelas dengan kontrol sudut 70° – 87° dan menggenggam penuh dengan kontrol sudut 140° – 168° .

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Laboratorium Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Banyuwangi yang telah memberikan fasilitas dalam menyelesaikan proyek skripsi. Proyek ini merupakan syarat untuk memenuhi penyelesaian program sarjana teknik elektro (S-1) di Universitas PGRI Banyuwangi.

REFERENSI

- [1] F. Dawwas, T. A. Setiawan, and I. Rachman, "Rancang Bangun Tangan Palsu Untuk Penyandang Disabilitas Dengan Menggunakan Metode Ulrich," Proc. 7th Conf. Des. Manuf. Eng. its Appl. Surabaya, Indones., p. eISSN: 2654-8631, 2023. <http://repository.ppns.ac.id/5041/>
- [2] A. S. Ituga, E. Syalviana, and A. S. Ituga, "Penerimaan Diri Penyandang Tuna Daksa di Kota Sorong," Spectr. J. Gend. Child. Stud., vol. 3, no. 1, pp. 17–31, 2023, doi: <https://doi.org/10.30984/spectrum.v3i1.521>
- [3] E. Natanael and D. Wibawa, "Gambaran Konsep Diri Penyandang Disabilitas Fisik Tuna Daksa Yang Bekerja," J. Ilm. Psikol. MANASA, vol. 13, no. 1, pp. 47–67, 2024. <https://doi.org/10.25170/manasa.v13i1.5085>
- [4] M. Safitri and P. Ratnasari, "Pemberdayaan Penyandang Disabilitas Tuna Rungu Melalui Keterampilan Tangan Di Gerkatin Cabang Palangka Raya," J. Adm. Publik, vol. 8, no. 2, pp. 102–119, 2022. <https://doi.org/10.38035/jemsi.v6i1.3001>
- [5] A. Aldan, "Analisis Program Bina Diri Sebagai Upaya Kemandirian Anak Tuna Daksa Di Yayasan Pembinaan Anak Cacat Kota Medan," J. Kesejaht. Sos. Komun. dan Adm. Publik, vol. 1, no. 1, pp. 30–37, 2022. <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/17823>
- [6] A. H. Widjaja, W. Wijayanti, and R. Yulistyaputri, "Perlindungan Hak Penyandang Disabilitas dalam Memperoleh Pekerjaan dan Penghidupan yang Layak bagi Kemanusiaan," J. Konstitusi, vol. 17, no. 1, p. 197, 2020, doi: <https://doi.org/10.31078/jk1719>
- [7] A. Aripin, D. Nurcipto, M. D. Kurniatie, D. A. Mayasari, V. Suhartono, and I. Hawari, "Pengembangan, Penyuluhan dan Hibah Tangan Prostetik Bagi Anak-Anak Penyandang Disabilitas Tuna Daksa di YPAC Kota Semarang," Abdimasku J. Pengabd. Masy., vol. 6, no. 1, p. 101, 2023, doi: <https://doi.org/10.33633/ja.v6i1.887>

- [8] M. F. Amirullah, D. Kuswanto, and A. D. Krisbianto, "Desain Lengan Bionik Berbasis Open Source (HACKberry Arm) untuk Anak-Anak Tunadaksa Amputasi Trans-radial agar Lebih Percaya Diri," *Dep. Desain Prod.*, no. August, pp. 89–95, 2021. <https://www.its.ac.id/despro/id/prosiding-konferensi-kreatif-desain-produk-indonesia/>
- [9] I. Munadhif and I. Pradhipta, "Perbandingan Neural Network Backpropagation dan Extreme Learning Machine pada Robot Manipulator," *Rekayasa*, vol. 14, no. 3, pp. 301–306, 2021, doi: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i3.10230>
- [10] R. F. Janna, A. C. Nur'aidha, and D. Y. H. Kumarajati, "Tangan Bionik Sebagai Teknologi Tepat Guna Untuk Penyandang Tuna Daksa Berbasis 3D Printing," *J. List. Instrumentasi, dan Elektron. Terap.*, vol. 5, no. 1, p. 50, 2024, doi: <https://doi.org/10.22146/juliet.v5i1.91241>
- [11] R. H. Ria Hariri, L. H. Lutfi Hakim, and R. F. L. Riska Fita Lestari, "Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor AD8232," *J. Zetroem*, vol. 2, no. 2, 2020, doi: <https://doi.org/10.36526/ztr.v2i2.1017>
- [12] F. M. S. Nursuwars, F. Fathurrohman, F. Awaludin, and A. Sarah, "Narative Review : Electromyography Sebagai Pengendali Lengan Prostetik," *E-JOINT (Electronica and Electrical Journal Of Innovation Technology)* 1(2):31-35 vol. 01, no. 2, 2020. <https://doi.org/10.35970/e-joint.v1i2.389>
- [13] T. W. Isma, M. Yuliza, T. Angraini, and R. Susanti, "Efektifitas Sensor Elektrokardiograf (EKG) AD8232 Untuk Mendeteksi Kelelahan Pada Saat Penggunaan Smartphone," *Elektron J. Ilm.*, vol. 12, no. 1, pp. 7–11, 2020, doi: <https://doi.org/10.30630/eji.12.1.148>
- [14] F. Hari, S. Al, R. Wisudawanto, and A. Kurnia, "Perancangan Tangan Prosthesis Bawah Siku Berbasis Flexy Hand 2 Dan Flex Sensor," *J. Teknoinfo*, vol. 15, no. 2, pp. 105–111, 2021. doi: <https://doi.org/10.33365/jti.v15i2.864>
- [15] M. Ihya et al., "Pengaruh Variasi Jenis Resin Dan Waktu Curing Pada Hasil Cetakan 3D Printing Terhadap Nilai Material Properties," *J. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 1, pp. 139–144, 2022. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/34335>
- [16] M. Mira et al., "Studi Literatur: Langkah-Langkah Pemilihan dan Penggunaan Metode dan Media PKN Tingkat SD," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 7, no. 3, pp. 27203–27211, 2023. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/11672>
- [17] E. Juniawan and Hariyadi, "Studi Literatur: Analisis Media Pembelajaran Bahasa Indonesia Guna Meningkatkan Keterampilan Literasi Siswa Sd," *J. Elementary Sch.*, vol. 5, pp. 269–282, 2022. doi: <https://doi.org/10.31539/joes.v5i2.4280>
- [18] A. P. Wijaya and E. R. Widasari, "Pengembangan Sistem Pengenalan Pergerakan Prostetik Tangan Bionik Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor dengan Fitur Power Spectral Density," Vol. 1, No. 1, pp. 1–10, 2017. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/13785>
- [19] R. Rokhana and P. S. Wardana, "Identifikasi Sinyal Electromyograph (Emg) Pada Gerak Ekstensi-Fleksi Siku dengan Metode Konvolusi dan Jaringan Syaraf Tiruan," *Ind. Electron. Semin.*, p. 6, 2009, available: <https://www.pens.ac.id/2013/05/02/20130813144934-830/>
- [20] T. A. Bowo, H. Syaputra, and M. Akbar, "Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Motif Citra Batik Solo," *J. Softw. Eng. Ampera*, vol. 1, no. 2, pp. 82–96, 2020, doi: <https://doi.org/10.51519/journalsea.v1i2.47>