

Reliability Study of Folding Electric Wheelchair Reviewed From Function Tests for Propelling and Controlling Wheelchair Movement

[Studi Keandalan Kursi Roda Elektrik Lipat Ditinjau dari Uji Fungsi Untuk Mendorong dan Mengatur Gerak Kursi Roda]

Rakhmad Rudyansyah Kristiadi¹⁾, Prantasi Harmi Tjahjanti²⁾

^{1), 2)} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: prantasiharmoni@umsida.ac.id

Abstract. A physical disability is a condition where an individual's mobility is impeded by a limb that is incomplete owing to hereditary factors, accidents, or diseases. Amputations of the arms or legs, paraplegia, bone deformities, and cerebral palsy are a few examples of these disorders. Concerns have been raised about people with physical disabilities using wheelchairs on a daily basis, particularly those with malfunctioning limbs who find it difficult and exhausting to use a manual wheelchair. The purpose of this study is to examine the functionality of a manual wheelchair that has been converted to an electric wheelchair. The technique, a field test for a folding wheelchair, examined a number of elements, such as the electric drive/push system's operation, the SNI ISO 7176-2:2017 speed control function, the SNI ISO 7176-2:2017 direction control function, and the SNI ISO 7176-3:2012 braking function. The results of the electric drive/push system function test demonstrate that the electric motor can operate when the drive lever is engaged, has a button to activate the drive system, which can operate as intended, the wheelchair drive system can operate as intended when operating, though there is still a small jolt at first, and has a charging port to charge the battery, as seen in the picture below. However, the results for the speed control function indicate that the speed control is on the joystick lever, which may be adjusted by changing the joystick's angle. The speed control system is activated by pressing a button. By adjusting the joystick's angle to the left or right, the direction control function test was able to determine whether the button to engage the joystick's direction control was operating correctly. The wheelchair will automatically brake when the joystick lever is at a 90° angle due to the automated braking system. Thus, this folding wheelchair can offer mobility in both large and small areas.

Keywords - Electric folding wheelchair, physical disability, Electric propulsion system, speed control, direction control, braking function.

Abstrak. Disabilitas fisik merujuk pada keadaan di mana anggota tubuh tidak lengkap akibat faktor genetik, kecelakaan, atau penyakit yang menghambat mobilitas individu tersebut. Contoh kondisi ini termasuk amputasi lengan atau kaki, paraplegia, cacat tulang, dan cerebral palsy. Ada keprihatinan mengenai penggunaan kursi roda sehari-hari oleh individu dengan disabilitas fisik, terutama bagi mereka yang memiliki anggota tubuh yang tidak berfungsi dengan baik, sehingga mereka mengalami kesulitan dan kelelahan saat menggerakkan kursi roda manual. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan uji fungsi pada kursi roda manual yang telah diubah menjadi kursi roda elektrik. Metode yang dilakukan adalah uji lapangan untuk kursi roda lipat ditinjau beberapa komponen yang meliputi: fungsi sistem penggerak/pendorong elektrik, fungsi pengendali kecepatan sesuai SNI ISO 7176-2:2017, fungsi pengendali arah sesuai SNI ISO 7176-2:2017, dan fungsi pengereman sesuai SNI ISO 7176-3:2012. Hasil yang diperoleh untuk uji fungsi sistem penggerak/pendorong elektrik menunjukkan bahwa motor elektrik dapat berfungsi ketika tuas penggerak di aktifkan, memiliki tombol untuk mengaktifkan sistem pendorong, tombol dapat berfungsi dengan baik, sistem penggerak kursi roda dapat berfungsi dengan baik saat di jalankan, namun masih ada sedikit ada hentakan di awal, dan mempunyai port pengisian untuk mengisi daya baterai, pada gambar dibawah kondisi ketika pengisian daya. Sedangkan hasil untuk fungsi pengendali kecepatan menunjukan bahwa pengendali kecepatan terdapat pada tuas joystick, dengan mengatur sudut joystick, dan memiliki tombol untuk mengaktifkan sistem pengendali kecepatan. Sementara uji fungsi pengendali arah diperoleh hasil tombol untuk mengaktifkan pengendali arah pada joystick berfungsi dengan baik dan pengendali arah terdapat pada joystick, dengan menggeser sudut joystick pada arah kiri/kanan. Hasil untuk fungsi pengereman bahwa sistem pengereman menggunakan sistem otomatis, dan pada saat tuas joystick berada pada sudut 90° maka kursi roda akan otomatis untuk mengerem. Sehingga keandalan kursi roda lipat ini adalah dapat mobilitas dalam ruangan yang sempit maupun luas.

Kata Kunci - Kursi Roda lipat elektrik, disabilitas fisik, fungsi sistem penggerak/pendorong elektrik, fungsi pengendali kecepatan, fungsi pengendali arah, fungsi pengereman.

I. PENDAHULUAN

Sebuah kursi roda seharusnya memungkinkan penggunaannya untuk merasakan kebebasan dan kenyamanan dalam menyesuaikan mobilitasnya sesuai dengan keinginan mereka [1]. Secara definitif pengertian kelainan fungsi anggota tubuh (disabilitas fisik / tuna daksa) adalah ketidakmampuan anggota tubuh untuk melaksanakan fungsinya disebabkan oleh berkurangnya kemampuan anggota tubuh untuk melaksanakan fungsi secara normal akibat luka, penyakit, atau pertumbuhan tidak sempurna [2]. Pengguna yang memiliki kekuatan tangan yang terbatas sebenarnya memerlukan bantuan dari orang lain untuk bisa menggerakkan kursi roda [3]. Menurut Departemen Sosial dikutip oleh Mangunsong bahwa disabilitas fisik didefinisikan sebagai ketidaklengkapan anggota tubuh disebabkan faktor bawaan dari lahir, kecelakaan, maupun akibat penyakit yang menyebabkan terganggunya mobilitas yang bersangkutan, contohnya amputasi tangan/kaki, paraplegia, kecacatan tulang, dan cerebral palsy [4].

Disabilitas fisik dibedakan dalam 3 kategori umur, Usia anak-anak (bawah 14 tahun) yang masih dalam bimbingan dan perawatan orang tuanya, Usia Remaja dan dewasa (15-23 tahun), juga yang masih dalam bimbingan dan perawatan orangtua, namun mereka sudah harus diajarkan kemandirian, dan Usia mandiri (di atas 24 tahun), pada usia ini banyak kemungkinan mereka sudah bekerja atau berumah tangga [5]. Namun demikian mereka memiliki hak kesetaraan dan tidak adanya diskriminasi dalam berbagai akses seperti dalam bidang pendidikan, ketenagakerjaan, kesetaraan dalam pembangunan dan dalam menikmati hasil pembangunan, aksesibilitas, rehabilitasi dan kesejahteraan sosial, serta pengembangan bakat dan kehidupan sosial secara setara [6]. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu alat bantu yang memudahkan pengguna kursi roda untuk mengatur gerak tanpa perlu melakukan usaha yang berat untuk menggerakkan kursi roda, guna mempermudah disabilitas fisik melakukan mobilitas dengan leluasa. Alat bantu tersebut adalah kursi roda elektrik [7].

Penelitian konversi kursi roda konvensional menjadi kursi roda elektrik disesuaikan dengan penggunaannya yaitu dua orang penyandang disabilitas fisik (milik Bagus dan Huda). Uji ergonomi yang dilakukan meliputi (a) Kesesuaian antropometri tubuh pengguna dengan dimensi kursi roda, (b) Hasil analisis postural pengguna dengan RULA (Rapid Upper Limb Assessment), (c) Kesesuaian dimensi kursi roda dengan standar, dan (d) Evaluasi kegunaan kursi roda berdasarkan observasi [8]. Hasil yang diperoleh untuk kursi roda elektrik Bagus berasal dari sisi antropometri [9]. Tinggi popliteal lebih panjang daripada jarak antara dudukan dan sandaran kaki kursi roda [10]. Agar Bagus lebih nyaman menggunakan kursi roda dan kakinya tidak bengkok (yang berpotensi menyebabkan gangguan muskuloskeletal yang lebih parah), disarankan agar jarak antara dudukan dan sandaran kaki diperpanjang [11]. Sedangkan untuk kursi roda elektrik Huda, secara umum telah dimodifikasi untuk menyesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi tubuh Huda serta membuat desain kursi roda Huda lebih ergonomis [12]. Namun, analisis postural menunjukkan bahwa posisi lengan bawah terangkat, dan tangan terpelintir saat Huda mengoperasikan pengontrol kursi roda elektrik. Oleh karena itu, disarankan untuk menurunkan posisi pengontrol agar sesuai dengan dudukan kursi roda [13].

Tujuan utama penelitian ini adalah mengetahui fungsi sistem penggerak/pendorong elektrik, mengetahui fungsi pengendali kecepatan sesuai SNI ISO 7176-2:2017, mengetahui fungsi pengendali arah sesuai SNI ISO 7176-2:2017, dan mengetahui fungsi pengereman sesuai SNI ISO 7176-3:2012.

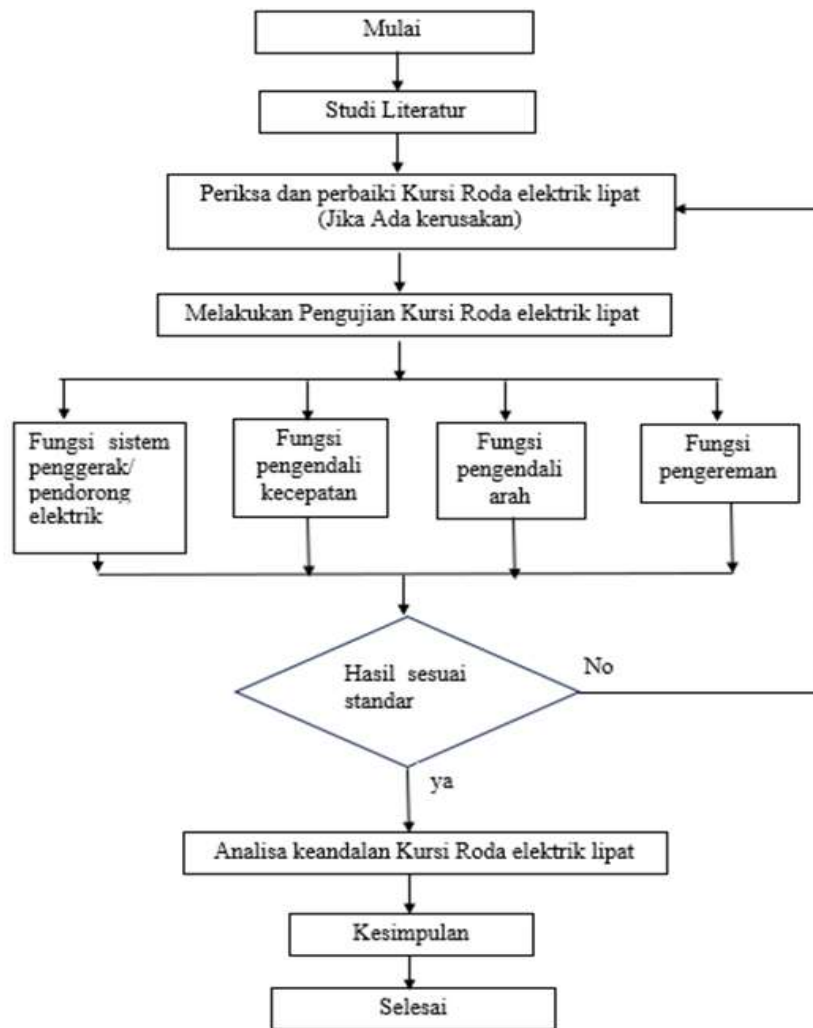
II. METODE

A. Diagram Alir Penelitian

Metode yang diterapkan dalam tahap penyusunan serta urutan selama penelitian dijelaskan melalui Diagram Alir (*Flow Chart*) **Gambar 1**.

B. Studi Literatur

Studi literatur meliputi proses pengumpulan data dan mengenai pengembangan penelitian terkait pengujian menurut standart SNI ISO. Studi literatur ini diperoleh dari berbagai sumber, seperti jurnal referensi, buku, tugas akhir yang berkaitan, serta media internet dan survey mengenai komponen-komponen pendukung yang berkaitan pada proses pengembangan desain dan analisa kursi roda elektrik baik lipat maupun non lipat [14]. Menggunakan kursi roda milik Huda (**Gambar 2. a**).



Gambar 1. Diagram alir penelitian

C. Pemeriksaan Kursi Roda

Pemeriksaan Kursi Roda meliputi pemeriksaan terhadap kerusakan (**Gambar 2. b**) yang akan menghambat pengujian, sehingga hasil dari pengujian tidak akan valid [15].

D. Perbaiki Kursi Roda Jika Ada Kerusakan

Melakukan perbaikan kursi roda jika mengalami kerusakan, agar hasil uji fungsi kursi roda berjalan dengan baik.

E. Melakukan Pengujian

Setelah dilakukan perbaikan (**Gambar 2. c**), berikutnya dilakukan proses pengujian menurut standart SNI ISO. Ada beberapa komponen yang harus di uji dalam kursi roda elektrik, komponen tersebut meliputi [6]:

- Fungsi system penggerak/pendorong elektrik
- Fungsi pengendali kecepatan SNI ISO 7176-2:2017
- Fungsi pengendali arah SNI ISO 7176-2:2017
- Fungsi pengereman SNI ISO 7176-3:2012



Gambar 2. (a) Huda pemilik kursi roda konvensional, (b) Kursi roda konvensional, (c) Hasil jadi konversi kursi roda konvensional menjadi kursi roda elektrik yang dapat di lipat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Roda Elektrik Lipat

Hasil dari pengujian tersebut berisikan 4 macam yaitu fungsi penggerak, fungsi pengendali kecepatan, fungsi pengendali arah, dan fungsi pengereman. Pengujian tersebut berdasarkan Standart SNI ISO yang dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya. **Tabel 1** menampilkan hasil uji.

Tabel 1. Hasil uji fungsi penggerak, fungsi pengendali kecepatan, fungsi pengendali arah, dan fungsi pengereman.

Item Pengujian	Kriteria Keberterimaan	Hasil	Keterangan
Fungsi sistem penggerak	Sistem penggerak memberikan gaya dorong saat diaktifkan	✓	Motor elektrik dapat berfungsi ketika tuas penggerak di aktifkan Memiliki tombol untuk mengaktifkan sistem pendorong. Tombol dapat berfungsi dengan baik
	Memiliki tombol ON/OFF untuk menyambung/memutuskan catu daya.	✓	

	Tidak terjadi gangguan transmisi daya saat penggerak diaktifkan	✓	Sistem penggerak kursi roda dapat berfungsi dengan baik saat di jalankan, Namun masih ada sedikit ada hentakan di awal, Mempunyai port pengisian untuk mengisi daya baterai, pada gambar dibawah kondisi ketika pengisian daya.
	Memiliki mekanisme untuk pengisian daya baterai	✓	
Fungsi pengendali kecepatan	Memiliki mekanisme pengendali kecepatan gerak.	✓	Pengendali kecepatan terdapat pada tuas joystick, dengan mengatur sudut <i>joystick</i>. Memiliki tombol untuk mengaktifkan sistem pengendali kecepatan.
	Memiliki tombol/tuas untuk mengaktifkan mekanisme pengendali kecepatan.	✓	
Fungsi pengendali Arah	Memiliki mekanisme pengendali arah.	✓	Pengendali arah terdapat pada <i>joystick</i>, dengan menggeser sudut joystick pada arah kiri/kanan.
	Memiliki tuas/tombol untuk mengaktifkan mekanisme pengendali arah.	✓	Tombol untuk mengaktifkan pengendali arah pada joystick berfungsi dengan baik.
Fungsi pengereman	Memiliki mekanisme untuk menghentikan gerak kursi roda.	✓	Sistem pengereman menggunakan sistem otomatis. Pada saat tuas <i>joystick</i> berada pada sudut 90° maka kursi roda akan otomatis untuk mengerem.

Terdapat sistem pengereman manual dengan menggunakan tuas pada dekat roda,

Memiliki tuas/tombol untuk mengaktifkan mekanisme pengereman.

✓



B. Analisa dan Pembahasan Data Hasil Kecepatan Kursi Roda

Hasil uji kecepatan kursi roda listrik menggunakan kendali joystick ditunjukkan dalam **Tabel 2.** untuk kecepatan tanpa beban, sedangkan **Tabel 3.** menunjukkan hasil uji untuk kecepatan dengan beban 40 kg. Untuk memudahkan pemahaman terhadap data kecepatan, dilakukan analisis rata-rata agar visualisasi hasil lebih jelas dan mudah dipahami.

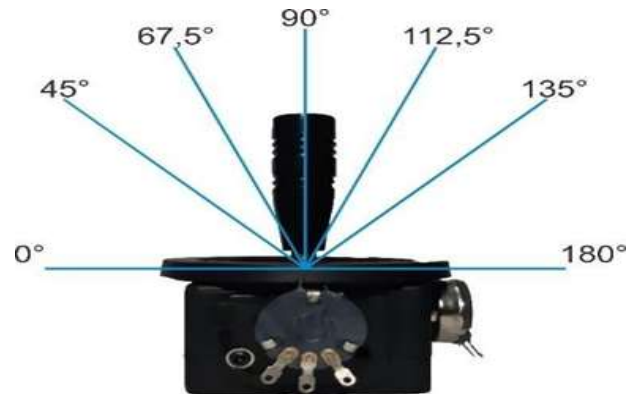
Table 2. Hasil uji kecepatan kursi roda tanpa beban

Tes	Kecepatan Kursi Roda pada Sudut Tongkat <i>Joystick</i> (Km/jam)				
	45° (maju)	67.5° (maju)	90° (diam)	112.5° (maju)	135° (maju)
Pertama (luar ruangan)	2.02	1.50	0	1.33	1.84
Kedua (dalam ruangan)	2.89	1.97	0	1.68	2.34

Tabel 3. Hasil uji kecepatan kursi roda dengan beban 40 Kg

Tes	Kecepatan Kursi Roda pada Sudut Tongkat <i>Joystick</i> (Km/jam)				
	45° (maju)	67.5° (maju)	90° (diam)	112.5° (maju)	135° (maju)
Pertama (luar ruangan)	1.68	1.20	0	0.99	1.55
Kedua (dalam ruangan)	2.30	1.67	0	1.36	2.04

Dari hasil tabel terlihat bahwa kecepatan kursi roda berbeda saat diberi beban 40 Kg dan tanpa beban. Hal ini disebabkan oleh peningkatan torsi motor pada saat adanya beban, yang menyebabkan kecepatan berkurang. Selain itu, terdapat perbedaan kecepatan pada setiap pengujian, yaitu pengujian pertama dan kedua. Pengujian pertama dilakukan di luar ruangan yang memiliki kondisi jalur paving yang tidak rata, dan pada pengujian kedua dilakukan di dalam ruangan yang memiliki kondisi jalur yang halus. Pada sudut tongkat *joystick* memiliki perbedaan kecepatan yang bisa disesuaikan dengan keinginan pengguna. Sudut tongkat *joystick* ditunjukkan dalam **Gambar 3.**



Gambar 3. Variasi sudut tongkat joystick

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dari “Studi Keandalan Kursi Roda Elektrik Lipat Ditinjau dari Uji Fungsi Untuk Mendorong dan Mengatur Gerak Kursi Roda” dapat disimpulkan :

1. Hasil yang diperoleh untuk uji fungsi sistem penggerak/pendorong elektrik menunjukkan bahwa motor elektrik dapat berfungsi ketika tuas penggerak di aktifkan, memiliki tombol untuk mengaktifkan sistem pendorong, tombol dapat berfungsi dengan baik, sistem penggerak kursi roda dapat berfungsi dengan baik saat di jalankan, namun masih ada sedikit ada hentakan di awal, dan mempunyai port pengisian untuk mengisi daya baterai, pada gambar dibawah kondisi ketika pengisian daya.
2. Hasil untuk fungsi pengendali kecepatan menunjukkan bahwa pengendali kecepatan terdapat pada tuas joystick, dengan mengatur sudut joystick, dan memiliki tombol untuk mengaktifkan sistem pengendali kecepatan. Sementara uji fungsi pengendali arah diperoleh hasil tombol untuk mengaktifkan pengendali arah pada joystick berfungsi dengan baik dan pengendali arah terdapat pada joystick, dengan menggeser sudut joystick pada arah kiri/kanan. Hasil untuk fungsi pengereman bahwa sistem pengereman menggunakan sistem otomatis, dan pada saat tuas joystick berada pada sudut 90° maka kursi roda akan otomatis untuk mengerem.
3. Keandalan kursi roda lipat ini adalah dapat mobilitas dalam ruangan yang sempit maupun luas. Kecepatan kursi roda juga dapat dipengaruhi oleh beban pengguna dan kondisi lintasan kursi roda pada saat dioperasikan, semakin berat beban pengguna maka semakin lambat kecepatan kursi roda. Hal ini disebabkan peningkatan torsi motor penggerak saat diberi beban.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Progam Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta pendanaan Program Bantuan Biaya Luaran Prototipe Tahun Anggaran 2023 Kemendikbud-Ristek dan Program Kompetisi Kampus Merdeka (PKKM) 2021.

REFERENSI

- [1] Tjahjanti, P. H., Gumelar, B. A., Kristiadi, R. R., Prastio, A., & Mustakim, A. (2025), *Analisa Manufaktur Kursi Roda Elektrik Untuk Disabilitas Fisik Ditinjau dari Aspek Ergonomi*, Jurnal Teknik dan Teknologi Terapan, 3(1), 38-43.
- [2] Prantasi Harmi Tjahjanti, Mulyadi, Iswanto, Buyung Artha Gumelar, Rakhmad Rudyansyah K, Anggit Prastio, Annas Mustakim, 2024, *Electric Wheelchair Manufacturing Analysis For Physical Disabilities Reviewed From The Aspect Of Ergonomics*, Journal of Engineering Sciences (Improsci), Diterbitkan: Agustus 17, 2024, Vol. 2 No. 1 (2024): Hal. 27-37, DOI: <https://doi.org/10.62885/improsci.v2i1.429>, ISSN Online : 3031-7088, ISSN Cetak : 3032-3452, <https://annpublisher.org/ojs/index.php/improsci/article/view/429>
- [3] Fatoni, M.H., Suprayitno, E.A., Arifin, A., Hikmah, N.F., Sardjono, T.A., Nuh, M., (2023), *Pemanfaatan Kursi Roda Elektrik dengan Kendali Joystick Guna Meningkatkan Kemandirian Siswa Berkebutuhan Khusus di Sekolah Luar Biasa D Yayasan Pembinaan Anak Cacat Surabaya*, Sewagati, 7(2):167–175.

- [4] Farhan Taufiqurrahman Ashegaf, Bonaventura Ananda Daniel Naipospos, Benediktus Bryan Bimantoro, Aris Triwiyatno., 2019. *Kursi Roda Elektrik Dengan Sistem Pemantauan Kesehatan Pengguna, Lokasi, Dan Pendeteksi Kecelakaan Berbasis IOT*. Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro., Vol. 8, No. 2, Juni 2019, e-ISSN:2685-0206.
- [5] Tjahjanti, P. H., Nugroho, S. A., Widodo, E., Iswanto, & Fahrudin, A. R. (2024, July). *Designing a stable and comfortable motorcycle for uneven roads: Enhancing mobility for individuals with disabilities*. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3167, No. 1, p. 040018). AIP Publishing LLC..
- [6] Prantasi Harmi Tjahjanti, Rizki Ardi Arrahman, Abdi Chandra Putra, 2017, *Upaya Pemberdayaan Wirausaha Disabilitas Fisik*, *Jurnas Sains dan Teknologi* Vol. 2 No. 4 (2021) eISSN: 2775-7013 213-218, hal: 44-48.
- [7] A. S. Junior and F. Arifin, "Prototipe Kursi Roda Elektrik dengan Kendali Joystick dan Smartphone," *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 4, no. 1, pp. 62-68, 2019.
- [8] J. G. Sitanaya, T. Tasripan, and A. Arifin, "Pengolahan sinyal EMG sebagai perintah kontrol untuk kursi roda elektrik," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, pp. A396-A400, 2019.
- [9] A. A. Matarru, "Studi Eksperimen Arduino Uno Sebagai Pengendali Kursi Roda Elektrik," *Journal of Informatics Information System Software Engineering and Applications (INISTA)*, vol. 4, no. 2, pp. 21-31, 2022.
- [10] B. Fasaluna, E. Ego, and Y. W. Ri, *Rancang Bangun Modul Sistem Kendali Pada Kursi Roda Penyandang Cacat Menggunakan Joystick Dan Android*. Diss. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2021.
- [11] I. P. Agustin and W. Aribowo, "Kendali Motor DC Pada Rancang Bangun Kursi Roda Berbasis Joystick dan YOLO (You Only Look Once)," *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 14, no. 1, pp. 82-87, 2025.
- [12] F. Natanael, B. M. Arthaya, and F. Wahab, "Rancang Bangun Sistem Throttle Brushless DC Motor pada Kursi Roda Elektrik," *ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 85-94, 2025.
- [13] A. M. I. Munthe, A. H. Batubara, and M. Syahrudin, "Implementasi Motor Dc Seri Sebagai Penggerak Kursi Roda Berbasis Iot Untuk Disabilitas Di Klinik Mitra Bakti Husada," *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, vol. 5, no. 1, pp. 696-705, 2024.
- [14] F. R. Yuztiawan and F. Utaminingrum, "Implementasi Metode Kalman Filter Dan Model YOLOv8n Untuk Fitur Human-Following Pada Kursi Roda Pintar," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 9, no. 1, 2025.
- [15] O. D. Winarto and I. K. Somawirata, "Desain Sistem Kendali Kursi Roda Elektrik Dengan Perintah Suara Berbasis Voice Recognition Module V3," *Magnetika: Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro*, vol. 8, no. 2, pp. 213-223, 2024.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.