

Kendali Motor DC Pada Rancang Bangun Kursi Roda Berbasis *Joystick* dan YOLO (*You Only Look Once*)

Intan Permata Agustin

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: intan.20011@mhs.unesa.ac.id

Widi Aribowo, Reza Rahmadian, Ayusta Lukita Wardani

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
Email: widiaribowo@unesa.ac.id, rezarahmadian@unesa.ac.id, ayustawardani@unesa.ac.id

Abstrak

Kursi roda elektrik telah menjadi solusi penting bagi individu dengan keterbatasan mobilitas, namun pengendalian yang aman dan responsif masih menjadi tantangan utama. Tugas Akhir ini bertujuan untuk membuat rancang bangun kursi roda elektrik disertai mengintegrasikan sistem kontrol kendali *joystick* serta teknologi deteksi objek menggunakan YOLOv4 untuk keamanan serta meningkatkan akurasi serta kemudahan penggunaan. Sistem kendali *joystick* sebagai antarmuka utama bagi pengguna mengarahkan kursi roda, dan sistem keamanan dengan memanfaatkan teknologi *Computer Vision* berbasis YOLOv4. Proses komputasi dilakukan pada perangkat *raspberry pi3*. Kursi roda elektrik ini akan berhenti dan memberikan suara peringatan jika terdeteksi objek halangan, proses ini diimplementasikan menggunakan Arduino Uno guna mengontrol kecepatan serta arah motor DC serta memastikan keamanan pengguna. Metode eksperimental digunakan pada perancangan kursi roda elektrik ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kendali berbasis *joystick* memiliki respon yang sesuai dengan instruksi, contoh: maju, mundur, kanan, kiri, putar dan pengereman. Deteksi objek YOLO memiliki rata-rata keakuratan objek sebesar 98% dan memiliki rata-rata waktu komputasi 3 hingga 5 detik. Kursi roda ini dapat menanggung beban maksimum 70 kg.

Kata Kunci: Arduino, Deteksi Objek, Keamanan, Kursi Roda Elektrik, Motor DC, YOLOv4.

Abstract

Electric wheelchairs have become an essential solution for individuals with mobility limitations, but safe and responsive control remains a major challenge. This Final Project aims to design and develop an electric wheelchair by integrating a joystick control system with object detection technology using YOLOv4 for safety, as well as to improve accuracy and ease of use. The joystick control system serves as the primary interface for users to steer the wheelchair, while the safety system utilizes YOLOv4-based Computer Vision technology. The computational processes are carried out on a Raspberry Pi 3 device. This electric wheelchair will stop and give a warning sound if an obstacle object is detected, this process is implemented using Arduino Uno to control the speed and direction of the DC motor and ensure the safety of the user. An experimental method was used in the design of this electric wheelchair. The test results show that the joystick-based control system responds appropriately to commands, such as forward, backward, right, left, turning, and braking. The YOLO object detection has an average object accuracy of 98% and an average computation time of 3 to 5 seconds. This wheelchair can support a maximum load of 70 kg.

Keywords: Arduino, DC Motor, Electric Wheelchair, Object Detection, Safety, YOLOv4.

PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari Survei Ekonomi Nasional (Susenas) tahun 2020, sekitar 28,5 juta penduduk Indonesia mengalami disabilitas. Kursi roda ialah alat bantu yang umum dipakai untuk membantu mobilitas bagi mereka yang mengidap gangguan sistem motorik di sepasang kakinya. Meskipun kursi roda manual sangat berguna, penggunaannya memiliki kekurangan, seperti kebutuhan energi yang tinggi dan ketergantungan pada bantuan orang lain dalam melakukan berbagai aktivitas sehari-hari (Kurniawan dkk., 2020).

Selaku solusi guna permasalahan ini, kursi roda elektrik dijadikan alternatif yang lebih efisien. Kursi roda elektrik menawarkan kelebihan pada perihal daya dan kontrol, kemudahan pergerakan pengguna, terutama bagi mereka yang tidak memiliki pemandu (Arthuro Angwyn, 2023). Dengan perkembangan teknologi, berbagai inovasi telah diterapkan pada kursi roda elektrik, salah satunya adalah pengendalian menggunakan *joystick*. Namun, masih terdapat potensi untuk meningkatkan fungsionalitas kursi roda elektrik dengan mengintegrasikan teknologi penglihatan komputer.

Salah satu teknologi yang dapat diintegrasikan adalah YOLO (*You Only Look Once*), suatu metode mendeteksi objek secara cepat serta efisien. YOLO menggunakan model deteksi sederhana untuk mengenali objek dalam gambar dengan mengaplikasikan regresi tunggal, menciptakan kotak pembatas (*bounding box*) dengan probabilitas kelas yang terkait (Asni et dkk., 2021). Integrasi YOLO pada kursi roda elektrik memungkinkan deteksi objek di sekitar kursi roda secara *real-time*, yang dapat meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna.

Integrasi perangkat mikrokontroler Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) sebagai input kontrol kursi roda dengan output sinyal PWM yang akan diteruskan ke driver motor dapat mengontrol kecepatan motor di kursi roda elektrik. Sehingga kursi roda elektrik bisa menyesuaikan kecepatannya atau mengambil tindakan korektif berdasarkan kondisi di sekitarnya, selain tindakan pengereman terdapat juga peringatan berupa suara yang dikeluarkan ketika mendekati objek yang menghalangi kursi roda. Maka dari itu, Tugas Akhir ini memiliki tujuan mengintegrasikan kendali *joystick*, deteksi objek menggunakan YOLOv4. Dengan kombinasi teknologi ini, diharapkan mobilitas dan kemandirian pengguna kursi roda dapat meningkat secara signifikan.

Beberapa penelitian terkait kursi roda elektrik telah dilaksanakan dengan memakai beragam metode, contoh bentuknya ialah Sistem *Guided Following Control* pada *Smart Wheelchair* memakai Metode YOLOv5 berbasis Nvidia Jetson TX2, pada penelitian ini penggunaan metode YOLOv5 untuk mendeteksi dan melacak pemandu yang sudah ditentukan, kursi roda pintar elektrik ini dapat mengikuti pemandu dengan lancar dan responsif, sehingga memungkinkan pengguna untuk menavigasi lingkungan dengan mudah (Palebangan & Utaminigrum, 2022).

Joystick ialah perangkat *input* komputer yang memiliki tuas yang bisa dipindahkan menuju berbagai arah serta beragam tombol yang disekelilingnya guna melaksanakan fungsi tambahan. Pergerakan tuas diubah sebagai sinyal elektronik, yang kemudian dilanjutkan menuju perangkat yang sedang digunakan (Bayu Adhiyanto Wicaksono, 2024). *Joystick* ini dapat mendeteksi perubahan dalam pergerakan secara kontinu pada setiap sumbu dan mengirimkan sinyal analog yang sesuai.

YOLO adalah suatu algoritma yang dikembangkan untuk melakukan deteksi objek secara *real-time*. Sistem deteksi ini menggunakan kembali *classifier* atau *locator* untuk mendeteksi objek. Gambar dibagi menjadi sel-sel grid dengan ukuran yang disesuaikan berdasarkan ukuran input (Salamah dkk., 2022). Keunggulan inti YOLO ialah cepatnya pendeteksian yang tinggi tanpa mengorbankan akurasi yang signifikan. Metode tersebut dapat melaksanakan pendeteksian objek

secara *real-time* disertai kinerja yang optimal, sehingga pantas guna beragam aplikasi yang memerlukan respon cepat (Alfiansyah dkk., 2024).

Raspberry Pi 3 merupakan produk dari *Raspberry Pi Foundation* dalam bentuk *single-board computer* (SBC). *Raspberry Pi* pertama kali diperkenalkan pada bulan Februari 2016. *Raspberry Pi 3* memiliki kapasitas yang luas untuk berbagai aplikasi, dengan peningkatan yang mencakup prosesor internal, Wi-Fi dan *Bluetooth* internal, serta tambahan kapasitas RAM yang signifikan dibandingkan dengan *Raspberry Pi 2* (*Raspberry Pi3*, 2020).

Mikrokontroler ATmega 328 memakai seri yang lebih canggih, sehingga bisa dipakai guna menciptakan sistem elektronika ukuran minimalis tetapi handal serta cepat. Beragam modul serta sensor terbaru bisa terpasang di board ini disertai dengan beragam kode demo yang menguntungkan (Ahmad Fatoni, 2015). Mikrokontroler dengan 8-bit CMOS yang hemat energi berbasis arsitektur RISC. ATmega328 memiliki masukan 1 MIPS per MHz berpeluang sistem untuk bekerja memanfaatkan penggunaan daya dengan kecepatan pemrosesan (Viantika dkk., 2022).

WebCam ialah suatu periferal mencakup kamera selaku pengambil citra/gambar serta mikropon (*optional*) yang diatur oleh suatu komputer. Webcam sebuah sistem keamanan disertai video *streaming* yang bisa mengawasi dengan *real-time* (Prabowo dkk., 2018). Webcam ialah suatu kamera video digital kecil yang terhubung pada komputer dengan port USB maupun port COM (Ali Andre, 2016).

Driver motor ialah sebuah serangkaian elektronika yang memiliki tujuan mengatur pergerakan dari motor supaya motor bisa dikelola putarannya antara searah jarum jam maupun berlawanan jarum jam (Alfiansyah dkk., 2024). Driver Motor IBT02 memiliki kemampuan untuk menghasilkan arus sampai 43A dan dilengkapi dengan fungsi PWM yang memungkinkan pengaturan putaran di motor DC. Rentang tegangan sumber DC yang bisa diterima oleh driver ini adalah rentang 5.5V hingga 27V DC, sementara tegangan input berkisar antara 3.3V hingga 5V DC. Driver motor ini memakai konfigurasi full H-bridge serta IC BTS7960 disertai fitur perlindungan terhadap panas maupun arus berlebih (Bayu Adhiyanto Wicaksono, 2024).

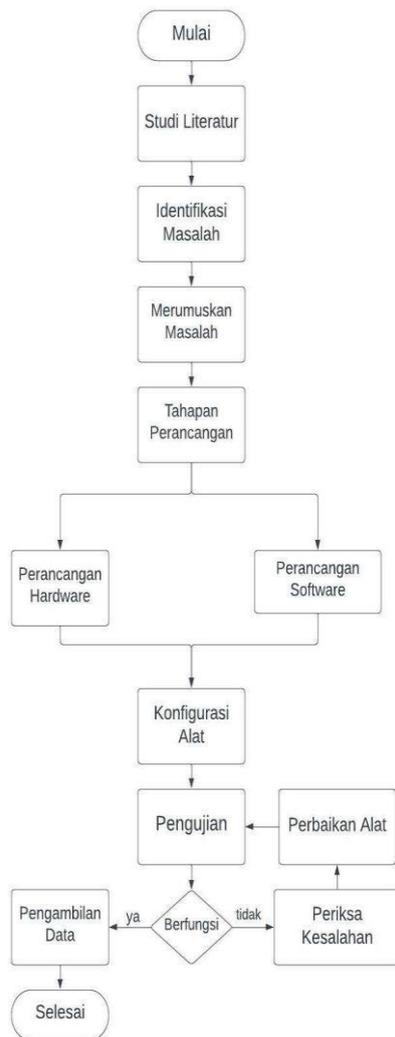
Motor DC MY1025 ialah sebuah rangkaian elektromagnetik yang mengkonversi energi listrik berubah energi mekanik (Darul Muslimin, 2017). Motor DC ini jenis brushed yang mempunyai output daya sebesar 250 Watt sebagai generator listrik dari energi kinetik (Sutadharma & Rizal, 2021). Motor DC MY1025 yang mempunyai ciri yaitu torsi motor berjumlah 9,6 Nm, tegangan serta arus maksimum berjumlah 24 VDC, 14 A,

Kendali Motor DC Pada Rancang Bangun Kursi Roda Berbasis *Joystick* dan YOLO (*You Only Look Once*)

dan kecepatan motor berjumlah 2570 rpm. MY1025 mempunyai bobot berjumlah 2 Kg, disertai diameter 10 cm × tebal 8 cm.

METODE

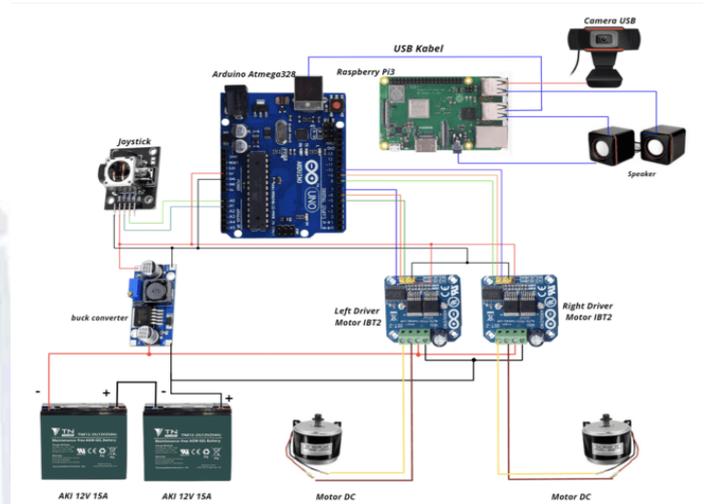
Pada penulisan ini menggunakan metode eksperimental dengan tujuan untuk menghasilkan rancang bangun Rancang Bangun Sistem Kendali Kursi Roda Elektrik Berbasis *Joystick* Dengan Deteksi YOLOv4 untuk pengaturan kecepatan menggunakan Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) dalam sistem kontrol kursi roda elektrik. Tahapan metode telah disajikan di gambar 1.



Gambar 1. Flowchart

1. Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* dilaksanakan dengan mengimplementasikan perancangan skema di kursi roda. Skema rangkaian telah disajikan di gambar 2 perancangan *hardware*. Pada perancangan *Hardware* pengendalian kursi roda dilaksanakan menggunakan *joystick* yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino atmega328.



Gambar 2. Perancangan *Hardware*

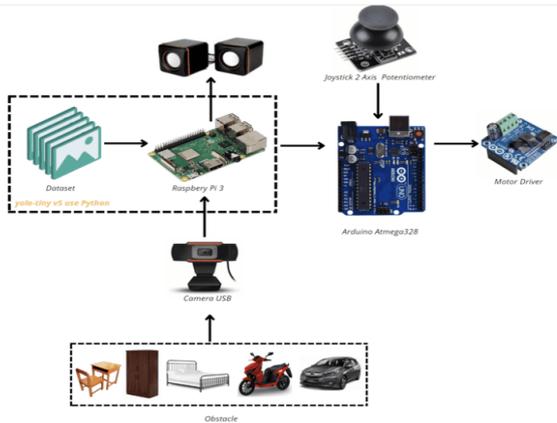
Arduino mengolah sinyal dari *joystick* untuk mengontrol gerakan kursi roda seperti maju, mundur, belok kiri, belok kanan, maupun berhenti. Sinyal PWM dari Arduino diteruskan menuju driver motor IBT02, yang mengatur daya, kecepatan, serta arah putaran motor DC. Motor tersebut dioperasikan oleh dua aki 12Volt 12AH yang dipasang paralel, menghasilkan tegangan 24Volt. Selain itu, kursi roda dilengkapi dengan kamera USB yang terhubung ke *Raspberry Pi3* yang menjalankan YOLOv4 untuk mendeteksi objek penghalang. *Raspberry Pi3* mengirimkan data ke Arduino melalui koneksi serial, yang akan menyesuaikan kecepatan dan menghentikan motor serta memberikan peringatan jika ada halangan di depan atau belakang kursi roda. Berikut adalah hasil perancangan alat.



Gambar 3. Hasil Perancangan

2. Perancangan Software

Perancangan *software* dilaksanakan dengan mengimplementasikan perancangan skema untuk kursi roda. Skema rangkaian telah disajikan di Gambar 4 perancangan *software*.



Gambar 1. Perancangan Software

Hubungkan kamera USB ke Raspberry Pi3, instal YOLOv4, konfigurasi untuk mendeteksi objek di depan dan belakang kursi roda. Sambungkan Raspberry Pi3 ke Arduino melalui koneksi serial untuk mengontrol driver motor yaitu pengurangan kecepatan dan peringatan jika ada halangan. Hubungkan joystick ke Arduino untuk kontrol kursi roda dengan sinyal maju, mundur, belok kiri, belok kanan, maupun berhenti. Program Arduino untuk mengendalikan motor DC berdasarkan instruksi dari Raspberry Pi3 dan joystick.

3. Teknik Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data yaitu menggunakan kode program deteksi realtime menggunakan yolov4tiny agar mendapatkan akurasi terbaik untuk deteksi objek yang akan diimplementasikan ke raspberry pi 3. Alur program deteksi dimulai dari pembacaan model yolov4tiny, menerima citra kamera, mendeteksi objek pada citra tersebut, mengirimkan serial data ke arduino.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Sistem Kendali Joystick

Pengujian sistem kendali joystick memiliki tujuan mengevaluasi sejauh mana perintah yang diberikan sesuai dengan arah yang diinginkan saat tuas joystick digerakkan. Berdasarkan hasil uji coba, pergerakan tuas joystick pada kursi roda menunjukkan bahwa motor berputar sesuai dengan input yang diberikan oleh joystick.

Tabel 1. Pengujian Sistem Kembali Joystick

No	Sistem Kendali Joystick	Motor DC Kanan	Motor DC Kiri
1.	Maju	√	√
2.	Mundur	√	√
3.	Kanan	-	√
4.	Kiri	√	-

2. Sistem Kendali Yolo

Tabel 2. Sistem Kendali YOLO

No	Objek	Akurasi (%)	Rata-rata waktu komputasi (detik)	Jarak (meter)
1.	Kursi	100%	4 detik	50 cm
2.	Meja	90%	5 detik	50 cm
3.	Motor	100%	3 detik	50 cm
4.	Mobil	100%	3 detik	50 cm
5.	Almari	100%	5 detik	50 cm
6.	Ranjang Tidur	100%	5 detik	50 cm

Pengujian sistem kendali YOLOv4 ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat akurasi deteksi dan waktu komputasi dari YOLOv4 ketika mendeteksi hambatan didepan dibelakan kursi roda. Hasil uji coba menunjukkan bahwa akurasi deteksi terendah adalah 90%, Akurasi deteksi tertinggi mencapai 100%, dengan rata-rata akurasi keseluruhan adalah 98%. Sistem mengalami kekurangan pada spesifikasi Raspberry yang digunakan, menyebabkan waktu komputasi rata-rata setelahnya berkurang menjadi 3-5 detik.

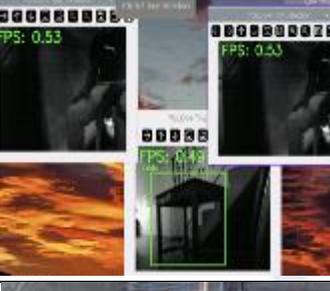
3. Pengujian Pengereman Otomatis Pada Kursi Roda Elektrik

Pada tabel 3 terlihat bahwa dari percobaan yang dilakukan, tingkat keamanan sistem cukup tinggi karena pergerakan roda sesuai dengan tracking objek. Pergerakan kursi roda sesuai dengan yang diharapkan yaitu ketika mendekati objek kursi roda akan berhenti otomatis dan memberikan suara peringatan. Pengujian pengereman otomatis dilakukan untuk mengetahui alat dan program berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

4. Pengujian Beban Pengguna

Berdasarkan data tersebut, kursi roda elektrik hanya dapat menanggung beban maksimum 70 kg karena motor DC-nya dirancang untuk beban tersebut. Beban yang melebihi 70 kg akan mengurangi kinerja motor dan menyebabkan kursi roda tidak berfungsi dengan baik. Selain itu, kinerja kursi roda menurun dengan bertambahnya beban, yang mengakibatkan waktu tempuh menjadi lebih lama dan kecepatan berkurang.

Tabel 3. Pengujian Pengereman Otomatis

No.	Kondisi Kursi Roda	Keterangan
1.		Objek terdeteksi kamera belakang pada jarak 500 cm. Kursi roda berhenti dan memberikan suara peringatan.
2.		Objek terdeteksi kamera depan pada jarak 1 meter. kursi roda berhenti dan memberikan suara peringatan.
3.		Objek terdeteksi kamera depan pada jarak 2,5 m. sehingga kursi roda berhenti dan memberikan suara peringatan.
4.		Objek terdeteksi kamera depan pada jarak 2,5 m. sehingga kursi roda berhenti dan memberikan suara peringatan.
5.		Objek terdeteksi kamera depan pada jarak 500 cm. sehingga kursi roda berhenti dan memberikan suara peringatan.
6.		Objek terdeteksi kamera depan pada jarak 2 m dengan baik sehingga kursi roda berhenti & memberikan suara peringatan.

Tabel 2. Pengujian Beban Pengguna

No	Percobaan	Perintah Pergerakan Joystick	Beban (Kg)	Jarak (m)	Waktu (Detik)	Kecepatan (m/s)
1.	Ke-1	Maju	0	10	11,09	0,90
		Mundur			12,51	0,79
		Kanan		1	4,11	0,24
		Kiri			4,18	0,23
2.	Ke-2	Maju	53	10	15,37	0,65
		Mundur			15,94	0,62
		Kanan		1	8,04	0,12
		Kiri			8,06	0,12
3.	Ke-3	Maju	65	10	15,37	0,65
		Mundur			15,94	0,62
		Kanan		1	8,04	0,12
		Kiri			8,06	0,12
4.	Ke-4	Maju	70	10	19,19	0,52
		Mundur			20,24	0,49
		Kanan		1	9,24	0,10
		Kiri			9,32	0,10
5.	Ke-5	Maju	80	10	22,28	0,44
		Mundur			24,44	0,40
		Kanan		1	11,03	0,09
		Kiri			11,18	0,08
6.	Ke-6	Maju	100	10	8,3	0,36
		Mundur			0	0
		Kanan		1	0	0
		Kiri			0	0

5. Pengujian Jalan Tanjakan

Pengujian jalan tanjakan pada kursi roda elektrik ini dilakukan pada tanjakan dengan kemiringan 10 dan 15 derajat. Pengujian berikut ini menunjukkan bahwa kursi roda elektrik berhasil berjalan pada tanjakan dengan kemiringan 10 dan 15 derajat dengan berat beban 53 dan 65 Kg. Namun, pada tanjakan dengan kemiringan 10 derajat dengan beban 70 Kg kursi roda elektrik tidak mampu melewatinya. Berikut adalah tabel pengujian jalan tanjakan.

Tabel 3 Pengujian Jalan Tanjakan

No	Percobaan	iringan (derajat)	Jarak (meter)	Berat Beban (Kg)	Waktu Tempuh (detik)
1.	Ke-1	10	1,5	53	11
2.	Ke-2	10	1,5	65	14
3.	Ke-3	10	1,5	70	0
4.	Ke-4	15	1	53	15
5.	Ke-5	15	1	65	-

PENUTUP

Simpulan

Hasil dari perancangan alat dan pengukuran sebuah sistem pengaman kursi roda elektrik berbasis *joystick* dan deteksi objek dari hambatan menggunakan YOLOV4 dapat diambil simpulan antara lain. (1) Kursi roda elektrik yang disusun berhasil mengintegrasikan kontrol *joystick* dan teknologi YOLOv4, meningkatkan keamanan pengguna; (2) Integrasi *joystick* dan YOLOv4 efektif dalam mengatur kecepatan motor DC, menyesuaikan diri dengan halangan di sekitar; (3) Mekanisme pengereman otomatis berfungsi baik, dengan waktu komputasi 3-5 detik untuk mendeteksi objek pada jarak 50 cm hingga 1 meter, membuat kursi roda berhenti jika objek terdeteksi dalam jarak setengah meter; (4) Integrasi *joystick* dan YOLOv4 meningkatkan responsivitas dan keamanan kursi roda elektrik, menunjukkan kinerja baik dalam kontrol dan deteksi objek.

Saran

Demi kemajuan serta penyempurnaan kursi roda elektrik memakai *joystick* dan YOLOv4, disarankan sebagai berikut; (1) mengembangkan kontrol kursi roda menggunakan aplikasi smartphone; (2) Meningkatkan spesifikasi raspberry Pi untuk mempercepat deteksi objek dan komputasi; (3) Mengganti motor DC MY1025 dengan motor DC yang memiliki spesifikasi lebih tinggi untuk meningkatkan kapasitas beban.

Daftar Pustaka

- Ahmad Fatoni., Dwi, Dhaya., Irawan, Agus., (2015). *Rancang Bangun Alat Pembelajaran Microcontroller Berbasis Atmega 328 di Universitas Serang Raya*. Jurnal PROSISKO.
- Alfiansyah, A., Komang Somawirata, I., Ashari, M. I., Elektro, T., Malang, I., dan Indonesia, M. (2024). *Perancangan Sistem Charging Untuk Kursi Roda Elektik Dengan Memanfaatkan Egergi Matahari Untuk Pengisian Daya*. Magnetika.
- Ali Andre, J. (2016). *Sistem Security Webcam Dengan Menggunakan Microsoft Visual Basic (6.0)*. Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab.
- Arthuro Angwyn, T. (2023). *Kontrol Miniatur Kursi Roda Dengan Perintah Suara Berbasis Voice Recognition Module*. In Jurnal Teknik Elektro.
- Asni, A. B., Waruni, M. K., Elektro, T., dan Teknologi Industri Universitas Balikpapan Jln Pupuk Raya Gn Bahagia Balikpapan, F. (2021). *Penerapan Metode Yolo Object Detection V1 Terhadap Proses Pendeteksian Jenis Kendaraan Di Parkiran*. In JTE UNIBA.
- Bayu Adhiyanto Wicaksono. (2024). *Rancang Bangun Kursi Roda Elektrik Dengan Sistem Kontrol Joystick dan Smartphone Android*.
- Darul Muslimin. (2017). *Sistem Pengaman Kursi Roda Elektrik Dari Benturan Melalui Evaluasi Sensor*

Jarak.

- Kurniawan, A., Eng, M., dan Suzantry, Y. (2020). *Rancang Bangun Prototype Kursi Roda Menggunakan Arduino R3 Berbasis Android*. Jurnal Amplifier.
- Palebangan, A., dan Utamingrum, F. (2022). *Sistem Guided Following Control pada Smart Wheelchair menggunakan Metode Yolov5 berbasis Nvidia Jetson TX2*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer.
- Prabowo, D. A., Abdullah, D., dan Manik, A. (2018). *Deteksi dan Perhitungan Objek Berdasarkan Warna Menggunakan Color Object Tracking*. In Jurnal Pseudocode.
- Raspberry Pi3. (2020).
- Salamah, I., Said, M. R. A., dan Soim, S. (2022). *Perancangan Alat Identifikasi Wajah Dengan Algoritma You Only Look Once (YOLO) Untuk Presensi Mahasiswa*. Jurnal Media Informatika Budidarma.
- Sutadharma, W., dan Rizal, A. (2021). *U-Bike UMN Self-Powered Indoor Trainer Bike*. Transmisi, 23(3).
- Viantika, A., Parwinoto, M., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., Riau, U., dan Batam, K. (2022). *Perancangan Pengontrol Kecepatan Kipas Secara Otomatis Dengan Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA328*. Sigma Teknika.