

Smart Robot Mobile Transporter Berbasis Arduino dengan Kendali Android sebagai Media Workshop Generasi Z

Devri Suherdi¹, Syarifah Fadillah Rezky²

^{1,2}Program Studi Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma
Email: ¹devrisuherdi10@gmail.com, ²ikic5500@gmail.com
Email Penulis Korespondensi: devrisuherdi10@gmail.com

Abstrak

Perkembangan Revolusi Industri 4.0 menuntut adanya media pembelajaran robotika yang tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga aplikatif dan kontekstual, sementara praktik workshop robotika di lembaga kursus masih didominasi oleh robot line follower, mobil radio control (RC), dan kit pasif yang belum merepresentasikan sistem otomasi industri sesungguhnya. Penelitian ini bertujuan mengembangkan prototipe Smart Robot Mobile Transporter berbasis mikrokontroler Arduino Uno dengan kendali Android melalui modul Bluetooth HC-05 sebagai media pembelajaran robotika kontekstual bagi Generasi Z. Metode penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model prototyping, meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, perakitan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, pengujian, dan evaluasi. Robot dirancang dengan kombinasi motor DC sebagai penggerak roda, motor servo MG996R sebagai aktuator robot arm, serta motor driver L298N sebagai pengatur arah dan kecepatan. Hasil pengujian menunjukkan komunikasi Bluetooth berjalan stabil pada jarak operasional yang direncanakan, motor DC mampu menggerakkan robot dengan baik, dan motor servo dapat mengangkat beban ringan sesuai kapasitasnya. Implementasi pada kegiatan workshop menunjukkan peningkatan keterlibatan peserta serta pemahaman terhadap konsep otomasi industri. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi hardware, software, dan komunikasi nirkabel pada Smart Robot Mobile Transporter mampu menjembatani kesenjangan antara robot edukasi dan robot industri, sekaligus menjadi media pembelajaran berbasis proyek yang relevan bagi karakteristik Generasi Z sebagai digital native.

Kata Kunci: Robot Transporter, Mikrokontroler Arduino, Kendali Android, Bluetooth HC-05, Media Pembelajaran Robotika

Abstract

The development of Industry 4.0 demands a robotics learning medium that is not only theoretical but also applicative and contextual, while robotics workshops at training institutions are still dominated by line-follower robots, RC cars, and passive kits that do not yet represent an actual industrial automation system. This study aims to develop a Smart Robot Mobile Transporter prototype based on an Arduino Uno microcontroller with Android control through a Bluetooth HC-05 module as a contextual robotics learning medium for Generation Z. The research method uses a Research and Development (R&D) approach with a prototyping model, covering needs analysis, system design, hardware assembly, software development, testing, and evaluation. The robot combines a DC motor as wheel drive, an MG996R servo motor as a robotic arm actuator, and an L298N motor driver to control direction and speed. Testing results show that Bluetooth communication runs stably within the planned operational range, the DC motor moves the robot properly, and the servo motor can lift light loads according to its capacity. Implementation in workshop activities shows increased participant engagement and understanding of industrial automation concepts. The study concludes that the integration of hardware, software, and wireless communication in the Smart Robot Mobile Transporter bridges the gap between educational and industrial robots while serving as a relevant project-based learning medium for Generation Z as digital natives.

Keywords: Robot Transporter, Arduino Microcontroller, Android Control, Bluetooth HC-05, Robotics Learning Media

1. PENDAHULUAN

Era Revolusi Industri 4.0 menuntut inovasi media pembelajaran robotika yang tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga aplikatif dan kontekstual. Robot transporter merupakan salah satu bentuk implementasi teknologi otomasi yang banyak digunakan pada sektor industri, khususnya dalam sistem pemindahan dan pengangkutan barang secara otomatis. Namun demikian, pada praktik pembelajaran robotika di lembaga kursus dan pendidikan nonformal, media yang digunakan masih didominasi oleh robot sederhana seperti line follower, mobil radio control (RC), dan kit pasif yang belum merepresentasikan sistem otomasi industri yang sesungguhnya. Kondisi ini menimbulkan empat permasalahan mendasar, yaitu rendahnya media pembelajaran robotika kontekstual bagi Generasi Z, kesenjangan antara robot edukasi dan robot industri, minimnya integrasi Android-Arduino dalam pembelajaran berbasis proyek, serta belum tersedianya model workshop berbasis robot transporter pada mitra kerja sama. Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah pengembangan Smart Robot Mobile Transporter berbasis mikrokontroler Arduino dengan kendali Android, yang dirancang untuk merepresentasikan sistem Cyber Physical System (CPS) sederhana sekaligus menjadi media praktik yang relevan dengan karakteristik Generasi Z sebagai digital native.

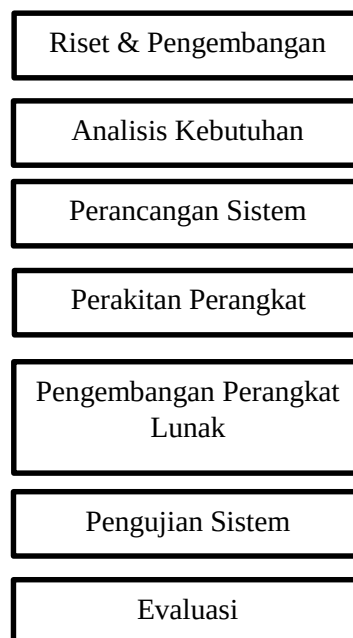
Beberapa penelitian terkait telah dilakukan dalam lima tahun terakhir. Li dkk. merancang mobile robot transporter berbasis Arduino dengan kendali nirkabel [1]. Kumar dan Singh mengembangkan smart robot berbasis Arduino yang dikendalikan melalui perangkat Android [2]. Rahmawati dkk. menerapkan pendekatan Project-Based Learning berbasis robotika edukatif untuk meningkatkan keterampilan STEM Generasi Z [3]. Wibowo dan Santoso merancang mobile robot berbasis Arduino sebagai media pembelajaran otomasi industri [5]. Alfarizi dkk. mengimplementasikan sistem kendali robot berbasis Bluetooth menggunakan Arduino Uno [6]. Nugroho dkk. merancang mini AGV untuk keperluan pendidikan [8]. Berdasarkan kajian tersebut, ditemukan gap bahwa penelitian-penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada pengembangan robot mobile sederhana atau kendali nirkabel tanpa kemampuan manipulasi objek/beban, sedangkan integrasi antara sistem penggerak roda, robot arm, dan kendali Android dalam satu kesatuan Cyber Physical System yang sekaligus diujicobakan pada workshop nyata bagi peserta didik Generasi Z masih jarang dikaji. Penelitian ini berupaya mengisi gap tersebut dengan menghadirkan prototipe robot transporter yang menggabungkan fungsi mobilitas dan manipulasi beban sekaligus mengevaluasi efektivitasnya sebagai media workshop.

Tujuan penelitian ini adalah (1) mengembangkan prototipe Smart Robot Mobile Transporter berbasis Arduino dan Android, (2) merancang model workshop robotika kontekstual berbasis Project Based Learning, dan (3) menguji potensi robot transporter sebagai media pembelajaran STEAM. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi, khususnya pada bidang robotika dan otomasi, serta mendukung kesiapan sumber daya manusia menghadapi tuntutan Industri 4.0.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan prototyping. Tahapan penelitian meliputi enam tahap utama, yaitu: (1) analisis kebutuhan, dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan pada workshop robotika di lembaga mitra; (2) perancangan sistem, meliputi perancangan diagram blok, rangkaian elektronik, dan alur komunikasi Android-Arduino; (3) perakitan perangkat keras, meliputi pemasangan motor DC, motor servo, motor driver, modul Bluetooth, dan catu daya; (4) pengembangan perangkat lunak, meliputi pemrograman mikrokontroler Arduino dan aplikasi kendali Android; (5) pengujian, meliputi pengujian fungsional tiap subsistem serta pengujian terintegrasi; dan (6) evaluasi, meliputi evaluasi hasil pengujian serta evaluasi pelaksanaan workshop bersama peserta.



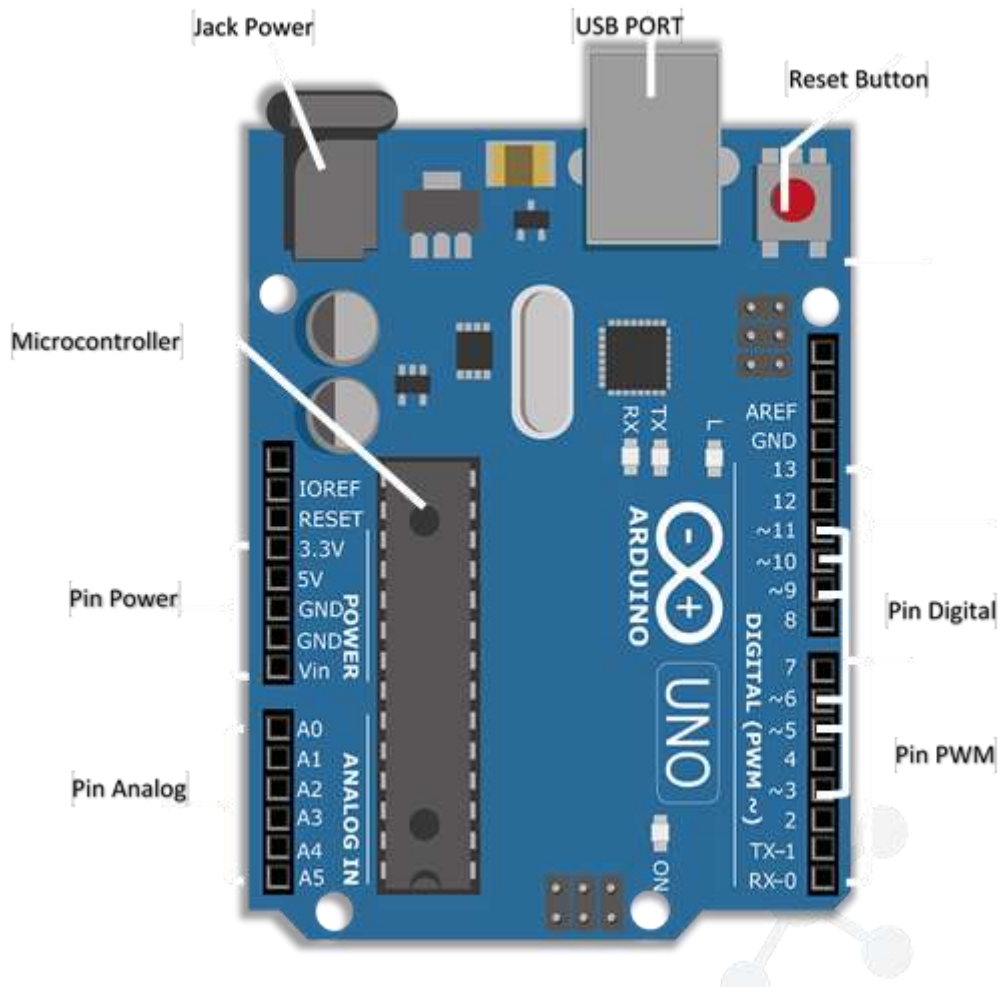
Gambar 1. Kerangka Kerja

2.2 Perancangan Sistem

Sistem Smart Robot Mobile Transporter terdiri atas Arduino Uno berbasis IC ATmega328P sebagai pengendali utama, dua motor DC sebagai penggerak roda, motor servo MG996R sebagai aktuatur robot arm, motor driver L298N sebagai pengatur arah dan kecepatan motor, modul Bluetooth HC-05 sebagai media komunikasi nirkabel, serta aplikasi Android sebagai antarmuka kendali pengguna. Catu daya sistem menggunakan baterai LiPo 7,4V/1200mAh yang diturunkan tegangannya melalui modul step-down DC LM2596 untuk kebutuhan komponen 5V. Spesifikasi utama komponen prototipe ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Utama Prototipe Robot Transporter

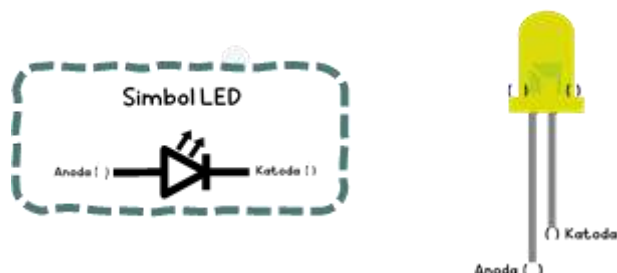
Komponen	Spesifikasi	Fungsi
Arduino Uno	ATmega328P	Pengendali utama sistem
Motor DC	12 V	Penggerak roda
Motor Servo	MG996R	Pengangkat barang
Motor Driver	L298N	Pengatur arah & kecepatan motor
Bluetooth	HC-05	Komunikasi nirkabel



Adapun Komponen - komponen utama dalam pembuatan dan perancangan smart Mobile Transporter adalah :

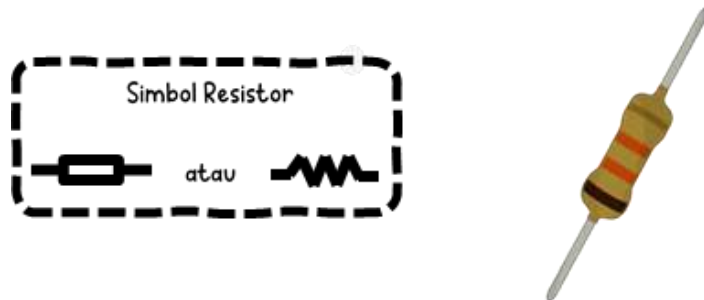
1. LED (Light Emiting Diode)

- LED (Light Emiting Diode) Merupakan Komponen yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi cahaya
- Memiliki 2 kutub , yakni : Kutub Positif (Anoda) dan Kutub Negatif (Katoda)
- Memiliki Kapasitas 3 – 5 v
- Dalam pemasangannya , LED selalu di pasangkan dengan Resistor untuk menjaga Stabilitas Arus yang masuk pada LED



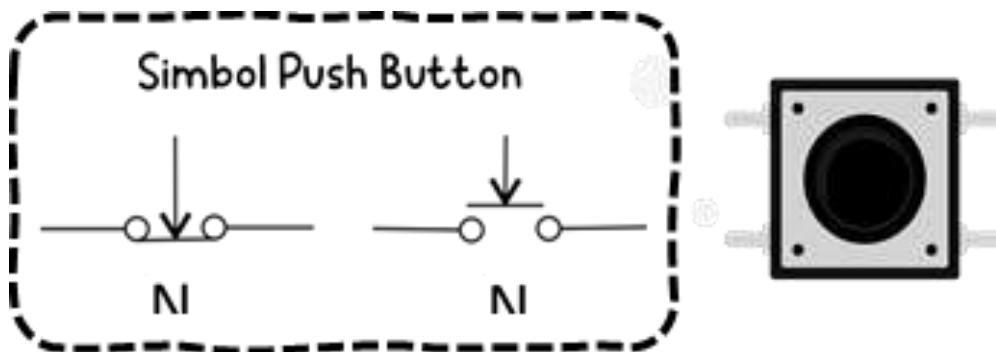
2. Resistor

- Resistor merupakan komponen pasif yang berfungsi untuk mengendalikan arus listrik dengan memberikan hambatan terhadap aliran arus listrik dalam suatu rangkaian elektronika.
- Memiliki 2 jenis resistor , yakni : Resistor Tetap dan Resistor Tidak Tetap
- Beberapa Resistor Tidak memiliki Kutub
- Resistor dengan gelang warna memiliki nilai tetap berdasarkan urutan warnanya



3. Push Button

- Push Button Merupakan salah satu jenis saklar yang dimana berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan arus listrik dengan cara menekan atau melepas button nya.
- Dapat bekerja dengan System PWM (Pulse Width Modulation)
- PWM (Pulse Width Modulation) Merupakan Teknik manipulasi pemberian lebar sinyal pulsa (ON / OFF) yang biasa digunakan dalam penerapannya motor driver.
- Nilai PWM yang dapat di input hanya dari 0 sampai 255.
- Memiliki 2 jenis , yakni NO (Normally Open) dan NC (Normally Close)



4. Motor Servo MG996R

- .Servo merupakan komponen mekanis yang dapat berputar atau mengontrol putaran dengan posisi arah yang lebih presisi dalam putaran sudut , akselerasi dan kecepatan
- Memiliki variasi jenis berdasarkan kapasitas daya torsi yang disesuaikan dengan beban objek yang dapat diangkat atau di putar
- Motor servo ini merupakan jenis servo yang sangat kuat karena material gearbox dari bahan metal, sehingga putarannya lebih halus dan presisi serta tidak terlalu berisik.



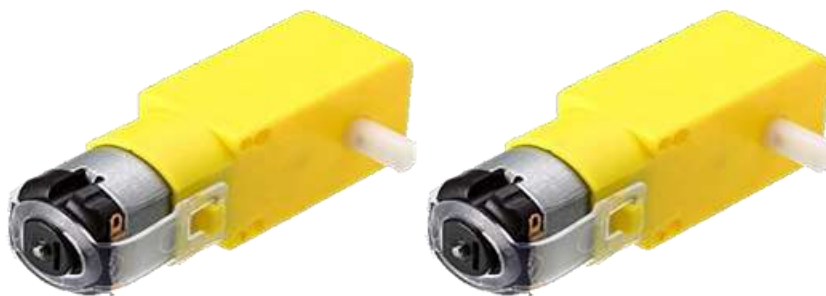
5. Motor Driver L298N

- Motor driver merupakan rangkaian komponen yang digunakan untuk menggerakkan atau mengatur kecepatan motor DC
- Driver type berikut paling sering digunakan karena di rasa paling mudah untuk diterapkan pada mikrokontroler
- Selain dapat mengatur kecepatan , driver ini motor juga dapat mengatur arah putar motor



6. Motor DC

- Motor DC (Direct Current) merupakan Motor yang menggunakan arus searah untuk membuatnya bekerja
- Motor DC dapat bekerja hanya dengan arus DC (Searah) . namun tanpa driver motor tidak dapat di atur kecepatannya sebagaimana fungsi motor tersebut.



7. Bluetooth HC-05

- HC – 05 Merupakan modulasi Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) yang mudah digunakan untuk komunikasi serial wireless yang mengkonversi serial port ke Bluetooth.
- HC – 05 menggunakan Modulasi Bluetooth V2.) * EDR (Enhanced Data Rate) 3 Mbps dengan Memanfaatkan Gelombang Radio Berfrekuensi 2.4 Ghz
- Module Bluetooth ini biasa digunakan sebagai media penghubung antar smartphone android dengan microcontroller sebagai pengendali jarak jauh.



8. Battery & Box

- Menggunakan tipe baterai i8650 Sebanyak 2 Pcs
- Tipe Baterai ini bias di lakukan pengisian daya ulang
- Kapasitas baterai yang digunakan sekitar 8v – 12 v (Max)

Baterai i8650



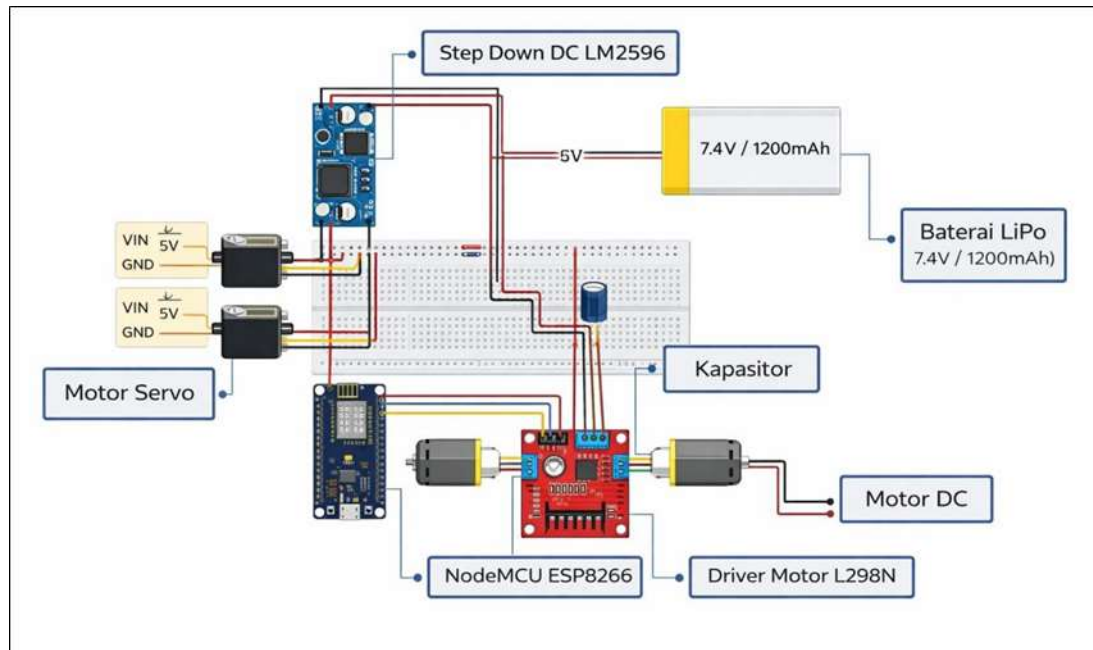
2.3 Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian diperoleh melalui tiga teknik, yaitu observasi langsung terhadap proses perakitan dan pengujian prototipe, pengujian fungsional terhadap masing-masing subsistem (komunikasi Bluetooth, pergerakan motor DC, dan pengangkatan motor servo), serta evaluasi terhadap pelaksanaan kegiatan workshop bersama peserta didik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Prototipe Smart Robot Mobile Transporter

Hasil utama penelitian ini adalah terwujudnya prototipe Smart Robot Mobile Transporter berbasis Arduino dengan kendali Android. Prototipe terdiri dari sistem penggerak roda, robot arm, modul komunikasi Bluetooth, dan aplikasi Android sebagai antarmuka pengguna. Seluruh komponen dirakit sesuai dengan rancangan sistem yang telah direncanakan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.



3.2 Hasil Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan setiap subsistem bekerja sesuai fungsinya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komunikasi Bluetooth berjalan stabil pada jarak operasional yang direncanakan, motor DC mampu menggerakkan robot dengan baik pada berbagai kondisi permukaan pengujian, dan motor servo dapat mengangkat beban ringan sesuai dengan kapasitas yang dirancang. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi antar-subsistem berjalan sesuai dengan rancangan awal penelitian.

3.3 Implementasi sebagai Media Workshop

Robot transporter digunakan sebagai media praktik dalam kegiatan workshop robotika bagi peserta didik. Peserta diberikan modul perakitan, pemrograman Arduino, serta pengoperasian aplikasi Android untuk mengendalikan robot. Hasil observasi menunjukkan adanya peningkatan keterlibatan peserta serta pemahaman terhadap konsep otomasi industri selama kegiatan berlangsung.



3.4 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Smart Robot Mobile Transporter tidak hanya berfungsi sebagai perangkat teknologi, tetapi juga sebagai media pembelajaran kontekstual yang efektif. Integrasi antara hardware, software, dan komunikasi nirkabel mampu merepresentasikan sistem otomasi industri mini yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran Generasi Z. Dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada kendali mobilitas robot berbasis Arduino dan Android [1], [2], [6], penelitian ini menambahkan kemampuan manipulasi

beban melalui robot arm sehingga lebih merepresentasikan fungsi robot industri yang sesungguhnya, sejalan dengan konsep Cyber Physical System pada Industri 4.0 [9]. Hasil ini juga memperkuat temuan Rahmawati dkk. [3] dan Sari dan Putra [7] bahwa pendekatan robotika edukatif berbasis proyek nyata dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik terhadap konsep teknologi secara lebih bermakna dibandingkan pembelajaran teoritis semata.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan prototipe Smart Robot Mobile Transporter berbasis mikrokontroler Arduino dengan kendali Android yang fungsional dan relevan sebagai media pembelajaran robotika kontekstual bagi Generasi Z. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh subsistem, meliputi komunikasi Bluetooth, penggerak motor DC, dan aktuator motor servo, dapat bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing, sementara implementasi pada kegiatan workshop menunjukkan peningkatan keterlibatan dan pemahaman peserta terhadap konsep otomasi industri. Dengan demikian, integrasi hardware, software, dan komunikasi nirkabel pada robot transporter ini mampu menjembatani kesenjangan antara robot edukasi dan robot industri sekaligus menjadi model workshop robotika berbasis Project Based Learning yang aplikatif. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem navigasi otomatis berbasis sensor dan Internet of Things (IoT) serta melakukan pengujian kuantitatif terhadap peningkatan kompetensi peserta workshop.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan STMIK Triguna Dharma, Pusat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (PRPM), mitra kerja sama, serta seluruh tim peneliti yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Li, H. Zhang, and J. Wang, "Design of Mobile Robot Transporter Using Arduino and Wireless Control," *International Journal of Advanced Robotic Systems*, vol. 18, no. 4, pp. 1–10, 2021, doi: 10.1177/17298814211034567.
- [2] R. Kumar and A. Singh, "Android Controlled Smart Robot Using Arduino," *Journal of Intelligent Systems*, vol. 31, no. 1, pp. 245–256, 2022, doi: 10.1515/jisys-2022-0041.
- [3] D. Rahmawati, S. Hidayat, and M. Nurhadi, "Project-Based Learning with Educational Robotics to Improve STEM Skills of Gen Z Students," *Journal of STEM Education*, vol. 24, no. 2, pp. 45–53, 2023.
- [4] M. Dahria, R. Tholib, and A. Pratama, "Development of Euclidean Distance Algorithm for ANFIS Optimization in IoT-Based Water Quality Prediction," *Journal of Robotics and Control*, vol. 6, no. 4, pp. 1777–1789, 2025, doi: 10.18196/jrc.v6i4.21543.
- [5] A. P. Wibowo and H. Santoso, "Design of Arduino-Based Mobile Robot as Learning Media for Industrial Automation," *TELKOMNIKA*, vol. 21, no. 3, pp. 689–697, 2023, doi: 10.12928/telkomnika.v21i3.24761.
- [6] F. Alfarizi, I. Kurniawan, and S. Rahayu, "Implementation of Bluetooth-Based Robot Control System Using Arduino Uno," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1899, no. 1, p. 012045, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1899/1/012045.
- [7] N. Sari and D. Putra, "Educational Robotics as a Medium for STEAM Learning in Industry 4.0 Era," *Procedia Computer Science*, vol. 197, pp. 562–569, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2021.12.170.
- [8] A. Nugroho, B. Prasetyo, and R. Kurniawan, "Design and Implementation of Mini AGV Robot for Educational Purposes," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 13, no. 1, pp. 402–410, 2023, doi: 10.11591/ijece.v13i1.23901.
- [9] S. H. Lee and K. Park, "Cyber-Physical Systems-Based Robotics Learning Model for Engineering Education," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 112345–112356, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3187654.
- [10] A. Setiawan and R. Maulana, "Pengembangan Media Pembelajaran Robotika Berbasis Arduino untuk Generasi Z," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 30, no. 2, pp. 156–165, 2024.
- [11] A. Banzi and M. Shiloh, *Getting Started with Arduino*, 4th ed. Sebastopol, CA, USA: Maker Media, 2022.
- [12] Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, *Panduan Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek dan STEAM*, Jakarta, Indonesia: Kemendikbudristek, 2021.
- [13] International Organization for Standardization, *ISO 8373: Robots and Robotic Devices – Vocabulary*, Geneva, Switzerland: ISO, 2021.