

Desain Mobile Robot Untuk Mendukung Pendidikan STEM Berbasis ESP32 Dengan Platform Scratch Coding

Herru Prastyo

Program Studi Teknologi Navigasi Udara, Poltekbang Makassar

Email: herruez@gmail.com

Abstrak

Desain mobile robot yang dikendalikan melalui ponsel pintar dengan platform pemrograman Scratch berbasis mikrokontroler ESP32 merupakan inovasi dalam bidang robotika dan teknologi kontrol jarak jauh. Sistem ini mengintegrasikan kemampuan mikrokontroler ESP32 yang memiliki fitur Wi-Fi dan Bluetooth, memungkinkan koneksi yang fleksibel dan real-time dengan perangkat ponsel pintar. Scratch, sebagai platform pemrograman visual, menyediakan antarmuka yang ramah pengguna, terutama bagi pemula dalam pemrograman dan robotika. Robot ini dirancang untuk mendukung berbagai fungsi, seperti navigasi otomatis, penghindaran rintangan, dan kontrol manual melalui aplikasi ponsel. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai otak dari robot, menerima perintah dari ponsel dan mengontrol motor serta sensor yang terpasang. Dengan menggunakan Scratch, pengguna dapat memprogram pergerakan dan perilaku robot dengan drag-and-drop, membuat proses pemrograman lebih intuitif dan mudah diakses. Implementasi ini diharapkan dapat meningkatkan minat dan pembelajaran dalam bidang STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), serta mendorong inovasi lebih lanjut dalam pengembangan robotika berbasis mikrokontroler.

Kata kunci: Mobile Robot, STEM, Mikrokontroler ESP32, Scratch

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era digital telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan. Pendidikan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) menjadi semakin penting untuk mempersiapkan generasi muda menghadapi tantangan masa depan. (Kennedy & Odell, n.d.) Salah satu cara yang efektif untuk mengajarkan konsep STEM adalah melalui penggunaan robotika. (Ouyang & Xu, 2024) Robotika tidak hanya menarik bagi siswa tetapi juga memberikan kesempatan bagi mereka untuk mempelajari berbagai disiplin ilmu secara interaktif dan praktis. (Widya et al., 2019)

Mobile robot berbasis ESP32 merupakan salah satu inovasi yang dapat digunakan dalam pendidikan STEM. (Cahyono et al., 2021) ESP32 adalah mikrokontroler yang kuat dengan kemampuan Wi-Fi dan Bluetooth, yang memungkinkan pembuatan robot dengan fitur yang lebih

canggih dan fleksibel. Platform Scratch Coding, yang dirancang untuk pengajaran pemrograman visual kepada pemula, dapat digunakan untuk memprogram robot ini, membuat proses pembelajaran menjadi lebih mudah dan menyenangkan bagi siswa. (Nikolaos Drakatos & Sotiris Stavridis, 2023)

Penggunaan mobile robot berbasis ESP32 yang diprogram menggunakan Scratch Coding diharapkan dapat meningkatkan minat siswa dalam bidang STEM. (Yang & Baldwin, 2020) Dengan alat ini, siswa dapat belajar tentang elektronika, pemrograman, dan prinsip-prinsip mekanika dengan cara yang lebih praktis dan interaktif. (Abidin et al., 2021) Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendesain sebuah mobile robot untuk edukasi berbasis ESP32 dengan platform Scratch Coding, serta mengevaluasi efektivitasnya dalam meningkatkan pembelajaran STEM di kalangan siswa.

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Desain mobile robot berbasis ESP32 yang sesuai untuk digunakan dalam edukasi
- Mengintegrasikan platform Scratch Coding dengan mobile robot berbasis ESP32?
- Efektivitas mobile robot berbasis ESP32 dengan platform Scratch Coding dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep STEM?
- Tantangan yang dihadapi dalam implementasi mobile robot berbasis ESP32 di lingkungan Pendidikan

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan utama, yaitu:

- Mendesain dan mengembangkan mobile robot berbasis ESP32 yang dapat digunakan untuk edukasi.
- Mengintegrasikan platform Scratch Coding dengan mobile robot berbasis ESP32 untuk memudahkan siswa dalam memprogram robot.
- Mengevaluasi efektivitas mobile robot berbasis ESP32 dalam meningkatkan pemahaman dan minat siswa terhadap konsep STEM.
- Mengidentifikasi dan menganalisis tantangan yang dihadapi dalam implementasi mobile robot berbasis ESP32 di lingkungan pendidikan, serta mencari solusi yang tepat untuk mengatasinya.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat, baik bagi dunia pendidikan maupun pengembangan teknologi robotika. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

- Meningkatkan minat dan motivasi siswa dalam mempelajari konsep-konsep STEM melalui pendekatan yang praktis dan interaktif.

- Memberikan alat pembelajaran yang inovatif dan efektif bagi guru dalam mengajarkan mata pelajaran STEM.
- Mengembangkan keterampilan siswa dalam pemrograman dan pemecahan masalah melalui pengalaman langsung dengan teknologi robotika.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini mencakup beberapa tahap yang sistematis untuk merancang dan mengimplementasikan mobile robot untuk edukasi berbasis ESP32 dengan platform Scratch. Berikut adalah tahapan-tahapan utama dalam metode penelitian ini:

Tabel 1. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

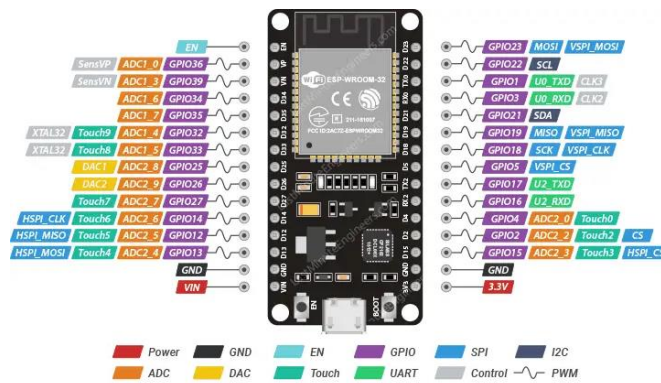
Studi Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Mengumpulkan dan menganalisis literatur yang relevan mengenai penggunaan mobile robot dalam pendidikan STEM. • Mengkaji perangkat keras (ESP32) dan perangkat lunak (Scratch Coding) yang akan digunakan dalam pengembangan mobile robot.
Perancangan Mobile Robot	<ul style="list-style-type: none"> • Mendesain struktur fisik robot termasuk komponen-komponen yang akan digunakan seperti motor, sensor, dan rangka. • Merancang sistem elektronik yang meliputi pemrograman mikrokontroler ESP32 untuk mengendalikan robot. • Merancang antarmuka pengguna pada platform Scratch Coding untuk mempermudah pengguna dalam memprogram robot.
Pengembangan Mobile Robot	<ul style="list-style-type: none"> • Merakit komponen fisik robot berdasarkan desain yang telah dibuat. • Mengembangkan perangkat lunak pada ESP32 dan platform Scratch Coding. • Mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak menjadi satu sistem yang berfungsi.
Pengujian dan Validasi	<ul style="list-style-type: none"> • Menguji kinerja mobile robot dalam berbagai kondisi dan skenario pendidikan STEM. • Melakukan uji coba terhadap kelompok siswa untuk menilai efektivitas penggunaan mobile robot dalam pembelajaran. • Mengumpulkan data melalui observasi, kuesioner, dan wawancara untuk mengevaluasi kinerja dan manfaat dari mobile robot.

Tabel 2. Alat dan Bahan untuk membangun mobile robot

Perangkat keras	<ul style="list-style-type: none"> • ESP32 Development board • Motor DC (2 buah) • IC Motor driver L293D) • Baterai • Rangka robot (chassis) • Roda (2 buah) dan caster wheel (1 buah) • PCB • Smartphone dengan aplikasi Bluetooth
Perangkat lunak	<ul style="list-style-type: none"> • Pictoblox merupakan aplikasi desktop dengan platform scratch • Aplikasi android Dabble dapat diunduh di google playstore

Mikrontroller ESP32 DEVKIT

ESP32 Devkit adalah papan pengembangan yang dilengkapi mikrokontroler ESP32, yang dikenal dengan konsumsi daya rendah, pemrosesan dual-core, dan opsi konektivitas serbaguna. Berikut adalah spesifikasi utama untuk ESP32 Devkit:



Gambar 1. Konfigurasi pin ESP32(ESP32 Projects - Last Minute Engineers, n.d.)

Tabel 3. Alat dan Bahan untuk membangun mobile robot (Getting Started With ESP32: A Beginner's Guide, n.d.)

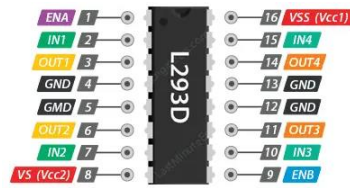
Microcontroller	<ul style="list-style-type: none"> • Chip: ESP32-D0WDQ6 (or ESP32-D0WD) • Cores: Dual-core 32-bit LX6 microprocessor • Clock Speed: Up to 240 MHz • Performance: 600 DMIPS • RAM: 520 KB SRAM • Flash Memory: Typically 4 MB (up to 16 MB)
Wireless Connectivity	<ul style="list-style-type: none"> • Wi-Fi: 802.11 b/g/n • Bluetooth: Bluetooth 4.2 and BLE (Bluetooth Low Energy)
I/O Interfaces	<ul style="list-style-type: none"> • GPIO: 34 programmable GPIOs • ADC: 18 channels of 12-bit SAR ADC • DAC: 2 channels of 8-bit DAC • UART: 3 UART interfaces • SPI: 4 SPI interfaces • I2C: 2 I2C interfaces • PWM: Up to 16 channels • Touch: 10 capacitive sensing GPIOs • SD Card Interface: SDIO/SPI
Power Supply	<ul style="list-style-type: none"> • Operating Voltage: 2.2V to 3.6V • Power Consumption: Low power sleep modes, down to 5 μA in deep sleep

Driver Motor DC

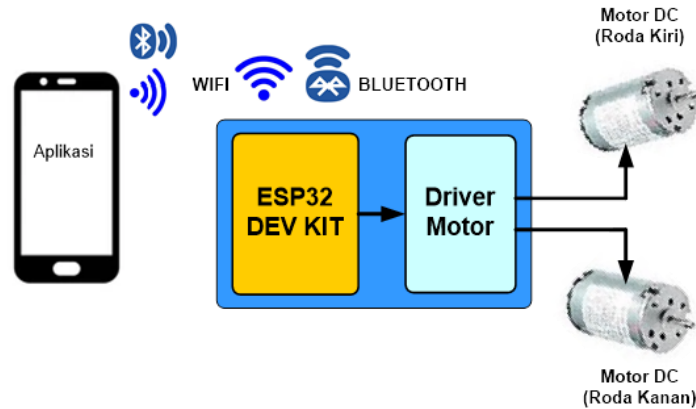
IC L293D adalah pengendali motor (motor driver) yang sering digunakan dalam berbagai proyek elektronik untuk mengendalikan motor DC dan motor stepper. Berikut adalah spesifikasi teknis dari IC L293D:

Tabel 4. Alat dan Bahan untuk membangun mobile robot(SLRS008 Data Sheet | TI.Com, n.d.)

Fitur Umum	<ul style="list-style-type: none"> • Tipe: Quadruple Half-H Drivers • Tegangan Operasional: 4,5V hingga 36V • Arus Output Maksimum: 600mA per channel • Arus Puncak Maksimum: 1,2A per channel • Jumlah Kanal: 4 (dua H-bridge independen) • Proteksi Termal: Termal shutdown untuk melindungi dari overheating
Karakteristik Elektris	<ul style="list-style-type: none"> • Tegangan Logika: 4,5V hingga 7V (biasanya 5V) • Arus Input: 10 μA per input (max) • Tegangan Input Tinggi (VIH): 2,3V minimum • Tegangan Input Rendah (VIL): 1,5V maximum • Tegangan Saturasi Output: 1,4V typical (pada arus output 600mA)



Gambar 2. Konfigurasi pin IC L293D(*In-Depth: Control DC Motors with L293D Motor Driver IC & Arduino, n.d.*)



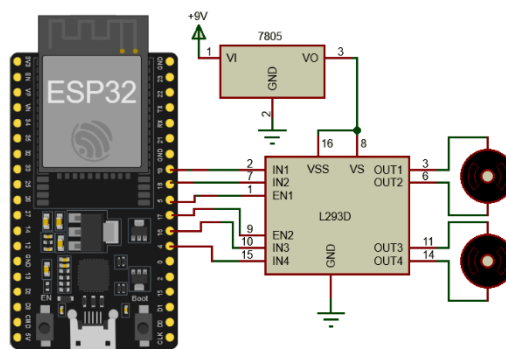
Gambar 3. Diagram Blok Mobile Robot

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi mobile robot terdiri dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari rangkaian-rangkaian elektronik yang terdiri dari sensor, pengendali dan actuator, sedangkan perangkat lunak dirancang menggunakan block coding scratch.

1. Perangkat Keras

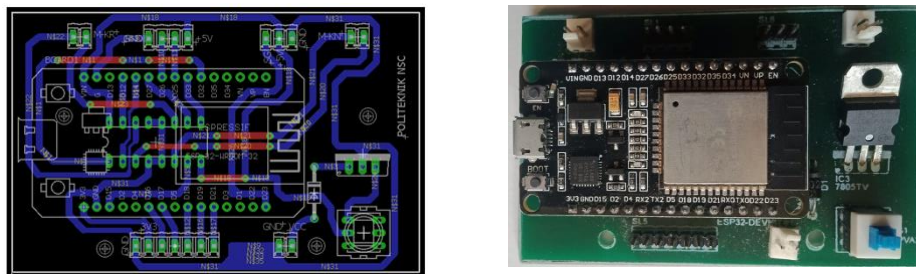
Perangkat keras mobile robot terdiri dari komponen mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali motor DC dan rangkaian penggerak motor DC menggunakan ICL293D. Skematik rangkaian mobile robot dapat dilihat pada gambar 2 dan layout PCB dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 4. Skematik Rangkaian Elektronik Mobile Robot

Bagian utama rangkaian ini terdiri dari rangkaian antarmuka motor DC dengan ESP32 yang menggunakan driver L293D dapat dilihat pada gambar 4. Motor DC dapat dikendalikan

dengan memberikan logika digital pada input IC L293D, sehingga motor DC dapat deprogram kecepatan dan arah putarannya. Untuk mengatur kecepatan motor DC1 dilakukan dengan memberikan sinyal PWM pada pin EN1, sedangkan untuk motor DC2 dengan memberikan sinyal PWM pada pin EN2. Kemudian untuk mengatur arah putaran motor DC1 dengan memberikan logika yang berbeda (PIN1 = '0' dan PIN2 = '1' atau sebaliknya) pada pin IN1 dan IN2, sedangkan untuk motor DC2 dengan memberikan logika yang berbeda pada pin IN3 dan IN4.

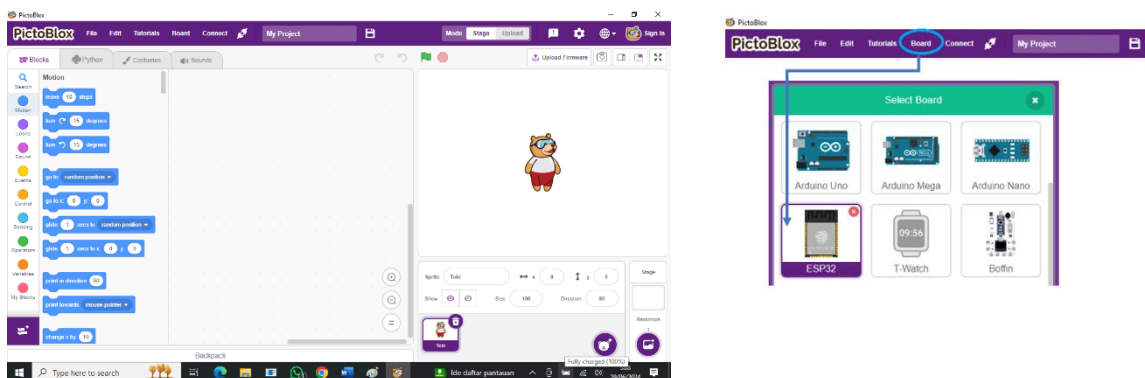


Gambar 5. Desain Layout dan Prototipe Kit Modul Mobile Robot

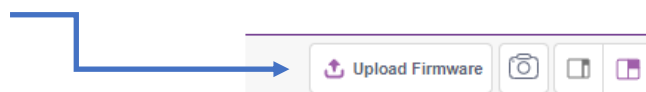
2. Perangkat lunak

Implementasi perangkat lunak mobile robot menggunakan block coding yaitu scratch dengan compiler Pictoblox. Dimana pictoblox merupakan perangkat lunak yang bekerja sama dengan MIT Lab. Media untuk mengembangkan compiler tersebut agar dapat lebih optimal dalam mendukung Pendidikan STEM. Implementasi perangkat lunak scratch untuk mobile robot dengan tahapan sebagai berikut:

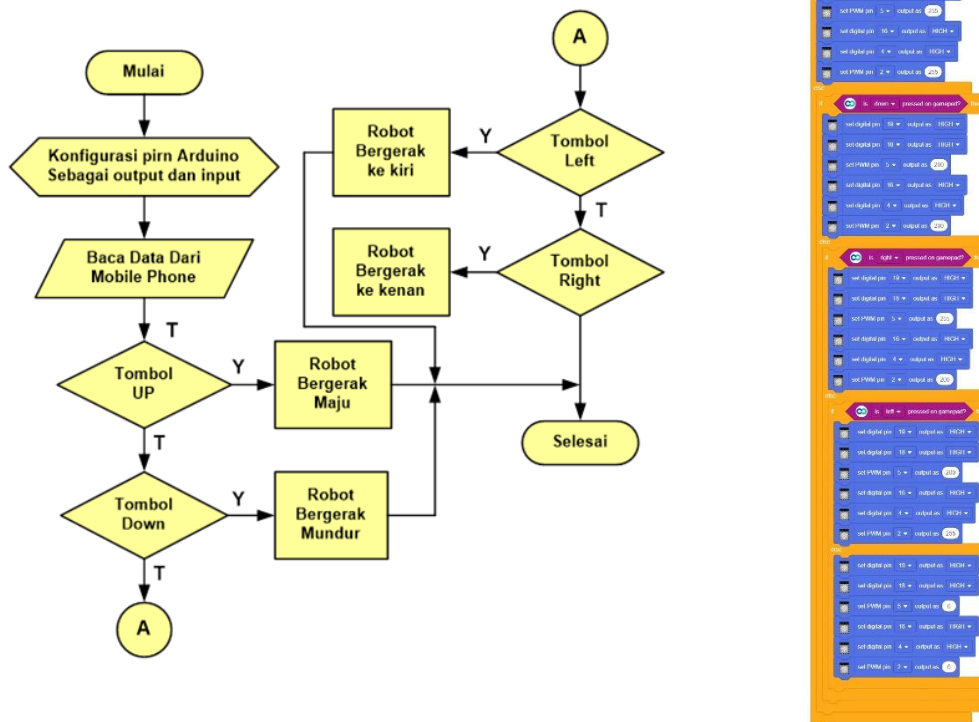
- Buka aplikasi pictoblox dan pilih perangkat keras mikrokontroler ESP32



- Membuat kode blok scratch
- Mengunggah kode blok scratch dalam mikrokontroler ESP32 dengan meng-klik menu **upload firmware**.



- Melakukan uji coba mobile robot



Gambar 5. Diagram Alir dan Scratch Coding Mobile Robot

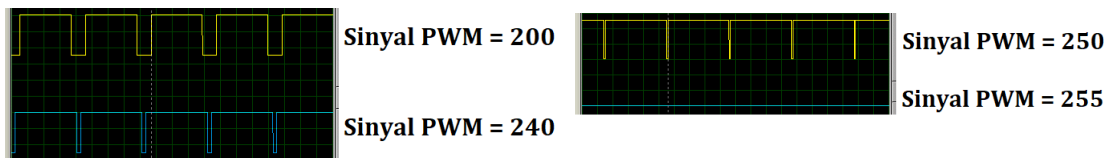
Perangkat lunak (scratch coding) yang sudah dibuat pada pictoblox kemudian diunggah kedalam chip ESP32 melalui menu **upload firmware**. Setelah scratch coding tersebut diunggah pada chip ESP32, maka pada pin-pin ESP32 yang digunakan sebagai output akan membagikan sinyal digital. Sinyal digital tersebut akan direspon oleh IC L293D dan menghasilkan sinyal luaran yang berguna untuk mengatur arah dan kecepatan putaran motor DC (roda robot). Sinyal untuk mengatur arah dan kecepatan putaran motor DC yang dibangkitkan ESP32 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 4. Alat dan Bahan untuk membangun mobile robot

IN1	IN2	EN1 (Sinyal PWM)	Putaran Motor DC Kiri
0	0	0	Berhenti
0	1	255	Searah jarum jam
1	0	255	Berlawanan jarum jam
1	1	0	Berhenti
IN3	IN4	EN2 (Sinyal PWM)	Putaran Motor DC Kanan
0	0	0	Berhenti
0	1	255	Searah jarum jam
1	0	255	Berlawanan jarum jam
1	1	0	Berhenti

Sinyal PWM (Pulse Width Modulation) merupakan sinyal yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran motor DC. Nilai sinyal PWM antara 0 s/d 255, sedangkan dalam praktek pembuatan robot diberikan nilai 240 dan 200. Bentuk sinyal PWM dapat dilihat pada gambar 6. Gerakan robot arah maju sinyal PWM diberikan nilai 240 untuk motor dc (roda kanan dan kiri), sedangkan untuk Gerakan mundur sinyal PWM diberika nilai 200, dan untuk gerakkan

ke kiri dan kekanan dengan kombinasi nilai PWM 200 dan 240 atau sebaliknya yaitu nilai 240 dan 200 karena gerakan ini adalah gerakan membelokkan robot.



Gambar 6. Sinyal PWM

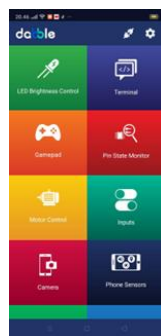
3. Hasil Pengujian

Hasil pengujian pengendalian robot menggunakan android smart phone menggunakan secara wireless menggunakan Bluetooth dan Wifi dengan aplikasi dabble.

Tabel 6. Alat dan Bahan untuk membangun mobile robot

Penekanan Tombol	Gerkan Robot
Panah Atas	maju
Panah Kanan	Belok kanan
Panah Kiri	Belok kiri
Panah Bawah	mundur
Jika tidak ada penekanan tombol	Berhenti

Aplikasi Dabble mengubah Ponsel Cerdas menjadi perangkat I/O virtual dan memungkinkan untuk mengontrol perangkat keras menggunakan Bluetooth, berkomunikasi dengannya, dan mengakses sensor seperti akselerometer, GPS, proximity, dan fitur lain di Ponsel Cerdas. Tampilan aplikasi dabble dapat dilihat pada gambar 7. Robot akan dikontrol melalui game pad.



Menu utama



Game pad

Gambar 7. Tampilan Aplikasi Dabble



Gambar 8. Prototipe Mobile Robot

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan dapat ditarik dari rancangan dan hasil pembuatan mobile robot sebagai berikut:

1. Mobile robot dapat program sebagai robot yang dikendalikan secara *wireless* menggunakan Bluetooth atau wifi.
2. Robot dapat dikendalikan dengan aplikasi dabble yang disediakan dari Perusahaan STEMPEDIA atau dapat membuat aplikasi android sendiri untuk mengendalikan robot.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Arifudin, R., Hardyanto, W., Akhlis, I., Umer, R., & Kurniawan, N. (2021). Low-cost educational robotics for promoting STEM education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(4), 042018. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/4/042018>
- Cahyono, A. N., Asikin, M., Zahid, M. Z., Laksmiwati, P. A., & Miftahudin, M. (2021). The RoboSTE[M] Project: Using Robotics Learning in a STEM Education Model to Help Prospective Mathematics Teachers Promote Students' 21st-Century Skills. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 20(7), 85–99. <https://doi.org/10.26803/ijlter.20.7.5>
- ESP32 Projects—Last Minute Engineers. (n.d.). Retrieved 28 June 2024, from <https://lastminuteengineers.com/electronics/esp32-projects/>
- Getting Started With ESP32: A Beginner's Guide. (n.d.). Retrieved 28 June 2024, from <https://lastminuteengineers.com/getting-started-with-esp32/>
- In-Depth: Control DC Motors with L293D Motor Driver IC & Arduino. (n.d.). Retrieved 28 June 2024, from <https://lastminuteengineers.com/l293d-dc-motor-arduino-tutorial/>
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (n.d.). *Engaging Students In STEM Education*.
- Nikolaos Drakatos & Sotiris Stavridis. (2023). The perspective of STEM education through the usage of Robotics. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 18(3), 901–913. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.18.3.1146>
- Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
- SLRS008 Data sheet | TI.com. (n.d.). Retrieved 28 June 2024, from <https://www.ti.com/document-viewer/l293d/datasheet>
- Widya, Rifandi, R., & Laila Rahmi, Y. (2019). STEM education to fulfil the 21st century demand: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1), 012208. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012208>
- Yang, D., & Baldwin, S. J. (2020). Using Technology to Support Student Learning in an Integrated STEM Learning Environment. *International Journal of Technology in Education and Science*, 4(1), 1–11. <https://doi.org/10.46328/ijtes.v4i1.22>