



Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran
<http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp>
 Volume 8 Nomor 3, 2025
 P-2655-710X e-ISSN 2655-6022

Submitted : 29/08/2025
 Reviewed : 05/09/2025
 Accepted : 09/09/2025
 Published : 10/09/2025

Muhammad Rafly
 Tantowi¹
 Ayub Wimatra²
 Muhammad Iqbal³

RANCANGAN SISTEM SMART BUGGY DENGAN KENDALI BERBASIS WEB MELALUI SMARTPHONE DI POLITEKNIK PENERBANGAN MEDAN

Abstrak

Perkembangan teknologi telah membuka peluang baru dalam otomatisasi transportasi berbasis nirkabel. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem Smart Buggy yang dapat dikendalikan melalui smartphone berbasis web, untuk meningkatkan efisiensi mobilitas di Politeknik Penerbangan Medan. Dalam penelitian ini menggunakan metode Research and Development(R&D). Pada tahap awal perancangan sistem Smart Buggy dengan kendali berbasis web melalui smartphone. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor garis TCRT5000 untuk mengikuti jalur (line following), dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi rintangan. Kendali dilakukan melalui antarmuka web berbasis jaringan, yang dapat diakses langsung dari browser smartphone tanpa aplikasi tambahan. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu bergerak merespon perintah secara real-time melalui jaringan WiFi lokal hingga jarak ± 67 meter. Inovasi ke depan mencakup integrasi kamera streaming, modul GPS untuk navigasi lokasi, serta kendali berbasis cloud agar buggy dapat dioperasikan dari jarak jauh melalui internet global. Penambahan pengisian daya tenaga surya juga menjadi opsi efisiensi energi. Dengan potensi ini, Smart Buggy dapat menjadi solusi transportasi kampus cerdas sekaligus model awal pengembangan sistem transportasi otonom berbasis IoT di berbagai lingkungan.

Kata Kunci: Smart Buggy, Kendali Web, ESP32, Internet of Things, Otomasi, Smartphone.

Abstract

Technological advancements have opened new opportunities in wireless-based transportation automation. This study aims to design and implement a Smart Buggy system that can be controlled via a smartphone using a web-based interface, to improve mobility efficiency at Politeknik Penerbangan Medan. The system is developed using an ESP32 microcontroller, TCRT5000 line sensors for path following, and HC-SR04 ultrasonic sensors for obstacle detection. Control is carried out through a browser-based web interface that requires no additional applications. Test results show that the system can move and respond to commands in real-time via a local WiFi network with an effective range of approximately ± 67 meters. Future innovations include integration of camera streaming, GPS modules for location-based navigation, and cloud-based control, allowing the buggy to be operated remotely over the global internet. The addition of solar-powered charging is also considered for energy efficiency. With these capabilities, the Smart Buggy can serve as a smart campus transportation solution and an initial model for developing IoT-based autonomous transportation systems in various environments.

Keywords: Smart Buggy, Web Control, ESP32, Internet of Things, Automation, Smartphone.

PENDAHULUAN

Teknologi informasi dan komunikasi telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir, mendorong terwujudnya era *Internet of Things* (IoT), di mana berbagai perangkat fisik dapat terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet. Konsep ini membuka peluang baru dalam berbagai bidang, mulai dari industri, kesehatan, hingga transportasi. Salah satu penerapan IoT yang berkembang pesat adalah pada sistem kendali kendaraan jarak jauh, di

^{1,2,3)} Politeknik Penerbangan Medan

email: rafly88tan@gmail.com¹, ayubwimatra@ppicurug.ac.id², miqbal@polmed.ac.id³

mana pengendalian dapat dilakukan melalui perangkat pintar seperti *smartphone* (Radouan Ait Mouha, 2021). Seiring dengan kemajuan tersebut, inovasi dalam dunia transportasi semakin berfokus pada otomasi dan integrasi teknologi berbasis *web*, memungkinkan kontrol kendaraan dilakukan tanpa keterbatasan jarak dan waktu. Kendaraan kecil seperti *buggy*, yang biasanya digunakan di lingkungan kampus, resort, atau bandara, kini dapat ditingkatkan fungsinya dengan menambahkan sistem kendali jarak jauh berbasis IoT, sehingga lebih efisien, responsif, dan mudah dioperasikan (Susanto et al., 2022).

Di Politeknik Penerbangan Medan, kebutuhan akan sistem transportasi internal yang efektif dan modern menjadi salah satu perhatian penting. *Buggy* konvensional yang dikendalikan secara manual kurang mendukung dinamika aktivitas kampus yang semakin berbasis teknologi. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi dan pengembangan yang berkelanjutan agar teknologi ini dapat diimplementasikan secara luas dan aman di berbagai lingkungan, termasuk lingkungan pendidikan. Kondisi ini menjadi kurang efisien, terutama ketika kendaraan dibutuhkan secara mendadak atau pada saat tidak tersedia pengemudi. Untuk itu, perlu dilakukan inovasi dengan merancang sistem *Smart Buggy* yang dapat dikendalikan berbasis *web* melalui *smartphone*.

Selain kendali jarak jauh berbasis *web*, salah satu fitur penting yang dapat meningkatkan otonomi kendaraan adalah sistem *line follower*. Teknologi ini memungkinkan *buggy* untuk mengikuti jalur tertentu secara otomatis menggunakan sensor pendeteksi garis, tanpa memerlukan intervensi pengguna secara terus-menerus. Sistem ini sangat berguna dalam mendukung rute tetap di dalam kampus, misalnya untuk mengantar mahasiswa, dosen, atau pengunjung dari satu titik ke titik lainnya dengan jalur yang telah ditentukan. Integrasi fitur *line follower* dalam *Smart Buggy* juga mencerminkan perkembangan teknologi transportasi yang mengarah pada kendaraan otonom, yang tidak hanya cerdas tetapi juga mampu mengambil keputusan berdasarkan data sensor secara *real-time*. Inovasi ini diharapkan tidak hanya meningkatkan efektivitas operasional kendaraan kampus, tetapi juga menjadi langkah awal dalam mendukung konsep *smart campus* di Politeknik Penerbangan Medan.

Dengan latar belakang tersebut, maka perancangan sistem *Smart Buggy* berbasis IoT dengan kendali berbasis *web* melalui *smartphone* menjadi suatu solusi inovatif yang perlu dikembangkan untuk menunjang kebutuhan mobilitas *modern* di lingkungan pendidikan tinggi. Sistem kontrol otomatisasi mobil *Buggy* ini tidak hanya membantu dalam mendukung efisiensi mobilitas di lingkungan kampus, tetapi juga dapat dijadikan contoh media pembelajaran yang efektif bagi mahasiswa untuk memahami secara langsung integrasi sistem kendali berbasis IoT yang relevan dengan teknologi transportasi masa kini (Hercog et al., 2023).

Oleh karena itu, penulis mengangkat judul Proyek Akhir “Rancangan Sistem *Smart Buggy* Menggunakan Akses *Web* dan *Smartphone* Berbasis IoT di Politeknik Penerbangan Medan”. Dengan adanya alat ini, penulis berharap mahasiswa Politeknik Penerbangan Medan dapat lebih memahami secara mendalam tentang penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem transportasi *modern*.

METODE

Desain penelitian merupakan rancangan penelitian yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan proses penelitian. Desain penelitian bertujuan untuk memberi pegangan yang jelas dan terstruktur kepada peneliti dalam melakukan penelitiannya. Dalam penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D), yang digunakan dalam penelitian ini digunakan untuk mengembangkan sebuah produk untuk membawa efek tertentu atau mencapai suatu tujuan (Sugiyono, 2023). Metode R&D terdapat sepuluh tahapan dalam penelitian, akan tetapi penulis menggunakan 5 langkah dalam desain penelitian R&D. Model yang melibatkan tahap-tahap pengembangan model dengan lima langkah pengembangan meliputi: Analisis Masalah, Desain Produk, Pembuatan Alat, Uji Coba Produk, dan Perbaikan Alat. Penelitian ini dilaksanakan di Politeknik Penerbangan Medan, sebuah institusi pendidikan tinggi vokasi yang berfokus pada bidang penerbangan, yang terletak di Jalan Sempakata, Kecamatan Medan Selayang, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara, dengan kode pos 20131. Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan Maret 2025 dan berlangsung hingga bulan Agustus 2025,

mencakup seluruh tahapan kegiatan penelitian, mulai dari perencanaan, pengumpulan data, perancangan alat, pengujian sistem, hingga analisis hasil dan penyusunan laporan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan sistem *Smart Buggy* dilakukan dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama seperti ESP32 sebagai pusat kendali, sensor garis TCRT5000 sebagai navigasi jalur otomatis, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sistem deteksi objek, dan antarmuka kontrol berbasis *web* melalui koneksi Wi-Fi. *Platform* IoT digunakan sebagai sarana monitoring dan pengendalian secara jarak jauh melalui *smartphone*. *Web interface* memungkinkan pengguna mengoperasikan *buggy* tanpa perlu menginstal aplikasi tambahan, cukup melalui *browser* di *smartphone*.

1. Instalasi Perangkat Keras (*Hardware*)

Pembuatan perangkat keras (*hardware*) mobil *buggy* melibatkan berbagai komponen dan proses yang harus dirancang dan diintegrasikan dengan cermat untuk menciptakan sistem yang dapat dikendalikan dengan stabil dan menjalankan sesuai fungsi. Berikut adalah penjelasan umum mengenai pembuatan perangkat keras komponen:

a. Instalasi Sensor *Line Following*

Pada proyek ini, delapan sensor TCRT5000 dipasang pada suatu modul yang berada pada bagian bawah depan mobil *buggy* untuk mendeteksi media aspal dengan cat putih, masing-masing berada di tengah bawah pada mobil *buggy*. Jarak antar sensor telah diatur $\pm 5\text{cm}$ dari permukaan aspal agar dapat mendeteksi posisi garis secara tepat. Jalur uji berupa cat garis putih pada latar belakang aspal hitam dibuat sebagai lintasan jalur lintasan di lingkungan Politeknik Penerbangan Medan untuk menguji performa sensor.

Setelah dipasang, sensor dihubungkan ke pin input digital pada ESP32. Dalam serial monitor di software Arduino Uno, logika kontrol ditentukan berdasarkan nilai yang dibaca dari sepuluh sensor:

1. Jika delapan sensor TCRT 5000 menampilkan tampilan “0” maka sensor membaca lintasan aspal belum mengenai cat putih.
2. Jika delapan sensor TCRT 5000 menampilkan tampilan “1” maka cat putih yang sudah terkena/tertutup oleh sensor dapat dibaca.

Uji sensor dengan mendekatkan sensor ke permukaan aspal yang berwarna hitam dan cat yang berwarna putih:

1. Sensor akan mengeluarkan logika LOW (0) saat mendeteksi warna hitam (karena cahaya terpantul minim).
2. Sensor akan mengeluarkan logika HIGH (1) saat mendeteksi warna terang/putih (karena cahaya terpantul kembali).

Jika hasil pada *Serial Monitor* sesuai dengan di atas, maka instalasi berhasil dan sensor siap digunakan dalam sistem navigasi *Smart Buggy*

b. Instalasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan komponen penting dalam sistem *Smart Buggy*, yang berfungsi sebagai alat bantu deteksi objek atau rintangan di sekitar kendaraan. Sensor ini bekerja dengan prinsip gelombang ultrasonik, yaitu memancarkan gelombang suara dengan frekuensi tinggi (sekitar 40 kHz) yang tidak dapat didengar oleh manusia. Gelombang ini akan dipantulkan kembali ketika mengenai suatu objek, dan sensor akan menentukan jarak objek dari sensor. Pada implementasi sistem *Smart Buggy*, dua buah modul sensor HC-SR04 dipasang di bagian depan *buggy*, dengan posisi dan sudut yang telah diatur agar dapat menjangkau area pandang seluas mungkin ke depan. Sensor ini terhubung ke mikrokontroler ESP32 melalui empat pin, yaitu VCC, GND, Trigger, dan Echo. Pin Trigger berfungsi untuk mengirim sinyal ultrasonik, sedangkan pin Echo menerima pantulan sinyal tersebut

2. Instalasi Perangkat Lunak

a. Instalasi *Web* Kontrol

Tahap pembuatan perangkat lunak dilakukan untuk membangun sistem kendali berbasis *web* yang dapat diakses melalui *smartphone*. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol pergerakan *Smart Buggy* melalui tampilan antarmuka sederhana di *browser*.

Proses pembuatan perangkat lunak (XAMPP) dilakukan melalui beberapa langkah sebagai berikut:

Langkah 1: Instalasi *software* XAMPP

Langkah pertama yang dilakukan adalah menginstal XAMPP di *web* resminya www.apachefriends.org pada komputer atau laptop yang digunakan. XAMPP merupakan paket aplikasi yang berisi Apache (*web server*), MySQL, dan PHP, yang digunakan untuk menjalankan *server* lokal di perangkat pengguna. Setelah berhasil diinstal, modul Apache diaktifkan untuk memastikan *web server* dapat berjalan dengan baik.

Langkah 2: Instalasi Visual Studio Code (VS Code)

Setelah XAMPP terinstal, tahap berikutnya adalah menginstal Visual Studio Code (VS Code). VS Code digunakan sebagai text editor utama untuk menulis dan mengedit kode program berbasis HTML, CSS, dan JavaScript. Editor ini dipilih karena ringan, memiliki banyak ekstensi, dan mendukung berbagai bahasa pemrograman *web*.

Langkah 3: Menyalin *File* Program ke Direktori

Setelah seluruh program antarmuka *web* selesai dikembangkan, *file* program tersebut disalin ke dalam direktori lokal yang berada di *drive* C: atau D: sesuai kebutuhan. *File* tersebut tidak langsung dimasukkan ke dalam *folder* bawaan htdocs milik XAMPP, tetapi ditempatkan secara terpisah di direktori mandiri (misalnya C:\smartbuggy_web atau D:\smartbuggy_web).

Langkah 4: Konfigurasi *Virtual Host* (vhost) pada XAMPP

Agar *file* yang telah disalin dapat diakses melalui browser seperti situs lokal, maka dilakukan konfigurasi *Virtual Host* (vhost) pada XAMPP. Proses konfigurasi ini dilakukan dengan langkah berikut:

1. Buka *file* konfigurasi Apache `httpd-vhosts.conf` yang terletak di:
C:\xampp\apache\conf\extra\httpd-vhosts.conf
2. Tambahkan baris konfigurasi berikut:
<VirtualHost *:80>
DocumentRoot "D:/smartbuggy_web"
ServerName smartbuggy.local
</VirtualHost>
3. Simpan *file* konfigurasi tersebut.
4. Selanjutnya, buka *file* `hosts` yang ada di C:\Windows\System32\drivers\etc\hosts, lalu tambahkan baris: 127.0.0.1 smartbuggy.local
5. Simpan dan tutup *file*, lalu *restart* Apache melalui XAMPP Control Panel.

Langkah 5: Pengujian Akses Melalui *Browser*

Setelah konfigurasi berhasil, dilakukan pengujian dengan membuka *browser* dan mengetikkan alamat: <http://smartbuggy.local>. Jika konfigurasi berhasil, maka halaman antarmuka *web* untuk mengendalikan *Smart Buggy* akan muncul dan siap digunakan.



Gambar 1. Hasil Website
Sumber: Penulis, 2025

b. Cara Pengoperasian Alat

Sistem pengoperasian berbasis mikrokontroler ini memanfaatkan ESP32 sebagai pusat pengendalian dan komunikasi data, dengan modul-modul lain seperti TCR 5000, HC-SR04,

lain nya. Jalur yang ditempuh merupakan lintasan lurus yang sudah dibuat oleh penulis dengan beberapa kemungkinan hambatan di sekeliling area, baik berupa manusia yang melintas maupun objek di sekitar taman dan bangunan.

Setelah rute ditentukan kemudian bergerak lurus mengikuti garis yang ditentukan penulis. Selama perjalanan, sistem menggunakan sensor jarak seperti HC-SR04 dan sensor garis TCRT5000 untuk mendeteksi jalur dan menghindari hambatan. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mengikuti jalur dengan baik serta melakukan koreksi arah secara otomatis. Selain itu, waktu tempuh dan akurasi penghindaran rintangan dicatat untuk dianalisis sebagai bagian dari evaluasi kinerja sistem.

A. Pengujian Modul Sensor *Line Following*

Tabel 1. Pengujian Modul Sensor TCRT 5000

No	Parameter yang Diuji	Uji Kondisi	Hasil	Pembahasan
1.	Deteksi garis	Garis lurus, pencahayaan stabil	Deteksi 100% berhasil	Sensor mampu membedakan garis dengan sangat baik.
2.	Waktu respon sensor terhadap perubahan warna	Simulasi dari hitam ke putih mendadak	Waktu respon <10 ms	Sensor cepat merespon perubahan, cocok untuk sistem kontrol waktu nyata (<i>real-time</i>).
3.	Pengaruh pencahayaan lingkungan	Kondisi pencahayaan terang vs redup	Sensor sama sekali tidak terbaca ketika ada sedikit cahaya yang masuk	Kondisi terang: Sensor sensitif terhadap cahaya sekitar sehingga harus mempunyai penutup untuk menutupi sensor, Gelap: Sensor berfungsi dengan optimal
4.	Performa Sensor pada Medan Aspal	Kondisi aspal lurus vs tidak rata	Sensor dapat berfungsi	Jalan Lurus Rata: Sensor dapat berfungsi secara optimal Jalan Lurus Tidak Rata: Sensor bergesekan dengan aspal sehingga dapat merusak sensor

Sumber: Penulis, 2025

B. Pengujian Modul Sensor Ultrasonik HC-SR04

Tabel 2. Pengujian modul HC-SR04

No	Parameter yang Diuji	Kondisi Pengujian	Hasil	Pembahasan
1.	Jarak minimum yang dapat terdeteksi	Objek didekatkan secara perlahan	Terdeteksi mulai dari 2 cm	Sesuai spesifikasi sensor, jarak sangat dekat tetap bisa dibaca dengan baik.
2.	Jarak maksimum yang dapat terdeteksi	Objek dijauhkan hingga sinyal tidak terbaca	Stabil hingga ± 400 cm	Di atas 400 cm data menjadi tidak stabil atau tidak terbaca.
3.	Akurasi pengukuran jarak	Pengukuran dibandingkan dengan penggaris/manual	Selisih rata-rata ± 1 cm	Sensor cukup akurat untuk aplikasi seperti penghindar halangan

Sumber: Penulis, 2025

C. Pengujian Pada Website

Tabel 3. Pengujian website

No	Parameter Yang Diuji	Kondisi Pengujian	Hasil	Pembahasan
1.	Waktu respon perintah ke <i>buggy</i>	Start pada <i>website</i>	Rata-rata <i>delay</i> 1s	Respon cukup cepat dan <i>real-time</i> selama jaringan Wi-Fi stabil. <i>Delay</i> meningkat jika sinyal lemah.
2.	Stabilitas koneksi Wi-Fi	Jarak antara <i>smartphone</i> dan <i>web server</i>	Stabil (terjadi <i>delay</i> ± 3 detik pada ± 62 meter)	<i>Hotspot</i> dari <i>handphone</i> ke <i>web server</i> pada laptop stabil hingga ± 62 meter, di atas itu mulai terjadi <i>lag</i> atau putus koneksi

Sumber: Penulis, 2025

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem *Smart Buggy* berbasis *web* berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik menggunakan perangkat keras utama berupa mikrokontroler ESP32, sensor garis TCRT5000, serta sensor ultrasonik HC-SR04 yang mendukung sistem navigasi dan deteksi rintangan. Dari sisi perangkat lunak, sistem memanfaatkan antarmuka *web* yang di-*host* langsung pada ESP32 sehingga dapat diakses melalui browser *smartphone* tanpa memerlukan aplikasi tambahan, memungkinkan pengendalian kendaraan secara *real-time* dengan respons cepat dan stabil. Kinerja optimal sistem ini dipengaruhi oleh akurasi sensor garis, stabilitas koneksi *Wi-Fi*, serta penempatan sensor ultrasonik untuk mendeteksi hambatan di lintasan. Hasil uji lapangan menunjukkan bahwa *buggy* mampu menjangkau hingga ± 67 meter dari titik akses *Wi-Fi* dengan kendali yang tetap stabil, serta mampu mendeteksi rintangan dan mengikuti jalur otomatis dengan akurasi tinggi. Hal ini membuktikan bahwa sistem *Smart Buggy* layak diterapkan sebagai solusi transportasi cerdas internal, khususnya di lingkungan kampus..

DAFTAR PUSTAKA

- Ayuningtyas, A. A. (2022). Penerapan Internet of things (IoT) dalam Upaya Mewujudkan Perpustakaan Digital di Era Society 5.0. *Jurnal Ilmu Perpustakaan*, 11(1), 29–36. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jip/article/view/40244>
- Azka, C. N., & Aceh, U. M. (2025). *Implementasi Sistem Transportasi Cerdas* (Issue December 2023).
- Dargusch, M. (n.d.). *Thermoelectric Generators: Alternative Power Supply for Wearable Electrocardiographic Systems*. 7(18).
- Hercog, D., Lerher, T., Truntić, M., & Težak, O. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *Sensors*, 23(15). <https://doi.org/10.3390/s23156739>
- Ichibot store. (n.d.). *12V 10A Power Supply Switching AC 220 to DC 12 Volt 10 Amper*. <https://store.ichibot.id/product/12v-10a-power-supply-switching-ac-220-to-dc-12-volt-10-ampere/>
- Karmilasari, F., Komputer, S., Ilmu, F., Informasi, T., Gunadarma, U., Margonda, J., No, R., Cina, P., & Barat, J. (2021). Sistem Monitoring Kendaraan Roda Dua Berbasis GPS, Akselerometer, Giroskop, Kamera Webcam yang Diakses Melalui Aplikasi Perpesanan Instan. *Jurnal Ilmiah Komputasi*, 20(4), 507–516. <https://doi.org/10.32409/jikstik.20.4.2809>
- Latif, A., Widodo, H. A., Rahim, R., & Kunal, K. (2020). Implementation of line follower robot based microcontroller atmega32a. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 1(3), 70–74. <https://doi.org/10.18196/jrc.1316>
- Nizam, M. N., Haris Yuana, & Zunita Wulansari. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>

- Nurhakim, M. W., Wijaya, A. E., & Hermawan, R. (2024). SISTEM CERDAS PENGURAS AIR AKUARIUM SECARA OTOMATIS BERBASIS INTERNET oF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN ALGORITMA C4.5 pada PLATFORM BLYNK. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 17(1), 30–44. <https://doi.org/10.47561/a.v17i1.258>
- Pathu Romdhon, T., Rosyadi, I., Wisnu A.S, P., & Hasad, A. (2021). Alat Penala Kendali Proporsional Pada Robot Line Follower Berbasis Website. *Journal of Students' Research in Computer Science*, 2(2), 153–164. <https://doi.org/10.31599/jsrscs.v2i2.853>
- Perdana, J. P., & Wellem, T. (2023). Perancangan Dan Implementasi Sistem Kontrol Untuk Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Arduino Dan Sensor Ultrasonik. *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 2(2), 104–117. <https://doi.org/10.24246/itexplore.v2i2.2023.pp104-117>
- Pitriyanti, L., Saragih, Y., & Latifa, U. (2022). Implementasi Modul Infrared Pada Rancang Bangun Smart Detection for Queue Otomatik Berbasis Iot. *Power Elektronik : Jurnal Orang Elektro*, 11(2), 188. <https://doi.org/10.30591/polektro.v12i1.3750>
- Radouan Ait Mouha, R. A. (2021). Internet of Things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 09(02), 77–101. <https://doi.org/10.4236/jdaip.2021.92006>
- Rudy. (2021). Prototipe Robot Line Follower Pengangkut Barang Berbasis Arduino Uno ATmega328. *Jurnal Sains Terapan Dan Teknologi*, 41, 141–148.
- Sugiyono. (2023). *Buku Sugiono.Pdf*.
- Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Imagine*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>
- Xu, W. (n.d.). *Human-robot collaborative disassembly line balancing considering the safe strategy in remanufacturing*. 324. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129158>
- Yoga, S. M. S., Pangaribuan, P., & Fuadi, A. Z. (2022). Kendali Robot Beroda sebagai Self Driving Car Berbasis Image Processing dengan Metode Fuzzy Logic. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 2(2), 77–92. <https://doi.org/10.54082/jiki.25>
- Yusuf, M. M., Sahrani, S., Saad, M. H., Sarker, M., & Samah, M. Z. (2022). Design and Development of An Internet of Things (IoT) Based Real Time Monitoring and Control System for Smart Indoor Hydroponic Vertical Farming System With ESP32 and Adafruit IO. *Journal of Information System and Technology Management*, 7(28), 155–163. <https://doi.org/10.35631/JISTM.728010>