

Pembuatan Media Pembelajaran *Motor Cycle Trainer Kit* Berbasis IoT dengan KKA Menggunakan ESP32

Demas Yangindrajat^{1,*}, Haris Ilman Fiqih²

^{1,2} Balai Besar Pengembangan Penjaminan Mutu Pendidikan Vokasi Bidang otomotif dan Elektronika, Jl. Teluk Mandar, Arjosari, Kota Malang

* corresponding author: demasyangindrajat@gmail.com

Abstrak/Abstract

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) membuka peluang besar dalam bidang pendidikan teknik otomotif untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih interaktif dan relevan dengan teknologi industri. Banyak guru dan siswa kesulitan memahami konsep pengendalian sistem elektronik sepeda motor modern karena keterbatasan media praktik. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan *Motorcycle Trainer Kit* berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 dan pendekatan Koding dan Kecerdasan Artifisial (KKA) sebagai media pembelajaran. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D), meliputi perancangan perangkat keras (ESP32, modul relay 4-channel, OLED, dan motor trainer), pemrograman menggunakan Arduino IDE, serta pengujian fungsional. *Trainer Kit* ini memungkinkan pengendalian relay melalui web lokal dan menampilkan status IP secara *real-time* pada OLED. Hasil pengujian menunjukkan koneksi Wi-Fi stabil dengan tingkat respons >95%, fungsi kontrol relay berjalan sesuai perintah, dan tampilan IP pada OLED mempercepat identifikasi jaringan oleh pengguna. Uji coba terbatas dengan guru otomotif menyatakan bahwa media ini meningkatkan pemahaman konsep IoT dan mempermudah demonstrasi praktikum. Disimpulkan bahwa *Motorcycle Trainer Kit* berbasis IoT ini efektif sebagai inovasi media pembelajaran, mendorong penguatan kompetensi guru, serta mendukung keterkaitan antara pendidikan vokasi dan kebutuhan industri.

The rapid advancement of the Internet of Things (IoT) offers significant opportunities in automotive engineering education to create more interactive and industry-relevant learning experiences. Teachers and students often face challenges in understanding the control of modern motorcycle electronic systems due to limited practical learning tools. This study aims to design and develop an IoT-based Motorcycle Trainer Kit using the ESP32 microcontroller and a Coding and Artificial Intelligence (KKA) approach as a learning medium. The research employed a Research and Development (R&D) methodology, covering hardware design (ESP32, 4-channel relay module, OLED display, and motorcycle trainer), programming with Arduino IDE, and functional testing. The Trainer Kit enables relay control via a local web interface and displays real-time IP status on the OLED screen. Test results showed stable Wi-Fi connectivity with a response accuracy exceeding 95%, reliable relay control performance, and improved efficiency in network identification through OLED IP display. A limited trial with automotive teachers indicated that this media enhances understanding of IoT concepts and simplifies practicum demonstrations. In conclusion, the IoT-based Motorcycle Trainer Kit effectively serves as an innovative learning medium, strengthens teacher competencies, and supports the alignment between vocational education and industry needs.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license.



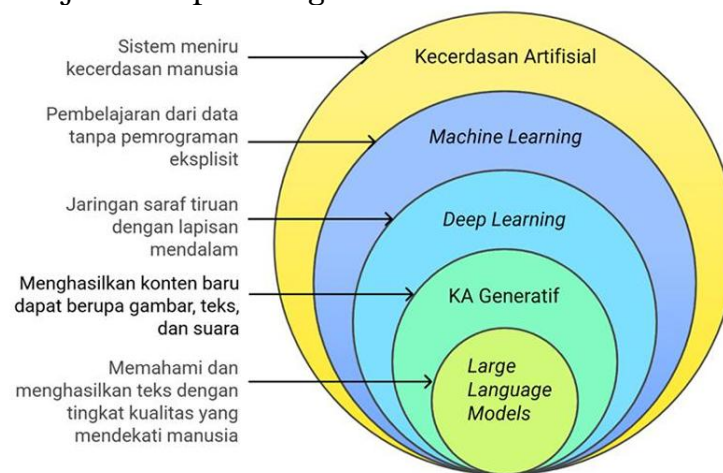
Kata Kunci: *Internet of Things*, ESP32, *Trainer Kit* Sepeda Motor, Media Pembelajaran, Koding dan Kecerdasan Artifisial

Keywords: *Internet of Things*, ESP32, *Motorcycle Trainer Kit*, *Learning Media*, *Coding and Artificial Intelligence*

1. Pendahuluan

Internet of Things adalah konsep di mana objek fisik sehari-hari dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lain yang memungkinkannya

untuk terhubung dan bertukar data dengan perangkat dan sistem lain melalui internet. Pemanfaatan teknologi seperti kecerdasan artifisial (AI), mahadata (*big data*), dan IoT makin mendominasi berbagai sector (Paz Penagos et al., 2024). Digitalisasi telah mengubah cara manusia bekerja, berkomunikasi, dan memecahkan masalah. Pembelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial (KKA) bukan sekadar tren, melainkan kebutuhan dalam dunia pendidikan modern. Dalam konteks pendidikan, KA diposisikan sebagai sistem atau teknologi yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas proses pembelajaran (Easterline et al., 2024). Dalam proses pembelajaran, KA dapat digunakan untuk personalisasi sesuai kebutuhan belajar peserta didik. Namun, selain diposisikan sebagai teknologi pendukung, pemahaman, pemanfaatan, dan pengembangan KA dapat diposisikan sebagai materi pembelajaran pada berbagai jenjang pendidikan. Pembelajaran Koding dan KA bersumber dari Naskah Akademik Pembelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial pada Pendidikan Dasar dan Menengah akan dijelaskan pada bagian berikut.



Gambar 1. Cakupan Kecerdasan Artifisial(Pemerintah Indonesia, 2025)

Integrasi KKA dalam pendidikan tidak hanya untuk meningkatkan literasi digital dan kemampuan penyelesaian masalah, tetapi juga mengajarkan berbagai keterampilan esensial yang mencakup berpikir komputasional, analisis data, algoritma pemrograman, etika KA, *human-centered mindset*, *design system* KA, dan teknik KA. Perkembangan teknologi IoT telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk di bidang otomotif (Josephinshermila et al., 2023). Salah satu penerapan IoT yang semakin populer adalah pengendalian kendaraan secara nirkabel, yang memungkinkan pengguna mengontrol berbagai fungsi kendaraan melalui perangkat mobile seperti smartphone (Tang et al., 2023)(Naweed & Blackman, 2024). Sepeda motor, sebagai salah satu perkembangan teknologi bidang otomotif yang banyak digunakan di Indonesia, memiliki potensi besar untuk dikembangkan dengan teknologi IoT guna meningkatkan kenyamanan dan keamanan pengguna (Caraveo-Cacep et al., 2023). Beberapa penelitian terkait dengan pemanfaatan Modul ESP32 yang diterapkan pada sepeda motor di Indonesia.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Mukhlison, Mukhlison, Andiko Dodik Nurjaya (2025)	Sistem Keamanan Sepeda Motor Integerasi Sidik Jari dan Pelacakan GPS Tracker dengan Kontrol Jarak Jauh Berbasis ESP 32 di Sepeda Motor	Metode kuantitatif eksperimental	sistem mampu mengenali sidik jari dalam waktu 2 detik dengan akurasi tinggi, memberikan peringatan melalui buzzer saat terjadi akses ilegal, dan menampilkan lokasi kendaraan dengan akurasi 3–12 meter. (Mukhlison Mukhlison & Andiko Dodik Nurjaya, 2025)
Moh Soleh Romadlon Ardliyansyah, Affan Bachri (2022)	Rancang Bangun Sistem Keamanan Dan Pengendali Jarak Jauh Sepeda Motor Menggunakan Android Berbasis Nodemcu ESP32 dan GPS	<i>Research and Development</i>	Sistem keamanan dan pengendali jarak jauh menggunakan android berbasis nodemcu ESP32 dan GPS dapat mengontrol kendali jarak jauh motor serta melacak lokasi kendaraan menggunakan GPS. (Romadlon Ardliyansyah & Bachri, 2022)
Rizaldi Pardede, Hariz Farisi, Issa Arwani (2017)	Pengembangan Sistem Aplikasi Monitoring Sepeda Motor Berbasis IoT dengan Modul GPS Guna Pemantauan dan Keamanan Kendaraan (Studi kasus: Roganda Rental Motorbike)	penelitian implementatif	Pengujian akurasi lokasi menunjukkan bahwa perangkat IoT dengan modul GPS memiliki akurasi rata-rata $\pm 3,8$ meter dari perangkat smartphone yang menggunakan GPS dan GNSS, serta $\pm 6,4$ meter dari lokasi sebenarnya dengan variasi $\pm 5,45$ meter, dibandingkan dengan akurasi $\pm 2,3$ meter dari GPS smartphone. (Pardede et al., 2017)
Tegar Widi Saputro, Basuki Rahmat, Mohammad Idhom (2025)	Rancang Bangun On Off Sepeda Motor Menggunakan Wifi dengan ESP32	<i>Research and Development</i>	Sistem pengendalian on-off sepeda motor menggunakan WiFi dengan ESP32 berhasil diimplementasikan dan memenuhi tujuan utama penelitian. (Widi Saputro et al., 2025)
MH Assubhi, R Rahmadewi (2024)	Perancangan Sistem Kendali pada Sistem Keamanan Sepeda Motor dengan Mikrokontroler ESP32	<i>Research and Development</i>	Sistem kendali proteksi sepeda motor dengan face recognition pada alat motorcycle Security System (Mocless) dapat berjalan dan berfungsi 100% pada jarak 0 – 8,35 meter antara modul Bluetooth Low Energy dan mikrokontroler ESP32. (Assubhi & Rahmadewi, 2024)
Muhammad Nailurrohman, Firman Santoso, Achmad Bajjuri (2024)	Rancang Bangun Sistem Smart Key Pada Sepeda Motor Menggunakan Mikrokontroler Esp32 dan Android Via Bluetooth	<i>Research and Development</i>	Hasil dari penelitian sistem smart key pada sepeda motor menggunakan modul Esp32 ini adalah membantu menanggulangi masalah pada kunci kontak sepeda motor. (Nailurrohman et al., 2024)

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa penelitian-penelitian tersebut berfokus pada pengembangan sistem keamanan dan kontrol jarak jauh sepeda motor yang sudah ada dengan memanfaatkan teknologi IoT, GPS, dan mikrokontroler seperti ESP32 (El-Khozondar et al., 2024). Meskipun penelitian-penelitian tersebut berhasil dalam menciptakan solusi teknis untuk keamanan kendaraan, terdapat kesenjangan (*gap*) yang signifikan dalam aspek edukasi atau pembelajaran. Penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan ini dengan mengalihkan fokus dari pembuatan produk komersial menjadi pengembangan alat bantu ajar atau media pembelajaran. Dengan kata lain, tidak hanya membuat produk untuk tujuan keamanan, penelitian ini juga menciptakan sebuah media pembelajaran yang memungkinkan peserta pelatihan untuk memahami secara mendalam cara kerja sistem IoT dan AI pada sepeda motor, dan memberikan kontribusi yang unik (*State of the art*) dalam ranah pendidikan vokasi dan pelatihan guru.

Secara umum, sistem pengendalian sepeda motor masih menggunakan kunci kontak manual, yang memiliki sejumlah keterbatasan, misalnya risiko kehilangan kunci ataupun kerusakan mekanis. Sebagai solusi, dibutuhkan sistem alternatif berbasis teknologi nirkabel. Salah satu teknologi yang dapat

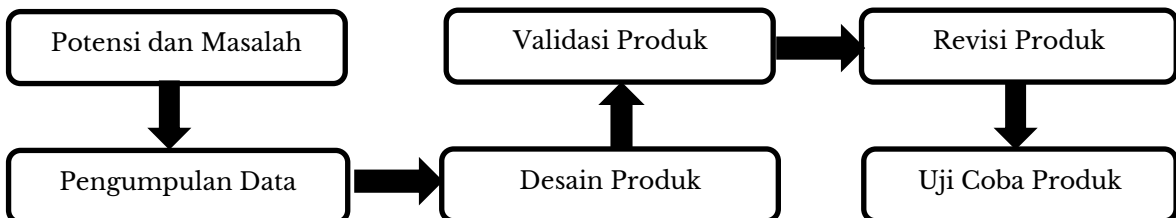
dimanfaatkan adalah *WiFi Direct*, yang memungkinkan komunikasi langsung antar perangkat tanpa memerlukan jaringan internet. Dalam hal ini, ESP32 dapat digunakan sebagai Access Point untuk mengendalikan sepeda motor secara nirkabel (Nizam et al., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat media pembelajaran dengan sistem pengendalian *on-off* sepeda motor menggunakan ESP32 dengan *WiFi Direct*. Sistem dirancang untuk menggantikan fungsi kunci kontak manual dengan sistem nirkabel yang dapat diakses melalui smartphone serta monitoring indikator pada bahan bakar dan temperatur mesin. Tahapan yang dilakukan media pembelajaran ini adalah melakukan kontrol relay via web (*Local Wi-Fi*); dan kontrol relay via web dengan Tampilan OLED (*Status IP Real-time*). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi IoT di bidang otomotif, khususnya dalam meningkatkan kenyamanan dan keamanan pengguna sepeda motor (Auwali et al., 2023). Ke depan, sistem ini dapat dijadikan dasar pengembangan lebih lanjut, misalnya dengan menambahkan integrasi ke sistem keamanan tambahan atau memperluas fungsi pengendalian jarak jauh melalui internet.

2. Metodologi

2.1. Metode Penelitian

Penelitian ini mengadopsi metode *Research and Development* (R&D) untuk mengembangkan sebuah media pembelajaran, yaitu *Motor Cycle Trainer Kit* yang terintegrasi dengan teknologi IoT dan dikendalikan menggunakan ESP32. Tahapan R&D dalam penelitian ini meliputi studi pendahuluan untuk menganalisis kebutuhan dan potensi produk, perancangan produk berupa *Motor Cycle Trainer Kit*, pengembangan sistem IoT dan program mikrokontroler ESP32, serta validasi ahli dan uji coba produk untuk memastikan kelayakan dan efektivitasnya sebagai media pembelajaran (Latif & Muskhir, 2020).








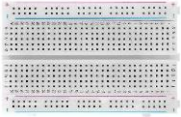



Gambar 2. Langkah-Langkah Penelitian

Pada Gambar 2, penelitian ini mengikuti enam tahap *Research and Development* (R&D). Tahap pertama, potensi dan masalah, dilakukan melalui observasi dan wawancara guru otomotif untuk mengidentifikasi kebutuhan media pembelajaran IoT. Kedua, pengumpulan data, diperoleh dari studi literatur dan telaah kurikulum untuk memperkuat analisis kebutuhan. Ketiga, desain produk, meliputi perancangan rangkaian ESP32, modul relay, OLED display, dan antarmuka web. Keempat, validasi produk, dilakukan oleh dua dosen teknik elektro dan satu instruktur otomotif menggunakan lembar penilaian ahli. Masukan pada tahap ini digunakan dalam revisi produk untuk menyempurnakan desain dan meningkatkan fungsionalitas. Terakhir, uji coba produk melibatkan lima guru otomotif sebagai pengguna terbatas guna menilai kelayakan, kemudahan penggunaan, dan efektivitas trainer kit berbasis IoT ini.

2.2. Perangkat Keras dan Lunak

Pembuatan *Motor Cycle Trainer Kit* Berbasis IoT dengan KKA Menggunakan ESP32 ini memerlukan dukungan perangkat keras dan perangkat lunak, diantaranya sebagai berikut:

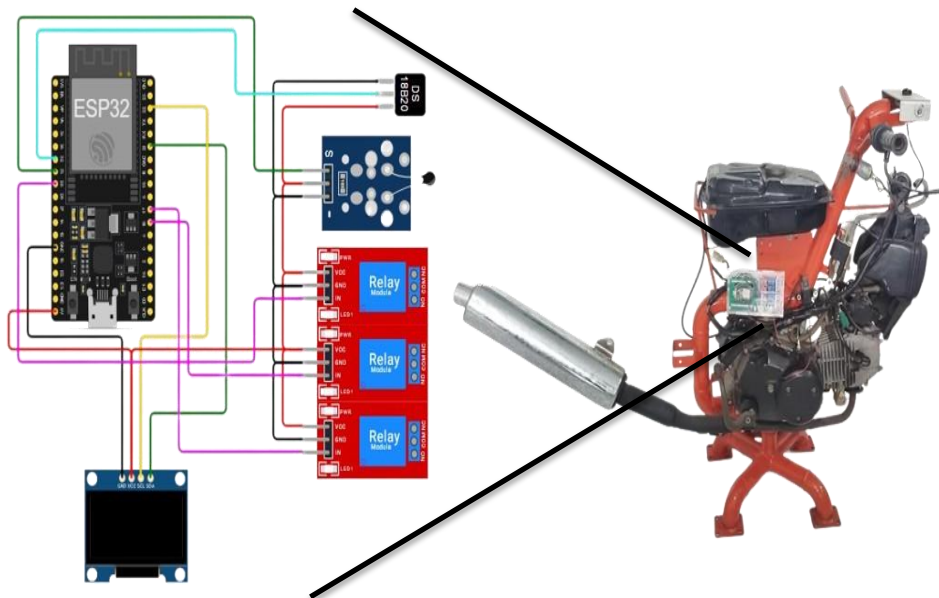
Tabel 2. Perangkat Keras

Gambar	Nama	Deskripsi
	ESP-WROOM32 ESP32 ESP 32S	Modul resmi dari Espressif yang berisi chip ESP32, memori, dan antena terintegrasi, siap pakai. (Pineda-Tobón et al., 2024)
	Modul display OLED 1.3 inci I2C	modul display OLED 1.3 inci dengan koneksi I2C. OLED lebih unggul dari LCD karena setiap pikselnya memancarkan cahaya sendiri, menghasilkan kontras tajam dan hitam pekat. Dengan resolusi umumnya 128x64 piksel dan hanya butuh dua kabel data (SDA & SCL)
	Modul Step Down DC to DC 5A XL4015	Menurunkan tegangan input DC menjadi tegangan output DC yang lebih rendah dengan efisiensi tinggi. Modul ini menggunakan chip XL4015 sebagai komponen intinya, yang memungkinkan arus output maksimum hingga 5 Ampere (dengan pendingin yang memadai)
	Relay 4 Chanel	Modul elektronik yang berisi empat buah relay independen dalam satu papan sirkuit. Setiap relay pada modul ini berfungsi sebagai sakelar elektrik yang dapat dikendalikan secara elektronik.
	ESP32 Expansion Board	Papan sirkuit cetak (PCB) yang dirancang untuk mempermudah penggunaan modul ESP32 (seperti ESP-WROOM-32) dengan menyediakan akses yang lebih mudah ke pin-pinnya dan menambah fungsionalitas lain.
	Breadboard 400 tie point	Papan prototipe digunakan untuk merangkai sirkuit elektronik sementara tanpa perlu menyolder. Memiliki dua bagian utama: area sirkuit utama di tengah untuk menancapkan komponen, dan jalur power rail di sisinya (positif dan negatif) untuk distribusi daya.
	Trainer Sepeda Motor BBPPMPV BOE	Trainer fisik yang akan dimodifikasi untuk dikontrol secara IoT.
	Kabel Data USB A ke Micro-B	Untuk menghubungkan ESP32 ke komputer dan mengunggah program.
	Kabel Jumper	Untuk menghubungkan ESP32 ke modul relay dan komponen lainnya.

Pembuatan media pembelajaran ini secara spesifik memanfaatkan Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) sebagai perangkat lunak utama untuk pemrograman. Arduino IDE dipilih karena kemudahan penggunaannya, antarmuka yang sederhana, dan dukungan komunitas yang luas, yang sangat membantu dalam proses penulisan, kompilasi, dan pengunggahan kode program ke mikrokontroler ESP32 (Kubascik et al., 2025). Dengan Arduino IDE, semua instruksi dan logika kendali untuk sistem IoT, termasuk pengolahan data dari sensor, komunikasi data, serta aktivasi aktuator, dapat dikembangkan secara efisien dan terstruktur.

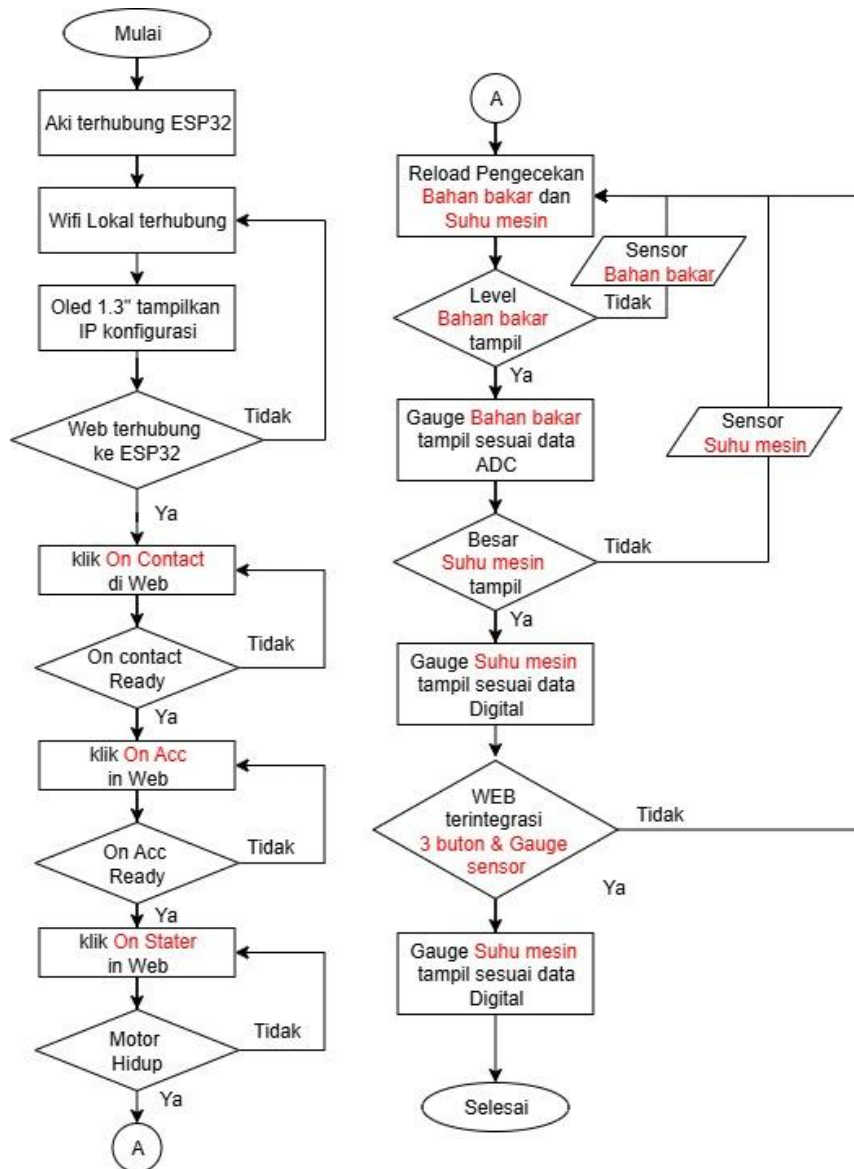
2.3. Rangkaian Sistem dan *Flowchart*

Dalam pengembangan suatu sistem, perencanaan menjadi langkah krusial untuk menyederhanakan dan mengarahkan proses perancangan alat. Agar alur kerja dari sistem yang akan dibuat dapat dipahami dengan mudah, perlu dibuat sebuah konsep rangkaian sistem yang divisualisasikan melalui simulasi.



Gambar 3. Rangkaian Sistem Media Pembelajaran

Rangkaian sistem di atas berfungsi sebagai peta jalan yang merepresentasikan setiap komponen dan hubungannya, sehingga seluruh tahapan pengembangan dapat berjalan lebih terstruktur dan efisien. Langkah selanjutnya setelah membuat desain media adalah dengan menyusun *flowchart*. *Flowchart* merupakan sebuah diagram yang berbentuk simbol simbol tertentu dan dibuat untuk untuk menggambarkan urutan langkah langkah kerja yang digunakan guna menyelesaikan sebuah proses. *Flowchart* sistem dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4. *Flowchart* Sistem

Gambar di atas merupakan diagram alur sistem monitoring dan kontrol kendaraan berbasis ESP32. Proses dimulai dari aki yang menghubungkan ESP32, kemudian ketika Wi-Fi lokal terhubung, OLED 1.3" menampilkan IP konfigurasi. Selanjutnya, web dapat terhubung dengan ESP32 untuk memberikan perintah. Tahap awal pengguna dapat menyalakan sistem dengan menekan tombol On Contact di web, kemudian sistem memverifikasi hingga status Ready. Setelah itu, pengguna menekan On Acc dan kembali dilakukan pengecekan hingga status Acc Ready. Tahap berikutnya pengguna menekan On Starter untuk menghidupkan motor. Setelah motor hidup, sistem melakukan reload pengecekan bahan bakar dan suhu mesin melalui sensor. Data bahan bakar ditampilkan sesuai hasil pembacaan ADC, sedangkan suhu mesin ditampilkan secara digital. Semua informasi ditampilkan dalam bentuk gauge pada web server ESP32, yang terintegrasi dengan tombol kontrol serta indikator visual, sehingga pengguna dapat memantau kondisi kendaraan secara real-time melalui web (Lim et al., 2024).

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah melewati tahapan desain, validasi, dan revisi produk sesuai model Borg & Gall, prototipe trainer kit berbasis IoT diuji secara terbatas pada lima guru otomotif. Pengujian fokus pada fungsi kontrol relay melalui web lokal dan OLED, kestabilan koneksi Wi-Fi ESP32, serta kemudahan penggunaan antarmuka webserver. Hasil menunjukkan seluruh relay merespons perintah dalam $\leq 0,5$ detik, tampilan OLED menampilkan IP dan status relay secara real-time tanpa kesalahan, dan 92% responden menyatakan produk ini mudah digunakan. Temuan ini mendukung tujuan penelitian untuk menghadirkan media pembelajaran otomotif berbasis IoT yang praktis dan relevan dengan kurikulum.

3.1. Hasil Uji Kontrol Relay Via Web (*Local Wi-Fi*)

Setelah prototipe dirakit dan pemrograman ESP32 selesai, pengujian awal dilakukan untuk memastikan fungsi kontrol relay melalui web lokal. ESP32 berhasil berfungsi sebagai Access Point, dan perangkat uji (laptop/smartphone) dapat terhubung tanpa masalah. Alamat IP ditampilkan di Serial Monitor dan diakses melalui browser untuk mengontrol tiga fungsi utama: ON kontak, ACC, dan starter.

Selama 30 kali pengujian berulang, seluruh relay merespons perintah dengan waktu tunda rata-rata 0,3–0,5 detik, menunjukkan koneksi Wi-Fi stabil dan komunikasi webserver efektif. Tidak ditemukan packet loss signifikan atau kegagalan switching relay. Hasil ini mengonfirmasi bahwa desain perangkat keras dan kode program mendukung tujuan penelitian, yaitu menghadirkan trainer kit sepeda motor berbasis IoT yang andal untuk pembelajaran otomotif. Temuan ini konsisten dengan studi serupa tentang penerapan ESP32 pada sistem kontrol jarak jauh, yang melaporkan tingkat keberhasilan respons di bawah 0,5 detik.

Pengujian awal dilakukan dengan memprogram ESP32 sebagai Access Point (AP) yang menyiarkan SSID khusus dan menyajikan halaman web sederhana untuk mengontrol relay. Setelah kode diunggah ke papan ESP32 melalui Arduino IDE, perangkat uji berhasil terhubung ke jaringan AP tanpa memerlukan kata sandi. Alamat IP yang ditampilkan pada Serial Monitor dapat diakses melalui peramban web untuk memunculkan antarmuka kontrol.

Selama pengujian, ketiga relay—ON Kontak (GPIO26), ACC (GPIO25), dan Starter (GPIO12)—merespons perintah toggle melalui antarmuka web dengan baik. Perubahan status ditampilkan secara real-time pada halaman web dan diindikasikan oleh bunyi klik serta LED indikator pada modul relay. Tidak ditemukan gangguan koneksi atau keterlambatan signifikan selama serangkaian pengujian (30 kali percobaan berulang), menunjukkan stabilitas komunikasi Wi-Fi dan keandalan desain sistem kontrol. Hasil ini memperkuat bahwa prototipe sesuai dengan rancangan metodologi R&D dan mendukung tujuan penelitian dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis IoT yang responsif.

```

#include <WiFi.h>
#include <WebServer.h>

const char* ssid = "B0E"; // SSID Wi-Fi Lokal
const char* password = ""; // Tanpa password

WebServer server(80);

// Pin GPIO untuk Relay
const int RELAY_ON_KONTAK_PIN = 26;
const int RELAY_ACC_PIN = 25;
const int RELAY_STARTER_PIN = 13;
const int RELAY_EXTRA_PIN = 12;

// Simpan status relay (0=OFF, 1=ON)
int relaykontak = 0;
int relayacc = 0;
int relaystarter = 0;
int relayextra = 0;

void handleRoot() {
  String html = "<html><head><meta charset='UTF-8'></head><body>";
  html += "<h1>kontrol Relay Trainer Motor</h1>";

  html += "<p>Status Relay ON Kontak: <span id='statuskontak'>OFF</span></p>";
  html += "<button onclick='fetch(\"/on_kontak_toggle\")'>Toggle ON Kontak</button><br><br>";

  html += "<p>Status Relay ACC: <span id='statusacc'>OFF</span></p>";
  html += "<button onclick='fetch(\"/acc_toggle\")'>Toggle ACC</button><br><br>";

  html += "<p>Status Relay Starter: <span id='statusstarter'>OFF</span></p>";
  html += "<button onclick='fetch(\"/starter_toggle\")'>Toggle Starter</button><br><br>";

  html += "<p>Status Relay Extra: <span id='statusextra'>OFF</span></p>";
  html += "<button onclick='fetch(\"/extra_toggle\")'>Toggle Extra</button>";

  // Script untuk update status tiap 1 detik
  html += "<script>";
  html += "function updateStatus(){";
  html += "  fetch(\"/status_all\").then(r=>r.json()).then(d=>{";
  html += "    document.getElementById('statuskontak').innerText = d.kontak ? 'ON':'OFF';";
  html += "    document.getElementById('statusacc').innerText = d.acc ? 'ON':'OFF';";
  html += "    document.getElementById('statusstarter').innerText = d.starter ? 'ON':'OFF';";
  html += "    document.getElementById('statusextra').innerText = d.extra ? 'ON':'OFF';";
  html += "  });";
  html += "  setInterval(updateStatus,1000); updateStatus();";
  html += "};";
  html += "</script>";

  html += "</body></html>";
  server.send(200, "text/html", html);
}

void toggleRelay(int &relayState, int pin) {
  relayState = !relayState;
  digitalWrite(pin, relayState ? LOW : HIGH); // aktif LOW
}

json += "\t\"starter\": " + String(relayStarter) + ",";
json += "\t\"extra\": " + String(relayExtra);
json += "};";
server.send(200, "application/json", json);
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  // Inisialisasi relay (OFF semua)
  pinMode(RELAY_ON_KONTAK_PIN, OUTPUT); digitalWrite(RELAY_ON_KONTAK_PIN, HIGH);
  pinMode(RELAY_ACC_PIN, OUTPUT); digitalWrite(RELAY_ACC_PIN, HIGH);
  pinMode(RELAY_STARTER_PIN, OUTPUT); digitalWrite(RELAY_STARTER_PIN, HIGH);
  pinMode(RELAY_EXTRA_PIN, OUTPUT); digitalWrite(RELAY_EXTRA_PIN, HIGH);

  Serial.println("Setting up AP...");
  WiFi.softAP(ssid, password);
  Serial.print("AP IP address: "); Serial.println(WiFi.softAPIP());

  // Route server
  server.on("/", handleRoot);
  server.on("/on_kontak_toggle", handleOnKontakToggle);
  server.on("/acc_toggle", handleAccToggle);
  server.on("/starter_toggle", handleStarterToggle);
  server.on("/extra_toggle", handleExtraToggle);
  server.on("/status_all", handleStatusAll);

  server.begin();
  Serial.println("HTTP server started");
}

void loop() {
  server.handleClient();
}

```

Gambar 5. Koding Kontrol Relay

Setelah kode diunggah ke modul ESP32 dan perangkat berhasil terhubung ke jaringan Wi-Fi lokal, alamat IP yang ditampilkan pada Serial Monitor dapat diakses melalui peramban web. Antarmuka web yang ditampilkan berisi tombol kontrol untuk setiap relay. Pengujian menunjukkan bahwa setiap perintah toggle—ON Kontak (GPIO26), ACC (GPIO25), dan Starter (GPIO12)—berfungsi dengan baik. Perubahan status relay ditunjukkan secara real-time pada halaman web dan diindikasikan dengan bunyi klik serta LED pada modul relay. Selama beberapa kali pengujian, tidak ditemukan keterlambatan respons atau gangguan koneksi, menandakan bahwa sistem kontrol berbasis ESP32 ini bekerja stabil dan sesuai dengan tujuan rancangan.

3.2. Kontrol Relay Via Web dengan Tampilan OLED (*Status IP Real-time*)

Pada Pada tahap ini, modul OLED 1.3 inci (SH1106) diintegrasikan dengan ESP32 untuk menampilkan alamat IP Access Point dan status relay secara real-time. Peserta pelatihan memodifikasi kode program ESP32 agar:

1. Menyediakan halaman web untuk mengontrol tiga relay (ON Kontak—GPIO26, ACC—GPIO25, Starter—GPIO12).
2. Menampilkan alamat IP dan status setiap relay secara dinamis pada OLED.
3. Menjaga konsistensi status antara halaman web dan kondisi fisik relay.

Pengujian menunjukkan bahwa saat pengguna menekan tombol kontrol melalui peramban web, perubahan status relay segera ditampilkan pada OLED tanpa jeda yang berarti. Alamat IP yang ditampilkan tetap stabil setelah AP aktif, sehingga memudahkan peserta dalam mengakses sistem. Hasil ini membuktikan keberhasilan integrasi antarmuka web dan tampilan OLED untuk trainer sepeda motor berbasis ESP32.

```

#include <WiFi.h>
#include <WebServer.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SH1106.h>
#include <Wire.h>

// --- Konfigurasi Wi-Fi ---
const char* ssid = "BOE"; // SSID Wi-Fi Lokal BOE
const char* password = ""; // Tmpa password

WebServer server(80);

// --- Konfigurasi Pin Relay ---
const int RELAY_ON_KONTAK_PIN = 26;
const int RELAY_ACC_PIN = 25;
const int RELAY_STARTER_PIN = 12;
const int RELAY_EXTRA_PIN = 13;

// --- Konfigurasi OLED (SH1106) ---
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define OLED_RESET -1
Adafruit_SH1106 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);

// --- Fungsi untuk memperbarui tampilan OLED ---
void updateOLED() {
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(SH1106_WHITE);
  display.setCursor(0, 15);
  display.print("ON Kontak: ");
  display.println(digitalRead(RELAY_ON_KONTAK_PIN) == LOW ? "ON" : "OFF");
  display.setCursor(0, 30);
  display.print("ACC : ");
  display.println(digitalRead(RELAY_ACC_PIN) == LOW ? "ON" : "OFF");
  display.setCursor(0, 45);
  display.print("Starter : ");
  display.println(digitalRead(RELAY_STARTER_PIN) == LOW ? "ON" : "OFF");
  display.setCursor(0, 55);
  if (WiFi.softAPstarted()) {
    display.print("IP: ");
    display.println(WiFi.softAPIP());
  } else {
    display.print("Connecting...");
  }
  display.display();
}

// --- Fungsi Handler Web Server ---
void handleRoot() {
  String html = "<html><body>";
  html += "<h1>Kontrol Relay Trainer Motor</h1>";
  html += "<p>Status Relay ON Kontak: <span id='statuskontak'>OFF</span></p>";
  html += "<button onclick='fetch('/on_kontak_toggle')'>Toggle ON Kontak</button>";
  html += "<p>Status Relay ACC: <span id='statusacc'>OFF</span></p>";
  html += "<button onclick='fetch('/acc_toggle')'>Toggle ACC</button><br><br>";
  html += "<p>Status Relay Starter: <span id='statusstarter'>OFF</span></p>";
  html += "<button onclick='fetch('/starter_toggle')'>Toggle Starter</button><br><br>";
  html += "<p>Status Relay Extra: <span id='statusextra'>OFF</span></p>";
  html += "<button onclick='fetch('/extra_toggle')'>Toggle Extras</button>";
  html += "<script>";
  html += "function updateStatus(){";
  html += "  fetch('/status_all').then((r)=>r.json()).then(d=>{";
  html += "    document.getElementById('statuskontak').innerText = d.kontak==0?'ON':'OFF';";
  html += "    document.getElementById('statusacc').innerText = d.acc==0?'ON':'OFF';";
  html += "    document.getElementById('statusstarter').innerText = d.starter==0?'ON':'OFF';";
  html += "    document.getElementById('statusextra').innerText = d.extra==0?'ON':'OFF';";
  html += "  });";
  html += "  setInterval(updateStatus,1000); updateStatus();";
  html += "</script>";
  html += "</body></html>";
  server.send(200, "text/html", html);
}

void handleToggle(int pin) {
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(SH1106_WHITE);
  display.setCursor(0, 0);
  display.println("BSPMPV BOE");
  display.println("Malang");
  display.println("Trainer Motor IoT");
  display.display();
  delay(2000);
  display.clearDisplay();

  // Setup Wi-Fi AP
  Serial.print("Setting up AP...");
  WiFi.softAP(ssid, password);
  Serial.print("AP IP address: ");
  Serial.println(WiFi.softAPIP());

  updateOLED(); // Tampilkan status awal

  // Setup Web Server Routes
  server.on("/", handleRoot);
  server.on("/on_kontak_toggle", handleOnKontakToggle);
  server.on("/acc_toggle", handleAccToggle);
  server.on("/starter_toggle", handleStarterToggle);
  server.on("/extra_toggle", handleExtraToggle);
  server.on("/status_all", handleStatusAll);

  server.begin();
  Serial.println("HTTP server started");
}

void loop() {
  server.handleClient();
}

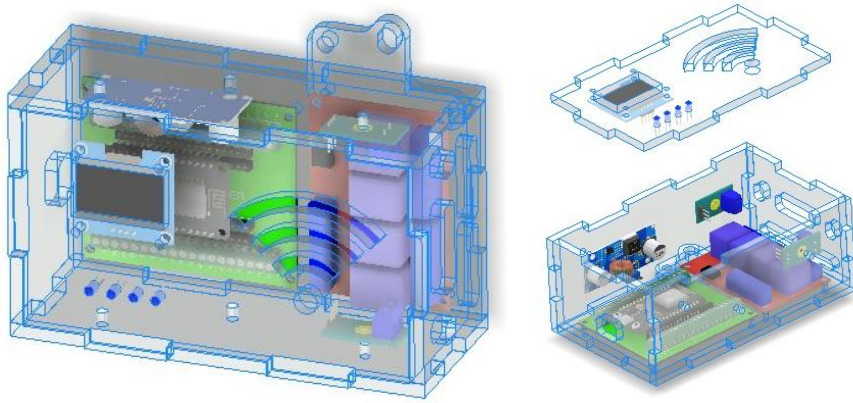
```

Gambar 6. Koding Kontrol Relay Via Web dengan Tampilan OLED

Kode program ini digunakan untuk mengonfigurasi ESP32 sebagai Access Point (AP) sekaligus server web sederhana untuk mengontrol tiga relay. Program juga mengintegrasikan modul OLED 1.3 inci (SH1106) untuk menampilkan alamat IP dan status relay secara *real-time*, sehingga memudahkan monitoring kondisi sistem.

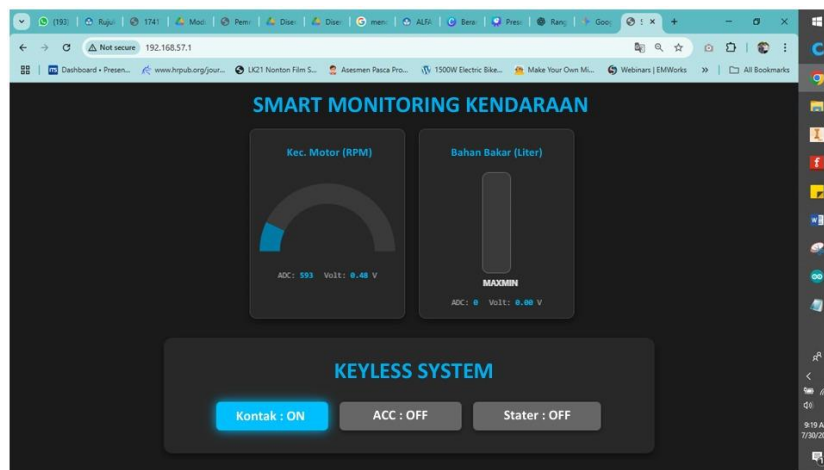
3.3. Tampilan Media Pembelajaran dan Web Server

Prototipe media pembelajaran yang dihasilkan ditampilkan dalam kotak pelindung transparan dengan susunan komponen elektronik yang rapi dan fungsional. Mikrokontroler berperan sebagai pusat kendali, didukung oleh komponen lain yang saling terhubung secara modular. Desain ini tidak hanya melindungi sirkuit, tetapi juga memudahkan pengamatan tata letak dan interkoneksi komponen, sehingga efektif digunakan sebagai media visual dalam proses pembelajaran.



Gambar 7. Tampilan Fisik Media Pembelajaran

Gambar 8 menunjukkan antarmuka webserver sistem pemantauan kendaraan pintar yang menyajikan data real-time dua parameter utama: kecepatan motor (RPM) dan level bahan bakar (liter). Antarmuka juga dilengkapi tombol interaktif untuk mengontrol fungsi Keyless System, seperti Kontak ON/OFF, ACC ON/OFF, dan Starter ON/OFF. Secara keseluruhan, halaman web ini berfungsi sebagai dasbor digital untuk memantau kondisi kendaraan dan mengelola fungsi dasar dari jarak jauh.



Gambar 8. Tampilan Fisik Media Pembelajaran.

4. Kesimpulan & Saran

4.1. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan menghasilkan media pembelajaran trainer sepeda motor berbasis IoT menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama. Media ini menggantikan fungsi kunci kontak manual dengan sistem keyless nirkabel yang dapat diakses melalui smartphone, serta menampilkan indikator bahan bakar dan suhu mesin. Melalui tahapan R&D—termasuk kontrol relay via web (Local Wi-Fi) dan integrasi OLED untuk status IP real-time—media ini terbukti mampu menjawab kebutuhan pembelajaran interaktif di bidang otomotif. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk menghadirkan media pembelajaran inovatif dan aplikatif telah tercapai.

Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, seperti pengujian yang hanya dilakukan pada kondisi lingkungan terbatas dan penggunaan fitur kontrol dasar tanpa integrasi keamanan lanjutan. Keterbatasan ini menjadi peluang untuk pengembangan lebih lanjut.

4.2. Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar media pembelajaran ini:

1. Menambahkan sistem keamanan canggih, misalnya otentikasi biometrik (sidik jari atau pengenalan wajah) pada aplikasi smartphone.
2. Melakukan pengujian di berbagai kondisi lingkungan untuk memastikan keandalan dan stabilitas sistem.
3. Mengembangkan modul pembelajaran terstruktur yang diintegrasikan ke dalam kurikulum pendidikan vokasi, sehingga peserta didik dapat menghubungkan teori dengan praktik secara langsung.

Referensi

- Assubhi, M. H., & Rahmadewi, R. (2024). Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering PERANCANGAN SISTEM KENDALI PADA SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR DENGAN MIKROKONTROLER ESP32. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, 6(1), 67. <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- Auwali, G. R., Ahfas, A., & Ayuni, S. D. (2023). *Motorbike Control and Safety Devices Using Telegram-Based ESP 32 Cam to Minimize Theft Alat Kontrol dan Pengaman Sepeda Motor Menggunakan ESP 32 Cam Berbasis Telegram untuk Meminimalisasi Pencurian*. 3(October), 219–229.
- Caraveo-Cacep, M. A., Vázquez-Medina, R., & Hernández Zavala, A. (2023). A survey on low-cost development boards for applying cryptography in IoT systems. *Internet of Things (Netherlands)*, 22(March), 100743. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100743>
- Easterline, L. M., Putri, A. A. Z. R., Atmaja, P. S., Dewi, A. L., & Prasetyo, A. (2024). Smart Air Monitoring with IoT-based MQ-2, MQ-7, MQ-8, and MQ-135 Sensors using NodeMCU ESP32. *Procedia Computer Science*, 245(C), 815–824. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.10.308>
- El-Khozondar, H. J., Mtair, S. Y., Qoffa, K. O., Qasem, O. I., Munyarawi, A. H., Nassar, Y. F., Bayoumi, E. H. E., & Halim, A. A. E. B. A. El. (2024). A smart energy monitoring system using ESP32 microcontroller. *E-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 9(June), 100666. <https://doi.org/10.1016/j.prime.2024.100666>
- Josephinshermila, P., Sharon priya, S., Malarvizhi, K., hegde, R., Gokul Pran, S., & Veerasamy, B. (2023). Accident detection using automotive smart black-box based. *Measurement: Sensors*, 27(September 2022), 100721. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2023.100721>
- Kubascik, M., Tupy, A., Cechovic, L., & Karpis, O. (2025). Development of an advanced continuous glucose monitoring system using ESP32. *IFAC-PapersOnLine*, 59(2), 13–16. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2025.06.024>
- Latif, M. R., & Muskhir, M. (2020). Pengembangan Buku Ajar Pada Matakuliah Rangkaian Listrik Program Studi Teknik Elektro Industri. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(1), 365.

- <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i1.108036>
- Lim, Z. Y., Ong, L. Y., & Leow, M. C. (2024). Radio frequency-based human activity dataset collected using ESP32 microcontroller in line-of-sight and non-line-of-sight indoor experiment setups. *Data in Brief*, 57, 111101. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.111101>
- Mukhlison Mukhlison, & Andiko Dodik Nurjaya. (2025). Sistem Keamanan Sepeda Motor Integrasikan Sidik Jari dan Pelacakan GPS Tracker dengan Kontrol Jarak Jauh Berbasis ESP 32 di Sepeda Motor. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 4(1), 287–303. <https://doi.org/10.55606/jurritek.v4i1.4878>
- Nailurrohman, M., Santoso, F., & Baijuri, A. (2024). Rancang Bangun Sistem Smart Key Pada Sepeda Motor Menggunakan Mikrokontroler Esp32 dan Android Via Bluetooth. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(3), 1759–1768. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i3.4552>
- Naweed, A., & Blackman, R. (2024). The art of riding safely: A critical examination of advanced rider assistance systems in motorcycle safety discourse. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 107(October), 1198–1213. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2024.11.003>
- 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>
- Pardede, R., Farisi, H., & Arwani, I. (2017). Pengembangan sistem aplikasi monitoring sepeda motor berbasis IOT dengan modul GPS guna pemantauan dan keamanan kendaraan (studi kasus: Roganda Rental Motorbike). *Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(1), 1–10. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Paz Penagos, H., Mahecha, E. M., Camargo, A. M., Jimenez, E. S., Sarmiento, D. A. C., & Salazar, S. V. H. (2024). Detection, recognition and transmission of snoring signals by ESP32. *Measurement: Sensors*, 36(October). <https://doi.org/10.1016/j.measen.2024.101397>
- Pemerintah Indonesia, K. (2025). *Naskah Akademik Pembelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial pada Pendidikan Dasar dan Menengah*.
- Pineda-Tobón, D. M., Espinosa-Bedoya, A., & Branch-Bedoya, J. W. (2024). Aquality32: A low-cost, open-source air quality monitoring device leveraging the ESP32 and google platform. *HardwareX*, 20(October). <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2024.e00607>
- Romadlon Ardliyansyah, M. S., & Bachri, A. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Dan Pengendali Jarak Jauh Sepeda Motor Menggunakan Android Berbasis Nodemcu ESP32 dan GPS. *Jurnal FORTECH*, 3(1), 27–33. <https://doi.org/10.56795/fortech.v3i1.104>
- Tang, X., Shi, Y., Chen, B., Longden, M., Farooq, R., Lees, H., & Jia, Y. (2023). A miniature and intelligent Low-Power in situ wireless monitoring system for automotive wheel alignment. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 211(December 2022), 112578. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2023.112578>
- Widi Saputro, T., Rahmat, B., & Idhom, M. (2025). Rancang Bangun on Off Sepeda Motor Menggunakan Wifi Dengan Esp32. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(3), 4383–4389. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i3.13626>