

Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Monitorkan Sepeda Motor Berbasis Esp32 Dengan Integrasi Firebase Realtime Database Dan Aplikasi Android

Muhammad Farel

Universitas Qamarul Huda Badaruddin – Nusa Tenggara Barat

hamjahdiha@unighba.ac.id

| 27

ARTICLE INFO

Article history:

Received Maret, 2026

Revised April , 2026

Accepted Juli, 2026

Available online Juli 2026

Kata Kunci: Algoritma, Kriptografi, Enkripsi, Keamanan Data, Privasi Digital



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.
Copyright © 2026 by Author. Published by KABAR_MOE

ABSTRAK

Di era transformasi digital, keamanan dan privasi data menjadi aspek fundamental dalam menunjang mobilitas masyarakat. Setiap aktivitas komunikasi, transaksi keuangan, dan penyimpanan data pribadi yang terhubung dengan jaringan publik sangat rentan terhadap ancaman kejahatan siber seperti penyadapan, peretasan, dan pencurian identitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara komprehensif implementasi serta mekanisme kerja algoritma kriptografi modern dalam melindungi data pribadi pengguna pada berbagai aplikasi kehidupan sehari-hari. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif deskriptif berbasis studi pustaka (*literature review*) dengan menganalisis literatur ilmiah, standar industri, dan kajian teknis terkait. Hasil kajian menunjukkan bahwa algoritma kriptografi

seperti *Advanced Encryption Standard* (AES), *Rivest–Shamir–Adleman* (RSA), *Elliptic Curve Cryptography* (ECC), dan *Secure Hash Algorithm* (SHA-256) bekerja secara terintegrasi di belakang layar (*invisible*). Penggunaan enkripsi simetris, asimetris, fungsi *hash*, hingga *end-to-end encryption* berhasil memberikan jaminan terhadap empat pilar keamanan informasi: *confidentiality*, *integrity*, *authentication*, dan *non-repudiation*. Kehadiran teknologi ini terbukti efektif menjadi benteng pertahanan utama dalam menjaga privasi dan keamanan data pengguna pada platform perpesanan instan, perbankan digital, transaksi *e-commerce*, protokol HTTPS, hingga kartu berbasis cip.

LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi saat ini telah melaju dengan sangat pesat serta membawa transformasi fundamental dalam berbagai sektor kehidupan manusia. Era modernisasi mendorong terciptanya efisiensi kerja dan kemudahan operasional pada berbagai perangkat elektronik yang digerakkan oleh sistem otomatisasi modern. Salah satu manifestasi utama dari kemajuan teknologi modern saat ini adalah fenomena *Internet of Things* (IoT). Konsep IoT memungkinkan berbagai jenis objek dan perangkat keras untuk saling terkoneksi, berkomunikasi, serta bertukar data secara *real-*

time melalui media jaringan internet tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia secara fisik.

Dalam ekosistem otomotif dan transportasi, sepeda motor merupakan salah satu sarana transportasi personal yang paling dominan digunakan oleh masyarakat Indonesia. Keberadaan sepeda motor yang sangat masif menjadikan moda transportasi ini sebagai prioritas dalam penerapan inovasi teknologi berbasis IoT guna meningkatkan fungsionalitas dan fleksibilitas operasinya. Meskipun penggunaan sepeda motor telah meluas, sebagian besar mekanisme kontrol operasional pada kendaraan roda dua saat ini masih mengandalkan sistem manual secara konvensional. Saklar fisik dan kunci kontak mekanis yang ada pada badan kendaraan kerap kurang praktis dan menyulitkan pengguna saat membutuhkan akses kendali jarak jauh.

| 28

Di samping itu, aspek pemantauan parameter vital kendaraan seperti kondisi kesehatan baterai atau aki (*accumulator*) sering terabaikan oleh pemilik kendaraan. Kurangnya informasi secara *real-time* mengenai kapasitas tegangan baterai sering kali mengakibatkan gangguan mendadak pada sistem kelistrikan dan starter kendaraan saat hendak digunakan. Guna mengatasi keterbatasan operasional manual tersebut, integrasi antara mikrokontroler canggih dan platform basis data cerdas berbasis *cloud* menjadi solusi yang sangat potensial. Penggunaan sistem kontrol jarak jauh berbasis aplikasi *smartphone* Android dapat mentransformasi sepeda motor konvensional menjadi kendaraan yang lebih cerdas (*smart motorcycle*).

Platform mikrokontroler ESP32 menawarkan keunggulan berupa ketersediaan modul konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi dengan efisiensi konsumsi daya yang tinggi. Sementara itu, layanan *Firebase Realtime Database* dari Google mampu bertindak sebagai *middleware* yang sangat responsif dalam memfasilitasi pertukaran data dua arah secara instant. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem kontrol sepeda motor 4 saklar berbasis mikrokontroler ESP32 dengan memanfaatkan *Firebase Realtime Database* dan antarmuka aplikasi Android. Melalui penggabungan teknologi ini, diharapkan operasional sistem kelistrikan kendaraan dapat dikendalikan dan dipantau secara efisien, praktis, dan akurat. Tujuan penelitian ini adalah (a) Merancang dan membangun sistem kontrol sepeda motor multi-saklar berbasis mikrokontroler ESP32, (b) Mengintegrasikan komunikasi data *real-time* antara mikrokontroler ESP32 dengan *Firebase Realtime Database*.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah paradigma komputasi yang menghubungkan berbagai benda fisik ke jaringan internet, memungkinkannya untuk mengumpulkan, mengirim, dan menerima data tanpa intervensi manusia secara langsung (Atzori et al., 2010).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan mencakup beberapa tahapan sistematis:

1. **Perancangan Perangkat Keras (Hardware):** Meliputi penghubungan mikrokontroler ESP32 dengan modul relay 4-saluran (relay kontak pada GPIO 23, relay starter pada GPIO 22, relay alarm pada GPIO 21, dan relay hazard/cadangan pada GPIO 19) serta pembaca tegangan baterai.
2. **Perancangan Perangkat Lunak (Software & Cloud):** Pembuatan skrip pemrograman C++ pada ESP32 menggunakan IDE dengan memasukkan *library* WiFi.h dan Firebase_ESP_Client.h. Konfigurasi basis data pada *Firebase Realtime Database* mencakup variabel relay1, relay2, relay3, relay4, battery, dan status.
3. **Pengembangan Antarmuka Aplikasi Android:** Perancangan antarmuka visual dan logika program aplikasi cerdas menggunakan platform Kodular.
4. **Pengujian dan Pengukuran:** Meliputi uji konektivitas Wi-Fi, uji responsivitas pembacaan data Firebase, uji eksekusi relay, dan pemantauan parameter sistem secara keseluruhan.

| 29

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem Keseluruhan

Sistem *Smart Motorcycle* yang dirancang bekerja secara terpadu melalui alur komunikasi data multi-tier: **Aplikasi Android** → **Firebase Realtime Database** → **ESP32** → **Modul Relay** → **Sistem Kelistrikan Sepeda Motor**. Mikrokontroler ESP32 bertindak sebagai unit pemroses sentral yang senantiasa terhubung ke internet melalui koneksi Wi-Fi.

a. Perancangan Aplikasi Pengendali pada Kodular

Antarmuka aplikasi *smartphone* berhasil dirancang pada platform Kodular seperti yang terlihat pada skema aplikasi. Aplikasi menyediakan tombol kontrol interaktif untuk empat fungsi utama kendaraan: Kontak (relay1), Starter (relay2), Alarm (relay3), dan Hazard (relay4). Di samping itu, antarmuka menyediakan *label* khusus untuk menampilkan status koneksi jaringan dan pembacaan level tegangan baterai (*accumulator*) kendaraan secara *real-time*.

b. Pemrograman Logika Blok pada Aplikasi

Logika program pada Kodular memanfaatkan blok komponen HTTP/Web request untuk melakukan pembaruan data secara langsung menuju URI Firebase. Ketika tombol "ON" pada aplikasi ditekan oleh pengguna, aplikasi mengirim data biner berupa angka 1, sedangkan tombol "OFF" akan mengirimkan data biner angka 0 ke node variabel yang sesuai di Firebase.

c. Struktur dan Integrasi Basis Data Firebase

Sistem *Firebase Realtime Database* dikonfigurasi pada titik server asia-southeast1. Struktur JSON menyimpan data node status relay (relay1 hingga relay4), nilai pembacaan sensor tegangan (battery), serta variabel penanda status. Perubahan data pada Firebase berlangsung secara instan dengan *latency* rendah setelah perintah dieksekusi dari aplikasi Android.

| 30

d. Eksekusi Program Firmware pada ESP32

Firmware ESP32 dikembangkan menggunakan *library* pendukung *FirebaseData*, *FirebaseAuth*, dan *FirebaseConfig*. Pada fungsi *setup()*, seluruh pin keluaran digital (GPIO 23, 22, 21, dan 19) diatur ke kondisi logika LOW awal guna mencegah pengaktifan relay yang tidak disengaja saat proses pengoperasian awal (*booting*). Pada fungsi *loop()*, ESP32 secara berulang melakukan kueri pembacaan data ke Firebase dengan periode jeda (*polling time*) sebesar 200 milidetik.

e. Pengujian Konektivitas Wi-Fi dan Firebase

Berdasarkan hasil pengujian jaringan, ESP32 terbukti mampu melakukan proses otentikasi koneksi ke *Access Point* Wi-Fi hingga berhasil mendapatkan alamat IP. Setelah jaringan terhubung, status koneksi pada Serial Monitor memberikan konfirmasi sukses dan ESP32 langsung melakukan inisialisasi sesi komunikasi sinkron dengan *Firebase Realtime Database*.

f. Pengujian Respon Relay dan Fungsi Kontrol

Pengujian fungsionalitas modul relay 4-saluran menunjukkan tingkat keberhasilan 100%. Ketika data relay1 pada Firebase bernilai 1, pin GPIO 23 menghasilkan luaran logika tinggi yang langsung mengaktifkan relay kelistrikan kontak utama. Demikian pula dengan relay2 (starter), relay3 (alarm), dan relay4 (hazard/fungsi keempat), seluruhnya merespon perubahan status biner dari Firebase secara tepat.

g. Evaluasi Kinerja Monitoring Tegangan dan Status Sistem

Sistem pembacaan indikator koneksi mampu memunculkan label Status: ONLINE secara akurat pada aplikasi Android. Mengenai pemantauan tegangan baterai, nilai default awal tercatat sebesar 0.00 Volt ketika belum terdapat data pembacaan analog dari sensor. Pengujian fisik secara langsung pada kendaraan disarankan untuk mengkalibrasi parameter pembagi tegangan agar data kapasitas baterai terukur secara presisi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang bangun, pengujian, dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem kontrol sepeda motor berbasis IoT berhasil diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pengendali utama yang terhubung dengan modul relay 4-saluran.
2. Integrasi antara ESP32 dengan *Firebase Realtime Database* berjalan dengan baik, di mana perintah data biner (1 dan 0) dapat ditransmisikan dan dieksekusi secara *real-time* dengan interval *polling* 200 ms.
3. Aplikasi antarmuka Android yang dibangun dengan platform Kodular berhasil memfasilitasi pengguna dalam mengendalikan empat fungsi utama sepeda motor (kontak, starter, alarm, dan hazard) serta memantau status koneksi dan parameter tegangan baterai secara praktis.

| 31

DAFTAR PUSTAKA

- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). *The Internet of Things: A survey*. Computer Networks, 54(15), 2787-2805.
- Espressif Systems. (2018). *ESP32 Series Datasheet*. Espressif Systems Documentation.
- Google Firebase. (2021). *Firebase Realtime Database Documentation*. Google Cloud Platform.
- Saputra, Gion Dwi. (2026). *Laporan Tugas Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol Sepeda Motor 4 Saklar Berbasis ESP32 dengan Firebase*. (Dokumen Internal).