

# Sistem *Smartkey* Berbasis ESP8266 Menggunakan *Local Web Server* untuk Kendali Sepeda Motor dan Monitoring Bahan Bakar

Putra Pangihutan Nababan<sup>1</sup>, Marzuarman<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Riau, Indonesia

*email: nababanputra905@gmail.com<sup>1</sup>, marzuarman@polbeng.ac.id<sup>2</sup>*

**Intisari** - Sepeda motor umumnya masih menggunakan sistem kunci mekanis konvensional yang rentan terhadap pencurian serta memiliki keterbatasan dalam penyajian informasi bahan bakar secara detail. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem *smartkey* berbasis ESP8266 menggunakan *local web server* untuk kendali sepeda motor dan monitoring bahan bakar secara *real-time*. Sistem dikembangkan dengan memanfaatkan ESP8266 sebagai *access point* sekaligus *web server* lokal yang dapat diakses melalui *smartphone* tanpa memerlukan koneksi internet. Fungsi kendali kendaraan direalisasikan menggunakan relay, sedangkan monitoring bahan bakar memanfaatkan sensor pelampung bawaan sepeda motor yang dihubungkan ke ADC ESP8266. Pengujian dilakukan terhadap fungsi *smartkey*, waktu respons sistem, dan akurasi monitoring bahan bakar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keberhasilan fungsi sebesar 100%, dengan waktu respons rata-rata 0,49 detik untuk menyalakan kendaraan dan 0,46 detik untuk mematikan kendaraan. Selain itu, sistem mampu memonitor volume bahan bakar dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 97,82%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memberikan solusi keamanan dan monitoring kendaraan yang efektif, ekonomis, serta mudah diterapkan tanpa memerlukan koneksi internet maupun sensor tambahan.

**Kata Kunci** - ESP8266, *Local Web Server*, Monitoring Bahan Bakar, Sepeda Motor, *Smartkey*.

**Abstrack** - Motorcycles generally still use conventional mechanical keys that are vulnerable to theft and provide limited fuel information. This study aims to design and implement an ESP8266-based smartkey system using a local web server for motorcycle control and real-time fuel monitoring. The system utilizes ESP8266 as both an access point and a local web server that can be accessed through a smartphone without requiring an internet connection. Vehicle control functions are implemented using relays, while fuel monitoring utilizes the motorcycle's factory-installed float sensor connected to the ESP8266 ADC. The system was evaluated based on smartkey functionality, response time, and fuel monitoring accuracy. Experimental results showed a 100% success rate for vehicle control functions, with average response times of 0.49 s for turning the vehicle on and 0.46 s for turning it off. Furthermore, the system achieved an average fuel monitoring accuracy of 97.82%. These results indicate that the proposed system provides an effective, economical, and practical solution for vehicle security and fuel monitoring without requiring internet connectivity or additional fuel sensors.

**Keywords** - ESP8266, Fuel Monitoring, Local Web Server, Motorcycle, Smartkey.

## I. PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan salah satu moda transportasi yang paling banyak digunakan karena praktis dan ekonomis [1],[2],[3]. Namun, penggunaan sistem kunci mekanis konvensional masih memiliki kelemahan, seperti mudah diduplikasi dan rentan terhadap tindak pencurian [4],[5]. Selain itu, pengendara sering mengalami kesulitan dalam memantau kondisi

bahan bakar secara akurat karena indikator bawaan kendaraan umumnya hanya memberikan informasi secara terbatas [6]. Perkembangan teknologi mikrokontroler dan komunikasi nirkabel memungkinkan pengembangan sistem yang dapat meningkatkan keamanan kendaraan sekaligus memberikan informasi kondisi bahan bakar secara *real-time* [7].

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem keamanan kendaraan menggunakan RFID, Bluetooth, maupun teknologi Internet of Things (IoT) berbasis ESP8266 [8],[9]. Penelitian lainnya berfokus pada monitoring bahan bakar menggunakan berbagai jenis sensor yang terhubung ke aplikasi monitoring. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi IoT mampu meningkatkan keamanan dan kemudahan pemantauan kendaraan. Namun, sebagian besar penelitian masih mengembangkan fungsi keamanan dan monitoring bahan bakar secara terpisah, serta banyak yang bergantung pada koneksi internet dan layanan *cloud* [10],[11].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengusulkan sistem *smartkey* berbasis ESP8266 menggunakan *local web server* yang dapat diakses melalui *smartphone* melalui jaringan WiFi lokal tanpa memerlukan koneksi internet. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan fungsi kendali kontak dan *starter* sepeda motor dengan monitoring bahan bakar dalam satu platform. Keterbaruan penelitian ini terletak pada penggabungan kedua fungsi tersebut dalam satu sistem berbasis *local web server* sehingga lebih sederhana, responsif, dan tidak bergantung pada server eksternal.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, diperlukan suatu sistem yang mampu mengintegrasikan fungsi keamanan kendaraan dan monitoring bahan bakar dalam satu platform yang mudah digunakan. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem *smartkey* berbasis ESP8266 menggunakan *local web server* yang memungkinkan pengguna mengendalikan sistem kelistrikan sepeda motor serta memantau kondisi bahan bakar melalui *smartphone* tanpa memerlukan koneksi internet. Kinerja sistem yang dikembangkan dievaluasi berdasarkan keberhasilan fungsi kendali, waktu respons akses *web server*, dan tingkat akurasi pembacaan sensor bahan bakar untuk memastikan sistem dapat beroperasi secara efektif dan andal.

## II. METODE

### A. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang dimulai dari studi literatur untuk memahami konsep *smartkey*, ESP8266, *local web server*, dan sistem monitoring bahan bakar pada sepeda motor. Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan sistem yang mencakup penentuan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dilakukan perancangan sistem yang meliputi integrasi ESP8266 dengan relay sebagai pengendali kontak dan starter serta pembacaan sinyal analog dari sensor bahan bakar bawaan sepeda motor.

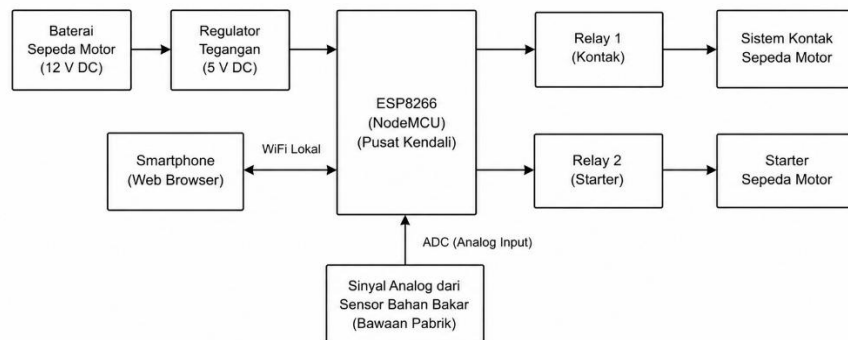


Gambar 1. Blok diagram tahapan penelitian

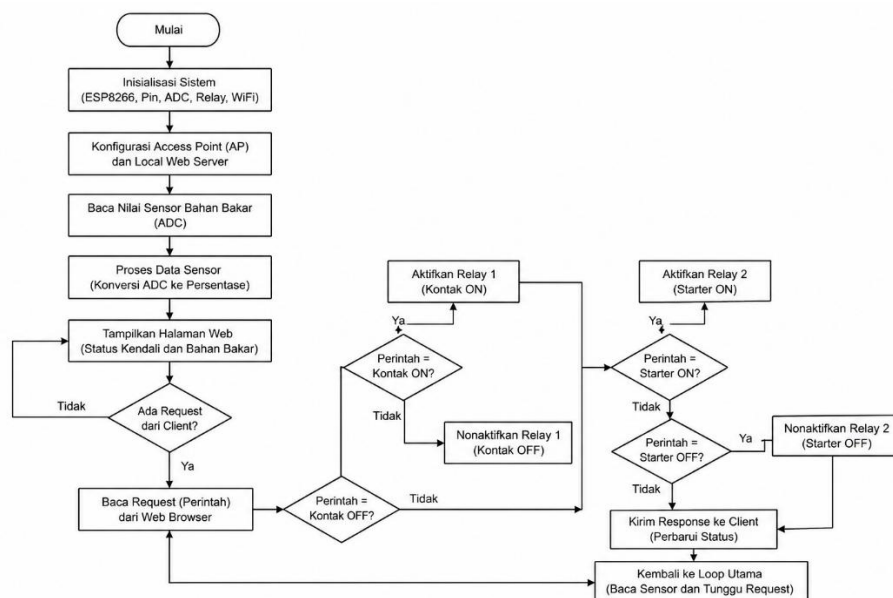
Tahap berikutnya adalah implementasi sistem dan pengujian. Implementasi dilakukan dengan merakit perangkat keras serta mengembangkan perangkat lunak untuk local web server dan pengolahan data sensor bahan bakar. Setelah sistem berhasil dibangun, dilakukan pengujian terhadap fungsi smartkey, monitoring bahan bakar, waktu respons sistem, dan akurasi pembacaan sensor. Data hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem yang dikembangkan. Adapun tahapan penelitian ditunjukkan pada blok diagram pada Gambar 1.

### B. Perancangan Sistem

Sistem yang dikembangkan terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi untuk mewujudkan fungsi *smartkey* dan monitoring bahan bakar pada sepeda motor. ESP8266 digunakan sebagai pusat kendali sistem yang berfungsi mengolah data, mengendalikan relay, serta menyediakan layanan *local web server*. Relay digunakan untuk mengendalikan kontak dan starter sepeda motor, sedangkan sensor bahan bakar bawaan kendaraan dimanfaatkan untuk memperoleh informasi ketinggian bahan bakar di dalam tangki. Sinyal analog dari sensor bahan bakar dibaca melalui ADC ESP8266 dan selanjutnya diolah menjadi informasi persentase bahan bakar yang ditampilkan pada halaman web. Untuk blok diagram sistem perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram sistem perangkat keras



Gambar 3. *Flowchart software*

Pada sisi perangkat lunak, ESP8266 dikonfigurasi sebagai *access point sekaligus local web server* sehingga pengguna dapat mengakses sistem menggunakan *smartphone* melalui jaringan WiFi lokal tanpa memerlukan koneksi internet. Antarmuka web menyediakan fitur untuk mengaktifkan dan menonaktifkan kontak kendaraan, mengoperasikan *starter*, serta menampilkan informasi kondisi bahan bakar secara *real-time*. Ketika pengguna mengirimkan perintah melalui halaman web, ESP8266 akan memproses perintah tersebut dan mengendalikan relay sesuai fungsi yang dipilih. Selain itu, ESP8266 secara berkala membaca data sensor bahan bakar dan memperbarui informasi yang ditampilkan pada halaman web sehingga pengguna dapat memantau kondisi bahan bakar kendaraan secara langsung.

### C. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem *smartkey* berbasis ESP8266 yang telah dikembangkan. Pengujian mencakup fungsi kendali sepeda motor melalui local web server, waktu respons sistem terhadap perintah pengguna, serta akurasi pembacaan sensor bahan bakar. Setiap pengujian dilakukan sebanyak beberapa kali untuk memastikan konsistensi kinerja sistem.

Pengujian fungsi *smartkey* dilakukan dengan memberikan perintah ON dan OFF pada kontak sepeda motor serta perintah starter melalui antarmuka web yang diakses menggunakan *smartphone*. Parameter yang diamati meliputi keberhasilan eksekusi perintah dan respons sistem terhadap setiap perintah yang diberikan. Tingkat keberhasilan fungsi dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Tingkat Keberhasilan Fungsi (\%)} = \frac{\text{Jumlah Pengujian Berhasil}}{\text{Jumlah Seluruh Pengujian}} \times 100\% \quad (1)$$

Pengujian waktu respons dilakukan dengan mengukur selang waktu sejak tombol perintah pada halaman web ditekan hingga relay aktif atau nonaktif. Pengukuran dilakukan menggunakan *stopwatch* digital dan dihitung nilai rata-ratanya menggunakan persamaan:

$$T_{\text{rata-rata}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad (2)$$

dengan ( $T$ ) adalah waktu respons setiap pengujian dan ( $n$ ) adalah jumlah pengujian. Pengujian monitoring bahan bakar dilakukan dengan membandingkan nilai persentase bahan bakar yang ditampilkan sistem dengan kondisi aktual bahan bakar di dalam tangki. Nilai ADC yang diperoleh dari sensor bahan bakar bawaan kendaraan dikonversi menjadi persentase bahan bakar melalui proses kalibrasi. Tingkat akurasi sistem dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Akurasi (\%)} = \left( 1 - \frac{|\text{Nilai}_{\text{Aktual}} - \text{Nilai}_{\text{Terukur}}|}{\text{Nilai}_{\text{Aktual}}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Hasil dari seluruh pengujian selanjutnya dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan fungsi *smartkey*, kecepatan respons sistem, dan akurasi monitoring bahan bakar yang diperoleh dari sistem yang dikembangkan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Implementasi Sistem

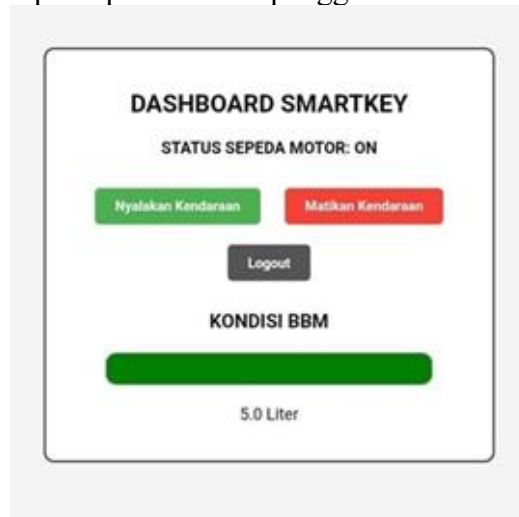
Implementasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan ESP8266, relay kendali sepeda motor, dan sensor bahan bakar bawaan kendaraan yang menggunakan mekanisme pelampung. ESP8266 dikonfigurasi sebagai *access point* sekaligus *local web server* sehingga pengguna dapat mengakses sistem melalui browser pada *smartphone* tanpa memerlukan koneksi internet. Sistem yang dikembangkan menyediakan fitur autentikasi pengguna, kendali kendaraan, dan monitoring bahan bakar dalam satu *platform* berbasis web.

Halaman pertama yang ditampilkan adalah halaman login seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Halaman ini berfungsi sebagai lapisan keamanan untuk membatasi akses sistem hanya kepada pengguna yang memiliki *username* dan *password* yang valid. Setelah proses autentikasi berhasil, pengguna akan diarahkan ke halaman dashboard utama.



Gambar 4. Halaman login *smartkey*

Pada *dashboard* utama yang ditunjukkan pada Gambar 5, pengguna dapat melihat status kendaraan, mengaktifkan atau menonaktifkan sistem kelistrikan sepeda motor melalui tombol kendali yang tersedia, serta memantau kondisi bahan bakar secara *real-time*. Informasi bahan bakar ditampilkan dalam bentuk indikator batang (*progress bar*) dan nilai volume bahan bakar dalam satuan liter. Data tersebut diperoleh dari pembacaan sinyal analog sensor bahan bakar bawaan sepeda motor yang diproses oleh ADC ESP8266 dan dikonversi menjadi informasi volume bahan bakar yang dapat dipahami oleh pengguna.



Gambar 5. Dashboard *smartkey* dan monitoring bahan bakar

Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh fitur yang dirancang dapat berfungsi dengan baik. Pengguna dapat mengakses sistem melalui jaringan WiFi lokal yang disediakan ESP8266, melakukan kendali kendaraan secara langsung melalui antarmuka web, serta memperoleh informasi kondisi bahan bakar tanpa memerlukan perangkat tambahan maupun koneksi internet.

### B. Pengujian Fungsi Smartkey

Pengujian fungsi *smartkey* dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menjalankan perintah kendali yang diberikan pengguna melalui antarmuka web. Pengujian meliputi fungsi menyalakan kendaraan (kontak ON) dan mematikan kendaraan (kontak OFF) yang diakses melalui *dashboard smartkey*. Setiap fungsi diuji sebanyak 10 kali untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam memproses perintah dan mengendalikan relay yang terhubung ke sistem kelistrikan sepeda motor. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian fungsi *smartkey* yang dilakukan pada sistem yang telah dikembangkan.

TABEL 1. HASIL PENGUJIAN FUNGSI SMARTKEY

| No.          | Fungsi                    | Jumlah Pengujian | Berhasil  | Gagal    |
|--------------|---------------------------|------------------|-----------|----------|
| 1            | Menyalakan Kendaraan (ON) | 10               | 10        | 0        |
| 2            | Mematikan Kendaraan (OFF) | 10               | 10        | 0        |
| <b>Total</b> |                           | <b>20</b>        | <b>20</b> | <b>0</b> |

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1, seluruh perintah yang dikirimkan melalui halaman web berhasil dieksekusi oleh ESP8266. Relay dapat bekerja sesuai dengan kondisi yang diperintahkan sehingga sistem kelistrikan sepeda motor dapat diaktifkan maupun dinonaktifkan tanpa mengalami kegagalan selama proses pengujian.

Tingkat keberhasilan fungsi *smartkey* dihitung menggunakan Persamaan (1) dengan memasukkan jumlah pengujian berhasil sebanyak 20 kali dari total 20 kali pengujian menunjukkan bahwa sistem *smartkey* memiliki tingkat keberhasilan sebesar 100%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa komunikasi antara *smartphone*, *local web server*, dan ESP8266 berjalan dengan baik sehingga seluruh perintah yang diberikan pengguna dapat diproses dan dieksekusi secara tepat. Hasil ini juga menunjukkan bahwa penggunaan jaringan WiFi lokal mampu memberikan keandalan yang tinggi dalam proses kendali kendaraan tanpa bergantung pada koneksi internet.

### C. Pengujian Waktu Respons Sistem

Pengujian waktu respons dilakukan untuk mengetahui kecepatan sistem dalam mengeksekusi perintah yang diberikan pengguna melalui antarmuka web. Waktu respons diukur mulai dari saat tombol kendali pada halaman *dashboard* ditekan hingga relay berhasil mengubah kondisi sesuai perintah yang diberikan. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali untuk masing-masing fungsi kendali, yaitu menyalakan kendaraan (ON) dan mematikan kendaraan (OFF). Hasil pengujian waktu respons sistem ditunjukkan pada Tabel 2.

TABEL 2. HASIL PENGUJIAN WAKTU RESPONS SISTEM

| No. | Waktu Respons ON (detik) | Waktu Respons OFF (detik) |
|-----|--------------------------|---------------------------|
| 1   | 0,48                     | 0,45                      |

|                  |             |             |
|------------------|-------------|-------------|
| 2                | 0,51        | 0,47        |
| 3                | 0,46        | 0,44        |
| 4                | 0,49        | 0,46        |
| 5                | 0,47        | 0,45        |
| 6                | 0,50        | 0,48        |
| 7                | 0,48        | 0,46        |
| 8                | 0,52        | 0,47        |
| 9                | 0,49        | 0,45        |
| 10               | 0,47        | 0,44        |
| <b>Rata-rata</b> | <b>0,49</b> | <b>0,46</b> |

Berdasarkan data pada Tabel 2, diperoleh rata-rata waktu respons sebesar 0,49 detik untuk fungsi menyalakan kendaraan dan 0,46 detik untuk fungsi mematikan kendaraan. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu merespons perintah pengguna dalam waktu kurang dari satu detik.

Sedangkan rata-rata waktu respons fungsi mematikan kendaraan diperoleh sebesar 0,46 detik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan ESP8266 sebagai *local web server* mampu memberikan respons yang cepat karena komunikasi antara *smartphone* dan sistem dilakukan secara langsung melalui jaringan WiFi lokal tanpa melalui server internet. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat memberikan pengalaman penggunaan yang responsif dan nyaman bagi pengguna.

#### D. Pengujian Monitoring Bahan Bakar

Pengujian monitoring bahan bakar dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam membaca dan menampilkan informasi volume bahan bakar berdasarkan sinyal analog yang dihasilkan oleh sensor pelampung bawaan sepeda motor. Pengujian dilakukan dengan mengisi bahan bakar pada beberapa tingkat volume yang berbeda, kemudian membandingkan nilai aktual dengan nilai yang ditampilkan oleh sistem pada halaman dashboard. Hasil pengujian monitoring bahan bakar ditunjukkan pada Tabel 3.

TABEL 3. HASIL PENGUJIAN MONITORING BAHAN BAKAR

| No.              | Volume Aktual (Liter) | Volume Terukur (Liter) | Error (%)   | Akurasi (%)  |
|------------------|-----------------------|------------------------|-------------|--------------|
| 1                | 1,0                   | 0,98                   | 2,00        | 98,00        |
| 2                | 2,0                   | 1,95                   | 2,50        | 97,50        |
| 3                | 3,0                   | 2,94                   | 2,00        | 98,00        |
| 4                | 4,0                   | 3,92                   | 2,00        | 98,00        |
| 5                | 5,0                   | 4,88                   | 2,40        | 97,60        |
| <b>Rata-rata</b> |                       |                        | <b>2,18</b> | <b>97,82</b> |

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3, sistem mampu menampilkan informasi volume bahan bakar dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 97,82%. Selisih antara nilai aktual dan nilai terukur relatif kecil, dengan rata-rata *error* sebesar 2,18%. Perbedaan nilai tersebut disebabkan oleh karakteristik sensor pelampung yang menghasilkan perubahan resistansi secara tidak sepenuhnya linear terhadap perubahan volume bahan bakar di dalam tangki.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode pembacaan sinyal analog menggunakan ADC ESP8266 dapat dimanfaatkan untuk memonitor kondisi bahan bakar secara *real-time* tanpa memerlukan pemasangan sensor tambahan. Dengan memanfaatkan sensor bawaan kendaraan, sistem yang dikembangkan menjadi lebih sederhana, ekonomis, dan mudah diterapkan pada berbagai jenis sepeda motor yang menggunakan sensor pelampung sebagai indikator bahan bakar.

#### E. Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem *smartkey* berbasis ESP8266 menggunakan local web server mampu menjalankan seluruh fungsi yang dirancang dengan baik. Sistem berhasil mengendalikan kondisi kendaraan melalui perintah ON dan OFF dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%, serta memiliki waktu respons rata-rata kurang dari satu detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa komunikasi antara *smartphone* dan ESP8266 melalui jaringan WiFi lokal dapat berlangsung secara cepat dan andal tanpa memerlukan koneksi internet maupun server *cloud*. Dengan demikian, sistem mampu memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi pengguna dalam mengoperasikan kendaraan melalui perangkat *smartphone*.

Pada sisi monitoring bahan bakar, sistem mampu menampilkan informasi volume bahan bakar berdasarkan pembacaan sensor pelampung bawaan sepeda motor dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 97,82%. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor standar pabrikan dapat dimanfaatkan untuk keperluan monitoring tanpa memerlukan penambahan sensor khusus. Dibandingkan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada sistem keamanan kendaraan atau monitoring bahan bakar secara terpisah, penelitian ini berhasil mengintegrasikan kedua fungsi tersebut ke dalam satu platform berbasis ESP8266 dan *local web server*. Integrasi tersebut menjadikan sistem lebih sederhana, ekonomis, dan mudah diterapkan pada berbagai jenis sepeda motor.

### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem *smartkey* berbasis ESP8266 menggunakan *local web server* berhasil diimplementasikan untuk mengendalikan sepeda motor dan melakukan monitoring bahan bakar secara *real-time* melalui *smartphone*. Sistem mampu menjalankan fungsi kendali kendaraan dengan tingkat keberhasilan 100%, memiliki waktu respons rata-rata kurang dari satu detik, serta mampu memantau volume bahan bakar menggunakan sensor pelampung bawaan sepeda motor dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 97,82%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan ESP8266 dan local web server dapat menjadi solusi yang efektif, ekonomis, dan mudah diterapkan tanpa memerlukan koneksi internet maupun penambahan sensor bahan bakar khusus. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur keamanan seperti autentikasi *multi-level*, notifikasi penggunaan kendaraan, pencatatan riwayat akses, serta integrasi dengan teknologi GPS untuk mendukung fungsi pelacakan kendaraan secara *real-time*.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada institusi tempat penelitian dilaksanakan yang telah menyediakan fasilitas dan sarana pendukung penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang telah memberikan masukan, bantuan teknis, serta dukungan selama proses perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. Penghargaan yang sebesar-besarnya juga disampaikan kepada keluarga atas doa, motivasi, dan dukungan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

### REFERENSI

- [1] Y. P. Zulkarnain, B. Djohan, and D. Yulianti, "Analisis pemodelan pemilihan moda

- transportasi antara sepeda motor dengan angkutan umum,” *J. Tek. Sipil LATERAL*, vol. 1, no. 1, pp. 46–52, 2023.
- [2] N. Nomin, L. Lusiana, and M. Resky, “Dampak Penggunaan Sepeda Motor bagi Anak di bawah Umur: Sebuah Tinjauan Sistematis,” *JHIP-Jurnal Ilm. Ilmu Pendidik.*, vol. 9, no. 3, pp. 3232–3243, 2026.
  - [3] N. Hidayati, G. S. Prasetyo, G. S. Mulyono, and A. Magfirona, “Pemilihan Moda Transportasi Perjalanan Kerja di Desa Karanggeneng Boyolali,” *Din. Tek. Sipil Maj. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 16, no. 1, pp. 37–42, 2023.
  - [4] R. Fauzi, G. Priyandoko, and S. Setiawidayat, “Rancang bangun sistem keamanan kunci sepeda motor menggunakan E-KTP sebagai tag berbasis Arduino UNO,” *JASEE J. Appl. Sci. Electr. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 68–79, 2024.
  - [5] A. Akbar, H. Hardianto, and K. Prasajo, “Rancang Bangun Alat Pengendali Kunci Sepeda Motor Berbasis Arduino Uno,” *J. Media Elektr.*, vol. 20, no. 1, pp. 15–21, 2022.
  - [6] H. Abdillah and A. Asrori, “Pengaruh Penggunaan Sensor Tingkat Minyak pada Sistem Monitoring Tangki Bahan Bakar Alat Berat Bulldozer,” *J. Creat. Student Res.*, vol. 2, no. 3, pp. 225–233, 2024.
  - [7] S. Siswanto, F. R. Bahari, and others, “Implementasi Sistem Keamanan Kendaraan Bermotor Menggunakan GPS Berbasis IoT,” *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 9, no. 2, pp. 215–221, 2024.
  - [8] A. Permana, A. Surapati, and H. Santosa, “Penerapan Teknologi RFID, GSM dan GPS Pada Perancangan Sistem Keamanan Sepeda Motor,” *J. Teknol.*, vol. 14, no. 1, pp. 19–26, 2022.
  - [9] A. K. Prasetya and A. B. Yunanda, “Rancang Bangun Keamanan Sepeda Motor IoT Dengan Biometrik, GPS, Dan Kendali Kunci Stang Via Smartphone,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 3S1, 2025.
  - [10] B. Simanjuntak, “Pembuatan Alat Pengaman Sepeda Motor Dengan Memanfaatkan Bluetooth Berbasis ESP 32,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 14, no. 1, 2026.
  - [11] D. Wahjudi, A. F. Rahmawan, K. Wahjudi, and I. Darmawan, “Designing A Motorcycle Security System With Internet of Things (IoT) and BluetoothH TECHNOLOGY USING NODEMCU,” *J. Electron. Electr. Power Appl.*, vol. 3, no. 1, pp. 130–137, 2023.