

Rancang Bangun Sistem Penyewaan Sepeda Listrik Dengan Pembayaran Menggunakan Qris Dan Monitoring Keamanan GPS Berbasis ESP32 Di Tempat Wisata

Aldi Yulianto; Heru Supriyono
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Sepeda listrik merupakan kendaraan roda dua yang dilengkapi motor listrik sebagai penggerak tambahan, menawarkan kelebihan berupa pengurangan upaya pengendara, jangkauan perjalanan lebih jauh, dan ramah lingkungan. Penelitian ini mengembangkan sistem penyewaan sepeda listrik dengan pembayaran QRIS dan monitoring keamanan GPS berbasis ESP32 untuk tempat wisata. Sistem terdiri dari antarmuka *web* berbasis Laravel untuk pemesanan dan pembayaran, serta perangkat keras untuk kontrol sepeda dan pemantauan lokasi. Komponen utama yang digunakan meliputi mikrokontroler ESP32, modul GPS Ublox Neo 6MV2, dan komunikasi nirkabel *ESP-NOW*. Metode penelitian meliputi perancangan *hardware* dan *software*, integrasi sistem pembayaran QRIS, implementasi tracking GPS, dan pengembangan aplikasi monitoring berbasis Blynk. Sistem dirancang dengan dua unit utama: *Master* untuk antarmuka pengguna dan *Slave* untuk kontrol sepeda dan pemantauan GPS. Pengujian pembayaran menggunakan QRIS menunjukkan keberhasilan transaksi untuk berbagai durasi sewa dari 30 hingga 180 menit, dengan pencatatan yang akurat dalam *database* sistem. Pengujian dilakukan di lingkungan kampus UMS untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam kondisi nyata. Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat mengirim kode unik hingga jarak 24 meter menggunakan *ESP-NOW*, dengan rata-rata waktu pengiriman 12.59 detik. Akurasi GPS menunjukkan rata-rata selisih 7.6875 meter di dalam zona dan 6.0375 meter di luar zona pada 8 titik pengujian, dibandingkan dengan GPS *smartphone*. Sistem berhasil membedakan posisi sepeda di dalam dan luar zona yang ditentukan, mengaktifkan alarm dan menonaktifkan sepeda saat keluar zona. Integrasi dengan Blynk memungkinkan pemantauan lokasi dan waktu sewa secara *real-time*. Penelitian ini menghasilkan solusi penyewaan sepeda listrik yang efisien, aman, dan ramah lingkungan untuk mendukung sektor pariwisata, dengan fitur pembayaran digital dan sistem keamanan berbasis lokasi yang terintegrasi.

Kata Kunci: Sepeda Listrik, QRIS, GPS, Monitoring Keamanan, ESP32.

Abstract

Electric bicycles are two-wheeled vehicles equipped with an electric motor as an additional drive, offering advantages such as reduced rider effort, longer travel range, and environmental friendliness. This research develops an electric bicycle rental system with QRIS payment and ESP32-based GPS security monitoring for tourist destinations. The system consists of a Laravel-based web interface for booking and payment, as well as hardware for bicycle control and location monitoring. The main components used include ESP32 microcontrollers, Ublox Neo 6MV2 GPS modules, and ESP-NOW wireless communication. The research method includes hardware and software design, QRIS payment system integration, GPS tracking implementation, and development of a Blynk-based monitoring application. The system is designed with two main units: Master for user interface and Slave for bicycle control and GPS monitoring. Payment testing using QRIS shows successful transactions for various rental durations from 30 to 180 minutes, with accurate recording in the system database. Testing was conducted in the UMS campus environment to evaluate system performance in real conditions. Test results show the system

can send unique codes up to 24 meters using ESP-NOW, with an average transmission time of 12.59 seconds. GPS accuracy shows an average difference of 7.75 meters inside the zone and 6 meters outside the zone at 8 test points, compared to smartphone GPS. The system successfully distinguishes bicycle positions inside and outside the designated zone, activating alarms and deactivating the bicycle when leaving the zone. Integration with Blynk enables real-time location monitoring. This research produces an efficient, safe, and environmentally friendly electric bicycle rental solution to support the tourism sector, with digital payment features and an integrated location-based security system. The system demonstrates the potential for enhancing tourist experiences while promoting sustainable transportation in tourist areas.

Keywords: Electric Bicycle, QRIS, GPS, Security Monitoring, ESP32.

1. PENDAHULUAN

Pariwisata merupakan salah satu sektor yang berkembang pesat di Indonesia. Dengan kekayaan alam dan budaya yang dimiliki, tempat-tempat wisata menjadi daya tarik bagi wisatawan domestik dan mancanegara. "Sektor pariwisata Indonesia memiliki potensi besar untuk berkembang dan berkontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional." Nugroho et al. (2022) Namun, pertumbuhan pariwisata juga membawa tantangan dalam hal mobilitas dan dampak lingkungan. Diperlukan solusi transportasi yang ramah lingkungan dan efisien untuk mendukung pengalaman berwisata yang lebih berkelanjutan.

Sepeda listrik menjadi salah satu alternatif transportasi yang menjanjikan di kawasan wisata. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Kurniawan et al. (2019), "Penggunaan sepeda listrik di tempat wisata dapat mendukung konsep pariwisata berkelanjutan dan memberikan pengalaman yang unik bagi wisatawan." Selain ramah lingkungan, sepeda listrik juga memberikan kemudahan bagi wisatawan untuk menjelajahi tempat-tempat wisata secara leluasa. Namun, ketersediaan sepeda listrik di tempat wisata masih terbatas, dan sistem penyewaan yang ada seringkali kurang efisien dan aman.

Dengan perkembangan teknologi digital, terdapat peluang untuk mengoptimalkan sistem penyewaan sepeda listrik melalui integrasi dengan pembayaran menggunakan QRIS (*QR Code Indonesian Standard*) dan monitoring keamanan GPS berbasis ESP32. Menurut Solin et al. (2021), "Implementasi QRIS pada sistem pembayaran dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan transaksi, serta mempermudah pelanggan dalam melakukan pembayaran." Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Sulistyio et al. (2020) menunjukkan bahwa "Sistem Monitoring keamanan berbasis GPS dengan mikrokontroler ESP32 terbukti efektif dalam melacak lokasi kendaraan dan mengurangi risiko pencurian."

Studi yang dilakukan oleh Kurniawan, Widjaja, dan Susanto (2019) menghasilkan sebuah sistem peminjaman sepeda bertenaga listrik yang dapat mempermudah pengunjung dalam meminjam dan menggunakan sepeda listrik selama di area wisata. Sistem ini diciptakan dan dikembangkan dengan tujuan untuk membantu pengelola dalam mengatur data peminjaman dan ketersediaan sepeda. Dalam pengembangannya, para peneliti menggunakan pendekatan *waterfall* yang terdiri dari beberapa tahapan,

dimulai dari analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan. Sistem ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *database* MySQL.

Setelah melewati tahap pengujian, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem peminjaman sepeda listrik yang dibangun dapat berjalan dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna. Sistem ini terbukti mempermudah proses peminjaman, pembayaran, dan pengembalian sepeda listrik bagi pengunjung. Di sisi lain, sistem ini juga membantu pengelola dalam mengatur data peminjaman dan ketersediaan sepeda secara efektif dan efisien. Dengan demikian, penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah sistem peminjaman sepeda listrik yang dapat diimplementasikan di area wisata alam untuk meningkatkan layanan dan kemudahan bagi pengunjung, serta pengelolaan yang lebih baik bagi pengelola kawasan wisata.

Penelitian lain oleh Wahanie, G.D., Lim, R., & Sugiarto, I. (2023) mengembangkan sistem meter listrik prabayar dengan pembayaran menggunakan QRIS di rumah kos. Penggunaan QRIS dalam sistem ini memberikan kemudahan dan efisiensi dalam proses pembayaran bagi penghuni kos. QRIS merupakan standar pembayaran QR *Code* yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia, sehingga memudahkan integrasi dengan berbagai aplikasi dompet digital yang tersedia. Penghuni kos cukup memindai kode QR yang ditampilkan pada sistem meter listrik dan melakukan pembayaran melalui aplikasi dompet digital yang terhubung dengan QRIS. Selain itu, QRIS juga menawarkan transparansi dalam transaksi pembayaran dan mempermudah pelacakan riwayat pembayaran. Dengan mengadopsi QRIS, penelitian ini berhasil meningkatkan kenyamanan dan efisiensi dalam pengelolaan pembayaran listrik di rumah kost.

Pada jurnal yang berjudul "Efektifitas pengendalian sistem sepeda listrik menggunakan GPS *Tracker* berbasis aplikasi Android" yang dilakukan oleh Wendy Zulfikar et al.(2023), dapat disimpulkan bahwa penelitian ini mengkaji penggunaan teknologi GPS *Tracker* yang diintegrasikan dengan aplikasi Android untuk mengendalikan sistem sepeda listrik. Implementasi GPS *Tracker* memungkinkan pelacakan lokasi sepeda listrik secara *real-time*, sehingga memudahkan pemantauan dan pengelolaan armada sepeda listrik. Dengan memanfaatkan GPS, pengguna dapat memantau posisi terkini sepeda listrik, menganalisis rute perjalanan, serta mengoptimalkan penggunaannya.

Sistem ini juga didukung dengan antarmuka aplikasi Android yang *user-friendly*, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengakses berbagai informasi terkait seperti lokasi, kecepatan, dan status baterai sepeda listrik. Adanya integrasi GPS dan aplikasi Android ini terbukti efektif dalam meningkatkan keamanan, efisiensi, serta kenyamanan dalam pengelolaan dan pengoperasian sepeda listrik. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi GPS *Tracker* berbasis aplikasi Android merupakan solusi yang menjanjikan untuk memantau dan mengendalikan sistem sepeda listrik secara lebih baik.

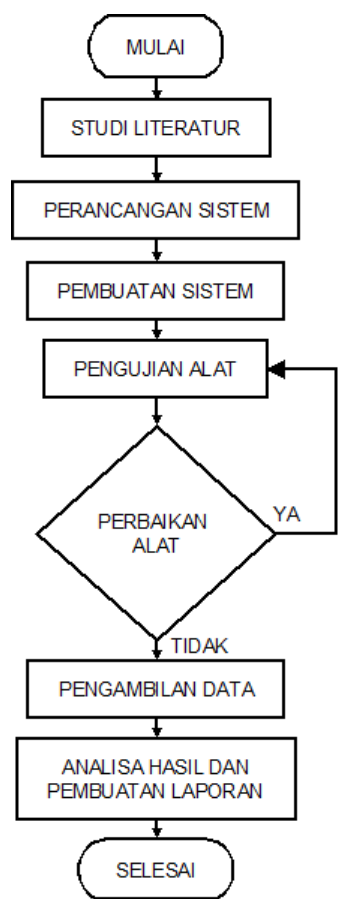
Penelitian lain yang berjudul "Sistem pemantauan dan pengendalian sepeda listrik berbasis *Internet of Things*" oleh Ridwan Arif Cahyono et al. (2022) mengembangkan sebuah sistem pemantauan dan pengendalian sepeda listrik yang berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini memanfaatkan teknologi IoT

untuk memantau kondisi sepeda listrik secara *real-time* dan mengendalikan beberapa fungsi penting. Dengan memanfaatkan konektivitas internet, pengguna dapat memantau informasi seperti lokasi sepeda, kecepatan, status baterai, dan parameter lainnya.

Selain itu, sistem ini juga memungkinkan pengguna untuk mengendalikan beberapa fungsi sepeda listrik dari jarak jauh, seperti mengunci atau membuka kunci, menyalakan atau mematikan mesin, dan mengatur kecepatan maksimum. Fitur-fitur ini dapat meningkatkan keamanan, efisiensi, dan kenyamanan dalam penggunaan sepeda listrik.

2. METODE

2.1 Tahapan Penelitian



Gambar 1. *Flowchart* Tahapan Penelitian

Pada Gambar 1 merupakan urutan dari tahapan penelitian dimana menggunakan pendekatan sistematis dalam pengembangan sistem. Dimulai dengan studi literatur menyeluruh, peneliti mempelajari secara mendalam tentang sensor GPS, sistem pembayaran berbasis *Framework* Laravel, dan protokol *ESP-NOW*. Tahap berikutnya yaitu pemilihan komponen yang tepat untuk memastikan kinerja sistem dapat bekerja secara maksimal.

Proses perancangan sistem penyewaan sepeda listrik dengan QRIS dan monitoring GPS dimulai dengan pembuatan antarmuka *web* pembayaran berupa formulir pemesanan menggunakan *Framework* Laravel,

berikutnya adalah menghubungkan antarmuka *web* yang telah dibuat ke *database* untuk menyimpan data transaksi dan menghubungkan dengan *payment gateway* untuk pembayaran online melalui QRIS. Terakhir, membuat program pada mikrokontroler ESP32 untuk menerima data transaksi dari *database* server untuk dihubungkan ke sepeda listrik dan membuat program untuk memantau sepeda listrik dengan modul GPS secara *real-time* melalui aplikasi Blynk. Setelah selesai, sistem diuji di lingkungan kampus 2 UMS, khususnya di samping area Danau dan Gedung Induk Siti Walidah UMS, untuk mengevaluasi akurasi sensor GPS.

Peneliti menerapkan pendekatan iteratif dalam pengujian dan perbaikan. Setiap kali ditemukan masalah, perbaikan segera dilakukan diikuti dengan pengujian ulang hingga sistem berfungsi sesuai harapan. Setelah sistem bekerja dengan baik, pengumpulan data dilakukan secara menyeluruh. Tahap akhir meliputi analisis data yang dikumpulkan dan penyusunan laporan .

2.2 Persiapan alat dan bahan

Perancangan dan implementasi sistem penyewaan sepeda listrik dilakukan untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi bagi pengunjung tempat wisata, serta mengoptimalkan pengelolaan dan keamanan sepeda listrik. Sistem ini menggabungkan kemudahan pembayaran digital melalui QRIS dan pemantauan lokasi *real-time* menggunakan GPS. Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem ini dapat dilihat pada Tabel 1.

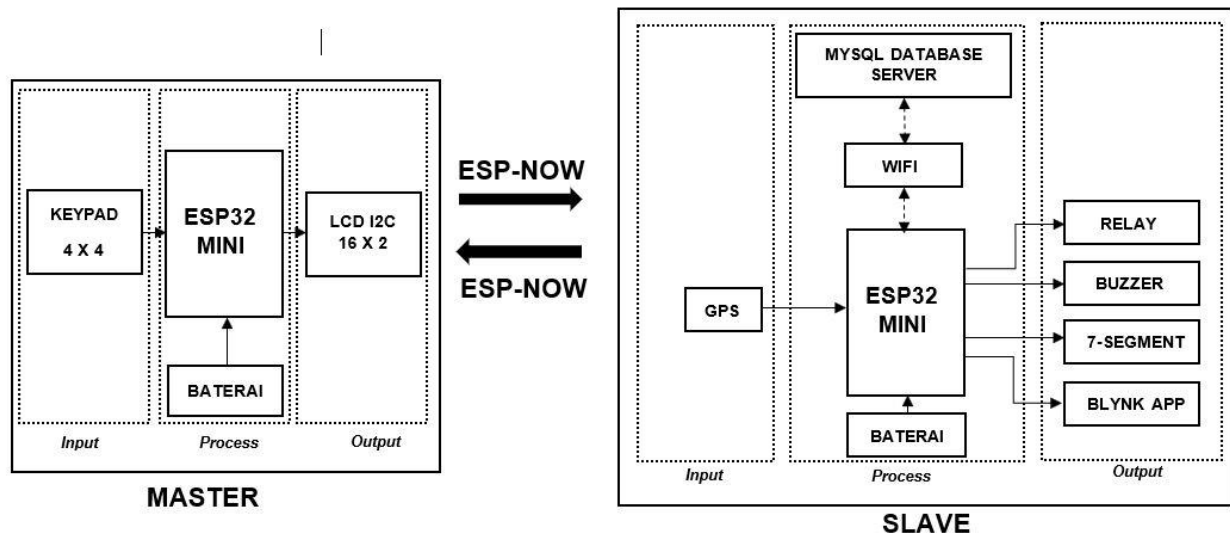
Tabel 1. Alat dan bahan

Alat dan Bahan	Jumlah
ESP32 Mini	2
LCD I2C 16x2	1
Keypad 4x4	1
Relai 1 Channel	2
<i>Buzzer</i>	1
Web hosting	1
Baterai	2
StepDown	1
PCB	2
<i>Box Plastik</i>	1
Modem <i>Wifi</i>	1
Tang	1
Bor	1
Solder	1

Selain Alat dan Bahan pada Tabel 1 peneliti juga menggunakan beberapa perangkat lunak/*software* untuk

membuat sistem diantaranya Arduino Ide untuk membuat *script* pada program mikrokontroler ,Visual Studio Code untuk membuat *website* pemesanan ,Easy Eda Editor untuk pembuatan *layout* PCB ,Autodesk Inventor dan Corel Draw untuk pembuatan desain *Box*.

2.3 Blok diagram sistem

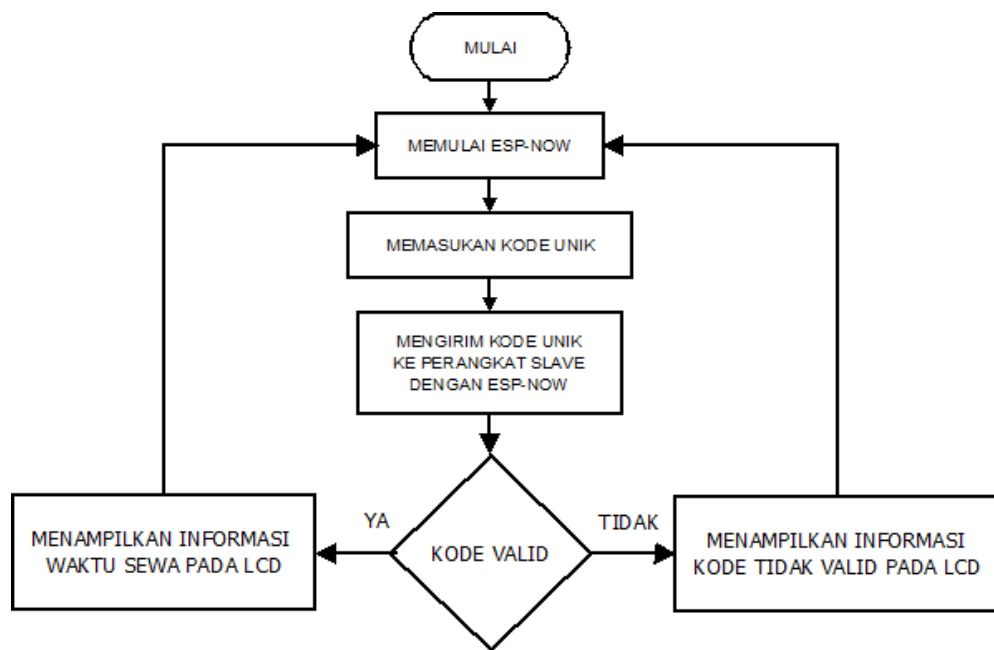


Gambar 2. Blok diagram sistem

Gambar 2 menggambarkan blok diagram sistem penyewaan sepeda listrik yang terdiri dari dua komponen utama yaitu *Master* dan *Slave*. Bagian *Master* berfungsi sebagai antarmuka pengguna, sementara *Slave* menangani operasi dan pemantauan sepeda listrik. Pada bagian *Master*, pelanggan memasukkan kode unik melalui *Keypad* 4x4 yang terhubung ke ESP32 Mini. Kode ini kemudian ditampilkan di LCD I2C 16x2 dan dikirim ke *Slave* menggunakan protokol *ESP-NOW*. Baterai menyuplai daya untuk komponen *Master*.

Bagian *Slave* lebih kompleks, dengan ESP32 Mini sebagai pusat kontrolnya. Setelah menerima kode dari *Master*, ESP32 Mini berkomunikasi dengan MySQL Database Server melalui WiFi untuk memverifikasi pemesanan. Jika kode *valid*, relai diaktifkan untuk mengoperasikan sepeda listrik sesuai dengan pesanan. Selama penggunaan, modul GPS melacak lokasi sepeda listrik. ESP32 Mini memproses data ini dan mengaktifkan *Buzzer* jika sepeda keluar dari zona yang ditentukan. *Display 7-Segment* digunakan untuk menampilkan informasi sisa waktu sewa. Aplikasi Blynk diintegrasikan ke dalam sistem untuk memungkinkan pemantauan status peminjaman dan lokasi sepeda listrik secara *real-time*.

2.4 Flowchart Sistem

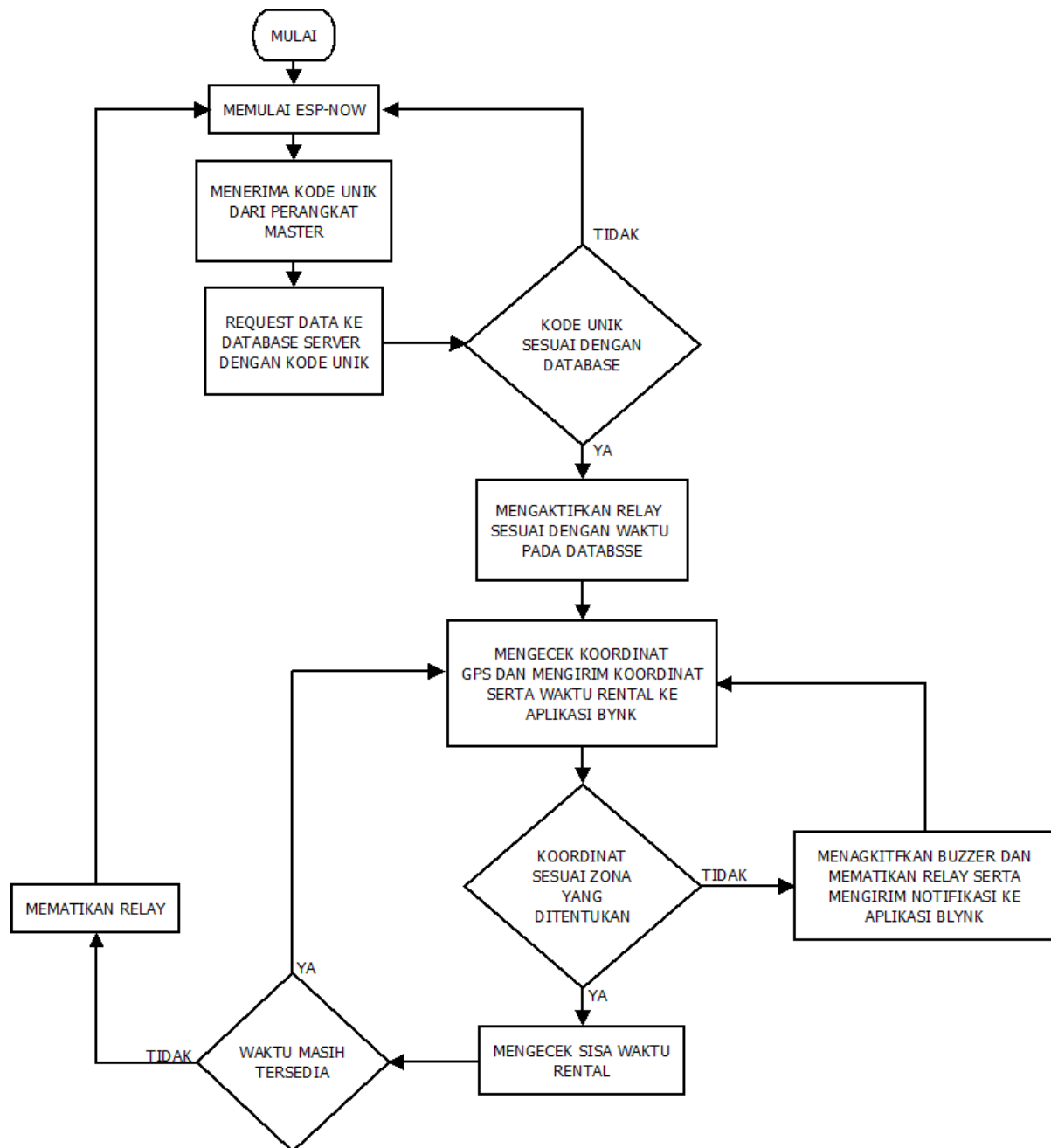


Gambar 3. Flowchart perangkat Master

Gambar 3 merupakan diagram alir yang menggambarkan urutan kerja dari sistem pada perangkat *Master*. Proses dimulai dengan inisialisasi protokol *ESP-NOW*, yang merupakan protokol komunikasi nirkabel *peer-to-peer* yang dikembangkan oleh *Espressif Systems* untuk perangkat ESP8266 dan ESP32. Inisialisasi ini mempersiapkan perangkat *Master* untuk melakukan komunikasi nirkabel dengan perangkat *Slave*. Setelah inisialisasi, sistem memasuki tahap berikutnya yaitu memasukkan kode unik. Kode unik ini diperoleh pengguna dari website pemesanan setelah melakukan proses pemesanan dan pembayaran. Pengguna diminta untuk memasukkan kode ini melalui antarmuka pada perangkat *Master*, yang berupa *keypad*.

Setelah kode unik dimasukkan, perangkat *Master* melakukan proses pengiriman kode tersebut ke perangkat *Slave* menggunakan protokol *ESP-NOW*. Penggunaan *ESP-NOW* memungkinkan komunikasi yang cepat dan efisien antara perangkat *Master* dan *Slave* tanpa perlu menggunakan infrastruktur *WiFi*. Proses pengiriman ini memanfaatkan kemampuan komunikasi nirkabel *peer-to-peer* dari *ESP-NOW*, yang memungkinkan transfer data langsung antara dua perangkat ESP32.

Kode unik yang dikirim ke perangkat *Slave* akan di cocokkan dengan data pada *server*. Apabila kode unik yang dimasukan benar maka pada layar LCD akan menampilkan waktu rental, dan ketika kode unik yang dimasukan salah maka pada layar LCD akan menampilkan informasi kepada pengguna bahwa kode yang dimasukan salah.



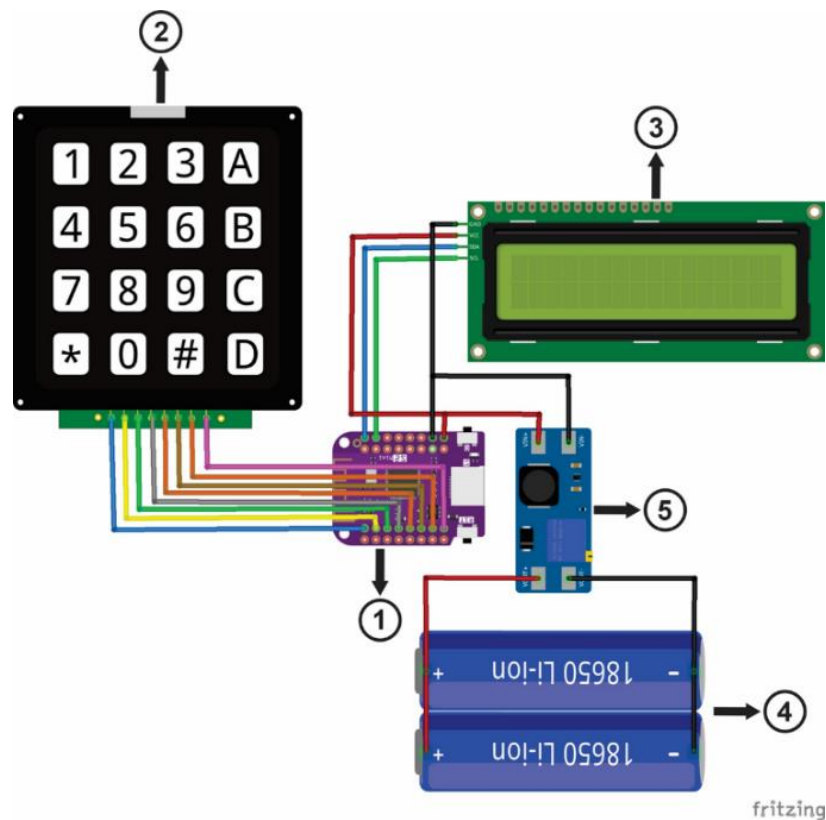
Gambar 4. Flowchart perangkat Slave

Gambar 4 merupakan diagram alir proses operasional sistem penyewaan sepeda listrik. Dimulai dengan inisiasi protokol *ESP-NOW*, sistem kemudian menunggu masukan kode unik dari perangkat *Master*. Setelah menerima kode, sistem melakukan verifikasi dengan mengirim permintaan ke *database* server. Jika kode tervalidasi atau sesuai dengan *database* pada *server*, sistem akan mengaktifkan relai sesuai durasi yang tercatat *database*.

Selanjutnya, sistem secara kontinu memantau koordinat GPS dan mengirimkan data lokasi beserta informasi waktu sewa ke aplikasi Blynk. Terdapat *algoritma* pemeriksaan apakah sepeda berada dalam zona yang diizinkan. Ketika sepeda keluar dari zona tersebut, sistem akan mengaktifkan alarm suara, menonaktifkan relai, kemudian mengirim pemberitahuan ke aplikasi Blynk bahwa sepeda listrik keluar dari

zona yang telah ditentukan. Jika sepeda tetap dalam zona yang ditentukan, sistem terus memantau sisa waktu sewa. Ketika waktu sewa habis, relai dimatikan, mengakhiri penggunaan sepeda. Namun, selama masih ada sisa waktu, sistem kembali ke tahap pemantauan GPS, membentuk siklus pengawasan yang berkelanjutan.

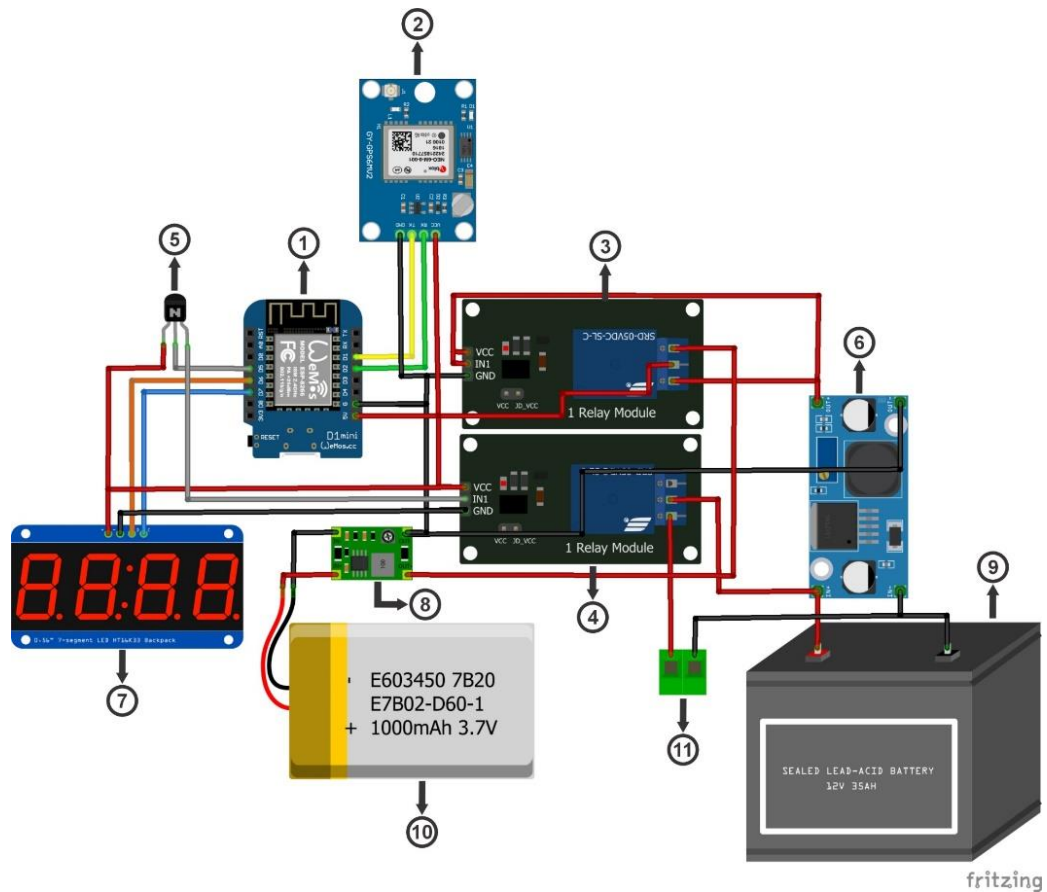
2.5 Perancangan Hardware



Gambar 5. *Wiring Diagram* perangkat Master

Pada Gambar 5 merupakan *wiring diagram* koneksi antara beberapa komponen elektronik utama. Di bagian kiri terdapat *keypad matriks* 4x4 (nomor 2) yang terhubung ke sebuah modul mikrokontroler (nomor 1) yaitu Esp32 sebagai pengontrol atau otak sistem,. Sistem ini juga dilengkapi dengan Modul Step-up Tegangan (nomor 5) untuk menaikkan tegangan baterai dari 3,7V ke 5V. Terdapat LCD *display* (nomor 3) yang juga terhubung ke *board* mikrokontroler. Koneksi-koneksi ini memungkinkan mikrokontroler untuk menampilkan informasi di LCD dan membaca *input* dari *keypad*.

Terdapat dua buah baterai lithium-ion 18650 (nomor 4) yang disusun secara paralel untuk menyuplai daya ke seluruh sistem. Baterai-baterai ini terhubung ke *board* mikrokontroler, melalui Modul Step-Up tegangan untuk menyediakan tegangan yang sesuai..



Gambar 6. Wiring Diagram perangkat Slave

Gambar 6 merupakan *wiring diagram* yang menggambarkan sistem kontrol untuk perangkat *Slave* sepeda listrik berbasis ESP32. Komponen utamanya adalah modul ESP32 (nomor 1) yang berfungsi sebagai otak sistem. Modul GPS NEO-6M (nomor 2) terhubung ke ESP32 untuk pelacakan lokasi. Sistem menggunakan dua modul relai yaitu relai pertama (nomor 3) untuk mengendalikan sepeda listrik, sementara relai kedua (nomor 4) untuk *switching power* apabila sumber utama terputus maka digantikan sumber dari baterai kedua.

Sebuah *Buzzer* (nomor 5) terpasang untuk memberikan peringatan suara ketika sepeda listrik keluar dari zona. Modul Step-Down (nomor 6) digunakan untuk menurunkan tegangan dari baterai utama 27V agar dapat mensuplay sistem. *Display 7-segment* (nomor 7) terhubung untuk menampilkan *Countdown* waktu rental dari sepeda listrik. Sistem ini juga dilengkapi dengan Modul Step-up Tegangan (nomor 8) untuk menaikkan tegangan baterai dari 3,7V ke 5V.

Dua sumber daya digunakan yaitu baterai lithium 3.7V 1000mAh (nomor 10), dan baterai 27V (nomor 9) yang digunakan untuk motor sepeda listrik. Terminal Block (nomor 11) digunakan untuk menghubungkan power dari relai menuju sepeda listrik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Sistem

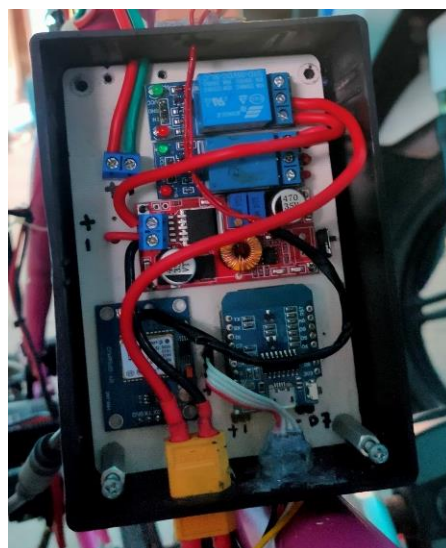
3.1.1 Rangkaian elektronika



Gambar 7a. Bagian dalam perangkat
Master



Gambar 7b. Bagian depan perangkat
Master



Gambar 7c. Bagian dalam perangkat
Slave

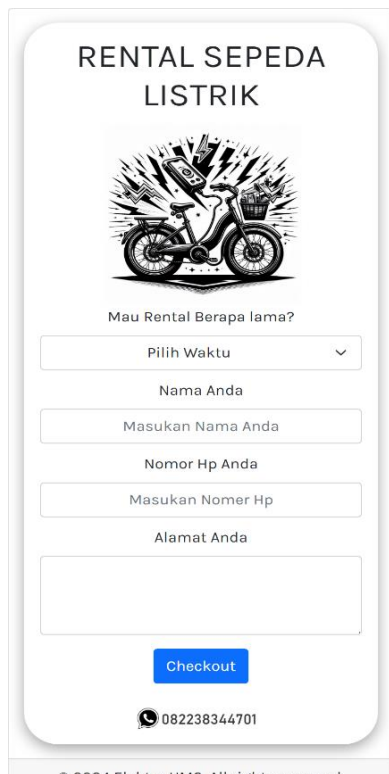


Gambar 7d. Tampilan 7-Segment
perangkat *Slave*

Gambar 7a merupakan bagian dalam perangkat *Master* yang tempatnya dibuat menggunakan bahan PLA+ dengan ukuran panjang 18,5cm, lebar 11cm, dan tinggi 4,2cm. *Casing* dibuat menggunakan mesin 3D printer yang sebelumnya didesain menggunakan Autodesk Inventor. Rangkaian elektronik pada bagian *Master* menggunakan PCB lubang untuk menghubungkan antar komponennya. Pada Gambar 7b adalah tampak depan dari perangkat *Master* yaitu terdapat LCD 16x2 terletak diatas dan *Keypad* 4x4 terletak dibawahnya. Pada bagian depan Perangkat *Master* juga terdapat stiker yang terdapat tulisan petunjuk penggunaan alat.

Pada Gambar 7c merupakan bagian dalam perangkat *Slave* yang *Casing*-nya terbuat dari *Box* plastik ukuran 12,5x8,5x4,5 cm. Rangkaian elektronika pada sistem *Slave* menggunakan PCB dengan ukuran 10 x 6 cm untuk menghubungkan semua komponennya. Modul GPS pada rangkaian *Slave* terletak didalam *box*, sedangkan antena GPS diletakkan diluar *box* bagian atas untuk memudahkan GPS mendapatkan sinyal dari satelit. Rangkaian ini menggunakan 2 power suplai yaitu suplai utama dari baterai sepeda listrik dan suplai cadangan dari baterai lipo 3,7v 1500mah. Suplai cadangan akan aktif ketika suplai utama dari baterai sepeda listrik terputus. Gambar 7d adalah tampilan dari 7-segment yang terhubung dengan perangkat *Slave*.

3.1.2 Tampilan antamuka website



RENTAL SEPEDA LISTRIK



Mau Rental Berapa lama?

Pilih Waktu

Nama Anda

Masukan Nama Anda

Nomor Hp Anda

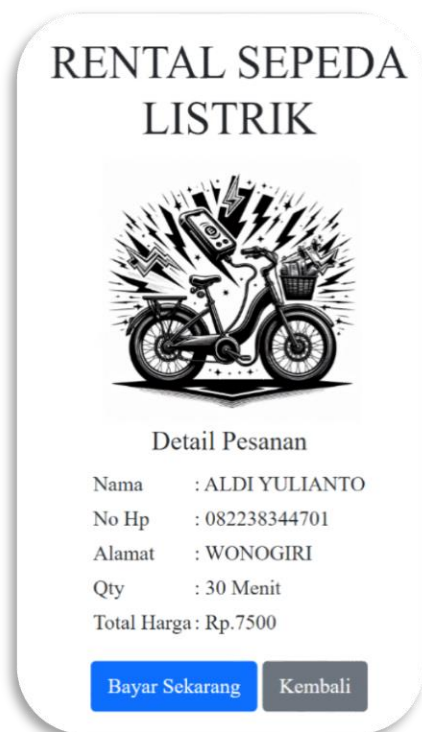
Masukan Nomer Hp

Alamat Anda

 082238344701

© 2024 Elektro LIMS. All rights reserved.

Gambar 8a. Halaman pemesanan



RENTAL SEPEDA LISTRIK



Detail Pesanan

Nama : ALDI YULIANTO

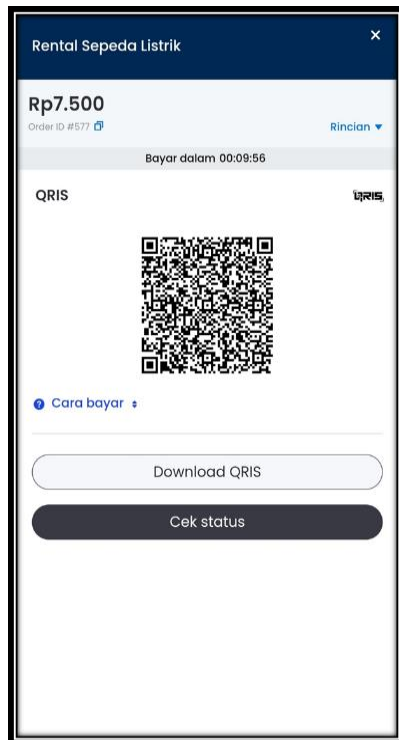
No Hp : 082238344701

Alamat : WONOGIRI

Qty : 30 Menit

Total Harga : Rp.7500

Gambar 8b. Halaman detail pesanan



Gambar 8c. Halaman pembayaran

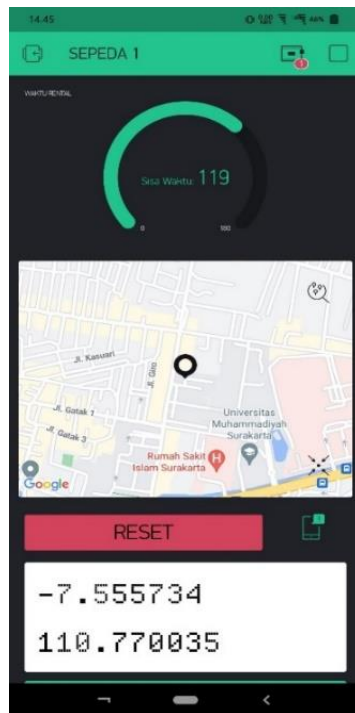
INVOICE	
Detail Pesanan :	
No invoice	573
Nama	Aldi Yulianto
No Hp	082238344701
Qty	30 Menit
Total Harga	Rp.7500
Status	Paid
Kode unik	4346573

Gambar 8d. Halaman *Invoice*

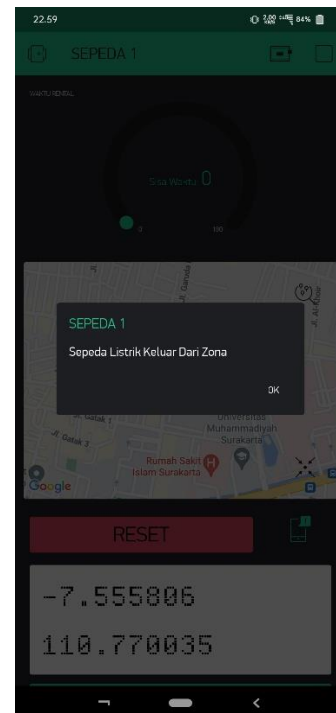
Pada antarmuka *web* terdapat 4 halaman yaitu pada Gambar 8a merupakan halaman pemesanan yang berisi formulir yang harus diisi oleh penyewa sepeda listrik. Formulir ini mencakup beberapa kolom untuk data pemesanan seperti nama, durasi sewa, nomer hp ,dan alamat. Bagian bawah terdapat tombol untuk melanjutkan proses berikutnya. Gambar 8b merupakan halaman detail pemesanan yang berisi Informasi meliputi nama pemesan, nomor hp,alamat, durasi sewa, dan total biaya. Terdapat dua tombol di bagian bawah untuk melanjutkan ke pembayaran atau kembali ke menu pemesanan.

Gambar 8c memperlihatkan halaman pembayaran. Terdapat kode QR pada tengah halaman yang dapat dipindai untuk melakukan pembayaran,dan terdapat informasi total biaya serta tombol untuk mengonfirmasi pembayaran di bawahnya. Gambar 8d menampilkan invoice atau bukti pembayaran. Halaman ini menampilkan rincian transaksi termasuk nama pemesan, nomor identitas, durasi sewa, total biaya, dan kode unik transaksi untuk digunakan menyewa sepeda listrik. Bagian sistem pembayaran untuk tampilan dan *script* menggunakan dokumentasi dari *payment gateway* yaitu dari Midtrans. Peneliti hanya menghubungkan dari *website* yang telah dibuat dengan pihak ketiga menggunakan kode *API* agar data pemesanan dan pembayaran dapat terhubung dengan *database server* yang telah dibuat.

3.1.3 Tampilan aplikasi Blynk



Gambar 9a. Tampilan aplikasi Blynk



Gambar 9b. Notifikasi keluar zona

Gambar 9a merupakan tampilan dari aplikasi Blynk untuk sepeda listrik. Bagian atas terdapat indikator berupa angka yang menunjukkan sisa waktu sewa sepeda listrik dalam satuan menit. Bagian tengah terdapat tampilan *Maps* yang menunjukkan lokasi dari sepeda listrik secara *real-time*. Terdapat tombol untuk me-reset waktu sewa sepeda listrik terletak di bawah *Maps*. Bagian paling bawah merupakan LCD yang menampilkan nilai dari koordinat sepeda listrik, baris pertama berupa nilai *latitude* dan baris kedua nilai *longitude*. Pada Gambar 9b merupakan notifikasi yang dikirimkan dari perangkat *Slave* ketika sepeda listrik keluar dari zona yang diizinkan.

3.2 Hasil Pengujian

3.2.1 Pengujian pembayaran menggunakan QRIS

Tabel 2. Pengujian pembayaran menggunakan QRIS

No.	Waktu Rental(menit)	Status Pembayaran
1	30	Berhasil
2	60	Berhasil
3	90	Berhasil
4	120	Berhasil
5	150	Berhasil
6	180	Berhasil

	id	name	address	phone	qty	total_price	status	status_kode	kode_unik	created_at	updated_at
☐	1000	Aldi Yulianto	Wonogiri	082238344701	30	7500	Paid	aktif	7787	2024-07-23 17:18:41	2024-07-23 17:18:41
☐	1001	Aldi Yulianto	Wonogiri	082238344701	60	7500	Paid	aktif	9954	2024-07-23 17:25:03	2024-07-23 17:25:03
☐	1002	Aldi Yulianto	Wonogiri	082238344701	90	22500	Paid	aktif	7189	2024-07-23 17:30:27	2024-07-23 17:30:27
☐	1003	Aldi Yulianto	Wonogiri	082238344701	120	30000	Paid	aktif	9864	2024-07-23 17:34:54	2024-07-23 17:34:54
☐	1004	Aldi Yulianto	Wonogiri	082238344701	150	37500	Paid	aktif	9710	2024-07-23 17:41:00	2024-07-23 17:41:00
☐	1005	Aldi Yulianto	Wonogiri	082238344701	180	45000	Paid	aktif	7959	2024-07-23 17:51:05	2024-07-23 17:51:05

Gambar 10. *Database* pembayaran oleh pengguna

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 10, dapat dilihat hasil pengujian pembayaran menggunakan QRIS untuk sistem penyewaan sepeda listrik. Tabel 2 menunjukkan bahwa pengujian dilakukan untuk berbagai durasi waktu rental, mulai dari 30 menit hingga 180 menit (3 jam). Untuk setiap durasi waktu yang diuji, status pembayaran tercatat "Berhasil", menunjukkan bahwa sistem pembayaran QRIS berfungsi dengan baik dan dapat memproses transaksi untuk berbagai pilihan durasi sewa.

Gambar 10 memperlihatkan tampilan *database* yang menyimpan informasi terkait pembayaran yang dilakukan oleh pengguna. *Database* ini mencatat beberapa detail penting untuk setiap transaksi, termasuk:

- ID transaksi yang unik.
- Nama pemesan.
- Nomor telepon pemesan.
- Alamat pemesan.
- Durasi sewa dalam menit.
- Total biaya sewa.
- Status pembayaran.
- Kode unik untuk mengakses sepeda listrik.
- Waktu pemesanan.

Informasi yang tercatat dalam *database* ini sangat penting untuk pengelolaan sistem penyewaan, memungkinkan pelacakan setiap transaksi dengan detail yang diperlukan. Status pembayaran yang tercatat sebagai "*settlement*" mengonfirmasi bahwa pembayaran telah berhasil diproses dan diterima. Kombinasi dari keberhasilan pembayaran untuk berbagai durasi sewa (seperti ditunjukkan dalam Tabel 2) dan pencatatan yang rinci dalam *database* (seperti terlihat pada Gambar 11) mendemonstrasikan bahwa sistem pembayaran QRIS yang diimplementasikan berfungsi secara efektif dan terintegrasi dengan baik ke dalam keseluruhan sistem penyewaan sepeda listrik.

3.2.2 Pengujian pengiriman kode unik dari perangkat *Master* ke *Slave*

Tabel 3. Pengujian pengiriman kode unik dari perangkat *Master* ke *Slave*

No.	Jarak (m)	Jeda Nyala Relai(detik)	Status
1.	1	10.96	Berhasil
2.	4	10.29	Berhasil
3.	8	17.05	Berhasil
4.	12	12.22	Berhasil
5.	16	11.91	Berhasil
6.	20	10.29	Berhasil
7.	24	15.44	Berhasil
8.	28	-	Gagal
9.	32	-	Gagal
Rata – rata		12.59	

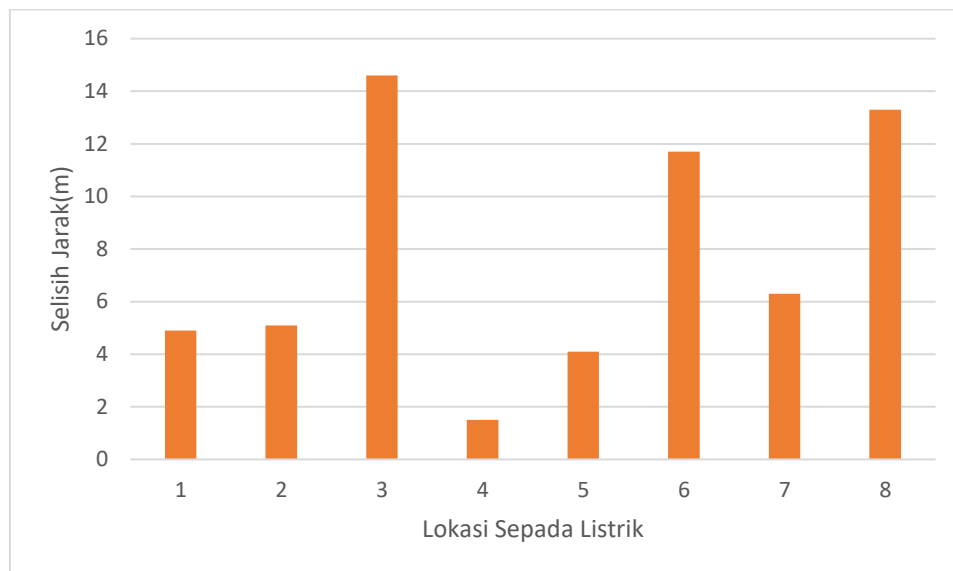
Tabel 3 tersebut merupakan hasil pengujian pengiriman kode unik dari perangkat *Master* ke *Slave* menggunakan protokol *ESP-NOW* di area kampus 4. *ESP-NOW* adalah protokol komunikasi nirkabel *peer-to-peer* yang dikembangkan oleh *Espressif Systems* untuk perangkat *ESP8266* dan *ESP32*, memungkinkan komunikasi cepat dan hemat energi tanpa menggunakan *Wi-Fi*. Pengujian dilakukan dengan jarak dari 1 hingga 32 meter, menunjukkan keberhasilan pengiriman pada jarak 1-24 meter dengan waktu pengiriman jeda nyala relai berbeda-beda antara 10.29 hingga 17.05 detik dan pengiriman gagal dilakukan pada jarak 28 dan 32 meter.

Rata-rata waktu pengiriman untuk transmisi yang berhasil adalah 12.59 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa *ESP-NOW* efektif untuk komunikasi jarak dekat hingga menengah dalam lingkungan kampus, namun memiliki keterbatasan pada jarak yang lebih jauh. Perbedaan dalam waktu pengiriman mungkin disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan seperti interferensi dari perangkat lain atau struktur bangunan. Faktor lain yang mempengaruhi jeda pengiriman juga disebabkan kualitas jaringan internet saat melakukan permintaan data ke *database server*.

3.2.3 Pengujian akurasi GPS di dalam Zona

Tabel 4. Pengujian akurasi GPS di dalam Zona

No	Koordinat Gps Pada Sistem (Longitude, Latitude)	Koordinat Gps pada <i>Smartphone</i> (Longitude, Latitude)	Selisih jarak (meter)	Status <i>Buzzer</i>	Status Relai
1.	- 7.557448,110.77214 1	- 7.557482,110.77211 3	4.9	Mati	Aktif
2.	- 7.558045,110.77224 7	- 7.558066,110.77220 6	5.1	Mati	Aktif
3.	- 7.558260,110.77214 1	- 7.558141,110.77219 8	14.6	Mati	Aktif
4.	- 7.557796,110.77211 8	- 7.557807,110.77211 0	1.5	Mati	Aktif
5.	- 7.557364,110.77211 8	- 7.557386,110.77208 8	4.1	Mati	Aktif
6.	- 7.557117,110.77203 4	- 7.557162,110.77212 9	11.7	Mati	Aktif
7.	- 7.556801,110.77192 7	- 7.556838,110.77197 0	6.3	Mati	Aktif
8.	- 7.557063,110.77212 5	- 7.557093,110.77200 9	13.3	Mati	Aktif
Rata – rata selisih jarak (m)			7.6875		



Gambar 11. Grafik selisih jarak GPS pada sistem dan GPS pada *smartphone* di dalam zona.

Tabel 4 dan Gambar 11 merupakan hasil pengujian akurasi sensor GPS yang dilakukan di luar zona, pengujian dilakukan pada sistem menggunakan modul GPS Ublox Neo 6mv2, dan dibandingkan dengan koordinat GPS yang diperoleh dari aplikasi *Google Maps* pada *smartphone*. Pengujian ini dilakukan pada delapan titik lokasi berbeda di samping Danau UMS, yang merupakan zona penggunaan sepeda listrik. Lokasi ini dipilih untuk mengevaluasi keakuratan sistem GPS dalam konteks penerapan zona sepeda listrik di kampus. Koordinat GPS (*longitude* dan *latitude*) dari kedua sumber dicatat dan dibandingkan, dengan selisih jarak dihitung dalam meter. Pengukuran nilai selisih kedua sumber dilakukan dengan menggunakan persamaan (1).

$$Z = \sqrt{(b - a)^2 + (d - c)^2} \quad (1)$$

Dimana selisih jarak = $Z \times 111.322$ kilometer.

Keterangan :

Z = selisih dalam derajat

a = nilai *longitude* pada *smartphone*

b = nilai *longitude* pada sistem

c = nilai *latitude* pada *smartphone*

d = nilai *latitude* pada sistem

Sedangkan nilai 111.322 kilometer merupakan 1 derajat pada *Maps*. Sebagai contoh perhitungan selisih jarak pada data pengujian pertama sebagai berikut.

Koordinat pada sistem = -7.557448, 110.772141

Koordinat pada *smartphone* = -7.557482, 110.772113

$$\begin{aligned}
\text{Maka } Z &= \sqrt{(-7.557448 - (-7.557482))^2 + (110.772141 - 110.772113)^2} \\
&= \sqrt{0.000000001156 + 0.000000000784} \\
&= 0.0000440454311
\end{aligned}$$

$$\text{Selisih jarak} = 0.0000440454311 \times 111.322 \text{ kilometer} = 0.0049 \text{ kilometer} = 4.9 \text{ meter}$$

Dari hasil pada perhitungan selisih jarak pada data pengujian pertama, maka diketahui selisih jarak antara GPS pada Sistem yang dibuat dan GPS pada *smartphone* adalah berkisar di angka 4.9 meter. Perbedaan selisih semua jarak pada pengujian didalam zona dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil pengujian menunjukkan selisih jarak antara 1.5 hingga 14.6 meter, dengan rata-rata selisih sebesar 7.6875 meter. *Buzzer* pada semua titik pengujian tercatat "Mati", sementara status relai "Aktif" di seluruh lokasi zona sepeda listrik, sehingga menunjukkan bahwa sistem keamanan dari sepeda listrik bekerja secara maksimal.

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur akurasi GPS sistem relatif terhadap GPS *smartphone* yang umumnya dianggap lebih akurat karena menggunakan layanan Google Maps. Dengan rata-rata deviasi 7.6875 meter dari koordinat Google Maps, hasil ini menunjukkan bahwa modul GPS Ublox Neo 6mv2 memiliki tingkat akurasi yang cukup baik untuk aplikasi penentuan zona sepeda listrik di area danau UMS. Meskipun terdapat sedikit perbedaan dengan koordinat referensi, akurasi ini dianggap memadai untuk menentukan batas-batas zona penggunaan sepeda listrik dengan *margin error* yang dapat diterima.

Selisih jarak antar titik pengujian mungkin dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti keberadaan penghalang sinyal (misalnya, pepohonan di sekitar danau). Dalam konteks zona sepeda listrik di samping danau UMS, akurasi ini memungkinkan sistem untuk menentukan dengan cukup tepat apakah pengguna berada dalam zona yang diizinkan atau tidak.

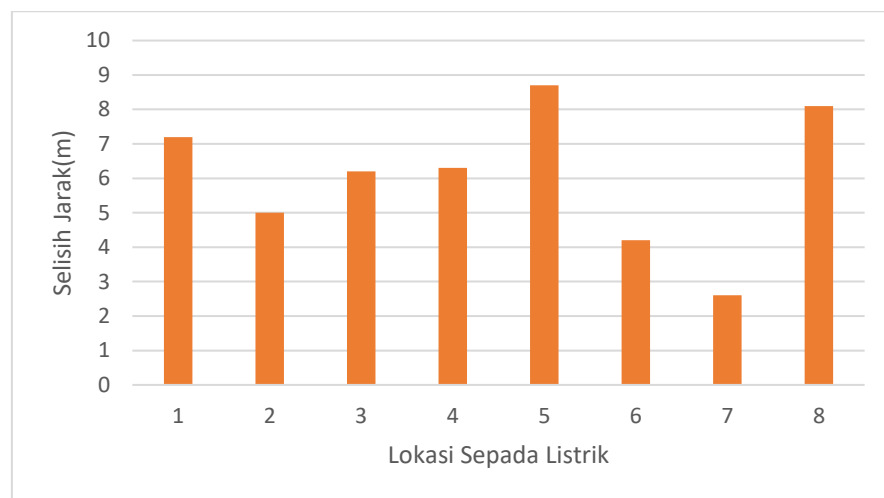
Kesimpulannya, pengujian ini membuktikan bahwa sistem GPS dengan modul Ublox Neo 6mv2 memiliki tingkat akurasi yang memadai untuk aplikasi penentuan zona sepeda listrik di area samping danau UMS. Dengan rata-rata kurang dari 8 meter dari koordinat referensi Google Maps, sistem ini dapat digunakan untuk mengelola penggunaan sepeda listrik dalam zona yang ditentukan.

3.2.4 Pengujian akurasi GPS di luar Zona

Tabel 5. Pengujian akurasi GPS di luar zona

No	Koordinat Gps Pada Sistem (Longitude, Latitude) ^o	Koordinat Gps pada Smartphone (Longitude, Latitude) ^o	Selisih jarak (meter)	Status Buzzer	Status Relai
1.	-7.556650, 110.771444	-7.556624, 110.771504	7.2	Aktif	Mati
2.	-7.556507,	-7.556462,	5	Aktif	Mati

	110.771413	110.771416			
3.	-7.557605, 110.771797	-7.557643, 110.771838	6.2	Aktif	Mati
4.	-7.557620, 110.771620	-7.557668, 110.771649	6.3	Aktif	Mati
5.	-7.557915, 110.771401	-7.557837, 110.771390	8.7	Aktif	Mati
6.	-7.558020, 110.771385	-7.558055, 110.771399	4.2	Aktif	Mati
7.	-7.558362, 110.771480	-7.558364, 110.771457	2.6	Aktif	Mati
8.	-7.558470, 110.771821	-7.558490, 110.771751	8.1	Aktif	Mati
Rata – rata selisih jarak (m)			6.0375		



Gambar 12. Grafik Selisih jarak GPS pada sistem dan GPS pada *smartphone* di luar zona.

Tabel 5 dan Gambar 12 merupakan hasil pengujian akurasi GPS di luar zona yang telah ditentukan untuk penggunaan sepeda listrik, dengan lokasi pengujian berada di area Gedung Induk Siti Walidah UMS. Pengujian ini menggunakan modul GPS Ublox Neo 6MV2 pada sistem dan membandingkannya dengan koordinat GPS dari aplikasi *Google Maps* pada *smartphone*. Delapan titik lokasi di sekitar Gedung Induk Siti Walidah yang berada di luar zona sepeda listrik, dipilih untuk melakukan pengujian ini.

Koordinat GPS dari kedua sumber dicatat dan dibandingkan menggunakan persamaan (1) dimana sebagai contoh pada data pengujian pertama yaitu.

Koordinat pada sistem = -7.556650, 110.771444

Koordinat pada *Smartphone* = -7.556624, 110.771504

$$\begin{aligned}\text{Maka } Z &= \sqrt{(-7.556650 - (-7.556624))^2 + (110.771444 - 110.771504)^2} \\ &= \sqrt{0.000000000676 + 0.0000000036} \\ &= 0.0000653911309\end{aligned}$$

Selisih jarak = $0.0000653911309 \times 111.322$ kilometer = 0.0072 kilometer = 7.2 meter. Dari perhitungan yang telah dilakukan menghasilkan selisih jarak 7.2 meter antara GPS pada modul yang dibuat dengan GPS pada *smatphone*. Perbedaan selisih jarak semua pengujian diluar zona dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil pengujian menunjukkan selisih jarak antara 2.6 hingga 8.7 meter, dengan rata-rata selisih 6.0375 meter. Status *Buzzer* pada semua titik pengujian tercatat "Aktif", menunjukkan bahwa sistem berhasil mendeteksi posisi di luar zona yang diizinkan dan mengaktifkan peringatan. Sebaliknya, status relai konsisten "Mati" di seluruh lokasi, menunjukkan bahwa sistem menonaktifkan fungsi operasional sepeda listrik ketika berada di luar zona yang ditentukan.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem penyewaan sepeda listrik dengan pembayaran QRIS dan monitoring keamanan GPS berbasis ESP32 untuk tempat wisata, dapat ditarik beberapa kesimpulan penting. Sistem ini menunjukkan kinerja yang menjanjikan dalam berbagai aspek, mulai dari komunikasi antar perangkat hingga akurasi penentuan lokasi dan keamanan. Berikut adalah rangkuman kesimpulan utama dari penelitian ini:

- Sistem penyewaan sepeda listrik yang dikembangkan berhasil mengintegrasikan pembayaran QRIS dan monitoring keamanan GPS berbasis ESP32 untuk tempat wisata.
- Integrasi pembayaran QRIS meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam proses transaksi, dengan keberhasilan pembayaran untuk durasi sewa dari 30 hingga 180 menit.
- Pengiriman kode unik antara perangkat *Master* dan *Slave* efektif hingga jarak 24 meter, dengan rata-rata waktu pengiriman 12.59 detik.
- Akurasi GPS sistem menunjukkan hasil yang cukup baik, dengan rata-rata selisih 7.6875 meter di dalam zona yang ditentukan dan 6.0375 meter di luar zona, dibandingkan dengan GPS *smartphone*.
- Sistem berhasil membedakan posisi sepeda di dalam dan di luar zona yang diizinkan, serta mengaktifkan alarm dan menonaktifkan sepeda saat keluar zona.
- Monitoring GPS *real-time* melalui aplikasi Blynk meningkatkan aspek keamanan dan memudahkan pengelolaan sepeda listrik.

PERSANTUNAN

Alhamdulillah. Puji Syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang senantiasa melimpahkan Rahmat serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan ini dengan sedemikian rupa, tidak lupa sholawat serta salam yang telah tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW. Dengan terselesaikannya naskah publikasi ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga dapat diperlancarnya dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Kepada dosen pembimbing penelitian ini Bapak Heru Supriyono S.T., M.Sc.,Ph.D yang telah memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian penelitian tugas akhir ini.
3. Teman-teman KMTE Robot Research yang telah memberikan ilmu dan dukungan kepada penulis dalam pengerjaan penelitian ini.
4. Riana Nurul Fatimah yang selalu menemani dan memberikan semangat dalam pembuatan tugas akhir.
5. Kepada Muhammad Rafi Nur Romadhon yang telah membantu dalam perancangan dan pengujian alat.
6. Kepada Untung Budi Utomo, Faruq Abdullah Ismail dan M. Thegar Mustanur Jati yang telah membantu dalam penyusunan naskah publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Nugroho, A., Santoso, E. B., & Siswanto, J. (2022). Potensi dan Tantangan Pariwisata Indonesia di Era Digital. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 10(2), 125-138.
- Kurniawan, A., Widjaja, A., & Susanto, E. (2019). Rancang Bangun Sistem Penyewaan Sepeda Listrik di Kawasan Wisata Alam. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 8(2), 85-94.
- Solin, M., Aditya, R., & Wijaya, A. (2021). Analisis Implementasi QRIS (*QR Code Indonesian Standard*) pada Bisnis Retail. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 8(2), 125-137.
- Sulistyo, W., Prasetyo, A., & Hidayat, R. (2020). Implementasi Sistem Monitoring Keamanan Kendaraan Berbasis GPS dengan Mikrokontroler ESP32. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 9(1), 45-52.
- Yudhanto, Y., & Prasetyo, A. S. (2020). Pengembangan Sistem Pembayaran Online Pada Aplikasi Mobile Ticketing Bioskop Menggunakan Midtrans. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 5(2), 298-303.
- Khairina, N., & Wardhani, R. S. (2022). Analisis Penerimaan Pengguna QRIS (*QR Code Indonesian Standard*) dengan Pendekatan Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT). *Jurnal Akuntansi dan Keuangan*, 13(1), 13-26.
- Firmansyah, A., Ramadhan, A. S., & Handriyanto, A. (2022). Perancangan dan Implementasi Sistem Navigasi Drone Berbasis GPS Ublox N6MV2. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 1-7.
- Hendrianto, D. E. (2014). Pembuatan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Website Pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Donorojo Kabupaten Pacitan. *IJSE – Indonesian Journal on Software Engineering*, 1(1).
- Dubi, A., & Dubi, R. (2019). Web Hosting. *Techopedia*.
- Antonio, Tomy, et al. "Pemodelan Sistem Penyewaan Sepeda Berbasis Mikrokontroler." *Tesla*, vol. 18, no. 1, 2016, pp. 1-13.
- Wahanie, G. D., Lim, R., & Sugiarto, I. (2023). RANCANG BANGUN SISTEM METER LISTRIK

PRABAYAR DENGAN PEMBAYARAN MENGGUNAKAN QRIS DI RUMAH KOST. Jurnal Teknik Elektro, 16(1). <https://doi.org/10.9744/jte.16.1.5-10>