

Development of an Internet of Things-Based Medical Equipment Asset Tracking System Using ESP32 and GPS NEO-6M

Danang Kristioko Legowo ¹⁾, Muhtar ^{2*)}, Lili Ruhyana ³⁾, Gunawan ⁴⁾,
Abdul Firman ⁵⁾, Mulyatno ⁶⁾, Adrian Dwichaya ⁷⁾

¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾Program Studi D-IV Teknik Elektromedik, Fakultas Kesehatan,
Universitas Mohammad Husni Thamrin

^{*)}Correspondence author: muhtar2521@gmail.com, Jakarta, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.37012/jtik.v12i1.3710>

Abstract

Medical assets are important components in supporting healthcare operations; therefore, their management requires a fast and integrated tracking system. This study aimed to design and test an Internet of Things-based medical equipment asset tracking system using an ESP32 microcontroller, NEO-6M GPS module, Wi-Fi connection, PHP-MySQL server, and a web-based digital map interface. The research used a Research and Development method involving needs analysis, hardware and software design, prototype implementation, and testing of connectivity, location accuracy, data transmission, database integration, and web interface performance. The results showed that the ESP32 connected to Wi-Fi within 5-10 seconds, transmitted data using HTTP GET every 10 seconds, and achieved outdoor GPS accuracy of approximately +/-3 meters. In indoor conditions or environments obstructed by conductive materials, accuracy decreased to more than 15 meters or the position was not detected. The system successfully stored location data in MySQL and displayed medical equipment markers in real time. This system is feasible as an asset monitoring prototype, with further development recommended for indoor localization, area notifications, and online server deployment.

Keywords: ESP32, NEO-6M GPS, Medical Equipment, Asset Tracking, Internet of Things

Abstrak

Aset medis merupakan komponen penting dalam menunjang operasional pelayanan kesehatan, sehingga pengelolaannya perlu didukung sistem pelacakan yang cepat dan terintegrasi. Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji sistem pelacakan aset alat medis berbasis *Internet of Things* menggunakan mikrokontroler ESP32, modul GPS NEO-6M, koneksi Wi-Fi, server PHP-MySQL, dan antarmuka *web* berbasis peta digital. Metode penelitian menggunakan *Research and Development* melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi prototipe, serta pengujian konektivitas, akurasi lokasi, pengiriman data, *database*, dan antarmuka *web*. Hasil pengujian menunjukkan ESP32 dapat terhubung ke Wi-Fi dalam waktu 5-10 detik, data dikirim melalui HTTP GET setiap 10 detik, dan akurasi GPS pada luar ruangan mencapai sekitar +/-3 meter. Pada kondisi dalam ruangan atau terhalang material konduktif, akurasi menurun menjadi lebih dari 15 meter atau tidak terdeteksi. Sistem mampu menyimpan data lokasi pada MySQL dan menampilkan *marker* alat medis secara *real-time*. Sistem ini layak sebagai prototipe *monitoring* aset, dengan rekomendasi pengembangan berupa peningkatan metode lokalisasi *indoor*, notifikasi area, dan penggunaan *server online*.

Kata Kunci: ESP32, GPS NEO-6M, Alat Medis, Pelacakan Aset, *Internet of Things*

PENDAHULUAN

Alat kesehatan memiliki peran strategis dalam pelayanan kesehatan karena berfungsi mendukung diagnosis, terapi, pemantauan pasien, dan keberlangsungan operasional rumah sakit. Ketersediaan alat yang tepat, kondisi alat yang terpantau, serta kemudahan menemukan lokasi alat menjadi bagian penting dari mutu layanan. *World Health Organization* (2020) menegaskan bahwa pengelolaan teknologi kesehatan berhubungan erat dengan kemampuan fasilitas kesehatan dalam menjamin kualitas dan keselamatan pelayanan.

Pada praktiknya, pengelolaan aset medis masih menghadapi sejumlah masalah, antara lain perpindahan alat yang tidak tercatat, risiko kehilangan, keterlambatan pencarian alat, dan pemeliharaan yang tidak terjadwal. Masalah tersebut dapat menimbulkan *downtime* alat dan mengganggu proses pelayanan. Kumar et al. (2021) menyatakan bahwa tantangan pengelolaan alat kesehatan perlu ditangani melalui sistem manajemen yang mampu meminimalkan risiko kehilangan dan meningkatkan keandalan penggunaan alat.

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang untuk membangun sistem pelacakan aset secara *real-time*. Integrasi sensor, mikrokontroler, konektivitas Wi-Fi, *database*, dan antarmuka *web* memungkinkan data lokasi alat medis dikirim dan disimpan secara terpusat. Gonzalez et al. (2022) menjelaskan bahwa penerapan IoT dalam kesehatan dapat mendukung pemantauan data secara langsung dan membantu pengambilan keputusan berbasis informasi. ESP32 merupakan salah satu mikrokontroler yang relevan untuk aplikasi tersebut karena memiliki konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, biaya relatif rendah, serta mudah diprogram (Lee & Park, 2021; Wagyuana & Rahmat, 2019).

Selain konektivitas, sistem pelacakan juga memerlukan sumber data lokasi. Modul GPS NEO-6M dapat digunakan untuk memperoleh koordinat *latitude* dan *longitude* secara langsung dari satelit. Dalam konteks pelacakan alat medis, data posisi tersebut dapat dikirim oleh ESP32 ke *server* menggunakan protokol HTTP dan disimpan pada MySQL, kemudian divisualisasikan melalui antarmuka peta digital. Teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional, mendukung pengawasan aset, dan mempermudah petugas rumah sakit dalam mengetahui posisi alat (Smith & Jones, 2023; Zhang et al., 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan menguji sistem pelacakan aset alat medis berbasis ESP32 dan Wi-Fi. Fokus penelitian meliputi perancangan prototipe, integrasi ESP32 dengan GPS NEO-6M, pengiriman data lokasi ke *server* PHP-MySQL, penyajian lokasi melalui antarmuka web, serta evaluasi kinerja sistem berdasarkan konektivitas, akurasi GPS, interval pengiriman data, dan keterbatasan pada lingkungan *indoor* atau area berbahan konduktif.

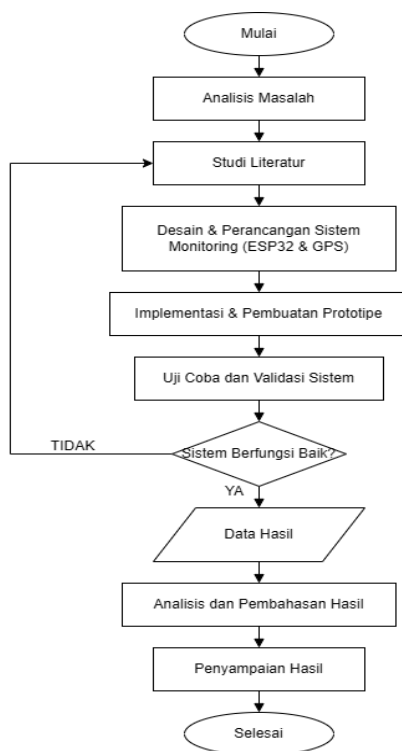
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) karena menghasilkan prototipe sistem yang dirancang, diimplementasikan, dan diuji fungsinya. Tahapan penelitian meliputi analisis masalah, studi literatur, desain sistem, pembuatan prototipe, validasi sistem, pengumpulan data, analisis hasil, dan penyusunan kesimpulan. Metode ini sesuai untuk penelitian pengembangan perangkat karena tidak hanya menilai teori, tetapi juga menghasilkan produk yang dapat diuji secara praktis.

Objek penelitian adalah sistem aset *tracking* alat medis berbasis ESP32. Perangkat keras utama terdiri dari mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, modul GPS NEO-6M sebagai penerima data lokasi, serta sumber daya mandiri untuk mendukung operasi alat. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE untuk pemrograman, *library* TinyGPSPlus untuk pembacaan data GPS, *library* WiFi untuk koneksi jaringan, HTTPClient untuk pengiriman data ke *server*, PHP sebagai penerima data, MySQL sebagai *database*, XAMPP sebagai *server* lokal, dan Google Maps API sebagai visualisasi lokasi pada antarmuka *web*. Arduino IDE dan *library* pendukung memudahkan proses pengembangan sistem berbasis mikrokontroler (Santoso & Wijayanto, 2022; Nurrafifah & Wirawan, 2023).

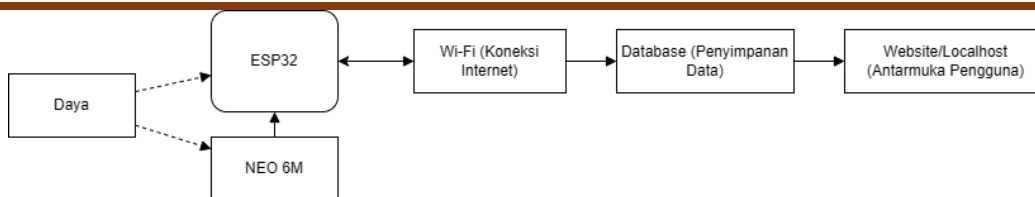
Alur kerja sistem dimulai ketika modul GPS NEO-6M menerima koordinat lokasi. Data tersebut dibaca oleh ESP32 melalui komunikasi serial, kemudian ESP32 menghubungkan perangkat ke jaringan Wi-Fi. Setelah koneksi tersedia, data nama alat, *latitude*, dan *longitude* dikirim ke *server* melalui metode HTTP GET menuju *file* *kirim_data.php*. *Server* menyimpan data tersebut ke tabel *alat_medis* pada database MySQL, sedangkan *file* *data.php* mengambil data dalam format JSON untuk ditampilkan pada halaman web berbasis peta digital.

Pengumpulan data dilakukan melalui pengujian prototipe. Parameter yang diamati meliputi waktu koneksi Wi-Fi, akurasi GPS pada kondisi *outdoor* dan *indoor*, interval pengiriman data ke *server*, protokol pengiriman data, dan kemampuan antarmuka *web* menampilkan lokasi alat. Data hasil pengujian disajikan dalam tabel dan gambar, kemudian dianalisis secara naratif untuk menilai kesesuaian sistem terhadap tujuan penelitian.



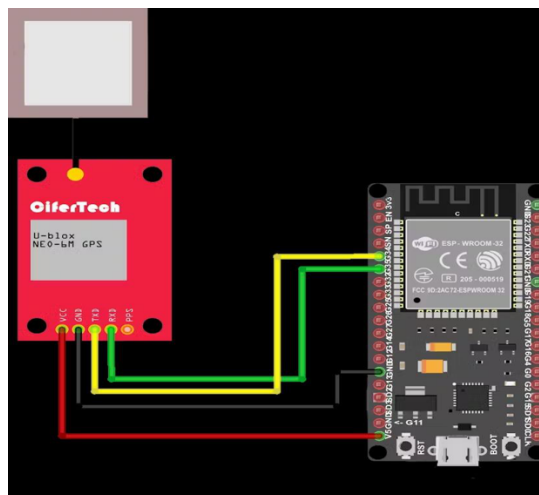
Gambar 1. Alur Penelitian Sistem Pelacakan Aset Alat Medis

Gambar 1 menunjukkan alur penelitian mulai dari analisis masalah, studi literatur, desain dan perancangan sistem, implementasi prototipe, uji coba dan validasi, hingga analisis hasil. Alur ini memperlihatkan bahwa penelitian dilakukan secara iteratif. Apabila sistem belum berfungsi dengan baik, proses kembali ke tahap studi literatur atau perancangan untuk dilakukan perbaikan. Pola tersebut sesuai dengan karakter R&D karena pengembangan prototipe memerlukan validasi berulang sebelum sistem dinyatakan layak diuji.



Gambar 2. Blok Diagram Perancangan System

Gambar 2 memperlihatkan hubungan antarbagian sistem, yaitu sumber daya, ESP32, modul GPS NEO-6M, koneksi Wi-Fi, database, dan antarmuka pengguna. ESP32 berperan sebagai pusat pemrosesan yang membaca data dari GPS, kemudian mengirimkannya melalui Wi-Fi menuju server. Database menyimpan riwayat data posisi, sedangkan *web* atau *localhost* menampilkan informasi posisi agar pengguna dapat memantau aset medis secara lebih mudah.



Gambar 3. Rancangan Koneksi ESP32 dengan Modul GPS NEO-6M

Gambar 3 menunjukkan rancangan hubungan ESP32 dengan modul GPS NEO-6M. Pin VCC dan GND digunakan untuk catu daya dan referensi tegangan, sedangkan pin TXD dan RXD digunakan untuk komunikasi serial data GPS. Rancangan ini menunjukkan bahwa sistem dibuat dengan komponen sederhana, tetapi tetap mampu mengambil data koordinat untuk kebutuhan pelacakan alat medis.

Tabel 1. Parameter Pengumpulan Data dan Instrumen Pengujian

No.	Parameter	Deskripsi	Instrumen Pengukuran
1	Waktu koneksi Wi-Fi	Mengukur waktu yang dibutuhkan ESP32 untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi.	Pemantauan konektivitas jaringan
2	Akurasi GPS	Mengukur akurasi data lokasi dari GPS NEO-6M pada kondisi <i>outdoor</i> dan <i>indoor</i> .	GPS NEO-6M dan pembandingan peta/jarak
3	Kecepatan pengiriman data	Mengukur interval pengiriman data posisi alat medis ke <i>server</i> .	Pengukuran waktu pengiriman data
4	Interaksi antarmuka web	Mengamati kemudahan penggunaan antarmuka <i>web</i> untuk memantau alat medis.	Observasi penggunaan antarmuka

Tabel 1 menjelaskan parameter utama yang digunakan untuk menilai kinerja prototipe. Pengujian tidak hanya berfokus pada keberhasilan alat membaca lokasi, tetapi juga mencakup aspek konektivitas, pengiriman data, dan tampilan antarmuka. Dengan demikian, evaluasi sistem dilakukan secara menyeluruh dari sisi perangkat keras, jaringan, server, database, hingga pengalaman pengguna pada aplikasi *web*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Konektivitas dan Akurasi Sistem

Pengujian dilakukan setelah perangkat keras dan perangkat lunak dikonfigurasi. ESP32 dan GPS NEO-6M dihubungkan sesuai rancangan, sedangkan server lokal dijalankan menggunakan XAMPP dengan PHP dan MySQL. Sistem diuji untuk memastikan bahwa data lokasi dapat diterima oleh ESP32, dikirim ke server, disimpan pada database, dan divisualisasikan pada peta digital.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Sistem Pelacakan Aset

No.	Parameter	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Waktu koneksi Wi-Fi	5-10 detik	ESP32 terhubung ke jaringan lokal secara stabil.
2	Akurasi GPS (<i>outdoor</i>)	+/- 3 meter	Lokasi sesuai dengan pembandingan pada Google Maps.
3	Akurasi GPS (<i>indoor</i>)	> 15 meter atau tidak terdeteksi	Sinyal terganggu oleh bangunan atau material logam.
4	Interval pengiriman data	Setiap 10 detik	Interval dapat diatur melalui kode ESP32.
5	Protokol pengiriman data	HTTP GET	Data dikirim menuju <code>kirim_data.php</code> pada server.

Tabel 2 menunjukkan bahwa sistem dapat terhubung ke jaringan Wi-Fi dalam waktu 5-10 detik dan mengirim data secara periodik setiap 10 detik. Pada kondisi *outdoor*, akurasi lokasi mencapai sekitar ± 3 meter sehingga cukup baik untuk mengetahui posisi alat pada area terbuka. Namun, pada kondisi indoor, terutama ketika perangkat berada pada ruangan tertutup atau dekat material konduktif, akurasi menurun lebih dari 15 meter atau lokasi tidak terdeteksi. Hasil ini menunjukkan bahwa GPS NEO-6M efektif digunakan pada area terbuka, tetapi masih memiliki keterbatasan untuk pelacakan detail di dalam gedung rumah sakit.

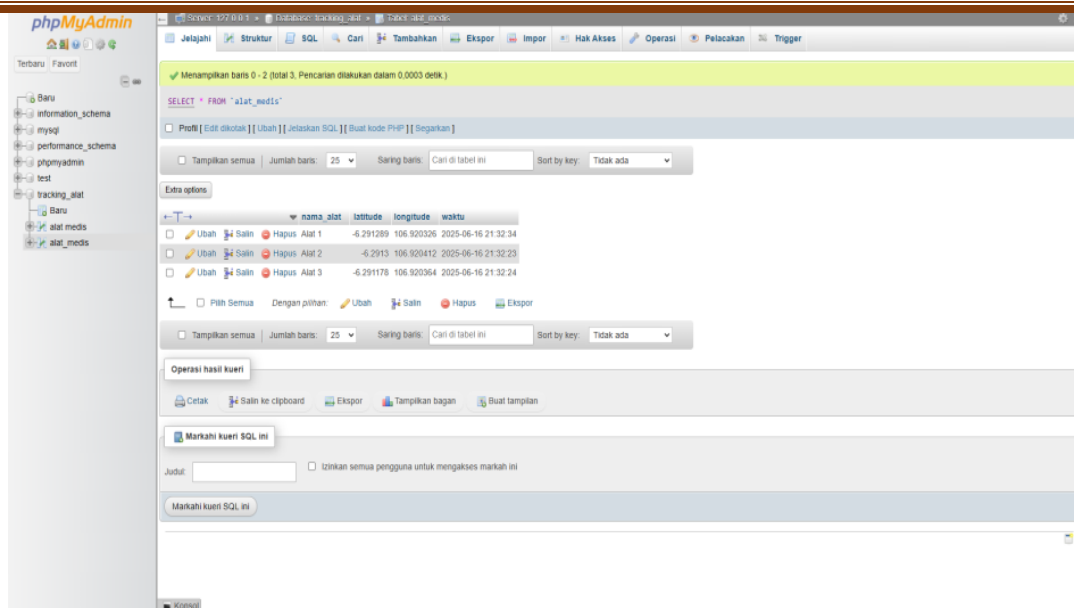
Pengujian Database dan Penyimpangan Data Lokasi

Data posisi yang dikirim oleh ESP32 diterima oleh file PHP pada server lokal. Setelah data diterima, sistem menyimpannya ke dalam tabel *alat_medis* pada database MySQL. Data yang tersimpan meliputi nama alat, *latitude*, *longitude*, dan waktu pengiriman. Penyimpanan data ini penting karena memungkinkan sistem memiliki riwayat lokasi yang dapat ditelusuri kembali ketika dibutuhkan oleh petugas.

Tabel 3. Contoh Data Lokasi yang Tersimpan pada *Database MySQL*

No.	Nama Alat	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	Waktu Pengiriman
1	Alat 1	-6.271138	106.912048	2025-06-03 19:16:29
2	Alat 2	-6.291277	106.920338	2025-06-13 22:13:37
3	Alat 3	-6.291265	106.920288	2025-06-12 22:15:36

Tabel 3 menunjukkan bahwa *database* mampu menyimpan beberapa data alat dengan koordinat dan waktu pengiriman yang berbeda. Kolom *latitude* dan *longitude* menjadi dasar penentuan titik *marker* pada peta digital, sedangkan *timestamp* digunakan untuk mengetahui kapan posisi terakhir dikirim oleh perangkat. Data ini membuktikan bahwa integrasi ESP32, PHP, dan MySQL dapat berjalan secara fungsional untuk kebutuhan penyimpanan data tracking aset medis.

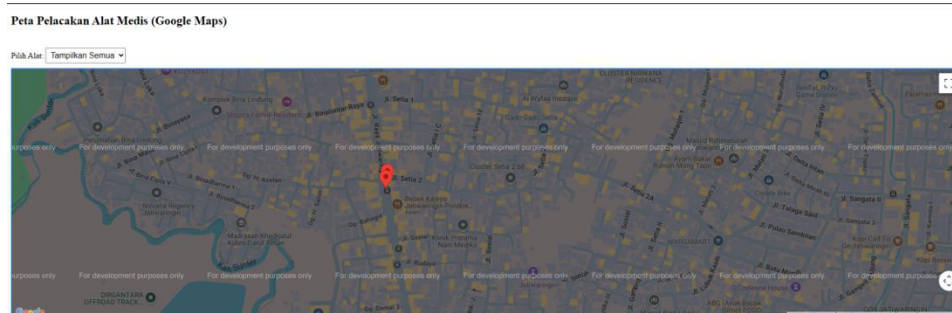


Gambar 4. Data Lokasi Alat Medis yang Tersimpan pada *Database*

Gambar 4 memperkuat hasil pada Tabel 3 dengan menampilkan antarmuka *database* yang berisi data posisi alat medis. Tampilan tersebut menunjukkan bahwa data dari ESP32 tidak hanya diterima oleh server, tetapi juga berhasil dicatat dalam sistem basis data. Keberhasilan penyimpanan ini menjadi dasar penting bagi sistem *monitoring* karena riwayat lokasi alat dapat dikelola secara terpusat.

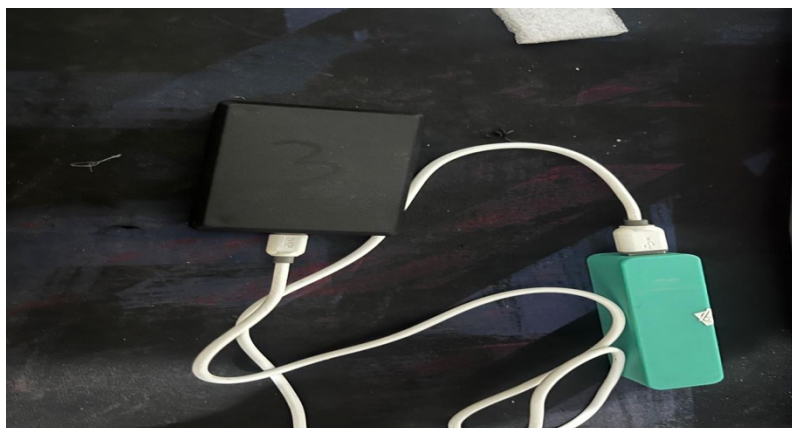
Pengujian Antarmuka *Web Monitoring*

Antarmuka *web* dikembangkan untuk mempermudah pengguna melihat posisi alat medis. Data yang sudah tersimpan di *database* dibaca kembali oleh sistem dan ditampilkan dalam bentuk marker pada peta digital. Pada antarmuka tersebut, pengguna dapat memilih alat yang akan dipantau dan melihat posisi alat berdasarkan koordinat yang dikirimkan oleh ESP32.



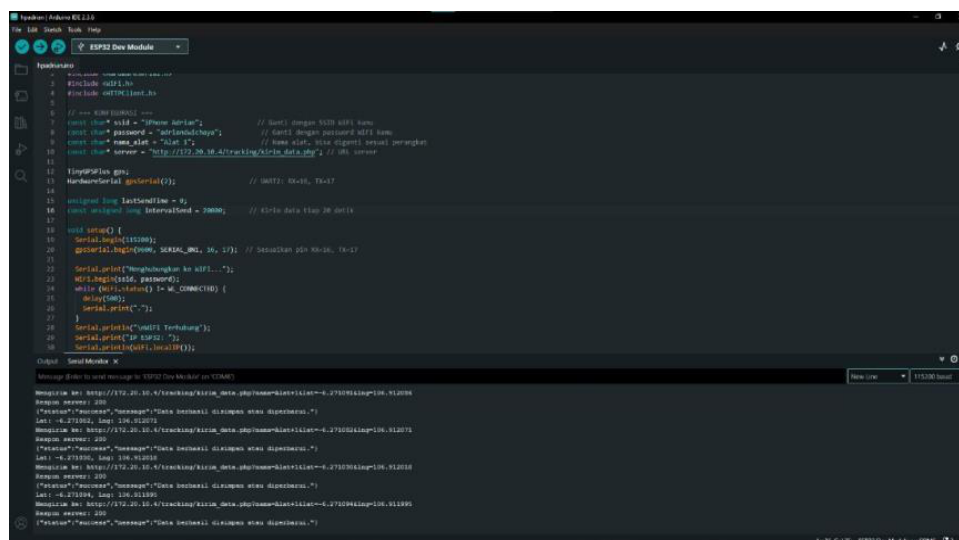
Gambar 5. Tampilan Antarmuka Web Pelacakan Alat Medis

Gambar 5 menunjukkan tampilan peta digital yang menampilkan lokasi alat medis melalui marker. Fitur ini mempermudah petugas untuk mengetahui posisi aset secara visual, bukan hanya melalui data koordinat numerik. Dengan visualisasi peta, informasi lokasi menjadi lebih mudah dipahami dan dapat digunakan sebagai dasar pencarian alat di lingkungan fasilitas kesehatan.



Gambar 6. Tampilan Prototype Alat Setelah Menggunakan *Housing*

Gambar 6 memperlihatkan prototipe alat yang telah diberi housing. Housing berfungsi melindungi ESP32, modul GPS, dan komponen pendukung dari risiko kerusakan fisik, debu, atau gangguan lingkungan. Pada konteks penggunaan di rumah sakit, desain fisik alat perlu memperhatikan keamanan, kerapian instalasi, dan kemudahan pemasangan pada aset medis yang akan dilacak.



Gambar 7. Tampilan ESP32 dan GPS NEO-6M saat Mengirim Data ke *Web*

Gambar 7 menampilkan proses ketika ESP32 menerima data dari GPS NEO-6M dan mengirimkan informasi tersebut ke *server* melalui koneksi Wi-Fi. Tampilan serial monitor menunjukkan bahwa proses komunikasi berjalan dan data lokasi dapat dipantau pada tahap pengujian. Bukti ini memperlihatkan bahwa fungsi utama sistem, yaitu pembacaan lokasi dan pengiriman data, sudah berjalan sesuai rancangan.

Pembahasan Kinerja Sistem

Secara umum, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem aset tracking berbasis ESP32 dapat digunakan sebagai prototipe pemantauan alat medis. Kinerja konektivitas Wi-Fi menunjukkan hasil stabil dengan waktu koneksi 5-10 detik. Pengiriman data menggunakan HTTP GET juga berjalan sesuai interval yang ditetapkan, yaitu setiap 10 detik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu menyediakan pembaruan data secara berkala, sehingga dapat mendukung konsep monitoring real-time.

Akurasi GPS menjadi aspek utama yang menentukan kualitas sistem. Hasil *outdoor* menunjukkan deviasi sekitar +/-3 meter, sehingga sistem cukup memadai untuk pelacakan pada area terbuka seperti halaman rumah sakit, area parkir, atau perpindahan antarbangunan. Akan tetapi, performa menurun pada ruangan tertutup dan area berbahan logam. Kondisi tersebut terjadi karena sinyal GPS membutuhkan akses yang baik terhadap satelit, sedangkan bangunan dan material konduktif dapat melemahkan atau memblokir sinyal.

Keterbatasan pada indoor tracking menjadi temuan penting dalam penelitian ini. Jika sistem akan diterapkan di dalam gedung rumah sakit secara penuh, maka GPS perlu dilengkapi metode lokalisasi tambahan seperti Wi-Fi *positioning*, *Bluetooth Low Energy beacon*, RFID, atau *ultra-wideband*. Pengembangan tersebut akan meningkatkan ketelitian lokasi dalam ruangan dan mengurangi ketergantungan pada sinyal satelit.

Integrasi database dan antarmuka web memberikan nilai tambah karena sistem tidak hanya membaca lokasi, tetapi juga menyimpan dan menampilkan data secara terpusat. Dengan adanya penyimpanan pada MySQL, petugas dapat melihat riwayat pergerakan alat. Dengan peta digital, data koordinat berubah menjadi informasi lokasi yang lebih mudah digunakan. Oleh karena itu, sistem ini dapat menjadi dasar pengembangan manajemen aset medis berbasis IoT pada skala yang lebih luas.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Penelitian ini berhasil merancang dan menguji prototipe sistem pelacakan aset alat medis berbasis ESP32 dan Wi-Fi. Sistem memanfaatkan GPS NEO-6M untuk memperoleh data koordinat, ESP32 untuk memproses dan mengirim data, PHP-MySQL untuk menerima serta menyimpan data, dan antarmuka web berbasis peta digital untuk menampilkan posisi alat medis.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ESP32 dapat terhubung ke Wi-Fi dalam waktu 5-10 detik, data lokasi dapat dikirim setiap 10 detik menggunakan HTTP GET, dan akurasi outdoor mencapai sekitar ± 3 meter. Pada kondisi *indoor* atau lingkungan berbahan konduktif, akurasi menurun menjadi lebih dari 15 meter atau data lokasi tidak terdeteksi. Meskipun demikian, sistem tetap mampu menunjukkan fungsi dasar pelacakan dan penyimpanan data secara terpusat.

Rekomendasi pengembangan selanjutnya adalah menggunakan metode lokalisasi tambahan untuk area indoor, menambahkan notifikasi ketika alat keluar dari area yang ditentukan, memigrasikan server lokal ke hosting profesional agar sistem dapat diakses multiuser, serta menambahkan baterai cadangan agar alat tetap aktif ketika sumber daya utama terputus.

REFERENSI

- Amarrohman, F. J., Yuwono, B. D., Awaluddin, M., Prasetyo, Y., Firdaus, H. S., & Bashit, N. (2019). Pemetaan dan pengukuran untuk konstruksi teknik sipil. *Jurnal Pasopati*, 1(1), 28-33.
- Auwalli, GR, Ahfas, A, & Ayuni, SD (2023). ... ESP 32 Cam Berbasis Telegram untuk Meminimalisasi Pencurian: Motorbike Control and Safety Devices Using Telegram-Based ESP 32 Cam to Minimize Theft. *MALCOM: Indonesian Journal of ...*, journal.irpi.or.id, <https://www.journal.irpi.or.id/index.php/malcom/article/view/923>
- Aldarmaki, I, Alteneiji, A, Poon, K, & ... (2025). Wi-Fi Sensing for Motion Detection using ESP-32 and Raspberry Pi 4: A Comparison. ... , and Control in ..., [ieeexplore.ieee.org, https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/11135528/](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/11135528/)

- Brown, A., & Green, C. (2022). Quality improvement in health services through technology. *Journal of Health Quality Improvement*, 29(1), 56-70.
- Budiman, A., & Suryana, T. (2019). Sistem monitoring keamanan pelayaran nelayan berbasis Internet of Things. *Jurnal Ilmiah Setrum*, 8(2), 238-247.
- Gonzalez, A., et al. (2022). IoT in healthcare: Trends and innovations. *International Journal of Medical Informatics*, 45(2), 78-90.
- Kumar, R., et al. (2021). Challenges in health equipment management. *Journal of Health Management*, 23(3), 123-135.
- Lee, S., & Park, J. (2021). Utilizing ESP32 for health monitoring systems. *Journal of Biomedical Engineering*, 34(1), 45-60.
- Nurrafifah, M., & Wirawan. (2023). Desain jaringan sensor dan aktuator nirkabel untuk pengaturan pencahayaan dan udara ruangan di ruang belajar. *Jurnal Teknik ITS*, 12(2), A153-A159.
- Santoso, S. P., & Wijayanto, F. (2022). Rancang bangun akses pintu dengan sensor suhu dan handsanitizer otomatis berbasis Arduino. *Jurnal Elektro*, 10(1), 20-30.
- Saputra, MJ, & Suryono, RR (2025). ... Menggunakan Sensor Soil Moisture dan Mikrokontroler Esp 32: Technology Implementation Drip Irrigation on Plants Corn Uses Soil Moisture Sensor and Esp 32 *MALCOM: Indonesian Journal of ...*, [journal.irpi.or.id, https://journal.irpi.or.id/index.php/malcom/article/view/1642](https://journal.irpi.or.id/index.php/malcom/article/view/1642)
- Smith, T., & Jones, L. (2023). Asset management in healthcare: A new approach. *Healthcare Management Review*, 48(2), 67-80.
- Wagyaana, A., & Rahmat, R. (2019). Prototipe modul praktik untuk pengembangan aplikasi Internet of Things (IoT). *Jurnal Ilmiah Setrum*, 8(2), 238-247.
- World Health Organization. (2020). Health technology assessment.
- Zhang, Y., et al. (2022). Impact of sensor technology on asset management in hospitals. *Journal of Hospital Administration*, 36(4), 123-140.