



JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering

<https://jurnal.widyagama.ac.id/index.php/jasee/index>



Implementasi GPS Tracker pada Sistem Pemesanan Travel berbasis IoT dengan Metode Adaptive Software Development

Anton Bondan Prakoso¹, Diky Siswanto², Istiadi^{3*}

¹Universitas Brawijaya, Malang - Indonesia

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama Malang, Malang - Indonesia

³Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama Malang, Malang - Indonesia

e-mail: * istiadi@widyagama.ac.id

Abstract

High population mobility requires travel services that are fast, transparent, and able to provide reliable vehicle position information. However, many travel service providers still use manual booking and reporting mechanisms, so customer service, data management, and vehicle monitoring are not yet optimal. This study aims to design and implement a web-based travel booking system integrated with real-time vehicle tracking using Internet of Things technology. The system was developed using the Adaptive Software Development method through the stages of speculation, collaboration, and learning. Vehicle position data were acquired using a Global Positioning System NEO6MV2 module connected to a NodeMCU ESP8266 microcontroller, then transmitted to a server through a web-based application programming interface and displayed on the booking dashboard. System testing showed an average data transmission delay of 1.8 seconds, a data delivery success rate of 98%, and coordinate accuracy within ± 3 –5 meters. These findings indicate that the proposed system can improve booking data management, accelerate vehicle location monitoring, and increase service transparency for users and administrators. In conclusion, the integration of Internet of Things-based tracking and Adaptive Software Development provides an effective approach for developing adaptive, responsive, and integrated telematics applications for travel service operations.

Keywords: web-based booking system; vehicle tracking; Internet of Things; Global Positioning System; NodeMCU ESP8266.



p-ISSN : 2721-3625
e-ISSN : 2721-320X

1. PENDAHULUAN

Perkembangan metodologi pengembangan perangkat lunak telah mengalami transformasi signifikan seiring dengan kemajuan teknologi. Pada awalnya, metode Waterfall banyak digunakan dalam pengembangan perangkat lunak karena menawarkan struktur yang jelas dan mudah dipahami. Namun, seiring berkembangnya kebutuhan proyek yang semakin kompleks dan dinamis, terutama dalam konteks sistem yang membutuhkan tingkat adaptasi tinggi, metode Waterfall mulai menunjukkan keterbatasannya. Salah satu keterbatasan utama metode Waterfall adalah kurangnya

<https://doi.org/10.31328/jasee.v6i2.04>

Received: 02-Jul-2025

Revised: 06-Sep-2025

Accepted: 23-Sep-2025, published by ©UWG Press 2025

fleksibilitas dalam menghadapi perubahan kebutuhan yang sering terjadi pada proyek dengan ketidakpastian tinggi.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, metode Agile diperkenalkan sebagai pendekatan yang lebih adaptif, dengan penekanan pada iterasi dan kolaborasi yang lebih erat antara pengembang dan pengguna. Salah satu pendekatan dalam Agile yang semakin populer adalah Adaptive Software Development (ASD). Metode ini dirancang untuk menangani ketidakpastian dan perubahan yang sering terjadi dalam pengembangan sistem, terutama pada proyek-proyek berbasis Internet of Things (IoT). Dengan mengutamakan siklus iteratif, ASD memungkinkan penyesuaian dan perbaikan sistem secara terus-menerus berdasarkan feedback dari pengguna dan hasil pengujian yang dilakukan pada setiap tahap pengembangan [1], [2].

Pada era Industri 4.0, teknologi IoT memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi operasional di berbagai sektor, termasuk sektor transportasi dan pariwisata. Integrasi teknologi IoT dengan sistem informasi berbasis web memungkinkan otomatisasi pengumpulan dan analisis data, yang berkontribusi pada peningkatan transparansi dan efisiensi layanan. Di sisi lain, tingginya mobilitas penduduk di kota-kota besar, seperti di Malang, meningkatkan permintaan akan layanan transportasi yang lebih efisien dan transparan. Namun, banyak penyedia jasa travel skala menengah yang masih mengandalkan metode manual dalam proses pemesanan dan pencatatan transaksi. Sistem manual ini tidak hanya menyebabkan inefisiensi waktu, tetapi juga rentan terhadap human error dan tidak menyediakan pemantauan posisi armada secara real-time [3], [4].

Penelitian mengenai sistem informasi pemesanan layanan travel berbasis web telah banyak dilakukan dengan berbagai pendekatan metode pengembangan. Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan metode Waterfall seperti yang dilakukan oleh Fayyad et al. [5] dalam mengembangkan sistem pemesanan tiket berbasis web, namun metode ini terbukti kurang fleksibel terhadap perubahan kebutuhan pengguna yang dinamis, terutama dalam industri jasa perjalanan yang sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal. Oleh karena itu, beberapa penelitian lain mulai menggunakan pendekatan Agile, salah satunya adalah penerapan Scrum pada pengelolaan layanan rental mobil [6], dan Lean Development dalam pengembangan aplikasi booking perjalanan wisata [7]. Namun, sebagian besar penelitian tersebut hanya berfokus pada aspek administratif pemesanan dan belum mengintegrasikan pemantauan posisi armada secara real-time [8], [9].

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemesanan travel berbasis web yang terintegrasi dengan GPS tracking berbasis IoT. Dengan menggunakan metode Adaptive Software Development (ASD), penelitian ini mengembangkan sistem yang dapat mengintegrasikan pemesanan tiket, transaksi, dan pelacakan posisi kendaraan dalam satu platform web. Pemilihan metode ASD didasarkan pada karakteristik pengembangan sistem IoT yang memiliki tingkat ketidakpastian tinggi, sehingga membutuhkan pendekatan yang iteratif dan berorientasi pada kolaborasi. Pendekatan ini memungkinkan penyesuaian bertahap terhadap kebutuhan sistem yang berkembang, terutama dalam hal integrasi perangkat keras dan perangkat lunak.

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah pengembangan sistem pemesanan travel yang tidak hanya mengelola data pemesanan, tetapi juga memungkinkan pemantauan posisi kendaraan secara real-time melalui antarmuka web yang terintegrasi. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan transparansi layanan dan efisiensi operasional penyedia jasa travel melalui solusi telematika terpadu berbasis IoT yang adaptif.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik dilengkapi dengan sensor, aktuator, serta kemampuan komunikasi jaringan untuk saling terhubung dan bertukar data secara otomatis melalui internet [10]. Dalam konteks sistem monitoring kendaraan, IoT berperan penting dalam proses akuisisi dan transmisi data lokasi secara real-time dari perangkat di lapangan menuju server pusat. Implementasi IoT memungkinkan integrasi antara perangkat keras dan sistem informasi sehingga data yang diperoleh dapat diolah dan ditampilkan dalam bentuk informasi yang bermanfaat bagi pengguna.

Secara konseptual, arsitektur IoT umumnya terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu perception layer, network layer, dan application layer [11]. Perception layer berfungsi sebagai lapisan penginderaan yang bertugas mengumpulkan data dari lingkungan menggunakan sensor, seperti modul GPS. Network layer berperan sebagai media transmisi data melalui jaringan komunikasi, baik menggunakan Wi-Fi maupun jaringan seluler. Sementara itu, application layer bertanggung jawab dalam pengolahan, penyimpanan, serta penyajian data dalam bentuk layanan aplikasi yang dapat diakses oleh pengguna. Dengan struktur ini, IoT mampu mendukung sistem monitoring kendaraan yang terintegrasi, sehingga posisi kendaraan dapat dipantau secara real-time melalui antarmuka berbasis web [12].

2.2 Arsitektur Sistem GPS Tracking Berbasis IoT

NodeMCU ESP8266 merupakan salah satu platform mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem IoT karena telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi terintegrasi yang mendukung komunikasi berbasis TCP/IP [14]. Kemampuan ini memungkinkan NodeMCU untuk terhubung langsung ke jaringan internet tanpa memerlukan perangkat tambahan, sehingga sangat efisien dalam implementasi sistem berbasis IoT.

Selain itu, NodeMCU memiliki fleksibilitas tinggi dalam integrasi dengan berbagai sensor serta mendukung berbagai protokol komunikasi seperti HTTP dan MQTT. Dalam sistem GPS tracking, NodeMCU berfungsi sebagai pengolah data yang menerima input koordinat dari modul GPS melalui komunikasi serial, kemudian mengirimkan data tersebut ke server melalui jaringan internet. Keunggulan lain dari NodeMCU adalah konsumsi daya yang relatif rendah serta kemudahan dalam proses pemrograman menggunakan Arduino IDE, sehingga menjadikannya solusi yang ekonomis dan efektif untuk pengembangan sistem monitoring berbasis IoT [15].

2.4 Adaptive Software Development (ASD)

Adaptive Software Development (ASD) merupakan metodologi pengembangan perangkat lunak yang dirancang untuk menghadapi proyek dengan tingkat kompleksitas tinggi serta ketidakpastian kebutuhan yang dinamis [1]. Metode ini menekankan pendekatan iteratif yang terdiri dari tiga fase utama, yaitu speculation, collaboration, dan learning. Pada fase speculation dilakukan perencanaan adaptif berdasarkan tujuan sistem, pada fase collaboration dilakukan pengembangan secara kolaboratif antara tim dan pengguna, sedangkan pada fase learning dilakukan evaluasi untuk penyempurnaan sistem berdasarkan hasil implementasi.

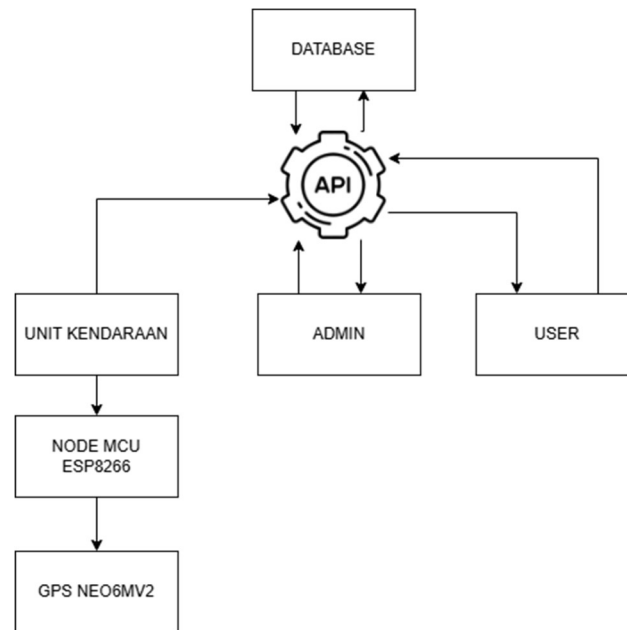
Berbeda dengan pendekatan Waterfall yang bersifat linear dan kaku, ASD memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara bertahap melalui siklus iterasi yang terstruktur dalam bentuk time-boxed development [2]. Pendekatan ini memberikan fleksibilitas dalam melakukan perubahan desain maupun fitur selama proses pengembangan berlangsung. Dalam konteks sistem berbasis IoT, penggunaan ASD menjadi sangat relevan karena pengembangan sistem melibatkan integrasi antara perangkat keras, jaringan komunikasi, dan perangkat lunak yang sering mengalami perubahan selama proses implementasi. Oleh karena itu, ASD mampu memberikan pendekatan yang lebih adaptif dan responsif terhadap dinamika pengembangan sistem, sehingga menghasilkan solusi yang lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan engineering system development dengan tujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pemesanan travel berbasis web yang terintegrasi dengan GPS tracking berbasis Internet of Things (IoT). Proses pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode Adaptive Software Development (ASD) karena karakteristik sistem yang dikembangkan memiliki tingkat kompleksitas dan ketidakpastian yang tinggi, terutama dalam integrasi perangkat keras, komunikasi jaringan, serta perangkat lunak yang bersifat dinamis [1], [2].

Tahapan penelitian diawali dengan proses analisis kebutuhan sistem yang dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan pihak Semesta Tour and Travel. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan utama yang terjadi pada sistem eksisting, seperti proses pemesanan yang masih dilakukan secara manual, pengelolaan data yang belum terintegrasi, serta tidak tersedianya sistem pemantauan posisi kendaraan secara real-time. Berdasarkan hasil analisis tersebut, diperoleh kebutuhan sistem yang meliputi pengembangan modul pemesanan berbasis web, penyimpanan data terpusat menggunakan basis data, integrasi perangkat GPS tracking pada kendaraan, serta penyediaan layanan API untuk komunikasi data antara perangkat dan server.

Selanjutnya, dilakukan tahap pengumpulan data yang mencakup studi pustaka, wawancara, dan observasi. Studi pustaka dilakukan dengan menelaah berbagai penelitian terkait sistem pemesanan berbasis web, implementasi IoT pada sistem monitoring kendaraan, serta metode pengembangan perangkat lunak adaptif [10][11][12]. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi terkait kebutuhan pengguna dan alur bisnis yang berjalan, sedangkan observasi dilakukan untuk memahami kondisi operasional sistem secara langsung. Data yang diperoleh pada tahap ini digunakan sebagai dasar dalam proses perancangan sistem.



Gambar 1. Diagram Blok GPS Tracking

Perancangan sistem dilakukan dengan mengacu pada arsitektur IoT tiga lapis, yaitu perception layer, network layer, dan application layer [11]. Pada perception layer, digunakan modul GPS NEO6MV2 untuk memperoleh data koordinat lokasi kendaraan berdasarkan sinyal satelit [13]. Data tersebut kemudian dikirimkan ke NodeMCU ESP8266 melalui komunikasi serial. Pada network layer, NodeMCU berfungsi sebagai perangkat komunikasi yang mengirimkan data lokasi ke server melalui jaringan Wi-Fi menggunakan protokol HTTP dalam format JSON [14]. Pada application layer, server bertugas menerima, menyimpan, serta mengolah data yang diterima, kemudian menampilkannya dalam bentuk informasi lokasi kendaraan pada antarmuka berbasis web yang dapat diakses oleh pengguna sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

Implementasi sistem dilakukan menggunakan metode Adaptive Software Development (ASD) yang terdiri dari tiga fase utama, yaitu speculation, collaboration, dan learning [1]. Pada fase speculation, dilakukan perencanaan adaptif yang mencakup penentuan tujuan sistem, identifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional, serta penetapan batasan sistem. Pengembangan sistem dilakukan secara iteratif dalam beberapa siklus time-boxed, sehingga setiap fitur dapat dikembangkan dan diuji secara bertahap (Tabel 1). Pada fase collaboration, dilakukan proses pengembangan sistem yang melibatkan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak, perancangan API untuk komunikasi data, serta pengembangan antarmuka pengguna berbasis web. Selain itu, dilakukan pemodelan sistem menggunakan Unified Modeling Language (UML) untuk menggambarkan alur sistem secara konseptual [16]. Pada fase learning, dilakukan evaluasi sistem melalui umpan balik pengguna untuk mengidentifikasi kekurangan sistem dan melakukan perbaikan secara berkelanjutan.

Tabel 1. Tahapan pengembangan dalam time-boxed

Timebox	Fitur yang dikembangkan
TB1	Registrasi/login pengguna + modul pemesanan (user)
TB2	Dashboard admin + verifikasi transaksi + cetak laporan
TB3	Integrasi GPS tracking (NodeMCU+NEO-6) + API + tampilan monitoring lokasi

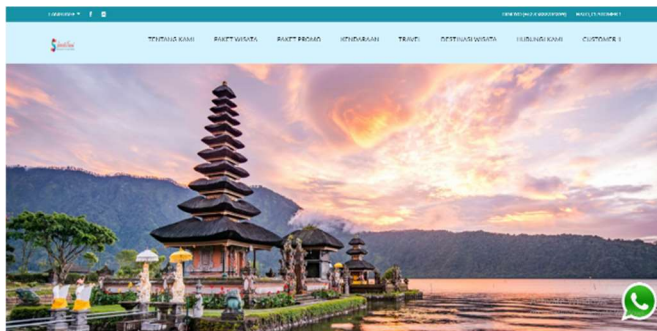
Tahap akhir penelitian adalah pengujian sistem yang dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan. Pengujian fungsional dilakukan

menggunakan metode black-box testing untuk mengevaluasi kesesuaian antara input dan output pada setiap modul sistem tanpa melihat struktur internal program [17]. Selain itu, dilakukan pengujian performa sistem untuk mengukur kualitas layanan GPS tracking, yang meliputi parameter delay transmisi data, tingkat keberhasilan pengiriman data, serta akurasi koordinat lokasi. Hasil pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan serta memastikan bahwa sistem mampu bekerja secara optimal dalam kondisi operasional.

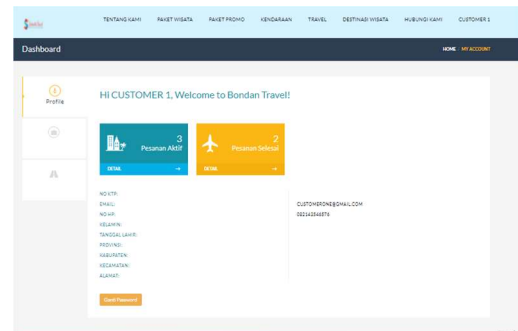
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem Berbasis ASD

Pengembangan sistem pemesanan travel terintegrasi GPS tracking berbasis IoT berhasil diimplementasikan menggunakan pendekatan Adaptive Software Development (ASD). Proses pengembangan dilakukan secara iteratif melalui beberapa siklus time-boxed, yang memungkinkan setiap modul dikembangkan dan diuji secara bertahap. Pada tahap awal, sistem difokuskan pada pengembangan fitur inti berupa autentikasi pengguna dan modul pemesanan tiket berbasis web (Gambar 2a).



(a) Halaman Pemesanan Tiket



(b) Halaman Dashboard user

Gambar 2. Halaman Layanan Pemesanan Tiket dan Dashboard user

Selanjutnya, sistem dikembangkan dengan menambahkan fitur dashboard administrasi yang mencakup pengelolaan data transaksi dan pelaporan (Gambar 2b). Pada iterasi berikutnya, dilakukan integrasi perangkat GPS tracking berbasis NodeMCU ESP8266 dan modul GPS NEO6MV2 dengan sistem backend melalui API. Spesifikasi teknis modul GPSNEO6MV2 disajikan dalam Table 2.

Tabel 2. Spesifikasi teknis modul GPSNEO6MV2 [14]

Parameter	Nilai
Baudrate GPS	9600 bps
Protokol	NMEA 0183
Tegangan	3.3–5 V
Akurasi	± 2.5 –10 m

Pendekatan ASD memberikan fleksibilitas dalam proses pengembangan, terutama ketika dilakukan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak yang memiliki karakteristik berbeda. Proses iteratif memungkinkan pengujian dan perbaikan dilakukan secara berkelanjutan, sehingga kesalahan pada tahap awal dapat segera diidentifikasi dan diperbaiki pada iterasi berikutnya. Hal ini menunjukkan bahwa ASD lebih adaptif dibandingkan metode pengembangan linear seperti Waterfall, khususnya pada sistem berbasis IoT yang memiliki dinamika tinggi [1], [2].

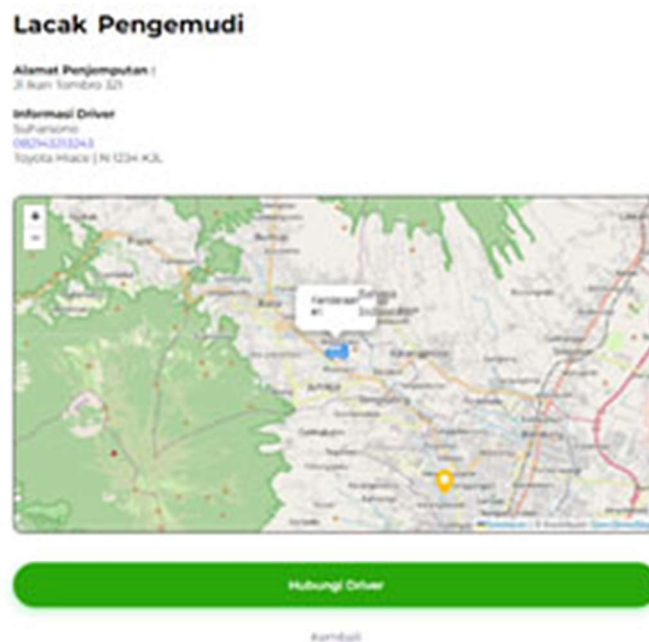
4.2 Hasil Pengujian Fungsional Sistem

Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa seluruh modul utama dalam sistem, yaitu modul login, pemesanan, transaksi, dan monitoring lokasi kendaraan, dapat berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan sistem. Pengujian dilakukan menggunakan metode black-box testing dengan memvalidasi setiap fungsi berdasarkan input dan output yang dihasilkan yang diasajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian fungsional sistem

Modul	Status	Keterangan
Login	Valid	Autentikasi berhasil
Booking	Valid	Data tersimpan di database
Transaksi	Valid	Status pembayaran terupdate
Tracking	Valid	Koordinat tampil di <i>monitoring-dashboard</i>

Seluruh skenario pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan autentikasi pengguna, menyimpan data transaksi ke dalam basis data, serta menampilkan lokasi kendaraan secara real-time pada antarmuka web (Gambar 3).



Gambar 3. Halaman Dashboard Travel

Keberhasilan pengujian ini menunjukkan bahwa integrasi antara sistem berbasis web dan perangkat IoT dapat berjalan secara sinkron melalui komunikasi API. Selain itu, tidak ditemukan error signifikan selama proses pengujian, yang mengindikasikan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional yang telah didefinisikan pada tahap analisis. Dengan demikian, sistem dapat dikategorikan layak untuk digunakan dalam lingkungan operasional dengan tingkat keandalan yang memadai [17].

4.3 Hasil Pengujian Performa GPS Tracking

Pengujian performa sistem dilakukan untuk mengevaluasi kualitas layanan GPS tracking berbasis IoT dalam kondisi operasional nyata. Parameter yang diukur meliputi delay transmisi data, tingkat keberhasilan pengiriman data, serta akurasi koordinat lokasi.

Tabel 4. Hasil pengujian performa GPS tracker.

Parameter	Hasil
Rata-rata delay transmisi	1,8 detik
Akurasi koordinat	± 3 –5 meter
Keberhasilan pengiriman	98%

Hasil pengujian pada Tabel 4 menunjukkan bahwa sistem memiliki rata-rata delay transmisi sebesar 1,8 detik, tingkat keberhasilan pengiriman data sebesar 98%, serta akurasi koordinat berada pada rentang ± 3 –5 meter.

Nilai delay yang relatif rendah menunjukkan bahwa sistem mampu mendukung monitoring kendaraan secara near real-time. Delay ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kualitas jaringan Wi-Fi, waktu respons server, serta interval pengiriman data dari perangkat. Tingkat keberhasilan pengiriman data yang tinggi menunjukkan bahwa sistem memiliki reliabilitas komunikasi yang baik, meskipun masih terdapat kemungkinan kehilangan data akibat gangguan jaringan. Sementara itu, akurasi koordinat yang diperoleh masih berada dalam batas toleransi spesifikasi modul GPS NEO6MV2, yang umumnya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti multipath dan hambatan fisik [13].

4.4 Analisis Integrasi IoT dan ASD

Salah satu kontribusi utama penelitian ini adalah integrasi antara teknologi IoT dan metode Adaptive Software Development dalam pengembangan sistem telematika. Dalam hal ini, IoT berperan sebagai infrastruktur teknis yang bertugas mengakuisisi dan mentransmisikan data lokasi kendaraan secara real-time melalui perangkat GPS dan mikrokontroler. Sementara itu, ASD berperan sebagai pendekatan metodologis yang mengatur proses pengembangan sistem agar dapat berjalan secara adaptif dan iteratif.

Perbedaan peran ini menjadi penting karena IoT berfokus pada aspek implementasi teknis, sedangkan ASD berfokus pada strategi pengembangan sistem. Integrasi keduanya menghasilkan sistem yang tidak hanya mampu bekerja secara fungsional, tetapi juga dapat dikembangkan secara fleksibel sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dalam penelitian ini, penggunaan ASD memungkinkan integrasi modul GPS tracking dilakukan secara bertahap tanpa mengganggu fungsi utama sistem pemesanan. Hal ini menunjukkan bahwa ASD sangat sesuai digunakan pada pengembangan sistem IoT yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi dan perubahan kebutuhan yang dinamis.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan sistem GPS tracking berbasis GSM atau IoT secara terpisah, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki keunggulan dalam hal integrasi sistem. Pada penelitian terdahulu, sistem pelacakan kendaraan umumnya berdiri sendiri dan tidak terhubung langsung dengan sistem pemesanan atau manajemen data [8]. Hal ini menyebabkan keterbatasan dalam hal efisiensi operasional dan transparansi layanan.

Selain itu, jika dibandingkan dengan sistem yang dikembangkan menggunakan metode Waterfall, pendekatan ASD yang digunakan dalam penelitian ini memberikan fleksibilitas yang lebih tinggi dalam proses pengembangan. Pada metode Waterfall, perubahan kebutuhan sistem sulit dilakukan setelah tahap perancangan selesai, sedangkan ASD memungkinkan perubahan dilakukan pada setiap iterasi pengembangan. Dengan demikian, sistem yang dihasilkan lebih adaptif terhadap kebutuhan pengguna serta lebih mudah dikembangkan pada tahap selanjutnya.

Hasil evaluasi pengguna melalui FGD menunjukkan bahwa sebesar 83% responden menyatakan sistem mudah digunakan dan membantu dalam proses monitoring kendaraan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berhasil secara teknis, tetapi juga diterima dengan baik oleh pengguna. Dengan demikian, integrasi antara IoT dan ASD dalam penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efisiensi operasional dan transparansi layanan pada sistem transportasi berbasis travel.

5. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pemesanan travel berbasis web yang terintegrasi dengan GPS tracking berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan metode Adaptive Software Development (ASD). Sistem mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan data dan transparansi layanan melalui monitoring kendaraan secara real-time, dengan kinerja yang baik ditunjukkan oleh delay rata-rata 1,8 detik, keberhasilan pengiriman data 98%, dan akurasi $\pm 3-5$ meter. Penggunaan ASD terbukti mendukung pengembangan sistem yang adaptif terhadap kompleksitas IoT, di mana IoT berperan sebagai infrastruktur teknis dan ASD sebagai pendekatan pengembangan. Kontribusi utama penelitian ini adalah integrasi sistem pemesanan dan pelacakan dalam satu platform terpadu. Ke depan, sistem dapat dikembangkan melalui peningkatan keamanan komunikasi data serta pengembangan aplikasi mobile untuk meningkatkan aksesibilitas dan skalabilitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Penulis sampaikan untuk Laboratorium Teknik Elektro Universitas Widyagama Malang yang sudah menyediakan fasilitas untuk melakukan penelitian dan "Semesta Tour and Travel" yang telah memfasilitasi dukungan data terkait penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] J. A. Highsmith, Adaptive Software Development: A Collaborative Approach to Managing Complex Systems, Addison- Wesley, 1999. Available: <https://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780133489460/samplepages/0133489469.pdf>.
- [2] M. Mekni, H. S. V. G. Buddhavarapu, S. Chinthapatla, and M. Gangula, "Software Architectural Design in Agile Environments," Journal of Computer and Communications, vol. 06, pp. 171-189, Jan. 2018. doi: 10.4236/jcc.2018.61018.
- [3] A. Awad and S. Mohan, "Internet of Things for a Smart Transportation System," Int. J. Interdisciplinary Telecommunications and Networking, vol. 11, pp. 57-70, Jan. 2019. doi: 10.4018/IJITN.2019010105.
- [4] M. Ferdiansyah and D. Tricahyono, "Identifikasi Faktor-Faktor Penghambat Implementasi Transformasi Digital pada UMKM," Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA), vol. 7, pp. 1583-1595, Aug. 2023. doi: 10.31955/mea.v7i2.3194.
- [5] M. F. Fayyad, I. Ramadhani, H. Syukron, M. Ikhwan, and M. R. Prayogge, "Rancang Bangun Sistem Informasi Tiket Travel berbasis Web di Kota Pekanbaru," SENTIMAS: Seminar Nasional Penelitian

- dan Pengabdian Masyarakat, Sep. 2022, pp. 49-58. Available: <https://journal.irpi.or.id/index.php/sentimas/article/view/278>.
- [6] E. S. Eriana and A. Zein, "Implementasi Metode Scrum dan Analisis SWOT Sebagai Strategi Framework Customer Relationship Management (CRM) Pada Perusahaan Rental Mobil," SAINSTECH, vol. 31, 2021. doi: <https://doi.org/10.37277/stch.v31i2.1155>.
- [7] A. S. Putri and Megawaty, "Aplikasi Booking Online Perjalanan Wisata pada Sartana Tour dan Travel berbasis Web menggunakan Metode Lean Development," KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer, 2023. doi: <https://doi.org/10.30865/klik.v3i5.664>.
- [8] M. Attubel, D. Siswanto, and M. Mukhsim, "Sistem Pemantauan dan Pengingat Waktu Perawatan Kendaraan berbasis Internet of Things," JASEE, vol. 1, no. 01, pp. 51-65, Feb. 2020. doi: 10.31328/jasee.v1i01.6.
- [9] N. D. Wahyu and J. Aryanto, "Sistem Keamanan Kendaraan Jarak Jauh menggunakan GPS Berbasis NODEMCU ESP8266," JIMIK, vol. 5, no. 2, pp. 1223-1232, May 2024. doi: <https://doi.org/10.35870/jimik.v5i2.613>.
- [10] I. W. A. Arimbawa, A. C. Rahman, and A. H. Jatmika, "Implementasi Internet of Things pada Sistem Informasi Pelacakan Kendaraan Bermotor menggunakan GPS berbasis Web," JTika, vol. 1, no. 1, pp. 121-130, 2019.
- [11] P. P. Ray, "A survey on Internet of Things architectures," Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, vol. 30, no. 3, pp. 291-319, 2018.
- [12] M. Attubel, D. Siswanto, and M. Mukhsim, "Sistem Pemantauan dan Pengingat Waktu Perawatan Kendaraan berbasis Internet of Things," JASEE, vol. 1, no. 1, pp. 51-65, 2020.
- [13] u-blox AG, "NEO-6 GPS Modules Data Sheet," 2011. Available: https://content.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf
- [14] T. Bray, "The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format," IETF RFC 8259, 2017.
- [15] A. G. Anjani et al., "Application of IoT using NodeMCU ESP8266," IJEEEMI, vol. 4, no. 1, pp. 23-27, 2022.
- [16] P. M. A.-R. Umbara, "Perancangan Sistem Informasi Manajemen Pengelolaan Barang pada PT. GEA Refrigerator Indonesia menggunakan Metode Adaptive Software Development," Bachelor Thesis, Universitas Telkom, 2021.
- [17] S. Jat and P. Sharma, "Analysis of Different Software Testing Techniques," Int. J. Sci. Res. Comp. Sci. Eng., vol. 5, no. 2, pp. 77-80, 2017.
- [18] M. Satyanarayanan, "The Emergence of Edge Computing," Computer, vol. 50, no. 1, pp. 30-39, 2017.
- [19] R. Fielding, "Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures," Doctoral Dissertation, UC Irvine, 2000.
- [20] S. Kumar et al., "Real-Time Vehicle Tracking System using IoT," IEEE Access, vol. 10, pp. 112345-112356, 2022.
- [21] E. Kaplan and C. Hegarty, Understanding GPS: Principles and Applications, 2nd ed., Artech House, 2017.
- [22] B. Boehm and R. Turner, "Balancing Agility and Discipline," Addison-Wesley, 2004.