

SISTEM INTEGRASI IOT DAN GIS UNTUK OPTIMALISASI RESPONS DISTRIBUSI BANTUAN BENCANA DI DAERAH TERPENCIL

Syams Kurniawan Hidayat¹

¹Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AMIKOM Surakarta, Sukoharjo

¹syamskh@dosen.amikomsolo.ac.id

Abstrak

Bencana alam seringkali menimbulkan tantangan besar dalam distribusi bantuan, terutama di daerah terpencil yang memiliki infrastruktur terbatas dan akses sulit. Respons yang lambat dan tidak efisien dapat memperburuk dampak bencana dan menyebabkan kerugian yang lebih besar. Penelitian ini mengusulkan sebuah sistem integrasi *Internet of Things (IoT)* dan Sistem Informasi Geografis (GIS) untuk mengoptimalkan respons distribusi bantuan bencana di daerah terpencil. Sistem ini dirancang untuk menyediakan pemantauan real-time aset logistik, perencanaan rute yang efisien, manajemen data dinamis, dan pelaporan kinerja. Dengan memanfaatkan sensor IoT untuk pengumpulan data lapangan secara real-time dan kemampuan analisis spasial GIS untuk visualisasi dan optimasi, sistem ini bertujuan meningkatkan kesadaran situasional, mempercepat waktu respons, dan memastikan bantuan mencapai penerima yang membutuhkan dengan lebih efektif dan aman. Fitur-fitur utama sistem meliputi autentikasi pengguna yang aman, dasbor peta interaktif real-time, perencanaan rute logistik yang cerdas, manajemen data dinamis, pemantauan sensor IoT terpusat, serta pelaporan dan analisis kinerja. Integrasi ini diharapkan dapat mengatasi berbagai kendala logistik yang dihadapi dalam operasi bantuan bencana di lingkungan yang menantang.

Kata Kunci: IoT-GIS, Manajemen Bencana, Distribusi Bantuan, Pelacakan Real-time, Optimasi Rute.

Abstract

Natural disasters often pose significant challenges in aid distribution, especially in remote areas with limited infrastructure and difficult access. Slow and inefficient responses can exacerbate the impact of disasters and lead to greater losses. This research proposes an integrated Internet of Things (IoT) and Geographic Information System (GIS) to optimize disaster aid distribution response in remote areas. The system is designed to provide real-time monitoring of logistics assets, efficient route planning, dynamic data management, and performance reporting. By leveraging IoT sensors for real-time field data collection and GIS spatial analysis capabilities for visualization and optimization, this system aims to enhance situational awareness, accelerate response times, and ensure aid reaches those in need more effectively and safely. Key features of the system include secure user authentication, an interactive real-time map dashboard, intelligent logistics route planning, dynamic data management, centralized IoT sensor monitoring, and performance reporting and analysis. This integration is expected to overcome various logistical constraints faced in disaster relief operations in challenging environments.

Keywords: IoT-GIS, Disaster Management, Aid Distribution, Real-time Tracking, Route Optimization.

1. Pendahuluan

Bencana alam, seperti gempa bumi, banjir, tanah longsor, dan badai, merupakan ancaman konstan bagi kehidupan manusia dan infrastruktur di seluruh dunia. Dampak bencana seringkali diperparah di daerah terpencil, di mana aksesibilitas yang buruk, infrastruktur komunikasi yang terbatas, dan kurangnya sumber daya membuat upaya respons menjadi sangat menantang. Dalam situasi darurat, distribusi bantuan yang cepat dan efisien adalah kunci

untuk menyelamatkan nyawa, mengurangi penderitaan, dan meminimalkan kerugian ekonomi (Rodriguez-Espindola et al., 2016). Namun, logistik bantuan tradisional seringkali menghadapi hambatan signifikan, termasuk kurangnya informasi real-time tentang kondisi lapangan, kesulitan dalam melacak aset dan pasokan, serta perencanaan rute yang tidak optimal (Ding et al., 2022).

Internet of Things (IoT) dan Sistem Informasi Geografis (GIS) telah muncul sebagai teknologi yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan ini. IoT, dengan kemampuannya untuk menghubungkan perangkat fisik dan mengumpulkan data real-time dari lingkungan, dapat menyediakan informasi krusial tentang lokasi aset, kondisi lingkungan, dan status pasokan (Amos, 2025). Sementara itu, GIS menawarkan kemampuan yang tak tertandingi untuk memvisualisasikan, menganalisis, dan mengelola data geospasial, memungkinkan pemetaan area terdampak, perencanaan rute, dan optimasi logistik (GAO Tek, n.d.). Integrasi kedua teknologi ini berpotensi merevolusi manajemen bencana, khususnya dalam fase respons dan distribusi bantuan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan dan menjelaskan secara rinci sebuah sistem integrasi IoT dan GIS yang dirancang khusus untuk mengoptimalkan respons distribusi bantuan bencana di daerah terpencil. Sistem ini, yang disebut sebagai Platform Operasional Bencana, akan menggabungkan fitur-fitur canggih untuk meningkatkan kesadaran situasional, efisiensi operasional, dan akuntabilitas dalam seluruh proses distribusi bantuan. Penelitian ini akan membahas latar belakang masalah, tinjauan literatur terkait, arsitektur sistem yang diusulkan, fitur-fitur utama, dan potensi manfaat dari implementasi sistem ini. Diharapkan, sistem ini dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan efektivitas operasi bantuan kemanusiaan di daerah-daerah yang paling membutuhkan.

1.1 Tinjauan Pustaka

1.1.1 Peran Internet of Things (IoT) dalam Manajemen Bencana

IoT telah terbukti menjadi teknologi transformatif dalam berbagai aspek manajemen bencana. Kemampuannya untuk mengumpulkan data real-time dari sensor yang tersebar luas memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan yang akurat dan cepat. Misalnya, sensor IoT dapat mendeteksi perubahan level air, suhu, kelembaban, atau getaran tanah, yang sangat penting untuk sistem peringatan dini bencana seperti banjir, kebakaran hutan, atau tanah longsor (Nabil et al., 2019). Di daerah pedesaan, di mana infrastruktur komunikasi seringkali terbatas, IoT dapat meningkatkan jaringan komunikasi melalui penggunaan satelit, RFID, dan jaringan mesh, memastikan bahwa tim respons dapat berkomunikasi secara efektif bahkan ketika jaringan tradisional gagal (SafeSight Exploration, 2025).

Selain pemantauan, IoT juga berperan dalam operasi pencarian dan penyelamatan. Dalam logistik bantuan, perangkat IoT seperti RFID dan GPS memungkinkan pelacakan real-time kendaraan dan pasokan, memberikan visibilitas penuh terhadap rantai pasokan bantuan (GAO Tek, n.d.). Ini memastikan bahwa bantuan mencapai lokasi yang tepat dengan cepat dan efisien, serta memungkinkan pemantauan kondisi kargo, seperti suhu untuk obat-obatan sensitif (Khairuddin & Rahman, 2025).

1.1.2 Peran Sistem Informasi Geografis (GIS) dalam Manajemen Bencana

GIS adalah alat yang sangat kuat untuk manajemen bencana karena kemampuannya dalam mengintegrasikan, menganalisis, dan memvisualisasikan data geospasial. GIS digunakan untuk membuat peta kerawanan bencana, mengidentifikasi area berisiko tinggi, dan memfasilitasi penilaian risiko (Farandila et al., 2025). Dalam fase respons, GIS memungkinkan tim darurat untuk memvisualisasikan area terdampak, merencanakan rute evakuasi, dan mengkoordinasikan upaya penyelamatan (Esri, n.d.).

Dalam konteks distribusi bantuan, GIS sangat penting untuk perencanaan rute logistik. Dengan menggunakan data geografis, GIS dapat menghitung rute paling efisien ke lokasi yang membutuhkan, mempertimbangkan faktor-faktor seperti kondisi jalan, hambatan, dan lokasi posko bantuan (Rodriguez-Espindola et al., 2016). Pemetaan real-time, yang didukung oleh GIS, kecerdasan buatan (AI), drone, dan citra satelit, meningkatkan kesadaran situasional dengan menyediakan data yang akurat dan terkini tentang kerusakan infrastruktur, kondisi yang berubah, dan lokasi sumber daya (Team Rubicon USA, 2025). Sehingga dapat memungkinkan alokasi sumber daya yang lebih baik dan peningkatan keselamatan tim penyelamat dengan mengidentifikasi rute yang lebih aman.

1.1.3 Integrasi IoT dan GIS dalam Logistik Kemanusiaan

Integrasi IoT dan GIS menciptakan sinergi yang kuat untuk mengoptimalkan logistik kemanusiaan. Data real-time yang dikumpulkan oleh sensor IoT, seperti lokasi kendaraan, tingkat bahan bakar, dan kondisi kargo, dapat terhubung langsung ke sistem GIS kemudian diproses sehingga dapat memvisualisasikan data pada peta interaktif, memberikan gambaran operasional yang komprehensif kepada para pengambil keputusan (Lwin et al., 2019).

Kerangka kerja berbasis IoT yang skalabel untuk manajemen data bencana dapat mengintegrasikan teknologi penyimpanan data yang sangat skalabel, pengindeksan hibrida, dan teknologi pembelajaran mesin untuk mendukung manajemen data bencana yang komprehensif (Ding et al., 2022). Integrasi ini memungkinkan sistem untuk menangani volume data yang besar dan heterogen dari berbagai sumber IoT, serta mendukung pencarian multi-modal dan pengambilan data yang dinamis. Dengan demikian, keputusan dapat dibuat berdasarkan informasi yang paling akurat dan terkini, yang sangat penting dalam lingkungan bencana yang serba cepat.

Beberapa penelitian telah menunjukkan potensi integrasi ini dalam berbagai skenario, mulai dari pemantauan cuaca hingga manajemen rantai pasokan bantuan. Sistem terintegrasi ini dapat meningkatkan efisiensi, transparansi, dan akuntabilitas dalam seluruh siklus manajemen bencana, dari mitigasi hingga pemulihan (Mousazadeh & Diaz, 2025).

2. Metode Penelitian

Metode pengembangan sistem yang dipilih untuk penelitian ini adalah model *Prototyping*. Model ini sangat sesuai karena penelitian ini berfokus pada perancangan dan konseptualisasi sistem, di mana hasil akhirnya adalah sebuah prototipe atau model kerja, bukan sistem yang sepenuhnya diimplementasikan. Model *Prototyping* memungkinkan pengembangan yang cepat dan iteratif, di mana umpan balik dari pemangku kepentingan dapat dengan mudah diintegrasikan untuk menyempurnakan desain (GeeksforGeeks, 2025).

2.1. Fase-fase Model Prototyping

1. Pengumpulan Kebutuhan Awal
Mengidentifikasi kebutuhan dasar sistem dari perspektif pengguna akhir dan pemangku kepentingan. Pada tahap ini, fokusnya adalah memahami masalah utama yang perlu dipecahkan.
2. Desain Cepat (Quick Design)
Membuat desain awal yang sederhana dari sistem. Desain ini lebih berfokus pada representasi aspek-aspek yang akan terlihat oleh pengguna, seperti antarmuka dan alur kerja dasar.
3. Pembangunan Prototipe (Build Prototype)
Mengembangkan prototipe kerja berdasarkan desain cepat. Prototipe ini mungkin tidak memiliki semua fungsionalitas, tetapi harus cukup untuk mendemonstrasikan konsep inti sistem kepada pengguna.

4. Evaluasi Pengguna (User Evaluation)

Prototipe disajikan kepada pengguna untuk dievaluasi. Pengguna memberikan umpan balik tentang apa yang mereka sukai, apa yang kurang, dan perbaikan apa yang diperlukan.

5. Penyempurnaan Prototipe (Refining Prototype)

Berdasarkan umpan balik pengguna, prototipe disempurnakan. Siklus evaluasi dan penyempurnaan ini diulang beberapa kali hingga prototipe memenuhi harapan pengguna.

6. Produk Akhir (jika dilanjutkan)

Setelah prototipe final disetujui, prototipe tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan produk akhir yang lengkap menggunakan metodologi pengembangan yang lebih formal seperti Rapid Application Development (RAD) atau model lainnya.

Karena penelitian ini bersifat konseptual, output utama adalah prototipe yang telah divalidasi dan dokumentasi desain yang komprehensif, yang dapat menjadi landasan untuk implementasi nyata di masa depan.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan hasil pengembangan prototipe sistem yang dirancang untuk mendukung proses distribusi bantuan bencana secara lebih efisien melalui integrasi teknologi IoT dan GIS. Pembahasan difokuskan pada rancangan arsitektur, alur penggunaan sistem, serta fungsionalitas utama yang telah diuji melalui simulasi dan pengujian awal dalam lingkungan terkontrol. Meskipun belum diterapkan secara nyata di lapangan, prototipe ini memberikan gambaran yang jelas mengenai potensi penerapannya dalam situasi darurat di wilayah terpencil.

3.1. Arsitektur Sistem yang Akan Dikembangkan

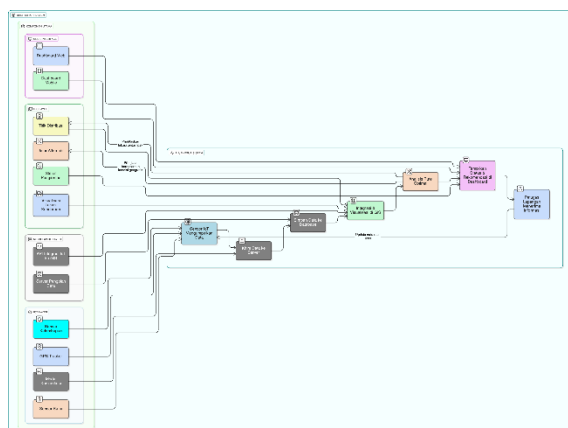
Sistem Integrasi IoT dan GIS untuk Optimalisasi Respons Distribusi Bantuan Bencana di Daerah Terpencil dirancang dengan arsitektur modular yang memungkinkan skalabilitas dan fleksibilitas. Arsitektur ini terdiri dari beberapa komponen utama yang dijelaskan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Arsitektur Sistem yang Diusulkan

Lapisan	Komponen Utama	Deskripsi Fungsi
Pengumpulan Data (IoT)	Sensor GPS, Kecepatan,	Mengumpulkan data real-time

	Bahan Bakar, Suhu	dari aset logistik di lapangan.
Pemrosesan dan Penyimpanan	Gateway IoT, Platform Cloud, Basis Data Geospasial	Menerima, memproses, dan menyimpan data mentah dari perangkat IoT.
Analisis dan Logika Bisnis	Modul GIS, Modul Optimasi Rute, Modul Prediktif	Melakukan analisis spasial, optimasi rute, dan prediksi berdasarkan data.
Antarmuka Pengguna	Dasbor Operasional, Halaman Perencanaan, Halaman Input Data	Menyediakan antarmuka visual bagi pengguna untuk berinteraksi dengan sistem.

Desain rancangan arsitektur sistem integrasi IoT–GIS untuk distribusi bantuan bencana tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Sistem Yang Dikembangkan

3.2. Fitur-fitur Utama Sistem

Platform Operasional Bencana yang diusulkan memiliki beberapa fitur utama yang dirancang untuk mengoptimalkan respons distribusi bantuan di daerah terpencil:

1. Autentikasi Pengguna

Sistem dilengkapi dengan halaman login yang aman untuk memastikan bahwa hanya personel yang berwenang yang dapat mengakses dasbor operasional dan fitur-fitur sensitif lainnya. Ini penting untuk menjaga integritas data dan mencegah akses tidak sah, yang krusial dalam operasi darurat (Hashstudioz, 2024).

2. Dasbor Peta Interaktif & Real-time

Dasbor ini adalah pusat visualisasi operasional. Fitur-fiturnya meliputi visualisasi aset, pelacakan langsung, detail aset instan, dan tampilan peta dinamis. Ini

memberikan gambaran dinamis tentang pergerakan bantuan dan mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan terinformasi (SafeSight Exploration, 2025).

3. Perencanaan Rute Logistik

Fitur ini adalah inti dari optimasi distribusi bantuan. Sistem secara otomatis menghitung rute paling efisien, memperkirakan jarak tempuh dan waktu tiba, dengan mempertimbangkan kondisi jalan dan hambatan yang mungkin terjadi. Rute yang dihasilkan digambar secara visual di peta untuk memberikan gambaran yang jelas (Rodriguez-Espindola et al., 2016).

4. Manajemen Data Dinamis

Sistem menyediakan halaman "Input Data" khusus di mana pengguna dapat dengan mudah menambahkan kendaraan logistik atau posko bantuan baru ke dalam sistem. Hal ini memungkinkan sistem untuk beradaptasi dengan cepat terhadap situasi bencana yang berkembang (Ding et al., 2022).

5. Monitoring Sensor IoT Terpusat

Halaman "Monitoring IoT" menyediakan dasbor terpusat untuk memantau data sensor dari semua kendaraan secara real-time, termasuk kecepatan, level bahan bakar, dan suhu kargo, yang krusial untuk bantuan sensitif seperti obat-obatan (Khairuddin & Rahman, 2025).

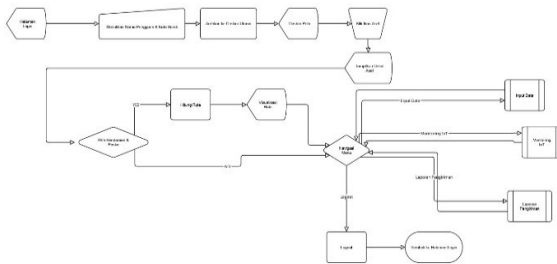
6. Pelaporan dan Analisis Kinerja

Halaman "Laporan Pengiriman" menyajikan KPI operasional dan riwayat pengiriman untuk keperluan audit, evaluasi, dan pembelajaran di masa depan (Parmadi & Ramli, 2025).

3.3. Hasil Pengembangan Sistem

Bagian ini menjelaskan hasil pengembangan prototipe sistem yang dirancang untuk mendukung optimalisasi distribusi bantuan bencana di wilayah terpencil melalui integrasi teknologi IoT dan GIS. Fokus utama pengembangan terletak pada perancangan antarmuka pengguna, alur interaksi sistem, serta fungsionalitas dasar yang dapat digunakan untuk simulasi proses operasional. Hasil pengembangan ini belum diterapkan di lapangan, namun telah diuji dalam lingkungan simulasi untuk memastikan bahwa setiap komponen sistem berjalan sesuai rancangan dan dapat mendukung proses distribusi secara efisien.

3.3.1 Alur Penggunaan Sistem



Gambar 2. Alur Penggunaan Sistem

1. Login (Masuk ke Sistem)

- a. Saat pengguna mengakses sistem pertama kali harus melalui halaman login.



Gambar 3. Halaman Login Sistem

- b. Pengguna akan diminta memasukkan Nama Pengguna dan Kata Sandi.
- c. Setelah menekan tombol "Login", jika berhasil pengguna akan diarahkan ke dasbor utama.

2. Dasbor Peta (Tampilan Utama)

- a. Halaman utama setelah login adalah Dasbor Peta. Tampilan ini terbagi menjadi dua bagian utama yaitu Peta Interaktif (Kanan) Menampilkan lokasi geografis semua aset (kendaraan logistik dan posko bantuan) dengan ikon yang berbeda, dan Panel Kontrol (Kiri) Berisi daftar semua kendaraan dan posko bantuan yang tersedia.

- b. Pengguna akan melihat ikon kendaraan yang berstatus "Dalam Perjalanan" bergerak secara perlahan di peta (Simulasi Real-time). Data seperti kecepatan dan bahan bakar di Panel Kontrol juga akan berubah secara berkala, mensimulasikan data sensor IoT yang masuk.

3. Melihat Detail Aset

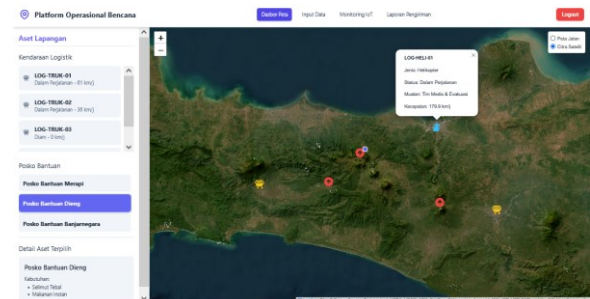
- a. Pengguna dapat mengklik ikon kendaraan atau posko di peta, atau

memilihnya dari daftar di Panel Kontrol.

- b. Aset yang dipilih akan ditandai secara visual (misalnya, ikonnya beranimasi atau berubah warna). Peta akan secara otomatis menyesuaikan tampilan (zoom in) untuk fokus pada aset yang dipilih.
- c. Di bagian bawah Panel Kontrol, akan muncul "Detail Aset Terpilih" yang menampilkan informasi lebih rinci untuk Kendaraan seperti ID, jenis, status perjalanan, muatan, kecepatan, level bahan bakar, dan suhu kargo (jika ada). Pada Posko juga menampilkan Nama posko dan daftar kebutuhan logistik yang mendesak.

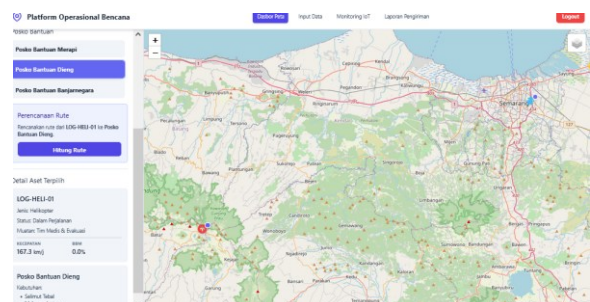
4. Merencanakan Rute Pengiriman

- a. Pengguna harus memilih satu kendaraan dan satu posko bantuan sebagai titik awal dan tujuan.



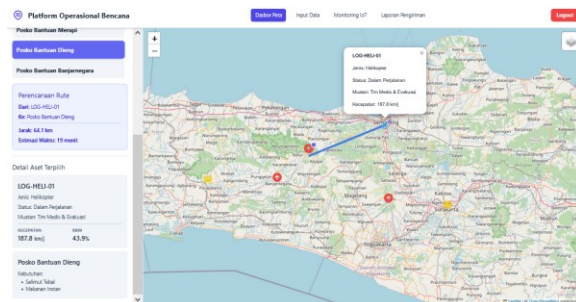
Gambar 4. Memilih Aset Untuk Menghitung Rute

- b. Setelah kedua aset dipilih, sebuah bagian "Perencanaan Rute" akan muncul di Panel Kontrol. Pengguna menekan tombol "Hitung Rute".



Gambar 5. Proses Menghitung Rute Terbaik

- c. Hasil visualisasi pada sistem akan secara otomatis menghitung rute terbaik.

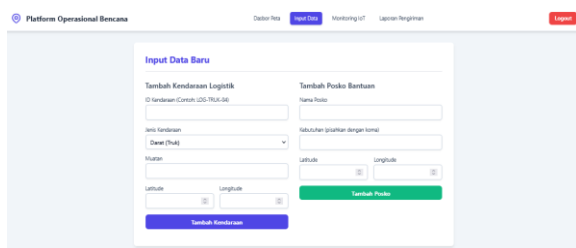


Gambar 6. Visualisasi Hasil Rute Terbaik

Sebuah garis akan digambar di peta yang menghubungkan kendaraan dengan posko tujuan. Peta akan menyesuaikan tampilannya agar seluruh rute terlihat jelas. Informasi detail seperti estimasi jarak (km) dan estimasi waktu tempuh (menit) akan ditampilkan di Panel Kontrol.

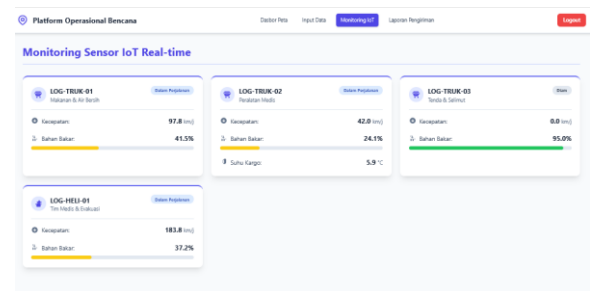
5. Menggunakan Fitur Lain Melalui Navigasi

- Pengguna dapat beralih ke tampilan lain menggunakan menu navigasi di bagian atas (header) kemudian memilih menu "Input Data" sehingga muncul formulir untuk menambahkan kendaraan baru atau posko bantuan baru ke dalam sistem. Pengguna mengisi detail yang diperlukan lalu menyimpannya.



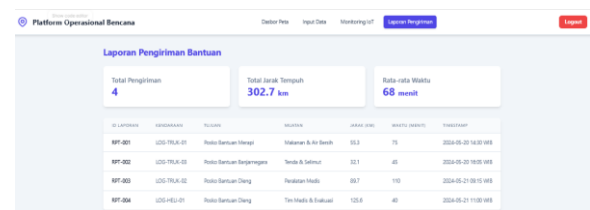
Gambar 7. Form Input Data Baru

- Pada saat menu "Monitoring IoT" dipilih maka tampilan berubah menjadi dasbor yang fokus pada data sensor dari setiap kendaraan. Setiap kendaraan ditampilkan dalam bentuk informasi yang menunjukkan data real-time seperti kecepatan, level bahan bakar (dengan bar indikator visual), dan suhu kargo. Data ini terus diperbarui secara otomatis.



Gambar 8. Halaman Monitoring IoT

- Pengguna memilih menu "Laporan Pengiriman". Halaman ini menampilkan ringkasan performa operasional. Di bagian atas, terdapat informasi rangkuman (KPI) seperti total pengiriman, total jarak tempuh, dan rata-rata waktu pengiriman. Di bawahnya, terdapat tabel yang merinci semua riwayat pengiriman yang telah selesai.



ID Kendaraan	Koordinat	Posko	Muatan	Jarak	Waktu
997-001	CSD-TRUK-01	Posko Bantuan Mengalir	Makanan & Air Bersih	15.3	15
997-002	CSD-TRUK-02	Posko Bantuan Berjalan	Tenda & Selimut	121	40
997-003	CSD-TRUK-03	Posko Bantuan Mengalir	Perlengkapan Medis	99.7	110
997-004	CSD-HEU-01	Posko Bantuan Mengalir	Tin Makanan & Biskuit	125.6	40

Gambar 9. Laporan Distribusi Bantuan

6. Logout (Keluar dari Sistem)

Kapan pun, pengguna dapat menekan tombol "Logout" di pojok kanan atas. Sistem akan mengakhiri sesi dan mengembalikan pengguna ke halaman login.

Implementasi dan manfaat sistem integrasi IoT dan GIS ini diharapkan dapat membawa sejumlah manfaat signifikan dalam konteks respons distribusi bantuan bencana di daerah terpencil, termasuk peningkatan kesadaran situasional, respons yang lebih cepat, alokasi sumber daya yang optimal, peningkatan keamanan dan akuntabilitas, serta adaptabilitas terhadap perubahan. Untuk implementasi, sistem ini dapat dikembangkan menggunakan teknologi web modern, basis data geospasial, dan platform cloud untuk skalabilitas. Integrasi dengan penyedia peta pihak ketiga akan diperlukan untuk fungsionalitas peta (KandaSoft, 2025).

2. Kesimpulan

Sistem integrasi IoT dan GIS menawarkan solusi yang kuat dan inovatif untuk mengoptimalkan respons distribusi bantuan bencana di daerah terpencil. Dengan

menggabungkan kemampuan pengumpulan data real-time dari IoT dan analisis spasial yang canggih dari GIS, platform ini dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi, kecepatan, dan akuntabilitas operasi bantuan kemanusiaan. Fitur-fitur seperti dasbor peta interaktif real-time, perencanaan rute logistik yang cerdas, dan pemantauan sensor IoT terpusat secara langsung mengatasi tantangan logistik yang dihadapi dalam situasi darurat. Implementasi sistem ini tidak hanya akan menyelamatkan nyawa dan mengurangi penderitaan, tetapi juga membangun kapasitas respons bencana yang lebih tangguh dan adaptif di masa depan.

3. Daftar Pustaka

- Amos, Z. (2025, Februari 17). *How IoT helps solve rural emergency response issues*. IoT For All. <https://www.iotforall.com/iot-rural-emergency-response>
- Ding, Z., Jiang, S., Xu, X., & Han, Y. (2022). An Internet of Things based scalable framework for disaster data management. *Journal of Safety Science and Resilience*, 3(2), 136–152. <https://doi.org/10.1016/j.jnlssr.2021.12.003>
- Esri. (n.d.). *GIS in disaster management | Emergency management*. Diakses 9 Oktober 2025, dari <https://www.esri.com/en-us/industries/emergency-management/overview>
- Farandila, B., Muda, N. R. S., Fadilah, M. F., & Nabila, D. S. (2025). Analisa daerah rawan bencana longsor di Kota Batu Jawa Timur berdasarkan GIS dan penggunaan sensor berbasis IoT. *CENDEKIA Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmiah*, 2(2), 226–239. <http://manggalajournal.org/index.php/cendekia/article/download/938/1169>
- GAO Tek. (n.d.). *Disaster management and response - Remote sensing and geographic information systems (GIS)*. Diakses 9 Oktober 2025, dari <https://gaotek.com/disaster-management-and-response-remote-sensing-and-gis/>
- GeeksforGeeks. (2025, Juli 11). *Software engineering | Prototyping model*. <https://www.geeksforgeeks.org/software-engineering/software-engineering-prototyping-model/>
- Hashstudioz. (2024, Desember 20). *IoT in disaster management: How IoT is redefining disaster relief strategies*. <https://www.hashstudioz.com/blog/iot-in-disaster-management-how-iot-is-redefining-disaster-relief-strategies/>
- KandaSoft. (2025, Maret 6). *How IoT aids in disaster management: Top use cases*. <https://www.kandasoft.com/blog/how-iot-aids-in-disaster-management-top-use-cases>
- Khairuddin, M. M., & Rahman, N. A. A. (2025). Empowering humanitarian efforts: IoT-enabled solutions for distribution center. Dalam *Supply chain in humanitarian operations: Challenges and opportunities* (hlm. 101–118). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-96-4426-1_7
- Kissflow. (2025, Agustus 11). *Rapid application development (RAD) | Definition, steps & examples*. <https://kissflow.com/application-development/rad/rapid-application-development/>
- Lwin, K. K., Sekimoto, Y., & Takeuchi, W. (2019, November). City geospatial dashboard: IoT and big data analytics for geospatial solutions provider in disaster management. Dalam *2019 11th International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN)* (hlm. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICUFN.2019.8806139>
- Mousazadeh, M., & Diaz, A. (2025). Humanitarian supply chain redesign using a GIS-based two-stage stochastic model. *RAIRO Operations Research*, 59(1), 1–20. <https://www.rairo-ro.org/articles/ro/pdf/2025/01/ro240343.pdf>
- Nabil, A. M., Mesbah, S., & Sharawi, A. (2019, Desember). Synergy of GIS and IoT for weather disasters monitoring and management. Dalam *2019 Ninth International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS)* (hlm. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICICIS46948.2019.9014709>
- Rodriguez-Espindola, O., Albores, P., & Brewster, C. (2016). GIS and optimisation: Potential benefits for emergency facility location in humanitarian logistics. *Geosciences*, 6(2), 18. <https://doi.org/10.3390/geosciences6020018>
- SafeSight Exploration. (2025, Februari 18). *How real-time mapping enhances disaster response*. <https://safesightxp.com/2025/02/18/how-real-time-mapping-enhances-disaster-response/>