

Perancangan dan Implementasi Sistem Informasi Terintegrasi Monitoring Pelanggaran *Ground Support Equipment* (GSE) di Apron Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai

I Gede Tantra Jaya Megananda¹ Ubaedillah² Dwi Lestary³

Program Studi Operasi Bandar Udara, Manajemen Penerbangan, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Kabupaten Tangerang, Banten Indonesia^{1,2,3}

Email: coktantra@gmail.com¹ ubaidillah@ppicurug.ac.id² dwi.lestary@ppicurug.ac.id³

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem informasi yang dapat membantu proses pengelolaan data kendaraan *Ground Support Equipment* (GSE), pemeriksaan kendaraan, serta pencatatan pelanggaran secara terintegrasi. Permasalahan yang terjadi di lapangan adalah proses pencatatan dan pengawasan *Ground Support Equipment* (GSE) masih dilakukan secara manual, sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, keterlambatan penyampaian informasi, serta kesulitan dalam pemantauan data. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu mengelola data secara terstruktur dan efisien. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tahapan identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem menggunakan flowchart, Data Flow Diagram (DFD), dan Entity Relationship Diagram (ERD), serta implementasi sistem berbasis web. Sistem yang dibangun memiliki beberapa fitur utama, yaitu manajemen data GSE, pemeriksaan kendaraan, pencatatan pelanggaran, dashboard monitoring, serta manajemen pengguna. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing untuk memastikan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

Kata Kunci: Sistem Informasi, GSE, Pemeriksaan Kendaraan, Pelanggaran, Bandar Udara



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Operasional *Ground Support Equipment* (GSE) di sisi udara bandar udara merupakan komponen krusial dalam mendukung kelancaran pelayanan pesawat udara sekaligus menjadi garda penting dalam melindungi keselamatan jiwa para pekerja dan penumpang di apron. Setiap unit GSE dituntut untuk memenuhi persyaratan teknis dan administratif yang ketat, di mana pengawasannya dilakukan oleh petugas *Apron Movement Control* (AMC) melalui kegiatan *random check* guna menjamin kepatuhan terhadap standar keselamatan penerbangan (Zia et al., 2023; Riyono et al., 2023). Namun, realitas di lapangan menunjukkan tingginya kompleksitas operasional, seperti pengelolaan 1.942 unit GSE dengan berbagai karakteristik di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai, yang menempatkan beban kognitif dan fisik cukup besar bagi para petugas. Proses pengawasan yang masih mengandalkan formulir kertas tidak hanya rentan terhadap kesalahan manusia (*human error*), melainkan juga memperlambat penelusuran riwayat kelayakan kendaraan dan pengambilan keputusan strategis dalam memitigasi potensi bahaya secara tepat waktu. Selama satu dekade terakhir, berbagai literatur akademis telah menegaskan pentingnya transisi menuju sistem digital untuk mengurangi beban kerja administratif dan meningkatkan keandalan instrumen keselamatan. Mishra dan Misra (2017) menggarisbawahi bahwa tata kelola data yang tidak terpusat menyulitkan manusia dalam menganalisis informasi berisiko tinggi secara komprehensif. Sejalan dengan hal tersebut, implementasi teknologi informasi terbukti mampu mengembalikan fokus kerja petugas dengan mengidentifikasi anomali operasional secara *real-time* (Phat et al., 2021; Salvador et al., 2024). Lebih lanjut, sistem digital yang terkomputerisasi memfasilitasi

penyimpanan rekam jejak operasional bervolume besar secara aman guna mendukung proses evaluasi dan audit yang lebih transparan (Wagan et al., 2025). Kendati digitalisasi operasional telah banyak diteliti, pendekatan yang ada kerap kali masih bersifat mekanistik dan terfragmentasi, di mana fokus penelitian lebih banyak bertumpu pada digitalisasi teknis instrumen tanpa mengintegrasikannya dengan pengawasan kepatuhan personel di lapangan.

Kesenjangan (*gap analysis*) utama dari kajian-kajian terdahulu adalah ketiadaan platform terpusat yang memadukan hasil *checklist* kelayakan fisik unit GSE dengan riwayat kepatuhan atau pelanggaran operasional personel penggunaannya. Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada perancangan sistem informasi holistik yang tidak hanya mengukur kelaikan mesin, tetapi juga menjembatani hal tersebut dengan pengawasan perilaku operator dalam satu basis data yang terintegrasi. Pendekatan ini secara humanis melindungi para pekerja dengan memastikan penegakan aturan berjalan transisten, mencegah inkonsistensi pemberian sanksi, dan menciptakan ekosistem pengawasan yang mempermudah kinerja petugas AMC. Berangkat dari signifikansi dan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi sistem informasi pengelolaan data GSE guna memfasilitasi proses *random check* digital, pencatatan pelanggaran operasional, serta otomatisasi pelaporan yang bermuara pada peningkatan keselamatan operasional di lingkungan bandar udara.

Penelitian Terdahulu yang Relevan

No	Penulis/ Tahun	Judul	Metode	Hasil	Gap	Novelty Penelitian Ini
1	Zein Indra Utama (2025) (utama et al., 2025)	Digitalisasi pendataan GSE untuk pengawasan AMC di Bandara Juanda Surabaya	QR Code dan dashboard monitoring	Meningkatkan efektivitas pengawasan, akurasi data, dan kecepatan keputusan	Fokus pada pendataan unit GSE, belum mencakup pelanggaran dan histori kendaraan	Sistem terintegrasi mencakup pemeriksaan, pelanggaran, dan histori kendaraan
2	Septio Caesar Pangestu (2025) (Pangestu et al., 2025)	Digitalisasi pelaporan dan pemeriksaan GSE di Bandara Samarinda	Aplikasi mobile, QR Code, notifikasi otomatis, dashboard	Pengawasan lebih cepat, akurat, dan real time	Belum ada integrasi histori kendaraan dan analisis pelanggaran	Menambahkan database riwayat kendaraan dan pencatatan pelanggaran otomatis
3	Dian Bella Tandibua dan Djoko Widagdo (2024) (Tandibua & Widagdo, 2024)	Pengawasan AMC terhadap kelayakan GSE di Bandara Hang Nadim Batam	Analisis pengawasan operasional	Pengawasan belum optimal karena keterbatasan SDM	Belum menggunakan sistem digital terpusat	Sistem membantu pengawasan otomatis dan efisiensi SDM
4	Mega Uswatun & Djoko Widagdo (2024) (Uswatun & Widagdo, 2024)	Pengawasan ketertiban GSE di Bandara Mopah Merauke	Evaluasi implementasi pengawasan	Pengawasan kurang optimal, kepatuhan rendah	Belum ada teknologi monitoring digital	Sistem monitoring real time dan pencatatan pelanggaran pengguna
5	Nurjanah Afdhian Sahara (2023) (Sahara & Kona, 2023)	Evaluasi pengisian bahan bakar GSE di Bandara Ahmad Yani Semarang	Analisis prosedur operasional	Risiko fuel spillage dan hambatan operasional	Fokus pada bahan bakar, belum pada manajemen kendaraan GSE	Sistem juga memonitor kelayakan dan status kendaraan operasional

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*) Level 4, yaitu meneliti dan menciptakan produk baru berupa sistem informasi pengawasan terpadu, sekaligus menguji keefektifannya di lapangan (Sugiyono, 2019).

Pelaksanaan penelitian berlokasi di area operasional Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Denpasar dan Politeknik Penerbangan Indonesia Curug pada bulan Oktober 2025 hingga Februari 2026. Subjek penelitian melibatkan 20 responden dari kalangan petugas *Apron Movement Control* (AMC) dan operator *Ground Support Equipment* (GSE) yang berinteraksi langsung dengan pengawasan sisi udara. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi alur kerja pengawasan, wawancara semi-terstruktur untuk menggali kendala beban kerja administratif secara humanis, studi dokumentasi terhadap 1.942 master data GSE beserta riwayat sanksi, dan penyebaran kuesioner penerimaan sistem. Data hasil observasi dan wawancara diolah secara deskriptif untuk memetakan spesifikasi kebutuhan antarmuka yang meringankan beban pengguna, sementara data kuesioner diolah secara persentase kuantitatif untuk memvalidasi tingkat kelayakan produk.

Pengembangan sistem mengadopsi metode *Waterfall* yang tahapan umumnya (analisis, desain, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan) merujuk pada literatur standar rekayasa perangkat lunak (Pressman, 2015). Perancangan arsitektur data disintesis menggunakan *Data Flow Diagram* (DFD) dan *Entity Relationship Diagram* (ERD). Peralatan utama yang digunakan mencakup perangkat keras komputer berbasis prosesor Intel Core i5 dengan RAM 4 GB dan SSD 500 GB. Sistem dibangun menggunakan kerangka kerja Laravel dan Bootstrap, serta sistem manajemen basis data MySQL, yang difungsikan khusus untuk mengelola integrasi pencatatan kelaikan teknis dan pelanggaran administratif secara akurat dan *real-time*. Tata cara pengujian fungsionalitas perangkat lunak dievaluasi menggunakan metode *Black Box Testing*. Tolok ukur kinerja produk diukur berdasarkan tingkat persentase keberhasilan fitur-fitur krusial—seperti autentikasi berjenjang (Admin, Petugas, Operator), kelancaran perekaman *checklist* kendaraan, ketepatan pengarsipan sanksi, dan kecepatan otomatisasi pelaporan—dalam mengeksekusi masukan dan keluaran tanpa galat (*error*). Sistem dinyatakan efektif dan memenuhi kriteria kelayakan R&D Tingkat 4 apabila pengujian mencapai target fungsional absolut, yang secara nyata mampu mendigitalisasi operasional sekaligus menciptakan ekosistem kerja yang memanusiakan petugas di lapangan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah Sistem Informasi *Ground Support Equipment* (GSE) berbasis web yang dirancang untuk mengintegrasikan proses pengelolaan data kendaraan, pemeriksaan kelaikan, serta pencatatan pelanggaran operasional di sisi udara. Sistem ini dibangun dengan antarmuka yang mencakup beberapa modul utama, yaitu halaman *login* untuk autentikasi keamanan, *dashboard* untuk memantau ringkasan data GSE berdasarkan maskapai, form pengelolaan data master GSE, fitur pencarian (*search*) berdasarkan kata kunci nomor seri atau nomor aset, modul pencatatan pelanggaran, serta manajemen hak akses pengguna (Admin, Petugas, dan Operator). Seluruh fungsionalitas sistem telah diuji menggunakan metode *Black Box Testing* dengan melibatkan berbagai skenario operasional yang dilakukan oleh pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem merespons setiap instruksi dengan tepat tanpa adanya galat (*error*). Ringkasan hasil pengujian sistem disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem (*Black Box Testing*)

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengamatan	Kesimpulan
1	Autentikasi <i>login</i> dengan data valid maupun tidak valid	Sistem menerima akses untuk data benar dan menolak serta memberi notifikasi untuk data salah	Sistem mengarahkan ke <i>dashboard</i> (jika benar) atau memunculkan pesan validasi (jika salah)	Berhasil

2	Input data master GSE dengan seluruh kolom wajib terisi maupun kosong	Sistem menyimpan data lengkap dan menolak penyimpanan jika ada <i>field</i> wajib yang kosong	Data tersimpan pada <i>database</i> dan tampil di daftar GSE, atau muncul peringatan validasi	Berhasil
3	Pencarian data GSE berdasarkan nomor seri/aset/nopol	Sistem menampilkan data spesifik sesuai dengan kata kunci pencarian	Sistem memfilter dan menampilkan data target secara akurat	Berhasil
4	Input data pelanggaran operasional	Sistem menyimpan rekaman pelanggaran beserta jenis sanksinya	Data pelanggaran berhasil diarsipkan dan tampil pada daftar riwayat pelanggaran	Berhasil

Pembahasan

Data kebutuhan operasional yang diperoleh dari lapangan telah diolah dan ditransformasikan menjadi Sistem Informasi GSE yang fungsional, di mana kinerja instrumen perangkat lunaknya telah divalidasi keberhasilannya pada Tabel 1. Hasil penelitian ini menjawab rumusan masalah terkait bagaimana merancang sistem yang mampu menjembatani pengelolaan data GSE dan pengawasan AMC secara digital. Sistem yang dikembangkan memproses input data mentah dari hasil *random check* manual di lapangan menjadi informasi digital yang terstruktur di dalam *database* relasional. Informasi tersebut kemudian disajikan secara visual pada *dashboard* pemantauan dan tabel riwayat kendaraan, sehingga petugas memiliki akses informasi yang mudah dipahami, terpusat, dan disajikan secara *real-time*. Keberhasilan integrasi sistem ini berakar pada kebutuhan mendesak untuk menekan kompleksitas operasional, di mana Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai mengelola 1.942 unit GSE dari berbagai perusahaan. Konsep dasar keselamatan penerbangan, khususnya implementasi *Safety Management System* (SMS), sangat bergantung pada ketersediaan data yang valid dan cepat. Pengelolaan data yang tidak terpusat menyebabkan lambatnya analisis terhadap informasi berisiko tinggi (Mishra & Misra, 2017). Dengan adanya sistem terintegrasi ini, petugas *Apron Movement Control* (AMC) dapat langsung menghubungkan temuan fisik di lapangan dengan riwayat kelayakan kendaraan secara digital. Hal ini mendukung prosedur pengawasan tata tertib di sisi udara menjadi lebih presisi dan konsisten (Riyono et al., 2023), sekaligus menghilangkan risiko kehilangan data yang kerap terjadi pada metode pencatatan berbasis formulir kertas.

Hasil penelitian ini sejalan dengan tren transformasi digital pada manajemen operasi bandar udara, namun menawarkan kebaruan (*novelty*) praktis dan teoretis yang signifikan dibandingkan penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian yang dilakukan oleh Utama et al. (2025) di Bandara Juanda serta Pangestu et al. (2025) di Bandara Samarinda telah berhasil mendigitalisasi pelaporan dan pendataan GSE melalui penggunaan kode pemindai (QR Code) untuk meningkatkan kecepatan pengawasan. Akan tetapi, kedua penelitian tersebut memiliki keterbatasan, yakni hanya berfokus pada kelayakan mekanis instrumen dan belum mengintegrasikannya dengan analisis histori pelanggaran administratif personel di lapangan. Penelitian ini melengkapi kesenjangan (*gap*) tersebut dengan menciptakan ekosistem pengawasan holistik. Sistem yang dibangun secara unik mengikat kondisi kelaikan teknis unit GSE dengan riwayat kepatuhan operatornya ke dalam satu basis data yang saling terhubung. Integrasi lintas domain ini memberikan kontribusi nyata bagi pihak manajemen bandar udara untuk mengambil keputusan berbasis data (*data-driven decision making*), mencegah inkonsistensi pemberian sanksi, dan menjamin tingkat keselamatan penerbangan yang lebih optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa Sistem Informasi *Ground Support Equipment* (GSE) terintegrasi yang dikembangkan terbukti efektif dalam mendigitalisasi pengelolaan data kendaraan, proses pemeriksaan kelaikan (*random check*), dan pencatatan pelanggaran operasional di sisi udara. Evaluasi fungsionalitas menggunakan metode *Black Box Testing* mengonfirmasi bahwa seluruh fitur utama—mulai dari manajemen data, validasi masukan, hingga otomatisasi pelaporan—telah beroperasi secara presisi. Kehadiran sistem terpusat ini berhasil mengeliminasi inefisiensi pencatatan manual dan menyajikan informasi secara *real-time*, sehingga secara signifikan meringankan beban kerja administratif petugas *Apron Movement Control* (AMC). Secara praktis, implementasi sistem ini menjadi instrumen strategis yang mendukung tata kelola pengambilan keputusan berbasis data, meningkatkan transparansi pengawasan, dan bermuara pada penguatan standar keselamatan operasional di lingkungan bandar udara.

Novelty penelitian ini terletak pada pengembangan sistem informasi terintegrasi yang menggabungkan pengelolaan data *Ground Support Equipment* (GSE), pemeriksaan kendaraan, pencatatan pelanggaran, dan dashboard monitoring dalam satu platform berbasis web untuk mendukung pengawasan operasional di area apron bandar udara. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada digitalisasi fungsi administrasi atau pemantauan GSE secara parsial, penelitian ini mengintegrasikan seluruh siklus pengawasan mulai dari registrasi aset, inspeksi operasional, dokumentasi pelanggaran, hingga penyajian informasi secara *real-time* sebagai dasar pengambilan keputusan. Pendekatan ini memungkinkan peningkatan akurasi data, percepatan aliran informasi, serta peningkatan *traceability* dan akuntabilitas dalam pengawasan operasional GSE. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi praktis berupa model sistem informasi yang dapat mendukung implementasi *safety management* dan tata kelola operasional bandar udara berbasis data, sekaligus menjadi kerangka yang dapat diadaptasi untuk pengembangan sistem pengawasan aset operasional di bandar udara lain maupun sektor transportasi yang memiliki karakteristik operasional serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Fila, A. Z., Mursid, M. C., & Caniago, S. A. (2025). Management information systems: Characteristics and role in modern organizational transformation. *JISAMAR*, 9(2), 692–701.
- Kusuma, D., & Hidayat, R. (2025). Pengembangan model pengawasan operasional berbasis digital pada fasilitas publik. *Jurnal Pendidikan Amarta*, 4(2), 112–120.
- Mishra, S., & Misra, A. (2017). Structured and unstructured big data analytics. *2017 International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication (CTCEEC)*, 740–746.
- Muhammad, & Aziz, A. (2020). Analisis penggunaan metode survei dalam penelitian sosial. *Jurnal Ilmiah Metodologi Penelitian*, 5(2), 120–135.
- Pangestu, S. C., Amir, E., & Purwaningtyas, D. A. (2025). Digitalisasi pelaporan dan pemeriksaan *Ground Support Equipment* (GSE) di BLU Kantor UPBU Kelas I Aji Pangeran Tumenggung Pranoto Samarinda. *Journal of Social and Economic Research*, 7(1), 15–28.
- Phat, T. V., Alam, S., Lilith, N., Tran, P. N., & Binh, N. T. (2021). Deep4Air: A novel deep learning framework for airport airside surveillance. *2021 IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW)*, 1–6.
- Putra, R. A., & Widagdo, D. (2024). Analisis kinerja operator *Ground Support Equipment* dalam proses penanganan pesawat di Bandara Tjilik Riwut Palangkaraya oleh PT. Mulio Citra Angkasa (MCA). *Indonesian Journal of Aviation Science and Engineering*, 1(3), 10–22.

- Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 36 Tahun 2021 tentang Standarisasi Fasilitas Bandar Udara*. Kementerian Perhubungan.
- Republik Indonesia. (2024). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 9 Tahun 2024 tentang Keamanan Penerbangan Nasional*. Kementerian Perhubungan.
- Republik Indonesia. (2026). *Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor PM 2 Tahun 2026 tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 19*. Kementerian Perhubungan.
- Riyono, I. B., Novianty, R. F., Udara, D. M. T., Tinggi, S., & Kedirgantaraan, T. (2023). Analisis pengawasan unit Apron Movement Control (AMC) terhadap ketertiban berlalu lintas pada area service road guna meningkatkan safety management system di Bandar Udara Internasional Hang Nadim. *Jurnal Ilmiah Aviasi*, 5(2), 301–309.
- Rizal, M., & Lawalata, I. L. D. (2024). Vifada management and digital business. *Jurnal Manajemen Bisnis*, 1(1), 56–74.
- Sahara, N. A., & Kona, M. (2023). Evaluasi pengisian bahan bakar khusus Ground Support Equipment (GSE) di Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang. *SKY EAST: Education of Aviation Science and Technology*, 1(1), 1–12.
- Salvador, M. A., Rabang, M. C., Naagas, M., & Balagot, A. (2024). Development of a web-based research consortium database management system: Advancing data-driven and knowledge-based project management. *Proceedings of the 2024 5th International Conference on Computing, Networks and Internet of Things*, 87–92.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suryadi, A., & Wibowo, B. (2023). Evaluasi efektivitas sistem informasi terintegrasi dalam memonitoring kepatuhan operasional. *Jurnal Pendidikan Amarta*, 2(1), 45–55.
- Tandibua, D. B., & Widagdo, D. (2024). Kajian pengawasan unit Apron Movement Control (AMC) terhadap kelayakan Ground Support Equipment (GSE) di sisi udara Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam. *El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam*, 5(3), 1296–1312.
- Uswatun, M., & Widagdo, D. (2024). Analisis implementasi pengawasan ketertiban Ground Support Equipment (GSE) oleh unit Apron Movement Control (AMC) di sisi udara Bandar Udara Mopah Merauke. *As-Syirkah: Islamic Economic & Financial Journal*, 3(2), 1–12.
- Utama, Z. I., Kalbuana, N., & Faizal, I. (2025). Kajian digitalisasi pendataan Ground Support Equipment (GSE) guna mempermudah pengawasan unit AMC di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya. *Journal of Social and Economics Research*, 7(1), 10–25.
- Wagan, M. A. A., Briones, J. P., Baldovino, F. P., & Refozar, R. F. G. (2025). Digital transformation in the records management of a private higher education institution. *Journal of Education and Transformation*, 3(1), 45–58.
- Zia, E., Rahman, U., & Akbar, F. (2023). Aircraft Ground Support Equipment: A framework for maintenance strategies. *Modern Applied Science*, 17(2), 13–25