

Rancang Bangun Prototype Sistem Inventarisasi dan Monitoring APAR di Unit PKP-PK Bandara Internasional Kualanamu

Muhammad Furqon Karmijono¹ Nawang Kalbuana² Dhian Supardam³

Program Studi Pertolongan Kecelakaan Pesawat, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug,
Tangerang, Banten, Indonesia^{1,2,3}

Email: muhfurqonka@gmail.com¹ nawang.kalbuana@gmail.com²
dhian.supardam@gmail.com³

Abstrak

Pengelolaan fasilitas keselamatan penerbangan mutlak membutuhkan sistem pengawasan yang akurat dan *real-time*. Di Unit Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) Bandar Udara Internasional Kualanamu, pengelolaan kelayakan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) masih mengandalkan pencatatan manual menggunakan *logbook* kertas. Kondisi ini berpotensi memicu hilangnya jejak mutasi (*blind spot*), keterlambatan rekapitulasi, dan risiko *human error*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang purwarupa (*prototype*) sistem inventarisasi dan monitoring APAR berbasis website serta menguji tingkat kelayakannya. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) Level 4 dengan tahapan identifikasi masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi ahli, dan uji coba terbatas. Sistem dikembangkan menggunakan kerangka kerja Next.js dan database Supabase dengan menerapkan *Role-Based Access Control* (RBAC). Hasil validasi menunjukkan tingkat kelayakan sebesar 89,47% dari Ahli Media dan 96,67% dari Uji Materi/Pengguna, dengan rata-rata 93,07% (Sangat Layak). Pengujian *User Acceptance Test* (UAT) membuktikan bahwa sistem ini secara praktis mampu mengeliminasi kendala pencatatan manual, melacak riwayat pemindahan alat melalui *Audit Trail*, dan memberikan notifikasi otomatis terkait masa berlaku tabung. Purwarupa ini dinyatakan sangat layak direkomendasikan sebagai solusi digitalisasi administrasi fasilitas keselamatan di bandara.

Kata Kunci: APAR, Inventarisasi, Monitoring, PKP-PK, *Prototype*, *Website*



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

PENDAHULUAN

Keselamatan penerbangan merupakan aspek utama dalam penyelenggaraan operasional bandar udara yang harus selalu dijaga dan dipenuhi secara presisi. Sebagai bagian integral dari mitigasi keadaan darurat, unit Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) memiliki tanggung jawab vital dalam memastikan seluruh fasilitas pendukung selalu berada dalam kondisi siap pakai (*ready for immediate use*) (PR-DJPU 06 Tahun 2026). Salah satu fasilitas pertahanan lini pertama (*first line of defense*) dalam pengendalian kebakaran di area bandara adalah Alat Pemadam Api Ringan (APAR). Sebagai fasilitas dengan area operasional yang luas, Bandar Udara Internasional Kualanamu mengelola populasi APAR dalam skala masif yang tersebar di belasan titik strategis. Namun demikian, berdasarkan observasi, proses pengelolaan, inventarisasi, dan pelaporan hasil inspeksi APAR di unit PKP-PK saat ini masih sangat bergantung pada penggunaan media konvensional berupa *logbook* kertas. Ketergantungan pada pencatatan manual ini memunculkan sejumlah permasalahan administratif, di antaranya: (1) ketiadaan sistem pelacakan elektronik yang memicu hilangnya jejak (*blind spot*) pergerakan aset saat terjadi mutasi alat; (2) hambatan pencatatan saat terjadi anomali fisik di lapangan seperti ruangan penempatan yang terkunci; serta (3) keterbatasan dalam mendeteksi dan merekapitulasi masa berlaku (*expired date*) tabung secara *real-time*. Kondisi ini berisiko memicu kelalaian manusia (*human error*) yang dapat berdampak pada menurunnya kesiapsiagaan fasilitas darurat.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji pemeliharaan fasilitas PKP-PK, seperti penelitian Priaditama et al. (2025) yang merancang sistem pelaporan operasional PKP-PK secara umum. Namun, belum ditemukan penelitian yang secara khusus mengintegrasikan inventarisasi APAR, pelacakan perpindahan, peringatan kedaluwarsa, fitur pembatasan hak akses (*Role-Based Access Control*/RBAC), serta rekam jejak (*audit trail*) ke dalam satu aplikasi berbasis web yang spesifik di Bandar Udara Internasional Kualanamu. Berdasarkan celah penelitian (*research gap*) tersebut, diperlukan sebuah sistem digitalisasi yang mampu memangkas alur birokrasi pendataan sekaligus menjadi langkah mitigasi risiko ilmiah yang proaktif. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis kondisi eksisting proses inventarisasi dan inspeksi APAR di unit PKP-PK Bandar Udara Internasional Kualanamu, dan (2) merancang serta menguji kelayakan *prototype* sistem inventarisasi dan monitoring APAR berbasis website untuk menunjang performa keselamatan operasional.

Penelitian Terdahulu yang Relevan

N o	Penulis/ Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Hasil	Kontribusi dan relevansi
1	Nur Hilmy & Dirgantara Adiputra (2023)	Analisis Kesiapan PKP-PK Bandar Udara Internasional Banyuwangi dalam Mendukung Penanggulangan Keadaan Darurat	Menganalisis tingkat kesiapan personel dan fasilitas unit PKP-PK dalam penanggulangan keadaan darurat.	Kualitatif	Kesiapan PKP-PK sudah sesuai standar, namun masih terdapat kekurangan pada fasilitas operasional.	Berfokus pada analisis fisik kesiapan unit, tidak membahas rancang bangun sistem pengelolaan data.
2	Priaditama et al. (2025)	Perancangan SIAGA-PK: Optimalisasi Pelaporan Fasilitas Peralatan Operasi PKP-PK Berbasis Digital di Bandar Udara Halim Perdanakusuma	Mengoptimalkan pelaporan fasilitas peralatan operasi PKP-PK melalui sistem berbasis digital.	Research and Development (R&D)	Sistem pelaporan digital (SIAGA-PK) berhasil meningkatkan efisiensi, akurasi, dan pemantauan peralatan secara <i>real-time</i> .	Penelitian ini lebih spesifik mengimplementasikan inventarisasi APAR dengan fitur <i>Role-Based Access Control</i> (RBAC) dan pelacakan riwayat (<i>Audit Trail</i>).
3	Yoga Pratama Hidayat (2022)	Analisis Fasilitas dan Pemeliharaan Peralatan Keselamatan PKP-PK di Bandar Udara Internasional Raja Haji Fisabilillah Tanjungpinang	Menganalisis kondisi dan pemeliharaan fasilitas keselamatan PKP-PK terhadap standar regulasi.	Kualitatif	Fasilitas pemeliharaan secara umum memenuhi standar, meskipun beberapa alat tidak layak operasi karena faktor usia.	Hanya berfokus pada analisis kondisi dan pemeliharaan fisik peralatan, tidak merancang sistem inventarisasi digital.
4	Karmini & Novalia (2023)	Evaluasi Kesesuaian Fasilitas dan Peralatan Unit PKP-PK di Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara	Mengevaluasi tingkat kesesuaian fasilitas dan peralatan operasional PKP-PK dengan regulasi standar.	Kualitatif	Peralatan PKP-PK secara umum dalam kondisi baik, namun beberapa kendaraan pendukung belum tersedia / kurang baik.	Hanya mengevaluasi kondisi fasilitas di lapangan, tanpa mengembangkan solusi sistem pemantauan digital.
5	Putri & Andryani (2022)	Rancang Bangun Sistem Informasi Inventaris Barang pada SMP Negeri 01 Runjung Agung Berbasis Website	Membangun sistem informasi inventaris barang berbasis <i>website</i> untuk mempermudah staf sarana dan prasarana.	Research and Development (R&D)	Sistem informasi inventaris barang berbasis <i>website</i> berhasil mempermudah pengelolaan data barang.	Mengadopsi digitalisasi inventaris secara umum, namun penelitian ini disesuaikan untuk operasional PKP-PK dengan sistem keamanan khusus.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi metode *Research and Development* (R&D) Level 4 yang berfokus pada perancangan produk baru dan dilanjutkan dengan pengujian keefektifan dalam skala terbatas (Sugiyono, 2023). Terdapat enam tahapan yang diimplementasikan, meliputi: (1) identifikasi potensi dan masalah di lapangan, (2) pengumpulan data primer (observasi dan wawancara) dan literatur, (3) desain produk purwarupa berbasis web, (4) validasi desain oleh ahli materi dan ahli media, (5) revisi desain, dan (6) uji coba pengguna skala terbatas. Sistem dikembangkan menggunakan ekosistem *Full-Stack* dengan *framework* Next.js sebagai *frontend* dan Supabase (PostgreSQL) berbasis *cloud* sebagai basis data (*backend*) utama. Konsep keamanan diterapkan melalui implementasi *Role-Based Access Control* (RBAC) yang memisahkan akses petugas lapangan (*Officer*) dan pimpinan manajerial (*Senior Chief*). Pengujian instrumen dilakukan melalui dua pendekatan: (a) validasi oleh Ahli Media (akademisi IT) untuk mengevaluasi arsitektur berdasarkan 10 dimensi *usability*, dan (b) uji coba kepraktisan operasional melalui *User Acceptance Test* (UAT) oleh praktisi manajerial unit PKP-PK. Penilaian diukur menggunakan skala Likert (1-5), yang hasil skornya diakumulasikan menggunakan rumus persentase kelayakan produk, di mana perolehan 81%-100% dikategorikan sebagai "Sangat Layak".

$$\text{Persentase Kelayakan} = (\text{Jumlah Skor yang Diperoleh} / \text{Jumlah Skor Maksimal}) \times 100\%$$

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Novianto & Marwanto (2018), data hasil perhitungan persentase kelayakan selanjutnya dikonversikan menjadi angka. Konversi tersebut digunakan sebagai dasar dalam memberikan interpretasi serta menentukan keputusan terhadap tingkat kelayakan produk berdasarkan kriteria yang ditetapkan.

Tabel 1. Konversi Tingkat Pencapaian dengan Skala 5

Presentase	Kriteria
81%-100%	Sangat Layak
61%-80%	Layak
41%-60%	Cukup
21%-40%	Kurang
0%-20%	Sangat Kurang

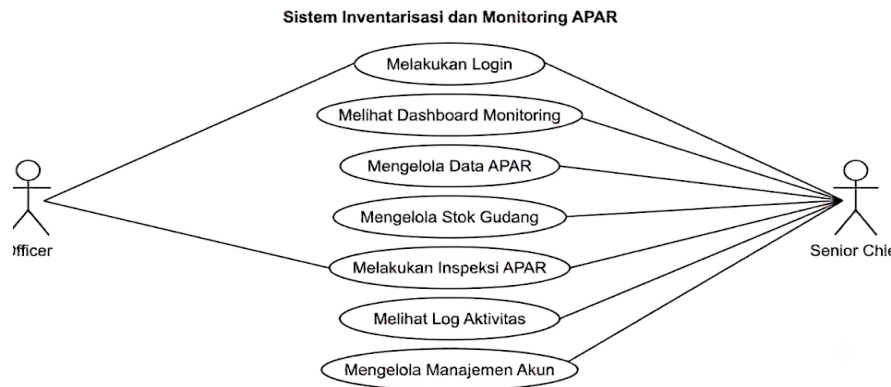
Sumber: (Arikunto, 2013)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan observasi dan wawancara, pelaporan fasilitas APAR di Unit PKP-PK menggunakan metode manual memunculkan kesulitan sinkronisasi data pergerakan, rawan kehilangan jejak mutasi, dan menyulitkan pimpinan dalam memantau rekapitulasi progres keliling petugas secara aktual. Sebagai solusi, dikembangkan *prototype* Sistem Inventarisasi dan Monitoring APAR dengan beberapa fungsionalitas inti:

1. Dashboard Monitoring Terpusat: Diperuntukkan bagi *Senior Chief*, menyajikan data akumulatif total APAR, persentase kesiapan (kelaikan tabung), grafik distribusi, dan notifikasi peringatan masa berlaku (*expired date*) kritis 30 hari sebelum kedaluwarsa.
2. Modul Inspeksi Lapangan (*Officer*): Menyediakan antarmuka responsif bagi petugas untuk mencatat parameter kelayakan fisik tabung (Baik, Rendah, Tidak Baik), serta mengakomodasi input anomali (misalnya: ruangan terkunci) yang secara otomatis terekam dengan *timestamp*.
3. Log Aktivitas (Audit Trail): Merekam riwayat seluruh pergerakan mutasi APAR, waktu inspeksi, dan identitas *user* untuk mencegah manipulasi data.



Gambar 1. Alur Kerja Sistem Monitoring APAR

Rancangan sistem kemudian divalidasi oleh pakar sebelum diujicobakan. Hasil validasi Ahli Media yang menilai 10 dimensi arsitektur *user interface* memperoleh skor 85 dari 95 dengan persentase 89,47% (Sangat Layak). Selanjutnya, uji coba pengguna (*end-user*) terhadap kepraktisan operasional dan substansi materi manajerial memperoleh total skor 58 dari 60 dengan persentase 96,67% (Sangat Layak).

Tabel 1. Rekapitulasi Penilaian Kelayakan Sistem

Tahap Pengujian	Skor Diperoleh	Skor Maksimal
Validasi Ahli Media & IT	85	90
Uji Materi dan Pengguna (End-User)	58	60

Pembahasan

Temuan hasil pengujian mengindikasikan bahwa implementasi sistem digitalisasi berbasis web ini berhasil mengatasi berbagai permasalahan pendataan manual yang sebelumnya terjadi. Perbandingan karakteristik operasional (*Tabel 4.4 dalam dokumen asli*) menunjukkan transformasi signifikan: (1) penelusuran mutasi yang awalnya harus membuka lembar kertas secara manual kini terotomatisasi melalui fitur *Audit Trail*; (2) identitas pemeriksa terekam akurat berdasarkan basis data kredensial sehingga menghindari risiko pemalsuan inspeksi; serta (3) fitur *reminder* otomatis menggantikan pencarian tanggal kedaluwarsa satu persatu. Rata-rata tingkat kelayakan sebesar 93,07% menegaskan bahwa arsitektur sistem (penggunaan Next.js dan *cloud database*) memberikan visibilitas status yang transparan tanpa memerlukan keahlian *coding* tingkat lanjut dari sisi pengguna (*end-user*). Hal ini sejalan dengan penelitian Priaditama et al. (2025) yang menyoroti pentingnya efisiensi pencatatan *airside*, namun penelitian ini memberikan kebaruan melalui integrasi RBAC dan pelacakan log aktivitas yang dioptimalkan khusus untuk instrumen APAR di bawah pengawasan regulasi PM 06 Tahun 2026.

KESIMPULAN

Sistem pelaporan dan inventarisasi fasilitas APAR secara manual menggunakan *logbook* di Unit PKP-PK Bandar Udara Internasional Kualanamu rentan terhadap potensi kehilangan data mutasi dan *human error*. Penelitian ini berhasil merancang dan menguji purwarupa (*prototype*) Sistem Inventarisasi dan Monitoring APAR berbasis web yang mengintegrasikan fitur *Dashboard* Manajerial, modul inspeksi *mobile*, pengingat masa kedaluwarsa otomatis, dan sistem *Audit Trail* berbasis *Role-Based Access Control* (RBAC). Hasil pengujian mengonfirmasi bahwa produk ini memperoleh persentase kelayakan rata-rata sebesar 93,07% (Sangat Layak),



sehingga sangat direkomendasikan sebagai instrumen digitalisasi fasilitas keselamatan untuk meningkatkan efektivitas kinerja personel PKP-PK. Sebagai saran pengembangan, perlu adanya peningkatan kapasitas *server* dan integrasi sistem validasi lokasi presisi (seperti *Geotagging*) apabila sistem diimplementasikan pada operasional berskala penuh di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, A., & Albanna, F. (2022). Analisis Pemeliharaan pada Kendaraan Operasional PKP-PK di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo. *AURELIA: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 1(1), 19–28. <https://doi.org/10.57235>
- Begg, C. E., & Connolly, T. M., 2015, *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management* (6th ed.), Pearson
- Bruce R. Maxim, R. S. P., 2019, *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9th ed.), McGraw-Hill Education
- Ferraiolo, D. F., Sandhu, R., Gavrila, S., Kuhn, D. R., & Chandramouli, R. (2001). Proposed NIST Standard for Role-Based Access Control. *ACM Transactions on Information and System Security (TISSEC)*, 4(3), 224–274.
- Frain, B., 2020, *Responsive Web Design with HTML5 and CSS: Develop future-proof responsive websites using the latest HTML5 and CSS techniques* (3rd ed.), Packt Publishing
- ICAO, 2015, Doc 9137: Airport Services Manual, Part 1 - Rescue and Fire Fighting, International Civil Aviation Organization
- ICAO, 2022, ICAO Annex 14-Aerodromes, Vol I, International Civil Aviation Organization
- ISO, 2014, ISO 55000:2014 Asset management — Overview, principles and terminology, International Organization for Standardization
- ISO, 2018, ISO 9241-11:2018 Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts, International Organization for Standardization
- ISO, 2022, ISO/IEC 27001:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements, International Organization for Standardization
- Karmini, L., & Novalia, N. (2023). Evaluasi Kesesuaian Fasilitas dan Peralatan Unit PKP-PK di Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara.
- Kendall, J. E., 2019, *Systems Analysis and Design* (10th ed.), Pearson
- Kualanamu, P. A. P. A. B. U. I., 2022, *Standard Operating Procedures Proses Pengambilan APAR di Gudang* (Dokumen No: KNO.02.03.06)
- Laudon, K. C. L. J. P., 2021, *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (17th ed.), Pearson Education
- NFPA, 2022, NFPA 10: Standard for Portable Fire Extinguishers, National Fire Protection Association
- Nur Hilmy, M., & Dirgantara Adiputra, B. (2023). Analisis Kesiapan PKP-PK Bandar Udara Internasional Banyuwangi dalam Mendukung Penanggulangan Keadaan Darurat.
- Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR-DJPU 06 Tahun 2026 tentang Standar Teknis Dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual Of Standard CASR Part 139) Volume IV Pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan Dan Pemadam Kebakaran
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.04/MEN/1980 tentang Syarat-syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan
- Prayoga, R. A. D. (2021). Pengaruh motivasi Terhadap Efektivitas Kerja. *STT Yogyakarta Jurnal*, 9–28.
- Priaditama, K. R., Saulina, M., & Sinaga, T. A. M. (2025). Perancangan SIAGA-PK: Optimalisasi



Pelaporan Fasilitas Peralatan Operasi PKP-PK Berbasis Digital di Bandar Udara Halim Perdanakusuma. Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan, 13(3S1).

Putri, R. D., & Andryani, R. (2022). Rancang bangun sistem informasi inventaris barang pada smp negeri 01 runjung agung berbasis website. 07, 1168–1175.

Sanjaya, M. (2024). Aplikasi jifoam berbasis website sebagai sarana edukasi personel pkp-pk untuk pengujian foam konsentrat di bandar udara.

Sugiyono, 2023, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D (2nd ed.), Bandung: ALFABETA, CV.

Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan

Yoga Pratama Hidayat, I. F. R. M. (2022). Analisis Fasilitas dan Pemeliharaan Peralatan Keselamatan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) di Bandar Udara Internasional Raja Haji Fisabilillah Tanjungpinang. Jurnal Flight Attendant Kedirgantaraan, 5(1).