

# ARSITEKTUR SMART SYSTEM DI LPKA KELAS II BANDUNG

Andi Rahayu<sup>1</sup>

*Magister Teknik Informatika, Universitas Langlangbuana*

<sup>1</sup>andirah92@gmail.com

**Abstrak**— Penelitian ini bertujuan merancang arsitektur Smart System untuk Lembaga Pembinaan Khusus Anak (LPKA) Kelas II Bandung guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembinaan Anak yang Berhadapan dengan Hukum (ABH). Objek penelitian adalah proses bisnis di LPKA, meliputi registrasi, pengawasan, kesehatan, pendidikan, dan evaluasi. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan kerangka TOGAF, analisis konten, wawancara, dan simulasi Discrete-Event Simulation (DES). Hasil simulasi menunjukkan peningkatan Document Accuracy Index (DAI) hingga 18% dan pengurangan waktu proses hingga 25%. Sistem ini diharapkan menjadi model terintegrasi untuk LPKA lain

**Kata kunci**— Smart System, LPKA, IoT, Cloud Computing, Big Data, AI, TOGAF, Discrete-Event Simulation

## I. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah Anak yang Berhadapan dengan Hukum (ABH) di Indonesia mencerminkan tantangan besar dalam sistem pembinaan di Lembaga Pembinaan Khusus Anak (LPKA). Berdasarkan data, proses pengelolaan ABH di LPKA masih bergantung pada metode manual, seperti registrasi berbasis kertas, pengawasan melalui patroli dan CCTV, serta pencatatan perkembangan yang rentan terhadap kesalahan manusia dan keterlambatan pelaporan. Kondisi ini menghambat efisiensi, akurasi, dan transparansi dalam pembinaan, yang pada akhirnya memengaruhi efektivitas reintegrasi sosial ABH. Oleh karena itu, diperlukan inovasi berbasis teknologi untuk mentransformasi LPKA menjadi lembaga yang lebih adaptif dan mendukung perlindungan hak asasi anak sesuai Undang-Undang Perlindungan Data Pribadi (UU PDP).

Penelitian ini mengusulkan arsitektur Smart System yang mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT), Cloud Computing, Big Data, dan Artificial Intelligence (AI) untuk mengatasi keterbatasan sistem manual di LPKA Kelas II Bandung. Dengan memanfaatkan teknologi seperti pelacakan lokasi berbasis Ultra-Wideband (UWB), analitik berbasis AI, dan penyimpanan data berbasis cloud, sistem ini dirancang untuk mengotomatisasi proses registrasi, pengawasan, pemeriksaan kesehatan, pendidikan, dan evaluasi ABH. Tujuan utama adalah menciptakan sistem yang tidak hanya efisien dan terukur, tetapi juga mendukung pengembangan potensi ABH menuju

reintegrasi sosial yang lebih baik, sembari memastikan keamanan data dan privasi anak.

Pendekatan penelitian menggunakan kerangka The Open Group Architecture Framework (TOGAF) untuk merancang arsitektur secara holistik, dengan metode kualitatif yang mencakup analisis konten dokumen, wawancara dengan petugas LPKA, dan observasi proses bisnis. Identifikasi masalah menunjukkan bahwa kurangnya integrasi data, keterlambatan pelaporan, dan ketergantungan pada proses manual menjadi hambatan utama. Dengan mengadopsi Smart System, penelitian ini bertujuan memberikan solusi yang terstruktur, mendukung pengambilan keputusan berbasis data, dan memenuhi standar etika serta regulasi perlindungan data anak.

## II. METODE

Metode penelitian dirancang untuk menghasilkan perancangan arsitektur Smart System yang konseptual dan terstruktur, sesuai kerangka TOGAF ADM, serta mengevaluasi kinerjanya melalui simulasi. Berikut penjelasan detail tiap komponen metode:

### 1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan design research dengan pendekatan Enterprise Architecture berbasis TOGAF ADM (Architecture Development Method). Pendekatan ini memastikan setiap fase, Mulai dari Preliminary sampai Migration Planning, terdefinisi dengan jelas, sehingga rancangan arsitektur relevan dengan kebutuhan LPKA dan mudah diadaptasi oleh pemangku kepentingan

### 2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian bersifat eksploratif dan konstruktif, fokus pada:

- Identifikasi kebutuhan dan tantangan operasional LPKA.
- Perancangan sistem cerdas (IoT, Cloud, Big Data, UWB).
- Evaluasi konseptual rancangan melalui simulasi dan metrik kuantitatif

3. Lokasi Penelitian

Lokasi studi adalah LPKA Kelas II Bandung, Pemilihan lokasi ini didasarkan pada:

- a. Karakteristik LPKA yang berfokus pada pembinaan anak, berbeda dengan lapas dewasa.
- b. Kebutuhan digitalisasi proses pembinaan yang belum terpenuhi.
- c. Ketersediaan data dan akses langsung untuk observasi serta wawancara

4. Pengumpulan Data

- a. Primer
  - Observasi langsung proses registrasi, pembinaan, dan evaluasi di LPKA
  - Wawancara mendalam dengan petugas LPKA tentang kebutuhan sistem, aspek keamanan, dan alur kerja saat
- b. Data Sekunder
  - Dokumen SOP LPKA dan regulasi (UU No. 11/2012, UU No. 27/2022).
  - Laporan dan pedoman pembinaan dari Kementerian Imigrasi dan Pemasaryakatan
- c. Studi Pustaka
 

Literatur ilmiah terkait Smart Prison, IoT, Cloud Computing, Big Data, UWB, dan kerangka Enterprise Architecture (TOGAF).

5. Tahapan Penelitian

Berdasarkan TOGAF ADM, penelitian dibagi menjadi:

- a. Preliminary Phase
- b. Requirement Management
- c. Phase A: Architecture Vision
- d. Phase B: Business Architecture
- e. Phase C: Information System Architecture
- f. Phase D: Technology Architecture
- g. Phase E: Opportunities & Solutions
- h. Phase F: Migration Planning

Serta evaluasi dan simulasi menggunakan Discrete-Event Simulation (DES ) dan Process Capability Ratio (PCR)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memaparkan hasil perancangan arsitektur Smart System dan evaluasi kinerjanya melalui simulasi dan Process Capability Ratio (PCR)

A. Analisis Proses Bisnis

1. Kondisi Saat Ini

Proses bisnis di LPKA saat ini bergantung pada metode manual, yang menyebabkan inefisiensi dan risiko kesalahan. Berdasarkan observasi dan wawancara proses utama meliputi:

- a. Registrasi: Petugas memeriksa kelengkapan berkas secara manual, seperti surat penahanan dan identitas ABH, yang memakan waktu dan rentan

terhadap kesalahan pencatatan. Jika dokumen tidak lengkap, proses komunikasi lanjutan dengan instansi pengantar sering kali tertunda.

- b. Pengawasan Keamanan: Mengandalkan patroli fisik dan CCTV tanpa pelacakan lokasi real-time, sehingga sulit mendeteksi anomali seperti pelanggaran zona atau kerumunan.
- c. Pemeriksaan Kesehatan: Dilakukan dengan wawancara manual dan arsip fisik, tanpa integrasi data digital
- d. Pembinaan Pendidikan dan Keterampilan: Kegiatan seperti Pendidikan Formal dan Non Formal, pelatihan pertanian, menjahit, dan keagamaan dicatat manual dalam laporan perkembangan
- e. Evaluasi dan Reintegrasi: Penyusunan laporan SPPNa (Sistem Penilaian Perkembangan Narapidana Anak) dilakukan secara manual, memakan waktu dan kurang akurat dalam mengidentifikasi kelayakan reintegrasi, seperti remisi atau pembebasan bersyarat

Tabel 1. Tabel Gap Proses Bisnis LPKA

No	Aktifitas	Kondisi Saat ini	Kesejangan
1	Registrasi	Verifikasi manual, input ke SDP lambat	Rawan kesalahan, dan lambat dalam pengisian
2	Pengawasan	Patroli dan CCTV	Kurang responsif terhadap anomali
3	Kesehatan	Arsip fisik, wawancara manual	Tidak terintegrasi, lambat
4	Pembinaan	Pencatatan manual, laporan tidak terpadu	Tidak real-time, rentan kesalahan
5	Evaluasi	Penyusunan manual	Waktu lama, tidak terinformasi dengan baik

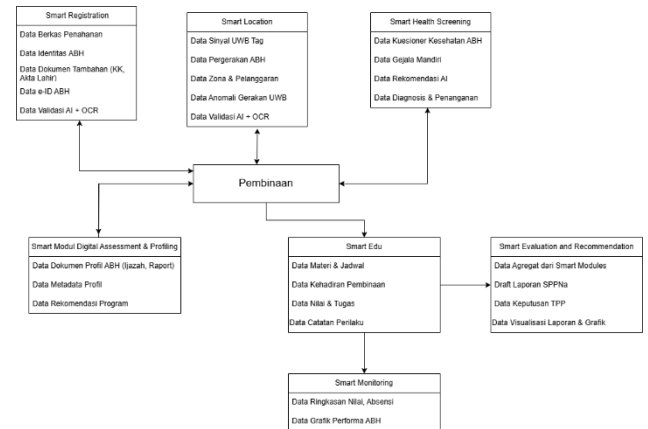
2. Kondisi Saat yang diusulkan

Arsitektur Smart System mengusulkan enam modul untuk mengatasi kesenjangan tersebut:

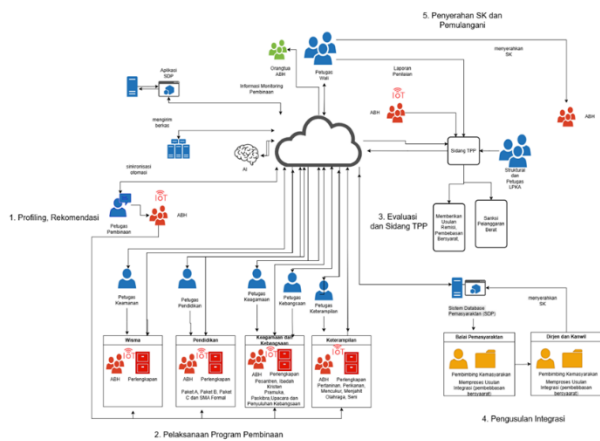
- a. Smart Registration: Mengotomatisasi verifikasi dokumen menggunakan teknologi OCR. untuk mempercepat proses dan notifikasi otomatis ke instansi atau orang tua melalui email/WA.
- b. Smart Location: Memanfaatkan Ultra-Wideband (UWB) untuk pelacakan lokasi real-time ABH, mendukung absensi otomatis dan deteksi anomali seperti pelanggaran zona atau pergerakan mencurigakan.

- c. Smart Health Screening: Menggunakan kuesioner digital berbasis AI untuk pemeriksaan kesehatan awal, menghasilkan rekomendasi medis dan menyimpan data dalam sistem rekam medis digital.
- d. Smart Edu: Mendigitalkan pembinaan pendidikan dan keterampilan, dengan pencatatan kehadiran otomatis melalui UWB, pengunggahan materi digital, dan penerbitan sertifikat pelatihan.
- e. Smart Evaluation & Recommendation: Mengotomatisasi penyusunan laporan, menggunakan AI, dengan visualisasi performa ABH dalam bentuk grafik radar dan histogram untuk mendukung keputusan reintegrasi.
- f. Smart Monitoring & Analytics: Menyediakan dashboard berbasis cloud untuk visualisasi data real-time, analitik risiko, dan laporan terintegrasi.

- d. Smart Edu: Tabel Jadwal dan Nilai mencatat kegiatan pembinaan dan hasil evaluasi.
- e. Smart Evaluation: Tabel ABHE dan DataEvaluasi menyimpan indikator penilaian dan laporan SPPNa.
- f. Smart Monitoring: Tabel ABHM dan Dashboard menyimpan data agregat untuk analitik dan visualisasi



Gambar 2. Data Dissemination Diagram



Gambar 1. Konsep Arsitektur Smart System LPKA

B. Arsitektur Data dan Aplikasi

1. Arsitektur Data

Arsitektur data dirancang untuk mendukung integrasi dan pengelolaan data ABH secara efisien:

Data Dissemination Diagram: Menggambarkan alur data antar-modul, misalnya data lokasi dari Smart Location diintegrasikan dengan Smart Evaluation untuk analisis perilaku.

Entity-Relationship Diagram (ERD):

- a. Smart Registration: Tabel DokumenABH menyimpan dokumen digital (akta kelahiran, kartu keluarga) dengan status verifikasi dan metadata hasil OCR.
- b. Smart Location: Tabel ABHSL dan LokasiHistory mencatat data lokasi real-time dan riwayat pergerakan ABH.
- c. Smart Health Screening: Tabel ABHHS menyimpan data kuesioner kesehatan dan rekomendasi AI, terhubung dengan tabel TindakanMedis untuk riwayat medis.

2. Arsitektur Aplikasi

Arsitektur aplikasi mendukung proses bisnis terotomatisasi:

- a. Communication Diagram: Menggambarkan interaksi antar-modul, misalnya data dari Smart Location menjadi input untuk Smart Evaluation dalam menyusun laporan SPPNa.
- b. Use Case Diagram: Menunjukkan interaksi pengguna (petugas, ABH, orang tua) dengan sistem, seperti ABH mengisi kuesioner kesehatan atau petugas mengakses dashboard monitoring.
- c. Prototipe UI: Antarmuka untuk Smart Registration (formulir digital), Smart Location (peta lokasi real-time), dan Smart Monitoring (dashboard dengan grafik radar dan histogram).

Tabel II. Komponen Smart System

No	Modul	Komponen Utama	Fungsi Utama
1	Smart Registration	OCR Engine, Notification Service	Verifikasi dokumen, notifikasi otomatis
2	Smart Location	UWB Middleware, Anomaly Detection	Pelacakan real-time, deteksi anomali
3	Smart Health	AI Diagnosis, Digital Record	Pemeriksaan kesehatan, rekam medis digital

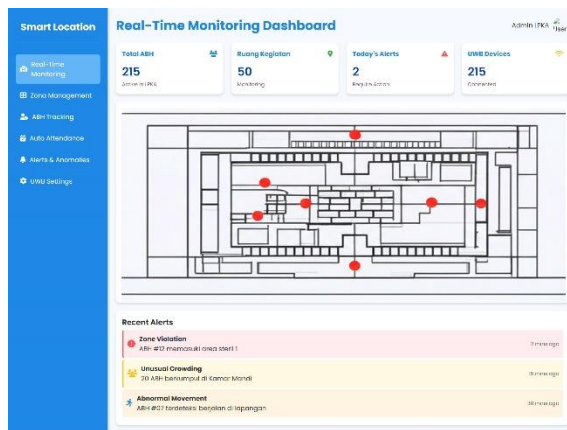
4	Smart Edu	Auto Attendance, Learning Module	Pencatatan otomatis, materi digital
5	Smart Evaluation	AI Evaluation Engine,	Laporan otomatis, rekomendasi reintegrasi
6	Smart Monitoring	Dashboard, Risk Detection Engine	Visualisasi data, analitik risiko

	Rata-rata ( $\mu$ )	Standar deviasi ( $\sigma$ )
Sistem Lama	17 menit	4 menit
Sistem Baru	11 menit	2 menit

### C. Arsitektur Teknologi

Arsitektur teknologi yang digunakan

1. Infrastruktur Cloud: Menyimpan data lokasi, kesehatan, dan evaluasi, memungkinkan akses real-time oleh petugas dan skalabilitas sesuai beban kerja.
2. Perangkat Keras: UWB tag (smartwatch) untuk pelacakan lokasi, UWB Anchors, touchscreen terminal untuk input data di klinik dan ruang pembinaan.
3. Keamanan Teknologi: Autentikasi & RBAC, SSL/TLS & Enkripsi, Audit Trail & Log, Backup Otomatis.



Gambar 3. Prototipe UI Smart Location

### D. Evaluasi dan Simulasi

#### 1. Metrik dan Simulasi Efisiensi Waktu

Berikut simulasi metriknya menggunakan Konsep Process Capability Paramater

- a. Target waktu ( $T$ ) = 10 menit
- b. USL (Upper Spec Limit) = 20 menit waktu penyelesaiannya
- c. LSL (Lower Spec Limit) = 5 menit waktu penyelesaiannya
- d. Jumlah sampel = 50 anak binaan

a. Perhitungan sistem lama

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{20 - 5}{6 \times 4} = 0.625$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma}\right) = \min\left(\frac{20 - 17}{12}, \frac{17 - 5}{12}\right) = 0.25$$

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} = \frac{20 - 5}{6\sqrt{4^2 + (17 - 10)^2}} = 0.31$$

b. Perhitungan sistem baru

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{20 - 5}{6 \times 2} = 1.25$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma}\right) = \min\left(\frac{20 - 11}{6}, \frac{11 - 5}{6}\right) = 1.0$$

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} = \frac{20 - 5}{6\sqrt{2^2 + (11 - 10)^2}} = 1.12$$

$$\text{Improvement Index} = \frac{C_{pm} \text{ Baru}}{C_{pm} \text{ Lama}} = 100\% = \frac{1.12}{0.31} = 3.61$$

Artinya, sistem baru memiliki kapabilitas proses yang 3,6 kali lebih baik dibandingkan sistem lama.

#### 2. Metrik dan Simulasi Peningkatan Akurasi

Berikut simulasi metriknya menggunakan Discrete-Event Simulation (DES)

Asumsi:

- a. Setiap hari, 100 dokumen registrasi ABH diperiksa
- b. Dilakukan selama 10 hari (jadi ada 10 replikasi)
- c. Kita catat berapa dokumen yang salah tiap hari

Hitung DAI (Document Accuracy Index)

$$DAI = \left(1 - \frac{E}{N}\right) \times 100\%$$

$$DAI = \left(1 - \frac{12}{100}\right) \times 100 \% = 88\%$$

Hitung Rata-rata Selisih

$$\bar{D} = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R D_r = \frac{-81}{10} = -8,1\%$$

Hitung Simpanga Baku Selisih

$$S_D = \sqrt{\frac{1}{R-1} \sum_{r=1}^R (D_r - \bar{D})^2}$$

$$S_D = \sqrt{\frac{6.5}{10-1}} = \sqrt{\frac{6.5}{9}} = \sqrt{0.7222} = 0.85\%$$

Hitung Confidence Interval

$$CI = \bar{D} \pm t_{\frac{\alpha}{2}, R-1} \times \frac{S_D}{\sqrt{R}} = -8,1\% \pm 2.262 \frac{0,85 \%}{\sqrt{10}}$$

$$CI = -8,1\% \pm (2.262 \times 0,27\%) = -8.1\% \pm 0.61\%$$

Maka, Confidence interval 95% = [-8.71%, -7.49%]

Karena seluruh interval < 0 maka sistem baru terbukti secara statistik lebih akurat

#### IV. SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan arsitektur Smart System berbasis Internet of Things (IoT), Cloud Computing, dan Big Data Analytics untuk mendukung proses monitoring, evaluasi, dan pembinaan Anak Berhadapan dengan Hukum (ABH) di Lembaga Pembinaan Khusus Anak (LPKA) Kelas II Bandung. Perancangan dilakukan menggunakan pendekatan Enterprise Architecture dengan kerangka kerja TOGAF ADM, yang secara sistematis mencakup tahapan Preliminary Phase hingga Migration Planning. Rancangan ini dirancang untuk mengatasi tantangan sistem konvensional yang selama ini bersifat manual, tidak terintegrasi, dan kurang akurat dalam mendukung proses rehabilitasi anak binaan.

Hasil simulasi menggunakan pendekatan Process Capability menunjukkan sistem baru memiliki kapabilitas proses yang 3,6 kali lebih baik dan cepat dibandingkan

sistem lama Serta menggunakan Discrete-Event Simulation (DES), sistem baru terbukti secara statistik lebih akurat

Secara keseluruhan, Smart System yang dirancang terbukti dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan integrasi data dalam pengelolaan pembinaan anak binaan di LPKA. Sistem ini tidak hanya mendukung pengambilan keputusan berbasis data, tetapi juga memperkuat prinsip keadilan restoratif yang menekankan pemulihan dan reintegrasi sosial anak.

#### REFERENSI

- [1] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2012 tentang Sistem Peradilan Pidana Anak.
- [2] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi.
- [3] Kementerian Hukum dan HAM Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Hukum dan HAM No. 18 Tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja LPKA," 2015.
- [4] Direktorat Jenderal Pemasyarakatan, "Keputusan Dirjen PAS No. PAS-10.OT.02.02 Tahun 2021 tentang Sistem Penilaian Pembinaan Narapidana (SPPN)," 2021.
- [5] Sun, P. dan Zhang, H., "Smart Prison: Integrasi IoT dan Big Data dalam Layanan Pemasyarakatan," *International Journal of Digital Correction*, vol. 7, no. 2, 2012.
- [6] Kinza Yasar, S. Gillis, "What is IoT? Architecture, Use Case & Technologies," *TechTarget*, 2024. [Online]. Tersedia: <https://www.techtarget.com/>
- [7] Zac Amos, "How Cloud Computing Improves IoT Scalability," *IoT For All*, 2024. [Online]. Tersedia: <https://www.iotforall.com/how-cloud-computing-improves-iot-scalability>
- [8] [Tim Mucci, "What is Big Data Analytics?" *IBM Think*, 2024. [Online]. Tersedia: <https://www.ibm.com/think/topics/big-data-analytics>
- [9] Naveen Kumar, "Big Data Statistics 2025 (Growth & Market Data)," *DemandSage*, 2025. [Online]. Tersedia: <https://www.demandsage.com/big-data-statistics>
- [10] The Open Group, *TOGAF® Standard, Version 9.2*, The Open Group, 2022.
- [11] Surendro, K., "Enterprise Architecture dalam Teknologi Informasi," *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 6, no. 1, 2009.
- [12] Spewak, S. H., dan Hill, S. C., *Enterprise Architecture Planning: Developing a Blueprint for Data, Applications, and Technology*, Wiley, 1992.
- [13] E. Setiawan, Wisnubadhra, dan Rahayu, "Perbandingan Kerangka Kerja EA: TOGAF, Zachman, FEA," *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, vol. 9, no. 1, 2015.
- [14] Montgomery, D. C., *Introduction to Statistical Quality Control*, 8th ed., Wiley, 2020.
- [15] Banks, J., Carson, J., Nelson, B., dan Nicol, D., *Discrete-Event System Simulation*, 5th ed., Pearson Education, 2010.
- [16] Michael Goodwin, "Understanding AI and Its Business Applications," *AI Business Review*, 2024.
- [17] Inpixon, "Ultra-Wideband (UWB) Technology and Applications," *UWB Whitepaper*, 2025.
- [18] Jasmina Byrne, "Child Data Governance: Ethical Framework for Children's Rights in the Digital Age," *UNICEF Office of Research-Innecenti*, 2021.