Sistem Keamanan Cerdas Berbasis Pengenalan Wajah untuk Bangunan Gedung Cerdas

Program Akselerasi Inovasi Multidisiplin ITB 2026

Fadhil Hidayat[1], Justin Pradipta[2], Gilang Pangestu Sirtyo Benowo[1], Muhammad Farhan Imanudin[1]

[1] Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung

[2] Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung

Abstrak

Bangunan gedung cerdas menuntut kontrol akses yang terintegrasi dan mampu menghitung penghuni saat darurat. Di Gedung ITB Innovation Park (IIP), terminal pengenalan wajah, kamera, dan data kehadiran sebelumnya berjalan terpisah.

Kegiatan ini mengembangkan sistem presensi berbasis pengenalan wajah (TKT 5) menjadi sistem kontrol akses terpusat. Middleware yang dikembangkan menyatukan terminal biometrik melalui ISAPI tanpa mengubah firmware, menghitung okupansi waktu-nyata, dan menjalankan protokol darurat: membuka seluruh gerbang dan memverifikasi evakuasi per individu.

Sistem berjalan pada enam terminal di Gedung IIP dengan 418 karyawan terdaftar dan direplikasi ke RSUD Sumedang. Uji lokal menunjukkan latensi sinkronisasi rata-rata 5,5 detik dan 1.200 peristiwa diproses dalam 35,6 detik. Pengukuran mandiri menghasilkan TKT 8.

Kata kunci: pengenalan wajah, kontrol akses, protokol darurat, bangunan gedung cerdas, middleware.

Pendahuluan

Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2023 menempatkan kontrol akses sebagai elemen bangunan gedung cerdas (BGC) yang dikelola terintegrasi melalui Building Management System (BMS). Pedoman penilaian kinerjanya (SE Menteri PU Nomor 22/SE/M/2024) mensyaratkan sistem dapat menghitung penghuni di titik kumpul saat kondisi darurat.

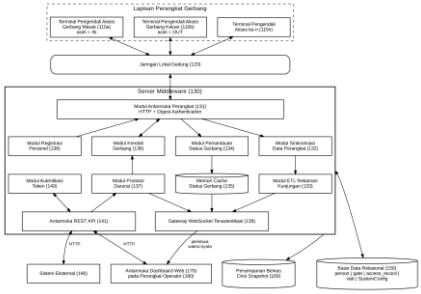
Asesmen kebutuhan bersama pengelola Gedung IIP dan DKST ITB menemukan empat persoalan: belum ada BMS terpusat sehingga gerbang, kamera, dan pendingin udara berjalan per vendor; data akses tersimpan di memori tiap terminal dan pernah hilang karena sinkronisasi saling menimpa; SOP akses masih manual untuk lalu lintas sekitar 1.200 orang per hari; dan saat darurat belum ada informasi siapa yang belum keluar gedung.

Teknologi mustering terdahulu menghitung pemegang kartu per zona, bergantung pada perangkat seluler, atau memerlukan tag RFID pada setiap orang. Teknologi tersebut tidak memadukan pembukaan gerbang dengan perubahan status penghuni dalam satu tindakan darurat dan tidak menangani anomali pemindaian, seperti pindai ganda atau keluar tanpa tercatat masuk.

Kegiatan ini bertujuan mengembangkan sistem presensi hasil Program Inovasi Berdampak 2025 menjadi produk kontrol akses terpusat yang siap pakai, bersama mitra PT Indismart Kreatif Solusi.

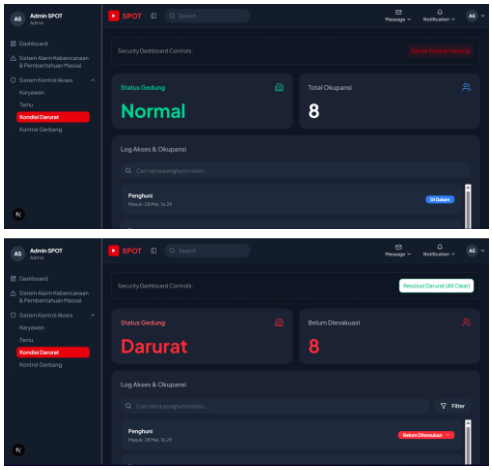
Metode

Kegiatan berjalan dalam enam tahap: asesmen kebutuhan (lima sesi wawancara pengelola IIP dan DKST ITB), perancangan arsitektur, pengembangan middleware dan dashboard, integrasi enam terminal di Gedung IIP, uji black-box dan uji lokal, serta replikasi ke RSUD Sumedang. Sistem terdiri atas terminal pengendali akses, server middleware, basis data, penyimpanan citra snapshot, dan dashboard web (Gambar 1).



Gambar 1. Arsitektur sistem middleware

Middleware NestJS menarik peristiwa akses setiap 10 detik melalui ISAPI (autentikasi Digest) dan mengubahnya menjadi rekaman kunjungan berstatus; okupansi adalah jumlah kunjungan aktif. Saat darurat, satu transaksi atomik mengubah semua kunjungan aktif menjadi EMERGENCY, lalu perintah buka dikirim paralel ke semua gerbang. Di titik kumpul, petugas mencocokkan orang dengan citra saat masuk (Gambar 2). Uji lokal memakai enam terminal simulasi dan 418 personel sintetis.



Gambar 2. Dashboard Kondisi Darurat: mode normal (atas) dan mode darurat (bawah)

Hasil & Pembahasan

Operasional. Sistem berjalan end-to-end pada enam terminal biometrik Gedung IIP dengan 418 karyawan terdaftar, dan satu kali registrasi wajah berlaku di semua gerbang. Sistem direplikasi ke RSUD Sumedang.

Kinerja. Latensi sinkronisasi lapangan rata-rata 11,3 detik. Pada uji lokal, peristiwa tersimpan rata-rata 5,5 detik dan rekaman kunjungan terbentuk rata-rata 15,5 detik setelah pemindaian. Sebanyak 1.200 peristiwa harian tersimpan dalam 7,2 detik dan diproses dalam 35,6 detik. Saat dua dari enam terminal dimatikan, sistem tetap melayani, dan data tertunda tersinkron 9,3 detik setelah terminal aktif kembali.

Protokol darurat. Seluruh gerbang aktif menerima perintah buka sekitar 0,05 detik setelah aktivasi, termasuk ketika satu terminal tidak aktif. Daftar penghuni belum dievakuasi sesuai, dan resolusi darurat menutup kembali semua gerbang.

Temuan perbaikan. Uji lokal menemukan tiga hal: perintah kendali gerbang belum mensyaratkan login (perbaikan teruji), pemrosesan macet saat data menumpuk (perbaikan sementara teruji), dan kunci rekaman akses antarterminal perlu digabung dengan identitas gerbang. Akurasi pengenalan wajah tidak diuji terpisah karena dikerjakan oleh firmware terminal.

Kesimpulan

Middleware berbasis ISAPI dapat menyatukan terminal biometrik tanpa mengubah firmware, menyediakan data okupansi waktu-nyata, dan menjalankan protokol darurat dengan verifikasi evakuasi per individu. Pengukuran mandiri menghasilkan TKT 8.

Luaran meliputi ajuan paten "Metode dan Sistem Middleware Manajemen Bangunan Gedung untuk Kontrol Gerbang Jarak Jauh dan Protokol Darurat" (sembilan klaim, tahap pemeriksaan), laporan validasi teknologi, studi kelayakan dan model bisnis bersama mitra, serta naskah jurnal internasional.

Pengembangan lanjutan mencakup penerapan perbaikan hasil uji, lapisan adaptor untuk berbagai merek terminal, registrasi mandiri melalui aplikasi seluler, simulasi evakuasi dengan penghuni nyata, dan komersialisasi bersama mitra bagi gedung kampus, perkantoran, dan rumah sakit.

Ucapan terima kasih. Penelitian ini didanai Program Akselerasi Inovasi Multidisiplin ITB 2026 (kontrak 2237GG/IT1.B07.1/TA.00/2026). Terima kasih kepada PT Indismart Kreatif Solusi, pengelola ITB Innovation Park, dan DKST ITB.