

**PENGEMBANGAN SISTEM KONTROL AKSES
BERBASIS PENGENALAN WAJAH UNTUK
MANAJEMEN TAMU PADA BANGUNAN
CERDAS**

Proposal Tugas Akhir

Oleh

**Natanael Steven Simangunsong
18222054**



**PROGRAM STUDI SISTEM DAN TEKNOLOGI INFORMASI
SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
4 Desember 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN SISTEM KONTROL AKSES BERBASIS PENGENALAN WAJAH UNTUK MANAJEMEN TAMU PADA BANGUNAN CERDAS

Proposal Tugas Akhir

Oleh

**Natanael Steven Simangunsong
18222054**

Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung

Proposal Tugas Akhir ini telah disetujui dan disahkan
di Bandung, pada tanggal 4 Desember 2025

Pembimbing

Dr. Fadhil Hidayat, S.Kom., M.T.
NIP. 198609252012121002

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR KODE	vi
I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan	3
I.4 Batasan Masalah	3
I.5 Metodologi	4
II STUDI LITERATUR	6
II.1 Tinjauan Regulasi Bangunan Gedung Cerdas	6
II.2 Kontrol Akses	7
II.3 Pengenalan Wajah	7
II.4 Keamanan Data dan Privasi	8
II.5 Pengembangan Sistem Gerbang Otomatis pada KAI	8
III ANALISIS MASALAH	10
III.1 Analisis Kondisi Saat Ini	10
III.1.1 Alur Masuk Tamu Saat Ini	10
III.1.2 Kondisi Lobby Saat Ini	11
III.2 Analisis Kebutuhan	11
III.2.1 Identifikasi Masalah Pengguna	11
III.2.2 Kebutuhan Fungsional	12
III.2.3 Kebutuhan Nonfungsional	12
III.3 Analisis Pemilihan Solusi	13
III.3.1 Alternatif Solusi	13
III.3.2 Analisis Penentuan Solusi	14
IV DESAIN KONSEP SOLUSI	16
IV.1 Diagram Konseptual	16
IV.2 Penjelasan Desain	19
IV.2.1 Spesifikasi Perangkat Keras	19

IV.2.2	Diagram Komponen	20
IV.2.3	Logika Autentikasi	21
IV.2.4	Alur Sistem Pendaftaran	22
IV.2.5		22
V	RENCANA SELANJUTNYA	24

DAFTAR GAMBAR

IV.1	Alur kontrol akses sebelum penerapan sistem gerbang	16
IV.2	Alur kontrol akses sesudah penerapan sistem gerbang untuk karyawan gedung	17
IV.3	Alur kontrol akses sesudah penerapan sistem gerbang untuk tamu gedung	17
IV.4	Alur kontrol akses sesudah penerapan sistem gerbang saat kondisi darurat	18
IV.5	Denah lobi sebelum pemasangan sistem gerbang	18
IV.6	Denah lobi setelah pemasangan sistem gerbang	19
IV.7	Topologi fisik dari gerbang normal	20
IV.8	Diagram komponen dari rancangan sistem	21
IV.9	Logika autentikasi dari rancangan sistem	23

DAFTAR TABEL

III.1 Kebutuhan Fungsional Sistem	12
III.2 Kebutuhan Nonfungsional Sistem	13

DAFTAR KODE

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pengelolaan keamanan pada bangunan cerdas merupakan aspek yang penting untuk memastikan aktivitas di dalam gedung berlangsung dengan aman, tertib, dan efisien. Sistem kontrol digunakan akses oleh karyawan sebagai pengguna tetap gedung dan bagi tamu atau pengunjung yang memiliki tujuan dan durasi kunjungan yang beragam. Sistem kontrol akses yang baik harus mampu mengidentifikasi pengguna gedung secara tepat, mencatat aktivitas keluar-masuk secara otomatis, serta mengelola akses antar-area di dalam gedung dengan aman.

Science Techno Park (STP) Gedebage, yang juga dikenal sebagai ITB Innovation Park (IIP) Bandung Technopolis, merupakan fasilitas yang dibangun untuk mendukung inovasi serta komersialisasi berbagai produk teknologi milik Institut Teknologi Bandung (ITB). Saat ini, proses kontrol akses bagi tamu pada gedung ITB Innovation Park (IIP) masih dilakukan secara manual oleh petugas keamanan. Tamu yang datang akan diminta memberikan informasi mengenai tujuan kunjungan dan kemudian diarahkan untuk masuk ke gedung. Proses ini memiliki beberapa kelemahan. Pertama, pencatatan identitas dan aktivitas kunjungan masih bersifat manual dan tidak terdokumentasi secara otomatis. Kedua, keputusan pemberian akses bergantung pada penilaian petugas sehingga rawan subjektivitas. Ketiga, sistem akses tamu saat ini belum terintegrasi dengan sistem manajemen gedung secara menyeluruh. Kondisi ini belum memenuhi kriteria bangunan cerdas yang mengutamakan sistem kontrol akses yang otomatis dan terintegrasi.

Kebutuhan akan kontrol akses sebagai salah satu elemen utama bangunan cerdas telah tertuang dalam regulasi pemerintah. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2023 menetapkan bahwa kontrol akses merupakan salah satu komponen wajib dalam konsep Bangunan Gedung Cerdas (BGC).

Selain itu, Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Nomor 22/SE/M/2024 tentang Pedoman Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Cerdas Tahap Pemanfaatan dan Periksaan Kinerja Bangunan Gedung Cerdas Tahap Pembongkaran menyebutkan bahwa keandalan sistem kontrol akses menjadi salah satu parameter kinerja yang wajib dipenuhi dalam evaluasi bangunan cerdas. Regulasi tersebut menekankan bahwa sistem kontrol akses harus mampu memberikan pencatatan dan pengelolaan data pergerakan orang di dalam gedung secara aman dan terintegrasi dengan sistem manajemen gedung lainnya.

Berbagai institusi dan organisasi telah menerapkan solusi teknologi kontrol akses menggunakan RFID, QR code, hingga pengenalan wajah (*face recognition*). Teknologi pengenalan wajah menawarkan keunggulan berupa otomatisasi, peningkatan keamanan, pengurangan interaksi fisik, dan kecepatan verifikasi pengguna. Namun dalam konteks tamu, penerapan pengenalan wajah memiliki pertimbangan tambahan seperti aspek privasi dan risiko penggunaan data biometrik. Hal ini selaras dengan prinsip perlindungan data pribadi sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Perlindungan Data Pribadi di Indonesia, yang mengatur bahwa pengumpulan dan pemrosesan data biometrik membutuhkan persetujuan dari pemilik data. Oleh karena itu, sistem kontrol akses pada bangunan cerdas perlu menyediakan alternatif metode autentikasi bagi tamu yang tidak bersedia atau tidak memungkinkan untuk memberikan data biometriknya.

Untuk menjawab kebutuhan tersebut, diperlukan sistem kontrol akses tamu yang fleksibel dan dapat mengakomodasi dua metode autentikasi, yaitu pengenalan wajah dan peminjaman kartu akses RFID melalui proses verifikasi identitas di resepsionis. Dengan pendekatan ini, proses kontrol akses tamu dapat dilakukan secara lebih aman, otomatis, terdokumentasi dengan baik, serta tetap menghormati pilihan dan privasi tamu. Pengembangan sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi operasional gedung, sekaligus selaras dengan regulasi mengenai standar bangunan gedung cerdas.

I.2 Rumusan Masalah

Saat ini, proses kontrol akses bagi tamu yang memasuki Gedung ITB Innovation Park belum dilakukan secara otomatis dan belum terintegrasi dengan sistem manajemen gedung. Pencatatan identitas dan aktivitas kunjungan masih dilakukan secara manual oleh petugas keamanan atau resepsionis sehingga berpotensi menimbulkan ketidaktepatan pencatatan, risiko keamanan, dan ketidakefisienan dalam pengelola-

an arus tamu. Proses pemberian akses masih bertumpu pada subjektivitas petugas dan belum memenuhi standar sistem kontrol akses pada bangunan cerdas.

Jika masalah tersebut tidak diatasi, maka risiko keamanan, ketidakteraturan alur kunjungan, serta ketidakpatuhan terhadap standar bangunan cerdas akan tetap terjadi. Selain itu, proses verifikasi tamu yang tidak otomatis dapat menyebabkan antrean, ketidakefisienan waktu, serta kurangnya dokumentasi aktivitas kunjungan sebagai bagian dari pengelolaan bangunan cerdas.

Oleh karena itu, diperlukan sistem kontrol akses yang mampu melakukan identifikasi dan pencatatan tamu secara otomatis serta tetap memperhatikan aspek keamanan dan perlindungan data pribadi. Masalah tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem kontrol akses berbasis pengenalan wajah pada Gedung ITB Innovation Park?
2. Bagaimana menyediakan mekanisme autentikasi alternatif bagi tamu tanpa mengabaikan aspek keamanan dan perlindungan data pribadi?

I.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah mengembangkan sistem kontrol akses untuk mendukung pengelolaan tamu pada bangunan cerdas. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi pengelolaan kunjungan tamu serta menyediakan opsi autentikasi yang sesuai dengan kebutuhan operasional gedung.

Secara khusus, tujuan tugas akhir ini adalah:

1. Mengembangkan sistem kontrol akses tamu yang mampu melakukan identifikasi dan pencatatan kunjungan secara otomatis pada bangunan cerdas.
2. Merancang mekanisme autentikasi alternatif bagi tamu tanpa mengabaikan aspek keamanan dan perlindungan data pribadi.

Tugas akhir ini dinyatakan berhasil apabila memenuhi kriteria berikut:

1. XX
2. XX

I.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga ruang lingkup pembahasan dan memastikan solusi yang dikembangkan tetap fokus serta dapat dicapai dalam rentang waktu pengerjaan tugas akhir, maka diperlukan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Tugas akhir ini dikerjakan secara berkelompok yang terdiri dari 3 orang mahasiswa, yaitu Axelius Davin dengan NIM 18222016, Muhammad Rifa Ansyari dengan NIM 18222004, dan Natanael Steven dengan NIM 18222054. Penulis dalam hal ini berfokus pada pengembangan sistem kontrol akses untuk manajemen tamu.
2. Pengguna sistem yang dilibatkan adalah pihak pengelola gedung IIP beserta salah satu perusahaan yang menggunakan gedung IIP.
3. Sistem yang dikembangkan hanya mencakup satu unit gerbang sesuai ketersementaraan sumber daya, namun dirancang dan dikembangkan sebagai representasi dari keseluruhan sistem.
4. Sistem akan dikembangkan menggunakan basis data independen yang tidak terintegrasi langsung dengan data yang dimiliki gedung.

I.5 Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini mengacu pada pendekatan *design thinking*. *Design thinking* merupakan metode pengembangan sistem yang bersifat iteratif, berpusat pada pengguna (*human-centered*), serta menekankan proses kolaborasi dengan pihak yang terlibat. Pendekatan ini membantu menghasilkan solusi yang relevan dengan kebutuhan operasional gedung dan perilaku pengguna dalam proses kontrol akses tamu. *Design thinking* terdiri atas lima tahapan utama, yaitu *Empathize, Define, Ideate, Prototype, dan Test*.

1. *Empathize* Tahap ini bertujuan memahami kebutuhan pengguna dan permasalahan yang terjadi pada proses kontrol akses tamu. Informasi dikumpulkan melalui observasi langsung ke gedung IIP, wawancara, dan interaksi langsung dengan pengguna sistem seperti pengelola harian gedung. Data yang diperoleh menjadi dasar untuk merumuskan kasus nyata di lapangan.
2. *Define* Pada tahap ini, temuan dari proses *empathize* dianalisis untuk mengidentifikasi kendala utama dan karakteristik pengguna. Data yang diperoleh diolah untuk membangun *problem statement* yang spesifik dan terukur sebagai dasar dalam merancang sistem kontrol akses tamu yang akan dikembangkan.
3. *Ideate* Tahap ini berfokus pada eksplorasi ide-ide solusi berdasarkan masalah yang telah didefinisikan. Pengembang dapat menggunakan teknik seperti *brainstorming, sketching*, atau simulasi alur sistem untuk menghasilkan berbagai alternatif solusi dalam pengelolaan akses tamu.
4. *Prototype* Tahap ini bertujuan mewujudkan ide menjadi bentuk nyata menggunakan komponen perangkat keras maupun perangkat lunak. Prototipe di-

rancang untuk mengevaluasi solusi yang diusulkan dan melihat bagaimana sistem kontrol akses bekerja dalam skenario operasional. Tujuan utama bukan menghasilkan produk final, tetapi sebagai sarana evaluasi awal dan eksplorasi desain.

5. *Test* Tahap ini dilakukan untuk mengevaluasi prototipe melalui uji coba, pengamatan, serta penerimaan umpan balik dari pengguna sistem. Hasil evaluasi kemudian digunakan untuk menyempurnakan solusi, merumuskan ulang kebutuhan, atau memperbaiki desain sistem agar lebih sesuai dengan kondisi operasional gedung.

Selain itu, metode penelusuran literatur juga digunakan dalam pengembangan sistem ini, yang mencakup:

1. Literatur ilmiah seperti buku dan artikel untuk mempelajari konsep dasar kontrol akses.
2. Regulasi pemerintah terkait Bangunan Gedung, Bangunan Gedung Cerdas, kontrol akses, serta perlindungan data pribadi.
3. Jurnal ilmiah dalam lima tahun terakhir untuk mengidentifikasi solusi dan celah penelitian yang relevan dengan sistem kontrol akses tamu.

Dokumentasi data yang digunakan meliputi foto, data kunjungan, serta catatan hasil observasi dan wawancara.

BAB II

STUDI LITERATUR

II.1 Tinjauan Regulasi Bangunan Gedung Cerdas

Penerapan sistem kontrol akses pada bangunan cerdas di Indonesia tidak dapat dilepaskan dari kerangka regulasi yang telah ditetapkan pemerintah. Regulasi tersebut berfungsi sebagai pedoman agar setiap sistem yang dibangun mampu mendukung keamanan, efisiensi, serta keberlanjutan operasional gedung. Salah satu regulasi utama yang menjadi dasar adalah Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2023. Dalam peraturan ini, bangunan gedung cerdas definisikan sebagai bangunan yang memanfaatkan sistem pengelolaan terpadu yang mampu merespons kebutuhan pengguna dan lingkungan secara otomatis (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2023). Definisi tersebut menegaskan pentingnya integrasi teknologi dalam menunjang fungsi bangunan modern.

Ketentuan mengenai bagaimana kinerja sebuah bangunan cerdas dinilai dijelaskan lebih detail pada Surat Edaran Menteri PUPR Nomor 22/SE/M/2024. Dalam pedoman ini, sistem kontrol akses termasuk dalam unsur yang dievaluasi sebagai bagian dari parameter kemampuan sistem. Penilaian yang dilakukan tidak hanya berfokus pada fungsi dasar pembatasan akses, tetapi juga mencakup kemampuan sistem untuk memberikan pemantauan status perangkat secara langsung, pengaturan hak akses yang dapat disesuaikan menurut lokasi serta waktu, serta keandalan dalam menghadapi kondisi darurat melalui penerapan mekanisme *fail-safe* (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2024).

Dengan adanya standar tersebut, setiap sistem kontrol akses pada bangunan cerdas perlu dirancang agar mampu memenuhi berbagai kebutuhan operasional gedung, termasuk akurasi identifikasi pengguna, integrasi dengan infrastruktur keselamatan, dan kemampuan melakukan pengelolaan akses yang terstruktur. Kepatuhan terhadap regulasi ini menjadi dasar penting dalam pengembangan sistem kontrol akses

yang aman, adaptif, dan sesuai dengan praktik terbaik bangunan cerdas.

II.2 Kontrol Akses

Sistem kontrol akses merupakan rangkaian mekanisme teknis dan kebijakan yang dirancang untuk mengatur hak masuk ke suatu area, sehingga hanya individu yang berwenang dapat memasuki area tersebut. Sistem ini biasanya melibatkan kredensial (misalnya kartu, token, biometrik), perangkat pembaca, aktuator pintu/gerbang, serta perangkat lunak manajemen identitas dan otorisasi. Dengan demikian, kontrol akses tidak hanya berfungsi sebagai pintu fisik, tetapi juga sebagai sistem audit yang merekam aktivitas masuk-keluar, memelihara catatan akses, dan mendukung keamanan serta manajemen operasional bangunan. Dalam literatur terbaru, sistem ini digambarkan sebagai bagian dari manajemen identitas dan akses (Identity and Access Management - IAM) yang menjadi fondasi keamanan dalam lingkungan IoT dan bangunan cerdas. (Wang, Ragothaman, dan Rimal 2023)

II.3 Pengenalan Wajah

Pengenalan wajah merupakan salah satu teknologi dalam bidang visi komputer yang berfungsi untuk mengidentifikasi atau memverifikasi identitas seseorang berdasarkan citra atau rekaman video. Pada dasarnya, teknologi ini memecahkan persoalan pengenalan pola visual, di mana sistem harus mampu mengenali wajah sebagai objek tiga dimensi yang ditangkap dalam bentuk gambar dua dimensi, meskipun terdapat variasi pencahayaan, sudut pandang, maupun ekspresi wajah. Dalam Handbook of Face Recognition, Li, Jain, dan Deng (2024) menjelaskan bahwa sebuah sistem pengenalan wajah umumnya terdiri dari empat komponen utama: *face detection, alignment, feature extraction, dan matching*. Proses lokalisasi dan normalisasi wajah melalui dua tahapan awal tersebut menjadi prasyarat sebelum fitur wajah dapat diekstraksi dan dibandingkan dalam proses pengenalan.

Penggunaan teknologi pengenalan wajah sebagai metode autentikasi biometrik semakin meluas di berbagai sektor, mulai dari pertahanan dan keamanan, layanan finansial, hingga aplikasi sehari-hari seperti kontrol akses pada perangkat dan bangunan. Tren adopsi biometrik ini juga tercermin dalam laporan HID Global yang dikutip oleh Jadhav (2024), yang menunjukkan peningkatan penggunaan biometrik untuk kontrol akses dari 30 persen menjadi 39 persen dalam dua tahun terakhir. Temuan ini mengindikasikan bahwa pengenalan wajah semakin diandalkan sebagai solusi autentikasi yang cepat, praktis, dan aman bagi berbagai kebutuhan operasional.

II.4 Keamanan Data dan Privasi

Pengelolaan data biometrik, termasuk data wajah, membutuhkan standar perlindungan yang tinggi karena sifatnya yang sensitif dan tidak dapat diganti apabila bocor atau disalahgunakan. Dalam kerangka regulasi nasional, seluruh kegiatan yang melibatkan pengumpulan, penyimpanan, maupun pemrosesan data pribadi wajib mengikuti ketentuan yang tercantum dalam Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Perlindungan Data Pribadi. Salah satu prinsip penting yang diatur dalam Pasal 20 UU PDP adalah kewajiban memperoleh persetujuan eksplisit dari pemilik data sebelum data tersebut diproses. Ketentuan ini memastikan bahwa penggunaan data biometrik dilakukan secara transparan dan berdasarkan persetujuan sadar dari subjek data (Presiden Republik Indonesia 2022).

Dari sisi teknis, keamanan data biometrik menuntut penerapan mekanisme perlindungan yang kuat, terutama saat data disimpan dalam basis data. Abusham dkk. (2023) merekomendasikan penggunaan algoritma enkripsi seperti Advanced Encryption Standard (AES) sebagai lapisan perlindungan pada data at rest. Melalui enkripsi, representasi numerik dari wajah (misalnya vektor fitur) akan disimpan dalam bentuk terenkripsi sehingga tidak dapat diakses ataupun dikonversi kembali menjadi citra wajah asli tanpa kunci dekripsi yang valid. Pendekatan ini berfungsi sebagai mitigasi penting apabila terjadi pencurian perangkat atau serangan terhadap basis data, karena data biometrik tetap tidak dapat digunakan tanpa kunci yang sah.

II.5 Pengembangan Sistem Gerbang Otomatis pada KAI

PT Kereta Api Indonesia (KAI) telah mengimplementasikan layanan Face Recognition Boarding sebagai bagian dari transformasi digital untuk mempercepat proses keberangkatan kereta api jarak jauh. Layanan ini memungkinkan penumpang melakukan verifikasi identitas secara otomatis melalui kamera berbasis pengenalan wajah, sehingga tidak perlu lagi menunjukkan KTP maupun mencetak boarding pass. Sistem ini mulai digunakan di beberapa stasiun besar, seperti Stasiun Gambir sejak September 2023, dan akan diperluas ke stasiun lainnya. Untuk dapat memanfaatkannya, penumpang harus mendaftarkan identitas dan foto wajah melalui aplikasi Access by KAI, yang kemudian diverifikasi dan dikaitkan dengan data tiket elektronik. Saat melakukan boarding, wajah penumpang dicocokkan dengan data yang telah terdaftar, dan jika valid, gerbang terbuka secara otomatis. Pendekatan ini diklaim meningkatkan efisiensi, keamanan, serta mengurangi potensi penyalahgunaan identitas atau tiket. Meskipun demikian, KAI tidak menetapkan layanan ini sebagai

satu-satunya jalur akses; alternatif tetap disediakan guna memenuhi prinsip perlindungan data pribadi sebagaimana diatur dalam UU No. 27 Tahun 2022.

BAB III

ANALISIS MASALAH

III.1 Analisis Kondisi Saat Ini

Tahap ini bertujuan untuk memahami kondisi aktual terkait alur kedatangan tamu di Gedung ITB Innovation Park serta kendala yang muncul dalam proses operasionalnya. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan petugas keamanan dan resepsionis, dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol akses untuk tamu saat ini masih sepenuhnya manual dan belum terintegrasi dengan sistem manajemen gedung.

III.1.1 Alur Masuk Tamu Saat Ini

Proses penerimaan tamu saat ini mengandalkan interaksi langsung dengan petugas resepsionis atau petugas keamanan. Alur yang berlangsung di lapangan adalah sebagai berikut:

1. Tamu memasuki lobi dan langsung berinteraksi dengan petugas keamanan. Petugas menanyakan keperluan tamu, identitas, serta pihak yang ingin ditemui. Proses verifikasi dilakukan secara verbal tanpa pencocokan dokumen atau identitas digital apa pun
2. Tidak ada sistem registrasi atau pencatatan tamu yang terpusat. Petugas keamanan hanya melakukan konfirmasi secara manual kepada tenant atau staf terkait melalui pesan singkat atau panggilan telepon untuk memastikan bahwa tamu tersebut memang memiliki janji atau terdapat kebutuhan kunjungan.
3. Tamu diperbolehkan melanjutkan ke area lift tanpa mekanisme autentikasi tambahan. Seluruh tamu dapat mengakses area lift setelah mendapatkan persetujuan verbal dari petugas keamanan.
4. Tidak ada pencatatan waktu masuk dan keluar. Aktivitas tamu tidak terdokumentasi, sehingga tidak ada data historis yang dapat digunakan untuk kebutuhan audit keamanan, monitoring, atau analisis operasional.

Alur ini menunjukkan bahwa seluruh proses penerimaan tamu sangat bergantung pada komunikasi informal dan pengawasan manual oleh resepsionis. Ketergantungan pada proses manual ini menimbulkan sejumlah risiko, antara lain keterbatasan akurasi verifikasi identitas, potensi akses tanpa izin saat petugas lengah, serta tidak tersedianya data kunjungan untuk evaluasi keamanan gedung.

III.1.2 Kondisi Lobby Saat Ini

Hasil peninjauan area lobi menunjukkan bahwa gedung belum dilengkapi dengan perangkat pendukung sistem kontrol akses apa pun. Akses menuju lift terbuka secara langsung dari area lobi, hanya diawasi oleh petugas resepsionis. Ketiadaan infrastruktur ini mengakibatkan seluruh proses penyaringan tamu harus dilakukan secara manual dan tidak memiliki *backup* sistemik apabila petugas tidak berada di tempat atau terjadi gangguan operasional.

III.2 Analisis Kebutuhan

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan yang harus dipenuhi dalam pengembangan sistem kontrol akses di Gedung ITB Innovation Park. Analisis dilakukan dengan memperhatikan kondisi operasional saat ini, pola interaksi antara tamu dan petugas, serta kebutuhan pengelola gedung terhadap keamanan dan efisiensi. Hasil analisis kebutuhan ini menjadi dasar dalam menentukan fitur, komponen, dan alur sistem yang akan dikembangkan.

III.2.1 Identifikasi Masalah Pengguna

Berdasarkan hasil observasi di lobi Gedung ITB Innovation Park, proses pengaturan tamu yang berkunjung menunjukkan sejumlah permasalahan yang memengaruhi efisiensi dan keamanan operasional. Tamu yang datang belum memiliki alur registrasi yang jelas dan terstruktur, sehingga verifikasi identitas sangat bergantung pada percakapan langsung dengan resepsionis. Kondisi ini menyebabkan alur masuk yang tidak konsisten dan rentan menimbulkan antrean pada jam sibuk. Selain itu, ketiadaan sistem pencatatan kunjungan membuat aktivitas tamu tidak terdokumentasi, sehingga menyulitkan pengelola gedung dalam melakukan penelusuran dan audit keamanan. Pengguna gedung, baik resepsionis maupun pengelola, juga tidak memiliki alat bantu untuk mengontrol area mana saja yang boleh diakses tamu maupun jangka waktu kunjungannya. Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya sistem yang dapat mengatur proses kunjungan tamu secara lebih tertib, aman, dan terdigitalisasi.

III.2.2 Kebutuhan Fungsional

xxx

Tabel III.1 Kebutuhan Fungsional Sistem

Nama Kebutuhan	Penjelasan
KF-01: Kontrol Akses	Sistem harus dapat membatasi dan mengontrol arus akses keluar masuk lift pada lobi gedung.
KF-02: Autentikasi	Sistem harus dapat mengenali dan memberikan akses kepada pengguna yang memiliki hak akses memasuki gedung.
KF-03: Manajemen Data	Pengguna sistem harus dapat mengakses sistem untuk menambahkan, mengubah atau menghapus data mereka yang digunakan dalam sistem.
KF-04: Integrasi Sistem	Sistem harus dapat melakukan sinkronasi data yang mereka miliki dengan Sistem Manajemen Gedung, dengan tetap memperhatikan regulasi yang berlaku.
KF-05: Keselamatan/ <i>safety</i>	Sistem harus memiliki mode darurat, yaitu firyang dapat digunakan oleh pengguna untuk menyelamatkan diri mereka saat terjadi keadaan darurat.

Kebutuhan fungsional merupakan fitur atau fungsi utama yang harus dimiliki oleh sistem agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna dan menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi pada subbab sebelumnya. Rincian kebutuhan nonfungsional disajikan pada tabel III.1.

III.2.3 Kebutuhan Nonfungsional

Rincian kebutuhan nonfungsional disajikan pada tabel III.2.

Tabel III.2 Kebutuhan Nonfungsional Sistem

Nama Kebutuhan	Penjelasan
KNF-01: Akurasi	Sistem dapat mengetahui dan memberikan akses kepada pengguna dengan akurasi 90%
KNF-02: Kapasitas	Sistem harus dapat menjalankan fungsi kontrol akses dengan baik untuk kapasitas 1200 pengguna.
KNF-03: Waktu Respon	Sistem harus dapat memberikan keputusan tentang kontrol akses dalam waktu tiga detik.
KNF-04: Keamanan	Sistem harus dapat memastikan keamanan data tersimpan sehingga hanya dapat diakses oleh pemilik data ataupun orang yang berwenang.
KNF-05: Keandalan	Sistem harus dapat beroperasi secara penuh selama 24 jam selama hari kerja (senin s.d jumat).

III.3 Analisis Pemilihan Solusi

Setelah kebutuhan sistem ditetapkan, tahap berikutnya adalah mengevaluasi berbagai pilihan solusi yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Setiap alternatif akan dianalisis dan dibandingkan melalui pendekatan *trade-off* untuk menentukan opsi yang paling sesuai dengan tujuan pengembangan sistem.

III.3.1 Alternatif Solusi

Berikut merupakan rangkuman alternatif solusi yang dapat digunakan untuk memenuhi masing-masing kebutuhan fungsional dari sistem.

1. KF-01 Kontrol Akses
 - a. *Swing Barrier*, yaitu tipe gerbang yang membuka dan menutup ke arah dalam atau luar.
 - b. *Flap Barrier*, yaitu tipe gerbang yang membuka dan menutup dengan menggeser penghalang ke arah samping.
 - c. *Tripod Gate*, yaitu tipe gerbang dengan 3 batang besi yang dapat berputar searah saat kunci terbuka.
2. KF-02 Pendekripsi Wajah
 - a. *Face recognition*, yaitu teknologi autentikasi dengan mendekripsi dan mengenali wajah pengguna.
 - b. *RFID (Radio Frequency Identifier)*, yaitu teknologi autentikasi yang menggunakan kartu yang memancarkan radio frekuensi tertentu.

- c. Sidik jari, yaitu teknologi autentikasi yang memanfaatkan keunikan pola jari manusia untuk mengenali pengguna.
 - d. RFID + Pengenalan Wajah, gabungan dari teknologi pengenalan wajah dan RFID untuk melengkapi kelebihan dan kekurangan masing-masing.
3. KF-03 Pengenalan Wajah
 - a. *Face recognition*, yaitu teknologi autentikasi dengan mendeteksi dan mengenali wajah pengguna.
 - b. RFID (*Radio Frequency Identifier*), yaitu teknologi autentikasi yang menggunakan kartu yang memancarkan radio frekuensi tertentu.
 - c. Sidik jari, yaitu teknologi autentikasi yang memanfaatkan keunikan pola jari manusia untuk mengenali pengguna.
 - d. RFID + Pengenalan Wajah, gabungan dari teknologi pengenalan wajah dan RFID untuk melengkapi kelebihan dan kekurangan masing-masing.
 4. KF-04 Manajemen Data
 - a. Aplikasi Web, menggunakan website yang dapat diakses melalui browser untuk pendaftaran.
 - b. Aplikasi Desktop, menggunakan aplikasi berbasis desktop untuk perangkat PC resepsionis.
 - c. Aplikasi Mobile, menggunakan aplikasi berbasis mobile untuk ponsel pengguna.
 5. KF-05 Integrasi Sistem
 - a. Integrasi berbasis API
 - b. Integrasi berbasis *Message Queue*
 - c. Integrasi berbasis *Webhook*
 6. KF-06 Keselamatan/*safety*
 - a. Gerbang *fail-safe*, yaitu gerbang yang memiliki kondisi terbuka saat tidak mendapatkan aliran listrik.
 - b. Tombol Darurat, yaitu tombol yang dapat membuka gerbang tanpa autentikasi.
 - c. Gerbang *fail-safe* + Tombol Darurat, yaitu penggabungan solusi yang memungkinkan gerbang terbuka saat listrik padam atau tombol ditekan.

III.3.2 Analisis Penentuan Solusi

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod.

Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetuer. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

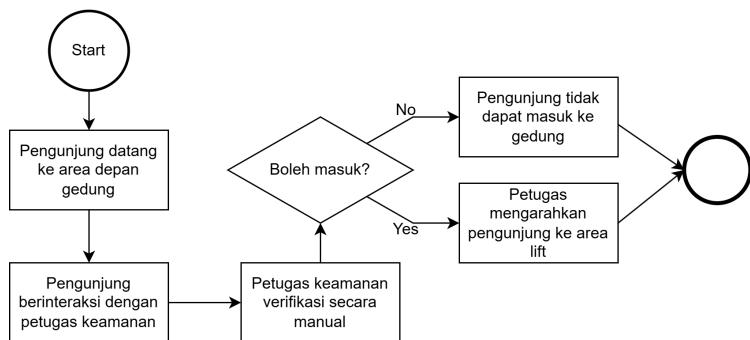
BAB IV

DESAIN KONSEP SOLUSI

Fokus utama pada desain konsep solusi adalah menjelaskan model konseptual dan penjelasan desain yang dipilih pada bab sebelumnya mengenai pengenalan wajah untuk kontrol akses di lobi ITB Innovation Park.

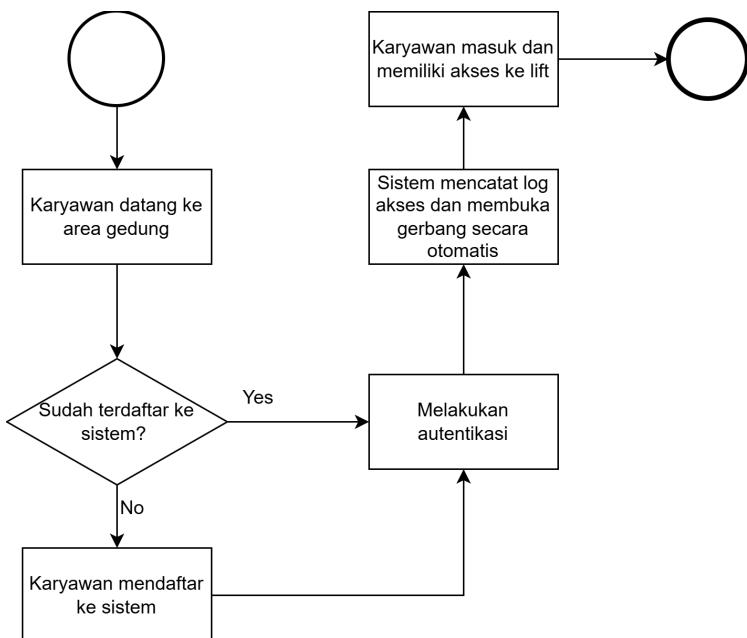
IV.1 Diagram Konseptual

Penerapan desain solusi yang dipilih akan mempengaruhi alur kontrol akses yang telah ada sebelumnya. Gambar IV.1 adalah diagram alur kontrol akses sebelum penerapan sistem gerbang.

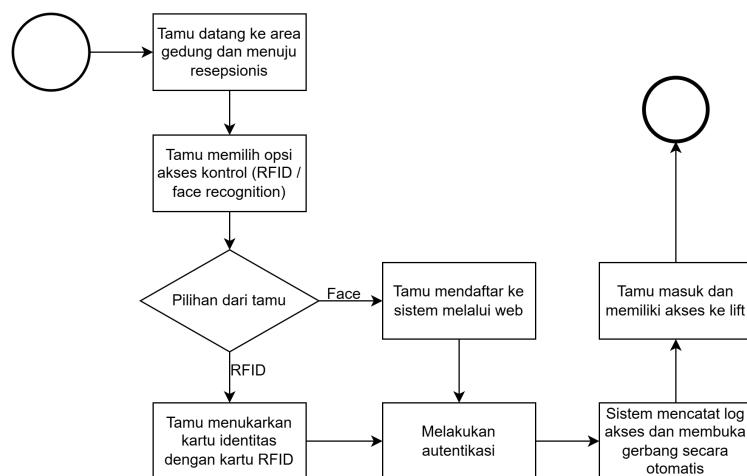


Gambar IV.1 Alur kontrol akses sebelum penerapan sistem gerbang

Gambar IV.2 dan IV.3 merupakan alur kontrol akses sesudah penerapan sistem pada Gedung IIP. Dari gambar, dapat dilihat dengan jelas perubahan alur yang terjadi, dimana setelah melewati petugas keamanan luar gedung, karyawan dan tamu harus melewati sistem gerbang terlebih dahulu sebelum akhirnya dapat mengakses lift pada lobi gedung.

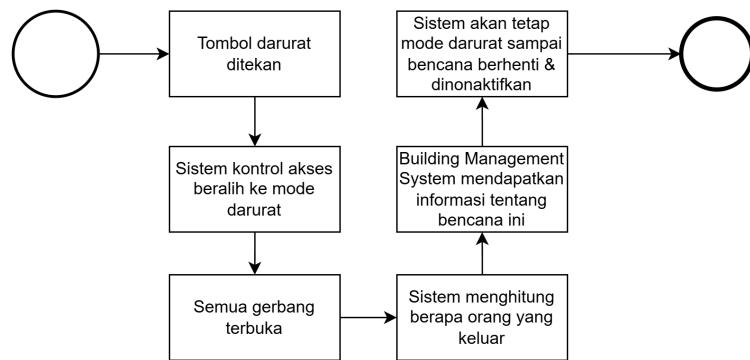


Gambar IV.2 Alur kontrol akses sesudah penerapan sistem gerbang untuk karyawan gedung



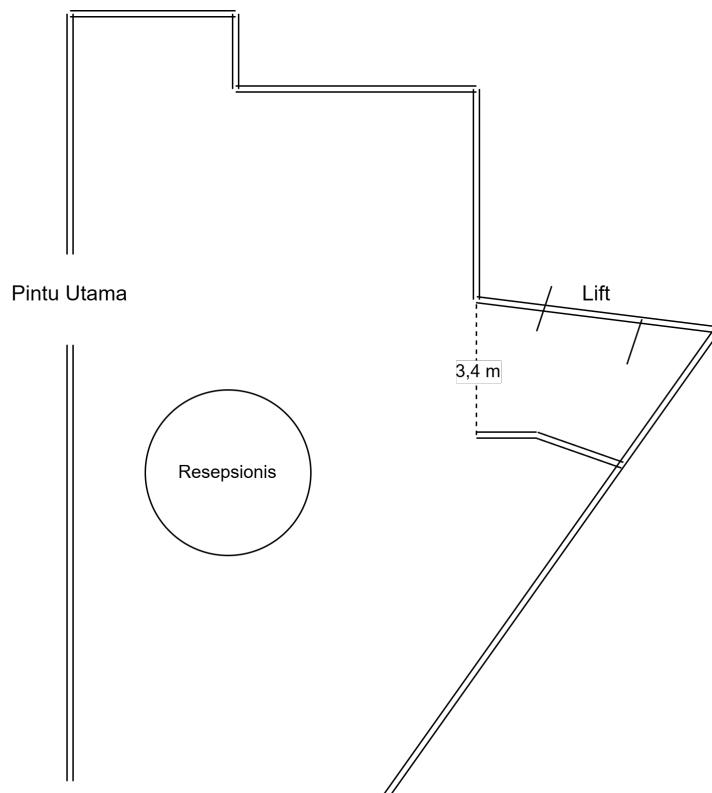
Gambar IV.3 Alur kontrol akses sesudah penerapan sistem gerbang untuk tamu gedung

Selain itu, sistem yang akan dikembangkan juga memiliki alur tambahan yang terjadi saat terjadi bencana. Gambar IV.4 menunjukkan bagaimana alur sistem saat terjadi keadaan darurat.

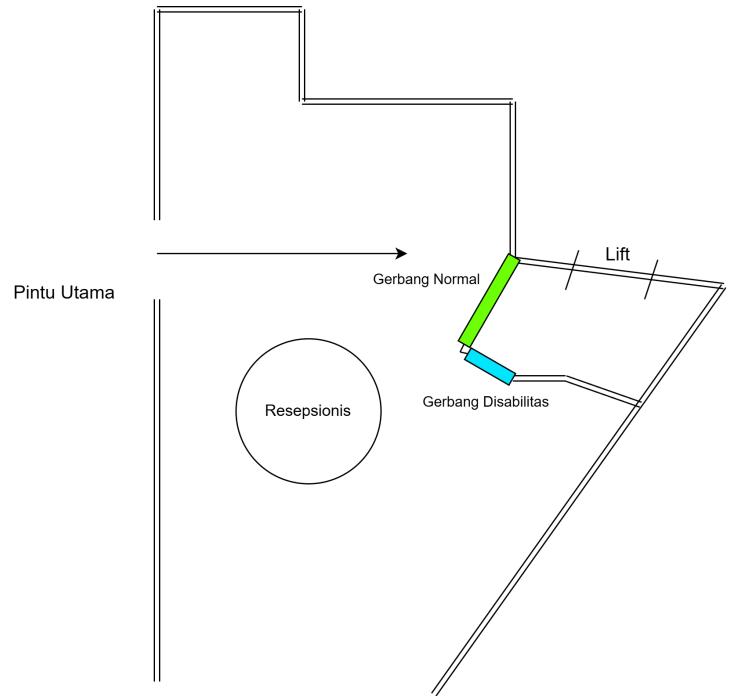


Gambar IV.4 Alur kontrol akses sesudah penerapan sistem gerbang saat kondisi darurat

Selain perubahan alur, terdapat juga perubahan pada lobi gedung secara langsung akibat pemasangan sistem gerbang. Berikut merupakan gambaran denah dari lobi Gedung IIP sebelum dan sesudah pemasangan gerbang. Pemasangan gerbang direncanakan akan berbentuk siku, dengan pemasangan tiga buah gerbang normal (hijau) dan satu gerbang disabilitas (biru).



Gambar IV.5 Denah lobi sebelum pemasangan sistem gerbang



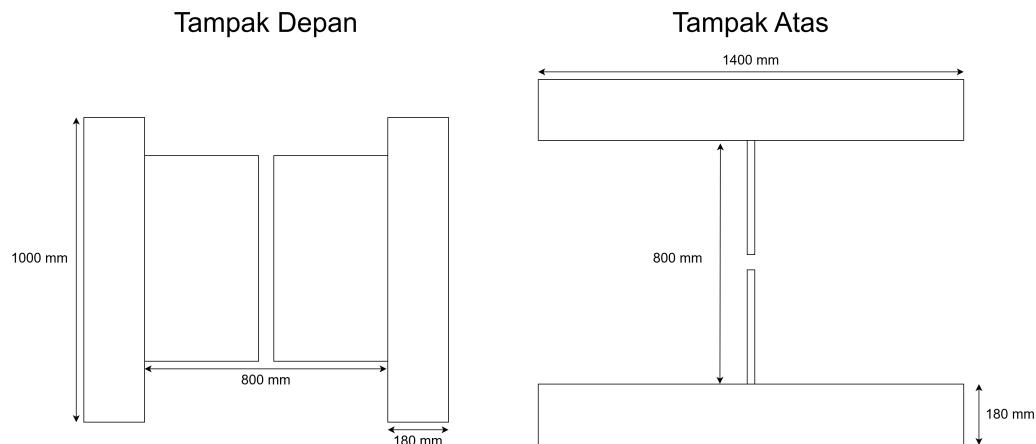
Gambar IV.6 Denah lobi setelah pemasangan sistem gerbang

IV.2 Penjelasan Desain

Bagian ini akan menjelaskan secara ringkas bagaimana rancangan sistem kontrol akses akan diimplementasikan. Penjelasan desain ini meliputi keterhubungan antarkomponen, penjelasan tentang komponen yang dipilih secara ringkas serta logika proses autentikasi.

IV.2.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Secara fisik, sistem gerbang dirancang untuk memiliki tiga gerbang normal pada satu sisi dan satu gerbang disabilitas untuk sisi lainnya, dengan gerbang disabilitas akan memiliki lebar gerbang yang lebih lebar (80 cm) dibandingkan dengan gerbang normal (60 cm). Gambar IV.7 menunjukkan Topologi fisik dari gerbang normal yang akan dirancang.



Gambar IV.7 Topologi fisik dari gerbang normal

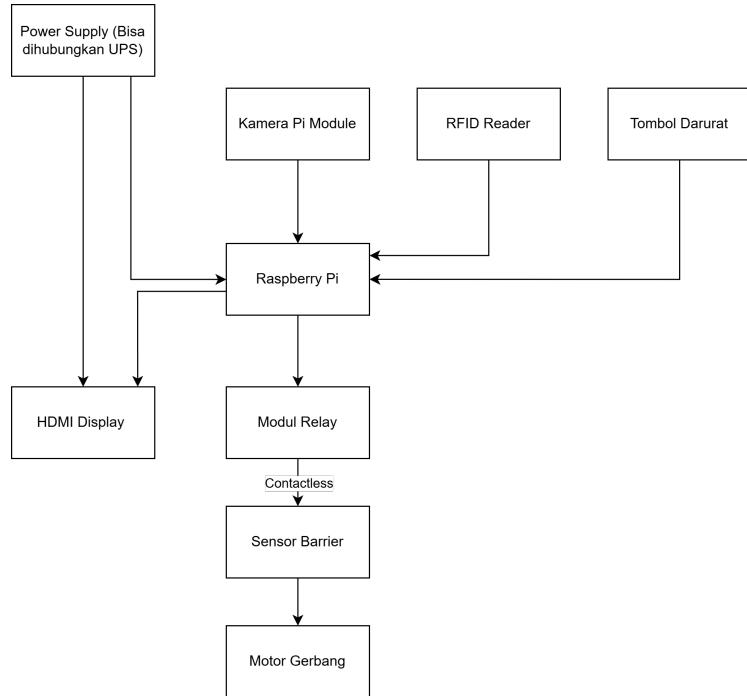
Berdasarkan analisis kebutuhan pada Bab III dan diagram hubungan komponen di atas, spesifikasi perangkat keras yang dipilih meliputi:

1. **Unit Pemrosesan:** Raspberry Pi 4 Model B (4GB) dipilih karena kemampuan *edge computing* yang memadai untuk menjalankan algoritma *Deep Learning* (**raspberrypi**).
2. **Visual:** Raspberry Pi Camera Module v3 dengan fitur HDR untuk mengatasi kondisi pencahayaan lobi.
3. **Antarmuka:** Layar LCD 5 inci HDMI untuk menampilkan status akses kepada pengguna.
4. **Autentikasi Sekunder:** Modul RFID Reader sebagai opsi akses cadangan.
5. **Kontrol Akses:** Modul Relay 5V untuk memicu pembukaan gerbang melalui mekanisme kontak kering (*dry contact*) (**kainz2019raspberry**).

Selain itu, mekanisme fisik gerbang menggunakan *Swing Barrier* untuk mendukung aksesibilitas yang luas, sesuai dengan standar keselamatan (**simarmata2021gerbang**).

IV.2.2 Diagram Komponen

Rancangan sistem kontrol akses ini akan terdiri dari beberapa komponen yang saling terhubung. Gambar IV.8 Menunjukkan diagram komponen dari sistem.



Gambar IV.8 Diagram komponen dari rancangan sistem

Berdasarkan gambar, terlihat bahwa sistem kontrol akses dengan gerbang otomatis terdiri dari komponen yang ada pada pemilihan solusi yaitu gerbang, sistem pengenalan wajah (kamera, kontroler, display), sistem RFID (RFID Reader, Kontroler), Tombol darurat, serta komponen-komponen seperti sumber listrik untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan kebutuhan.

IV.2.3 Logika Autentikasi

Logika autentikasi menjelaskan proses pengenalan pengguna yang dilakukan oleh sistem pengenalan wajah. Gambar IV.9 adalah alur proses dari proses pengenalan wajah untuk autentikasi pengguna.

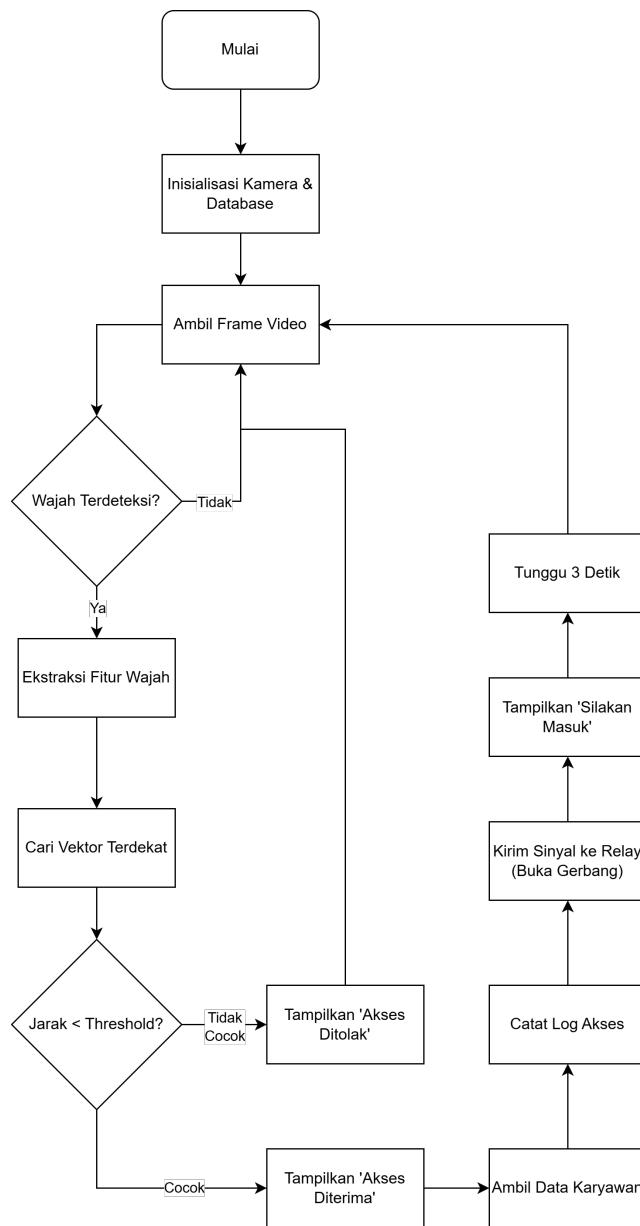
Setiap beberapa waktu, sistem akan mengambil frame video melalui kamera, jika mendeteksi adanya wajah pada frame, sistem kemudian akan melakukan proses ekstrasi dari fitur wajah menjadi sebuah vektor. hasil ini kemudian dibandingkan dengan data tersimpan untuk mencari vektor terdekat. Jika tidak ditemukan, sistem akan menunjukkan bahwa akses masuk ditolak.

Jika sistem menemukan jarak vektor yang dibawah treshold, sistem akan menampilkan akses diterima. Setelah itu, sistem akan mengambil data pengguna yang dikenali tersebut, lalu mencatat log akses dan membuka gerbang. Sistem kemudian

akan menunggu beberapa saat sebelum akhirnya kembali mengambil frame Video untuk mendeteksi pengguna berikutnya.

IV.2.4 Alur Sistem Pendaftaran

IV.2.5



Gambar IV.9 Logika autentikasi dari rancangan sistem

BAB V

RENCANA SELANJUTNYA

Jelaskan secara detail langkah-langkah rencana selanjutnya, hal-hal yang diperlukan atau akan disiapkan, dan risiko dan mitigasinya, yang meliputi:

1. Rencana implementasi, termasuk alat dan bahan yang diperlukan, lingkungan, konfigurasi, biaya, dan sebagainya.
2. Desain pengujian dan evaluasi, misalnya metode verifikasi dan validasi.
3. Analisis risiko dan mitigasi, misalnya tindakan selanjutnya jika ada yang tidak berjalan sesuai rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2023. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2023 tentang Bangunan Gedung Cerdas*. Peraturan Menteri. Jakarta.
- _____. 2024. *Surat Edaran Menteri PUPR Nomor 22/SE/M/2024 tentang Pedoman Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Cerdas*. Surat Edaran Menteri. Jakarta.
- Wang, Y., K. Ragothaman, dan B. Rimal. 2023. “Access Control for IoT: A Survey of Existing Research, Dynamic Policies and Future Directions”. *Sensors* 23 (4): 1805. <https://doi.org/10.3390/s23041805>. <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/4/1805>.