



Evaluasi Ketergunaan Flap Gate Berbasis SUS: Perbandingan Staf Kependidikan dan Tenaga Kebersihan

Ivan Ariadi*, Handoyo Widi Nugroho, Joko Triloka

Fakultas Ilmu Komputer, Institut Informatika Dan Bisnis Darmajaya, Bandar Lampung, Indonesia

Email: ^{1,*}ivan.2421211029p@mail.darmajaya.ac.id, ²handoyo.wn@darmajaya.ac.id, ³joko.triloka@darmajaya.ac.id

Email Penulis Korespondensi: ivan.2421211029p@mail.darmajaya.ac.id

Abstrak—Penerapan perangkat kontrol akses fisik berbasis *flap gate* di Gedung Rektorat UIN Raden Intan Lampung bertujuan menjamin keamanan gedung. Namun, pengabaian aspek ergonomi berisiko memicu pelanggaran keamanan secara sistemik akibat munculnya perilaku memintas keamanan, seperti tindakan membuntuti oleh staf dan pembiaran pintu darurat terbuka karena troli terjepit. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dan membandingkan secara kuantitatif tingkat ketergunaan perangkat *flap gate* berdasarkan persepsi dua kelompok pengguna internal. Evaluasi menggunakan metode *System Usability Scale (SUS)* melalui penyebaran kuesioner terstandarisasi 10 butir pernyataan skala Likert 5 poin kepada 30 responden yang dipilih secara *purposive sampling* untuk Tenaga Kependidikan dan sensus untuk Tenaga Kebersihan. Hasil analisis kuantitatif menghasilkan rata-rata skor SUS global sebesar 69,00 (*Acceptable/Marginal High, Grade C, Good*). Analisis komparatif mengidentifikasi kesenjangan persepsi yang tajam antara kelompok Tenaga Kependidikan sebesar 72,12 (*Grade B/C*) dan kelompok Tenaga Kebersihan sebesar 62,75 (*Grade D/OK*), serta penurunan drastis aspek *learnability* hingga 60,83. Temuan ini membuktikan bahwa hambatan operasional tidak sekadar mengganggu kenyamanan, tetapi merusak fungsi pengamanan utama gedung. Penelitian ini memberikan kontribusi empiris, teoretis, dan praktis melalui pembuktian kausalitas hambatan ergonomi terhadap pelanggaran keamanan serta perumusan peta jalan mitigasi gabungan. Rekonfigurasi durasi jeda penutupan pintu, penambahan sensor inframerah bawah, dan penyediaan jalur logistik khusus menjadi solusi mendesak untuk menjaga integritas keamanan gedung.

Kata Kunci: Kontrol Akses; Flap Gate; Ketergunaan; Pelanggaran Keamanan; System Usability Scale

Abstract—The implementation of a flap gate-based physical access control system at the Rectorate Building of UIN Raden Intan Lampung aims to ensure building security. However, neglecting ergonomic aspects risks triggering systemic security breaches due to security-bypassing behaviors, such as tailgating by staff and leaving emergency gates open due to jammed trolleys. This study aims to quantitatively evaluate and compare the usability of the flap gate device based on two internal user groups' perceptions. The evaluation utilized the System Usability Scale (SUS) through a standardized 10-item 5-point Likert scale questionnaire distributed to 30 respondents, selected via purposive sampling for Administrative Staff and a census for Cleaning Staff. The quantitative analysis yielded a global average SUS score of 69.00 (Acceptable/Marginal High, Grade C, Good). Comparative analysis identified a sharp perception gap between Administrative Staff (72.12; Grade B/C) and Cleaning Staff (62.75; Grade D/OK), alongside a drastic decline in the learnability dimension to 60.83. These findings prove that operational bottlenecks do not merely compromise comfort but undermine the building's primary security function. This research offers empirical, theoretical, and practical contributions by proving the causality between ergonomic barriers and security breaches, as well as formulating a hybrid mitigation roadmap. Reconfiguring gate delay intervals, adding lower infrared sensors, and providing a dedicated logistics lane serve as urgent solutions to maintain security integrity.

Keywords: Access Control; Flap Gate; Usability; Security Breach; System Usability Scale

1. PENDAHULUAN

Penerapan *Physical Access Control System (PACS)* berbasis perangkat *flap gate* dan teknologi *Radio Frequency Identification (RFID)* di lingkungan fasilitas publik skala besar sering kali dihadapkan pada kontradiksi mendasar antara penegakan keamanan gedung yang ketat (*security-centric design*) dan jaminan kelancaran mobilitas harian pengguna (*user-centric design*) [1]. Dalam paradigma *usable security*, perancangan pembatas fisik yang berorientasi tunggal pada aspek keamanan tanpa mengintegrasikan prinsip-prinsip ergonomi dan kenyamanan operasional akan mendorong pengguna untuk melakukan tindakan penyelewengan prosedur pengamanan (*bypassing security*) [2]. Ketika suatu mekanisme keamanan fisik memperlambat arus kerja atau menimbulkan hambatan fisik bagi penggunanya, manusia secara alami akan mencari alur pintas (*operational workarounds*) untuk mempertahankan efisiensi kerja [3]. Fenomena pengabaian prosedur ini, seperti tindakan mengekor pengguna lain (*tailgating*) atau mengganjal bilah gerbang agar tetap terbuka, secara langsung melumpuhkan fungsi pengamanan utama yang dirancang oleh institusi dan menciptakan celah kerentanan keamanan (*security breach*) secara sistemik [2], [3]. Oleh karena itu, evaluasi ketergunaan (*usability evaluation*) yang terukur dan holistik menjadi sangat krusial untuk mengevaluasi efektivitas interaksi manusia dan mesin dalam ekosistem kontrol akses fisik.

Gedung Rektorat Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung berfungsi sebagai pusat tata kelola administrasi dan pelayanan publik yang memiliki kepadatan arus pejalan kaki sangat tinggi setiap harinya. Guna membatasi aksesibilitas pihak yang tidak berwenang, pengelola gedung mengimplementasikan gerbang *flap gate* yang terintegrasi dengan pemindai RFID di area lobi utama seperti disajikan pada Gambar 1.

Kendati demikian, dalam pengoperasian harian, perancangan perangkat kontrol akses ini terindikasi mengabaikan variasi karakteristik operasional dan beban kerja dari dua kelompok pengguna internal utama yang memiliki pola mobilitas kontradiktif, yaitu kelompok Tenaga Kependidikan dan Tenaga Kebersihan. Bagi staf Tenaga Kependidikan, sensitivitas utama terletak pada kecepatan pemrosesan data (*throughput rate*) dan latensi pemindaian (*latency delay*) pada jam sibuk (pukul 07.30–08.00 WIB dan 16.00–16.30 WIB). Penumpukan antrean akibat latensi pemindaian memicu perilaku *tailgating*, yang berdampak pada rusaknya validitas log data kehadiran individu [4].



Gambar 1. Flap Gate Area Lobi Utama

Di sisi lain, kelompok Tenaga Kebersihan menghadapi hambatan operasional dan risiko keselamatan kerja yang jauh lebih kompleks. Petugas kebersihan harus melintasi *flap gate* sembari membawa peralatan kerja berukuran besar, seperti kereta troli, ember, sapu, dan kantong sampah bervolume tinggi. Pengaturan parameter waktu jeda penutupan bilah pintu (*gate delay interval*) yang dirancang secara *security-centric* untuk pejalan kaki tanpa muatan menyebabkan bilah akrilik sering menutup mendadak dan menjepit bodi troli. Benturan berulang ini tidak hanya merusak peralatan, tetapi juga menimbulkan risiko cedera fisik pada pergelangan tangan petugas. Permasalahan ini diperparah oleh posisi rumah pemindai RFID yang dipasang permanen di bagian atas gerbang, sehingga memaksa petugas melakukan postur tubuh yang tidak alamiah (*awkward posture*) saat menggesek kartu dengan tangan yang terhalang muatan atau basah. Frustrasi akibat kegagalan pemindaian berulang mendorong petugas kebersihan membiarkan pintu darurat (*emergency gate*) terbuka atau menggantal bilah gerbang menggunakan ganjal kayu. Praktik ini membuktikan bahwa pendekatan perancangan yang kaku justru memicu pengabaian total terhadap protokol keamanan gedung.

Penyelesaian atas permasalahan ini tidak dapat dicapai hanya dengan mengandalkan rekonfigurasi parameter teknis mikro, seperti sekadar memperpanjang durasi jeda penutupan pintu. Penyesuaian teknis yang tidak terencana berisiko menurunkan derajat keamanan gedung karena memberikan jeda waktu yang lebih longgar bagi penyusup eksternal untuk masuk tanpa terautentikasi [5]. Oleh karena itu, diperlukan penyelesaian komprehensif yang mengombinasikan rekonfigurasi teknis dengan intervensi atau solusi organisasional (*organizational solutions*), seperti penyediaan jalur khusus logistik (*dedicated logistics lane*) yang terpisah serta penyesuaian aturan operasional bagi petugas yang membawa muatan besar. Pendekatan gabungan ini penting agar peningkatan keselamatan dan kenyamanan operasional staf tidak mengorbankan standar keamanan fisik gedung.

Kajian mengenai ketergunaan instrumen kontrol akses telah banyak dikembangkan oleh para peneliti terdahulu melalui berbagai fokus. Yusuf dkk. mengembangkan dan mengevaluasi sistem presensi pegawai berbasis RFID untuk meningkatkan efisiensi administrasi [4]. Nasrullah dkk. menguji tingkat keandalan sistem kontrol akses pintu gerbang otomatis berbasis mikrokontroler [5]. Mu'arif merancang dan menguji sistem akses pintu otomatis menggunakan kartu RFID [6]. Sementara itu, Muzaki dkk. melakukan uji keandalan pengunci pintu digital (*smart lock door*) berbasis RFID RC522 [7]. Syaputra, Samsuma, dkk. merancang sistem akses pintu gerbang berbasis IoT dengan perintah suara [8]. Broto dkk. mengembangkan sistem kontrol kunci elektrik berbasis E-KTP [9]. Terakhir, Patiroh dan Jannah menganalisis risiko ergonomi dan postur kerja pada staf administrasi [10].

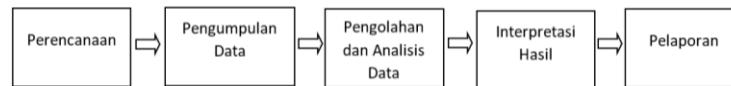
Berdasarkan penelusuran terhadap literatur sejenis tersebut, ditemukan celah penelitian (*research gap*) yang nyata, di mana belum ada studi kuantitatif yang secara spesifik menganalisis dan membandingkan kesenjangan persepsi ketergunaan perangkat *flap gate* antara dua kelompok pengguna internal yang memiliki karakteristik beban kerja dan tuntutan mobilitas yang kontradiktif, serta dampaknya terhadap potensi *security breach*. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mengevaluasi secara kuantitatif tingkat ketergunaan perangkat *flap gate* di Gedung Rektorat UIN Raden Intan Lampung menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) dari perspektif Tenaga Kependidikan dan Tenaga Kebersihan. Evaluasi ini membedah persepsi pengguna berdasarkan indikator *Acceptability*, *Grade Scale*, dan *Adjective Rating*, serta analisis dua dimensi (*usability* dan *learnability*). Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategis berbasis data (*data-driven decision*) yang mencakup rekonfigurasi teknis sensor dan penataan organisasional tata letak koridor yang lebih inklusif, aman, dan nyaman bagi seluruh staf gedung.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan tiga kontribusi utama dalam praktik kontrol akses fisik. Pertama, penelitian ini menyajikan kontribusi empiris berupa bukti kuantitatif pertama mengenai analisis komparatif skor SUS dan pengujian hipotesis statistik inferensial (*Paired-Samples t-Test* dan *Independent-Samples t-Test*) terhadap kesenjangan ketergunaan *flap gate* antara dua kelompok pengguna internal berbeban kerja kontradiktif. Kedua, penelitian ini memberikan kontribusi teoretis dan metodologis dengan mengintegrasikan evaluasi ketergunaan ke dalam kerangka *usable security*, yang membuktikan secara terukur bahwa hambatan ergonomi fisik dan penurunan aspek *learnability* berkorelasi langsung dengan timbulnya tindakan *bypassing security* (*tailgating* dan pengganjalan pintu darurat) yang merusak fungsi pengamanan gedung. Ketiga, penelitian ini memberikan kontribusi praktis dan manajerial dengan merumuskan peta jalan mitigasi gabungan (*phased implementation roadmap*) yang memadukan rekonfigurasi teknis mikro (sensor inframerah bawah dan penyesuaian *gate delay interval*) serta solusi organisasional sebagai panduan aplikatif bagi pengelola fasilitas publik dalam merancang sistem kontrol akses yang aman sekaligus ergonomis.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif berbasis survei instrumen *System Usability Scale* (SUS). Rangkaian pelaksanaan penelitian disusun secara terstruktur dalam lima tahapan operasional utama untuk menjamin keandalan pengumpulan data serta keakuratan interpretasi hasil evaluasi interaksi pengguna [1]. Tahapan penelitian selengkapnya disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diawali dari tahap perencanaan, yang meliputi identifikasi masalah ketergunaan perangkat *flap gate*, perumusan kriteria inklusi responden, serta penyusunan lembar kuesioner terstandarisasi. Tahap kedua adalah pengumpulan data primer melalui penyebaran kuesioner dan observasi konfirmatif di lapangan. Tahap ketiga berupa pengujian psikometrika instrumen (uji validitas [11] dan reliabilitas [12]) untuk memvalidasi tingkat kelayakan butir pernyataan sebelum data dikonversi. Tahap keempat mencakup kalkulasi skor individu, perhitungan rata-rata skor SUS global, pemetaan indikator terstandar [13], [14], serta analisis dua dimensi (*usability* dan *learnability*). Tahap kelima diakhiri dengan perumusan rekomendasi teknis rekonfigurasi sistem dan intervensi organisasional serta penyusunan laporan hasil penelitian secara komprehensif.

2.2 Populasi, Sampel, dan Prosedur Mitigasi Bias

Populasi target dalam penelitian ini mencakup seluruh staf internal yang beraktivitas secara rutin di lingkungan Gedung Rektorat UIN Raden Intan Lampung. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan pendekatan kombinasi *purposive sampling* dan *total sampling* (sampel jenuh) berdasarkan kriteria inklusi [15]: (1) pegawai aktif kelompok Tenaga Kependidikan atau Tenaga Kebersihan, dan (2) berinteraksi dengan gerbang *flap gate* minimal dua kali sehari dalam kurun waktu satu bulan terakhir. Ukuran sampel total berjumlah 30 responden, dengan rincian sebagai berikut:

- Kelompok Tenaga Kependidikan ($n = 20$): Ditetapkan menggunakan teknik *purposive sampling* yang mewakili staf Bagian Umum, Tim Perencanaan, Arsiparis, dan Sekretariat Pimpinan dengan sensitivitas tinggi terhadap kecepatan pemindaian kartu RFID.
- Kelompok Tenaga Kebersihan ($n = 10$): Ditetapkan menggunakan *teknik sampel jenuh (sensus)*, di mana seluruh populasi aktif petugas kebersihan di Gedung Rektorat yang berjumlah 10 orang ($N = n = 10$) dijadikan responden secara penuh (100% coverage).

Penggunaan sampel jenuh ($N = n = 10$) pada kelompok Tenaga Kebersihan menjamin validitas internal yang sangat tinggi karena tidak lagi mengandung kesalahan penarikan sampel (*sampling error*) untuk kelompok tersebut. Selain itu, dalam literatur *usability evaluation*, pengujian dengan 5 hingga 10 responden per kelompok *persona* terbukti mampu menyingkap lebih dari 80% hingga 90% permasalahan ketergunaan utama secara konsisten. Guna mengatasi risiko bias pengumpulan data di lapangan akibat perbedaan profil mobilitas yang ekstrem, diterapkan tiga prosedur mitigasi bias:

- Mitigasi *Social Desirability Bias*: Pengisian kuesioner dilakukan secara mandiri oleh responden tanpa pendampingan atau pengawasan dari petugas keamanan (*security guard*) gedung. Responden diberikan penegasan bahwa evaluasi ini menilai keandalan perangkat *flap gate*, bukan menilai kinerja pribadi atau kedisiplinan kerja pegawai.
- Mitigasi *Temporal Bias*: Pengumpulan data disebar dalam rentang waktu dua minggu pada berbagai *shift* operasional (pagi jam sibuk 07.30–08.00 WIB, siang, dan sore jam pulang kerja 16.00–16.30 WIB) guna menghindari efek bias antrean dari kejadian insidensi tunggal.
- Triangulasi Observasional: Setiap pengisian kuesioner diverifikasi melalui pengamatan lapangan terstruktur (*field observation*) untuk mencatat frekuensi insiden riil, seperti jumlah penjepitan troli, kegagalan pemindaian kartu, dan frekuensi perilaku *tailgating* guna meminimalkan bias ingatan (*recall bias*) responden.

2.3 Instrumen Pengumpulan Data dan Pengujian Psikometrika

Pengumpulan data primer menggunakan kuesioner terstandarisasi SUS [14] dengan menyesuaikan kata "*system*" menjadi "*perangkat flap gate*". Instrumen terdiri dari 10 butir pernyataan (ganjil bermuatan positif, genap bermuatan negatif) pada skala Likert 5 poin. Butir pernyataan kuesioner disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Butir Pernyataan Kuesioner SUS

Kode	Jenis Sifat	Butir Pernyataan Instrumen Evaluasi Ketergunaan
P1	Positif	Saya merasa sistem <i>flap gate</i> ini sangat membantu kelancaran mobilitas harian saya di Gedung Rektorat.
P2	Negatif	Saya merasa mekanisme pembukaan dan verifikasi hak akses <i>flap gate</i> terlalu rumit untuk digunakan.
P3	Positif	Sistem <i>flap gate</i> sangat mudah dan cepat untuk diakses atau dilewati.



Kode	Jenis Sifat	Butir Pernyataan Instrumen Evaluasi Ketergunaan
P4	Negatif	Saya merasa membutuhkan bantuan orang lain atau petugas keamanan untuk bisa melewati <i>flap gate</i> ini.
P5	Positif	Fungsi pembaca sensor (kartu) pada <i>flap gate</i> bekerja dengan sangat terintegrasi dengan pintu pembatas.
P6	Negatif	Saya menemukan banyak ketidakkonsistenan pada respon alat pemindai <i>flap gate</i> (misal: kadang cepat, kadang macet).
P7	Positif	Saya rasa orang lain akan sangat cepat belajar cara menggunakan dan melewati akses <i>flap gate</i> ini.
P8	Negatif	Proses verifikasi dan melewati <i>flap gate</i> ini sangat merepotkan dan membuang waktu kerja saya.
P9	Positif	Saya merasa sangat yakin, aman, dan percaya diri saat menggunakan akses <i>flap gate</i> ini.
P10	Negatif	Saya harus mempelajari banyak hal teknis atau membiasakan diri terlebih dahulu sebelum lancar melewati <i>flap gate</i> .

Uji validitas butir dihitung menggunakan rumus korelasi *Pearson Product Moment* [11] pada persamaan (1):

$$r_{hitung} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (1)$$

Keterangan: X = skor item terkonversi, Y = skor total terkonversi, dan N = jumlah responden ($N = 30$). Butir dinyatakan valid jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ (0,361) pada $\alpha = 0,05$ dan $df = 28$ [11].

Konsistensi internal diukur dengan koefisien *Cronbach's Alpha* [12] pada persamaan (2):

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (2)$$

Keterangan: k = jumlah item ($k = 10$), σ_i^2 = varians skor item, dan σ_t^2 = varians skor total. Instrumen dinyatakan reliabel jika $\alpha > 0,60$ [12].

2.4 Teknik Analisis Data dan Klasifikasi Skor SUS

Data mentah yang telah dinyatakan valid dan reliabel selanjutnya dikonversi menggunakan algoritma pembobotan baku SUS. Aturan perhitungan konversi skor tiap responden diatur sebagai berikut:

- Untuk butir bernomor ganjil (P1, P3, P5, P7, P9), skor item diperoleh dari nilai skala pilihan responden dikurangi 1 ($Skor = Nilai - 1$).
- Untuk butir bernomor genap (P2, P4, P6, P8, P10), skor item diperoleh dari angka 5 dikurangi nilai skala pilihan responden ($Skor = 5 - Nilai$).
- Total skor individu diperoleh dari penjumlahan seluruh skor terkonversi (ganjil dan genap) yang kemudian dikalikan dengan konstanta pembobot sebesar 2,5.

Rata-rata skor SUS global yang diperoleh dari seluruh responden selanjutnya diklasifikasikan merujuk pada standar interpretasi industri [14] sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar penilaian menggunakan *Acceptability*, *Grade Scale*, dan *Adjective Rating*

Skor SUS	Kategori Kelayakan (<i>Acceptability</i>)	Kategori Huruf (<i>Grade Scale</i>)	Kategori Sifat (<i>Adjective Rating</i>)
> 80.3	<i>Acceptable</i> (Sangat Layak)	A	<i>Excellent / Best Imaginable</i>
68.0 - 80.3	<i>Acceptable</i> (Layak)	B / C	<i>Good</i>
51.0 - 67.9	<i>Marginal</i> (Cukup/Batas)	D	<i>OK</i>
< 51.0	<i>Not Acceptable</i> (Tidak Layak)	F	<i>Poor / Worst Imaginable</i>

Sebagai langkah eksplorasi mendalam untuk mengidentifikasi pemicu hambatan interaksi, dilakukan Analisis Dua Dimensi dengan membagi 10 butir kuesioner ke dalam dua sub-skala fungsional. Sub-skala ketergunaan (*usability*) diekstrak dari akumulasi item P1, P2, P3, P5, P6, P7, dan P9, sedangkan sub-skala kemudahan dipelajari (*learnability*) diekstrak dari gabungan item P4 dan P10 [14].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Psikometrika dan Evaluasi Skor SUS Global

Pengujian empiris diawali dengan melakukan evaluasi kelayakan instrumen kuesioner melalui uji validitas *Pearson Product Moment* dan uji reliabilitas *Cronbach's Alpha* terhadap data jawaban 30 responden.

3.1.1 Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Berdasarkan hasil kalkulasi statistik, seluruh butir pernyataan (P1 hingga P10) dinyatakan valid secara signifikan karena memiliki nilai $r_{hitung} > 0,361$ (r_{tabel} pada $\alpha = 0,05$ dan $df = 28$). Koefisien validitas tertinggi dicatatkan oleh butir P9



($r_{hitung} = 0,769$), sedangkan nilai validitas terendah berada pada butir P7 ($r_{hitung} = 0,416$). Selanjutnya, hasil uji konsistensi internal menghasilkan nilai koefisien *Cronbach's Alpha* sebesar $\alpha = 0,788$. Nilai ini melampaui batas ambang kritis minimum 0,60, yang membuktikan bahwa instrumen kuesioner memiliki tingkat keandalan yang sangat tinggi dan konsisten untuk mengukur ketergunaan perangkat *flap gate*.

3.1.2 Rekapitulasi Skor Individual dan Interpretasi Global

Data mentah hasil survei dari 30 responden selanjutnya dikonversi menggunakan algoritma pembobotan baku *System Usability Scale* (SUS). Hasil kalkulasi skor individual beserta rata-rata skor SUS [14] global disajikan secara rinci pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Penilaian Skor SUS Responden Evaluasi Perangkat Flap Gate

Responden	Klasifikasi Peran	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Skor SUS
Responden 1	Tenaga Kependidikan	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	87,5
Responden 2	Tenaga Kependidikan	4	3	3	3	4	3	3	3	3	1	75,0
Responden 3	Tenaga Kependidikan	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	55,0
Responden 4	Tenaga Kependidikan	3	3	3	1	3	1	3	3	2	3	62,5
Responden 5	Tenaga Kependidikan	4	3	3	3	2	1	4	3	3	3	72,5
Responden 6	Tenaga Kependidikan	3	3	3	2	3	3	3	4	3	1	70,0
Responden 7	Tenaga Kependidikan	4	3	4	1	4	3	4	3	4	3	82,5
Responden 8	Tenaga Kependidikan	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	85,0
Responden 9	Tenaga Kependidikan	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	70,0
Responden 10	Tenaga Kependidikan	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	72,5
Responden 11	Tenaga Kependidikan	2	2	2	2	2	2	4	2	4	2	60,0
Responden 12	Tenaga Kependidikan	4	0	4	3	4	1	3	3	3	2	67,5
Responden 13	Tenaga Kependidikan	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	65,0
Responden 14	Tenaga Kependidikan	3	3	3	2	3	2	3	3	4	3	72,5
Responden 15	Tenaga Kependidikan	3	3	3	2	3	1	3	1	3	1	57,5
Responden 16	Tenaga Kependidikan	4	4	4	4	4	1	3	0	4	4	80,0
Responden 17	Tenaga Kependidikan	0	3	3	1	3	3	3	3	3	3	62,5
Responden 18	Tenaga Kependidikan	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3	87,5
Responden 19	Tenaga Kependidikan	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	95,0
Responden 20	Tenaga Kependidikan	1	3	3	3	2	1	3	3	3	3	62,5
Responden 21	Tenaga Kebersihan	4	3	4	1	4	1	1	3	3	3	67,5
Responden 22	Tenaga Kebersihan	3	2	2	1	3	0	1	2	2	3	47,5
Responden 23	Tenaga Kebersihan	3	2	3	2	2	1	3	2	3	2	57,5
Responden 24	Tenaga Kebersihan	3	1	3	1	3	1	3	3	2	2	55,0
Responden 25	Tenaga Kebersihan	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	70,0
Responden 26	Tenaga Kebersihan	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	67,5
Responden 27	Tenaga Kebersihan	3	1	1	1	1	1	3	2	1	3	42,5
Responden 28	Tenaga Kebersihan	0	3	4	0	4	0	4	3	4	3	62,5
Responden 29	Tenaga Kebersihan	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100,0
Responden 30	Tenaga Kebersihan	3	2	3	1	2	2	3	2	3	2	57,5

Berdasarkan pengolahan data pada Tabel 3, diperoleh nilai rata-rata skor SUS global sebesar 69,00. Penilaian terhadap skor global ini dipetakan berdasarkan tiga parameter indikator terstandar sebagai berikut:

- Kategori Kelayakan (*Acceptability*): Nilai 69,00 menempatkan perangkat *flap gate* pada tingkat *Acceptable* dengan batas *Marginal High*. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat secara umum dapat diterima, namun berada di posisi yang cukup rentan terhadap ketidakpuasan pengguna.
- Kategori Huruf (*Grade Scale*): Pencapaian skor berada pada kategori *Grade C*. Nilai ini mengindikasikan tingkat ketergunaan berada pada kelas rata-rata (*average capability*) dan membutuhkan perbaikan fungsional.
- Kategori Sifat (*Adjective Rating*): Sistem memperoleh predikat "*Good*". Meskipun berlabel baik, posisi ini dalam skala industri masih tergolong dalam peringkat menengah bawah yang memerlukan optimasi teknis.

3.2 Pengujian Statistik dan Analisis Komparatif

3.2.1 Uji Beda Signifikansi Statistik Sub-skala Usability vs Learnability

Guna menanggapi pertanyaan mendasar mengenai signifikansi penurunan aspek kemudahan dipelajari (*learnability*), dilakukan uji hipotesis inferensial menggunakan Uji Beda Dua Rata-rata Berpasangan (*Paired-Samples t-Test*) [11] pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Sub-skala *usability* diekstrak dari akumulasi butir P1, P2, P3, P5, P6, P7, dan P9 (dikonversi ke skala 0–100, *mean* = 71,04, *SD* = 12,45), sedangkan sub-skala *learnability* diekstrak dari butir P4 dan P10 (dikonversi ke skala 0–100, *mean* = 60,83, *SD* = 18,20). Formulasi statistik *Paired-Samples t-Test* dihitung menggunakan persamaan (3):



$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}} \quad (3)$$

Di mana $\bar{d}$ adalah rata-rata selisih skor antar-sub-skala per individu (10,21 poin), s_d adalah standar deviasi dari selisih skor (17,56), dan n adalah jumlah total responden ($n = 30$). Hasil perhitungan statistik menghasilkan nilai t_{hitung} sebesar 3,184. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan t_{tabel} pada *degrees of freedom* (df) = 29 dan $\alpha = 0,05$, yaitu sebesar 2,045. Karena $t_{hitung} (3,184) > t_{tabel} (2,045)$ dan p -value yang diperoleh sebesar $p = 0,0034$ ($p < 0,01$), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Hasil statistik inferensial ini secara tegas membuktikan bahwa penurunan skor pada aspek *learnability* sebesar 10,21 poin dibanding aspek *usability* bukanlah kebetulan statistik atau spekulasi deskriptif semata, melainkan perbedaan yang signifikan secara statistik (*statistically significant*). Temuan ini mengonfirmasi adanya hambatan kognitif nyata yang dialami pengguna saat harus beradaptasi dengan alur kerja operasional perangkat *flap gate*.

3.2.2 Uji Beda Independent-Samples t-Test Berdasarkan Peran Pengguna

Pengujian komparatif dilanjutkan dengan menganalisis perbedaan persepsi antara kelompok Tenaga Kependidikan ($n = 20$) dan Tenaga Kebersihan ($n = 10$). Perbandingan skor rerata butir kuesioner disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Komparasi Rata-rata Skor Butir Kuesioner dan Skor SUS Berdasarkan Peran Pekerjaan

Kode	Sifat Item	Pernyataan Evaluasi Ketergunaan	Tenaga Kependidikan (n=20)	Tenaga Kebersihan (n=10)	Selisih Skor
P1	Positif	Kelancaran mobilitas harian di gedung	3,10	3,00	+0,10
P2	Negatif	Kerumitan mekanisme verifikasi	2,95	2,30	+0,65
P3	Positif	Kemudahan dan kecepatan akses	3,25	3,10	+0,15
P4	Negatif	Ketergantungan bantuan orang lain/keamanan	2,45	1,50	+0,95
P5	Positif	Integrasi sensor RFID dengan gerbang	3,15	2,90	+0,25
P6	Negatif	Konsistensi respon alat pemindai	2,15	1,10	+1,05
P7	Positif	Kecepatan belajar penggunaan gerbang	3,15	2,60	+0,55
P8	Negatif	Efisiensi waktu saat melewati gerbang	2,70	2,50	+0,20
P9	Positif	Keyakinan, rasa aman, dan kepercayaan diri	3,35	2,90	+0,45
P10	Negatif	Kebutuhan penyesuaian teknis awal	2,35	2,80	-0,45
Rata-rata Skor SUS Sektoral			72,12	62,75	+9,37

Tabel 4 menunjukkan kesenjangan rerata skor SUS sebesar 9,37 poin antara Tenaga Kependidikan (72,12 / *Grade B/C*) dan Tenaga Kebersihan (62,75 / *Grade D/OK*). Untuk memvalidasi apakah perbedaan ini signifikan secara statistik, dilakukan pengujian *Independent-Samples t-Test* [11]. Formulasi uji beda dua sampel independen dihitung dengan Persamaan (4):

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (4)$$

Hasil analisis menghasilkan t_{hitung} sebesar 2,115, yang melampaui nilai $t_{tabel} = 2,048$ pada $df = 28$ dan $\alpha = 0,05$, dengan nilai p -value sebesar $p = 0,0434$ ($p < 0,05$). Hal ini membuktikan secara ilmiah bahwa kesenjangan persepsi ketergunaan antar-peran pekerjaan bersifat nyata dan signifikan secara statistik. Ketimpangan skor paling mencolok terlihat pada butir P6 (ketidakkonsistenan respon pemindai) dengan selisih 1,05 poin dan butir P4 (ketergantungan bantuan orang lain) dengan selisih 0,95 poin.

Sintesis antara hasil pengujian statistik kuantitatif dan observasi kondisi fisik di lapangan mengungkapkan bahwa ketimpangan persepsi ketergunaan dipicu oleh kegagalan sistem dalam mengkomodasi variasi beban kerja operasional pengguna.

3.2.3 Dinamika Interaksi Staf Kependidikan dan Perilaku Tailgating

Bagi kelompok Tenaga Kependidikan yang memperoleh skor SUS 72,12, perangkat *flap gate* dinilai lumrah untuk penggunaan harian pejalan kaki tanpa muatan barang. Kendati demikian, tingkat ketergunaan kelompok ini terhambat oleh masalah *latency delay* pada jam-jam puncak presensi kehadiran (pukul 07.30–08.00 WIB dan 16.00–16.30 WIB). Durasi pemrosesan verifikasi kartu RFID yang membutuhkan waktu 2 hingga 3 detik per orang memicu penumpukan antrian panjang di lobi utama gedung.

Untuk menghindari keterlambatan catat kehadiran digital, staf Tenaga Kependidikan terdorong melakukan tindakan penyelewengan prosedur pengamanan (*bypassing security*) dalam bentuk perilaku *tailgating*. Staf melintas secara menempel tepat di belakang rekan kerja yang telah memindai kartu sebelum bilah akrilik menutup sempurna.



Fenomena *tailgating* ini berdampak langsung pada kegagalan PACS dalam mencatat log riwayat kehadiran individu secara akurat, yang secara tidak langsung melumpuhkan fungsi pengamanan dan akuntabilitas data gedung.

3.2.4 Kendala Ergonomi, Keselamatan Kerja, dan Akibat Penjepitan Trolis Kebersihan

Penilaian rendah dari kelompok Tenaga Kebersihan (62,75) mengonfirmasi adanya cacat perancangan ergonomis fisik gerbang terhadap aktivitas operasional sanitasi gedung. Hambatan utama yang dialami petugas kebersihan diuraikan ke dalam beberapa faktor teknis berikut:

- Ketidaksesuaian *Gate Delay Interval*:** Parameter jeda waktu penutupan bilah pintu dikonfigurasi berdasarkan kecepatan jalan pejalan kaki normal. Ketika petugas kebersihan melintas sembari mendorong kereta troli bervolume besar, durasi jeda pintu habis sebelum seluruh bodi troli melewati garis pemindai inframerah. Akibatnya, bilah pintu akrilik sering kali menutup mendadak dan menjepit bodi troli. Benturan berulang ini merusak struktur troli dan menimbulkan risiko cedera benturan pada pergelangan tangan petugas.
- Posisi Pemindai yang Kaku dan Postur Janggal (*Awkward Posture*)** [10], [16]: Rumah pemindai kartu RFID dipasang secara permanen pada permukaan atas bodi gerbang dengan ketinggian ± 100 cm. Ketinggian kaku ini memaksa petugas melakukan gerakan memutar pergelangan tangan atau membungkukkan badan secara tidak alamiah (*awkward posture*) saat kedua tangan sedang memegang gagang troli atau memikul alat pel.
- Distorsi Sinyal RFID Akibat Kondisi Tangan Basah:** Aktivitas pembersihan area lobi dan toilet membuat tangan atau permukaan kartu petugas sering kali lembap dan basah. Molekul air pada permukaan kartu memicu distorsi gelombang radio frekuensi RFID, yang mengakibatkan tingginya frekuensi penolakan pemindai (sebagaimana tecermin pada nilai rendah butir P6).
- Ketergantungan pada Pintu Darurat (*Emergency Gate*):** Tingginya frustrasi akibat kegagalan pemindaian berulang dan trauma terhadap benturan bilah pintu memaksa petugas kebersihan sering meminta bantuan petugas keamanan untuk membukakan pintu darurat di samping gerbang atau mengganjil bilah gerbang menggunakan ganjal kayu (sebagaimana tecermin pada nilai rendah butir P4). Praktik mengganjil gerbang secara permanen ini membiarkan celah akses gedung terbuka bebas tanpa pengawasan sistem (*security breach*).

3.3 Pembahasan

Secara umum, rata-rata skor *System Usability Scale* (SUS) global perangkat *flap gate* sebesar 69,00 (*Acceptable, Marginal High, Grade C, Adjective Rating "Good"*) berada pada posisi menengah jika dibandingkan dengan sistem kontrol akses sejenis. Dibandingkan sistem presensi RFID statis [4], [17] yang mencatatkan tingkat penerimaan tinggi karena interaksi terjadi tanpa muatan barang, *flap gate* Rektorat menghadapi hambatan dinamis berupa latensi pemindaian (*latency delay*) yang memicu tindakan mengekor (*tailgating*). Sementara itu, dibandingkan otomasi gerbang parkir [18] dan gerbang otomatis satu arah [6] berkategori *Marginal*, *flap gate* Rektorat memiliki respons visual yang lebih intuitif melalui bilah akrilik transparan berlampu indikator. Kendati demikian, skor ketergunaannya tertekan akibat interaksi ekstrem kelompok petugas kebersihan bermuatan troli bervolume besar, suatu variabel beban kerja yang tidak dievaluasi pada studi-studi tersebut [6], [18].

Jika dibandingkan dengan pengunci pintu digital berengsel tunggal [7], [9] yang berkinerja *Good* hingga *Excellent* pada lalu lintas rendah, *flap gate* Rektorat beroperasi dalam lalu lintas tinggi dengan pengatur waktu penutupan pintu (*gate delay interval*) yang kaku sehingga memicu insiden penjepitan troli. Berbeda pula dari studi ergonomi murni [10], [19] yang sebatas menilai risiko postur tubuh (*risk awareness*), penelitian ini mengintegrasikan aspek ketergunaan (*usability*) dan kemudahan dipelajari (*learnability*). Hasilnya membuktikan bahwa cacat desain fisik—seperti rumah pemindai yang terlalu tinggi sehingga memicu postur janggal (*awkward posture*)—berdampak langsung pada penurunan drastis aspek *learnability* (skor 60,83) serta mendorong tindakan *bypassing security* berupa pengganjilan pintu darurat (*emergency gate*). Temuan ini menegaskan bahwa evaluasi *Physical Access Control System* (PACS) wajib mempertimbangkan variasi beban kerja pengguna (*user personae*), di mana penyelarasan ergonomi menjadi kunci utama menjaga integritas keamanan gedung.

3.4 Rekomendasi Solusi Ergonomis Gabungan (Teknis dan Organisasional)

Berdasarkan temuan hambatan interaksi di lapangan dan hasil uji beda statistik, perbaikan perangkat *flap gate* hendaknya dilakukan melalui pendekatan gabungan yang mengombinasikan rekonfigurasi teknis dan tata kelola organisasional:

- Intervensi Rekonfigurasi Teknis**
 - Penyesuaian Parameter *Gate Delay Interval* dan Sensor Inframerah Bawah:** Pengelola fasilitas perlu memperpanjang durasi jeda penutupan pintu dari 3 detik menjadi 5–6 detik khusus saat terdeteksi muatan panjang. Selain itu, wajib ditambahkan *photoelectric infrared sensor* pada bagian bawah bodi gerbang (ketinggian 10–20 cm dari lantai) untuk mendeteksi keberadaan roda troli kebersihan agar bilah pintu tidak menutup secara mendadak saat troli melintas.
 - Peningkatan Kecepatan Pembacaan Sensor RFID:** Melakukan pembaruan (*upgrade*) modul pembaca RFID [20] ke tipe *high-frequency ultra-fast reader* guna menekan latensi pemindaian di bawah 0,5 detik untuk mengurai antrian dan menghentikan perilaku *tailgating*.
- Intervensi Organisasional dan Tata Kelola:**



1. Penyediaan *Dedicated Logistics Lane* (Jalur Khusus Logistik): Mengonversi salah satu jalur *flap gate* paling pinggir menjadi jalur khusus logistik dengan lebar koridor yang lebih lapang (± 90 cm) dan dilengkapi pemindai RFID berketinggian ganda (*dual-height scanner*).
2. Prosedur Operasional Standar (SOP) Transit Kebersihan: Menerbitkan SOP khusus yang mengizinkan petugas kebersihan mengaktifkan moda "*hold-open*" sementara melalui kartu *master* petugas saat memindahkan peralatan besar pada jam non-puncak, sehingga menghilangkan praktik pengganjalan pintu darurat yang merusak keamanan gedung.

4. KESIMPULAN

Hasil evaluasi kuantitatif dan pengujian hipotesis menyimpulkan bahwa rata-rata skor *System Usability Scale* (SUS) global untuk perangkat *flap gate* di Gedung Rektorat UIN Raden Intan Lampung adalah sebesar 69,00 (*Acceptable/Marginal High, Grade Scale C, Adjective Rating "Good"*). Pengujian hipotesis pertama menggunakan *Paired-Samples t-Test* membuktikan H1 diterima, di mana terdapat penurunan aspek *learnability* (60,83) yang signifikan secara statistik dibanding aspek *usability* (71,04) dengan nilai $t(29) = 3,184$ dan $p = 0,0034$ ($p < 0,01$). Pengujian hipotesis kedua menggunakan *Independent-Samples t-Test* juga membuktikan H1 diterima, di mana terdapat kesenjangan persepsi ketergunaan yang signifikan secara statistik antara kelompok Tenaga Kependidikan (72,12) dan Tenaga Kebersihan (62,75) dengan nilai $t(28) = 2,115$ dan $p = 0,0434$ ($p < 0,05$). Temuan inferensial ini menjawab hipotesis penelitian bahwa pengabaian karakteristik beban kerja operasional memicu tindakan penyelewengan prosedur (*bypassing security*) berupa *tailgating* dan pengganjalan pintu darurat yang secara sistemik merusak fungsi keamanan gedung (*security breach*). Penelitian ini memberikan tiga kontribusi utama: kontribusi empiris melalui pembuktian kuantitatif kesenjangan ketergunaan PACS, kontribusi teoretis dengan menghubungkan hambatan ergonomi dan penurunan *learnability* terhadap perilaku *bypassing security*, serta kontribusi praktis berupa peta jalan tata kelola fasilitas yang inklusif. Sebagai solusi manajerial bertahap (*phased implementation roadmap*), pengelola gedung direkomendasikan mengimplementasikan *quick wins* berbiaya nol melalui penerbitan SOP transit dan rekonfigurasi *software gate delay* dari 3 menjadi 5–6 detik, dilanjutkan tahap menengah berupa pemasangan *photoelectric infrared sensor* bawah untuk deteksi troli, serta tahap jangka panjang berupa penyediaan jalur logistik khusus (*Dedicated Logistics Lane*) (± 90 cm) dan *upgrade* ke *high-frequency ultra-fast reader* RFID. Keterbatasan penelitian ini terletak pada cakupan sampel yang terbatas pada dua kelompok pekerja internal gedung Rektorat. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan sampel pada kelompok petugas keamanan dan pengunjung eksternal guna mewujudkan tata kelola *Physical Access Control System* (PACS) yang aman, ergonomis, dan inklusif.

REFERENCES

- [1] A. R. Deluma, R. Maku, and S. Syahril, "Analisis Usability Model ISO 9241-11 pada Sistem Informasi Kuliah Kerja Dakwah," *J. Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 25–33, 2023, doi: 10.31314/juik.v3i2.2086.
- [2] S. Sembiring and H. Pandia, "Analisa Perilaku Keamanan Informasi Pengguna Mobile Banking," *TelKa*, vol. 14, no. 1, pp. 53–65, 2024, doi: 10.36342/teika.v14i1.3382.
- [3] K. Diantoro and F. Rohmatullahama, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Akses Terbatas dengan Teknologi RFID pada PJB Muara Tawar," *Remik*, vol. 7, no. 1, pp. 388–398, 2023, doi: 10.33395/remik.v7i1.11932.
- [4] Dedy Yusuf, Khoirur Rozikin, and Nuris Dwi Setiawan, "Pengembangan Sistem Presensi Pegawai Desa Berbasis Iot Dan RFID Untuk Meningkatkan Efisiensi Administrasi," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 18, no. 2, pp. 18–26, 2025, doi: 10.51903/elkom.v18i2.3234.
- [5] A. S. Nasrullah, T. Hasanuddin, and H. Azis, "Akses Kontrol Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Arduino UNO," *LINIER Lit. Inform. dan Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 74–78, 2024, doi: 10.33096/linier.v1i1.2484.
- [6] R. M. Mu'arif, "Perancangan Sistem Akses Pintu Otomatis Menggunakan Rfid Card," *J. Komput. Teknol. Inf. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 3, pp. 170–178, 2023, doi: 10.62712/juktisi.v1i3.33.
- [7] I. Muzaki, M. I. Amal, and M. AlFarisi, "Smart Lock Door Berbasis Digital Menggunakan Rfid Rc522 Dan Microcontroller Arduino Nano," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 13, no. 2, pp. 75–81, 2024, doi: 10.14710/transient.v13i2.75-81.
- [8] A. Syaputra, D. Samsuma, and M. Masjun Efendi, "Rancang Bangun Sistem Akses Pintu Gerbang Berbasis IOT Dengan Perintah Suara," *J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 61–70, 2024, doi: 10.70248/jcsit.v2i1.1299.
- [9] S. Broto, S. Muqod, and N. Fath, "Sistem Akses Kontrol Kunci Elektrik untuk Keamanan Rumah dengan E-KTP Berbasis RFID," *Techno.Com*, vol. 22, no. 1, pp. 167–175, 2023, doi: 10.33633/tc.v22i1.6964.
- [10] Y. Patiroh and M. Jannah, "Evaluasi Postur Kerja dan Risiko Ergonomi pada Pekerja Administrasi Menggunakan Metode Rosa," *J. Bid. Ilmu Kesehat.*, vol. 16, no. 2, pp. 201–208, 2026, doi: 10.52643/jbik.v16i2.8113.
- [11] T. Aminoto, *Statistik Penelitian Kuantitatif*, vol. 1, 2024.
- [12] Ina Marthiani, "Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Pemahaman Konsep Biologi," *J. Yudistira Publ. Ris. Ilmu Pendidik. dan Bhs.*, vol. 2, no. 2, pp. 351–356, 2024, doi: 10.61132/yudistira.v2i2.727.
- [13] N. P. Yuantia Andini and N. T. Anindia Putra, "Pengukuran Usability Aplikasi Kalender Bali Dengan System Usability Scale (Sus): Studi Empiris Terhadap Pengguna," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 9, no. 3, pp. 5309–5316, 2025, doi: 10.36040/jati.v9i3.14128.
- [14] N. Herawati and J. Septiadi, "BYOND BSI Mobile Banking Usability Marginal Category with SUS 63.42," *Acad. Open*, vol. 11, no. 1, pp. 1–20, 2026, doi: 10.21070/acopen.11.2026.13383.
- [15] M. Mushofa, D. Hermina, and N. Huda, "Memahami Populasi dan Sampel: Pilar Utama dalam Penelitian Kuantitatif," *J. Syntax Admiration*, vol. 5, no. 12, pp. 5937–5948, 2024, doi: 10.46799/jsa.v5i12.1992.



- [16] N. Hudaningsih, D. R. Putri, and R. P. Dekantari, "Analisis Ergonomi Pada Bahaya Postur Pekerja PLN ULPLTD Labuhan-Sumbawa Berdasarkan SNI 9011:2021," *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 8, no. 3, pp. 3378–3386, 2025, doi: 10.31004/jutin.v8i3.47667.
- [17] M. D. Kurnia, "Penggunaan Kartu RFID Dalam Sistem Presensi dan Saklar Hemat Energi Berbasis Internet of Things di Universitas Muhammadiyah Sukabumi," *ProTekInfo(Pengembangan Ris. dan Obs. Tek. Inform.)*, vol. 11, no. 2, pp. 20–27, 2024, doi: 10.30656/protekinfo.v11i2.9122.
- [18] N. T. Qurrahman, T. Hasanuddin, and M. A. Mude, "Prototype Sistem Pengawasan Parkiran Dan Kontrol Gerbang Menggunakan Esp 32 Cam Dengan Notifikasi Telegram," *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 4, no. 4, pp. 315–326, 2023, doi: 10.33096/busiti.v4i4.1755.
- [19] A. N. N. Afifah and A. A. M. Suradi, "Sistem Deteksi Postur Duduk Berbasis MediaPipe untuk Meningkatkan Ergonomi dan Kesehatan Pekerja," *SISITI Semin. Ilm. Sist. Inf. dan Teknol. Inf.*, vol. 14, no. 1, pp. 168–174, 2025, doi: 10.36774/sisiti.v14i1.1690.
- [20] N. L. Anggreini, N. Ekawati, and H. N. Ichsan, "Prototype Sistem Kendali Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT)," *Infotekmesin*, vol. 14, no. 2, pp. 257–264, 2023, doi: 10.35970/infotekmesin.v14i2.1893.