

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan (R&D) yang telah dilakukan, kesimpulan penelitian ini dapat dirumuskan mengacu pada rumusan masalah sebagai berikut.

1. Terkait pengembangan sistem absensi berbasis *RFID*

Penelitian ini berhasil menghasilkan suatu prototipe sistem absensi perkuliahan berbasis *RFID* yang memanfaatkan KTM mahasiswa sebagai identitas unik. Sistem bekerja secara terintegrasi mulai dari pembacaan *UID* kartu oleh perangkat berbasis *ESP32*, pengiriman data ke aplikasi web lokal berbasis *PHP* dan *MySQL*, penyimpanan otomatis ke *database*, penayangan status kehadiran melalui *dashboard* admin secara real time, hingga penyediaan rekap kehadiran yang dapat diekspor ke file *Excel*. Dengan demikian, proses absensi tidak lagi mengandalkan tanda tangan manual atau entri ulang ke *Excel*, tetapi tercatat langsung secara digital dan terdokumentasi dalam format pelaporan resmi. Pola ini sejalan dengan pendekatan sistem presensi berbasis *RFID/IoT* dalam pendidikan tinggi yang menekankan kecepatan pencatatan, pengurangan kecurangan absensi, serta kemudahan pelaporan administratif. Implikasinya secara praktis adalah prototipe ini sudah berada pada tahap “siap dipakai di kelas” (operasional terbatas), bukan sekadar rancangan konseptual. Secara teoretis, proses pengembangan ini menunjukkan bahwa pendekatan R&D berbasis prototipe mampu menghasilkan solusi teknologi yang relevan dengan

konteks kebutuhan di lapangan, khususnya dalam pengelolaan kehadiran mahasiswa secara cepat dan terdokumentasi.

2. Terkait kelayakan sistem berdasarkan validasi ahli

Hasil validasi ahli terhadap sistem menunjukkan tingkat kelayakan yang sangat tinggi. Seluruh aspek fungsional utama—ketepatan pembacaan kartu, kecepatan respons, konsistensi pencatatan ke *database*, stabilitas sistem saat digunakan berurutan oleh beberapa mahasiswa, kelengkapan rekap kehadiran, dan kemampuan ekspor *Excel*—memperoleh indeks *Aiken's V* $\geq 0,875$ dengan rerata mendekati 1,00. Nilai *Aiken's V* di atas 0,80 secara umum dipahami sebagai indikator validitas isi yang tinggi, artinya para ahli menilai bahwa sistem yang dikembangkan sudah sesuai dengan kebutuhan administratif absensi perkuliahan dan layak untuk diuji pada pengguna akhir. Satu aspek yang dinilai sedikit lebih rendah adalah kemudahan antarmuka admin. Hal ini tidak menurunkan kelayakan sistem secara keseluruhan, tetapi menunjukkan bahwa antarmuka masih dapat diperjelas tata letak informasinya agar dosen/admin dapat membaca data hadir, terlambat, dan rekap harian dengan lebih efisien. Secara praktis, temuan ini berarti sistem sudah memadai secara teknis, namun membutuhkan perbaikan kecil pada sisi usability. Secara teoretis, temuan ini menegaskan bahwa evaluasi ahli berbasis *Aiken's V* tidak hanya berguna untuk instrumen angket, tetapi juga relevan untuk menilai kelayakan komponen fungsional pada produk teknologi pendidikan sebelum skala penerapan diperluas.

3. Terkait penerimaan dan efektivitas sistem dari sudut pandang pengguna (mahasiswa)

Uji coba lapangan terbatas pada 15 mahasiswa menunjukkan tingkat penerimaan pengguna yang sangat tinggi. Mahasiswa memberikan skor rata-rata di atas 4,7 (dari skala 1–5) untuk aspek kemudahan memahami cara melakukan tap KTM, kecepatan proses absensi, kejelasan konfirmasi status hadir setelah tap, dan kenyamanan penggunaan dibanding absensi manual berbasis tanda tangan. Ini menunjukkan bahwa sistem mudah dipelajari, efisien digunakan, serta memberikan rasa aman bahwa kehadiran benar-benar tercatat. Hal tersebut konsisten dengan prinsip usability yang menekankan learnability, efisiensi, minimnya kesalahan, dan kepuasan subjektif pengguna. Satu temuan penting adalah bahwa skor terendah (meskipun masih tinggi) muncul pada aspek aksesibilitas fisik perangkat di kelas (kemudahan menjangkau alat saat tap). Hal ini menunjukkan bahwa tantangan terbesar bukan lagi pada kinerja teknis sistem, melainkan pada faktor penempatan perangkat dan alur antrean mahasiswa. Secara praktis, ini berarti sistem dapat langsung mengurangi waktu absensi dan mempercepat rekap administrasi dosen, namun penempatan fisik alat harus dirancang agar tidak menimbulkan hambatan ketika jumlah mahasiswa lebih besar. Secara teoretis, hasil ini menguatkan pandangan bahwa keberhasilan adopsi teknologi presensi tidak hanya ditentukan oleh akurasi identifikasi *RFID*, tetapi juga oleh integrasi perangkat tersebut dengan dinamika ruang kelas dan perilaku pengguna.

Secara keseluruhan, ketiga poin di atas menunjukkan bahwa tujuan penelitian telah tercapai: (a) menghasilkan sistem absensi berbasis *RFID* yang terintegrasi dengan aplikasi web dan *database* lokal, (b) membuktikan kelayakan teknis dan administratif sistem melalui validasi ahli dengan indeks *Aiken's V* sangat tinggi, dan (c) menunjukkan bahwa sistem dapat diterima secara positif oleh pengguna akhir (mahasiswa) dalam praktik perkuliahan tatap muka. Dengan demikian, prototipe yang dikembangkan dapat dipandang sebagai solusi yang relevan, layak, dan berpotensi diimplementasikan pada skala kelas/program studi.

Implikasi teoretis dari temuan ini adalah bahwa pendekatan R&D pendidikan berbasis *prototyping* terbukti efektif dalam menghasilkan produk teknologi pembelajaran/administrasi yang tidak hanya fungsional tetapi juga tervalidasi secara isi dan diterima oleh pengguna sebenarnya. Hal ini memperkuat argumen bahwa teknologi presensi berbasis *RFID* yang terhubung dengan basis data internal dapat menjadi model transisi menuju digitalisasi administrasi akademik tanpa harus langsung bergantung pada sistem presensi terpusat berskala institusi penuh.

Implikasi praktisnya adalah dosen dan program studi dapat mengurangi waktu absensi manual, memperoleh data kehadiran yang otomatis tercatat beserta waktu presensi, dan langsung mengeksport laporan kehadiran dalam format *Excel* tanpa entri ulang. Ini mendukung efisiensi administrasi, memperjelas bukti kehadiran mahasiswa, dan memudahkan audit jika diperlukan oleh pihak akademik.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah responden uji coba mahasiswa masih terbatas (15 orang) dan berasal dari satu konteks kelas, sehingga

generalisasi hasil harus dilakukan dengan hati-hati. Sistem otentikasi masih berbasis satu faktor (kepemilikan kartu *RFID/KTM*), sehingga secara teoretis masih memungkinkan terjadinya titip kartu. Selain itu, pengujian dilakukan pada lingkungan server lokal (*localhost*) yang belum diintegrasikan secara penuh dengan sistem akademik kampus dan belum diuji pada beberapa ruang kelas secara paralel. Faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi persepsi kemudahan, keamanan, dan skalabilitas bila sistem diterapkan pada populasi yang lebih besar.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk: (1) memperluas uji coba pada jumlah kelas dan jumlah mahasiswa yang lebih besar untuk melihat performa sistem pada situasi antre dan kepadatan tinggi; (2) menambahkan autentikasi berlapis, misalnya verifikasi biometrik, untuk mencegah titip kartu dan meningkatkan akurasi bukti kehadiran; (3) menyempurnakan desain fisik serta posisi perangkat pembaca *RFID* di ruang kelas agar proses tap tidak menghambat arus masuk mahasiswa; (4) menyederhanakan dan mempertegas antarmuka admin agar informasi kehadiran paling penting dapat diakses secara cepat oleh dosen; dan (5) mengeksplorasi integrasi dengan sistem akademik terpusat agar rekap kehadiran dapat digunakan langsung untuk kepentingan administrasi prodi maupun fakultas.

Secara ringkas, penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem absensi berbasis *RFID* yang dikembangkan dinyatakan layak secara teknis oleh ahli, diterima dengan sangat baik oleh pengguna akhir, dan berpotensi menjadi solusi praktis untuk digitalisasi presensi kuliah; namun penguatan aspek keamanan identitas,

ergonomi penggunaan di kelas besar, dan skalabilitas institusional masih diperlukan sebelum implementasi penuh dalam skala luas.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan sistem absensi berbasis *RFID* ini, beberapa saran berikut diajukan untuk pihak praktisi/pengguna, pihak akademik/pengelola institusi, serta peneliti selanjutnya.

5.2.1 Saran Praktis untuk Pengguna, Dosen, dan Pengelola Program Studi

1. Penerapan sistem absensi *RFID* secara bertahap di kelas.

Sistem yang dikembangkan telah terbukti berfungsi secara teknis, tervalidasi oleh ahli (nilai *Aiken's V* $\geq 0,875$), dan diterima positif oleh mahasiswa (rata-rata penilaian di atas 4,7 dari skala 5). Hal ini menunjukkan bahwa sistem sudah layak dicoba dalam situasi kelas nyata, bukan hanya lingkungan uji terbatas. Oleh karena itu, dosen atau program studi dapat mulai menerapkan sistem ini secara bertahap, misalnya pada satu atau dua mata kuliah terlebih dahulu, sebelum diperluas ke seluruh kelas. Tahap awal ini dapat menjadi pilot project untuk menguji aspek operasional seperti antrean tap, kecepatan proses masuk kelas, dan kemudahan dosen mengakses *dashboard* presensi secara langsung.

2. Pemanfaatan *dashboard* dan ekspor *Excel* sebagai alat dokumentasi resmi.

Dashboard admin dan fitur ekspor *Excel* yang dihasilkan oleh sistem ini sebaiknya dimanfaatkan tidak hanya sebagai pencatatan kehadiran hari itu saja, tetapi juga sebagai dokumen administrasi resmi program studi (misalnya rekap per pertemuan dan rekap per akhir semester). Dengan cara

ini, dosen tidak perlu lagi melakukan input ulang daftar hadir ke dalam format laporan. Pendekatan ini sejalan dengan praktik digitalisasi presensi berbasis *RFID/IoT* yang menekankan pengurangan entri manual dan penyediaan bukti kehadiran yang lebih objektif.

3. Penyesuaian penempatan fisik alat di ruang kelas.

Hasil uji mahasiswa menunjukkan bahwa aspek dengan skor relatif paling rendah (meskipun tetap tinggi) adalah kemudahan akses fisik terhadap perangkat pembaca kartu. Hal ini berarti masalah bukan pada fungsionalitas sistem, tetapi pada ergonomi penggunaan di kelas (tinggi alat, posisi dekat pintu, dan alur antre). Pihak prodi/dosen disarankan untuk menempatkan perangkat pembaca *RFID* di lokasi yang tidak menciptakan penumpukan mahasiswa, misalnya di dekat pintu masuk dengan jarak cukup dari ambang pintu, atau menyediakan dua titik tap jika jumlah mahasiswa per kelas besar. Dengan demikian, proses absensi tetap cepat tanpa mengganggu alur masuk kelas.

4. Pelatihan singkat bagi dosen/operator.

Walaupun antarmuka admin dinilai layak oleh validator ahli, aspek kemudahan antarmuka memperoleh skor *Aiken's V* paling rendah dibanding aspek lain. Ini mengindikasikan bahwa sebagian pengguna mungkin memerlukan sedikit orientasi awal, terutama dalam mengoperasikan menu rekap, filter kehadiran, dan ekspor *Excel*. Program studi disarankan untuk menyiapkan panduan ringkas (misalnya satu lembar langkah-langkah penggunaan *dashboard* atau video singkat internal) agar beban adopsi awal

bagi dosen rendah. Hal ini penting agar sistem tidak hanya “ada” secara teknis, tetapi benar-benar dipakai secara konsisten oleh pengajar.

5.2.2 Saran Kebijakan dan Implementasi Institusional

1. Pengelolaan data presensi secara terpusat dalam *database* internal.

Sistem ini menyimpan data presensi ke dalam *database MySQL* di lingkungan lokal, kemudian menyediakan ekspor *Excel* sebagai laporan. Pola ini perlu dipertahankan karena secara administratif lebih aman daripada model lama yang langsung menuliskan data ke *Excel* setiap pertemuan. Dengan menjadikan *database* sebagai sumber data utama, institusi memiliki rekam jejak kehadiran yang terstruktur, dapat diaudit, dan sulit dimodifikasi secara tidak sah. Pendekatan ini konsisten dengan praktik sistem presensi *RFID/IoT* di pendidikan tinggi, yang menekankan penyimpanan data terpusat sebelum pelaporan.

2. Integrasi bertahap menuju sistem administrasi akademik.

Program studi atau fakultas dapat mempertimbangkan integrasi data kehadiran ini dengan sistem akademik internal (misalnya portal akademik, sistem KRS, atau rekap dosen pengampu). Integrasi ini tidak harus langsung bersifat kampus-sentral, tetapi dapat dimulai sebagai mekanisme unggah rekap *Excel* ke sistem administrasi prodi. Dengan cara tersebut, presensi dapat mulai dipakai untuk keperluan evaluasi kedisiplinan mahasiswa, pemantauan keterlambatan, dan bukti administratif tanpa rekapan manual oleh staf administrasi.

3. Pertimbangan aspek keamanan presensi.

Karena sistem ini masih berbasis satu faktor (siapa pun yang memegang KTM dapat melakukan tap), institusi sebaiknya menetapkan kebijakan internal untuk meminimalkan praktik “titip kartu”, misalnya dosen/gugus kontrol presensi mengawasi proses tap di awal pertemuan. Literatur menyebutkan bahwa salah satu tantangan utama sistem presensi *RFID* adalah potensi kehadiran tidak sah jika kartu dapat dipinjamkan, sehingga pengawasan atau autentikasi tambahan perlu dipertimbangkan, terutama di kelas besar.

5.2.3 saran untuk penelitian selanjutnya

1. Penambahan autentikasi berlapis.

Penelitian berikutnya disarankan mengeksplorasi penggunaan autentikasi dua faktor, misalnya menggabungkan *RFID* (KTM) dengan biometrik (sidik jari atau pengenalan karakteristik fisik lain). Studi-studi sebelumnya menyarankan pendekatan ini sebagai solusi untuk mengurangi praktik titip kartu, karena kehadiran baru dianggap sah jika identitas fisik mahasiswa cocok dengan kartu yang dipindai.

2. Uji coba skala besar.

Uji lapangan pada penelitian ini melibatkan 15 mahasiswa dalam satu konteks kelas. Penelitian lanjutan perlu memperluas jumlah partisipan (misalnya beberapa kelas berbeda, jumlah mahasiswa yang lebih besar, atau beberapa ruang kuliah secara paralel) untuk melihat:

- a) apakah sistem tetap stabil saat banyak mahasiswa melakukan tap hampir bersamaan,

- b) bagaimana perilaku antrian fisik di pintu kelas,
- c) apakah kepuasan pengguna tetap tinggi ketika dosen tidak lagi mendampingi proses tap secara langsung. Perluasan skala ini penting untuk meningkatkan generalisasi temuan serta menilai kesiapan sistem untuk diadopsi sebagai standar presensi di tingkat program studi/fakultas.

3. Pengujian antarmuka admin berbasis evaluasi usability formal.

Pada penelitian ini, aspek antarmuka admin dinilai ahli menggunakan *Aiken's V* dan dinyatakan layak, meskipun masih menjadi aspek dengan skor terendah dibanding aspek teknis lain. Penelitian lanjutan dapat menggunakan pendekatan evaluasi usability yang lebih terstruktur (misalnya *heuristic evaluation* ala Nielsen, uji *task completion time*, atau *SUS/ System Usability Scale*) untuk mengukur seberapa cepat dosen dapat menemukan informasi presensi penting, mengeksport data, dan membaca status hadir/terlambat tanpa bantuan.

Hasil pengujian semacam itu akan membantu menyusun antarmuka admin yang lebih ringkas, lebih mudah dipelajari, dan lebih konsisten antar menu.

4. Analisis hubungan presensi dan performa akademik.

Karena sistem ini menghasilkan data presensi terstruktur (siapa hadir, jam berapa hadir, apakah terlambat), penelitian lanjutan dapat menganalisis keterkaitan antara pola kehadiran dan capaian akademik mahasiswa. Analisis semacam ini akan memperluas kontribusi sistem, dari sekadar alat administrasi kehadiran menjadi alat pendukung pengambilan keputusan

akademik (misalnya deteksi risiko keterlambatan kronis atau ketidakhadiran yang berdampak pada performa mata kuliah).

5. Kajian kelayakan penerapan lintas ruang dan lintas prodi.

Sistem saat ini berjalan pada skenario “server lokal tunggal” (*localhost*) di satu kelas. Penelitian berikutnya dapat mengevaluasi model arsitektur yang mendukung beberapa ruang kelas secara bersamaan, misalnya server lokal bersama pada tingkat program studi, atau sinkronisasi data dari beberapa alat pembaca *RFID* ke satu basis data terpusat. Kajian ini penting untuk melihat aspek skalabilitas, keamanan akses admin, dan beban pemeliharaan ketika sistem digunakan di lebih dari satu ruang kuliah secara paralel.

5.2.4 Saran untuk Mengatasi Keterbatasan Penelitian

Mengacu pada keterbatasan penelitian ini, beberapa langkah yang disarankan untuk meningkatkan validitas dan daya generalisasi temuan pada penelitian mendatang adalah sebagai berikut.

1. Jumlah responden dan konteks uji coba diperluas.

Penelitian ini melibatkan 15 mahasiswa dalam satu kelas. Penelitian mendatang disarankan melakukan uji pada beberapa kelas dengan karakteristik berbeda (kelas besar vs kelas kecil, kelas teori vs kelas praktik) untuk melihat apakah tingkat kenyamanan penggunaan sistem tetap konsisten. Hal ini akan membantu menilai apakah kepuasan pengguna yang tinggi pada penelitian ini dipengaruhi oleh konteks kelas yang relatif terkontrol.

2. Simulasi kondisi padat.

Perlu dilakukan simulasi atau observasi langsung pada kondisi masuk kelas yang padat (misalnya banyak mahasiswa datang hampir bersamaan dalam waktu yang singkat) untuk mengevaluasi risiko antrean panjang, risiko titip kartu, dan potensi salah tap. Hasilnya dapat digunakan untuk merancang pedoman teknis penempatan perangkat (tinggi alat, jarak dari pintu, arus keluar-masuk) agar sistem nyaman digunakan pada kelas berkapasitas besar. Hal ini sejalan dengan temuan dalam literatur yang menyorot bahwa faktor perilaku pengguna dan situasi kelas turut memengaruhi efektivitas presensi *RFID*.

3. Peningkatan mekanisme verifikasi kehadiran.

Untuk mengatasi isu kemungkinan “titip kartu”, penelitian berikutnya sebaiknya menguji prototipe dengan fitur autentikasi ganda (misalnya *RFID* + biometrik) sebagaimana disarankan dalam penelitian presensi *RFID* berbasis keamanan identitas. Dengan langkah ini, data kehadiran menjadi lebih sah secara individual, sehingga memperkuat validitas data presensi ketika digunakan untuk evaluasi disiplin atau pelaporan akademik resmi.

4. Evaluasi antarmuka admin berbasis tugas nyata dosen.

Untuk meningkatkan kualitas antarmuka admin (yang pada penelitian ini memperoleh nilai *Aiken's V* paling rendah dibanding aspek teknis lain walaupun tetap dalam kategori “sangat layak”), penelitian berikutnya disarankan mengamati langsung bagaimana dosen/admin menggunakan *dashboard* dalam situasi riil. Misalnya, seberapa cepat mereka dapat menemukan daftar hadir hari ini, menandai mahasiswa terlambat, atau

mengekspor *Excel*. Hasil observasi tersebut dapat digunakan untuk melakukan penyempurnaan desain antarmuka agar lebih efisien, konsisten, dan bebas kebingungan visual.

Secara keseluruhan, saran-saran di atas diarahkan untuk dua tujuan utama:

(1) memastikan bahwa sistem absensi *RFID* yang dikembangkan tidak hanya berfungsi secara teknis tetapi juga berkelanjutan secara operasional di lingkungan akademik nyata; dan (2) meningkatkan kualitas bukti ilmiah (validitas, keandalan, dan generalisasi) melalui pengujian pada skala yang lebih besar, autentikasi pengguna yang lebih kuat, dan evaluasi usability yang lebih mendalam. Dengan langkah-langkah tersebut, penelitian lanjutan diharapkan dapat mendorong implementasi sistem absensi berbasis *RFID* yang aman, efisien, mudah diterima pengguna, dan selaras dengan kebutuhan administrasi pendidikan tinggi.