

Rancang Bangun Sistem Keanggotaan Berbasis ESP32 dan RFID Terintegrasi Firebase pada Kedai Unalome Coffee

Min Ibni Jahri¹, Bambang Hadi Kunaryo², Ganjar Winasis³

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Email: ¹minibnijahri@gmail.com, ²bhadikunaryo@upgris.ac.id, ³ganjarwinasis@upgris.ac.id

Abstrak— Sistem pencatatan poin pelanggan yang masih dilakukan secara manual di Kedai Unalome Coffee menimbulkan sejumlah permasalahan, mulai dari ketidakteraturan data hingga risiko kehilangan catatan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem keanggotaan otomatis berbasis ESP32 dan RFID yang terintegrasi dengan *Firestore Realtime Database*. Sistem ini dikembangkan untuk membantu pelaku usaha dalam mencatat poin pelanggan secara efisien dan *real time*, sekaligus mengeliminasi pencatatan manual yang rentan kesalahan. Metode pengembangan yang digunakan adalah *prototype*, dimulai dari analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan lunak, hingga tahap pengujian fungsional. Komponen utama sistem terdiri dari modul RFID RC522, mikrokontroler ESP32, koneksi *WiFi*, serta platform *Firestore* sebagai penyimpanan data cloud. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mendeteksi kartu RFID, mengelola poin berdasarkan nominal transaksi, serta menyimpan dan menampilkan data secara *real time* melalui *dashboard* web admin. Selain itu, sistem juga mampu melakukan verifikasi kartu, pencatatan riwayat transaksi, dan penukaran poin secara otomatis. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa sistem yang dikembangkan dapat berjalan dengan baik dan memenuhi kebutuhan efisiensi pencatatan data keanggotaan pada Kedai Unalome Coffee. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi alternatif yang terjangkau dan adaptif untuk usaha kecil menengah dalam mengadopsi teknologi digital.

Kata kunci: Sistem keanggotaan; RFID; ESP32; *Firestore*

I. PENDAHULUAN

Dalam industri kedai kopi, loyalitas pelanggan merupakan salah satu faktor penting yang dapat memengaruhi pertumbuhan usaha, terutama pada skala mikro dan menengah. Banyak pelaku usaha, termasuk di Kedai Unalome Coffee, masih menerapkan sistem pencatatan poin keanggotaan secara manual menggunakan buku. Metode ini memiliki sejumlah kelemahan, seperti ketidakteraturan pencatatan, risiko kehilangan data, serta kurangnya efisiensi dalam proses administrasi. Seiring berkembangnya teknologi, sistem otomatis menjadi alternatif yang menjanjikan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan pengalaman pelanggan.

Berdasarkan konsep yang dikemukakan oleh Kotler dan Keller[1], program keanggotaan merupakan strategi pemasaran yang dirancang untuk membangun hubungan jangka panjang dengan pelanggan melalui pemberian penghargaan berdasarkan frekuensi dan nilai transaksi. Hal ini menegaskan bahwa pencatatan poin pelanggan tidak hanya sekadar aktivitas administratif, tetapi juga bagian dari strategi peningkatan retensi dan kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, penerapan sistem keanggotaan berbasis RFID dan ESP32 yang terhubung ke layanan penyimpanan daring seperti *Firestore Realtime Database* menjadi solusi yang relevan dan ekonomis. Sistem ini tidak hanya mampu mencatat transaksi dan poin secara otomatis, tetapi juga memberikan akses data secara *real time* yang dapat dimanfaatkan oleh pemilik usaha untuk memantau aktivitas pelanggan secara terpusat melalui *dashboard* web.

Namun, penerapan teknologi ini masih jarang ditemukan pada usaha kecil seperti Kedai Unalome Coffee, yang pada umumnya belum mengadopsi sistem digital terintegrasi. Oleh karena itu, artikel ini membahas proses perancangan, implementasi, serta evaluasi sistem keanggotaan berbasis ESP32 dan RFID yang diintegrasikan

dengan *Firestore* untuk mendukung digitalisasi layanan pelanggan pada Kedai Unalome Coffee.

II. STUDI PUSTAKA

Penelitian terdahulu telah banyak mengeksplorasi pemanfaatan teknologi RFID untuk sistem keanggotaan dan manajemen akses. Haitami et al.[2] mengembangkan sistem keanggotaan digital pada restoran dengan menggunakan RFID, Arduino Uno, dan *Firestore* sebagai penyimpanan data daring. Sistem ini terbukti meningkatkan efisiensi dan kecepatan transaksi pelanggan, namun masih terbatas dalam hal konektivitas karena belum memanfaatkan mikrokontroler dengan kapabilitas komunikasi *WiFi* secara langsung seperti ESP32.

Aji [3] merancang sistem keamanan akses laboratorium berbasis RFID yang terhubung dengan *Google Sheet*. Sistem ini memungkinkan pencatatan waktu akses secara otomatis dan hanya mengizinkan kartu yang telah terdaftar untuk membuka pintu. Meskipun fokus utamanya adalah keamanan akses, pendekatan pencatatan otomatis melalui RFID sangat relevan dengan pengembangan sistem keanggotaan.

Umam et al. [4] mengembangkan smart door lock berbasis RFID dan IoT untuk pengelolaan keanggotaan di *fitness center*. Sistem ini menggunakan *Raspberry Pi* dan mencatat data keanggotaan secara otomatis sekaligus mengatur akses masuk. Kinerjanya stabil dengan waktu respons rata-rata 177,44 ms untuk 60 kartu RFID. Perbedaannya terletak pada platform dan tidak adanya integrasi web untuk monitoring transaksi atau poin pelanggan.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, Himawan et al. [5] merancang sistem presensi mahasiswa berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP8266, modul RFID RC522, dan website presensi terhubung ke server lokal.

Sistem mampu mencatat kehadiran secara otomatis menggunakan E-KTP dan menampilkan rekap presensi lengkap dengan ekspor Excel. Tingkat akurasi pembacaan RFID mencapai 100%, menjadikannya referensi penting untuk mengukur kinerja sistem keanggotaan berbasis web dan koneksi nirkabel.

Kurniawan et al. [6] mengembangkan sistem presensi karyawan terintegrasi dengan penggajian, memanfaatkan RFID dan ESP based microcontroller. Sistem ini mencatat kehadiran dan menghitung pemotongan gaji secara otomatis. Namun demikian, sistem belum dilengkapi antarmuka web untuk pemantauan data secara real time dari perangkat mobile.

Darmi et al. [7] membangun sistem presensi berbasis IoT menggunakan RFID dan ESP32 yang terintegrasi dengan notifikasi WhatsApp. Sistem ini mampu mengirimkan pemberitahuan presensi secara real-time dengan latensi rata-rata 7,4 detik dan tingkat keberhasilan 98%. Walaupun penerapannya masih terbatas pada presensi, pendekatan ini menunjukkan potensi ESP32 untuk sistem keanggotaan yang memerlukan notifikasi langsung.

Penelitian oleh Khamid et al. [8] memperkuat relevansi RFID dalam pengelolaan transaksi, melalui implementasi sistem pembayaran cashless berbasis RFID di lingkungan pesantren. Sistem ini mempermudah pengelolaan keuangan santri dan memungkinkan kontrol saldo oleh wali santri melalui web interface. Hasilnya menunjukkan peningkatan efisiensi dan transparansi keuangan, meskipun terdapat tantangan dalam stabilitas koneksi internet dan pengelolaan limit transaksi.

A. Sistem Keanggotaan

Sistem keanggotaan merupakan bagian integral dari strategi *Customer Relationship Management* (CRM) modern, yang dirancang untuk membangun hubungan jangka panjang antara penyedia layanan dan pelanggan. Salah satu implementasi paling umum adalah program loyalitas berbasis poin, di mana pelanggan akan memperoleh poin atas setiap transaksi, yang kemudian dapat ditukar dengan produk, layanan, atau diskon tertentu.

Menurut Kotler dan Keller [1], program loyalitas dapat meningkatkan kepuasan serta retensi pelanggan dengan memberikan penghargaan atas kesetiaan mereka. Sementara itu, Prior et al. [9] menekankan bahwa loyalitas pelanggan tidak hanya dipengaruhi oleh manfaat fungsional dari program tersebut, tetapi juga oleh nilai emosional yang mampu menciptakan keterikatan antara pelanggan dan merek. Oleh karena itu, sistem keanggotaan yang dirancang secara strategis dapat menjadi alat yang efektif untuk meningkatkan frekuensi pembelian dan mendorong rekomendasi dari mulut ke mulut.

Dalam konteks usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) seperti kedai kopi, sistem keanggotaan menawarkan sejumlah keuntungan strategis. Di antaranya adalah meningkatkan frekuensi kunjungan pelanggan karena dorongan untuk mengumpulkan dan menukarkan poin, mendorong peningkatan nilai rata-rata transaksi, serta memberikan data perilaku konsumen yang dapat dimanfaatkan untuk evaluasi strategi promosi.

Seiring perkembangan teknologi dan ekspektasi konsumen terhadap layanan yang cepat, transparan, dan personal, terjadi pergeseran dari sistem keanggotaan

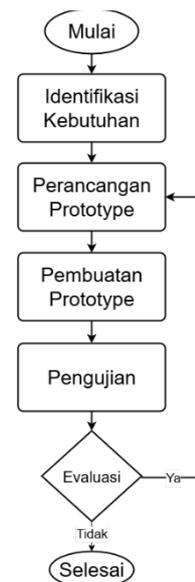
konvensional menuju sistem digital. Sistem ini umumnya terintegrasi dengan platform web, aplikasi mobile, dan penyimpanan berbasis cloud yang mendukung pengelolaan data secara real time dan terpusat. Dengan demikian, sistem keanggotaan digital tidak hanya menjadi sarana pemberian reward, tetapi juga berfungsi sebagai fondasi integrasi antara teknologi layanan, efisiensi operasional, dan peningkatan pengalaman pelanggan secara menyeluruh.

III. METODE/DESAIN

A. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan guna mengembangkan sistem keanggotaan otomatis berbasis teknologi RFID dan ESP32 yang terintegrasi dengan Firebase. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode prototyping. Metode ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik proyek yang melibatkan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak yang harus diuji dan disesuaikan secara bertahap sebelum menjadi sistem final. Metode prototyping merupakan pendekatan yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi langsung dengan sistem pada tahap awal, sehingga umpan balik dapat segera diolah untuk menghasilkan sistem yang lebih sesuai dengan kebutuhan[10].

B. Tahapan Pelaksanaan



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan

Dalam model prototyping terdapat beberapa tahapan seperti yang terlihat pada Gambar 1. Tahapan dimulai dengan identifikasi kebutuhan pengguna melalui observasi langsung dan diskusi dengan pemilik kedai, yang menunjukkan bahwa sistem pencatatan poin manual sering kali menyebabkan ketidakteraturan dan kehilangan data.

Selanjutnya, tahap perancangan dilakukan mencakup penyusunan alur sistem, desain rangkaian perangkat keras, perangkat lunak, serta struktur basis data. Pembuatan dilakukan dengan merakit komponen ESP32, modul RFID RC522, dan buzzer aktif sebagai indikator suara. ESP32 diprogram menggunakan Arduino IDE, dan terhubung ke Firebase melalui koneksi WiFi untuk mencatat data UID pelanggan serta poin transaksi.

Untuk mendukung input nominal transaksi, digunakan aplikasi berbasis Android yang dikembangkan melalui MIT App Inventor dan terhubung ke ESP32 menggunakan Bluetooth. Sistem juga dilengkapi dashboard berbasis web untuk admin, yang memungkinkan pemantauan poin dan riwayat transaksi setiap pelanggan secara real time.

Pengujian sistem dilakukan secara fungsional dengan mengevaluasi kemampuan perangkat dalam membaca UID RFID, mengirim dan menyimpan data ke Firebase, serta menampilkan data pada antarmuka web. Selain itu, dilakukan juga pengujian kelancaran sistem terhadap jumlah anggota, guna mengetahui apakah terjadi penurunan performa jika anggota bertambah banyak.

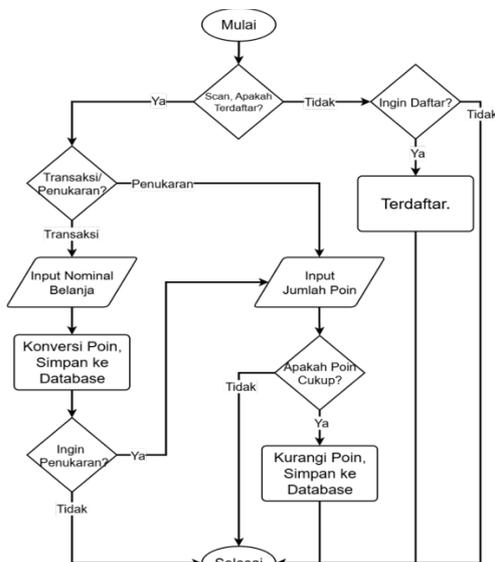
C. Alat dan Bahan

Perangkat keras dan lunak yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- ESP32 Devkit V1, sebagai mikrokontroler utama.
- Modul RFID RC522, untuk membaca kartu keanggotaan.
- Kartu RFID, sebagai identitas anggota.
- Buzzer aktif, sebagai penanda umpan balik suara.
- LCD 20x4 dengan I2C, untuk tampilan status pengguna.
- Kabel jumper, breadboard, dan catu daya 5V, sebagai pendukung rangkaian.
- *Firestore Realtime Database*, sebagai penyimpanan berbasis cloud.
- Arduino IDE, sebagai software pengembangan kode.
- MIT App Inventor, digunakan untuk membuat aplikasi Android.

D. Flowchart Sistem

Flowchart sistem merupakan representasi alur kerja sistem dalam bentuk diagram terstruktur yang menggambarkan proses dan keputusan yang terjadi dalam sistem. Flowchart digunakan untuk menggambarkan alur kerja sistem keanggotaan berbasis RFID dan ESP32, mulai dari proses identifikasi kartu hingga transaksi dan penukaran poin seperti pada Gambar 2.

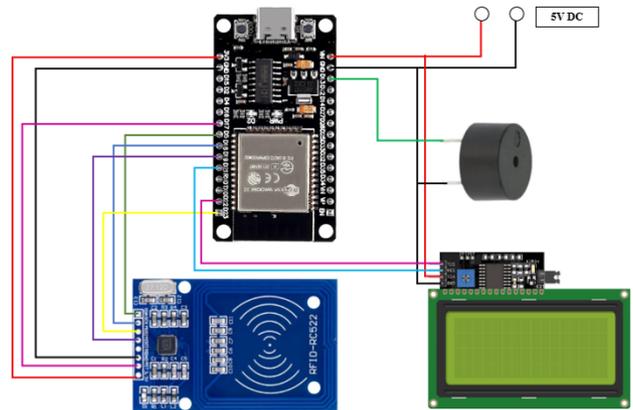


Gambar 2. Flowchart Sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem *membership* berbasis RFID yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32, aplikasi mobile Android, serta layanan *Firestore Realtime Database* sebagai penyimpanan data. Sistem ini dirancang untuk mengotomatisasi proses pencatatan poin pelanggan pada sebuah kedai Unalome Coffe, menggantikan metode manual yang sebelumnya digunakan.



Gambar 3. Rangkaian Perangkat Keras

Komponen utama yang digunakan meliputi modul RFID RC522 untuk membaca UID kartu, ESP32 sebagai otak pemrosesan sekaligus pengirim data ke Firebase, buzzer sebagai indikator audio, serta LCD 20x4 sebagai antarmuka visual seperti pada Gambar 3. Selain itu, terdapat juga aplikasi Android sederhana yang dibuat menggunakan MIT App Inventor untuk menginput nominal belanja dan mengirimkannya ke ESP32 melalui koneksi Bluetooth.

Alur implementasi dimulai dari pelanggan yang menempelkan kartu RFID nya pada reader. Jika UID terdeteksi dan telah terdaftar, maka sistem akan menampilkan informasi poin pelanggan dan menunggu input nominal transaksi dari aplikasi *mobile*. Poin akan dihitung secara otomatis berdasarkan nominal tersebut, lalu disimpan ke *Firestore* bersama dengan informasi waktu dan jenis transaksi. Seluruh data transaksi dapat diakses secara real time melalui dashboard web yang dibangun dengan HTML, CSS, dan *JavaScript*.

Implementasi sistem ini dirancang berdasarkan kebutuhan sistem di kedai Unalome Coffee, yang masih menggunakan pencatatan poin secara manual.

B. Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa setiap fitur dalam sistem keanggotaan RFID berjalan sesuai dengan fungsinya. Pengujian bersifat fungsional dan dilakukan secara black box, yaitu dengan memberi input langsung pada sistem dan mengamati output nya, tanpa melihat proses internal pemrogramannya.

Pengujian ini menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai dengan rancangan awal. Setiap fungsi utama dapat dijalankan dengan stabil, baik dari sisi perangkat keras, komunikasi data, maupun antarmuka pengguna.

C. Hasil Pengujian Performa Sistem Terhadap Jumlah Data

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi penurunan pada performa sistem saat mengambil data dari database, baik pada perangkat keras maupun web

seiring dengan bertambahnya jumlah anggota yang tersimpan di *database*.

Pada pengujian ini dilakukan penambahan data sampai 200 data seperti pada Tabel 2 dan 3, hasil menunjukkan performa sistem masih stabil di bawah 1 detik saat kartu di tempelkan pada reader RFID, juga saat anggota mengecek poinnya via web.

Tabel 1. Hasil pengujian fungsi sistem

No	Skenario	Deskripsi	Hasil yang diharapkan	Keterangan
1	Pendeteksian Kartu Baru	Pengguna menempelkan kartu yang belum terdaftar	Sistem menampilkan pesan "Kartu tidak dikenal, apakah ingin mendaftar?" dan menunggu konfirmasi pendaftaran dari admin	Berhasil
2	Pendaftaran Kartu Baru	Apabila sistem menerima input angka 1	Maka sistem menyimpan ID kartu tersebut ke database dan menampilkan pesan "Berhasil didaftarkan"	Berhasil
3	Transaksi	ID yang terdaftar melakukan transaksi dan sistem menerima input nominal belanja	Sistem menghitung poin berdasarkan nominal, menyimpannya ke database, dan menampilkan jumlah poin terbaru	Berhasil
4	Penukaran Poin	ID dengan poin ≥ 50 melakukan penukaran	Sistem mengurangi 50 poin dan mencatatnya sebagai "penukaran"	Berhasil
5	Penukaran Poin Gagal	ID dengan poin < 50 melakukan penukaran	Sistem menolak penukaran dan memberikan pesan "poin tidak cukup"	Berhasil
6	Cek Poin Melalui Web (anggota)	Anggota memasukan ID ke kolom cek poin	Data poin anggota muncul	Berhasil
7	Dashboard Data Anggota (admin)	Admin login dengan username dan password	Data poin per ID dan riwayat tampil lengkap	Berhasil

Tabel 2. Hasil pengujian performa sistem terhadap jumlah data (perangkat keras)

No	Jumlah data	Respon sistem
1	20	< 1 detik
2	40	< 1 detik
3	60	< 1 detik
4	80	< 1 detik
5	100	< 1 detik
6	120	< 1 detik
7	140	< 1 detik
8	160	< 1 detik
9	180	< 1 detik
10	200	< 1 detik

Tabel 3. Hasil pengujian performa sistem terhadap jumlah data (web)

No	Jumlah data	Respon sistem
1	20	< 1 detik
2	40	< 1 detik
3	60	< 1 detik
4	80	< 1 detik
5	100	< 1 detik
6	120	< 1 detik
7	140	< 1 detik
8	160	< 1 detik
9	180	< 1 detik
10	200	< 1 detik

D. Pembahasan

Berdasarkan hasil uji fungsionalitas yang telah dilakukan, sistem member RFID pada Unalome Coffee menunjukkan performa yang sesuai dengan spesifikasi perancangan. Seluruh alur kerja sistem, mulai dari proses pemindaian kartu RFID, pengelolaan poin, hingga interaksi via Bluetooth dari aplikasi mobile, dapat berjalan dengan baik dan responsif. Keberhasilan ini mengindikasikan bahwa integrasi antara ESP32, modul RFID RC522, dan Firebase Realtime Database dapat dilakukan secara efektif untuk skenario sistem keanggotaan berbasis transaksi. Umpan balik melalui buzzer dan tampilan LCD 20x4 memberikan interaksi yang intuitif kepada pengguna. Hal ini penting untuk diterapkan dalam lingkungan coffee shop yang sibuk dan dinamis, di mana waktu respons yang cepat dan kejelasan informasi sangat dibutuhkan.

Sementara itu, pada uji performa yang dilakukan dengan menambahkan 200 data member ke dalam Firebase, sistem tetap mampu menjalankan fungsi pencatatan dan penarikan data tanpa penurunan performa yang signifikan. Ini menunjukkan bahwa arsitektur backend yang digunakan memiliki skalabilitas yang baik, setidaknya untuk skala UMKM seperti Unalome Coffee. Kinerja Firebase terbukti mampu menangani operasi pencatatan transaksi yang bersifat real time, bahkan ketika jumlah data bertambah. Jika dibandingkan dengan pendekatan pencatatan manual yang sebelumnya digunakan, sistem ini membawa efisiensi yang cukup signifikan, terutama dalam hal kecepatan, akurasi, dan keamanan data. Dalam sistem manual, peluang terjadinya human error seperti salah hitung poin, kelupaan mencatat, atau bahkan kehilangan data relatif tinggi. Dengan adanya sistem otomatis ini, setiap transaksi terekam secara langsung dan tersimpan dalam cloud, sehingga dapat ditelusuri kembali kapan pun dibutuhkan.

Penelitian ini memiliki keterbaruan pada aspek integrasi perangkat keras dan perangkat lunak dalam konteks sistem keanggotaan sederhana untuk UMKM, yang masih jarang ditemukan pada penelitian sejenis. Beberapa penelitian sebelumnya lebih menitikberatkan pada sistem absensi atau kontrol akses menggunakan RFID, namun belum banyak yang mengaplikasikan pendekatan ini untuk model loyalty program berbasis poin di sektor F&B kecil menengah. Lebih lanjut, dari sisi pengalaman pengguna, keberadaan aplikasi mobile berbasis MIT App Inventor yang terhubung langsung ke sistem melalui Bluetooth menjadikan interaksi menjadi lebih efisien dan fleksibel. Admin dapat dengan mudah menginput nominal transaksi tanpa perlu menyentuh sistem perangkat keras secara langsung.

Meskipun sistem ini berhasil diimplementasikan dan menunjukkan performa yang baik dalam skenario pengujian, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan sebagai bahan evaluasi dan pengembangan lebih lanjut. Pertama, pengujian performa sistem hanya dilakukan sampai pada penambahan 200 data anggota. Oleh karena itu, belum dapat dipastikan apakah sistem tetap

mampu bekerja secara optimal apabila jumlah data ditingkatkan secara signifikan, misalnya hingga ribuan entri. Hal ini penting karena dalam praktik operasional jangka panjang, jumlah member diprediksi akan terus bertambah.

Kedua, sistem sangat bergantung pada koneksi internet untuk dapat terhubung ke Firebase Realtime Database. Apabila koneksi internet terputus secara tiba-tiba, maka proses transaksi tidak akan tercatat karena sistem ini belum dilengkapi dengan fitur penyimpanan data lokal sementara, seperti SD card atau EEPROM. Akibatnya, seluruh transaksi yang terjadi saat jaringan bermasalah akan hilang dan tidak tersimpan.

Ketiga, dari sisi keamanan, sistem ini masih menggunakan kartu RFID tanpa adanya lapisan otentikasi tambahan. Artinya, siapa pun yang memegang kartu RFID tertentu dapat mengakses akun member terkait dan melakukan transaksi, tanpa memverifikasi identitas pengguna yang sah. Hal ini membuka potensi penyalahgunaan apabila kartu RFID hilang atau dipinjamkan. Selain itu, sistem juga belum mendukung fitur pengelolaan data anggota lanjutan. Data yang disimpan hanya berupa ID kartu dan jumlah poin saja, tidak ada nama, nomor, maupun email. Fitur seperti pengeditan informasi anggota, penghapusan akun yang tidak aktif, atau pengelompokan level member misalnya : reguler, silver, gold belum tersedia. Padahal, fitur-fitur ini dapat meningkatkan fleksibilitas pengelolaan dan memberikan nilai tambah bagi usaha coffee shop yang ingin menerapkan sistem loyalitas yang lebih kompleks.

Secara keseluruhan, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem ini berhasil menjawab permasalahan yang ada pada sistem keanggotaan manual, dan sekaligus memberikan fondasi teknologi yang cukup kuat untuk dikembangkan lebih lanjut, baik dengan penambahan fitur seperti notifikasi WhatsApp, pelaporan otomatis, ataupun koneksi *multi device* untuk kebutuhan cabang usaha di masa depan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian terhadap sistem membership RFID berbasis ESP32 dengan integrasi Firebase Realtime Database, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan telah berhasil memenuhi kebutuhan otomasi pencatatan poin pelanggan pada Unalome Coffee secara *real time*. Sistem mampu mencatat dan menampilkan transaksi secara akurat berdasarkan UID RFID yang terdeteksi, serta memberikan umpan balik yang jelas melalui *buzzer*, LCD, dan web dashboard. Implementasi metode *prototype* terbukti efektif dalam mengakomodasi kebutuhan pengguna, khususnya dalam mengatasi permasalahan sistem manual yang rentan terhadap kesalahan pencatatan dan kehilangan data.

Dari sisi performa, sistem menunjukkan kestabilan saat diuji dengan penambahan hingga 200 data anggota secara bertahap. Tidak ditemukan penurunan kinerja dalam hal waktu respons maupun pencatatan data. Namun demikian, sistem ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan untuk pengembangan di masa mendatang. Salah satu kekurangan yang paling mendasar adalah ketergantungan penuh pada koneksi internet, yang berpotensi menghambat proses transaksi apabila jaringan mengalami gangguan. Selain itu, uji coba performa baru mencakup hingga 200 data, sehingga belum dapat

dipastikan bagaimana sistem akan bereaksi apabila jumlah data meningkat secara signifikan, misalnya hingga ribuan anggota.

Ke depan, pengembangan sistem ini dapat diarahkan pada integrasi sistem *cache* lokal atau penyimpanan sementara di perangkat, yang memungkinkan transaksi tetap tercatat meskipun koneksi internet terputus, dan akan disinkronkan ke *Firebase* setelah jaringan kembali normal. Selain itu, penambahan fitur notifikasi otomatis, manajemen database yang lebih kompleks, dan pengamanan data berbasis autentikasi yang lebih ketat dapat menjadi fokus penelitian lanjutan untuk meningkatkan reliabilitas dan skalabilitas sistem.

REFERENSI

- [1] P. Kotler and K. L. Keller, *Marketing Management*, 15th ed. Pearson, 2016.
- [2] M. W. Haitami, M. Abdullah Anshori, and M. Taufik, "RANCANG BANGUN SISTEM DIGITAL LOYAL CUSTOMER CARD PADA RESTORAN MOSHI-MOSHI RAMEN BERBASIS RFID," *JARTEL*, vol. 9, no. 2, pp. 2407–0807, 2019.
- [3] E. P. Aji, "Perancangan Sistem Pengaman Ruang Laboratorium Elektro UPGRIS Berbasis RFID dan Google Sheet," *SKRIPSI*, Universitas PGRI Semarang, Semarang, 2021.
- [4] Azhar Jauharul Umam, D. Setiana, and A. Pradana, "Rancangan radio frequency identification (rfid) smart door lock system berbasis internet of things untuk manajemen membership fitness center," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 4, no. 2, pp. 359–365, Aug. 2023, doi: 10.37859/coscitech.v4i2.5126.
- [5] M. Dimas Prasetya Himawan, J. Lian Aldora Djuk, and R. Dava Prayogi, "Sistem Presensi Mahasiswa Berbasis IoT Menggunakan Rfid dan Esp8266 pada Database Server," vol. 4, no. 1, 2024.
- [6] Arif Kurniawan, Berkah Yordan Santoso, Desta Aditya, Angga Setiawan, and Rudi Susanto, "Sistem Presensi Dan Penggajian Karyawan Menggunakan Teknologi RFID Dengan Fitur Penggajian Otomatis," *Uranus: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika*, vol. 2, no. 3, pp. 93–111, Jul. 2024, doi: 10.61132/uranus.v2i3.226.
- [7] Y. Darmi, A. Utama, D. Abdullah, M. Marhalim, R. Rizky, and D. Lima, "A Multi-Modal IoT-Based Attendance System Using RFID and WhatsApp Notification for Smart Academic and Healthcare Environments," *Journal of Intelligent Computing & Health Informatics*, vol. 6, p. 36, Mar. 2025, doi: 10.26714/jichi.v6i1.17283.
- [8] B. A. Khamid, A. Saipon, M. I. Kurniawan, S. Tinggi, A. I. Darunnajah, and I. C. Id, "Manajemen Keuangan Melalui Pembayaran Cashless Berbasis RFID Di Pondok Pesantren Darunnajah 2 Cipining Bogor Informasi Artikel Abstract," *Journal of International Multidisciplinary Research*, vol. 2, no. 2, 2024, [Online]. Available: <https://journal.banjaresepacific.com/index.php/jimr>
- [9] D. D. Prior, F. Buttle, and S. Maklan, *Customer relationship management: Concepts, applications and technologies*. Taylor & Francis, 2024.
- [10] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioners Approach*. McGraw-Hill Education, 2019. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=taIKxAEACAAJ>