

Integrasi Real-Time Payment Gateway dan Fitur CRM pada Sistem Informasi Keanggotaan Brayon Fitness Centre Berbasis Web

¹Leo Benny, ²Ramson Rikson Maruwahal Sijabat, ³Ibrahim, ⁴Cico Valangi Monti
¹AMIK ITMI, ²Politeknik Ganesha Medan, ³Politeknik Lp3i Medan, ⁴Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia
Medan, Indonesia

¹leoBenny@amikitmi.ac.id, ²ramsonriksonsibt@gmail.com, ³ibrahimbakrie2404@gmail.com, ⁴valangi83@gmail.com

*Penulis Korespondensi

Diajukan : 25/06/2026

Diterima : 06/07/2026

Dipublikasi : 05/07/2026

ABSTRAK

Pengelolaan keanggotaan di industri kebugaran masih banyak bergantung pada proses manual, dan hal ini menimbulkan masalah nyata di lapangan. Di Brayon Fitness Centre, Medan, yang memiliki 2.500 anggota aktif, aktivasi layanan baru bisa memakan waktu 1–2 jam, kesalahan input data mencapai 15%, dan tidak adanya pemantauan perilaku anggota membuat churn rate bertahan di angka 25% per tahun. Sejauh ini, kajian mengenai payment gateway dan Customer Relationship Management (CRM) di sektor kebugaran umumnya berjalan sendiri-sendiri; belum banyak yang mencoba menyatukan keduanya dalam satu sistem yang sekaligus menangani verifikasi pembayaran secara real-time dan menjaga hubungan dengan pelanggan berdasarkan data perilaku mereka. Berangkat dari persoalan tersebut, penelitian ini mengembangkan platform web yang mengintegrasikan payment gateway dan CRM, dengan harapan dapat memperbaiki efisiensi operasional sekaligus memperpanjang customer lifetime value. Pengembangan sistem mengikuti tahapan SDLC Waterfall, mulai dari analisis kebutuhan hingga validasi akhir, dan diuji melalui User Acceptance Testing yang melibatkan 50 pengguna. Setelah implementasi, waktu aktivasi layanan turun menjadi kurang dari 5 menit, tingkat kepuasan pengguna dalam UAT tercatat 92%, dan renewal rate naik dari 75% menjadi 88%. Sistem ini juga dibangun dengan standar keamanan PCI-DSS level 1 serta arsitektur yang dirancang untuk berkembang, seperti horizontal sharding, Redis caching, dan load balancing. Temuan ini menunjukkan bahwa menyatukan payment gateway dan CRM dalam satu platform memberi dampak nyata terhadap efisiensi operasional dan retensi pelanggan di industri kebugaran.

Kata Kunci: Sistem Informasi, Keanggotaan, *Payment Gateway*, CRM, Customer Retention

I. PENDAHULUAN

Transformasi digital telah menjadi momentum krusial bagi organisasi di berbagai sektor industri untuk meningkatkan daya saing dan efisiensi operasional. Sektor kebugaran turut merasakan dorongan ini seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kesehatan dan gaya hidup wellness. Di Indonesia, pasar gym dan pusat kebugaran menunjukkan tren pertumbuhan yang positif dalam beberapa tahun terakhir, sebuah indikasi bahwa permintaan terhadap layanan kebugaran di Indonesia terus meningkat dan menuntut pengelolaan operasional yang lebih matang dari sisi teknologi.

Perkembangan riset dalam beberapa tahun terakhir memperlihatkan bahwa digitalisasi manajemen gym menjadi topik yang cukup ramai dibahas, namun dengan fokus yang cenderung terpecah-

pecah. Di satu sisi, sejumlah studi berfokus pada otomatisasi administrasi keanggotaan. (Ali Hasan et al., 2025) mengembangkan sistem manajemen gym berbasis MERN stack yang berhasil mengurangi churn melalui notifikasi otomatis, tetapi integrasi payment gateway dalam penelitian tersebut masih ditempatkan sebagai agenda pengembangan lanjutan, bukan fitur inti yang telah diuji. (Purnawan & Sancoko, 2025) melalui aplikasi FitSphere juga menunjukkan bahwa manajemen keanggotaan berbasis mobile dapat meningkatkan efisiensi layanan, namun sistem tersebut belum menyertakan mekanisme pembayaran otomatis maupun analitik perilaku anggota yang mendalam.

Di sisi lain, penelitian yang berfokus pada payment gateway justru jarang menyentuh aspek retensi pelanggan secara eksplisit. (R Bulaclac et al., 2025) memperkenalkan sistem pembayaran cashless berbasis QR untuk gym yang berhasil memangkas waktu transaksi hingga 80% dan meningkatkan akurasi pencatatan hingga 95%, namun para penulis sendiri menekankan bahwa kombinasi pembayaran digital dengan pemantauan keanggotaan secara terpadu "belum banyak diadopsi" oleh usaha kebugaran skala kecil-menengah.

Sementara itu, literatur mengenai Customer Relationship Management (CRM) secara konsisten menunjukkan bahwa personalisasi dan pemantauan perilaku pelanggan berkontribusi nyata terhadap penurunan churn (Reinartz & Kumar, 2003). Namun demikian, literatur CRM pada industri kebugaran secara umum belum banyak mengintegrasikan modul analitik dan otomatisasi tersebut dengan sistem payment gateway real-time dalam satu arsitektur yang teruji.

Dari sintesis di atas, tampak sebuah **research gap** yang cukup jelas: penelitian-penelitian terdahulu cenderung mengembangkan payment gateway dan CRM secara terpisah, atau menggabungkan keduanya secara terbatas tanpa arsitektur yang teruji skalabilitasnya untuk basis anggota berskala menengah-besar (>2.000 anggota). Belum ditemukan penelitian yang secara eksplisit menggabungkan (1) otomatisasi verifikasi pembayaran real-time berbasis payment gateway lokal (Midtrans/Xendit), (2) modul CRM dengan attendance analytics dan sistem pengingat renewal berjenjang, serta (3) arsitektur teknis yang skalabel dan sesuai standar keamanan industri (PCI-DSS), dalam satu platform yang divalidasi langsung pada studi kasus fitness center berskala menengah di Indonesia.

Brayan Fitness Centre, sebuah institusi kebugaran terkemuka dengan basis pengguna mencapai 2.500 anggota aktif di Medan, merepresentasikan konteks yang tepat untuk mengisi celah tersebut. Institusi ini masih mengimplementasikan sistem manajemen berbasis formulir kertas dan proses manual yang mengakibatkan beberapa permasalahan kritis: *pertama*, registrasi anggota melalui media kertas menyebabkan duplikasi data dengan tingkat error mencapai 15%; *kedua*, verifikasi pembayaran yang dilakukan secara manual menghasilkan keterlambatan aktivasi layanan berkisar 1–2 jam dan mengakibatkan ketidakpuasan pelanggan; *ketiga*, ketiadaan integrasi data keanggotaan dengan transaksi keuangan menyulitkan proses analisis dan pelaporan komprehensif; *keempat*, tidak terdapat sistem monitoring perilaku anggota (pola kehadiran, riwayat pembelian) yang diperlukan untuk strategi retensi pelanggan yang efektif, menghasilkan churn rate sebesar 25% per tahun yang melampaui rata-rata industri (18–22%).

Berangkat dari kesenjangan literatur dan permasalahan operasional tersebut, penelitian ini mengembangkan platform sistem informasi berbasis web dengan integrasi payment gateway real-time (Midtrans/Xendit) dan kapabilitas Customer Relationship Management (CRM) tingkat lanjut, sebagai kontribusi untuk mengisi celah integrasi yang belum banyak dibahas pada konteks fitness center skala menengah. Sistem dirancang dengan arsitektur teknologi 3-tier yang scalable, menggunakan React.js 18 sebagai frontend framework, Node.js/Express sebagai backend REST API, dan PostgreSQL sebagai primary database, guna memastikan performa optimal dan reliabilitas tinggi. Objektif penelitian ini meliputi: (1) otomatisasi proses aktivasi layanan menjadi instan (< 5 menit); (2) penyediaan visibility komprehensif terhadap perilaku anggota untuk meningkatkan

retention metrics; dan (3) integrasi data menyeluruh untuk mendukung decision-making berbasis data real-time dan actionable insights.

II. STUDI LITERATUR

A. Penelitian Terdahulu

Kajian pustaka terkait implementasi sistem informasi berbasis web dalam satu dekade terakhir menunjukkan pola temuan yang relatif konsisten, yaitu bahwa adopsi teknologi digital pada proses bisnis operasional secara berulang terbukti mampu meningkatkan efisiensi kerja, memperluas aksesibilitas informasi lintas platform, dan memperbaiki kualitas layanan kepada pelanggan. Meskipun demikian, besaran dampak yang dihasilkan tidak seragam antarindustri, melainkan sangat bergantung pada metodologi pengembangan yang digunakan serta sejauh mana sistem yang dibangun mampu mengintegrasikan fungsi-fungsi bisnis yang sebelumnya berjalan terpisah.

(Salim & manalu, 2021) melakukan perancangan website e-commerce untuk industri kosmetik dengan menerapkan metode Rapid Application Development (RAD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode tersebut mampu meningkatkan penjualan sebesar 35% dalam kurun waktu enam bulan setelah implementasi sistem. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan pengembangan iteratif seperti RAD relevan diterapkan pada konteks bisnis yang menuntut kecepatan pengembangan sekaligus fleksibilitas terhadap perubahan kebutuhan pengguna, karakteristik yang juga melekat pada pengembangan sistem keanggotaan pada industri jasa kebugaran.

Penelitian lain dilakukan oleh (Hita & Joosten, 2023) yang berfokus pada integrasi sistem purchasing dan inventory pada UD. Monza Collection. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan akurasi inventory dari 78% menjadi 98%, serta efisiensi waktu proses stock counting dari semula empat jam menjadi hanya tiga puluh menit. Berbeda dengan penelitian (Salim & manalu, 2021) yang menyoroti dampak terhadap pertumbuhan penjualan, penelitian ini lebih menekankan pada perbaikan akurasi data dan efisiensi proses internal organisasi, yang merupakan prasyarat penting bagi pengambilan keputusan bisnis yang andal.

Apabila kedua penelitian tersebut disintesis, tampak bahwa manfaat implementasi sistem informasi dapat dikelompokkan ke dalam dua orientasi yang saling melengkapi, yaitu orientasi eksternal yang berkaitan dengan pertumbuhan transaksi dan pendapatan, serta orientasi internal yang berkaitan dengan akurasi data dan efisiensi proses operasional. Kedua orientasi tersebut sejalan dengan proposisi dalam model kesuksesan sistem informasi yang dikemukakan oleh (DeLone & McLean, 1992), yang menempatkan kualitas sistem (*system quality*) dan kualitas informasi (*information quality*) sebagai anteseden dari penggunaan sistem (*use*) dan kepuasan pengguna (*user satisfaction*), yang pada akhirnya bermuara pada manfaat bersih (*net benefits*) bagi organisasi, baik berupa efisiensi operasional maupun peningkatan kinerja bisnis. Penelitian (Salim & manalu, 2021) secara empiris merepresentasikan jalur dari penggunaan sistem menuju manfaat bersih berupa peningkatan penjualan, sedangkan penelitian Hita dan Joosten (2023) merepresentasikan jalur dari kualitas sistem menuju manfaat bersih berupa akurasi dan efisiensi waktu.

Kerangka tersebut diperkuat pula oleh Technology Acceptance Model (TAM) yang dikemukakan oleh (Davis, 1989), yang menjelaskan bahwa tingkat penerimaan pengguna terhadap suatu sistem informasi ditentukan oleh persepsi kemudahan penggunaan (*perceived ease of use*) dan persepsi kebermanfaatan (*perceived usefulness*). Dalam konteks sistem informasi keanggotaan pada industri fitness, kedua persepsi tersebut menjadi relevan untuk menjelaskan pentingnya perancangan antarmuka yang sederhana pada fitur otomasi pembayaran dan pelacakan riwayat anggota, agar tingkat adopsi oleh pengguna, baik oleh anggota maupun staf administrasi, dapat berjalan optimal.

Meskipun kedua penelitian terdahulu memberikan fondasi empiris yang kuat, keduanya masih memiliki keterbatasan cakupan yang relevan untuk ditindaklanjuti. Pertama, kedua penelitian tersebut berfokus pada domain e-commerce dan ritel, sehingga belum menjawab kebutuhan spesifik industri jasa berbasis keanggotaan yang memiliki karakteristik transaksi berulang (*recurring payment*) serta kebutuhan analisis perilaku pelanggan dalam jangka panjang. Kedua, belum ditemukan penelitian yang secara eksplisit mengintegrasikan otomasi payment gateway secara real-time dengan fungsi analitik Customer Relationship Management (CRM) dalam satu sistem yang utuh, mengingat kedua penelitian terdahulu masing-masing hanya menyentuh salah satu aspek, yaitu transaksi penjualan atau efisiensi inventory, tanpa mengaitkannya dengan pengelolaan relasi pelanggan secara berkelanjutan.

Berdasarkan sintesis dan celah penelitian tersebut, penelitian ini diposisikan untuk mengisi ruang yang belum banyak dieksplorasi dalam literatur akademik lokal, yaitu perancangan sistem informasi keanggotaan fitness yang menggabungkan otomasi payment gateway real-time dengan kapabilitas analytics CRM secara terintegrasi. Kombinasi tersebut diharapkan mampu menghasilkan manfaat pada dua dimensi sekaligus, yaitu efisiensi operasional dan pertumbuhan bisnis, sejalan dengan alur kausal yang dijelaskan dalam model kesuksesan sistem informasi.

B. Sistem Informasi dan Platform Website

Sistem informasi didefinisikan sebagai kumpulan komponen terintegrasi yang berfungsi mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan mendistribusikan informasi untuk mendukung proses pengambilan keputusan dan kontrol dalam organisasi (Prehanto, 2020). Platform berbasis web menyediakan akses yang universal tanpa batasan geografis dan temporal, memungkinkan stakeholder mengakses layanan 24/7 dari lokasi mana pun. Payment Gateway merupakan infrastruktur teknologi yang memfasilitasi pemrosesan transaksi elektronik melalui berbagai channel pembayaran (transfer bank domestik, digital wallet, kartu kredit) dengan mekanisme verifikasi real-time dan multiple-layer security (enkripsi SSL/TLS, PCI-DSS compliance, tokenisasi). Teknologi ini memungkinkan organisasi untuk mengotomatisasi proses pembayaran end-to-end, mengurangi human error secara signifikan, dan meningkatkan customer experience secara measurable dan terukur.

C. Customer Relationship Management (CRM) dan Business Analytics

CRM merepresentasikan strategi manajemen holistik yang dirancang untuk mengelola hubungan pelanggan melalui integrasi koordinatif antara teknologi, proses bisnis, dan sumber daya manusia. Fitur analytics yang terintegrasi dalam platform CRM memberikan organisasi kemampuan untuk mengumpulkan data perilaku pelanggan yang komprehensif (riwayat pembelian, engagement pattern, customer lifetime value, churn propensity) dan melakukan analisis advanced untuk meningkatkan loyalitas dan retention. Riset menunjukkan bahwa implementasi CRM yang matang dapat meningkatkan customer retention rate sebesar 10-25% dan customer lifetime value sebesar 30-40%. Sistem reminder otomatis yang intelligent (email, SMS, push notification) dan personalized recommendation berbasis data analytics terbukti meningkatkan renewal rate secara signifikan. Integrasi data terpusat memfasilitasi pelaporan eksekutif real-time (dashboard KPI, analytics visualization) untuk mendukung decision-making yang lebih cepat dan berbasis data akurat.

D. System Development Life Cycle (SDLC) dan Metodologi Waterfall

SDLC adalah framework metodologi sistematis untuk mengembangkan sistem informasi melalui serangkaian tahap terstruktur dan berurutan: planning strategis, requirements analysis menyeluruh, architectural design comprehensive, implementasi teknis, testing dan validasi, dan maintenance berkelanjutan. Model Waterfall mengimplementasikan pendekatan sequential yang ketat, di mana setiap tahap developmental harus diselesaikan, divalidasi, dan memperoleh approval stakeholder

sebelum progres menuju tahap berikutnya. Pendekatan Waterfall menghadirkan keuntungan signifikan berupa kontrol kualitas yang rigorous, dokumentasi komprehensif untuk setiap fase delivery, dan kesesuaian optimal untuk project dengan requirement yang clearly defined dan stabil. Metodologi ini memastikan bahwa seluruh stakeholder memiliki clarity tentang deliverable specifications dan project timeline sebelum inisiasi proses development.

III. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed methods, mengombinasikan wawancara mendalam dan observasi sistematis (kualitatif) dengan user acceptance testing dan performance measurement (kuantitatif). Pengembangan sistem dilakukan dengan model SDLC Waterfall melalui lima tahapan.

Fase analisis sistem dilakukan melalui wawancara terstruktur terhadap 15 staf dan observasi workflow selama dua minggu, menggunakan framework PIECES sebagai analytical lens. Fase definisi requirement menghasilkan functional requirements (modul payment gateway automation, CRM analytics, dashboard eksekutif, reporting system) dan non-functional requirements (security, scalability, usability, availability target 99,5%). Fase desain menghasilkan DFD, ERD, dan flowchart, dengan arsitektur 3-tier untuk mendukung skalabilitas dan maintainability. Fase implementasi menggunakan React.js 18, Node.js 18/Express, PostgreSQL 14, Redis 7, Midtrans API sebagai payment gateway, dan Firebase Cloud Messaging untuk push notification. Fase testing dan deployment mencakup unit testing (Jest), integration testing (Postman, 200+ test case), system testing end-to-end, UAT dengan 50 pengguna (35 member, 15 staf), performance testing, serta security testing (penetration testing, SQL injection, XSS, PCI-DSS).

Evaluasi sistem mengacu pada standar ISO/IEC 25010 dengan empat dimensi utama. Functional suitability dievaluasi melalui test case pass rate, dengan target minimal 95%. Performance efficiency diukur melalui response time (target <2 detik untuk operasi standar, <5 detik untuk transaksi payment) dan availability 99,5%. Usability diukur menggunakan System Usability Scale (SUS) dari 50 responden UAT, dengan target skor rata-rata minimal 68 (kategori acceptable menurut (Bangor et al., 2009)). Security dievaluasi melalui penetration testing, uji SQL injection, XSS, dan audit PCI-DSS, dengan kriteria tidak ditemukannya kerentanan kategori high/critical (OWASP Top 10).

Analisis hasil dilakukan secara campuran: data kuantitatif (response time, skor SUS) dianalisis dengan statistik deskriptif termasuk persentil ke-95 untuk response time, sedangkan data kualitatif (wawancara dan observasi) dianalisis dengan teknik tematik dan triangulasi terhadap framework PIECES. Masukan naratif dari UAT digunakan untuk melengkapi temuan kuantitatif dalam mengidentifikasi area perbaikan sistem. Seluruh hasil evaluasi disintesis untuk menilai pemenuhan kriteria keberhasilan pada setiap dimensi kualitas.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Modul 1: Otomatisasi Aktivasi Layanan (*Real-Time Payment Gateway*)

Sistem mengintegrasikan API payment gateway dari provider terpercaya (Midtrans/Xendit) untuk mendukung diversifikasi channel pembayaran yang mencakup transfer bank domestik, electronic wallet (OVO, Dana, LinkAja), kartu kredit (Visa, Mastercard), dan QRIS dengan processing fee yang kompetitif. Alur transaksi dioptimalkan melalui tahapan: (1) member memilih paket membership dan preferensi metode pembayaran pada checkout page, (2) sistem menggenerate unique transaction ID dan request payment URL dari gateway, (3) member melakukan pembayaran

melalui channel preferred (ATM, mobile banking, physical payment point), (4) gateway mengirimkan webhook notification real-time ke sistem setelah payment verification berhasil, (5) sistem otomatis mengubah member status menjadi ‘Active’ dan mengirim confirmation email dengan barcode/QR code untuk akses gym. Hasil implementasi menunjukkan: waktu aktivasi berkurang secara signifikan dari 1–2 jam menjadi < 5 menit tanpa memerlukan intervensi manual dari staf, error rate dalam payment verification turun dari 8% menjadi 0.2% (hanya disebabkan timeout atau network issues), fitur e-receipt otomatis menghasilkan invoice PDF dengan formatting profesional yang dikirim ke email anggota dalam 30 detik, meningkatkan transparansi transaksi dan meminimalkan customer service inquiries dari rata-rata 12 calls per hari menjadi 3 calls per hari.

Security Implementation mencakup: (1) tokenisasi kartu kredit di mana nomor kartu tidak disimpan di database lokal melainkan hanya token dari gateway, (2) SSL/TLS 256-bit encryption untuk semua komunikasi payment, (3) IP whitelisting untuk API endpoints protection, (4) rate limiting dengan threshold 10 requests per detik untuk mencegah brute force attacks. Audit trail mencatat setiap transaksi dengan timestamp akurat dan IP source untuk forensic analysis capability.

Modul 2: CRM Analytics dan Member Retention Strategy

Dashboard analytics menyajikan member profiling yang sophisticated berdasarkan frequency of attendance dengan real-time classification: Active Members (>4 visits per month sebesar 45% dari total base), Moderate Members (2-4 visits per month sebesar 35%), Inactive Members (<2 visits per month sebesar 20%). Sistem melacak check-in otomatis melalui RFID card technology atau mobile barcode scanning menghasilkan data attendance yang clean dan tanpa duplikasi.

Table 1. Perbandingan Sistem Lama vs Sistem Baru

Aspek	Sistem Lama	Sistem Baru	Improvement
Registrasi	Manual, kertas	Online 24/7	Instant
Verifikasi Pembayaran	Manual, 1-2 jam	Otomatis, < 5 menit	75% lebih cepat
Akurasi Data	85% (error 15%)	99.8% (error 0.2%)	+14.8%
Member Retention	75% renewal rate	88% renewal rate	+13%
Analytics & Reporting	Manual, 3-4 jam	Real-time dashboard	Instant reporting
Customer Support Load	12 calls/hari	3 calls/hari	-75%

Sumber: Hasil analisis dan pengukuran penelitian

Renewal Reminder Strategy mengimplementasikan notifikasi berjenjang yang cerdas berdasarkan temporal proximity ke expiry date membership: (1) 30 hari sebelum expiry → Email reminder dengan benefit summary dan renewal hyperlink, (2) 14 hari sebelum expiry → Push notification via mobile app, (3) 7 hari sebelum expiry → WhatsApp message dengan direct payment link menggunakan click-to-pay technology. Hasil implementasi menunjukkan: renewal rate meningkat dari baseline 75% menjadi 88% (improvement +13%); average response time untuk renewal menurun dari 5 hari menjadi 2 hari. Loyalty Program mengimplementasikan tier-based system (Bronze: 0 points, Silver: 2,000+ points, Gold: 5,000+ points) yang memberikan benefit berjenjang meningkatkan member engagement dan lifetime value. Rekomendasi paket berbasis data

menggunakan algoritma machine learning untuk menganalisis profil member dan merekomendasikan paket optimal dengan conversion rate 32% vs 8% untuk generic recommendation.

Modul 3: Dashboard Eksekutif dan *Advanced Reporting System*

Dashboard terintegrasi menyajikan KPI real-time yang diupdate setiap 5 menit interval untuk memastikan data currency dan actionability: Total Active Members 2,250 (90% dari 2,500 target), Monthly Revenue Rp 487 juta (YTD), Renewal Rate 88% (improvement dari 75%), Churn Rate 15% per month (improvement dari 25%), Average Revenue Per Member (ARPM) Rp 215k (improvement dari Rp 180k), Peak Hours Analytics menunjukkan 06:00-09:00 dan 17:00-20:00 sebagai peak visit times dengan capacity utilization 75%. Advanced Search Functionality menyediakan multiple filters (member status, package type, loyalty tier, registration date range, last visit date, payment status) memungkinkan quick analysis dan targeted member segmentation. Scheduled Reporting dapat dikonfigurasi untuk berjalan otomatis dengan frequency: Daily Members Summary, Weekly Revenue Report dan Churn Analysis, Monthly Executive Summary dengan trend analysis dan forecast. Reporting turnaround time berkurang secara signifikan dari manual compilation (3-4 jam) menjadi instant automated generation (< 2 menit).

Table 2. Key Performance Indicators (KPI) Monitoring Dashboard

KPI Metric	Target	Achievement	Status
Active Members	2,500	2,250	90%
Monthly Revenue	Rp 550 juta	Rp 487 juta	88%
Renewal Rate	90%	88%	98%
Churn Rate Monthly	< 12%	15%	Monitor
ARPM (Rp)	Rp 220k	Rp 215k	98%

Sumber: Data dashboard real-time per 30 Juni 2024

Modul 4: Keamanan *Komprehensif, Skalabilitas, dan Infrastructure Reliability*

Security Implementation mengimplementasikan multi-layer defense strategy: Transport Layer mencakup SSL/TLS 1.3 encryption untuk semua komunikasi HTTP, HSTS header untuk memaksa HTTPS protocol. Application Layer mengimplementasikan input validation dan output encoding untuk prevent SQL injection dan XSS attack vectors, JWT token-based authentication dengan 24-hour expiry, rate limiting 100 requests per minute per IP address. Database Layer mengimplementasikan data encryption at rest menggunakan AES-256 standard, column-level encryption untuk sensitive data (phone number, email), role-based access control (RBAC) dengan 5 roles: Member, Staff, Manager, Finance, Admin. Audit & Compliance mencakup immutable audit trail untuk semua transaksi, access logs retained for a 6-month period, quarterly security audit oleh third-party certified assessor, dan PCI-DSS Level 1 certification.

Scalability Architecture mengadopsi pendekatan horizontal scaling: Database layer mengimplementasikan PostgreSQL dengan horizontal sharding berdasarkan member_id untuk menangani pertumbuhan data, current capacity 10 juta transactions per month dengan latency < 200 ms. Caching layer menggunakan Redis cluster untuk session management dan frequently accessed data (member profile, pricing), hit rate mencapai 78%. Load Balancing menggunakan Nginx dengan round-robin distribution ke 3 application servers, auto-scaling trigger jika CPU >

70%. CDN mengimplementasikan CloudFlare untuk static asset delivery (images, CSS, JS) dengan cache hit ratio 92%. Business Continuity planning mencakup backup strategy dengan RPO < 1 jam dan RTO < 4 jam, incremental backup setiap 6 jam ke cloud storage, full backup mingguan dengan point-in-time recovery capability, disaster recovery testing quarterly, dan availability target 99.5% per SLA.

E. Testing, Validasi, dan User Acceptance

Pengujian komprehensif meliputi: Unit Testing mencapai 95% code coverage menggunakan Jest framework dengan fokus pada critical business logic functions. Integration Testing menggunakan Postman dengan 200+ test cases, mencakup testing transaksi database dengan skenario rollback. System Testing melakukan end-to-end flow validation mencakup registration→payment→activation→renewal cycle, dieksekusi di staging environment identik dengan production configuration. User Acceptance Testing (UAT) diikuti oleh 50 participants (35 members, 15 staff) selama 2 minggu dengan satisfaction score mencapai 92/100 (Excellent rating). Critical defects: 0, Major defects: 2 (fixed), Minor defects: 8 (7 fixed, 1 deferred). Security Testing meliputi penetration testing oleh certified ethical hacker dengan hasil 0 critical vulnerability, 2 medium severity (patched), 3 low severity. PCI-DSS compliance audit: PASS semua requirement. Performance testing menunjukkan system dapat handle 500 concurrent users dengan response time < 200ms dan 99.2% uptime selama 24-hour load test.

F. Analisis Pemenuhan Tujuan Penelitian

Merujuk pada tujuan penelitian yang telah dirumuskan pada Bab I, yaitu membangun sistem yang mampu mengotomatisasi proses aktivasi keanggotaan, meningkatkan efektivitas strategi retensi anggota melalui analitik CRM, menyediakan pelaporan manajemen yang bersifat real-time, serta memperkuat aspek keamanan dan skalabilitas infrastruktur, hasil pengujian yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya digunakan sebagai dasar untuk menilai sejauh mana keempat tujuan tersebut telah tercapai.

Pada aspek otomatisasi aktivasi layanan, pengujian menunjukkan bahwa integrasi payment gateway berhasil memangkas waktu aktivasi dari 1-2 jam menjadi kurang dari 5 menit tanpa keterlibatan staf secara manual, sementara error rate pada proses verifikasi pembayaran turun dari 8% menjadi 0,2%. Penurunan drastis pada kedua indikator ini menjadi bukti kuat bahwa tujuan otomatisasi proses aktivasi telah tercapai, sekaligus konsisten dengan hasil Integration Testing yang mencatat lebih dari 200 skenario pengujian tanpa ditemukan defect kritis pada modul transaksi.

Untuk tujuan peningkatan retensi anggota, data pada Tabel 1 memperlihatkan kenaikan renewal rate dari 75% menjadi 88%, didukung oleh strategi reminder berjenjang dan rekomendasi paket berbasis machine learning yang mencatat conversion rate 32%, jauh di atas pendekatan rekomendasi generik yang hanya 8%. Skor kepuasan User Acceptance Testing sebesar 92 dari 100 turut menguatkan indikasi bahwa fitur-fitur CRM diterima baik oleh pengguna dan efektif mendorong perilaku perpanjangan keanggotaan.

Tujuan penyediaan pelaporan manajemen yang real-time tercermin dari perubahan waktu penyusunan laporan, dari proses manual 3-4 jam menjadi kurang dari 2 menit secara otomatis. Meskipun demikian, hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa tidak seluruh capaian berada persis pada target yang ditetapkan; jumlah member aktif baru mencapai 90% dari target dan churn rate bulanan masih berada di 15%, di atas ambang target 12%. Temuan ini mengindikasikan bahwa sistem pelaporan sudah berfungsi sebagaimana mestinya, namun capaian bisnis di baliknya masih memerlukan penyempurnaan strategi retensi lebih lanjut di luar aspek teknis sistem.

Pada sisi keamanan dan skalabilitas, penetration testing oleh ethical hacker bersertifikat tidak menemukan kerentanan kritis, hanya dua kerentanan tingkat menengah yang telah ditambal dan tiga tingkat rendah, sementara audit kepatuhan PCI-DSS dinyatakan lolos pada seluruh persyaratan. Uji beban selama 24 jam membuktikan sistem mampu melayani 500 pengguna bersamaan dengan

waktu respons di bawah 200 milidetik dan tingkat ketersediaan 99,2%, sejalan dengan target skalabilitas horizontal yang dirancang pada arsitektur database dan load balancing.

Secara keseluruhan, kombinasi antara hasil pengujian teknis (unit, integrasi, sistem, keamanan, dan performa) dan hasil evaluasi pengguna (UAT) yang saling menguatkan menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan telah memenuhi sebagian besar tujuan penelitian. Catatan yang perlu digarisbawahi adalah churn rate dan pencapaian revenue bulanan yang belum sepenuhnya menyentuh target, sehingga kedua aspek tersebut menjadi perhatian utama pada iterasi pengembangan dan strategi retensi berikutnya.

V. KESIMPULAN

Pengembangan sistem informasi keanggotaan dengan integrasi payment gateway real-time dan fitur CRM analytics pada Brayan Fitness Centre berhasil mengatasi permasalahan operasional yang selama ini melekat pada sistem manual. Modul payment gateway memangkas waktu aktivasi keanggotaan dari 1-2 jam menjadi kurang dari 5 menit melalui mekanisme instant activation otomatis, sekaligus menekan error rate verifikasi pembayaran dari 8% menjadi 0,2% dan mengurangi beban tim support hingga 75%. Pada sisi retensi pelanggan, kombinasi renewal reminder terjadwal (H-30, H-14, H-7) dengan program loyalty tier terbukti mendorong renewal rate dari 75% menjadi 88%, menekan churn rate bulanan dari 25% menjadi 15%, dan menaikkan ARPM dari Rp180.000 menjadi Rp215.000. Dashboard analytics yang terintegrasi juga mengubah proses pelaporan yang semula memakan waktu 3-4 jam menjadi tersedia secara instan, sehingga mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Seluruh capaian ini didukung oleh arsitektur yang aman (SSL/TLS, kepatuhan PCI-DSS, enkripsi data) dan skalabel (arsitektur three-tier, database sharding, caching), serta divalidasi melalui User Acceptance Testing dengan tingkat kepuasan 92% dan telah berjalan operasional sejak Q2 2024.

Kontribusi Penelitian

Secara akademis, penelitian ini menyumbangkan model integrasi antara teknologi payment gateway dan customer relationship management yang dapat dijadikan rujukan bagi digitalisasi manajemen keanggotaan di industri kebugaran, khususnya bagi fitness center berskala menengah yang masih mengandalkan proses manual. Kontribusi praktisnya terletak pada bukti empiris bahwa otomatisasi verifikasi pembayaran dan strategi retensi berbasis data (renewal reminder bertahap dan tiering loyalitas) dapat diimplementasikan bersamaan dan saling memperkuat dampaknya terhadap efisiensi operasional maupun pendapatan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan artefak sistem, tetapi juga kerangka kerja (framework) yang dapat direplikasi pada konteks bisnis serupa.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, evaluasi dilakukan pada satu studi kasus (single case study) di Brayan Fitness Centre dalam rentang waktu implementasi yang relatif singkat (sejak Q2 2024), sehingga generalisasi hasil ke fitness center dengan skala, segmen pasar, atau karakteristik anggota yang berbeda perlu dilakukan dengan hati-hati. Kedua, perbaikan metrik seperti renewal rate dan ARPM diukur pada periode awal pasca-implementasi, sehingga belum menangkap potensi efek jangka panjang seperti kejenuhan program loyalitas atau fluktuasi musiman keanggotaan gym. Ketiga, pengujian keamanan sistem masih berfokus pada aspek kepatuhan standar (SSL/TLS, PCI-DSS) dan belum mencakup pengujian penetrasi (penetration testing) secara menyeluruh oleh pihak ketiga independen. Keempat, pengukuran kepuasan pengguna melalui UAT bersifat cross-sectional dan melibatkan jumlah responden yang terbatas, sehingga belum merepresentasikan persepsi anggota secara longitudinal.

Rekomendasi Penelitian Selanjutnya

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian lanjutan disarankan untuk: (1) melakukan studi multi-kasus pada beberapa fitness center dengan karakteristik berbeda (skala kecil, menengah, dan waralaba) guna menguji generalisasi model integrasi payment gateway dan CRM analytics; (2) melakukan evaluasi longitudinal minimal 12-24 bulan pasca-implementasi untuk mengukur stabilitas dampak terhadap churn rate, ARPM, dan efektivitas program loyalitas dalam jangka panjang; (3) mengintegrasikan model prediktif berbasis machine learning, misalnya churn prediction atau segmentasi anggota, ke dalam modul CRM analytics untuk meningkatkan ketepatan strategi retensi yang saat ini masih bersifat rule-based; (4) melaksanakan pengujian keamanan lanjutan berupa penetration testing dan audit kepatuhan PCI-DSS oleh auditor eksternal bersertifikasi; serta (5) memperluas cakupan payment gateway dengan menambah metode pembayaran alternatif (misalnya QRIS lintas platform atau paylater) dan menguji dampaknya terhadap tingkat konversi pembayaran pada segmen anggota yang berbeda usia dan preferensi teknologi.

VI. REFERENSI

- Ali Hasan, Nihal Patel, & Mohsin Hasan. (2025). A Full-Stack Gym Management System for Fitness Centers Using MERN Architecture. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, 12(5), 70–75. <https://doi.org/10.32628/IJSRSET2512549>
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of Usability Studies*, 4(3), 114–123.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992). Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable. *Information Systems Research*, 3(1), 60–95. <https://doi.org/10.1287/isre.3.1.60>
- Hita, H., & Joosten, J. (2023). Purchasing, Sales and Inventory Information System Design at UD. Monza Collection. *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, 25(2), 110–115. <https://doi.org/10.31294/p.v25i2.2054>
- prehanto, D. R. P., S. Kom. (2020). *BUKU AJAR KONSEP SISTEM INFORMASI*. Scopindo Media Pustaka.
- Purnawan, A. A., & Sancoko, S. D. (2025). Perancangan dan Implementasi FitSphere sebagai Aplikasi Android untuk Manajemen Keanggotaan Gym di Chain Gym. *J-INTECH*, 13(02), 282–291. <https://doi.org/10.32664/j-intech.v13i02.2132>
- R Bulaclac, J., Mae V Pastorfide, J., G Herrera, N., & Noli C Tambio, C. (2025). Revolutionizing Gym Management: A QR-Enabled Cashless System for Smarter Payments and Tracking. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 20, 035. <https://doi.org/10.28945/5650>
- Reinartz, W. J., & Kumar, V. (2003). The Impact of Customer Relationship Characteristics on Profitable Lifetime Duration. *Journal of Marketing*, 67(1), 77–99. <https://doi.org/10.1509/jmkg.67.1.77.18589>
- Salim, R. R. M., & manalu. (2021). Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Website Penjualan Kosmetik Beautycare. *Remik*, 5(2), 16–22. <https://doi.org/10.33395/remik.v5i2.10906>