

Perancangan Sistem CRM Agile untuk Optimalisasi Penanganan Keluhan Pelanggan PT Transkom Integrasi Mandiri

Jordhy Sachsono^{1*}, Santosa Wijayanto²

¹²Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

**Corresponding Author Email:* jordhy.sachsono03@gmail.com

Abstract

This study designs and evaluates a web-based Customer Relationship Management (CRM) system named Supernova to optimize complaint handling for cellular and internet operator services at PT Transkom Integrasi Mandiri. The study employed a qualitative approach through observation, interviews, and literature review to identify the existing workflow, user requirements, and operational constraints. System development followed Agile stages comprising requirements gathering, planning, design, development, testing, and evaluation and improvement. The resulting application integrates customer records, complaint tickets, service categories, complaint reasons, evidence files, status updates, feedback histories, role-based access, monitoring dashboards, and transaction reports. Evaluation of system use shows that complaint information that was previously distributed across WhatsApp and spreadsheets can be managed in a centralized database with traceable New, Pending, and Completed statuses. The monitored application view contained 251 complaint records, including 10 New, 5 Pending, and 236 Completed tickets. Black-box and white-box testing indicated that the main functional scenarios and tested program paths operated as designed. Optimization is therefore concluded at the process level, particularly in data centralization, status traceability, follow-up documentation, access control, and reporting, without claiming a measured percentage improvement in response time.

Keywords: *Customer Relationship Management, Agile, Customer Complaints, Information System, Complaint Monitoring*

Abstrak

Penelitian ini merancang dan mengevaluasi sistem Customer Relationship Management (CRM) berbasis web bernama Supernova untuk mengoptimalkan penanganan keluhan layanan operator seluler dan operator internet pada PT Transkom Integrasi Mandiri. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif melalui observasi, wawancara, dan studi literatur untuk mengidentifikasi alur kerja berjalan, kebutuhan pengguna, serta kendala operasional. Pengembangan sistem mengikuti tahapan Agile yang meliputi requirements gathering, planning, design, development, testing, serta evaluation and improvement. Aplikasi yang dihasilkan mengintegrasikan data pelanggan, tiket keluhan, kategori layanan, reason, bukti pendukung, pembaruan status, riwayat feedback, pembagian hak akses, dashboard monitoring, dan laporan transaksi. Evaluasi penggunaan menunjukkan bahwa informasi keluhan yang sebelumnya tersebar pada WhatsApp dan spreadsheet dapat dikelola dalam basis data terpusat dengan status New, Pending, dan Completed yang dapat ditelusuri. Tampilan monitoring memuat 251 data keluhan, terdiri atas 10 tiket New, 5 Pending, dan 236 Completed. Pengujian black box dan white box menunjukkan fungsi utama serta jalur program yang diuji berjalan sesuai rancangan. Optimalisasi disimpulkan pada tingkat proses, yaitu keterpusatan data, keterlacakan status, dokumentasi tindak lanjut, pembagian akses, dan pelaporan, tanpa mengklaim persentase peningkatan waktu respons.

Kata Kunci: Customer Relationship Management, Agile, Keluhan Pelanggan, Sistem Informasi, Monitoring Keluhan

A. PENDAHULUAN

Transformasi digital pada layanan telekomunikasi membuat kualitas pengelolaan interaksi pelanggan menjadi bagian penting dari kesinambungan layanan. Perusahaan yang menangani aktivitas contact center tidak hanya perlu menerima keluhan, tetapi juga harus memastikan bahwa informasi pelanggan, kategori masalah, pihak yang melakukan tindak lanjut, perkembangan status, dan hasil penyelesaian dapat ditelusuri secara konsisten. Sistem

informasi yang terintegrasi memberi organisasi kemampuan untuk menghubungkan data dengan proses bisnis sehingga informasi dapat digunakan pada saat operasional maupun saat evaluasi manajerial (Laudon & Laudon, 2021). Dalam konteks Customer Relationship Management (CRM), pengelolaan informasi pelanggan tidak berhenti pada penyimpanan identitas, tetapi mencakup proses membangun hubungan yang bernilai melalui pencatatan interaksi, pemahaman kebutuhan, dan

penggunaan data untuk mendukung keputusan layanan (Kumar & Reinartz, 2018).

PT Transkom Integrasi Mandiri menangani layanan operator seluler dan operator internet dengan karakteristik keluhan yang beragam. Berdasarkan observasi penelitian, keluhan dapat diterima melalui WhatsApp, telepon, email, dan kanal komunikasi lain. Agent mengidentifikasi pelanggan dan detail keluhan, kemudian mencatat informasi pada spreadsheet serta meneruskannya kepada Team Follow-up melalui koordinasi manual. Pembaruan status penyelesaian tidak langsung tercatat pada satu media yang sama, sedangkan Leader/Admin memerlukan rekapitulasi kembali untuk memperoleh gambaran monitoring. Kondisi tersebut menimbulkan empat persoalan utama, yaitu data keluhan tersebar, status sulit dipantau secara langsung, riwayat tindak lanjut tidak mudah ditelusuri, dan penyusunan laporan membutuhkan proses tambahan. Persoalan ini penting karena proses penanganan keluhan yang baik membutuhkan mekanisme yang terdokumentasi, mudah digunakan, dapat ditinjau, dan dapat dievaluasi secara berkelanjutan (International Organization for Standardization, 2018).

CRM dipilih sebagai pendekatan karena kebutuhan penelitian berpusat pada integrasi informasi pelanggan dengan riwayat layanan dan keluhan. Penelitian terdahulu pada PT Telkom Akses memperlihatkan bahwa pengembangan aplikasi CRM berbasis web dapat mendukung komunikasi dan pengelolaan pengaduan pelanggan melalui sistem informasi yang lebih terarah (Fadhli & Samsinar, 2022). Pada tingkat yang lebih luas, penggunaan data pelanggan secara terstruktur mendukung kemampuan organisasi untuk memahami interaksi dan menyediakan layanan yang lebih relevan (Huang & Rust, 2021). Meskipun demikian, penelitian ini tidak memosisikan CRM hanya sebagai basis data pelanggan. CRM dirancang sebagai alur kerja operasional yang menghubungkan Agent, Team Follow-up, serta Leader/Admin dari tahap pencatatan hingga monitoring dan pelaporan.

Research gap penelitian terletak pada kebutuhan untuk membangun keterlacakan proses penanganan keluhan yang sebelumnya tersebar pada beberapa media komunikasi. Sistem yang dirancang harus dapat menyatukan tiket keluhan dengan data pelanggan, layanan, reason atau klasifikasi keluhan, bukti pendukung, status New, Pending, dan Completed, feedback tindak lanjut, serta laporan transaksi. Selain itu, sistem perlu membedakan hak akses berdasarkan tanggung jawab pengguna. Dengan rancangan tersebut, kontribusi penelitian tidak hanya berupa tampilan aplikasi, tetapi berupa mekanisme proses yang dapat menunjukkan siapa yang membuat tiket, siapa yang melakukan follow-up, bagaimana status berubah, dan bagaimana informasi akhirnya tersedia untuk kebutuhan monitoring. Orientasi pada keterlacakan ini menjadi pembeda praktis dibanding pencatatan keluhan yang hanya menghasilkan rekap akhir tanpa histori proses.

Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode Agile karena kebutuhan operasional dapat berubah ketika pengguna mulai menilai rancangan dan fungsi yang dibuat. Agile menempatkan pengembangan sebagai proses adaptif

yang memberi ruang bagi evaluasi dan penyesuaian berdasarkan umpan balik pengguna (Project Management Institute & Agile Alliance, 2017). Kajian mengenai requirement engineering pada proyek Agile juga menunjukkan bahwa perubahan kebutuhan, komunikasi, prioritas, dokumentasi, dan validasi merupakan aspek penting yang perlu dikelola agar hasil pengembangan tetap sesuai dengan konteks penggunaan (Rasheed et al., 2021). Oleh karena itu, penelitian menerapkan siklus requirements gathering, planning, design, development, testing, serta evaluation and improvement untuk menjaga keterkaitan antara kebutuhan lapangan dan fungsi aplikasi yang diimplementasikan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian bertujuan: merancang sistem CRM berbasis web yang terintegrasi untuk pengelolaan data pelanggan dan keluhan; menyusun alur proses dan pembagian hak akses Agent, Team Follow-up, dan Leader/Admin; menghasilkan mekanisme pencatatan, monitoring, serta pelacakan keluhan yang terstruktur; dan mengevaluasi hasil penggunaan serta pengujian aplikasi Supernova berdasarkan keterpusatan data, keterlacakan status, dokumentasi tindak lanjut, serta ketersediaan laporan. Istilah optimalisasi dalam penelitian ini dibatasi pada perbaikan struktur proses dan dukungan sistem. Penelitian tidak menggunakan data durasi sebelum dan sesudah implementasi, sehingga tidak menarik klaim kuantitatif mengenai persentase peningkatan kecepatan respons. Pembatasan ini diperlukan agar kesimpulan tetap sejalan dengan bukti yang benar-benar tersedia pada penelitian.

B. METODE

Penelitian dilaksanakan pada PT Transkom Integrasi Mandiri dengan fokus pada proses penanganan keluhan pelanggan operator seluler dan operator internet. Pendekatan yang digunakan adalah kualitatif deskriptif karena penelitian diarahkan untuk memahami proses bisnis yang berjalan, masalah yang dialami pengguna, kebutuhan informasi, serta kesesuaian fungsi sistem yang dikembangkan. Data primer diperoleh melalui observasi aktivitas operasional dan wawancara dengan pihak yang terlibat dalam proses layanan. Narasumber berasal dari fungsi Supervisor Operasional, Team Leader, Quality Assurance, Telecollection Agent, dan Administrator Sistem. Studi literatur digunakan sebagai data pendukung untuk menyusun landasan CRM, Agile, perancangan sistem, dan pengujian perangkat lunak.

Observasi dilakukan pada alur penerimaan keluhan, pencatatan data pelanggan, eskalasi keluhan, monitoring status, serta pelaporan. Wawancara digunakan untuk menggali prosedur kerja, kendala pengelolaan data, kebutuhan informasi, harapan pengguna, dan fitur yang dianggap penting. Data hasil observasi dan wawancara kemudian dipetakan menjadi kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Analisis tidak hanya mencatat aktivitas yang dilakukan pengguna, tetapi juga mengidentifikasi titik perpindahan informasi yang berpotensi menimbulkan ketidakselarasan, terutama ketika informasi berpindah dari percakapan WhatsApp ke spreadsheet dan selanjutnya ke proses follow-up. Hasil analisis menjadi dasar dalam menentukan ruang lingkup aplikasi Supernova.

Pengembangan menggunakan pendekatan Agile yang diterapkan dalam enam tahap. Requirements gathering digunakan untuk mengidentifikasi proses berjalan, masalah, kebutuhan pengguna, serta kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Planning digunakan untuk menentukan ruang lingkup, prioritas fitur, jadwal, kebutuhan sumber daya, dan strategi implementasi. Design mencakup pemodelan use case, activity diagram, sequence diagram, class diagram, Entity Relationship Diagram (ERD), struktur basis data, dan rancangan antarmuka. Development menerjemahkan rancangan menjadi aplikasi berbasis web. Testing memastikan fungsi memenuhi skenario yang ditetapkan. Evaluation and improvement digunakan untuk menilai hasil penggunaan dan melakukan penyempurnaan berdasarkan temuan pengujian serta kebutuhan pengguna. Pola iteratif ini sejalan dengan karakter Agile yang menekankan penyesuaian terhadap perubahan dan pengiriman nilai secara bertahap (Project Management Institute & Agile Alliance, 2017).

Pada tahap requirement, kebutuhan ditulis berdasarkan aktivitas pengguna dan keluaran yang diperlukan. Pendekatan berbasis kebutuhan pengguna penting dalam pengembangan Agile karena requirement perlu disajikan dalam bentuk yang cukup jelas untuk menjadi penghubung antara kebutuhan bisnis dan implementasi teknis (Raharjana et al., 2021). Kebutuhan utama yang dihasilkan meliputi autentikasi, dashboard monitoring, input tiket keluhan, pengelolaan data pelanggan, daftar dan detail keluhan, pembaruan status dan feedback, management user, master data operation, serta report transaksi. Kebutuhan non-fungsional meliputi usability, performance, security, availability, reliability, maintainability, dan portability. Penelitian tidak melakukan pengukuran numerik untuk seluruh karakteristik non-fungsional tersebut; karakteristik digunakan sebagai pedoman desain dan implementasi.

Arsitektur data disusun untuk menjaga hubungan antara pelanggan, keluhan, pengguna, layanan, reason, dan riwayat pembaruan. Entitas Customers menyimpan identitas pelanggan, Complaints menyimpan tiket utama, Services dan Reasons menjadi data referensi, sedangkan Complaint Updates menyimpan histori perubahan status dan feedback. Model data tersebut dimaksudkan untuk menghindari pemisahan informasi yang sebelumnya muncul ketika data tersimpan pada beberapa media. Use case kemudian digunakan untuk memetakan fungsi kepada tiga kelompok pengguna, yaitu Agent, Team Follow-up, dan Leader/Admin. Pembagian akses tidak hanya menjadi kebutuhan antarmuka, tetapi juga bagian dari kontrol proses agar setiap peran bekerja pada fungsi yang sesuai tanggung jawabnya.

Pengujian dilakukan menggunakan Black Box Testing dan White Box Testing. Black box digunakan untuk memeriksa keluaran fungsi berdasarkan masukan dan skenario tanpa menjadikan struktur internal kode sebagai dasar evaluasi. Pendekatan ini relevan untuk menilai apakah fungsi sistem memberikan respons yang sesuai dengan kebutuhan pengguna (Supriyono, 2020). Skenario mencakup login, validasi data wajib, input complain, tampilan daftar complain, update status, management user, master data, dan

report. White box digunakan pada modul terpilih untuk meninjau jalur logika program, percabangan, validasi input, session, query database, serta keluaran. Basis path testing digunakan dengan cyclomatic complexity sederhana $V(G) = P + 1$, dengan P sebagai jumlah predicate node pada modul yang dianalisis.

Evaluasi optimalisasi proses dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan setelah penggunaan Supernova pada indikator yang dapat diamati langsung dari data penelitian. Indikator tersebut meliputi media pencatatan, keterpusatan penyimpanan, monitoring status, riwayat tindak lanjut, pelaporan, pembagian akses, ringkasan status, serta fasilitas pencarian dan filter. Data transaksi pada aplikasi juga digunakan untuk menunjukkan kemampuan sistem mengelompokkan tiket berdasarkan status. Karena penelitian tidak memiliki pengukuran baseline waktu penanganan yang setara dengan data setelah implementasi, evaluasi tidak menggunakan uji statistik atau persentase percepatan respons. Dengan demikian, hasil yang dilaporkan adalah optimalisasi proses dan informasi, bukan pengukuran peningkatan performa waktu secara kausal.

Tabel 1. Ringkasan kebutuhan fungsional utama sistem

Fungsi	Keluaran Utama
Login dan akses	Autentikasi serta pengalihan dashboard berdasarkan role.
Dashboard monitoring	Ringkasan total tiket serta status New, Pending, dan Completed.
Input tiket	Data pelanggan, layanan, reason, keterangan, dan bukti pendukung.
Daftar/detail keluhan	Pencarian, filter, detail tiket, dan riwayat penanganan.
Update status & feedback	Pembaruan status dan dokumentasi tindak lanjut oleh Team Follow-up.
Management user	Pengelolaan akun dan role oleh Leader/Admin.
Master data	Pengelolaan kota, layanan, dan reason.
Report transaksi	Penyajian data terfilter dan ekspor untuk evaluasi.

Sumber: Diolah dari kebutuhan fungsional penelitian (2026).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

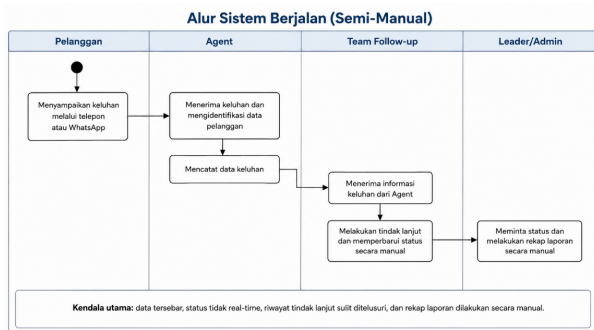
Analisis Sistem Berjalan

Hasil observasi memperlihatkan bahwa penanganan keluhan sebelum implementasi Supernova belum memiliki satu sumber data yang digunakan bersama sepanjang siklus layanan. Pelanggan menyampaikan keluhan melalui beberapa kanal, Agent menerima dan mengidentifikasi informasi, kemudian data dicatat kembali pada spreadsheet. Informasi yang membutuhkan tindak lanjut diteruskan kepada Team Follow-up melalui koordinasi manual. Setelah proses follow-up berlangsung, perkembangan status diinformasikan melalui komunikasi antarpegawai, sedangkan Leader/Admin melakukan rekapitulasi untuk kebutuhan monitoring dan laporan. Alur ini menimbulkan ketergantungan pada perpindahan informasi antar-media,

sehingga pencarian status atau histori sering membutuhkan penelusuran kembali terhadap pesan dan berkas rekap.

Gambar 1 menunjukkan titik masalah utama pada sistem berjalan. Ketidadaan basis data bersama membuat satu keluhan tidak selalu memiliki jejak proses yang dapat dilihat dari awal sampai akhir pada satu tempat. Ketika status berubah, informasi perlu diselaraskan kembali dengan rekam yang digunakan oleh pihak lain. Dalam kondisi demikian, persoalan bukan hanya jumlah media yang digunakan, tetapi ketidakmampuan media tersebut membentuk satu catatan layanan yang konsisten. Prinsip pengelolaan keluhan menekankan pentingnya proses yang dapat diakses, dianalisis, dievaluasi, dan ditingkatkan secara berkelanjutan (International Organization for Standardization, 2018). Berdasarkan kebutuhan tersebut, rancangan Supernova diarahkan untuk menjadikan tiket sebagai unit utama yang menghubungkan data pelanggan, status, feedback, dan laporan.

Gambar 1. Alur sistem berjalan sebelum implementasi Supernova



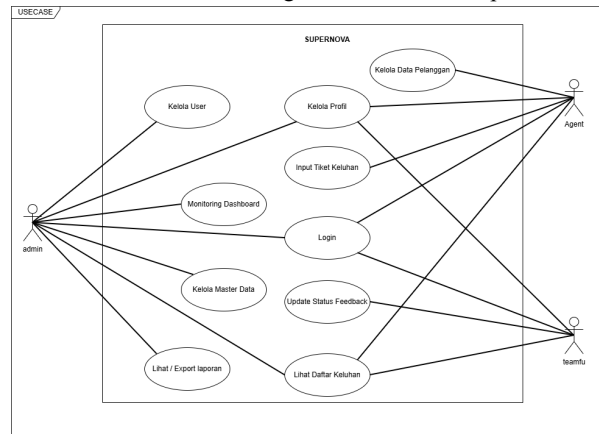
Sumber: Hasil analisis proses bisnis penelitian (2026).

Perancangan Proses dan Pembagian Hak Akses

Sistem usulan dirancang sebagai aplikasi CRM berbasis web dengan tiga kelompok pengguna. Agent bertugas mengelola data pelanggan, membuat tiket keluhan, memilih layanan dan reason, melampirkan bukti, mengelola profil, serta melihat daftar keluhan sesuai kebutuhan operasional. Team Follow-up berfokus pada tiket yang memerlukan tindak lanjut, melihat detail keluhan, memperbarui status menjadi New, Pending, atau Completed, dan mengisi feedback. Leader/Admin memiliki fungsi yang lebih luas untuk monitoring dashboard, pengelolaan user, pengelolaan master data, serta melihat dan mengeksport laporan. Pembagian ini membuat tanggung jawab proses dapat ditautkan dengan role, bukan hanya bergantung pada komunikasi informal antarpegawai. Use Case Diagram pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa akses setiap aktor dipisahkan berdasarkan fungsi utama. Desain tersebut penting karena tujuan sistem bukan membuat semua pengguna dapat melakukan semua aktivitas, melainkan memastikan informasi bergerak melalui tahapan yang dapat dikendalikan. Ketika Agent membuat tiket, data disimpan dengan identitas pengirim. Ketika Team Follow-up memperbarui status, perubahan dicatat sebagai bagian dari riwayat. Ketika Leader/Admin melakukan monitoring, informasi yang dilihat berasal dari data transaksi yang sama. Struktur ini mengurangi kebutuhan menggabungkan beberapa sumber secara manual dan membuat konteks tiket tetap terhubung sepanjang proses.

Dari perspektif Agile, pembagian use case juga memudahkan prioritas pengembangan. Fungsi yang paling dekat dengan alur inti, seperti login, input tiket, daftar complain, update status, dan dashboard, dapat diselesaikan serta dievaluasi terlebih dahulu sebelum fungsi pendukung diperluas. Pengembangan bertahap semacam ini membantu tim menilai apakah implementasi telah memenuhi kebutuhan pengguna sebelum melanjutkan ke bagian berikutnya. Literatur menunjukkan bahwa pengembangan Agile pada skala organisasi membutuhkan perhatian terhadap koordinasi, dependensi, dan penyalarsan cara kerja agar fleksibilitas tidak menghasilkan ketidakteraturan baru (Edison et al., 2022). Dalam Supernova, penyalarsan tersebut diwujudkan melalui pembagian role dan konsistensi sumber data.

Gambar 2. Use Case Diagram sistem CRM Supernova



Sumber: Hasil perancangan sistem penelitian (2026).

Tabel 2. Pembagian peran dan hak akses utama

Role	Hak Akses Utama
Agent	Input data pelanggan dan tiket; pilih layanan/reason; unggah bukti; lihat keluhan.
Team Follow-up	Lihat tiket; lakukan follow-up; update status; isi feedback dan riwayat.
Leader/Admin	Kelola user dan master data; monitoring dashboard; akses dan ekspor laporan.

Sumber: Hasil perancangan use case penelitian (2026).

Perancangan Basis Data dan Keterlacakan Tiket

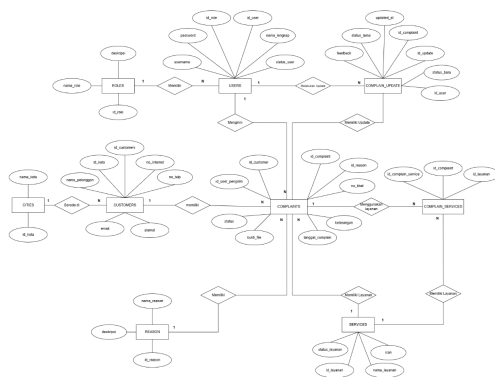
Basis data dirancang untuk menghubungkan informasi yang sebelumnya terpisah. Entitas Customers menyimpan identitas pelanggan dan relasi kota. Complaints menjadi tabel transaksi utama yang menyimpan nomor tiket, pelanggan, reason, user pengirim, status, keterangan, bukti file, dan tanggal complain. Services menyimpan jenis layanan, sedangkan Complaint Services menjadi tabel penghubung agar satu tiket dapat dikaitkan dengan lebih dari satu layanan. Complaint Updates menyimpan id complaint, id user yang melakukan pembaruan, status lama, status baru, feedback, serta waktu pembaruan. Struktur ini memungkinkan sistem menyajikan status terkini tanpa menghilangkan histori perubahan.

ERD pada Gambar 3 memperlihatkan bahwa rancangan tidak memperlakukan data keluhan sebagai satu tabel datar. Pemisahan entitas pelanggan, layanan, reason, user, complaint, dan update dilakukan agar data referensi dapat digunakan kembali dan perubahan status dapat dicatat secara lebih sistematis. Pola data terstruktur sejalan dengan fungsi sistem informasi yang menghubungkan data, proses,

dan pengguna untuk mendukung operasi serta keputusan organisasi (Laudon & Laudon, 2021). Bagi proses CRM, konsistensi data pelanggan dan histori interaksi juga menjadi elemen penting karena nilai CRM bergantung pada kemampuan organisasi memperoleh pandangan yang dapat digunakan terhadap hubungan pelanggan (Kumar & Reinartz, 2018).

Keterlacakan tiket terbentuk melalui kombinasi nomor tiket, status, identitas pengguna, feedback, dan waktu pembaruan. Saat Team Follow-up mengubah status, sistem tidak hanya menampilkan nilai status terbaru tetapi menyimpan informasi pembaruan pada riwayat. Konsekuensinya, kebutuhan monitoring tidak harus dipenuhi dengan membaca ulang percakapan. Data dapat ditelusuri dari tiket yang sama dan dapat digunakan kembali ketika Leader/Admin membutuhkan evaluasi. Rancangan tersebut juga memberi dasar bagi pengembangan berikutnya, misalnya Service Level Agreement (SLA), audit log, atau analitik waktu penyelesaian, karena komponen proses telah dipisahkan dan dapat diperluas.

Gambar 3. Entity Relationship Diagram sistem CRM Supernova



Sumber: Hasil perancangan basis data penelitian (2026).

Analisis Kebutuhan Non-Fungsional

Selain fungsi utama, rancangan Supernova menetapkan kebutuhan non-fungsional yang digunakan sebagai pedoman kualitas implementasi. Usability diarahkan agar antarmuka dapat dipahami oleh Agent, Team Follow-up, dan Leader/Admin tanpa membebani pengguna dengan langkah yang tidak berkaitan dengan tugasnya. Performance diarahkan agar daftar complain dan dashboard dapat ditampilkan dengan respons yang memadai pada lingkungan penggunaan. Security memerlukan pembatasan akses berdasarkan role dan perlindungan kredensial. Availability dikaitkan dengan kemampuan aplikasi berbasis web untuk digunakan selama server perusahaan aktif. Reliability menekankan konsistensi data keluhan, sedangkan maintainability dan portability berkaitan dengan struktur kode yang terorganisir serta akses melalui browser modern. Kebutuhan ini bukan hasil pengukuran numerik, tetapi kriteria desain yang menjadi acuan selama implementasi.

Kebutuhan usability diterjemahkan melalui penyederhanaan menu dan pemisahan dashboard. Agent tidak perlu berhadapan dengan fungsi administratif yang tidak berkaitan langsung dengan pencatatan tiket, sedangkan Team Follow-up memperoleh akses ke tiket dan proses update yang menjadi fokus pekerjaannya.

Leader/Admin memperoleh tampilan monitoring dan fungsi pengelolaan. Pemisahan tersebut mengurangi kepadatan fungsi pada satu antarmuka serta mendukung konsistensi alur. Pada tahap evaluasi, indikator usability belum diuji menggunakan instrumen seperti System Usability Scale, sehingga penelitian tidak memberikan skor kenyamanan atau kemudahan penggunaan. Temuan yang tersedia sebatas kesesuaian fungsi dengan alur kerja dan kemampuan pengguna memperoleh informasi dari halaman yang disediakan.

Kebutuhan security diterapkan melalui autentikasi, session, role, hashing password, dan penggunaan prepared statement pada modul tertentu yang dianalisis dalam white box. Mekanisme ini memberi kontrol dasar terhadap akses dan pengolahan data. Namun, keamanan aplikasi tidak dapat disimpulkan hanya dari keberhasilan login atau validasi role. Pengujian penelitian belum mencakup kerentanan seperti injection secara komprehensif, cross-site scripting, cross-site request forgery, session fixation, rate limiting, atau pengujian konfigurasi server. Oleh sebab itu, rancangan keamanan diposisikan sebagai baseline implementasi yang masih memerlukan hardening ketika aplikasi dipakai pada lingkungan operasional yang lebih luas.

Reliability dan maintainability berkaitan erat dengan struktur basis data dan pemisahan modul. Riwayat update keluhan disimpan pada tabel tersendiri sehingga perubahan status dapat ditelusuri tanpa menimpa seluruh jejak penanganan. Master kota, layanan, dan reason dipisahkan dari transaksi agar perubahan data referensi tidak mengharuskan penulisan ulang pada setiap tiket. Di sisi pemeliharaan, pemisahan fungsi login, complaint, user management, master data, dan report membantu pengembang melakukan perubahan pada area tertentu secara lebih terarah. Pola ini tetap perlu didukung dokumentasi kode, version control, backup, dan prosedur deployment agar maintainability tidak hanya bergantung pada struktur aplikasi pada saat penelitian selesai.

Portability pada penelitian dibatasi pada penggunaan aplikasi melalui desktop atau laptop dengan browser modern di lingkungan web. Sistem dikembangkan dan diuji pada Windows 11 64-bit, server lokal Laragon/Apache, PHP dan JavaScript, MySQL, Tailwind CSS, serta browser Google Chrome atau Microsoft Edge. Spesifikasi perangkat yang digunakan mencakup prosesor Intel Core Ultra 5 125H atau setara, RAM 16 GB, dan SSD 512 GB. Spesifikasi tersebut menggambarkan lingkungan pengembangan dan pengujian, bukan persyaratan minimum final untuk seluruh pengguna. Penentuan requirement produksi perlu mempertimbangkan jumlah pengguna serentak, volume tiket, retensi bukti file, strategi backup, dan konfigurasi jaringan perusahaan.

Tabel 3. Kebutuhan non-fungsional sebagai pedoman rancangan

Karakteristik	Penerapan dalam Rancangan
Usability	Antarmuka mudah dipahami sesuai role pengguna.
Performance	Daftar complain dan dashboard tampil dengan respons memadai.
Security	Akses dibatasi role; kredensial dan proses data dilindungi.
Availability	Aplikasi tersedia melalui browser selama server aktif.

Karakteristik	Penerapan dalam Rancangan
Reliability	Data complain konsisten dan riwayat tidak mudah hilang.
Maintainability	Kode dan basis data terorganisir untuk pengembangan.
Portability	Aplikasi web dapat digunakan pada browser modern.

Sumber: Diolah dari kebutuhan non-fungsional penelitian (2026).

Pemodelan Aktivitas Utama Sistem

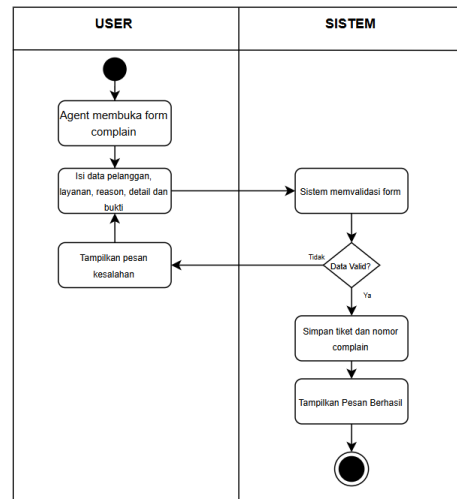
Activity diagram digunakan untuk menggambarkan aliran aktivitas antara pengguna dan sistem pada modul-modul utama. Penelitian memodelkan login, kelola data pelanggan, input tiket keluhan, kelola profil, lihat daftar keluhan, update status dan feedback, kelola user, monitoring dashboard, lihat atau ekspor laporan, serta kelola master data. Pemodelan ini diperlukan karena setiap modul memiliki titik validasi dan tanggung jawab yang berbeda. Diagram membantu menunjukkan keadaan ketika proses dapat dilanjutkan dan keadaan ketika sistem harus mengembalikan pesan kesalahan. Dengan cara ini, rancangan tidak hanya menyebutkan daftar fitur, tetapi memperlihatkan urutan keputusan yang harus terjadi sebelum data dianggap valid dan disimpan.

Pada proses input tiket, Agent membuka form complain dan mengisi data pelanggan, layanan, reason, detail, serta bukti pendukung. Sistem memvalidasi data sebelum penyimpanan. Apabila data tidak valid, pengguna menerima pesan kesalahan dan kembali memperbaiki input. Apabila valid, sistem menyimpan tiket beserta nomor complain dan mengembalikan notifikasi berhasil. Mekanisme ini penting karena tiket yang tidak lengkap akan mengurangi nilai keterlacakan pada tahap follow-up. Validasi pada titik masuk juga membantu memastikan data yang dipakai dashboard dan report berasal dari struktur yang konsisten. Gambar 4 memperlihatkan logika aktivitas tersebut.

Proses update status memiliki kebutuhan yang berbeda karena aktivitas dilakukan setelah tiket tersedia. Team Follow-up membuka menu complain, meninjau data dan histori, lalu memasukkan status baru serta feedback. Sistem memvalidasi pembaruan sebelum menyimpan riwayat. Jika input tidak valid, sistem menampilkan kesalahan; jika valid, status terbaru disimpan sekaligus dicatat pada histori. Pola ini memisahkan nilai status terkini dari rekaman perubahan sehingga perkembangan tiket dapat ditelusuri. Gambar 5 menunjukkan bahwa feedback bukan elemen tambahan yang berdiri sendiri, melainkan bagian dari mekanisme pembaruan status.

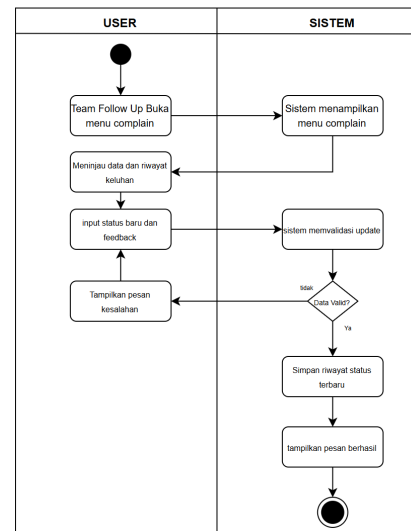
Pemodelan aktivitas monitoring dan laporan menempatkan database sebagai sumber yang sama untuk ringkasan maupun data detail. Leader/Admin membuka dashboard atau report, menentukan parameter apabila dibutuhkan, kemudian sistem mengambil transaksi sesuai cakupan. Konsep ini mengurangi kemungkinan perbedaan antara angka monitoring dengan rekap yang dibuat dari sumber lain. Dalam pengembangan Agile, artefak visual semacam activity diagram juga membantu komunikasi kebutuhan karena pengguna dan pengembang dapat meninjau alur tanpa harus membaca implementasi kode. Ketika terjadi perubahan aturan proses, diagram dapat menjadi titik referensi untuk menilai bagian aplikasi yang terdampak sebelum perubahan diterapkan.

Gambar 4. Activity Diagram input tiket keluhan



Sumber: Hasil pemodelan aktivitas penelitian (2026).

Gambar 5. Activity Diagram update status dan feedback



Sumber: Hasil pemodelan aktivitas penelitian (2026).

Alur Data pada Pencatatan dan Tindak Lanjut

Pencatatan tiket dimulai dari identifikasi pelanggan. Nomor layanan digunakan sebagai salah satu atribut penting karena menjadi penghubung praktis antara keluhan dan layanan yang digunakan pelanggan. Informasi pelanggan disimpan pada entitas Customers, sedangkan transaksi keluhan disimpan pada Complaints. Dengan pemisahan tersebut, data pelanggan dapat digunakan kembali ketika terdapat keluhan lain tanpa harus menduplikasi seluruh identitas pada setiap transaksi. Relasi dengan Cities mendukung pengelompokan wilayah, sedangkan relasi dengan Reasons memberi dasar klasifikasi masalah. Desain ini juga memungkinkan pengembangan analitik pada tahap lanjutan, misalnya distribusi keluhan menurut wilayah atau reason.

Satu tiket dapat berkaitan dengan lebih dari satu kategori layanan melalui Complaint Services. Keputusan menggunakan tabel relasi mencegah kebutuhan membuat kolom layanan berulang pada tabel utama. Ketika jenis layanan bertambah, administrator dapat mengelola referensi pada master layanan tanpa mengubah struktur transaksi yang sudah ada. Reason dipisahkan sebagai klasifikasi alasan complain, sehingga pencatatan menjadi

lebih konsisten dibanding penggunaan teks bebas untuk seluruh atribut. Konsistensi data referensi merupakan prasyarat penting apabila informasi akan dipakai untuk filter, agregasi, dan laporan. Tanpa referensi yang terkendali, istilah yang semakna dapat tercatat dengan variasi ejaan dan menghasilkan kelompok data yang terpecah.

Pada tahap follow-up, Complaint Updates menyimpan siapa yang melakukan perubahan, status sebelum dan sesudah, feedback, serta waktu pembaruan. Struktur histori ini memberi konteks ketika tiket bergerak dari New ke Pending dan selanjutnya Completed. Apabila suatu tiket perlu ditinjau kembali, pengguna tidak hanya melihat status final tetapi dapat memeriksa catatan tindak lanjut yang telah dilakukan. Keterlacakan demikian penting bagi proses layanan karena hasil penyelesaian sering kali membutuhkan konteks mengenai tindakan sebelumnya. Pada penelitian ini, histori belum digunakan untuk menghitung lead time setiap tahap, tetapi struktur datanya sudah menyediakan komponen yang dapat dikembangkan untuk analisis waktu pada versi berikutnya.

Aliran data berakhir pada fungsi monitoring dan report. Dashboard menggunakan data agregat untuk menampilkan ringkasan, sedangkan report mempertahankan detail transaksi yang dapat difilter dan diekspor. Pemisahan antara tampilan agregat dan tabel detail memungkinkan dua jenis kebutuhan informasi dipenuhi tanpa membangun dua sumber data. Leader/Admin dapat menggunakan ringkasan untuk mengetahui kondisi umum, kemudian menelusuri detail apabila terdapat tiket yang memerlukan perhatian. Prinsip ini memperkuat tujuan penelitian untuk mengurangi rekam manual, karena proses dari pencatatan hingga evaluasi menggunakan basis data yang sama.

Tabel 4. Pemetaan entitas data terhadap fungsi operasional

Entitas	Data Utama	Pemanfaatan
Customers	Identitas pelanggan dan relasi kota	Input tiket; pencarian pelanggan
Complaints	Tiket, reason, status, bukti, pengirim	Daftar complain; monitoring; report
Complaint Services	Relasi tiket dan satu/lebih layanan	Klasifikasi layanan pada tiket
Complaint Updates	Status lama/baru, feedback, user, waktu	Riwayat tindak lanjut
Users/Roles	Akun dan pembagian hak akses	Autentikasi dan otorisasi
Cities/Services /Reasons	Master referensi operasional	Konsistensi input dan filter

Sumber: Diolah dari perancangan database penelitian (2026).

Implementasi Form Pencatatan Keluhan

Implementasi form complain menerjemahkan kebutuhan data ke antarmuka yang digunakan Agent. Bagian data pelanggan menyediakan nomor internet atau layanan, nama pelanggan, nomor telepon, email, alamat, dan kota. Kolom tersebut disusun sebelum detail keluhan agar identitas transaksi dapat ditetapkan lebih dahulu. Pilihan layanan dan reason mengambil data dari master, sedangkan keterangan detail memberi ruang bagi Agent menjelaskan konteks yang tidak dapat direpresentasikan hanya melalui kategori. Bukti pendukung dapat diunggah untuk membantu verifikasi. Penyusunan ini mengurangi

ketergantungan pada pesan bebas yang sulit distandardisasi ketika data harus dicari kembali.

Gambar 6 memperlihatkan halaman input data pelanggan dalam kondisi form kosong. Tampilan tersebut tidak menampilkan data pelanggan nyata dan digunakan untuk menunjukkan struktur field. Penggunaan placeholder membantu pengguna memahami jenis informasi yang diperlukan. Setelah bagian identitas, pengguna memilih layanan dan reason, kemudian menuliskan detail masalah. Pilihan kategori membuat data lebih mudah dikelompokkan pada report. Walaupun demikian, validasi bisnis tetap diperlukan agar kategori yang dipilih sesuai dengan kasus yang diterima. Sistem tidak dapat menggantikan pemahaman operasional Agent terhadap masalah pelanggan; fungsi aplikasi adalah menyediakan struktur pencatatan yang konsisten.

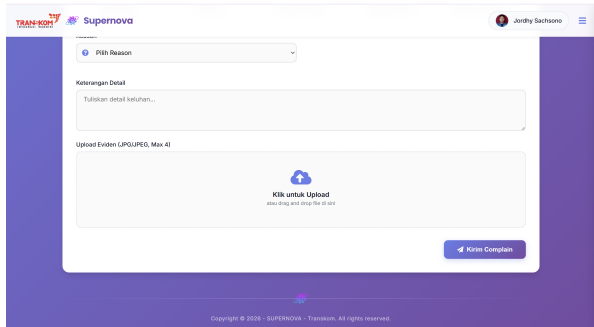
Fitur upload evidence memberi ruang untuk menyimpan gambar atau dokumen yang mendukung keluhan. Pada penelitian, tampilan menyediakan batas jenis file JPG/JPEG dan jumlah unggahan sesuai konfigurasi aplikasi. Gambar 7 memperlihatkan area upload dan tombol pengiriman complain. Bukti perlu dikelola secara hati-hati karena dapat mengandung informasi pelanggan. Dalam penggunaan produksi, mekanisme penyimpanan file sebaiknya dilengkapi validasi tipe file di sisi server, pembatasan ukuran, penamaan file yang aman, kontrol akses, dan kebijakan retensi. Artikel ini tidak menampilkan bukti pelanggan atau tangkapan layar yang memuat identitas pelanggan untuk menjaga kerahasiaan data pada dokumen publikasi.

Setelah tiket berhasil dibuat, data masuk ke daftar complain dan dapat ditindaklanjuti oleh role yang sesuai. Kesinambungan antara form, database, dan daftar tiket menjadi bagian kritis karena kegagalan pada salah satu titik akan memutus jejak proses. Pengujian black box pada skenario input complain menunjukkan bahwa data lengkap dapat disimpan dan menghasilkan notifikasi berhasil, sedangkan field wajib yang kosong menghasilkan validasi. Hasil tersebut mengonfirmasi bahwa alur dasar input telah berfungsi sesuai rancangan yang digunakan dalam penelitian.

Gambar 6. Implementasi form input data pelanggan

Sumber: Dokumentasi aplikasi CRM Supernova (2026).

Gambar 7. Implementasi detail keluhan dan unggah bukti



Sumber: Dokumentasi aplikasi CRM Supernova (2026).

Implementasi Antarmuka dan Alur Operasional

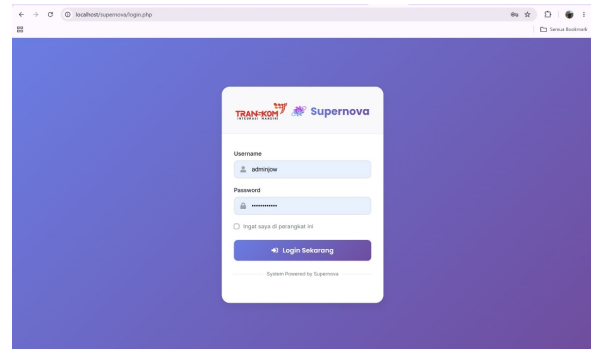
Implementasi dilakukan pada lingkungan aplikasi web menggunakan PHP dan JavaScript dengan MySQL sebagai basis data, Laragon/Apache sebagai server lokal, Tailwind CSS untuk antarmuka, serta Visual Studio Code sebagai editor pengembangan. Aplikasi diberi identitas Supernova dan menyediakan rangkaian halaman yang mengikuti proses operasional. Halaman login menjadi gerbang autentikasi. Setelah data akun berhasil diverifikasi, pengguna diarahkan ke dashboard sesuai role. Pemisahan dashboard mendukung kebutuhan informasi yang berbeda antara pengguna yang mencatat tiket, pengguna yang melakukan follow-up, dan pengguna yang memantau kondisi operasional.

Dashboard Leader/Admin menampilkan ringkasan jumlah tiket, status, total user, dan progress. Tampilan ini dirancang agar monitoring tidak dimulai dari penelusuran baris per baris, tetapi dari indikator ringkas yang kemudian dapat diturunkan ke data detail. Dashboard Team Follow-up menampilkan tiket baru, tiket dalam proses, tiket selesai, total tiket, jumlah tiket yang memerlukan follow-up, dan completion rate. Pada tingkat proses, fungsi dashboard menyediakan mekanisme situational awareness terhadap kondisi tiket yang sebelumnya harus diperoleh melalui rekap atau pesan grup. Namun, completion rate dan jumlah tiket pada dashboard dibaca sebagai ringkasan status sistem, bukan ukuran kausal peningkatan kualitas layanan. Form complain digunakan Agent untuk menginput nomor layanan, identitas pelanggan, kota, kategori layanan, reason, keterangan, dan bukti pendukung. Data wajib divalidasi sebelum tiket disimpan. Setelah tiket tercatat, Team Follow-up dapat membuka detail complain, memeriksa informasi yang diterima, kemudian mengubah status dan menambahkan feedback. Riwayat update menjaga kontinuitas informasi ketika tiket memerlukan lebih dari satu tahap tindak lanjut. Leader/Admin dapat mengelola data referensi seperti kota, layanan, dan reason sehingga pilihan pada form tetap konsisten dan tidak bergantung pada penulisan bebas yang berpotensi menghasilkan variasi kategori.

Halaman report berfungsi sebagai titik konsolidasi untuk kebutuhan evaluasi. Data dapat disaring berdasarkan rentang tanggal, layanan, user pengirim, status, dan reason. Fasilitas pencarian cepat membantu pengguna menemukan tiket tertentu, sedangkan Download XLS menyediakan keluaran yang dapat digunakan untuk kebutuhan pelaporan lebih lanjut. Fitur tersebut memiliki fungsi praktis karena data yang ditampilkan dan data yang diekspor bersumber dari basis data yang sama. Dengan demikian, rekap

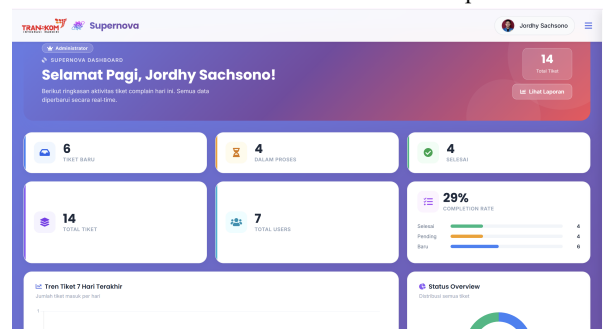
eksternal tidak lagi menjadi sumber utama untuk menentukan kondisi tiket. Integrasi informasi semacam ini mendukung tujuan CRM untuk menggunakan data pelanggan dan interaksi sebagai dasar pengelolaan hubungan serta keputusan layanan (Huang & Rust, 2021).

Gambar 8. Tampilan halaman login Supernova



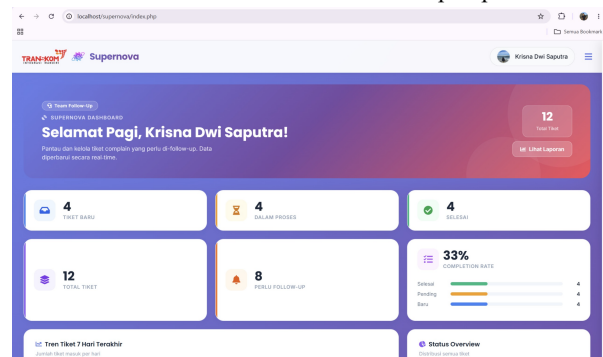
Sumber: Dokumentasi aplikasi CRM Supernova (2026).

Gambar 9. Dashboard Leader/Admin Supernova



Sumber: Dokumentasi aplikasi CRM Supernova (2026).

Gambar 10. Dashboard Team Follow-up Supernova



Sumber: Dokumentasi aplikasi CRM Supernova (2026).

Evaluasi Optimalisasi Proses Penanganan Keluhan

Evaluasi penggunaan dilakukan dengan membandingkan kondisi operasional sebelum dan sesudah Supernova pada indikator yang memiliki bukti dalam penelitian. Sebelum implementasi, pencatatan dilakukan melalui WhatsApp dan spreadsheet yang terpisah; setelah implementasi, data pelanggan dan tiket tersimpan dalam basis data aplikasi. Sebelum implementasi, perkembangan status diperoleh melalui koordinasi manual; setelah implementasi, status New, Pending, dan Completed tersedia pada daftar complain serta dashboard. Sebelum implementasi, feedback dan perubahan status tidak terdokumentasi pada satu media; setelah implementasi, pembaruan disimpan sebagai riwayat. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa optimalisasi yang paling nyata berada pada keterpusatan dan keterlacakan informasi.

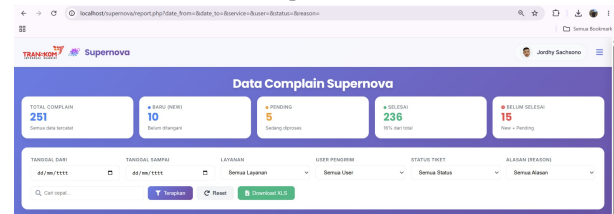
Perubahan lain terlihat pada pelaporan dan pembagian akses. Leader/Admin sebelumnya perlu melakukan rekapitulasi ulang dari data tersebar. Pada Supernova, report menampilkan data transaksi dengan filter dan fasilitas ekspor. Koordinasi tugas yang sebelumnya bergantung pada komunikasi antarpegawai juga diperjelas melalui role Agent, Team Follow-up, dan Leader/Admin. Selain itu, halaman monitoring menyediakan ringkasan total tiket dan status yang dapat dibaca pada satu tampilan. Fasilitas filter mengurangi kebutuhan menelusuri pesan atau spreadsheet secara manual ketika pengguna ingin melihat tiket berdasarkan periode, layanan, pengirim, status, atau reason.

Contoh laporan transaksi penelitian memuat delapan data keluhan dari tujuh kota. Distribusi status terdiri atas tiga tiket Completed atau 37,5%, tiga tiket Pending atau 37,5%, dan dua tiket New atau 25,0%. Data contoh ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengelompokkan transaksi berdasarkan tahap penanganannya. Dokumentasi halaman monitoring yang lebih luas memperlihatkan 251 data complain, dengan 10 tiket New, 5 tiket Pending, dan 236 tiket Completed. Lima belas tiket pada tampilan tersebut tergolong belum selesai karena merupakan gabungan status New dan Pending. Angka tersebut digunakan sebagai bukti kemampuan sistem menyajikan ringkasan status, bukan sebagai dasar menyimpulkan peningkatan performa dari kondisi sebelumnya karena baseline numerik yang setara tidak tersedia.

Gambar 7 menampilkan bagian ringkasan dan filter pada halaman Data Complain Supernova. Informasi total complain, New, Pending, Completed, dan belum selesai ditempatkan pada bagian atas, diikuti filter tanggal, layanan, user pengirim, status tiket, reason, pencarian cepat, serta tombol Download XLS. Struktur tersebut menunjukkan perubahan mendasar dari pencarian informasi yang berorientasi pada percakapan menuju pencarian yang berorientasi pada atribut data. Dari sisi operasi, perubahan ini membuat informasi dapat dicari secara konsisten selama atribut tiket tercatat dengan benar. Dari sisi manajemen, data yang sama dapat dijadikan sumber untuk laporan dan evaluasi tanpa membangun rekap terpisah.

Batas evaluasi perlu ditegaskan. Penelitian tidak merekam durasi penyelesaian setiap keluhan pada periode sebelum Supernova dengan definisi dan periode pembandingan yang sama. Oleh sebab itu, penelitian tidak menyatakan bahwa Supernova mempercepat respons sebesar persentase tertentu. Klaim yang dapat dipertanggungjawabkan adalah bahwa proses menjadi lebih terstruktur pada indikator keterpusatan data, keterlacakan status, dokumentasi feedback, kejelasan role, ringkasan monitoring, pencarian, filter, dan ketersediaan laporan. Pembatasan ini penting agar hasil evaluasi tidak melampaui rancangan data penelitian. Untuk mengukur efisiensi waktu secara kuantitatif, penelitian lanjutan perlu menambahkan timestamp proses, definisi SLA, dan baseline yang memungkinkan perbandingan sebelum-sesudah.

Gambar 11. Ringkasan status dan fasilitas filter Data Complain Supernova



Sumber: Dokumentasi aplikasi CRM Supernova (2026), dipotong untuk menjaga kerahasiaan data pelanggan.

Tabel 5. Perbandingan proses sebelum dan sesudah Supernova

Aspek	Sebelum	Sesudah
Pencatatan	WhatsApp & spreadsheet terpisah	Tiket dan pelanggan tersimpan di database
Monitoring	Koordinasi/re kap manual	Status tampil pada daftar dan dashboard
Riwayat	Feedback tersebar	Update status dan feedback terdokumentasi
Pelaporan	Rekap dari beberapa sumber	Report terfilter dan ekspor XLS
Akses	Tugas via koordinasi	Role Agent, Team Follow-up, Leader/Admin
Pencarian	Telusur pesan/spreadsheet	Filter tanggal, layanan, user, status, reason

Sumber: Hasil evaluasi penggunaan aplikasi (2026).

Pengujian Fungsional dan Logika Program

Black Box Testing digunakan untuk memastikan bahwa fungsi utama memberikan keluaran sesuai skenario. Pengujian mencakup validasi username dan password kosong, penolakan login dengan kredensial salah, login dengan data benar, penyimpanan data pelanggan dan complain, validasi field wajib, tampilan daftar complain, pembaruan status dan feedback, management user, master kota, master layanan, master reason, dan report transaksi. Seluruh skenario utama yang dicatat pada penelitian memperoleh hasil sesuai harapan dan dinyatakan valid. Temuan ini menunjukkan bahwa fungsi yang diuji telah mendukung alur kerja yang dirancang. Pengujian black box relevan untuk memeriksa perilaku eksternal aplikasi karena fokusnya berada pada hubungan input, proses yang dipicu, dan output yang diterima pengguna (Supriyono, 2020).

White Box Testing melengkapi pengujian dengan meninjau struktur internal pada modul terpilih. Analisis mencakup login, delete complain, update user, update password, delete user, dan add user. Pemeriksaan difokuskan pada percabangan kondisi, validasi masukan, penggunaan session, proses query, hashing password, respons JSON, dan redirect. Basis path testing menggunakan $V(G) = P + 1$. Modul login memiliki $P = 6$ dan $V(G) = 7$; delete complain $P = 4$ dan $V(G) = 5$; sedangkan update user, update password, delete user, dan add user masing-masing dicatat dengan $P = 3$ dan $V(G) = 4$. Jalur logika utama pada modul yang diuji dinyatakan valid berdasarkan skenario penelitian.

Kombinasi black box dan white box memberikan dua sudut pandang yang berbeda. Black box menunjukkan bahwa pengguna memperoleh perilaku fungsi yang sesuai

kebutuhan, sedangkan white box memberikan bukti bahwa jalur logika terpilih telah diuji pada kondisi utama. Hasil tersebut tidak berarti sistem bebas dari seluruh cacat pada setiap kondisi penggunaan, karena cakupan pengujian tetap mengikuti skenario dan modul yang dipilih. Dalam praktik pengujian perangkat lunak, tantangan kualitas tidak hanya berada pada eksekusi test case tetapi juga pada cakupan, lingkungan, koordinasi, dan keberlanjutan proses pengujian. Oleh karena itu, hasil penelitian sebaiknya dipahami sebagai verifikasi terhadap fungsi dan jalur yang diuji, bukan jaminan absolut terhadap seluruh kemungkinan kondisi produksi.

Dari perspektif implementasi, hasil pengujian memperkuat kesimpulan bahwa integrasi proses tidak hanya terdapat pada rancangan tetapi telah diwujudkan pada fungsi yang dapat dijalankan. Login mengendalikan akses berdasarkan pengguna; input complain menciptakan tiket; update status memperbarui perkembangan penanganan; master data menjaga konsistensi referensi; dan report mengubah transaksi menjadi informasi yang dapat ditinjau. Rangkaian tersebut membentuk satu siklus operasional yang lebih mudah ditelusuri dibanding mekanisme sebelumnya. Namun, untuk penggunaan skala lebih besar, pengujian performa, keamanan, usability terukur, concurrency, backup-recovery, serta pengujian integrasi dengan sistem eksternal masih perlu dilakukan secara khusus.

Tabel 6. Ringkasan hasil pengujian sistem

Pengujian	Cakupan	Hasil
Black box	14 skenario fungsi utama	Seluruh hasil sesuai harapan; valid
White box - Login	$V(G)=7$	Jalur utama valid
White box - Delete complain	$V(G)=5$	Jalur utama valid
White box - Update user	$V(G)=4$	Jalur utama valid
White box - Update password	$V(G)=4$	Jalur utama valid
White box - Delete user	$V(G)=4$	Jalur utama valid
White box - Add user	$V(G)=4$	Jalur utama valid

Sumber: Hasil pengujian aplikasi Supernova (2026).

Monitoring, Filter, dan Pelaporan

Fungsi monitoring dirancang untuk menjawab kebutuhan Leader/Admin terhadap informasi kondisi tiket tanpa melakukan rekapitulasi dari beberapa media. Pada dashboard, sistem mengambil data transaksi dan mengolahnya menjadi ringkasan statistik berdasarkan status. Pengguna dapat memulai dari gambaran total, kemudian menilai proporsi tiket baru, tiket yang masih diproses, dan tiket selesai. Pada rancangan activity diagram, dashboard menjadi titik interaksi antara pengguna dan sistem: Leader/Admin membuka halaman, sistem menampilkan ringkasan, pengguna dapat memilih parameter yang tersedia, dan sistem memperbarui

informasi berdasarkan data yang dipilih. Gambar 12 memperlihatkan alur tersebut dalam bentuk sederhana.

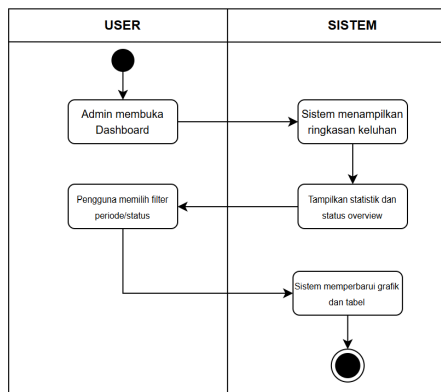
Nilai praktis dashboard berada pada pengurangan langkah untuk memperoleh kondisi operasional. Pada proses lama, ringkasan memerlukan pembacaan pesan dan rekonsiliasi spreadsheet. Pada Supernova, ringkasan dihasilkan dari transaksi yang sudah tercatat. Hal ini tidak otomatis menjamin bahwa seluruh data benar, karena kualitas output tetap bergantung pada kedisiplinan input dan pembaruan status. Oleh sebab itu, dashboard sebaiknya dipahami sebagai representasi basis data pada saat tertentu. Jika Agent atau Team Follow-up tidak memperbarui tiket dengan benar, indikator yang tampil juga akan terpengaruh. Implikasi ini menunjukkan bahwa implementasi sistem harus disertai prosedur operasional dan pengawasan kualitas data.

Halaman report memberikan tingkat detail yang lebih tinggi. Pengguna dapat menentukan rentang tanggal, layanan, user pengirim, status tiket, dan reason. Setelah filter diterapkan, sistem menampilkan baris transaksi yang memenuhi parameter. Mekanisme filter penting untuk mendukung evaluasi yang berbeda-beda, misalnya melihat keluhan pada layanan tertentu, meninjau tiket yang masih Pending, atau memeriksa transaksi pada periode yang dipilih. Fasilitas pencarian cepat digunakan ketika pengguna telah mengetahui atribut tertentu dari tiket. Dengan adanya mekanisme ini, sistem menyediakan dua pola akses informasi, yaitu agregasi untuk monitoring dan penelusuran detail untuk investigasi.

Activity diagram laporan pada Gambar 13 menunjukkan bahwa proses ekspor menggunakan hasil data yang sudah difilter. Ketika pengguna memilih ekspor, sistem menghasilkan file laporan dari cakupan yang sama sehingga data yang diunduh tetap konsisten dengan tampilan. Prinsip ini penting untuk menghindari situasi ketika dashboard, tabel, dan file laporan berasal dari proses rekap yang berbeda. Dalam rancangan Supernova, sumber data yang sama dipakai untuk berbagai bentuk penyajian. Ketersediaan satu sumber data tidak menghapus kebutuhan validasi laporan, tetapi mengurangi pekerjaan manual yang sebelumnya diperlukan untuk menyatukan informasi.

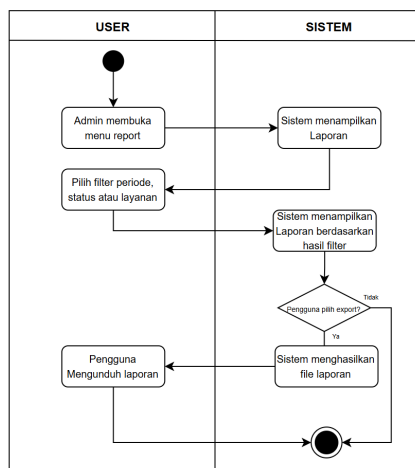
Evaluasi penelitian menunjukkan bahwa filter dan ringkasan status merupakan bagian dari perubahan proses yang dapat diamati secara langsung. Pengguna tidak lagi harus menelusuri urutan percakapan untuk mencari tiket dengan status tertentu. Data dapat dipilih berdasarkan atribut yang telah tersimpan. Mekanisme ini juga menyediakan fondasi untuk pengembangan analitik berikutnya. Apabila timestamp setiap tahap dicatat dengan lengkap, sistem dapat menambahkan indikator umur backlog, rata-rata waktu respons, waktu penyelesaian, atau kepatuhan terhadap SLA. Dengan kata lain, fungsi monitoring yang ada saat ini merupakan tahap awal menuju pengukuran kinerja yang lebih kuantitatif, bukan titik akhir dari pengembangan CRM.

Gambar 12. Activity Diagram monitoring dashboard



Sumber: Hasil pemodelan aktivitas penelitian (2026).

Gambar 13. Activity Diagram lihat dan ekspor laporan



Sumber: Hasil pemodelan aktivitas penelitian (2026).

Pengelolaan User dan Master Data

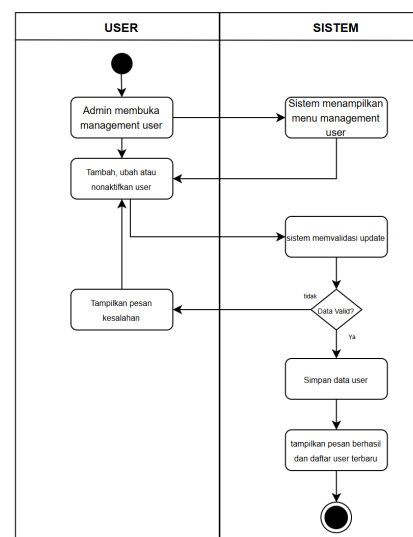
Management User memberikan Leader/Admin kemampuan untuk menambah pengguna, mengubah nama dan role, memperbarui password, serta menghapus akun sesuai aturan yang diterapkan. Pembagian role penting karena akses ke data keluhan dan fungsi administratif memiliki tingkat kewenangan yang berbeda. Pada source code yang dianalisis, daftar role yang diperbolehkan dibatasi pada admin, user, dan team-fu. Validasi dilakukan sebelum data role disimpan. Password baru diproses menggunakan password hash, sedangkan penghapusan akun memiliki pemeriksaan agar pengguna tidak menghapus akunnya sendiri pada jalur yang dianalisis. Pengujian white box pada fungsi pengelolaan user menunjukkan jalur utama yang diperiksa berjalan sesuai rancangan.

Di luar akun pengguna, master data operation digunakan untuk mengelola kota, layanan, dan reason. Master data dibutuhkan karena atribut tersebut dipakai berulang kali pada proses input dan report. Apabila kategori ditulis manual pada setiap tiket, variasi penulisan dapat menghambat pencarian dan agregasi. Dengan menyediakan daftar referensi yang dikelola oleh Leader/Admin, Agent cukup memilih nilai yang telah disediakan. Pendekatan ini meningkatkan konsistensi struktur data tanpa menghilangkan keterangan bebas untuk detail kasus. Status aktif atau nonaktif pada master juga memungkinkan referensi lama dipertahankan pada histori tanpa harus selalu ditampilkan sebagai pilihan untuk transaksi baru.

Activity diagram kelola user memperlihatkan proses penambahan, perubahan, dan validasi role sebelum sistem menyimpan data. Ketika data tidak sesuai, sistem perlu menolak penyimpanan dan memberikan respons yang dapat dipahami. Ketika valid, daftar pengguna diperbarui sehingga hak akses yang ditampilkan konsisten dengan data terbaru. Mekanisme tersebut merupakan bagian dari governance aplikasi karena kesalahan role dapat menyebabkan pengguna memperoleh fungsi yang tidak sesuai tanggung jawabnya. Dalam pengembangan berikutnya, kontrol ini sebaiknya diperluas ke permission yang lebih granular, misalnya membedakan hak melihat, membuat, mengubah, mengekspor, dan menghapus berdasarkan kebutuhan organisasi.

Pengelolaan master data dan user juga berkaitan dengan maintainability. Perubahan jenis layanan tidak memerlukan pengubahan source code antarmuka apabila daftar pilihan diambil dari database. Demikian pula, perubahan personel dapat dikelola melalui management user. Desain berbasis data mengurangi ketergantungan terhadap developer untuk aktivitas administratif rutin. Namun, fungsi tersebut meningkatkan kebutuhan audit karena perubahan master atau role dapat memengaruhi banyak transaksi. Audit log yang merekam siapa melakukan perubahan, nilai sebelum dan sesudah, serta waktu perubahan menjadi rekomendasi penting untuk implementasi produksi.

Gambar 14. Activity Diagram pengelolaan user



Sumber: Hasil pemodelan aktivitas penelitian (2026).

Keterkaitan Hasil dengan Rumusan Masalah

Rumusan masalah pertama menanyakan bagaimana merancang CRM berbasis web yang terintegrasi untuk mengelola data pelanggan dan keluhan. Hasil penelitian menjawab pertanyaan ini melalui rancangan basis data dan implementasi modul yang menghubungkan Customers, Complaints, Services, Reasons, Users, serta Complaint Updates. Integrasi terlihat pada kemampuan satu tiket membawa konteks pelanggan, klasifikasi masalah, status, bukti, pengguna pengirim, dan riwayat. Hasil implementasi menunjukkan fungsi tersebut dapat digunakan melalui form, daftar complain, detail, update, dashboard, dan report. Dengan demikian, jawaban terhadap rumusan pertama bukan sekadar tersedianya website, tetapi terbentuknya hubungan data yang mendukung satu siklus penanganan.

Rumusan masalah kedua berfokus pada alur proses dan pembagian hak akses. Use case, activity diagram, serta implementasi role menunjukkan bahwa Agent, Team Follow-up, dan Leader/Admin memperoleh fungsi yang berbeda. Agent menjadi titik pencatatan, Team Follow-up menjadi titik tindak lanjut, sedangkan Leader/Admin menjadi titik kontrol dan monitoring. Pembagian ini membuat aliran tanggung jawab lebih eksplisit. Hasil pengujian login dan management user juga mendukung bahwa sistem dapat mengarahkan pengguna berdasarkan role dan menyimpan perubahan akun sesuai skenario. Meskipun demikian, penelitian belum menguji model role pada organisasi dengan struktur pengguna yang lebih besar atau lebih kompleks.

Rumusan masalah ketiga menanyakan bagaimana sistem mempermudah pencatatan, pemantauan, dan pelacakan keluhan. Perbandingan sebelum-sesudah menunjukkan bahwa tiga aktivitas tersebut berubah dari penggunaan media terpisah menjadi penggunaan tiket yang tersimpan pada basis data. Pencatatan dilakukan melalui form terstruktur; monitoring dilakukan melalui status dan dashboard; pelacakan didukung oleh detail tiket serta histori feedback. Kata mempermudah dalam penelitian ini dimaknai sebagai pengurangan kebutuhan berpindah media dan tersedianya fitur pencarian atau filter. Penelitian tidak menggunakan eksperimen waktu tugas atau pengukuran beban kerja pengguna, sehingga tidak menyatakan besaran efisiensi dalam satuan waktu.

Rumusan masalah keempat menilai hasil penggunaan dan pengujian sebagai dasar optimalisasi. Data evaluasi memperlihatkan keterpusatan informasi, ringkasan status, filter, report, dan pembagian akses. Data 251 complain menunjukkan sistem dapat menyajikan distribusi status dari transaksi yang tersimpan. Black box menunjukkan skenario utama valid, sedangkan white box menunjukkan jalur logika modul terpilih valid. Bukti tersebut cukup untuk menyimpulkan optimalisasi pada struktur proses dan ketersediaan informasi. Namun, bukti belum cukup untuk menyimpulkan bahwa kualitas layanan pelanggan meningkat secara statistik, karena penelitian tidak mengukur kepuasan pelanggan, tingkat keluhan berulang, atau waktu penyelesaian dengan desain sebelum-sesudah. Pemetaan terhadap rumusan masalah juga menunjukkan koherensi antara Bab analisis, perancangan, implementasi, dan evaluasi pada skripsi sumber. Setiap masalah diterjemahkan menjadi kebutuhan, kebutuhan diterjemahkan menjadi model dan fitur, kemudian fitur diperiksa melalui dokumentasi penggunaan dan pengujian. Koherensi ini penting ketika skripsi ditransformasikan menjadi artikel karena artikel harus menonjolkan garis argumentasi utama, bukan memindahkan seluruh rincian teknis tanpa prioritas. Tabel 7 merangkum hubungan antara masalah, bukti, dan kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan.

Tabel 7. Pemetaan rumusan masalah, bukti, dan hasil

Fokus	Bukti Utama	Hasil
Integrasi CRM	ERD, modul pelanggan/tiket/update/report	Data dan proses terhubung dalam satu aplikasi
Hak akses	Use case, role, login, management user	Tugas dibedakan per Agent, Team FU, Leader/Admin
Pencatatan & pelacakan	Form, status, histori, filter	Keluhan lebih terstruktur dan dapat ditelusuri

Fokus	Bukti Utama	Hasil
Optimalisasi	Evaluasi sebelum-sesudah; black/white box	Optimal pada proses, tanpa klaim percepatan kuantitatif

Sumber: Sintesis hasil penelitian (2026).

Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan pertama berkaitan dengan desain evaluasi. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dan evaluasi berbasis perbandingan proses, sehingga tidak memiliki baseline kuantitatif yang cukup untuk menghitung besaran peningkatan kinerja. Data waktu respons sebelum Supernova tidak dikumpulkan menggunakan definisi yang sama dengan data setelah implementasi. Karena itu, indikator seperti persentase percepatan, pengurangan rata-rata waktu penyelesaian, atau peningkatan produktivitas tidak dapat dihitung secara sah. Penelitian lanjutan perlu menetapkan metrik sejak awal dan memastikan periode observasi sebelum serta sesudah memiliki karakteristik yang dapat dibandingkan.

Keterbatasan kedua adalah cakupan pengujian. Black box berfokus pada skenario fungsi utama, sedangkan white box dilakukan pada sejumlah modul terpilih. Pengujian belum mencakup load testing, stress testing, pengujian keamanan menyeluruh, accessibility testing, kompatibilitas lintas perangkat dalam skala luas, atau pengujian kegagalan server. Oleh karena itu, validitas hasil pengujian dibatasi pada fungsi dan jalur yang benar-benar diuji. Ketika aplikasi dipindahkan dari lingkungan pengembangan ke lingkungan produksi, pengujian tambahan diperlukan untuk memastikan sistem tetap stabil pada jumlah pengguna dan volume data yang lebih besar.

Keterbatasan ketiga berkaitan dengan hasil bisnis dan pengalaman pelanggan. Supernova dirancang untuk complaint handling, tetapi penelitian belum mengukur kepuasan pelanggan, loyalitas, first contact resolution, complaint recurrence, atau persepsi pengguna internal terhadap kemudahan sistem menggunakan instrumen baku. Dengan demikian, artikel tidak menyimpulkan bahwa CRM meningkatkan loyalitas atau kepuasan secara langsung. Kontribusi yang ditunjukkan adalah tersedianya sistem dan proses informasi yang lebih terintegrasi. Pengukuran outcome pelanggan perlu dilakukan pada studi lanjutan setelah sistem digunakan dalam periode yang cukup dan data operasional tersedia secara konsisten.

Keterbatasan keempat adalah konteks studi kasus yang spesifik pada PT Transkom Integrasi Mandiri. Struktur role, kategori layanan, dan kebutuhan report disusun berdasarkan proses perusahaan yang diamati. Organisasi lain mungkin memiliki hierarki eskalasi, SLA, kanal komunikasi, aturan privasi, atau integrasi billing yang berbeda. Karena itu, rancangan Supernova tidak dapat digeneralisasikan sebagai solusi universal tanpa penyesuaian. Nilai yang dapat ditransfer adalah pola integrasi tiket, data pelanggan, histori, role, monitoring, dan report, sedangkan konfigurasi implementasi tetap perlu mengikuti kebutuhan organisasi yang menggunakan.

Evaluasi Kualitas Informasi dan Tata Kelola Data

Selain keberhasilan fungsi, kualitas informasi menjadi aspek penting karena dashboard dan report hanya bermanfaat apabila data transaksi memiliki makna yang konsisten. Pada Supernova, konsistensi dibangun melalui field terstruktur, penggunaan master layanan dan reason,

status yang dibatasi pada New, Pending, dan Completed, serta riwayat feedback. Struktur tersebut mengurangi variasi yang umum terjadi pada pencatatan percakapan bebas. Namun, kualitas data tetap dipengaruhi oleh ketepatan Agent saat memilih kategori dan kelengkapan Team Follow-up ketika menulis feedback. Dengan demikian, sistem menyediakan mekanisme untuk meningkatkan konsistensi, sedangkan disiplin operasional menentukan kualitas isi yang tersimpan.

Kualitas informasi pada penelitian dapat ditinjau dari empat karakteristik, yaitu keterpusatan, keterbaruan, keterlacakan, dan kemudahan temu kembali. Keterpusatan tercapai karena tiket dan atribut pendukung disimpan pada basis data aplikasi. Keterbaruan bergantung pada proses update status oleh Team Follow-up. Keterlacakan didukung oleh histori status dan feedback. Kemudahan temu kembali didukung oleh pencarian serta filter. Empat karakteristik tersebut menjelaskan mengapa perubahan dari WhatsApp dan spreadsheet ke aplikasi terintegrasi dinilai sebagai optimalisasi proses. Penilaian ini tidak mengasumsikan bahwa setiap record telah sempurna, tetapi menunjukkan bahwa mekanisme pengelolaan informasinya lebih mendukung kontrol dibanding sistem berjalan.

Tata kelola data juga memerlukan penetapan ownership. Agent bertanggung jawab terhadap kualitas data saat tiket dibuat, Team Follow-up bertanggung jawab terhadap perkembangan dan feedback, sedangkan Leader/Admin memiliki tanggung jawab pada master data dan monitoring. Pembagian ownership membantu menentukan pihak yang perlu melakukan koreksi ketika ditemukan data tidak lengkap atau kategori yang tidak sesuai. Dalam implementasi lanjutan, aturan tersebut dapat dituangkan ke dalam prosedur operasional yang menjelaskan field wajib, standar penulisan feedback, definisi setiap status, kondisi sebuah tiket boleh dinyatakan Completed, serta mekanisme pembukaan kembali tiket apabila masalah belum selesai.

Aspek retensi dan kerahasiaan perlu mendapat perhatian karena tiket dapat memuat nomor layanan, nomor telepon, email, alamat, dan bukti pendukung. Artikel ini sengaja tidak menampilkan tangkapan layar yang memperlihatkan identitas pelanggan pada bagian hasil. Untuk penggunaan produksi, perusahaan perlu menetapkan siapa yang boleh melihat data tertentu, berapa lama bukti disimpan, bagaimana file dihapus atau diarsipkan, serta bagaimana akses dicatat. Kebijakan tersebut berada di luar ruang lingkup implementasi yang diuji pada penelitian, tetapi menjadi bagian penting ketika CRM beralih dari prototipe operasional menjadi sistem yang dipakai secara berkelanjutan.

Data yang terstruktur juga membuka peluang pemanfaatan analitik, tetapi analitik harus dibangun setelah definisi data stabil. Misalnya, reason dapat digunakan untuk melihat jenis masalah dominan, kota dapat digunakan untuk melihat distribusi wilayah, dan status dapat digunakan untuk melihat backlog. Apabila timestamp diperluas, data dapat digunakan untuk mengukur aging dan SLA. Pengembangan analitik sebaiknya mempertahankan prinsip bahwa indikator harus memiliki definisi yang eksplisit dan sumber data yang dapat ditelusuri. Tanpa definisi tersebut, dashboard berisiko menghasilkan angka yang menarik secara visual tetapi sulit dipakai sebagai dasar keputusan.

Dengan demikian, kontribusi Supernova pada tata kelola informasi terletak pada penyediaan struktur yang dapat dikendalikan dan dikembangkan. Sistem mengubah keluhan menjadi record yang memiliki identitas, klasifikasi, status, histori, dan hubungan dengan pengguna. Struktur tersebut memberi dasar bagi monitoring yang lebih konsisten dan memungkinkan audit proses pada tingkat yang sebelumnya sulit dilakukan melalui percakapan dan rekap manual. Tahap berikutnya adalah memperkuat kualitas data melalui SOP, validasi, audit log, pengukuran SLA, dan evaluasi berkala sehingga manfaat sistem tidak hanya bergantung pada teknologi, tetapi juga pada tata kelola penggunaannya.

Pembahasan

Temuan penelitian menunjukkan bahwa manfaat utama Supernova terletak pada perubahan cara informasi keluhan dibentuk dan dipakai. Sebelum sistem, data berfungsi sebagai catatan yang tersebar di percakapan dan spreadsheet. Setelah sistem, data dibentuk sebagai tiket yang memiliki atribut, status, pemilih aktivitas, dan riwayat. Perubahan tersebut relevan dengan konsep CRM yang menempatkan data interaksi sebagai sumber untuk mengelola hubungan pelanggan secara lebih konsisten (Kumar & Reinartz, 2018). Dalam kasus ini, CRM tidak digunakan untuk otomatisasi pemasaran, melainkan untuk customer service complaint handling. Karena itu, indikator keberhasilan yang paling sesuai adalah kemampuan mengonsolidasikan proses layanan dan mempertahankan jejak penanganan.

Keterpusatan data juga meningkatkan kualitas observabilitas proses. Ketika tiket memiliki status New, Pending, dan Completed, pengguna dapat melihat distribusi kondisi tanpa mengandalkan ingatan atau penelusuran pesan. Ketika filter dan laporan menggunakan basis data yang sama, perbedaan antara data monitoring dan data pelaporan dapat dikurangi. Prinsip complaint handling menekankan pentingnya analisis dan evaluasi keluhan sebagai bagian dari peningkatan produk dan layanan (International Organization for Standardization, 2018). Supernova menyediakan prasyarat informasi untuk aktivitas tersebut, meskipun penelitian ini belum sampai pada pengukuran dampak keluhan terhadap kepuasan pelanggan atau loyalitas secara kuantitatif.

Penerapan Agile memberi keuntungan terutama pada keterkaitan antara kebutuhan pengguna dan implementasi. Tahap requirements gathering memastikan masalah awal tidak langsung diterjemahkan menjadi fitur tanpa analisis. Planning dan design mengubah kebutuhan menjadi prioritas, model proses, basis data, dan antarmuka. Development serta testing menghasilkan artefak yang dapat ditinjau. Evaluation and improvement memberi ruang untuk memperbaiki fungsi berdasarkan kondisi penggunaan. Literatur Agile menekankan bahwa kebutuhan yang berubah merupakan salah satu tantangan utama dalam requirement engineering dan memerlukan komunikasi serta validasi yang memadai (Rasheed et al., 2021). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pemetaan kebutuhan per role membantu menjaga fokus ketika fitur dikembangkan secara bertahap.

Rancangan juga menunjukkan pentingnya artefak requirement yang jelas. Use case dan pemodelan proses

membantu memisahkan tanggung jawab dan mengurangi ambiguitas mengenai siapa yang melakukan tindakan tertentu. Dalam pengembangan Agile, user stories dan artefak kebutuhan banyak digunakan untuk menangkap kebutuhan pengguna secara ringkas serta mudah dipahami (Raharjana et al., 2021). Walaupun penelitian ini menggunakan use case dan diagram UML sebagai artefak utama, prinsip yang sama terlihat pada upaya menerjemahkan aktivitas Agent, Team Follow-up, dan Leader/Admin menjadi fungsi yang eksplisit. Hal ini penting karena sistem layanan tidak hanya dinilai dari keberadaan fitur, tetapi juga dari kesesuaian fitur dengan proses kerja.

Pada sisi manajerial, dashboard dan report memberi akses yang lebih langsung terhadap keadaan tiket. Data 251 complain yang tampil pada sistem memperlihatkan bahwa ringkasan status dapat dihasilkan dari kumpulan transaksi yang tersimpan. Namun, nilai 236 Completed tidak boleh dibaca sebagai indikator keberhasilan sistem tanpa konteks periode, volume masuk, tingkat kompleksitas keluhan, atau SLA. Penelitian sengaja membatasi interpretasi tersebut. Agar evaluasi menjadi lebih kuat, versi selanjutnya perlu menyimpan waktu masuk, waktu assignment, waktu respons pertama, waktu setiap perubahan status, dan waktu penyelesaian. Dengan data itu, metrik seperti median resolution time, first response time, backlog aging, dan persentase pelanggaran SLA dapat dianalisis secara lebih objektif.

Aspek keamanan dan tata kelola juga perlu menjadi agenda pengembangan. Sistem telah menggunakan role, session, prepared statement pada modul tertentu, dan password hashing pada pengelolaan akun. Akan tetapi, penelitian belum menguji keamanan melalui penetration testing, threat modeling, audit kontrol akses, atau evaluasi privasi data pelanggan. Ketika aplikasi digunakan dalam operasi nyata, data pelanggan dan bukti keluhan merupakan informasi yang perlu dilindungi. Karena itu, penerapan principle of least privilege, audit log yang tidak mudah dimodifikasi, kebijakan retensi data, backup terjadwal, enkripsi transport, dan pengelolaan kredensial perlu menjadi bagian dari hardening sebelum skala penggunaan diperluas.

Secara keseluruhan, hasil penelitian mendukung bahwa Supernova berhasil mengubah complaint handling dari proses yang tersebar menjadi alur yang lebih terstruktur dan dapat ditelusuri. Kontribusi utama bukan klaim bahwa seluruh masalah layanan telah selesai, melainkan tersedianya fondasi digital yang menghubungkan pelanggan, tiket, status, feedback, role, monitoring, dan laporan. Fondasi tersebut penting untuk pengembangan berikutnya menuju pengukuran SLA dan analitik yang lebih matang. Agile tetap relevan untuk fase lanjutan karena memungkinkan sistem diperbaiki melalui siklus umpan balik, tetapi perlu disiplin dokumentasi dan koordinasi ketika jumlah pengguna serta dependensi sistem bertambah (Edison et al., 2022).

D. PENUTUP

Simpulan

Penelitian menghasilkan sistem Customer Relationship Management berbasis web bernama Supernova yang mengintegrasikan data pelanggan dan proses penanganan

keluhan pada PT Transkom Integrasi Mandiri. Sistem menyediakan autentikasi, pencatatan tiket, pengelolaan pelanggan, layanan dan reason, unggah bukti, daftar dan detail complain, status New/Pending/Completed, feedback, riwayat tindak lanjut, dashboard, management user, master data, serta laporan transaksi. Pembagian hak akses antara Agent, Team Follow-up, dan Leader/Admin membentuk alur kerja yang lebih jelas dan membuat aktivitas dapat dikaitkan dengan peran pengguna.

Evaluasi menunjukkan bahwa optimalisasi terjadi pada tingkat proses. Data yang sebelumnya tersebar pada WhatsApp dan spreadsheet dapat dipusatkan pada basis data; status dan riwayat tindak lanjut dapat ditelusuri; monitoring memperoleh ringkasan dari satu sumber; dan laporan dapat difilter serta diekspor. Dokumentasi monitoring mencatat 251 data complain dengan 10 New, 5 Pending, dan 236 Completed, sedangkan contoh delapan transaksi dapat dikelompokkan menjadi tiga Completed, tiga Pending, dan dua New. Pengujian black box menunjukkan skenario utama berjalan sesuai harapan, sedangkan white box pada modul terpilih menunjukkan jalur logika yang diuji valid. Karena data waktu sebelum dan sesudah aplikasi tidak tersedia, penelitian tidak menyimpulkan persentase peningkatan kecepatan respons.

Saran

Pengembangan berikutnya disarankan menambahkan notifikasi otomatis melalui kanal yang relevan, fitur Service Level Agreement untuk mengukur batas waktu penanganan, analitik kategori dan wilayah keluhan, rata-rata waktu penyelesaian, backlog aging, serta performa berdasarkan indikator operasional yang didefinisikan dengan jelas. Keamanan perlu diperkuat melalui kontrol akses lebih rinci, audit log, kebijakan retensi, backup, dan pengujian keamanan. Penelitian lanjutan juga perlu melibatkan jumlah pengguna yang lebih besar, menguji usability dan performa secara terukur, serta mengintegrasikan Supernova dengan sistem eksternal perusahaan. Pengukuran sebelum-sesudah dengan timestamp yang konsisten akan memungkinkan evaluasi kuantitatif terhadap waktu respons dan penyelesaian sehingga istilah optimalisasi dapat diuji tidak hanya dari keteraturan proses, tetapi juga dari efisiensi operasional yang terukur.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Edison, H., Wang, X., & Conboy, K. (2022). Comparing methods for large-scale agile software development: A systematic literature review. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 48(8), 2709–2731. <https://doi.org/10.1109/TSE.2021.3069039>
- Fadhli, A., & Samsinar. (2022). Pengembangan aplikasi Customer Relationship Management (CRM) studi kasus: PT. Telkom Akses. Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI). <https://senafiti.budiluhur.ac.id/index.php/senafiti/article/view/412>
- Huang, M.-H., & Rust, R. T. (2021). A strategic framework for artificial intelligence in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 49, 30–50. <https://doi.org/10.1007/s11747-020-00749-9>

- International Organization for Standardization. (2018). ISO 10002:2018 quality management—Customer satisfaction—Guidelines for complaints handling in organizations. <https://www.iso.org/standard/71580.html>
- Kumar, V., & Reinartz, W. (2018). Customer relationship management: Concept, strategy, and tools (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55381-7>
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2021). Management information systems: Managing the digital firm (17th ed.). Pearson.
- Project Management Institute, & Agile Alliance. (2017). Agile practice guide. Project Management Institute. <https://www.pmi.org/shop/p-/book/agile-practice-guide-%28english%29/00101602301>
- Raharjana, I. K., Siahaan, D., & Fatichah, C. (2021). User stories and natural language processing: A systematic literature review. IEEE Access, 9, 53811–53826. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3070606>
- Rasheed, A., Zafar, B., Shehryar, T., Aslam, N. A., Sajid, M., Ali, N., Dar, S. H., & Khalid, S. (2021). Requirement engineering challenges in agile software development. Mathematical Problems in Engineering, 2021, Article 6696695. <https://doi.org/10.1155/2021/6696695>
- Supriyono, S. (2020). Software testing with the approach of blackbox testing on the academic information system. IJISTECH (International Journal of Information System and Technology), 3(2), 227–233. <https://doi.org/10.30645/ijistech.v3i2.54>
- Wijayanto, S. (2023). Penetapan lokasi promosi penerimaan siswa baru SMK Bina Informatika menggunakan metode Analytical Hierarchy Process. IDEALIS, 6(2), 156–164. <https://doi.org/10.36080/idealis.v6i2.3009>
- Wijayanto, S. (2026). Sistem pendukung keputusan evaluasi kinerja guru menggunakan metode Analytical Hierarchy Process. IDEALIS: Indonesia Journal Information System, 9(1), 144–153. <https://doi.org/10.36080/idealis.v9i1.3712>