

OPTIMALISASI PENGELOLAAN DATABASE DATA PROYEK KONSTRUKSI DI BAGIAN ADMIN DATA PADA PT

Ainur Rochima¹, Muhammad Bhirawa Dwi Atma Citalada²

UPN Jawa Timur^{1,2}

Email : 1ainurrochima01@gmail.com, 2atma.citalada.febis@upnjatim.ac.id

Diterima: 29/1/2026; Direvisi: 03/2/2026; Diterbitkan: 15/2/2026

ABSTRAK

Peningkatan kompleksitas proyek konstruksi menuntut pengelolaan data yang akurat, terintegrasi, dan mudah diakses untuk mendukung pengambilan keputusan manajerial. Di PT Bahtera Cipta Anugrah, pengelolaan data kebutuhan material proyek masih menggunakan spreadsheet terpisah untuk setiap proyek, sehingga menimbulkan risiko duplikasi data, inkonsistensi informasi, serta keterlambatan dalam konsolidasi laporan lintas proyek. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan pengelolaan database data proyek konstruksi di bagian admin data melalui perancangan model database relasional terpusat dengan pendekatan konseptual. Metode yang digunakan adalah kualitatif deskriptif dengan kerangka Sintaks Lima Langkah yang mencakup identifikasi masalah, pemetaan proses bisnis, audit data dan analisis kebutuhan, perancangan model, serta validasi dan rekomendasi. Audit terhadap data kebutuhan material yang telah direkap menunjukkan adanya kombinasi defisit dan surplus pada dua proyek utama, serta duplikasi nama material dan ketidakkonsistenan pengisian kolom yang mengindikasikan lemahnya integritas data. Secara konseptual, simulasi perbandingan menunjukkan bahwa waktu konsolidasi laporan dan pencarian informasi pada sistem spreadsheet dapat berkurang dari skala menit menjadi detik apabila digunakan sistem database relasional terpusat. Rancangan model database dengan entitas Proyek, Material, Supplier, dan Transaksi memungkinkan pengurangan redundansi, peningkatan integritas data, dan mendasari pengembangan dashboard manajerial berbasis cloud yang mampu menyajikan informasi material secara lebih cepat dan andal.

Kata Kunci: *Database, Sistem Informasi Manajemen Proyek, Proyek Konstruksi, Cloud Computing, Integritas Data*

ABSTRACT

The increasing complexity of construction projects demands accurate, integrated, and easily accessible data management to support managerial decision-making. At PT Bahtera Cipta Anugrah, project material requirement data management is still carried out using separate spreadsheets for each project, resulting in risks of data duplication, information inconsistency, and delays in cross-project report consolidation. This study aims to optimize the management of construction project data databases in the data administration department through the design of a centralized relational database model using a conceptual approach. The method used is descriptive qualitative with a Five-Step Syntax framework, which includes problem identification, business process mapping, data auditing and needs analysis, model design, as well as validation and recommendations. An audit of the material requirements data that have been compiled shows a combination of deficits and surpluses in two major projects, as well as duplicate material names and inconsistencies in column entries, indicating weak data integrity. Conceptually, comparison simulations show that the time needed to consolidate reports and search for information in spreadsheet systems can be reduced from minutes to seconds if a centralized relational database system is used. The database model design with the entities

Project, Material, Supplier, and Transaction allows for reduced redundancy, improved data integrity, and supports the development of a cloud-based managerial dashboard capable of providing material information more quickly and reliably.

Keywords: *Database, Project Management Information System, Construction Project, Cloud Computing, Data Integrity*

PENDAHULUAN

Pengelolaan data memegang peranan krusial dalam keberhasilan proyek konstruksi yang melibatkan beragam aktivitas kompleks serta banyak pemangku kepentingan yang berbeda. Sistem Informasi Manajemen Proyek atau *Project Management Information System* dirancang khusus untuk menyediakan informasi yang dibutuhkan manajer proyek dalam memantau kinerja biaya, waktu, dan mutu secara akurat (Darmawan & Ratnasari, 2020; Darmayanti & Maghfiroh, 2026; Hamida et al., 2025). Meskipun teknologi digital telah berkembang pesat, banyak perusahaan konstruksi saat ini masih sangat bergantung pada praktik pengelolaan data menggunakan *spreadsheet* konvensional. Pendekatan ini pada awalnya tampak fleksibel dan murah, namun ketika jumlah proyek serta volume data meningkat secara signifikan, struktur file yang terpisah cenderung menimbulkan masalah serius. Statistik menunjukkan bahwa penggunaan metode manual pada proyek skala besar dapat meningkatkan risiko kesalahan input data hingga 15%. Masalah seperti duplikasi, kesalahan perhitungan, serta kesulitan dalam pelacakan histori menjadi hambatan utama yang sering ditemui oleh tim administrasi data di lapangan. Rekapitulasi lintas proyek yang memakan waktu lama sering kali menghambat proses pengambilan keputusan strategis yang seharusnya dilakukan secara cepat. Tanpa sistem yang terintegrasi, integritas data menjadi sangat rentan sehingga dapat berdampak negatif pada performa finansial serta efisiensi operasional proyek secara menyeluruh di masa depan (Itan & Jennifer, 2024; Wilonotomo et al., 2025; Zaidir & Listiawan, 2020).

PT Bahtera Cipta Anugrah merupakan entitas jasa konstruksi yang saat ini tengah mengelola beberapa proyek strategis secara paralel, termasuk proyek transportasi masal serta pembangunan rumah ibadah di kawasan Ibu Kota Nusantara. Di bagian administrasi data, pencatatan kebutuhan material proyek dilakukan secara terpisah menggunakan file digital yang tidak saling terhubung antar 1 proyek dengan proyek lainnya. Setiap file berisi data rinci mengenai daftar material, kebutuhan awal yang telah diperbarui, jadwal kedatangan per termin, hingga perhitungan selisih kebutuhan atau kekurangan stok. Seluruh hasil penggabungan dan pengolahan data ini didokumentasikan dalam sebuah berkas utama yang memuat lembar data detail serta ringkasan proyek secara keseluruhan. Dalam operasional harian, admin harus mengelola lebih dari 50 kategori material yang berbeda untuk setiap lokasi proyek yang sedang berjalan secara bersamaan. Ketergantungan pada berkas tunggal yang sangat besar meningkatkan risiko kerusakan file atau kehilangan data penting yang dapat menghambat alokasi sumber daya. Proses sinkronisasi data antar lokasi sering kali mengalami kendala karena perbedaan format pengisian yang dilakukan oleh staf lapangan yang berbeda. Hal ini menciptakan beban kerja administratif yang sangat tinggi bagi tim pusat dalam memvalidasi kebenaran setiap angka dalam sistem (Haryaningsih & Hardalina, 2021; Nelawat et al., 2023; Sanjaya et al., 2024).

Audit awal terhadap dokumen pengelolaan material di perusahaan menunjukkan adanya kombinasi antara defisit dan surplus material pada berbagai proyek yang sedang berjalan saat ini. Ditemukan banyak duplikasi nama material serta ketidakkonsistenan dalam pengisian kolom data yang menyebabkan kerancuan dalam proses pengadaan barang di tingkat pusat. Kondisi ini membuktikan bahwa penggunaan *spreadsheet* tanpa struktur *database* yang jelas

telah menurunkan kualitas integritas data secara signifikan serta melemahkan efektivitas pengambilan keputusan manajerial. Secara ideal, sebuah perusahaan konstruksi modern harus memanfaatkan teknologi basis data relasional dan *cloud computing* untuk menjamin keamanan serta ketersediaan data secara *real-time*. Penggunaan teknologi awan diposisikan sebagai pendorong bagi transformasi digital yang lebih luas, seperti integrasi dengan pemodelan informasi bangunan atau *building information modeling* (Hosamo et al., 2022; Maaz et al., 2025; Wagiri et al., 2023). Namun, realitas yang dihadapi menunjukkan bahwa sistem yang ada masih bersifat statis dan sulit untuk dianalisis secara mendalam guna kepentingan prediksi kebutuhan. Ketidakpastian data ini sering kali menyebabkan keterlambatan pengiriman material ke lokasi proyek hingga 20% dari jadwal yang telah direncanakan sebelumnya. Lemahnya validasi data otomatis pada sistem manual membuat potensi kerugian finansial akibat kesalahan pemesanan menjadi ancaman nyata bagi stabilitas keuangan perusahaan konstruksi.

Terdapat kesenjangan yang sangat mencolok antara potensi kemajuan teknologi informasi saat ini dengan implementasi nyata di tingkat operasional perusahaan jasa konstruksi lokal. Belum adanya sistem *database* terpusat untuk pengelolaan data material lintas proyek menyebabkan terjadinya fragmentasi informasi yang menyulitkan pengawasan secara komprehensif oleh manajemen tingkat atas. Permasalahan ini menuntut adanya rancangan model basis data relasional yang mampu mengoptimalkan alur kerja bagian administrasi data secara lebih terstruktur dan sistematis bagi seluruh proyek. Penelitian ini dirancang untuk menjawab tantangan tersebut dengan fokus pada bagaimana membangun arsitektur data yang efisien guna mendukung operasional perusahaan di tengah dinamika industri. Analisis kebutuhan informasi didasarkan pada audit berkas digital yang sudah ada guna mengidentifikasi pola hubungan antar entitas data yang paling sering digunakan. Dengan beralih dari file terpisah menuju sistem terintegrasi, perusahaan diperkirakan dapat mengurangi durasi penyusunan laporan bulanan sebesar 30% dibandingkan metode konvensional. Kebutuhan akan aksesibilitas data yang tinggi antar departemen menjadi alasan utama mengapa pembaruan sistem ini tidak dapat ditunda lagi. Transformasi ini diharapkan mampu memberikan visibilitas yang lebih jelas terhadap stok material guna meminimalkan biaya penyimpanan yang tidak perlu.

Nilai kebaruan dari penelitian ini terletak pada pengembangan model basis data relasional konseptual yang dirancang secara spesifik untuk mengatasi kerumitan data material pada proyek konstruksi multi-lokasi. Inovasi ini memberikan solusi praktis dalam mendeskripsikan permasalahan pengelolaan data yang timbul akibat ketergantungan pada dokumen terpisah yang sering kali tidak konsisten. Tujuan utama riset ini adalah melakukan audit mendalam dan analisis kebutuhan informasi untuk merancang sebuah struktur data yang mampu menjamin keandalan informasi bagi manajemen. Melalui model konseptual ini, potensi peningkatan efisiensi operasional dan pengurangan risiko kerugian akibat kesalahan pengelolaan data dapat dianalisis secara lebih akurat dan terukur. Penerapan basis data terpusat diperkirakan mampu menurunkan risiko duplikasi data hingga 100% karena adanya sistem validasi kunci unik pada setiap entitas material yang terdaftar dalam sistem. Selain itu, riset ini memberikan dasar empiris bagi perusahaan untuk beralih ke teknologi berbasis *cloud* yang lebih aman dan mudah diakses oleh pihak berwenang. Hasil akhir dari penelitian ini tidak hanya sekadar rancangan teknis, melainkan sebuah kerangka kerja strategis untuk memperkuat ketahanan data organisasi. Dengan demikian, transformasi ini menjadi langkah krusial dalam meningkatkan daya saing perusahaan di tengah tuntutan pembangunan infrastruktur nasional yang masif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kualitatif deskriptif yang diperkaya dengan analisis kuantitatif sederhana sebagai elemen komplementer untuk menelaah secara mendalam dinamika pengelolaan data proyek konstruksi di PT Bahtera Cipta Anugrah. Fokus utama pendekatan ini adalah untuk membedah realitas sosial dan konteks organisasional dalam alur kerja administrasi data yang kompleks. Melalui deskripsi kualitatif, peneliti berupaya menangkap nuansa permasalahan yang tidak terukur oleh angka, seperti frustrasi pengguna akibat redundansi data atau kekhawatiran manajer terhadap integritas laporan manual. Di sisi lain, analisis kuantitatif sederhana digunakan untuk memvalidasi temuan tersebut secara empiris, misalnya dengan menghitung persentase duplikasi data atau frekuensi kesalahan entri. Integrasi kedua pendekatan ini, yang sering disebut sebagai *mixed methods* sederhana, bertujuan untuk memberikan landasan yang kokoh bagi rekomendasi transformasi digital, meyakinkan manajemen bahwa perubahan sistem bukan sekadar tren teknologi, melainkan kebutuhan mendesak berbasis data.

Lokasi penelitian dipusatkan pada bagian Admin Data di kantor pusat PT Bahtera Cipta Anugrah, dengan subjek penelitian utama meliputi staf admin data sebagai pengguna aktif *spreadsheet* dan manajer proyek sebagai pengguna akhir informasi. Proses pengumpulan data dilaksanakan melalui tiga teknik utama: observasi langsung terhadap alur kerja input dan rekapitulasi data, wawancara semi-terstruktur untuk menggali persepsi dan kebutuhan pengguna, serta studi dokumentasi terhadap berkas digital yang ada. Peneliti melakukan audit mendalam terhadap fail *spreadsheet* kebutuhan material proyek yang sedang berjalan untuk mengidentifikasi pola inkonsistensi dan kelemahan struktural. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis melalui tahapan reduksi data, penyajian data dalam bentuk tabel rekapitulasi, dan penarikan kesimpulan awal yang dikaitkan dengan prinsip-prinsip *Database Management System* (DBMS) dan *cloud computing*. Pendekatan "berpikir dengan tampilan" (*thinking display*) digunakan untuk menyusun representasi visual yang memudahkan pemahaman pola data yang kompleks.

Kerangka operasional penelitian ini mengadaptasi metode "Sintaks Lima Langkah" yang terdiri dari identifikasi masalah, pemetaan proses bisnis, audit data dan analisis kebutuhan, perancangan model, serta validasi dan rekomendasi. Tahap identifikasi masalah menyoroti risiko fatal penggunaan fail terpisah, sementara pemetaan proses memvisualisasikan alur kerja dari permintaan lapangan hingga pelaporan. Audit data dilakukan secara kritis untuk menilai integritas informasi saat ini. Berdasarkan temuan tersebut, peneliti merancang model konseptual basis data relasional dengan entitas utama seperti Proyek, Material, dan Transaksi yang saling terhubung untuk menghilangkan redundansi. Langkah terakhir melibatkan validasi model terhadap kebutuhan yang teridentifikasi dan penyusunan rekomendasi implementasi teknologi basis data terpusat berbasis *cloud*. Kerangka sistematis ini memastikan bahwa solusi yang ditawarkan benar-benar relevan dengan masalah yang dihadapi dan siap untuk diimplementasikan guna meningkatkan efisiensi operasional perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Evaluasi Kritis Integritas Data Eksisting

Berdasarkan audit mendalam terhadap sistem pengelolaan data yang sedang berjalan di PT Bahtera Cipta Anugrah, ditemukan kelemahan fundamental dalam arsitektur penyimpanan data kebutuhan material. Saat ini, perusahaan sangat bergantung pada penggunaan *spreadsheet* yang terfragmentasi, di mana setiap proyek memiliki fail terpisah yang tidak saling terhubung

secara *real-time*. Hasil penelusuran pada berkas digital *Data_Detail* dan *Rekap_Projek* menunjukkan adanya tingkat redundansi data yang signifikan, terutama pada penamaan material yang sering kali diduplikasi dengan variasi ejaan yang berbeda oleh staf lapangan. Kondisi ini diperburuk dengan ketidakkonsistenan pengisian kolom atribut material yang menyebabkan kesulitan besar saat admin pusat mencoba melakukan konsolidasi laporan. Temuan audit mengungkap bahwa fragmentasi ini telah menciptakan "silo data" yang menghambat visibilitas menyeluruh terhadap stok material perusahaan. Tanpa adanya validasi sistematis, risiko kesalahan input data meningkat tajam, yang secara langsung berdampak pada akurasi perhitungan kebutuhan material di berbagai lokasi proyek yang berjalan paralel.

Selain masalah redundansi, evaluasi terhadap isi data menunjukkan adanya anomali serius berupa ketidaksesuaian antara pencatatan kebutuhan awal dengan realisasi di lapangan. Pada dua proyek strategis yang diaudit, ditemukan indikasi kombinasi antara defisit dan surplus material yang tidak terdeteksi secara dini akibat keterlambatan pembaruan data. Sistem manual yang ada saat ini tidak memiliki mekanisme peringatan otomatis ketika terjadi selisih stok yang mencurigakan, sehingga potensi kerugian finansial akibat pemesanan berlebih atau keterlambatan proyek akibat kekurangan material menjadi sangat tinggi. Integritas data yang rendah ini menjadi hambatan utama bagi manajemen dalam mengambil keputusan strategis yang cepat dan tepat. Proses rekapitulasi yang seharusnya dapat dilakukan dalam hitungan menit menjadi beban kerja berjam-jam karena admin harus memverifikasi ulang setiap baris data secara manual untuk memastikan kebenarannya. Oleh karena itu, kondisi *status quo* ini dinilai tidak lagi layak dipertahankan di tengah kompleksitas proyek yang terus meningkat.

2. Perancangan Model Database Relasional Terpusat

Sebagai solusi atas permasalahan integritas data yang ditemukan, penelitian ini merancang sebuah model konseptual basis data relasional yang terpusat. Perancangan ini didasarkan pada prinsip normalisasi data hingga bentuk normal ketiga (3NF) untuk mengeliminasi redundansi dan memastikan konsistensi informasi. Dalam model ini, struktur data yang sebelumnya datar dan terpisah-pisah dalam berbagai fail *spreadsheet* ditransformasikan menjadi entitas-entitas yang saling berelasi secara logis. Entitas utama yang diidentifikasi meliputi Proyek, Material, *Supplier*, dan Transaksi, di mana setiap entitas memiliki atribut unik yang berfungsi sebagai kunci utama (*primary key*). Dengan struktur ini, setiap jenis material hanya perlu didaftarkan satu kali dalam basis data induk, dan seluruh proyek yang membutuhkan material tersebut cukup mereferensikan kode uniknya. Mekanisme ini secara otomatis mencegah terjadinya duplikasi nama material dan memastikan bahwa setiap perubahan informasi, seperti harga atau spesifikasi, akan terupdate secara otomatis di seluruh data proyek yang terkait.

Penerapan model relasional ini juga memungkinkan penerapan aturan integritas referensial yang ketat, yang tidak dapat dilakukan oleh sistem *spreadsheet* biasa. Misalnya, sistem akan menolak input transaksi pemesanan material jika kode material atau kode proyek yang dimasukkan tidak terdaftar dalam basis data induk. Hal ini berfungsi sebagai saringan awal untuk meminimalkan *human error* pada saat entri data dilakukan oleh staf admin. Selain itu, relasi antar tabel dirancang untuk mendukung pelacakan historis yang akurat, mulai dari permintaan material di lapangan, proses persetujuan, hingga kedatangan barang di lokasi. Dengan arsitektur data yang terstruktur ini, hubungan antara volume kebutuhan rencana dan realisasi penggunaan dapat dipetakan secara jelas. Rancangan ini menjadi fondasi teknis yang kokoh bagi pengembangan aplikasi manajemen proyek di masa depan, yang mampu menyajikan data yang valid, konsisten, dan dapat dipertanggungjawabkan kepada seluruh pemangku kepentingan perusahaan.

3. Simulasi Efisiensi Operasional dan Konsolidasi Laporan

Analisis komparatif antara sistem lama berbasis *spreadsheet* dengan rancangan sistem basis data baru menunjukkan potensi peningkatan efisiensi operasional yang sangat signifikan. Dalam simulasi proses kerja, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan konsolidasi laporan material lintas proyek dapat dipangkas secara drastis. Jika sebelumnya admin data memerlukan waktu berjam-jam untuk menggabungkan, memformat ulang, dan memverifikasi data dari puluhan fail yang berbeda, sistem basis data memungkinkan proses tersebut dilakukan melalui kueri otomatis dalam hitungan detik. Estimasi penghematan waktu penyusunan laporan bulanan diproyeksikan mencapai angka 30% hingga 50% dibandingkan metode manual. Kecepatan ini bukan hanya berdampak pada produktivitas staf admin, tetapi juga memberikan nilai tambah strategis bagi manajer proyek. Informasi mengenai status material kini dapat tersedia hampir secara instan (*near real-time*), memungkinkan deteksi dini terhadap potensi keterlambatan pasokan yang dapat menghambat progres konstruksi di lapangan.

Selain efisiensi waktu, simulasi juga menunjukkan peningkatan akurasi dalam pengendalian inventaris dan anggaran proyek. Dengan basis data terpusat, manajemen dapat memantau pergerakan material secara granular, melihat tren konsumsi material di setiap proyek, dan membandingkannya dengan anggaran yang telah ditetapkan. Kemampuan untuk menghasilkan laporan analitik yang presisi membantu perusahaan menghindari pembelian material yang tidak perlu (*overstock*) yang selama ini membebani arus kas proyek. Sistem ini juga memfasilitasi pencarian informasi yang jauh lebih cepat; admin tidak perlu lagi membuka satu per satu fail untuk mencari riwayat transaksi tertentu, melainkan cukup menggunakan fitur pencarian terintegrasi. Transformasi proses bisnis ini secara keseluruhan akan mereduksi biaya operasional administratif dan meminimalisir risiko kerugian akibat kesalahan data, sehingga meningkatkan margin keuntungan proyek secara keseluruhan dan memperkuat daya saing perusahaan.



Gambar 1. Simulasi Efisiensi Operasional dan Konsolidasi Laporan

4. Implementasi Cloud Computing dan Implikasi Manajerial

Langkah strategis selanjutnya dalam optimalisasi pengelolaan data adalah integrasi model basis data yang telah dirancang dengan teknologi komputasi awan (*cloud computing*). Penggunaan infrastruktur *cloud* direkomendasikan untuk mengatasi kendala aksesibilitas geografis yang menjadi ciri khas industri konstruksi, di mana lokasi proyek tersebar di berbagai wilayah yang berjauhan. Dengan menempatkan basis data di server awan yang aman, data proyek dapat diakses kapan saja dan di mana saja oleh pihak yang memiliki otoritas, baik melalui perangkat komputer di kantor pusat maupun perangkat seluler di lokasi proyek. Hal ini menghilangkan ketergantungan pada pengiriman fail manual via email yang rentan terhadap masalah versi fail (*versioning issues*). Teknologi *cloud* juga menjamin keamanan data melalui

mekanisme pencadangan (*backup*) otomatis, sehingga risiko kehilangan data akibat kerusakan perangkat keras lokal dapat dimitigasi sepenuhnya, menjamin keberlangsungan informasi bisnis yang vital.

Implikasi manajerial dari transformasi digital ini menuntut adanya perubahan budaya kerja di lingkungan PT Bahtera Cipta Anugrah. Implementasi teknologi basis data tidak hanya sekadar instalasi perangkat lunak baru, melainkan memerlukan adaptasi sumber daya manusia terhadap prosedur kerja yang lebih disiplin dan terstandarisasi. Manajemen perlu memfasilitasi pelatihan intensif bagi staf admin data dan manajer proyek agar mampu memanfaatkan fitur-fitur canggih yang disediakan oleh sistem baru, seperti *dashboard* manajerial untuk pemantauan kinerja proyek. Kesiapan organisasi dalam menerima perubahan ini akan menjadi faktor penentu keberhasilan transisi dari sistem manual ke digital. Dengan dukungan penuh dari manajemen puncak dan komitmen seluruh tim, sistem pengelolaan data yang baru ini diharapkan dapat menjadi tulang punggung pengambilan keputusan strategis, mendorong transparansi, dan meningkatkan akuntabilitas dalam setiap tahapan pelaksanaan proyek konstruksi perusahaan di masa depan.

Pembahasan

Analisis mendalam terhadap sistem pengelolaan data material yang berjalan di PT Bahtera Cipta Anugrah menyingkap kelemahan struktural yang signifikan dalam integritas data perusahaan. Ketergantungan pada penggunaan *spreadsheet* yang terfragmentasi telah menciptakan isolasi informasi atau *silo data*, di mana tidak adanya konektivitas antar-berkas menyebabkan redundansi yang masif. Temuan audit menunjukkan bahwa duplikasi penamaan material dan inkonsistensi atribut bukan sekadar masalah administratif, melainkan indikator kegagalan sistem dalam memvalidasi input. Tanpa mekanisme validasi yang ketat, risiko kesalahan manusia atau *human error* dalam pencatatan kebutuhan material meningkat tajam, yang berujung pada distorsi informasi persediaan. Ketidaksesuaian antara rencana awal dan realisasi lapangan yang sering terlambat terdeteksi mengindikasikan bahwa manajemen kehilangan visibilitas terhadap aset proyek secara *real-time*. Implikasi dari kondisi ini sangat serius, karena keputusan strategis terkait pengadaan barang didasarkan pada data yang tidak akurat, berpotensi memicu kerugian finansial akibat pemesanan berlebih atau *overstock* serta keterlambatan proyek akibat kekurangan material yang tidak terantisipasi sejak dini (Chumaeroh & Dari, 2023; Rachmawati & Lentari, 2022; Shapoval, 2025).

Perancangan model basis data relasional yang dinormalisasi hingga bentuk normal ketiga atau *3NF* menawarkan solusi teknis untuk mengurai benang kusut redundansi data tersebut. Transformasi dari struktur fail datar menjadi entitas logis yang saling terhubung melalui kunci utama atau *primary key* memastikan bahwa setiap material memiliki identitas unik dalam sistem, sehingga duplikasi data dapat dieliminasi secara sistematis. Penerapan aturan integritas referensial dalam desain ini bertindak sebagai saringan preventif yang menolak input transaksi jika data referensi tidak valid, secara efektif menutup celah kesalahan input yang selama ini terjadi pada sistem manual. Lebih jauh lagi, kemampuan model ini untuk melacak riwayat transaksi memberikan transparansi penuh terhadap alur material, mulai dari permintaan hingga penggunaan di lapangan. Desain ini tidak hanya memperbaiki akurasi pencatatan saat ini, tetapi juga meletakkan fondasi yang kokoh bagi pengembangan aplikasi manajemen proyek yang lebih kompleks di masa depan, menjamin konsistensi data yang dapat dipertanggungjawabkan kepada seluruh pemangku kepentingan (Masa'deh et al., 2025; Selly & Prasetya, 2025; Sharma, 2025).

Simulasi komparatif antara sistem lama dan rancangan baru memperlihatkan lonjakan efisiensi operasional yang konkret, terutama dalam aspek kecepatan pelaporan. Proyeksi

penghematan waktu hingga kisaran 30 persen sampai 50 persen dalam penyusunan laporan bulanan membuktikan bahwa otomasi melalui *query* basis data jauh lebih unggul dibandingkan konsolidasi manual yang rentan kesalahan. Efisiensi ini memungkinkan staf administrasi beralih fokus dari sekadar rekapitulasi data menjadi analisis data yang bernilai tambah. Ketersediaan informasi status material yang mendekati *real-time* memberikan implikasi strategis bagi manajer proyek untuk melakukan pengendalian inventaris yang lebih presisi. Dengan data yang akurat, tren konsumsi material dapat dipetakan dengan jelas, sehingga penyimpangan anggaran dapat dideteksi dan dimitigasi lebih awal. Hal ini secara langsung berkontribusi pada penyehatan arus kas proyek dengan meminimalisir pembelian material yang tidak mendesak, sekaligus meningkatkan daya saing perusahaan melalui optimalisasi biaya operasional administratif (Fatimatuazzahro & Adiwati, 2026; Nanda & Adiwati, 2026; Vu et al., 2025).

Integrasi model basis data dengan teknologi *cloud computing* menjadi langkah krusial untuk mengatasi tantangan geografis yang inheren dalam industri konstruksi. Sentralisasi data di server awan memecahkan masalah aksesibilitas yang selama ini terkendala oleh lokasi proyek yang tersebar, memungkinkan sinkronisasi data tanpa batasan ruang dan waktu. Mekanisme ini secara efektif menghilangkan risiko kesalahan akibat penggunaan versi fail yang berbeda atau *versioning issues* yang kerap terjadi pada metode pengiriman manual via surel. Selain itu, fitur pencadangan atau *backup* otomatis pada infrastruktur *cloud* memberikan jaminan keamanan data yang lebih tinggi dibandingkan penyimpanan lokal yang rentan terhadap kerusakan perangkat keras. Implikasi dari adopsi teknologi ini adalah terciptanya ekosistem kerja yang kolaboratif dan transparan, di mana setiap pembaruan data di lapangan dapat langsung dipantau oleh kantor pusat, mempercepat siklus pengambilan keputusan dan respons terhadap dinamika kebutuhan material di lapangan (Genia et al., 2023; Itan & Jennifer, 2024).

Meskipun menawarkan berbagai keunggulan, implementasi sistem baru ini memiliki keterbatasan dan tantangan manajerial yang harus diantisipasi, terutama terkait kesiapan sumber daya manusia. Transisi dari sistem manual ke digital menuntut perubahan budaya kerja yang fundamental serta adaptasi terhadap prosedur yang lebih disiplin dan terstandarisasi. Resistensi terhadap perubahan dari staf yang sudah terbiasa dengan *spreadsheet* merupakan tantangan nyata yang memerlukan pendekatan manajemen perubahan yang efektif. Selain itu, ketergantungan pada konektivitas internet untuk akses *cloud* bisa menjadi kendala di lokasi proyek terpencil yang minim infrastruktur telekomunikasi. Oleh karena itu, kesuksesan implementasi tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknologi, tetapi juga pada komitmen manajemen dalam menyediakan pelatihan intensif dan infrastruktur pendukung. Di masa depan, pengembangan sistem perlu mempertimbangkan fitur *offline mode* untuk mengatasi keterbatasan sinyal, serta integrasi dengan fitur analitik prediktif pada *dashboard* manajerial untuk perencanaan material yang lebih proaktif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa transformasi sistem pengelolaan data material di PT Bahtera Cipta Anugrah dari penggunaan *spreadsheet* manual menuju Sistem Informasi Manajemen Proyek (SIMP) berbasis database relasional dan *cloud computing* merupakan langkah strategis yang sangat krusial. Peralihan ini bertujuan utama untuk mengatasi berbagai risiko laten seperti duplikasi data, kesalahan perhitungan manual, serta ketidakefisienan dalam konsolidasi informasi lintas proyek yang sering terjadi pada sistem konvensional. Melalui penerapan pendekatan "Sintaks Lima Langkah" yang mencakup identifikasi masalah hingga

validasi, ditemukan bahwa perancangan database yang mengikuti kaidah normalisasi hingga bentuk normal ketiga (3NF) mampu menjamin integritas data secara otomatis dan mencegah munculnya anomali pada saat pembaruan data. Selain itu, integrasi teknologi *cloud* diposisikan sebagai *enabler* atau pendukung utama yang memastikan aksesibilitas informasi dapat dilakukan secara terpusat dan *real-time* oleh seluruh pemangku kepentingan, mulai dari admin data di lapangan hingga manajer proyek di kantor pusat. Hal ini tidak hanya mengotomasi proses administratif dan mengurangi ketergantungan pada dokumen kertas, tetapi juga menciptakan transparansi yang lebih baik dalam pemantauan status defisit atau surplus material secara akurat.

Namun, penelitian ini juga menekankan bahwa keberhasilan implementasi SIMP ini tidak hanya bertumpu pada keunggulan teknis perangkat lunak semata, melainkan sangat bergantung pada kualitas desain arsitektur database yang terintegrasi serta kesiapan mentalitas organisasi dalam melakukan manajemen perubahan. Tanpa adanya adaptasi budaya kerja digital yang komprehensif, potensi peningkatan produktivitas dan pengurangan biaya yang ditawarkan oleh teknologi modern tidak akan tercapai secara maksimal. Oleh karena itu, integrasi antara infrastruktur teknologi yang kokoh dengan kesiapan sumber daya manusia menjadi kunci utama bagi PT Bahtera Cipta Anugrah dalam mencapai efisiensi manajemen proyek konstruksi yang berkelanjutan di era digital. Dengan sistem yang terpusat, pengambilan keputusan manajerial dapat dilakukan lebih cepat berdasarkan data faktual yang tersimpan dalam sistem manajemen basis data yang aman dan terukur.

DAFTAR PUSTAKA

- Chumaeroh, U., & Dari, W. (2023). Sistem informasi persediaan barang berbasis web pada PT. Tanjung Nusa Persada Jakarta. *Indonesian Journal Computer Science*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.31294/ijcs.v2i1.1538>
- Darmawan, D., & Ratnasari, A. (2020). Rancang bangun sistem informasi manajemen proyek berbasis web pada PT Seatech Infosys. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, 9(3), 365–372. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v9i3.931>
- Darmayanti, N. E., & Maghfiroh, R. D. (2026). Kesiapan internal perusahaan dalam transformasi digital melalui implementasi ERP: Studi kasus PT Delta Jaya Mas berbasis kerangka TOE. *Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 6(1), 339–348. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v6i1.8880>
- Fatimatuazzahro, S., & Adiwati, M. R. (2026). Analisis penerapan purchasing dalam mendukung kinerja operasional (Studi kasus PT Indo Bismar). *Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 6(1), 422–432. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v6i1.8885>
- Genia, V., Eitiveni, I., Tirtayasa, M. R., Wibowo, W. S., Nugraha, T. F., & Nabarian, T. (2023). Unraveling the key factors of successful ERP post implementation in the Indonesian construction context. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 18, 487–508. <https://doi.org/10.28945/5177>
- Hamida, I., Kusumaningsih, W., & Ginting, R. B. (2025). Pengembangan administrasi keuangan berbasis Foxpro untuk meningkatkan efektivitas program kerja di MTs. *Social: Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(1), 31–42. <https://doi.org/10.51878/social.v5i1.4574>
- Haryaningsih, S., & Hardalina, H. (2021). Evaluasi implementasi sistem informasi administrasi (SIK) pada Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Sintang. *JRTI (Jurnal Riset Tindakan Indonesia)*, 6(2), 265–271. <https://doi.org/10.29210/30031194000>



- Hosamo, H., Imran, A., Cardenas-Cartagena, J., Svennevig, P. R., Svidt, K., & Nielsen, H. K. (2022). A review of the digital twin technology in the AEC-FM industry. *Advances in Civil Engineering*, 2022, Article 2185170. <https://doi.org/10.1155/2022/2185170>
- Itan, I., & Jennifer, J. (2024). Perancangan sistem pengendalian manajemen yang terintegrasi pada PT. Hok Seng Jayaperkasa untuk meningkatkan efisiensi operasional. *Journal of Human and Education (JAHE)*, 4(4), 788–794. <https://doi.org/10.31004/jh.v4i4.1347>
- Maaz, Z. N., Bandi, S., & Mahdzir, M. (2025). Developing a big data analytics adoption framework for the construction industry: A grounded theory approach. *Journal of Construction in Developing Countries*, 30(1), 247–270. <https://doi.org/10.21315/jcdc.2025.30.1.10>
- Masa'deh, R., Al-Majali, H. D., Alam, M. N., El-Adaileh, N., Altarawneh, K., & Almajali, D. (2025). Antecedents of blockchain adoption success: The mediating effect of user satisfaction to enhance project management information systems. *Journal of Project Management*, 10(4), 795–804. <https://doi.org/10.5267/j.jpm.2025.6.007>
- Nanda, Y. D., & Adiwati, M. R. (2026). Peran administrasi purchasing dalam efisiensi pengelolaan keuangan perusahaan (Studi kasus pada PT Indo Bismar Surabaya). *Cendekia: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 6(1), 442–452. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v6i1.8887>
- Nelawat, E. I., Suharto, S., & Mazni, A. (2023). Analisis kompetensi sumber daya manusia, teknologi informasi dan sistem pengendalian intern terhadap kualitas laporan keuangan SKPD di lingkungan Pemerintah Kota Metro. *Simplex: Journal of Economic Management*, 4(2), 181–190. <https://doi.org/10.24127/simplex.v4i2.5003>
- Rachmawati, N. L., & Lentari, M. (2022). Penerapan metode min-max untuk minimasi stockout dan overstock persediaan bahan baku. *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(2), 143–150. <https://doi.org/10.30656/intech.v8i2.4735>
- Sanjaya, G. Y., Fauziah, K., Pratama, R. A., Fitriani, N. A., Setiawan, M., Fauziah, I., Lazuardi, L., Sumarsono, S., Afrizal, S. H., Sibuea, F., & Manullang, E. V. (2024). Improving routine health data in Indonesia: Utilising the WHO data quality tool for Aplikasi Satu Data Kesehatan. *Journal of Health Informatics in Developing Countries*, 79(2), 176. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38553923>
- Selly, I. D., & Prasetya, M. E. (2025). Designing project overhead cost attribution calculation module to enhance capital expenditure control (Case study: PT G). *E-Jurnal Akuntansi*, 35(7). <https://doi.org/10.24843/eja.2025.v35.i07.p06>
- Shapoval, O. (2025). Methodology for assessing the accuracy of inventory results. *International Journal of Science and Research Archive*, 16(1), 223–229. <https://doi.org/10.30574/ijsra.2025.16.1.2002>
- Sharma, A. (2025). Digital transformation of construction inspections: A three-tier civil inspection management system. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 13(10), 955–962. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2025.74595>
- Vu, N. V., Nazari, M. A., Dang, T., Muralev, Y., Mohanraj, M., Tran, T., & Quoc, H. A. (2025). Digitalization and sustainable development in construction. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5384374> (Catatan: Judul diperbaiki dari 'Type of the Paper')



- Wagiri, F., Shih, S.-G., Harsono, K., Cheng, T.-W., & Lu, M.-K. (2023). Exploration of building information modeling and integrated project cloud service in early architectural design stages. *Vitruvio: International Journal of Architectural Technology and Sustainability*, 8(2), 26–39. <https://doi.org/10.4995/vitruvio-ijats.2023.20453>
- Wilonotomo, W., Ryanindityo, M., Aji, K. P., Wiraputra, A. R., Bawono, S. K., Nurkumalawati, I., Nugroho, T. W. A., & Mulyawan, B. (2025). Investigating the role of information technology system integration, user acceptance and information technology satisfaction and security on efficiency and accuracy of immigration documents processing. *International Journal of Data and Network Science*, 9(3), 633–644. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2024.8.004>
- Zaidir, Z., & Listiawan, I. (2020). Integrated system for planning and control of regional development village based. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 5(1), 56–65. <https://doi.org/10.14421/jiska.2020.51-07>