JOURNAL DIGITAL TECHNOLOGY TREND
E-ISSN: 2963-8143, P-ISSN: 2963-9190
Volume 5 Number 2, December 2026, pp 75-85.
DOI: https://doi.org/10.56347/jdtt.v5i2.464.

Optimalisasi Proses Bisnis Inventaris Multigudang Menggunakan *Business Process Model and Notation*: Studi Kasus PT Satellite of Glow

Raden Mochamad Issa Wirakusumah [1], Dedi Dwi Saputra [2*]
[1,2*] Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Siber Indonesia, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia.

ABSTRACT
Fragmented inventory management in multi-warehouse environments causes recording errors, delayed stock synchronisation, and weak accountability. PT Satellite of Glow manages four separate warehouses relying on physical logbooks and isolated spreadsheets without a traceable audit trail. This study models and optimizes the company's inventory processes using Business Process Model and Notation (BPMN). A qualitative single-case study was conducted through direct observation and semi-structured interviews with four actor groups across the four warehouses. The workflow was modelled As-Is, evaluated using process redesign heuristics, and restructured into an automated To-Be model. Process performance was assessed by measuring the cycle times of ten high-frequency activities. The As-Is model revealed 18 manual activities, 12 of which were non-value-adding administrative tasks requiring identical data to be recorded three times. Redesigning the process via task elimination, automation, and database centralisation reduced the total cycle time from 150 to 30.5 minutes, achieving an efficiency gain of 79.67% with activity improvements ranging from 66.70% to 90.00%. Information-oriented activities attained higher efficiency (84.48%) than physical transactions (73.02%), confirming that physical handling defines the upper boundary of software-driven optimization. The To-Be model eliminates multi-tier recording and establishes automated audit-trail tracking.

ARTICLE HISTORY
Received: 31 August 2026.
Revised: 1 September 2026.
Accepted: 24 September 2026.
Available Online: 10 October 2026.
Published: 1 December 2026.

KEYWORDS
Business Process Model and Notation; Multi-Warehouse Inventory; Business Process Redesign; Process Efficiency; Warehouse Management System.

ABSTRAK
Pengelolaan inventaris yang terfragmentasi pada lingkungan multigudang menimbulkan kesalahan pencatatan, keterlambatan sinkronisasi data stok, dan lemahnya akuntabilitas operasional. PT Satellite of Glow mengoperasikan empat gudang yang seluruh pencatatannya masih mengandalkan buku manual dan spreadsheet terpisah tanpa riwayat transaksi yang terintegrasi. Penelitian ini memodelkan dan mengoptimalkan proses bisnis inventaris multigudang tersebut menggunakan Business Process Model and Notation (BPMN). Pendekatan kualitatif studi kasus tunggal (*single-case study*) diterapkan melalui observasi dan wawancara semi-terstruktur terhadap empat kelompok aktor pada seluruh gudang. Proses berjalan dimodelkan sebagai *As-Is*, dianalisis menggunakan heuristik redesain proses, kemudian dirancang ulang menjadi model usulan *To-Be*. Kinerja proses dievaluasi dengan mengukur waktu siklus sepuluh aktivitas berfrekuensi tinggi. Model *As-Is* memuat 18 aktivitas manual dengan 12 aktivitas administratif yang mengharuskan data dicatat berulang tiga kali. Penerapan model *To-Be* melalui eliminasi, otomatisasi, dan integrasi basis data terpusat memangkas total waktu siklus dari 150 menjadi 30,5 menit, menghasilkan efisiensi agregat sebesar 79,67% dengan rentang perbaikan per aktivitas 66,70% hingga 90,00%. Aktivitas berorientasi informasi mencatatkan efisiensi lebih tinggi (84,48%) dibandingkan dengan transaksi fisik (73,02%). Model usulan ini secara efektif menghapus birokrasi input berjenjang sekaligus menghadirkan keterlacakan *audit trail* secara otomatis.

KATA KUNCI
Business Process Model And Notation; Inventaris Multigudang; Redesain Proses Bisnis; Efisiensi Proses; Sistem Manajemen Gudang.

CONTACT Raden Mochamad Issa Wirakusumah dedi.dwi.s@cyber-univ.ac.id Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Siber Indonesia, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia.
© 2026 Information KAWANAD Institute

1. Pendahuluan

Pengelolaan inventaris merupakan salah satu pilar operasional perusahaan yang menentukan ketersediaan barang, ketepatan pengendalian persediaan, dan kualitas keputusan manajemen. Ketepatan serta konsistensi data inventaris menjadi faktor penentu kelancaran proses bisnis secara keseluruhan (Axsäter, 2015; Wynn, 2021). Ketika perusahaan mengoperasikan lebih dari satu lokasi gudang, kompleksitas pengelolaan meningkat karena data stok tersebar pada beberapa sumber yang tidak saling terhubung. Kondisi ini menimbulkan risiko ketidakseimbangan persediaan berupa *overstock* pada satu lokasi dan *stockout* pada lokasi lain meskipun secara agregat perusahaan masih memiliki stok yang memadai (Rajendran & Balasubramaniam, 2024; Verma *et al*., 2023). PT Satellite of Glow mengelola inventaris pada empat lokasi gudang, yaitu Gudang Nias, Gudang Permata, Gudang Kuta IV, dan Gudang Gunung Putri. Seluruh pencatatan masih dilakukan secara manual menggunakan buku catatan dan berkas Microsoft Excel yang dikelola terpisah pada masing-masing gudang. Praktik semacam ini terbukti rentan terhadap kesalahan penulisan, duplikasi data, dan keterlambatan pembaruan stok (Tobola *et al*., 2022), sekaligus menghambat sinkronisasi data antarsistem operasional (Palanichamy, 2024). Konsekuensinya, manajemen tidak memperoleh informasi stok secara tepat waktu dan perusahaan tidak memiliki *audit trail* yang dapat ditelusuri ketika terjadi selisih antara stok fisik dan stok tercatat.

Sejumlah penelitian telah memanfaatkan Business Process Model and Notation (BPMN) untuk mendokumentasikan dan memperbaiki proses persediaan. Novian *et al*. (2022) memodelkan proses pengadaan barang menggunakan BPMN, Tumbelaka *et al*. (2025) merancang proses penjualan berbasis pemindai *barcode*, Kopp *et al*. (2022) mengintegrasikan model proses bisnis dengan model manajemen persediaan untuk simulasi rantai pasok, dan Mursyada (2024) menegaskan melalui tinjauan kritis lintas industri bahwa BPMN terbukti meningkatkan efisiensi meski bukti empiris kuantitatifnya masih terbatas. Sejumlah studi lain mengembangkan sistem manajemen gudang berbasis web tanpa notasi BPMN maupun perbandingan waktu siklus *As-Is* dan *To-Be* (Janah *et al*., 2024; Jovanka *et al*., 2025; Khairunnisa *et al*., 2024; Wijaya *et al*., 2024). Namun, sebagian besar studi tersebut berhenti pada tataran dokumentasi proses atau pengembangan sistem dan belum menyajikan pengukuran kuantitatif atas selisih kinerja antara model *As-Is* dan *To-Be*, terlebih pada konteks operasional multigudang. Muharommah dan Dachyar (2022) menunjukkan bahwa perbaikan proses gudang membutuhkan bukti empiris berupa perbandingan waktu siklus, bukan sekadar deskripsi alur. Kesenjangan inilah yang menjadi ruang kontribusi penelitian ini. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) memodelkan proses bisnis pengelolaan inventaris multigudang di PT Satellite of Glow dalam bentuk BPMN *As-Is*, (2) mengidentifikasi aktivitas bernilai tambah rendah beserta titik hambatan pada model tersebut, (3) merancang model BPMN *To-Be* sebagai proses bisnis terotomatisasi, dan (4) mengukur besaran optimalisasi yang dihasilkan melalui perbandingan waktu siklus aktivitas. Artikel ini disusun dengan urutan sebagai berikut: bagian kedua menjelaskan metodologi penelitian, bagian ketiga menyajikan hasil pemodelan dan pengukuran, bagian keempat membahas temuan dalam kaitannya dengan literatur, dan bagian kelima memuat kesimpulan serta arah penelitian selanjutnya.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan strategi studi kasus tunggal (*single-case study*) pada PT Satellite of Glow. Pendekatan ini dipilih karena fokus penelitian diarahkan untuk memahami secara mendalam alur kerja, interaksi aktor, aliran dokumen, serta hambatan operasional pada satu konteks organisasi yang spesifik, bukan untuk melakukan generalisasi statistik ke populasi luas. Kerangka kerja perbaikan proses mengadopsi siklus manajemen proses bisnis yang meliputi tahapan identifikasi proses, penemuan proses, analisis proses, redesain proses, dan evaluasi proses (Dumas *et al*., 2018; Weske, 2024).

2.1 Objek dan Partisipan Penelitian

Objek penelitian adalah proses bisnis pengelolaan inventaris yang berjalan pada empat lokasi fasilitas pergudangan perusahaan, mencakup pengelolaan data master barang, pencatatan penerimaan barang (*check-in*), pengeluaran barang (*check-out*), transfer inventaris antargudang, pemantauan saldo stok, dan

penyusunan laporan persediaan berkala. Partisipan penelitian melibatkan empat kelompok aktor yang berinteraksi langsung dalam operasional sistem, yaitu staf gudang sebagai pelaksana transaksi fisik barang, kepala gudang sebagai pengawas operasional lapangan dan perekapitulasi data, admin inventaris sebagai pengelola konsolidasi data terpusat, serta pihak manajemen sebagai pengambil keputusan strategis berbasis laporan inventaris.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian dihimpun melalui dua teknik utama yang saling melengkapi. Observasi langsung dilakukan secara partisipatif terhadap seluruh rangkaian operasional pergudangan guna memetakan urutan aktivitas faktual, media pencatatan dokumen, mekanisme sinkronisasi data stok, dan dinamika aliran informasi antarbagian. Wawancara semi-terstruktur diselenggarakan untuk menggali kebutuhan fungsional pengguna, kendala operasional harian, serta ekspektasi perbaikan sistem dari masing-masing pemangku kepentingan. Format wawancara semi-terstruktur memberikan fleksibilitas bagi partisipan untuk menguraikan permasalahan riil secara mendalam sekaligus menjaga alur wawancara tetap berada dalam batasan tema penelitian. Triangulasi data diterapkan dengan mengonfrontasi hasil wawancara terhadap temuan observasi lapangan dan bukti dokumen pendukung, seperti buku logistik fisik gudang, lembar kerja spreadsheet rekapitulasi, serta faktur (*invoice*) pemasok.

2.3 Tahapan Pemodelan BPMN

Proses pemodelan alur kerja dilaksanakan melalui empat tahapan terstruktur. Tahap awal difokuskan pada identifikasi proses bisnis melalui inventarisasi menyeluruh atas entitas aktivitas, relasi antar-aktor, keluar-masuknya dokumen fisik, dan pertukaran data logistik. Tahap kedua merekonstruksi proses berjalan ke dalam model BPMN *As-Is* berstandar Object Management Group (OMG) dengan mengalokasikan empat *swimlanes* yang mewakili peran masing-masing aktor. Tahap ketiga menganalisis diagram *As-Is* untuk mendeteksi aktivitas tanpa nilai tambah (*non-value adding activities*), redundansi pencatatan data berjenjang, dan titik sumbatan alur (*bottlenecks*). Tahap akhir merancang model proses usulan BPMN *To-Be* dengan mengimplementasikan tiga heuristik redesain proses, yaitu eliminasi aktivitas administratif yang berlebih, otomatisasi validasi sistem, serta integrasi basis data terpusat lintas lokasi gudang (Dumas *et al*., 2018).

2.4 Teknik Analisis dan Pengukuran

Evaluasi efektivitas redesain proses dilakukan melalui dua tingkatan analisis. Analisis tingkat pertama bersifat kualitatif-struktural dengan mengomparasikan perubahan media kerja, mekanisme validasi transaksi, arsitektur basis data, dan ketersediaan jejak audit (*audit trail*) antara proses *As-Is* dan *To-Be*. Analisis tingkat kedua bersifat kuantitatif dengan mengukur selisih waktu siklus (*cycle time*) pada sepuluh aktivitas inventaris berfrekuensi operasional tinggi sebelum dan sesudah redesain proses diterapkan. Pengukuran durasi waktu siklus dilakukan melalui pengamatan berulang di lapangan pada hari operasional normal dan dikonfirmasikan kepada masing-masing penanggung jawab tugas. Persentase efisiensi waktu pada setiap aktivitas dihitung menggunakan Persamaan (1):

$$E = ((T_(As - Is) - T_(To - Be)) / T_(As - Is)) * 100\% \quad (1)$$

Keterangan:
E adalah persentase efisiensi waktu siklus (%)
$TAs - Is$ adalah waktu penyelesaian aktivitas pada proses berjalan (*As-Is*) dalam satuan menit, dan
$TTo - Be$ adalah waktu penyelesaian aktivitas pada proses usulan (*To-Be*) dalam satuan menit.

Efisiensi agregat dihitung dari perbandingan total durasi seluruh aktivitas, sedangkan efisiensi rata-rata ditentukan melalui nilai rerata aritmetis dari efisiensi kesepuluh aktivitas. Guna mengidentifikasi pola perbaikan secara lebih mendalam, kesepuluh aktivitas tersebut diklasifikasikan ke dalam dua kategori fungsional, yaitu kelompok aktivitas transaksi fisik yang mencakup pergerakan fisik barang dan kelompok aktivitas berorientasi informasi yang berfokus pada manipulasi data, pencarian catatan, rekapitulasi, serta pelaporan.

3. Hasil

3.1 Karakteristik Proses Inventaris Berjalan

Observasi langsung terhadap rangkaian operasional pergudangan menghasilkan tujuh temuan utama mengenai kondisi proses berjalan, sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Seluruh aktivitas inventaris masih bergantung penuh pada pencatatan manual dan berkas lembar kerja terpisah, serta belum memiliki mekanisme perekaman riwayat transaksi secara otomatis.

Tabel 1. Hasil observasi proses inventaris berjalan

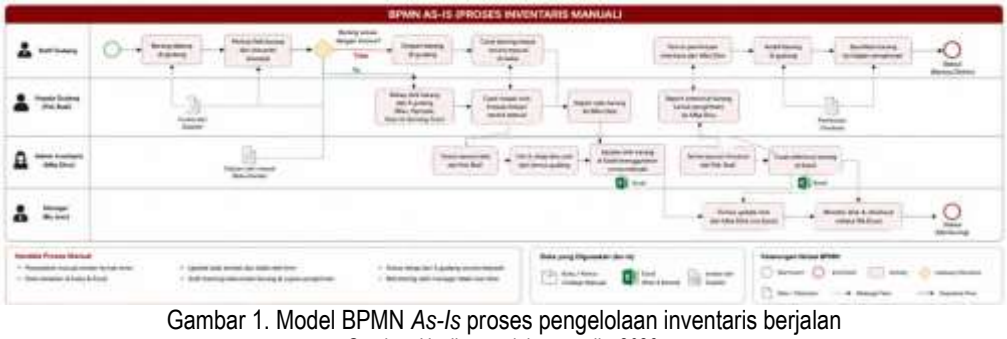
No	Aktivitas	Kondisi Berjalan	Permasalahan yang Teridentifikasi
1	Pencatatan barang masuk	Dicatat manual oleh staf gudang	Risiko salah input dan keterlambatan pembaruan data
2	Pencatatan barang keluar	Dicatat manual, lalu dilaporkan ke admin	Riwayat transaksi sulit ditelusuri
3	Transfer antargudang	Dicatat terpisah antarlokasi	Data stok antargudang berpotensi tidak sinkron
4	Rekapitulasi stok	Menggunakan berkas *spreadsheet*	Membutuhkan waktu lama dan rentan duplikasi data
5	Pencarian barang	Melalui catatan atau daftar manual	Proses pencarian kurang efisien
6	Pelaporan ke manajemen	Berdasarkan rekapitulasi manual	Pengambilan keputusan menjadi lambat
7	Riwayat aktivitas	Belum tercatat secara terpusat	*Audit trail* tidak memadai

Sumber: Hasil observasi lapangan, 2026.

Wawancara semi-terstruktur mengonfirmasi bahwa kebutuhan fungsional setiap aktor berbeda menurut peran tanggung jawabnya. Staf gudang membutuhkan mekanisme pencatatan transaksi yang cepat di lapangan, kepala gudang membutuhkan visibilitas seketika atas aktivitas fisik dan saldo stok gudang yang menjadi tanggung jawabnya, admin inventaris memerlukan basis data terpusat guna mengeliminasi penggabungan berkas lembar kerja secara manual, dan pihak manajemen membutuhkan ringkasan eksekutif kondisi inventaris yang dapat diakses langsung tanpa harus menunggu kompilasi laporan berkala dari setiap gudang.

3.2 Model BPMN As-Is

Model BPMN *As-Is* direkonstruksi ke dalam empat *swimlanes* yang merepresentasikan peran staf gudang, kepala gudang, admin inventaris, dan pihak manajemen, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Alur proses dimulai ketika barang kiriman tiba dari pemasok bersama dokumen faktur (*invoice*). Staf gudang melakukan pemeriksaan fisik untuk mencocokkan jumlah dan spesifikasi jenis barang terhadap faktur. Sebuah *gateway* keputusan menentukan alur berikutnya: apabila kondisi barang tidak sesuai, staf gudang melakukan klarifikasi kepada pemasok; apabila fisik barang sesuai, barang disimpan ke rak penyimpanan dan transaksi dicatat secara manual ke dalam buku inventaris fisik.



Gambar 1. Model BPMN *As-Is* proses pengelolaan inventaris berjalan

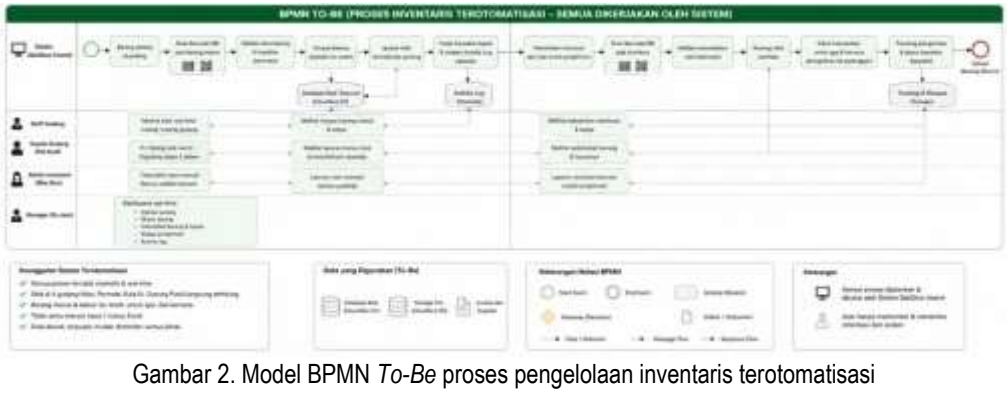
Sumber: Hasil pemodelan penulis, 2026.

Analisis struktural terhadap diagram *As-Is* mengidentifikasi 18 aktivitas operasional yang seluruhnya dieksekusi secara manual oleh manusia. Sebanyak 12 di antaranya merupakan aktivitas administratif—mencakup pencatatan manual, rekapitulasi stok dari empat gudang, penyusunan laporan tertulis, verifikasi laporan, dan input ulang data ke lembar kerja digital—sehingga tergolong sebagai aktivitas bernilai tambah rendah (*non-value adding*) menurut taksonomi Dumas *et al*. (2018). Fenomena paling kritis adalah keberadaan pengulangan pencatatan berjenjang (*triple-entry recording*): satu transaksi fisik yang sama dicatat terlebih dahulu oleh staf gudang pada buku logistik, direkapitulasi secara berkala oleh kepala gudang, lalu disalin ulang oleh admin inventaris ke lembar kerja komputer sebelum diteruskan ke meja manajemen. Rantai birokrasi tiga lapis ini menjadi pemicu utama timbulnya duplikasi data, kesalahan transkripsi angka, dan kelambatan konsolidasi saldo stok harian. Melalui pemetaan tersebut, tiga titik hambatan (*bottlenecks*) utama berhasil diidentifikasi:

1) Ketergantungan penuh pada entri manual memicu tingginya peluang kesalahan manusia (*human error*), terutama pada penulisan kode identifikasi barang (*SKU*) dan kuantitas unit.
2) Ketiadaan basis data terintegrasi menyebabkan informasi saldo stok agregat baru dapat diketahui setelah admin inventaris menyatukan empat berkas lembar kerja terpisah dari masing-masing gudang.
3) Ketiadaan pencatatan riwayat digital menyebabkan perusahaan tidak mampu menelusuri identitas pengguna, waktu transaksi, maupun rincian perubahan data ketika ditemukan selisih antara pencatatan pembukuan dan fisik barang di gudang.

3.3 Model BPMN To-Be

Model BPMN *To-Be* dirancang dengan mentransformasikan aktivitas pencatatan, validasi ambang batas, dan rekapitulasi data dari jalur (*lane*) manusia ke jalur sistem terotomatisasi, sebagaimana disajikan pada Gambar 2. Pada alur usulan, staf gudang cukup memindai kode batang (*barcode*) saat fisik barang diterima (*check-in*) maupun dikeluarkan (*check-out*). Sistem pergudangan secara otomatis melakukan validasi parameter data, mencatat transaksi ke basis data terpusat, memutakhirkan saldo stok per gudang secara seketika (*real-time*), dan membukukan log aktivitas (*activity log*). Dengan demikian, tiga aktor lainnya (kepala gudang, admin inventaris, dan manajemen) dibebaskan dari beban entri data dan beralih peran murni sebagai konsumen informasi melalui antarmuka pemantauan (*dashboard*).



Gambar 2. Model BPMN *To-Be* proses pengelolaan inventaris terotomatisasi
Sumber: Hasil perancangan penulis, 2026.

Pada alur pengeluaran barang (*check-out*), sistem secara otomatis memverifikasi kecukupan kuantitas persediaan sebelum transaksi disetujui. Apabila permintaan melebihi stok yang tersedia di sistem, transaksi ditolak secara otomatis sehingga mencegah terjadinya saldo stok bernilai negatif. Pada alur mutasi atau transfer antargudang, sistem mengeksekusi pengurangan stok pada gudang asal dan penambahan stok pada gudang tujuan dalam satu transaksi atomik terpadu, menjamin integritas dan konsistensi data antarlokasi fasilitas. Seluruh histori transaksi tercatat secara otomatis pada satu basis data terpusat, mengeliminasi kebutuhan rekapitulasi manual lintas gudang.

3.4 Perbandingan Struktural As-Is dan To-Be

Komparasi kualitatif antara model *As-Is* dan *To-Be* dievaluasi melalui delapan aspek pengukuran yang mencakup dimensi media kerja, kecepatan eksekusi, integrasi data, validasi, dan akuntabilitas tata kelola proses, sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan struktural model BPMN *As-Is* dan *To-Be*

Aspek Pengukuran	Proses *As-Is*	Proses *To-Be*	Implikasi Perubahan
Media pencatatan	Buku log fisik dan *spreadsheet* mandiri	Basis data relasional terpusat	Data terintegrasi dalam satu sumber kebenaran
Pembaruan stok	Manual berkala oleh admin inventaris	Terotomatisasi seketika (*real-time*)	Ketersediaan saldo stok terkini tanpa jeda
Integrasi multigudang	Terfragmentasi pada masing-masing lokasi	Terkonsolidasi dalam satu basis data	Visibilitas stok lintas fasilitas transparan
Validasi barang	Pencocokan manual berbasis penglihatan	Validasi sistemik via pemindai *barcode*	Reduksi kesalahan salah ambil/salah catat
Riwayat transaksi	Tidak konsisten dan tidak terlacak	Pencatatan otomatis ke *activity log*	Jejak audit (*audit trail*) digital tersedia
Akses data manajemen	Menunggu kompilasi laporan periodik	Pemantauan langsung via *dashboard*	Akselerasi pengambilan keputusan operasional
Potensi kesalahan input	Tinggi akibat pengetikan ulang data	Sangat rendah dibantu pembacaan kode unik	Peningkatan akurasi data inventaris
Pelacakan transaksi	Rumit ditelusuri ke dokumen fisik	Penelusuran instan melalui kueri riwayat	Akuntabilitas operasional terjamin

Sumber: Hasil analisis penulis, 2026.

Pergeseran paling mendasar tampak pada aspek sentralisasi data dan otomatisasi media kerja. Pada alur *As-Is*, informasi dialirkan antarbagian dalam bentuk kertas fisik dan salinan berkas lembar kerja yang rentan terdistorsi. Sebaliknya, pada alur *To-Be*, data dipusatkan pada sistem sehingga seluruh pemangku kepentingan mengakses data yang sama secara simultan. Transformasi arsitektural ini berhasil mengeliminasi sembilan simpul aktivitas perantara yang sebelumnya dihabiskan untuk serah-terima berkas, pengiriman surel laporan, dan penyalinan ulang data.

3.5 Pengukuran Waktu Siklus Aktivitas

Efektivitas perancangan ulang proses divalidasi melalui pengukuran durasi waktu siklus (*cycle time*) pada sepuluh aktivitas operasional inventaris berfrekuensi tinggi. Hasil perbandingan waktu penyelesaian antara model *As-Is* dan *To-Be* beserta nilai efisiensinya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan waktu siklus aktivitas inventaris

No	Aktivitas Inventaris	Durasi *As-Is* (menit)	Durasi *To-Be* (menit)	Selisih Durasi (menit)	Efisiensi Waktu (E, %)
1	Pencatatan barang masuk (*check-in*)	8,0	2,0	6,0	75,00
2	Pencatatan barang keluar (*check-out*)	10,0	3,0	7,0	70,00
3	Transfer barang antargudang	15,0	5,0	10,0	66,70
4	Pencarian data ketersediaan barang	7,0	1,0	6,0	85,70
5	Rekapitulasi laporan stok	30,0	5,0	25,0	83,30

	harian				
6	Pelacakan riwayat transaksi (*audit trail*)	20,0	2,0	18,0	90,00
7	Validasi kesesuaian fisik dan stok sistem	12,0	3,0	9,0	75,00
8	Pembaruan saldo mutasi antargudang	18,0	4,0	14,0	77,80
9	Penyusunan laporan eksekutif manajemen	25,0	5,0	20,0	80,00
10	Identifikasi barang via pemindaian *barcode*	5,0	0,5	4,5	90,00
Total		150,0	30,5	119,5	79,67

Sumber: Hasil pengukuran empiris penulis, 2026.

Berdasarkan data Tabel 3, seluruh aktivitas operasional mengalami percepatan waktu penyelesaian yang signifikan. Peningkatan efisiensi terendah tercatat pada aktivitas transfer barang antargudang, yakni sebesar 66,70%, yang disebabkan oleh masih dibutuhkannya waktu untuk koordinasi fisik serah-terima muatan antar-sopir dan staf logistik. Sementara itu, efisiensi tertinggi mencapai 90,00% yang ditorehkan oleh aktivitas pelacakan riwayat transaksi (dari 20 menit menjadi 2 menit) dan identifikasi barang melalui pemindai *barcode* (dari 5 menit menjadi 0,5 menit). Secara rata-rata aritmetis, peningkatan efisiensi per aktivitas berada pada angka 79,35% dengan simpangan baku sebesar 7,96 poin persentase dan nilai median 78,90%. Dispersi data yang relatif rapat ini mengonfirmasi bahwa dampak positif optimasi terdistribusi merata pada seluruh spektrum tugas dan tidak timpang pada aktivitas tertentu saja. Secara agregat kumulatif, total durasi penyelesaian kesepuluh aktivitas terpangkas secara drastis dari 150,0 menit menjadi 30,5 menit, menghasilkan efisiensi waktu total sebesar 79,67% atau setara dengan percepatan operasional sebesar 4,92 kali lipat dibandingkan kondisi berjalan.

3.6 Pola Efisiensi Menurut Kelompok Aktivitas

Guna mengkaji karakteristik perbaikan secara lebih mendalam, kesepuluh aktivitas diklasifikasikan ke dalam dua kelompok fungsional: aktivitas transaksi fisik (aktivitas 1, 2, 3, 7, dan 8) dan aktivitas berorientasi informasi (aktivitas 4, 5, 6, 9, dan 10). Hasil rekapitulasi komparasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi efisiensi menurut kelompok aktivitas operasional

Kelompok Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Total Durasi *As-Is* (menit)	Total Durasi *To-Be* (menit)	Efisiensi Waktu (E, %)
Transaksi fisik (*check-in*, *check-out*, transfer, validasi, pembaruan stok)	5	63,0	17,0	73,02
Berorientasi informasi (pencarian, rekapitulasi, pelacakan, pelaporan, *barcode*)	5	87,0	13,5	84,48
Keseluruhan	10	150,0	30,5	79,67

Sumber: Hasil pengolahan data penulis, 2026.

Tabel 4 memperlihatkan adanya disparitas capaian efisiensi antarkelompok sebesar 11,46 poin persentase (84,48% pada kelompok informasi berbanding 73,02% pada kelompok transaksi fisik). Aktivitas berorientasi informasi membukukan efisiensi yang lebih tinggi karena seluruh komponen durasinya merupakan manipulasi data klerikal yang dapat didelegasikan secara penuh kepada algoritma pemrosesan basis data. Sebaliknya, pada aktivitas transaksi fisik, perbaikan waktu hanya terjadi pada pemangkasan durasi administrasi pencatatan, sedangkan komponen durasi pemindahan fisik barang, pengecekan kontainer, dan pengaturan rak gudang tetap berlangsung secara manual oleh tenaga staf lapangan.

4. Pembahasan

Temuan penelitian ini secara komprehensif menjawab keempat tujuan yang telah ditetapkan. Pemodelan alur kerja *As-Is* berhasil membuktikan bahwa akar inefisiensi pengelolaan inventaris di PT Satellite of Glow bukan bersumber dari ketidakmampuan fisik penanganan barang di lantai gudang, melainkan dari tebalnya lapisan birokrasi administratif yang menyertainya. Dari 18 aktivitas pada model *As-Is*, dua pertiga di antaranya merupakan pekerjaan klerikal yang berulang untuk memindahkan, memvalidasi, dan menyalin data antar-media. Temuan empiris ini mengonfirmasi kajian Tobola *et al*. (2022) yang menyatakan bahwa proses logistik berbasis manual sangat rentan terhadap kesalahan transkripsi, duplikasi data, dan keterlambatan pemutakhiran stok. Kondisi tersebut sekaligus memperkuat tesis Wynn (2021) mengenai tingginya biaya peluang serta kerentanan finansial akibat distorsi pencatatan persediaan secara manual. Rancangan arsitektur proses *To-Be* secara operasional merealisasikan tiga heuristik redesain proses bisnis dari Dumas *et al*. (2018). Heuristik eliminasi diimplementasikan dengan meniadakan aktivitas rekapitulasi berjenjang dan pengetikan ulang data; heuristik otomatisasi diterapkan melalui pendelegasian verifikasi ambang kuantitas stok serta pencatatan mutasi ke mesin sistem; dan heuristik integrasi diwujudkan melalui penggabungan repositori data dari empat fasilitas gudang fisik ke dalam satu basis data terpusat. Pola intervensi yang sejalan pernah diuji oleh Muharommah dan Dachyar (2022) pada industri manufaktur minuman kemasan melalui kerangka *business process reengineering*, kendati studi tersebut belum memformalisasikan alur rekomendasinya ke dalam diagram BPMN terstandarisasi. Dalam konteks ini, penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi ketiga heuristik tersebut dapat diterjemahkan secara langsung menjadi spesifikasi kebutuhan fungsional sistem informasi pergudangan, sehingga notasi BPMN tidak hanya berfungsi sebagai instrumen diagnosis diagnostik melainkan juga sebagai cetak biru (*blueprint*) rekayasa perangkat lunak.

Pencapaian efisiensi durasi waktu siklus secara agregat sebesar 79,67% sejalan dengan trajektori literatur transformasi digital pergudangan. Akbar dan Fajar (2024) mencatat reduksi waktu proses operasional pergudangan hingga 40% pascaimplementasi sistem manajemen gudang terpadu. Performa percepatan serupa juga diidentifikasi oleh Ambrosio-Flores *et al*. (2022) serta Deepali *et al*. (2024) melalui integrasi pemindai *barcode* yang dipadukan dengan prinsip *Lean Warehousing* berbasis pemodelan proses. Nilai efisiensi yang lebih tinggi dalam penelitian ini dapat dijelaskan secara rasional dari kondisi awal (*baseline*) organisasi mitra yang sangat terfragmentasi. Karakteristik proses berjalan di PT Satellite of Glow yang bertumpu pada pencatatan tiga lapis (*triple-entry recording*) membuka ruang perbaikan yang jauh lebih lebar dibandingkan organisasi yang telah mengadopsi otomatisasi parsial. Secara teoretis, kontribusi paling menonjol dari penelitian ini terletak pada temuan disparitas efisiensi antarkelompok aktivitas operasional. Kelompok aktivitas berorientasi informasi membukukan efisiensi sebesar 84,48%, sedangkan kelompok aktivitas transaksi fisik hanya mencapai 73,02%. Disparitas sebesar 11,46 poin persentase ini membuktikan proposisi bahwa batas atas (*upper bound*) optimalisasi yang dapat disediakan oleh perangkat lunak murni dibatasi oleh porsi interaksi fisik penanganan material dalam suatu tugas. Dari perspektif manajerial, temuan ini memberikan panduan strategis bagi perusahaan multigudang dengan anggaran terbatas: inisiatif digitalisasi sebaiknya diprioritaskan terlebih dahulu pada subsistem berorientasi data (seperti pencarian persediaan, pembuatan laporan, dan penelusuran riwayat transaksi) karena subsistem ini memberikan pengembalian efisiensi waktu paling cepat (*quick wins*) sebelum berinvestasi pada mekanisasi penanganan fisik barang yang memerlukan belanja modal tinggi.

Ditinjau dari aspek tata kelola (*governance*), ketersediaan jejak audit (*audit trail*) digital pada model *To-Be* menghadirkan peningkatan kualitatif yang fundamental terhadap akuntabilitas korporasi. Seluruh peristiwa transaksi tercatat secara permanen dengan memuat metadata pengguna, stempel waktu (*timestamp*), jenis mutasi, dan parameter perubahan data. Kapabilitas ini menjawab kekhawatiran Tobola *et al*. (2022) mengenai sulitnya membuktikan penyebab selisih persediaan pada sistem manual, sekaligus menjadi fondasi teknis yang menyediakan data log peristiwa (*event log*) terstruktur apabila perusahaan berniat menerapkan teknik penambangan proses (*process mining*) untuk evaluasi kepatuhan alur kerja di masa depan (van der Aalst, 2016). Meskipun menyajikan temuan yang signifikan, penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu digarisbawahi. Penggunaan strategi studi kasus tunggal membatasi tingkat generalisasi hasil pada konteks industri yang lebih luas, mengingat besaran angka efisiensi sangat terikat pada karakteristik proses berjalan dan konfigurasi gudang PT Satellite of Glow. Selain itu, pengukuran

waktu siklus masih bertumpu pada observasi langsung terstruktur dan konfirmasi narasumber di lapangan, bukan melalui pencatatan telemetri log sistem digital berskala longitudinal, sehingga masih menyisakan potensi bias estimasi manusia. Ruang lingkup pengukuran juga difokuskan pada sepuluh aktivitas utama berfrekuensi tinggi, yang belum memungkinkan dilakukannya analisis statistik inferensial mendalam. Terakhir, evaluasi kinerja baru mencakup fase awal implementasi dan belum merekam dampak dinamika kurva pembelajaran (*learning curve*) staf pergudangan dalam pemanfaatan sistem secara berkelanjutan.

5. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merekonstruksi dan mengoptimalkan proses bisnis pengelolaan inventaris multigudang di PT Satellite of Glow dengan memanfaatkan Business Process Model and Notation (BPMN). Pemodelan proses berjalan (*As-Is*) mengungkap arsitektur operasional yang sepenuhnya manual dan terfragmentasi, terdiri atas 18 aktivitas dengan dua pertiga di antaranya merupakan pekerjaan administratif. Alur kerja tersebut membebankan mekanisme pencatatan berjenjang tiga lapis untuk satu transaksi yang sama sebelum data persediaan sampai ke pihak manajemen. Evaluasi struktural mengidentifikasi tiga titik hambatan utama, yaitu ketergantungan mutlak pada input manual, ketiadaan repositori basis data bersama lintas lokasi gudang, serta ketiadaan mekanisme perekaman riwayat transaksi yang akuntabel. Model usulan (*To-Be*) yang dirancang melalui penerapan heuristik eliminasi, otomatisasi, dan integrasi berhasil memangkas seluruh birokrasi pencatatan berjenjang tersebut. Secara empiris, rancangan ini menurunkan total durasi waktu siklus sepuluh aktivitas inventaris utama sebesar 79,67%, atau setara dengan akselerasi operasional 4,92 kali lipat dibandingkan kondisi awal. Peningkatan efisiensi yang lebih tinggi tercapai pada kelompok aktivitas berorientasi informasi (84,48%) dibandingkan kelompok aktivitas transaksi fisik (73,02%). Pola disparitas ini menegaskan sebuah proposisi penting: batas atas optimalisasi yang dapat dicapai oleh intervensi sistem informasi ditentukan oleh proporsi interaksi fisik penanganan material di lapangan, bukan semata-mata oleh kecanggihan arsitektur perangkat lunak yang diimplementasikan.

Secara teoretis, penelitian ini membuktikan bahwa BPMN tidak hanya berfungsi sebagai instrumen dokumentasi alur kerja, melainkan efektif sebagai alat diagnosis inefisiensi kuantitatif sekaligus cetak biru fungsional dalam pengembangan sistem informasi pergudangan terdistribusi. Namun demikian, penerapan model ini memiliki batas lingkup konteks, yakni beroperasi pada jaringan fasilitas pergudangan di bawah satu kendali entitas manajemen tunggal. Pengalihan model pada ekosistem rantai pasok lintas badan usaha yang heterogen berpotensi menghadapi tantangan interoperabilitas sistem dan tata kelola data yang lebih kompleks. Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan pedoman prioritisasi bagi pengambil keputusan yang hendak mentransformasi sistem pergudangan multigudang, yaitu memprioritaskan digitalisasi pada aktivitas manipulasi data dan pelaporan sebelum melangkah ke mekanisasi penanganan fisik material yang berbiaya tinggi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji validitas model rancangan ini pada jaringan logistik terdistribusi lintas kepemilikan organisasi, memanfaatkan data rekaman log sistem nyata (*system event logs*) sebagai instrumen pengukuran waktu siklus secara berkesinambungan, menerapkan simulasi proses berbasis beban transaksi skala besar, serta memanfaatkan teknik penambangan proses (*process mining*) guna memverifikasi tingkat kesesuaian alur kerja operasional faktual terhadap model *To-Be* yang telah dirancang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada manajemen dan seluruh staf PT Satellite of Glow yang telah memberikan izin penelitian serta kesediaan untuk berpartisipasi dalam observasi dan wawancara pada empat lokasi gudang perusahaan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknologi Informasi Universitas Siber Indonesia atas dukungan akademik selama pelaksanaan penelitian ini. Penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga pemerintah, komersial, maupun nirlaba.

Referensi

Akbar, M. K., & Fajar, A. N. (2024). Evaluation of the warehouse management system application using DeLone and McLean model in North Jakarta, Indonesia. *Ingénierie des Systèmes d'Information*, *29*(6), 2515–2524. https://doi.org/10.18280/isi.290636

Ambrosio-Flores, K. L., Lazo-de-la-Vega-Baca, M., Quiroz-Flores, J. C., & Cabrera-Gil-Grados, E. (2022). Warehouse management model integrating BPM-Lean Warehousing to increase order fulfillment in SME distribution companies. *Proceedings of the 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC 2022)*, 17–24. https://doi.org/10.1109/IESTEC54539.2022.00012

Axsäter, S. (2015). *Inventory control* (Vol. 225). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-15729-0

Deepali, C., Monika, P., & Dharmendra, S. (2024). Integrating barcode technology into warehouse management systems for enhanced efficiency and inventory accuracy. *JoCoSiR: Journal of Computer Science Research*, *2*(1), 8–14.

Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). *Fundamentals of business process management* (2nd ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4

Janah, S. M., Atina, V., & Permatasari, H. (2024). Digital transformation of warehouse management through web-based information system at CV. Al Salam. *Jurnal Mandiri*, *13*(1), 204–213.

Jovanka, D., Tauhida, D., & Sutono, S. B. (2025). Warehouse management system persediaan bahan baku pada percetakan XYZ. *Jurnal SIMETRIS*, *16*(2), 145–154.

Khairunnisa, F., Ediansa, O., & Yaakub, S. (2024). Analisis dan perancangan sistem informasi data inventaris barang pada SDN 111 Kota Jambi berbasis web. *Jurnal Informatika, Sistem Informasi dan Kehutanan*, *3*(2), 132–141.

Kopp, A., Orlovskyi, D., & Syzonova, K. (2022). Integration of business process and inventory management models for supply chain simulation. *TechRxiv*. https://doi.org/10.36227/techrxiv.19672728.v1

Muharommah, A. F., & Dachyar, M. (2022). Packaged juice warehouse operations improvement using business process reengineering approach. *Proceedings of the 12th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM 2022)*, Istanbul, Turkey. https://doi.org/10.46254/AN12.20220186

Mursyada, A. (2024). The role of business process modeling notation in process improvement: A critical review. *Advanced Qualitative Research*, *2*(1), 41–56. https://doi.org/10.31098/aqr.v2i1.2165

Novian, C., Idah, Y. M., & Rifai, Z. (2022). Pemodelan proses bisnis pengadaan barang (stok) menggunakan pendekatan Business Process Modelling Notation (BPMN) (Studi kasus: SHM Motor Purwokerto). *Journal of Information System Management*, *3*(2), 136–141.

Palanichamy, R. T. (2024). Technical architecture for data synchronization between ERP, WMS, and TMS systems. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, *5*(5), 1117–1121. https://doi.org/10.54660/.ijmrge.2024.5.5.1117-1121

Rajendran, P., & Balasubramaniam, V. S. (2024). Challenges and solutions in multi-site WMS deployments. *Journal of Quantum Science and Technology*, *1*(4), 807–832. https://doi.org/10.63345/jqst.v1i4.148

Tobola, A., Cyplik, P., & Roszyk, K. (2022). Analysis of the effects of automation of warehouse processes: Building the concept of simulation tests. *European Research Studies Journal*, *25*(2), 160–174. https://doi.org/10.35808/ersj/2908

Tumbelaka, G. F., Afandi, A., & Susilowati, K. D. S. (2025). Business Process Model and Notation (BPMN) design for a barcode scanner-based sales information system at the cooperative of the accounting department, State Polytechnic of Malang. *International Journal of Accounting, Management, Economics and Social Sciences*, *3*(3), 905–914. https://doi.org/10.61990/ijamesc.v3i3.520

van der Aalst, W. (2016). *Process mining: Data science in action* (2nd ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-49851-4

Verma, A., Tripathy, S., & Singhal, D. (2023). The significance of warehouse management in supply chain: An ISM approach. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, *6*(1), 92–110. https://doi.org/10.31181/dmame0321052022v

Weske, M. (2024). *Business process management: Concepts, languages, architectures* (3rd ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-69518-0

Wijaya, V., Joeanca, V., Yap, H., & Lim, S. (2024). Methodical approach: Building a web-based warehouse management system using the waterfall method. *International Journal of Computer Science and Information Technology*, *1*(1), 8–19.

Wynn, S. (2021). *The financial impact of manual inventory record errors* [Doctoral dissertation, Walden University]. ProQuest Dissertations and Theses Global.