

Integrasi *Lean Six Sigma* dan *Design Thinking* untuk Perbaikan Proses Pemenuhan Pesanan *E-Commerce* Produk FMCG

Khalida Agnia Malayin* , Eko Ruddy Cahyadi, Alim Setiawan Slamet

Institut Pertanian Bogor, Indonesia

Email: khalidakhalida@apps.ipb.ac.id*

Keywords:

Design Thinking;
DMAIC;
FMCG;
Lean Six Sigma;
Order Fulfillment.

Abstract

The surge in e-commerce FMCG transactions in Indonesia has driven companies to manage their own fulfillment centers, yet new operations often face inefficiencies and errors due to non-standardized processes and high daily labor turnover. This research analyzed process performance, identified root causes of inefficiency and errors, designed an improvement, and evaluated its impact by integrating Lean Six Sigma (LSS) and Design Thinking (DT) within a DMAIC cycle embedded with Empathize, Ideate, Prototype, and Test (a mixed-methods case study). Performance was measured with Process Activity Mapping, DPMO, and sigma level; solutions were prioritized using desirability, viability, and feasibility criteria aggregated by Simple Additive Weighting. The baseline showed high accuracy (DPMO 79, equal to 5.3 sigma) but low efficiency (value-added activities 19–20%), with a systemic root cause in the inadequate WMS-OMS system that triggered non-standard work. After nine interventions, a one-month pilot raised value-added activities to 36.5% and reduced labor from 16.53 to 11.89 FTE (28%), saving about IDR 128 per order with a 76-day payback. The findings confirm that process reliability in labor-intensive operations is better built through error-proof design than individual discipline, with LSS as quantitative diagnosis and DT as solution design.

Kata Kunci:

Design Thinking;
DMAIC;
FMCG;
Lean Six Sigma;
Order Fulfillment.

Abstrak

Lonjakan transaksi *e-commerce* FMCG di Indonesia mendorong perusahaan untuk mengelola sendiri pusat pemenuhan pesanan, namun operasi baru sering menghadapi inefisiensi dan kesalahan akibat proses yang belum terstandar serta tingginya perputaran tenaga kerja harian. Penelitian bertujuan menganalisis kinerja proses, mengidentifikasi akar penyebab inefisiensi dan kesalahan, merancang perbaikan, dan mengevaluasi dampaknya, melalui integrasi *Lean Six Sigma* (LSS) dan *Design Thinking* (DT) dalam siklus DMAIC yang disisipi *Empathize*, *Ideate*, *Prototype*, dan *Test* (desain studi kasus, metode campuran). Kinerja diukur dengan *Process Activity Mapping*, DPMO, dan level sigma; solusi diprioritaskan lewat kriteria *desirability*, *viability*, dan *feasibility* yang diagregasi dengan Simple Additive Weighting. Kondisi awal menunjukkan akurasi tinggi (DPMO 79 setara 5,3 sigma) tetapi efisiensi rendah (aktivitas bernilai tambah 19–20%), dengan akar penyebab sistemik pada sistem WMS-OMS yang memicu praktik kerja tidak terstandar. Setelah sembilan intervensi, uji coba satu bulan menaikkan aktivitas bernilai tambah menjadi 36,5% dan menurunkan

kebutuhan tenaga kerja dari 16,53 ke 11,89 FTE (28%), menghemat sekitar Rp128 per pesanan dengan payback 76 hari. Temuan menegaskan keandalan proses padat karya lebih tepat dibangun melalui rancangan tahan-kesalahan daripada disiplin individu, dengan LSS sebagai diagnosis kuantitatif dan DT sebagai perancang solusi.

PENDAHULUAN

Bank Indonesia mencatat volume transaksi pembayaran digital pada triwulan III 2025 mencapai 12,99 miliar transaksi, atau tumbuh 38,08% dibandingkan periode yang sama tahun sebelumnya (BI 2025). Pada periode yang sama, nilai transaksi *e-commerce* dilaporkan mencapai sekitar Rp134,67 triliun (Kemendag 2025). Salah satu penyumbang volume transaksi terbesar dalam ekosistem digital ini adalah sektor *Fast Moving Consumer Goods* (FMCG), yang mencatatkan pertumbuhan transaksi yang signifikan pada kanal *e-commerce* (Kompas 2025). Tingginya volume transaksi ini membawa tantangan tersendiri, di mana tekanan kompetisi operasional terasa semakin nyata pada sektor FMCG. Secara fundamental, produk FMCG dicirikan oleh frekuensi pembelian yang tinggi, harga satuan yang relatif rendah, dan perputaran yang cepat (Fornari et al., 2018). Karakteristik tersebut menghasilkan margin keuntungan yang tipis, sehingga perusahaan dituntut untuk memiliki tingkat efisiensi operasional yang maksimal demi menjaga profitabilitas. Pada saat yang sama, FMCG merupakan pasar nonkontraktual dengan loyalitas pelanggan yang rentan konsumen yang sebelumnya menunjukkan loyalitas perilaku dapat dengan mudah beralih ke pesaing akibat pengalaman yang tidak memuaskan (Buckinx & Van den Poel, 2005). Kombinasi antara margin yang tipis dan loyalitas yang rapuh ini secara mutlak menempatkan kecepatan serta akurasi pemenuhan pesanan (*order fulfillment*) sebagai faktor penentu utama daya saing perusahaan.

PT X adalah perusahaan FMCG pada kategori *beauty*, *food*, serta *mom and baby* yang memasarkan produknya melalui platform *e-commerce* dan mulai mengelola *fulfillment center* sendiri sejak 2024. Sebagai operasi yang tergolong baru, gudang ini langsung dihadapkan pada volume yang besar, yaitu rata-rata 5.070 pesanan per hari pada Januari 2026, dengan komposisi pesanan satu pcs produk sebesar 67,80% dan pesanan multiproduk sebesar 32,20%. Pertumbuhan yang cepat pada operasi yang belum lama berjalan menuntut proses kerja yang tidak hanya sanggup menampung volume, tetapi juga tetap stabil ketika komposisi tenaga kerjanya berubah (Acevedo Aybar & Jauregui Alfaro, 2024).

Data operasional perusahaan memperlihatkan adanya jarak antara kondisi yang diharapkan dan kondisi yang berjalan. Di satu sisi, kenaikan biaya layanan platform menekan margin dan menuntut proses yang lebih hemat. Di sisi lain, sepanjang 2025 tercatat sejumlah kesalahan pemenuhan pesanan, dan 84,2% di antaranya dilakukan oleh tenaga kerja harian dengan masa kerja kurang dari 30 hari. Pola ini menunjukkan bahwa persoalan utamanya bukan pada tingginya angka kesalahan secara keseluruhan, melainkan pada rapuhnya proses ketika berhadapan dengan perputaran tenaga kerja harian. Proses yang ada belum cukup baku dan belum cukup mudah dipahami, sehingga kualitas dan kecepatan pemenuhan pesanan masih bergantung pada pengalaman pekerja, bukan pada keandalan sistem kerjanya.

Pendekatan *Lean Six Sigma* (LSS) lazim digunakan untuk membenahi persoalan efisiensi dan variasi proses semacam itu. LSS memadukan *Lean*, yang menekankan penghapusan pemborosan dan kelancaran aliran proses, dengan *Six Sigma*, yang menekankan pengurangan variasi dan cacat melalui analisis data dalam siklus *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) (Murmura et al., 2021). Pada konteks pergudangan dan pemenuhan pesanan, penerapannya menunjukkan hasil yang meyakinkan, baik pada gudang penyedia jasa logistik pihak ketiga maupun gudang *e-commerce* (Adeodu et al., 2023; Rahman dan Kirby 2024). Di Indonesia, metode ini telah dipakai pada beragam proses, mulai dari pembenahan proses jasa (Rahardjo et al., 2007), pengurangan cacat produksi dengan perhitungan DPMO dan level sigma (Ridwan et al., 2020), pengurangan pemborosan pada proses pengemasan (Astuti & Lathifurahman, 2020), sampai evaluasi keterlambatan pengiriman barang (Somadi 2020).

Meskipun efektif, LSS memiliki keterbatasan yang justru relevan dengan persoalan PT X. Sebagai metode yang bertumpu pada data dan analisis statistik, LSS kuat dalam mengukur dan mengendalikan proses, tetapi kurang tajam dalam menggali kebutuhan serta hambatan dari sudut pandang orang yang menjalankan proses tersebut, dalam hal ini tenaga kerja harian. Padahal akar persoalan di PT X berada tepat pada sisi itu, yaitu proses yang sulit dipahami dan diadaptasi oleh pekerja baru. *Design Thinking* hadir sebagai pelengkap yang sesuai karena pendekatan ini berpusat pada pengguna dan menekankan empati terhadap kebutuhan mereka, penggalian gagasan, serta pembuatan purwarupa yang diuji secara berulang. (Testani & Patil, 2021) mengusulkan pemaduan kekuatan *Design Thinking* dengan praktik inti *Lean Six Sigma* agar perbaikan yang dihasilkan tidak hanya efisien secara teknis, tetapi juga mudah diadopsi oleh penggunanya.

Kajian yang ada sejauh ini umumnya masih membahas *Lean Six Sigma* dan *Design Thinking* secara terpisah, atau memadukannya pada tataran gagasan dan pada konteks manufaktur. Penerapan yang memadukan keduanya secara khusus pada proses pemenuhan pesanan *e-commerce* produk FMCG di Indonesia, lengkap dengan pengukuran dampak sebelum dan sesudah perbaikan, masih jarang ditemukan. Ruang kosong inilah yang hendak diisi oleh penelitian ini. Dengan menyatukan ketelitian berbasis data dari *Lean Six Sigma* dan orientasi pada pengguna dari *Design Thinking*, penelitian ini diharapkan menghasilkan rancangan perbaikan yang menjawab dua persoalan PT X sekaligus, yaitu efisiensi dan ketepatan di satu sisi serta kemudahan adopsi oleh tenaga kerja harian di sisi lain.

Berdasarkan uraian latar belakang, permasalahan pada fulfillment center PT X tidak hanya disebabkan oleh peningkatan volume pesanan, tetapi juga oleh tekanan biaya operasional dan belum optimalnya standardisasi proses kerja. Kondisi tersebut menyebabkan potensi pemborosan, variasi proses, serta kesalahan operasional (*defect*) yang berdampak pada kecepatan dan akurasi pemenuhan pesanan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan perbaikan yang mampu mengoptimalkan proses sekaligus mudah diterapkan oleh pekerja. Integrasi *Lean Six Sigma* dan *Design Thinking* menjadi pendekatan yang relevan, dengan *Lean Six Sigma* berfokus pada eliminasi pemborosan dan peningkatan kualitas proses, sedangkan *Design Thinking* mendukung perancangan solusi yang berorientasi pada kebutuhan pengguna. Namun, penerapan kedua metode tersebut perlu diawali dengan identifikasi kondisi proses saat ini dan akar penyebab permasalahan.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja aktual proses pemenuhan pesanan produk FMCG pada *e-commerce* PT X, mengidentifikasi faktor penyebab inefisiensi dan kesalahan operasional, mengembangkan rancangan perbaikan berbasis integrasi Lean Six Sigma dan Design Thinking, serta mengevaluasi dampaknya terhadap peningkatan kecepatan dan akurasi pemenuhan pesanan. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat, baik secara teoretis maupun praktis. Secara teoretis, penelitian ini memperkaya literatur integrasi *Lean Six Sigma* dan *Design Thinking* pada konteks pergudangan *e-commerce* FMCG di Indonesia, serta memberikan bukti empiris mengenai kontribusi masing-masing metode dalam perbaikan proses. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi acuan bagi pelaku industri FMCG dan *e-commerce* dalam merancang proses pemenuhan pesanan yang efisien, mudah diadopsi tenaga kerja, serta berkelanjutan, sekaligus memberikan masukan bagi pengembangan sistem WMS-OMS yang lebih terintegrasi dan andal.

METODE PENELITIAN

Desain, Waktu, dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain studi kasus Yin, (2018) dengan pendekatan metode campuran (*mixed methods*) jenis *convergent* yang memadukan analisis kuantitatif dan kualitatif secara paralel (Creswell dan Plano Clark 2018). Pendekatan kuantitatif diterapkan melalui kerangka *Lean Six Sigma* (LSS) untuk mengukur kinerja operasional dan mengidentifikasi variasi proses berdasarkan data. Pendekatan kualitatif diterapkan melalui *Design Thinking* (DT) untuk menggali empati dan memahami hambatan kerja dari perspektif operator gudang. Perpaduan kedua pendekatan bertujuan menghasilkan perbaikan proses pemenuhan pesanan (*order fulfillment*) yang efisien secara teknis sekaligus adaptif terhadap kondisi operasional di lapangan.

Lokasi penelitian ditetapkan pada *fulfillment center* (FC) milik PT X di Cikarang Utara, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja (*purposive*), yaitu berdasarkan pertimbangan tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian (Etikan et al., 2016). Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan. Rentang waktu tersebut dialokasikan untuk seluruh tahapan penelitian, diawali dengan observasi pendahuluan dan pengumpulan data primer serta sekunder untuk memetakan kondisi awal, dilanjutkan dengan analisis akar penyebab masalah menggunakan instrumen LSS dan DT, perancangan solusi, serta uji coba (*pilot*) dan implementasi rancangan perbaikan yang berlangsung pada Januari sampai Maret 2026, hingga evaluasi dampak perbaikan terhadap kinerja operasional gudang.

Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung oleh peneliti melalui interaksi di lokasi penelitian, yaitu *fulfillment center* PT X. Teknik pengumpulan data primer meliputi observasi lapangan melalui *Gemba Walk* untuk mengidentifikasi pemborosan (*waste*) secara langsung di tempat kerja (Womack 2011), wawancara mendalam (*in-depth interview*), serta *focus group discussion* (FGD) yang digunakan untuk menggali pemahaman mendalam dari sekelompok narasumber terpilih (Nyumba et al., 2018).

Penentuan informan dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan narasumber berdasarkan pertimbangan tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian (Etikan et al., 2016). Informan yang dilibatkan terdiri atas manajemen rantai pasok sebagai pengambil kebijakan, team leader, serta tenaga kerja harian pada tim pemenuhan pesanan, khususnya pekerja dengan masa kerja singkat yang menjadi fokus persoalan kesalahan pemenuhan pesanan. Pelibatan tenaga kerja harian ditujukan untuk menggali kebutuhan dan hambatan kerja dari perspektif pelaksana proses, sesuai dengan tahap *Empathize* dalam *Design Thinking*. Partisipasi informan bersifat sukarela dengan persetujuan (*informed consent*).

Pada tahap *Empathize*, wawancara mendalam dilakukan terhadap empat informan yang mewakili tiap kelompok pemangku kepentingan, yaitu satu orang perwakilan manajemen, satu *team leader*, serta dua tenaga kerja harian (satu pekerja senior dan satu pekerja baru). Pada tahap *Ideate*, sesi *focus group discussion* dengan kerangka *How Might We* melibatkan enam informan yang mewakili satu orang dari setiap unit terkait, yaitu tenaga kerja harian baru, tenaga kerja harian senior, *team leader fulfillment center*, tim *business technology*, tim *human resources & general affairs* (HRGA), dan tim *purchasing*; tiga informan operasional pada tahap *Empathize* turut berpartisipasi kembali pada tahap ini untuk menjaga kesinambungan perspektif pengguna.

Data kuantitatif dikumpulkan melalui observasi langsung dan ekstraksi data sistem untuk mengukur *cycle time* dan jumlah kesalahan pemenuhan pesanan. Pengukuran waktu dan jarak dilakukan sesuai karakteristik aktivitasnya. Waktu proses pada aktivitas yang tercatat sistem, yaitu pengemasan, diperoleh dari penanda waktu (*timestamp*) atas seluruh transaksi pada periode pengamatan sehingga mencakup sampel berukuran besar. Adapun waktu proses pada aktivitas manual yang tidak tercatat sistem diperoleh dari rekaman CCTV, dan jarak perpindahan operator diukur menggunakan jam pintar (*smartwatch*) yang dikenakan operator. Untuk aktivitas yang diukur secara manual, pengamatan dilakukan sebanyak 30 siklus per aktivitas dengan mengacu pada ketentuan jumlah pengamatan minimum pada studi waktu untuk tingkat kepercayaan 95% (Niebel dan Freivalds 2009; Kanawaty 1992).

Data sekunder digunakan untuk melengkapi dan memvalidasi temuan lapangan. Data ini bersumber dari dokumen internal PT X, meliputi data historis transaksi pesanan, log sistem *Enterprise Resource Planning* dan *Warehouse Management System* (ERP/WMS) untuk meninjau pergerakan stok dan aktivitas gudang, laporan biaya tenaga kerja, serta Standar Operasional Prosedur (SOP) yang berlaku. Data sekunder berperan penting pada fase *Measure* untuk menghitung kinerja proses saat ini (*baseline*), antara lain *order cycle time*, efisiensi proses, dan tingkat kesalahan pemenuhan pesanan.

Penggabungan data primer dan data sekunder memungkinkan dilakukannya triangulasi, yaitu penggunaan lebih dari satu sumber data untuk memperkuat keabsahan temuan (Yin 2018). Melalui triangulasi, usulan perbaikan yang dihasilkan memiliki landasan empiris yang kuat dan relevan dengan kondisi operasional perusahaan.

Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan dan pengolahan data dalam penelitian ini disusun mengikuti siklus DMAIC yang diintegrasikan dengan tahapan *Design Thinking* pada setiap fasenya (Testani dan Patil 2021).

Setiap tujuan penelitian dipetakan pada sumber data, teknik pengumpulan, serta alat pengolahan yang spesifik, sebagaimana dirangkum pada Tabel 2. Pemetaan pada Tabel 2 selanjutnya dijabarkan menjadi prosedur pelaksanaan pada setiap fase yang diuraikan pada subbab Tahapan Penelitian.

Tabel 1. Sumber dan pengolahan data dalam penelitian

Tujuan Penelitian	Sumber Data	Pengumpulan Data	Pengolahan Data
1. Menganalisis kondisi kinerja proses saat ini	Karyawan operasional; data historis; log ERP/WMS; SOP	Observasi (Gemba Walk); studi dokumentasi	Analisis deskriptif; BPMN current state; PAM (klasifikasi VA/NVA); DPMO dan level sigma awal
2. Mengidentifikasi akar penyebab perlambatan dan kesalahan	Tenaga kerja harian; supervisor; SOP	Wawancara mendalam (Empathize); FGD	Empathy map; diagram Ishikawa; 5 Whys
3. Merancang perbaikan yang mengintegrasikan LSS dan DT	Hasil tahap Empathize dan Analyze; masukan tim lintas fungsi	Sesi ideation (How Might We); prototyping	Prioritisasi solusi (DVF diintegrasikan dengan SAW); BPMN future state
4. Mengevaluasi dampak perbaikan terhadap kecepatan dan akurasi	Data kinerja operasional saat uji coba (pilot) satu bulan	Pengukuran ulang cycle time dan akurasi pesanan	Perhitungan ulang kesalahan, DPMO, level sigma, dan PAM; analisis biaya-manfaat

Sumber: Data primer dan sekunder, diolah oleh penulis (2026)

Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian mengikuti prosedur yang disusun secara sistematis dan berurutan agar dapat ditelusuri dan direplikasi. Secara garis besar, penelitian diawali dengan studi pendahuluan dan identifikasi masalah, studi literatur, serta pengumpulan data primer dan sekunder. Data tersebut selanjutnya diolah melalui lima fase DMAIC yang diintegrasikan dengan tahapan *Design Thinking*. Keseluruhan prosedur penelitian disajikan dalam diagram alir pada Gambar 1, dan diuraikan secara terperinci pada subbab berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Sumber: Dokumentasi penulis (2026)

Tahap Define dan Empathize

Tahap awal penelitian mengintegrasikan fase *Define* dari *Lean Six Sigma* dengan fase *Empathize* dari *Design Thinking* untuk memperoleh pemahaman masalah secara menyeluruh (Testani dan Patil 2021). Ruang lingkup proses pemenuhan pesanan terlebih dahulu dipetakan secara ringkas menggunakan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) untuk menetapkan batas proses dari pemasok hingga pelanggan (Pyzdek dan Keller 2018). Secara paralel, kebutuhan dan hambatan pengguna digali melalui observasi partisipatif dan wawancara mendalam terhadap dua kelompok pemangku kepentingan, yaitu tim pemenuhan pesanan (*fulfillment team*) dan pihak manajemen rantai pasok, kemudian dipetakan ke dalam *empathy map* untuk memvisualisasikan apa yang dikatakan, dipikirkan, dilakukan, dan dirasakan pengguna (Gray et al., 2010). Temuan menunjukkan bahwa tingginya perputaran tenaga kerja harian memicu proses adaptasi yang berulang serta praktik kerja tidak terstandar (*workaround*), yang berdampak pada inefisiensi akibat kurva pembelajaran (*learning curve*) yang lambat, risiko kesalahan pemenuhan pesanan, dan risiko ketidakpatuhan terhadap prinsip *First Expired First Out* (FEFO). Sintesis dari pemetaan ruang lingkup dan perspektif pengguna tersebut diformalkan dalam *project charter* yang memuat pernyataan masalah, sasaran, dan ruang lingkup proyek. Ruang lingkup ditetapkan mencakup proses internal dari penerimaan pesanan hingga serah terima kepada kurir, dan tidak mencakup proses pengiriman dari kurir sampai ke pelanggan.

Tahap Measure

Tahap *Measure* difokuskan pada pengukuran kinerja proses secara objektif. Alur proses pemenuhan pesanan, mulai dari penerimaan pesanan hingga serah terima kepada kurir, dipetakan secara terperinci menggunakan diagram BPMN *current state* yang dipilih karena mampu merepresentasikan proses transaksional bercabang secara baku (Chinosi dan Trombetta 2012). Notasi BPMN yang digunakan meliputi *event* (lingkaran) untuk menandai awal dan akhir proses, *task* (persegi membulat) untuk aktivitas, *gateway* (belah ketupat) untuk percabangan keputusan, *sequence flow* (panah) untuk urutan aktivitas, *sub-process* untuk sekelompok aktivitas yang diringkas, serta *pool* dan *lane* untuk membagi tanggung jawab antaraktor.

Peta proses BPMN kemudian dibedah menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM) yang mengklasifikasikan setiap aktivitas menjadi bernilai tambah, tidak bernilai tambah tetapi diperlukan, serta pemborosan, beserta waktu, jarak, dan jumlah tenaga kerjanya, sehingga proporsi aktivitas tidak bernilai tambah dan efisiensi proses dapat dihitung (Hines dan Rich 1997). Dalam klasifikasi PAM, aktivitas bernilai tambah (*value-added/VA*) adalah aktivitas yang mengubah bentuk atau fungsi produk sesuai yang diharapkan pelanggan; aktivitas diperlukan tetapi tidak bernilai tambah (*necessary non-value-added/NNVA*) adalah aktivitas yang tidak menambah nilai namun masih diperlukan pada sistem kerja saat ini, seperti pemindaian, validasi, dan perpindahan; sedangkan pemborosan murni (*non-value-added/NVA*) adalah aktivitas yang dapat dihilangkan tanpa memengaruhi keluaran, seperti menunggu dan pengambilan ulang.

Data kesalahan dikumpulkan dari hasil komplain yang sudah dilakukan konfirmasi bahwa kesalahan dilakukan oleh fulfillment center dengan menggunakan hasil rekaman CCTV pengemasan. Data kesalahan tersebut digunakan untuk menghitung *defects per million*

opportunities (DPMO) dan level sigma sebagai ukuran kapabilitas proses saat ini (Coskun dan Ialongo 2020). Peluang cacat (*opportunity*) ditetapkan sebanyak dua per pesanan karena terdapat dua titik mutu kritis yang independen dan tercatat terpisah, yaitu ketepatan jenis barang dan ketepatan jumlah barang.

Rumus perhitungan DPMO adalah sebagai berikut:

$$\text{DPMO} = [D / (U \times O)] \times 1.000.000 \quad (1)$$

dengan D = jumlah cacat, U = jumlah unit (pesanan), dan O = jumlah peluang per unit.

Tahap *Analyze*

Tahap *Analyze* bertujuan mendiagnosis akar penyebab dari dua persoalan utama yang teridentifikasi pada tahap sebelumnya, yaitu tingginya *cycle time* (aspek kecepatan) dan kesalahan pengiriman produk (aspek akurasi). Untuk masing-masing persoalan, potensi penyebab dipetakan menggunakan diagram Ishikawa berdasarkan kategori 5M+1E (*man, method, material, machine, measurement, dan environment*) agar seluruh dimensi operasional tertelaah secara terstruktur (Ishikawa 1982). Pemetaan ini turut mengintegrasikan temuan dari *empathy map*, khususnya pada kategori manusia (*man*) yang mencakup dampak perputaran tenaga kerja dan kurva pembelajaran pekerja baru. Faktor-faktor dominan yang teridentifikasi selanjutnya ditelusuri lebih dalam menggunakan teknik 5 *Whys*, yaitu penelusuran sebab-akibat secara berulang hingga ditemukan akar masalah (Serrat 2017). Dengan demikian, solusi yang dirumuskan pada tahap berikutnya dapat menyasar akar persoalan pada aspek kecepatan maupun akurasi, bukan sekadar gejala permukaannya.

Tahap *Improve, Ideate, dan Prototype*

Tahap *Improve* merumuskan solusi untuk mengeliminasi akar penyebab masalah dengan mengadopsi pendekatan *Design Thinking* melalui fase *Ideate* dan *Prototype*. Pada fase *Ideate*, gagasan solusi digali secara divergen melalui *brainstorming* bersama tim lintas fungsi dengan kerangka *How Might We* (HMW) untuk mengubah pernyataan masalah menjadi peluang solusi, dengan menekankan perancangan proses yang mudah dipahami dan diadopsi oleh pekerja.

Design Thinking unggul dalam menghasilkan gagasan tetapi memiliki keterbatasan pada tahap evaluasi dan seleksi ide yang cenderung subjektif, proses konvergensi diperkuat dengan metode pengambilan keputusan yang terstruktur. Gagasan yang terkumpul dinilai berdasarkan kriteria *desirability, viability, dan feasibility* (DVF) (Brown 2009), lalu skor tiap kriteria diagregasi menggunakan *Simple Additive Weighting* (SAW) sehingga menghasilkan peringkat prioritas yang objektif dan dapat ditelusuri (Taherdoost 2023). Pemilihan solusi pada tahap *Improve* menggunakan kriteria *desirability, viability, dan feasibility* (DVF) yang dinilai dengan skala Likert 1 sampai 5. *Desirability* menilai sejauh mana solusi menjawab kebutuhan dan mudah diadopsi oleh pekerja, *viability* menilai kelayakan solusi dari sisi biaya dan keberlanjutan, dan *feasibility* menilai kemungkinan penerapan solusi dengan teknologi serta kapabilitas yang tersedia. Ketiga kriteria diberi bobot yang setara, karena pembobotan setara terbukti *robust* dan menghindari subjektivitas dalam penetapan bobot pada model aditif linear (Dawes 1979).

Skor tiap alternatif solusi diagregasi menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). Matriks penilaian dinormalisasi menggunakan Persamaan (2), lalu nilai preferensi tiap alternatif dihitung menggunakan Persamaan (3). Alternatif dengan nilai preferensi tertinggi menjadi prioritas untuk diprototipekan (Taherdoost 2023).

$$r(ij) = x(ij) / \text{maks } x(ij) \quad (2)$$

$$V(i) = \sum [w(j) \times r(ij)] \quad (3)$$

dengan $r(ij)$ = nilai ternormalisasi, $x(ij)$ = skor kriteria, $w(j)$ = bobot kriteria (setara, sebesar 1/3), dan $V(i)$ = nilai preferensi alternatif ke-i.

Solusi terpilih selanjutnya diwujudkan pada fase *Prototype*, baik dalam bentuk rancangan proses usulan (BPMN *future state*) dan purwarupa prosedur kerja, maupun purwarupa penataan fisik area kerja seperti tata letak *picking*. Purwarupa tersebut memungkinkan tim mengidentifikasi potensi celah kegagalan sejak dini sebelum solusi diuji coba pada tahap berikutnya.

Tahap Control dan Test

Tahap akhir mengintegrasikan fase *Test* dari *Design Thinking* dengan fase *Control* dari *Lean Six Sigma* untuk memvalidasi efektivitas solusi dan menjaga keberlanjutannya. Solusi diuji melalui uji coba skala terbatas (*pilot*) selama satu bulan untuk mengumpulkan data kinerja setelah perbaikan. Validasi dilakukan melalui dua pendekatan. Pertama, analisis komparatif untuk mengukur perubahan level sigma dan *cycle time* sebelum dan sesudah perbaikan. Kedua, analisis biaya-manfaat yang difokuskan pada penghematan biaya tenaga kerja, yaitu reduksi *man-hour* dan penurunan frekuensi lembur akibat berkurangnya aktivitas tidak produktif (Sinaga et al., 2023). Setelah efektivitas terkonfirmasi, perbaikan distandardisasi melalui penyusunan instruksi kerja yang lebih aplikatif guna meminimalkan variasi kinerja antaroperator, mempercepat adaptasi pekerja baru, dan mempertahankan peningkatan kinerja secara konsisten.

Kebutuhan tenaga kerja dihitung dalam satuan *full-time equivalent* (FTE) dengan membagi total waktu proses yang dibutuhkan terhadap volume pesanan dengan jam kerja efektif yang telah memperhitungkan kelonggaran (*allowance*) sebesar 10% untuk kebutuhan pribadi, kelelahan, dan hambatan tak terhindarkan (*personal, fatigue, and delay allowance*), sesuai rentang yang lazim digunakan pada studi waktu (Niebel dan Freivalds 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum PT X

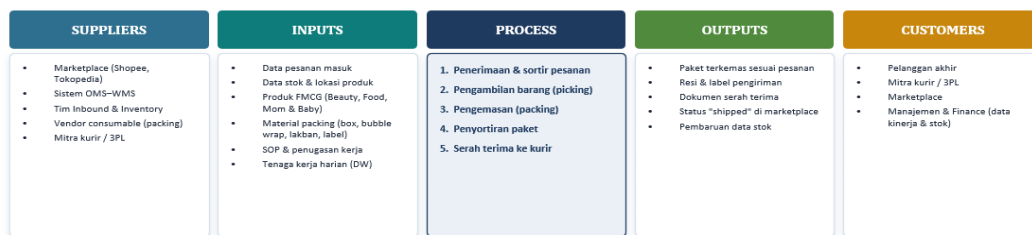
PT X merupakan perusahaan FMCG pada kategori *beauty, food*, serta *mom and baby* yang memasarkan produknya melalui platform *e-commerce* dan mengelola sendiri (*insourcing*) *fulfillment center* (FC) di Cikarang Utara, Kabupaten Bekasi, sejak 2024. FC memproses rata-rata 5.070 pesanan per hari pada Januari 2026, dengan dominasi pesanan 1 pcs per order (67,80%) dibandingkan pesanan >1 pcs per order (32,20%). Dominasi transaksi satuan ini penting secara analitis karena menentukan bahwa perbaikan pada aktivitas berulang bervolume tinggi akan memberikan pengungkit terbesar, sejalan dengan karakteristik pemenuhan pesanan *e-commerce* yang menuntut strategi *picking* yang sesuai profil pesanan (Boysen et al., 2019; Li et al., 2022). Selain itu, karakteristik produk yang kecil dan ringan (panjang 3–15 cm, lebar 3–13,5 cm, tinggi

5–18,5 cm, bobot 5–250 gram) memungkinkan penanganan dan pengemasan yang seragam sehingga mendukung standarisasi proses

FC PT X memiliki komitmen layanan (*service level agreement/SLA*) yang ketat, yaitu pesanan reguler sebelum pukul 15.00 harus diserahkan pada hari yang sama dan pesanan *same-day* paling lambat dua jam, menempatkan kecepatan sebagai kendala operasional yang mengikat (*binding constraint*), bukan sekadar sasaran yang diinginkan. FC memiliki ketergantungan pada tenaga kerja harian yang jumlahnya menyesuaikan volume memberikan fleksibilitas kapasitas, tetapi sekaligus menimbulkan perputaran (*turnover*) tinggi. Area kerja terbagi atas zona berdasarkan jenis produk (*cosmetic area* seluas 828 m persegi dan *foods area* seluas 322 m persegi), sebagaimana tata letak dan struktur organisasinya disajikan pada Lampiran 1.

Define dan Empathize

Tahap Define yang dipadukan dengan Empathize merumuskan persoalan dengan menyandingkan pemetaan proses dan penggalian kebutuhan pengguna. Ruang lingkup dipetakan melalui diagram SIPOC (Pyzdek dan Keller 2018) sebagaimana disajikan pada Gambar 3, yang menegaskan batas proses dari penerimaan pesanan hingga serah terima kepada kurir. Kebutuhan dan hambatan pengguna kemudian digali melalui *empathy map* terhadap dua kelompok pemangku kepentingan, yaitu tim pemenuhan pesanan dan pihak manajemen rantai pasok (Lampiran 2).



Gambar 2. Diagram SIPOC proses pemenuhan pesanan PT X

Sumber: Data primer observasi dan wawancara, diolah oleh penulis (2026)

Pemetaan empati terhadap operator mengungkap tiga kelompok hambatan, yaitu pemborosan gerak akibat rute pengambilan yang tidak sistematis, sistem yang belum terintegrasi antara platform, WMS, dan operasional, serta kendala teknis berulang seperti kertas termal macet dan pemindaian gagal. Yang lebih penting daripada daftar hambatan itu sendiri adalah pola responsnya: operator secara konsisten mengembangkan praktik kerja tidak terstandar (*workaround*), seperti mengambil barang terdekat dengan mengabaikan lokasi sistem dan menyalin kode barang secara manual. Secara interpretatif, *workaround* bukanlah tanda ketidakdisiplinan, melainkan adaptasi rasional terhadap sistem yang gagal mendukung; ini adalah sinyal diagnostik bahwa persoalan berada pada tataran sistem, bukan individu. Pembacaan ini sejalan dengan pandangan sistemik terhadap kesalahan manusia, yang menempatkan mayoritas kesalahan sebagai konsekuensi rancangan sistem alih-alih kelalaian orang (Deming 1986; Reason 2000).

Pemetaan empati terhadap manajemen memperlihatkan sudut pandang berbeda tetapi saling melengkapi, yaitu kepatuhan FEFO untuk menekan *write-off*, keluhan pelanggan akibat

ketidaksesuaian barang, biaya tenaga kerja per pesanan yang ditargetkan turun sekurang-kurangnya 25%, serta inkonsistensi kinerja antarshift. Penyandingan kedua perspektif ini menghasilkan temuan yang secara metodologis merupakan kekuatan pendekatan campuran: keduanya menunjuk akar yang sama, yaitu sistem dan prosedur yang belum mendukung, meskipun dari titik pandang yang berlainan. Sintesis ini diformalkan ke dalam *project charter* dengan dua sasaran yang ditetapkan perusahaan, yaitu menurunkan kesalahan menuju level enam sigma dan mengurangi pemborosan sebesar 25%.

Measure

Tahap *Measure* menetapkan *baseline* kinerja secara objektif. Alur proses berjalan dipetakan melalui BPMN *current state* (Lampiran 3) yang membedakan tanggung jawab OMS, Admin, Picker, Packer, dan Dispatcher, serta mengungkap sejumlah titik rawan, yaitu pencatatan FEFO manual, pencetakan resi massal di awal alur, alur resi sementara ketika API gagal, dan ketiadaan pemindaian wajib. Pemetaan dilakukan terpisah untuk pesanan satu jenis dan multiproduk karena keduanya memiliki beban aktivitas berbeda.

Hasil klasifikasi *Process Activity Mapping* (PAM) *current state* disajikan pada Lampiran 4. Pada pesanan multiproduk, dari 25 aktivitas dengan total 121,51 detik, hanya 19,1% waktu tergolong bernilai tambah, sementara 79,9% merupakan aktivitas diperlukan tetapi tidak bernilai tambah dan 1,0% pemborosan murni; pola serupa ditemukan pada pesanan satu jenis dengan proporsi bernilai tambah 20,4% (Tabel 3). Efisiensi proses yang hanya berkisar 19-20% ini menuntut interpretasi, bukan sekadar pelaporan. Angka tersebut tergolong rendah bahkan menurut standar pergudangan, dan sebanding dengan titik awal yang dilaporkan studi lain sebelum perbaikan, seperti *process cycle efficiency* 40% pada Adeodu et al., (2023). Rendahnya efisiensi awal ini justru menandakan ruang perbaikan yang besar. Mayoritas inefisiensi bukan pemborosan murni yang mudah dihapus, melainkan aktivitas kategori NNVA (pemindaian, validasi, perpindahan) yang “diperlukan” hanya karena rancangan sistem saat ini menuntutnya. Implikasinya penting: perbaikan tidak cukup dengan menghilangkan pemborosan yang tampak, tetapi harus mengubah rancangan sistem agar sebagian aktivitas NNVA menjadi tidak diperlukan lagi.

Tabel 2. Rekapitulasi klasifikasi aktivitas PAM current state (di luar waktu penanganan cacat)

Kategori aktivitas	Multi-item (detik)	Multi-item (%)	Single-item (detik)	Single-item (%)
Bernilai tambah (VA)	23,17	19,1	12,25	20,4
Diperlukan, non-nilai-tambah (NNVA)	97,12	79,9	47,69	79,5
Pemborosan murni (NVA)	1,22	1,0	0,07	0,1
Total	121,51	100,0	60,01	100,0

Sumber: Data primer observasi lapangan dan rekaman CCTV, diolah oleh penulis (2026)

Temuan bahwa pengemasan (*packing*) menjadi titik hambat (*bottleneck*) perlu dibaca melalui lensa teori kendala (*theory of constraints*) (Goldratt 1990). Menariknya, *bottleneck* justru berada pada tahap yang paling banyak memuat aktivitas bernilai tambah, seperti membungkus,

merakit kardus, dan menyegel paket. Ini berarti kendala proses bukan terletak pada pemborosan, melainkan pada pekerjaan yang sah bernilai tambah; konsekuensinya, perbaikan tidak boleh mengorbankan mutu pengemasan demi kecepatan, melainkan harus meringankan beban di sekitar *bottleneck* dengan mengurangi aktivitas non-nilai-tambah pada tahap sebelum dan sesudahnya.

Dari sisi akurasi, dari 1.229.037 pesanan yang diproses selama 2025 dengan 2.458.074 peluang cacat, tercatat 194 kesalahan (118 kesalahan jumlah dan 76 kesalahan jenis), sehingga diperoleh DPMO sebesar 79 yang setara dengan level 5,3 sigma (Gaspersz dan Fontana 2018). Akurasi proses sesungguhnya sudah tinggi, namun pada industri e-commerce FMCG satu kesalahan dapat berdampak lebih besar karena ulasan di platform dapat memengaruhi kepercayaan pelanggan terhadap toko.

Analyze

Tahap Analyze menelusuri akar penyebab dua persoalan, yaitu tingginya *cycle time* dan kesalahan pengiriman, menggunakan diagram Ishikawa 5M+1E (Ishikawa 1982) yang ditelusuri lebih dalam dengan 5 *Whys* (Serrat 2017), sebagaimana disajikan pada Lampiran 5. Analisis *cycle time* menunjukkan penyebab dominan pada faktor mesin dan metode, yaitu kegagalan sinkronisasi OMS-WMS (*API timeout*) tanpa mekanisme *retry* yang memadai serta banyaknya tugas kritis yang masih manual karena WMS belum memiliki otomasi. Analisis kesalahan pengiriman memperlihatkan pola yang saling terkait: kegagalan API memicu pencetakan resi sementara dan pengerjaan ulang, sementara ketiadaan pemindaian wajib membuat verifikasi bergantung pada ketelitian operator.

Berdasarkan penelusuran tersebut, kedua persoalan bermuara pada satu akar sentral yang sama, yaitu ketidakmemadaan sistem WMS-OMS yang memaksa lahirnya *workaround*, dan *workaround* yang sama secara bersamaan menimbulkan pemborosan waktu sekaligus membuka celah kesalahan. Perlu ditegaskan bahwa klaim “satu akar” ini tidak berarti hanya ada satu penyebab tunggal; sebagaimana dirangkum pada Tabel 3, teridentifikasi enam kelompok perbaikan, tetapi ketidakmemadaan WMS-OMS berperan sebagai akar sentral yang menautkan kelima kelompok lainnya. Penegasan ini menghindari penyederhanaan berlebihan sekaligus mempertahankan daya jelas diagnosis. Temuan bahwa kesalahan pemenuhan pesanan berakar pada sistem, dan bukan pada operator, memperkuat sekaligus memperluas temuan Helm et al., (2024) yang menegaskan bahwa kesalahan pemenuhan pesanan harus ditelusuri akar sistemiknya; penelitian ini menambahkan bukti empiris dari konteks e-commerce FMCG di Indonesia. Karena akar penyebab diturunkan melalui alat yang bersifat analitis dan partisipatif, kausalitasnya bersifat plausibel dan tertriangulasi lintas informan, bukan hasil uji statistik; status ini diakui secara transparan agar kekuatan klaim tidak dilebihkan.

Tabel 3. Kelompok perbaikan hasil analisis akar penyebab

Kelompok perbaikan	Akar penyebab utama yang dijawab
Perbaikan WMS-OMS	Kegagalan API tanpa retry; ketiadaan otomasi tugas manual; sistem tanpa poka-yoke; strategi picking belum optimal
Penyesuaian material consumable	Consumable tidak siap pakai; ukuran kemasan kecil; label termal mudah macet
Perbaikan tata letak dan fasilitas	Jarak perpindahan tinggi; area sortir kurir tanpa pemisahan visual; ventilasi kurang
Perbaikan prosedur picking-packing	Prosedur kompleks dan sulit dipahami pekerja baru
Penerapan 5R	Ketiadaan kedisiplinan perawatan alat, seperti pengisian daya scanner
Tata kelola perbaikan berkelanjutan	Penanganan kesalahan berbasis sanksi tanpa analisis akar penyebab

Sumber: Hasil analisis diagram Ishikawa dan 5 Whys, diolah oleh penulis (2026)

Improve, Ideate, dan Prototype

Tahap Improve menerjemahkan enam kelompok akar penyebab menjadi solusi melalui fase Ideate dan Prototype. Gagasan digali secara divergen melalui *brainstorming* lintas fungsi dengan kerangka *How Might We*, lalu dikonvergensiikan melalui penilaian *desirability*, *viability*, dan *feasibility* (DVF) yang diagregasi dengan SAW (Brown 2009; Taherdoost 2023). Sembilan intervensi terpilih beserta skornya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Intervensi terpilih hasil seleksi DVF-SAW

No.	Intervensi	Klaster perbaikan	DVF-SAW
1	Penataan ulang area picking (slotting) untuk memperpendek jarak	Tata letak dan fasilitas	4,33
2	Pemindaian wajib dengan penguncian sistem (hard-lock mandatory scan)	WMS-OMS	4,33
3	Pencetakan resi sesuai permintaan di meja pengemasan	WMS-OMS	4,67
4	Label termal fanfold anti-macet	Material dan consumable	4,33
5	Bubble wrap pre-cut dari pemasok	Material dan consumable	4,00
6	Penerapan 5R dan kesiapan alat	Disiplin 5R	4,33
7	Perbaikan alur API dengan mekanisme retry	WMS-OMS	4,00
8	Auto-sortir WMS dan strategi picking adaptif	WMS-OMS	4,00
9	Ramp-up terstruktur untuk pekerja harian baru	Prosedur dan adaptasi DW	4,00

Sumber: Hasil brainstorming lintas fungsi dan agregasi DVF-SAW, diolah oleh penulis (2026)

Rentang skor DVF-SAW yang sempit (4,00-4,67) perlu dimaknai secara kritis. Kedekatan skor menunjukkan bahwa seluruh alternatif dinilai layak dan saling melengkapi sehingga daya pembeda peringkat rendah; oleh karena itu, seleksi tidak semata bertumpu pada urutan skor, tetapi juga pada keselarasan dengan pemborosan terbesar hasil PAM dan kelayakan teknis yang dikonfirmasi vendor. Kesembilan intervensi karenanya lebih tepat dipahami sebagai satu paket

yang saling menguatkan daripada sebagai alternatif yang bersaing, dan kekokohan peringkat terhadap variasi bobot perlu ditinjau melalui analisis sensitivitas agar keputusan tidak bergantung pada pilihan metode agregasi.

Solusi diwujudkan sebagai purwarupa prosedural berupa BPMN *future state* (Lampiran 6) dan purwarupa fisik. Rancangan usulan mengubah sejumlah aktivitas kunci, sebagaimana diringkaskan pada Tabel 5, antara lain mengganti pencatatan FEFO manual dengan pengarahan sistem, menjadikan pemindaian wajib dengan penguncian sebagai mekanisme tahan-kesalahan (Shingo 1986), serta menghapus alur resi sementara melalui pencetakan sesuai permintaan dengan *retry* API.

Purwarupa fisik area *picking* mengalami tiga iterasi sebelum mencapai rancangan akhir. Rancangan awal menempatkan 20 palet, masing-masing berisi stok kebutuhan satu minggu untuk penjualan daring, disusun berdasarkan frekuensi keluar barang (metode ABC) agar SKU yang paling laku berada pada posisi mudah dijangkau. Uji coba menunjukkan picker tetap menempuh jarak yang signifikan, sehingga rancangan diubah menjadi *picking station* berbasis meja yang diisi ulang berdasarkan rata-rata volume pesanan harian, guna memperpendek jarak tempuh. Rancangan meja ini kembali menemui kendala berupa keterbatasan luas permukaan yang tidak scalable ketika volume pesanan meningkat. Iterasi ketiga mengganti meja dengan dua rak custom hasil modifikasi rak penyimpanan bekas yang tersedia di gudang, dengan penyesuaian ketinggian untuk memudahkan pengambilan barang. Efektivitas rancangan akhir ini tercermin pada data PAM: jarak tempuh aktivitas *picking* hingga menuju area *pickdrop* berkurang dari 136,93 meter (pesanan multiproduk, *current state*) menjadi 19,70 meter pada proses yang telah disatukan, atau penurunan sekitar 85,6%.

Purwarupa otomasi strategi *picking* turut melalui beberapa iterasi. Pengembangan awal hanya memisahkan pesanan menjadi satu jenis (1 pcs) dan multiproduk (>1 pcs), namun picker tetap harus berulang kali mengambil barang yang sama karena tingginya frekuensi pesanan dengan komposisi *bundling* yang identik dan berulang. Rancangan kemudian direvisi menjadi tiga kategori tugas *batch picking*, yaitu *single same* (pesanan satu jenis dengan SKU sama), *multi same* (pesanan 2–4 pcs dengan komposisi SKU identik), dan *pick by order* (pesanan dengan komposisi beragam yang tidak dapat dikelompokkan), sehingga pesanan dengan pola *bundling* berulang dapat diambil sekaligus dalam satu tugas. Iterasi ini menimbulkan kendala baru berupa jumlah pesanan per tugas yang tidak dibatasi, sehingga picker kesulitan membawa seluruh barang dalam satu perjalanan. Rancangan akhir membatasi jumlah pesanan per tugas mengikuti kapasitas fisik satu koli standar (24 pcs), yaitu 24 pesanan untuk *single same*, 12 untuk *multi same* 2 pcs, 8 untuk 3 pcs, dan 6 untuk 4 pcs.

Tabel 5. Perbandingan proses sebelum dan sesudah perbaikan

Aspek proses	Kondisi berjalan (current state)	Rancangan usulan (future state)
Penyortiran jenis pesanan	Manual oleh Admin	Otomatis oleh WMS ke dalam orderpool
Penugasan pengambilan	Ditugaskan oleh Admin melalui WMS	Self-assign oleh Picker
Kepatuhan FEFO	Catatan manual oleh Admin	Diarahkan sistem pada picking table
Pemindaian barang	Tidak wajib, dapat dilewati	Wajib dengan penguncian sistem (poka-yoke)
Pencetakan resi	Massal di awal; resi sementara bila API gagal	Otomatis sesuai permintaan; retry API
Pembuatan handover form	Rekap manual melalui spreadsheet	Otomatis oleh sistem

Sumber: Hasil rancangan perbaikan (future state BPMN), diolah oleh penulis (2026)

Refleksi kritis atas kontribusi *Design Thinking* pada tahap ini justru menjadi salah satu sumbangan teoretis penelitian. Sebagian besar intervensi yang dihasilkan sesungguhnya dapat pula muncul dari penerapan *Lean Six Sigma* semata, sehingga muncul pertanyaan yang relevan dengan perdebatan dalam literatur, yaitu apakah pemaduan DT menambah nilai di luar yang telah disediakan LSS. Penelitian ini berargumen bahwa nilai tambah DT tidak terletak pada kebaruan gagasan, melainkan pada tiga hal: pembingkai ulang masalah yang menempatkan pekerja baru sebagai individu dengan kurva pembelajaran alih-alih sumber cacat; proses ideasi partisipatif dan *bottom-up* yang memberi legitimasi solusi di mata pelaku proses; serta lahirnya satu intervensi yang tidak akan muncul dari lensa efisiensi semata, yaitu program *ramp-up* terstruktur (Anzanello dan Fogliatto 2011). Dengan demikian, LSS memberikan diagnosis kuantitatif, sedangkan DT memberikan pembingkai dan legitimasi. Posisi ini melampaui klaim integrasi yang bersifat retorik pada sebagian literatur (Testani dan Patil 2021) dengan menunjukkan secara spesifik di titik mana DT memberi kontribusi yang tidak tergantikan oleh LSS.

Dibandingkan dengan studi yang paling dekat, yaitu Putra dan Basri (2024) yang mengusulkan intervensi serupa (WMS, insentif) pada gudang *e-commerce* di Indonesia tetapi berhenti pada tahap usulan tanpa implementasi, penelitian ini melangkah lebih jauh dengan mewujudkan dan menguji solusi. Perbedaan ini menegaskan celah yang diisi, yaitu bukti implementasi dan pengujian, bukan sekadar rancangan konseptual.

Control dan Test

Rancangan perbaikan diimplementasikan dan diukur melalui uji coba terbatas (*pilot*) selama satu bulan pada Maret 2026. Berbeda dengan proses berjalan yang memisahkan alur pesanan satu jenis dan multiproduk, proses usulan menyatukan keduanya karena pemisahan tersebut, khususnya pencetakan resi massal di awal alur, merupakan sumber utama kesalahan penempelan resi. Berdasarkan pengukuran PAM selama uji coba, proporsi aktivitas bernilai tambah meningkat dari sekitar 19-20% menjadi 36,5%, sementara waktu penanganan cacat (*rework*) menurun dari sekitar 35-37% menjadi 21,1% dari waktu proses.

Besaran perbaikan ini perlu diinterpretasikan melalui mekanismenya, bukan sekadar dilaporkan. Peningkatan proporsi bernilai tambah hampir dua kali lipat (kenaikan relatif sekitar

83%) bersumber dari mekanisme yang dapat ditelusuri, yaitu eliminasi pengerjaan ulang resi melalui pencetakan sesuai permintaan dengan *retry* API, serta pemendekan jarak *picking* melalui penataan ulang *slotting*. Magnitudo ini sebanding dengan perbaikan yang dilaporkan studi terdahulu pada konteks berbeda, seperti penggandaan waktu bernilai tambah oleh Rahman dan Kirby (2024) dan peningkatan *process cycle efficiency* dari 40% menjadi 70% oleh Adeodu et al., (2023), sehingga hasil penelitian ini berada pada rentang yang wajar dan kredibel menurut literatur. Namun demikian, karena perbaikan diterapkan sebagai satu paket tanpa kelompok pembanding, hasil ini lebih tepat dinyatakan sebagai perubahan yang *berasosiasi* dengan intervensi, bukan yang secara kausal murni disebabkan oleh satu intervensi tertentu; kontribusi masing-masing intervensi tidak dapat diisolasi dalam desain ini.

Dari sisi akurasi, selama periode uji coba tidak ditemukan kesalahan pemenuhan pesanan pada lingkup yang diperbaiki. Interpretasi atas hasil ini menuntut kehati-hatian statistik: ketiadaan cacat pada periode singkat tidak dapat diekstrapolasikan menjadi klaim kapabilitas jangka panjang, dan batas atas tingkat cacat yang sesungguhnya masih dapat diestimasi secara konservatif dari jumlah pengamatan yang terbatas. Oleh karena itu, hasil ini lebih tepat dimaknai sebagai indikasi awal bahwa mekanisme *poka-yoke* berhasil mencegah kesalahan pada sumbernya, konsisten dengan prinsip *mistake-proofing* (Shingo 1986; Trojanowska et al., 2023), dan bukan sebagai bukti tercapainya level sigma tertentu. Konfirmasi memerlukan pengamatan yang lebih panjang.

Dari sisi kecepatan, *cycle time* turut dihitung ulang menggunakan PAM untuk menjawab Tujuan 4. Karena proses usulan menyatukan alur pesanan satu jenis dan multiproduk, *cycle time* kondisi awal dihitung sebagai rata-rata tertimbang berdasarkan komposisi pesanan pada periode *baseline* (67,80% pesanan satu jenis dan 32,20% pesanan multiproduk; subbab 4.1), yaitu sebesar 79,81 detik per pesanan. Setelah perbaikan, *cycle time* proses yang telah disatukan menurun menjadi 57,44 detik per pesanan (Lampiran 8), atau penurunan sekitar 28,0%—selaras dengan penurunan kebutuhan FTE sebesar 28% pada analisis biaya-manfaat, yang memperkuat keandalan kedua pengukuran secara silang. Perhitungan ini mengasumsikan komposisi pesanan selama periode *pilot* serupa dengan periode *baseline*.

Untuk mendukung keputusan penerapan permanen, dilakukan analisis manfaat berdasarkan data uji coba. Kebutuhan tenaga kerja dalam satuan *full-time equivalent* (FTE) menurun dari 16,53 menjadi 11,89 FTE atau sekitar 28%, yang memenuhi target penurunan biaya 25% dalam *project charter*. Secara interpretatif, penurunan ini bersifat struktural, bukan semata percepatan, karena bersumber dari tereliminasi fungsi Admin yang tugasnya diserap Picker melalui *self-assign* dan pemindaian bin; ini menegaskan bahwa perbaikan mengubah rancangan kerja, bukan sekadar mempercepat kerja yang sama. Penurunan tersebut setara dengan penghematan biaya tenaga kerja sebesar Rp128 per pesanan. Dengan total investasi Rp49,2 juta, diperoleh estimasi *payback period* sekitar 76 hari, *return on investment* tahun pertama sebesar 381%, serta *net present value* selama tiga tahun pada tingkat diskonto 10% sebesar Rp540 juta (Sinaga et al., 2023). Proyeksi multi-tahun tersebut merupakan ekstrapolasi dari kinerja selama periode pilot yang terbatas, sehingga lebih tepat ditafsirkan sebagai indikasi kelayakan untuk mendukung keputusan penerapan

permanen dan bukan realisasi manfaat yang pasti; kekokohannya perlu diuji melalui analisis sensitivitas atas parameter kunci sebelum digeneralisasi.

Sebagai langkah pengendalian, perbaikan yang terbukti efektif distandardisasi melalui instruksi kerja yang lebih ringkas dan mudah dipahami, guna menjaga konsistensi antaroperator, mempercepat adaptasi pekerja baru, dan mempertahankan kinerja secara berkelanjutan.

Pembahasan Umum: Implikasi Teoretis dan Praktis

Merangkai keseluruhan tahap, penelitian ini menjawab ketiga pertanyaan penelitian secara berurutan. Pertama, kinerja proses saat ini dicirikan oleh akurasi yang sudah tinggi (5,3 sigma) tetapi efisiensi yang rendah (19-20%), sehingga persoalan sesungguhnya adalah efisiensi dan kerapuhan proses, bukan kesalahan. Kedua, akar penyebabnya bersifat sistemik dan berpusat pada ketidakmemadai WMS-OMS yang memaksa lahirnya *workaround*, diperberat oleh penanganan kesalahan berbasis sanksi. Ketiga, rancangan perbaikan yang memadukan LSS dan DT menghasilkan sembilan intervensi yang, pada uji coba, berasosiasi dengan peningkatan efisiensi dan penurunan kebutuhan tenaga kerja tanpa memunculkan kesalahan pada lingkup yang diperbaiki.

Secara teoretis, penelitian ini memberikan tiga kontribusi. Pertama, memperkaya literatur integrasi LSS-DT dengan menunjukkan secara spesifik di titik mana DT memberi nilai tambah yang tidak tergantikan oleh LSS, yaitu pembimbingan ulang, legitimasi partisipatif, dan intervensi berorientasi manusia seperti *ramp-up*, sehingga memindahkan perdebatan dari klaim integrasi yang bersifat konseptual (Testani dan Patil 2021) menuju bukti empiris yang terperinci. Kedua, menegaskan pandangan sistemik terhadap kesalahan pemenuhan pesanan pada konteks *e-commerce* FMCG di Indonesia, memperluas temuan Helm et al., (2024). Ketiga, menyumbang bukti bahwa dalam operasi padat karya dengan perputaran tinggi, keandalan proses lebih tepat dibangun melalui rancangan tahan-kesalahan daripada melalui penegakan disiplin individu.

Secara praktis, temuan ini memberi implikasi bagi pengelola *fulfillment center* sejenis. Pertama, diagnosis berbasis data perlu mendahului intervensi, karena persepsi manajerial dapat keliru mengarahkan sumber daya, sebagaimana tampak dari sanksi yang menasar akurasi yang sudah baik alih-alih efisiensi yang lemah. Kedua, pada operasi dengan tenaga kerja harian yang berputar cepat, investasi pada rancangan sistem yang tahan-kesalahan dan prosedur yang mudah diadopsi memberikan pengungkit yang lebih besar daripada penambahan pelatihan atau sanksi. Ketiga, pergeseran dari penanganan kesalahan berbasis sanksi menuju pelaporan tanpa-sanksi berpotensi memperbaiki, bukan memperburuk, kinerja mutu.

Interpretasi seluruh temuan tetap harus ditempatkan dalam batas-batasnya. Sebagai studi kasus tunggal dengan periode uji coba satu bulan, tanpa kelompok pembanding, dan dengan intervensi yang diterapkan sebagai satu paket, penelitian ini menawarkan generalisasi analitis terhadap proposisi teoretis, bukan generalisasi statistis terhadap populasi gudang. Kekuatan temuan terletak pada kedalaman konteks dan koherensi antartahap, sedangkan keluasannya menuntut replikasi, pengamatan yang lebih panjang, dan desain berkelompok-pembanding sebagaimana diuraikan pada bab berikutnya.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa permasalahan utama proses pemenuhan pesanan PT X terletak pada rendahnya efisiensi proses, dengan aktivitas *non-value added* mencapai sekitar 80% waktu proses, terutama pada tahap pengemasan, meskipun tingkat akurasi telah mencapai 5,3 sigma. Akar penyebab inefisiensi berasal dari beberapa faktor, dengan keterbatasan sistem WMS-OMS sebagai faktor dominan serta pendekatan penanganan kesalahan yang masih berorientasi pada individu, bukan perbaikan sistem. Integrasi *Lean Six Sigma* dan *Design Thinking* menghasilkan sembilan usulan perbaikan, meliputi penerapan poka-yoke, otomatisasi proses, penataan ulang area kerja, optimalisasi material, dan program ramp-up pekerja baru. Hasil uji coba menunjukkan peningkatan aktivitas bernilai tambah menjadi 36,5%, penurunan waktu penanganan cacat, serta pengurangan kebutuhan tenaga kerja sekitar 28%. Temuan ini menunjukkan bahwa *Lean Six Sigma* efektif dalam menganalisis permasalahan berbasis data, sementara *Design Thinking* mendukung pengembangan solusi yang lebih adaptif terhadap kebutuhan pengguna dan proses kerja. Namun, pengaruh jangka panjang terhadap adaptasi pekerja baru masih memerlukan evaluasi lanjutan.

Berdasarkan temuan tersebut, beberapa saran diajukan. Bagi perusahaan, penerapan sembilan intervensi perbaikan sebaiknya diimplementasikan secara permanen dengan didukung sistem pemantauan kinerja berkala untuk memastikan keberlanjutan hasil, serta dilakukan sosialisasi dan pelatihan menyeluruh kepada seluruh tenaga kerja agar adaptasi terhadap prosedur baru berjalan efektif. Bagi pengembang sistem, perbaikan WMS-OMS perlu dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur pelaporan real-time dan analitik prediktif untuk mengantisipasi lonjakan volume pesanan dan mengidentifikasi potensi hambatan sejak dini. Bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini merekomendasikan pengujian lebih lanjut dengan periode observasi yang lebih panjang dan melibatkan kelompok pembandingan untuk mengukur dampak jangka panjang integrasi LSS-DT, serta perluasan penerapan pada proses bisnis lain di luar pemenuhan pesanan, seperti manajemen inventaris dan rantai pasok hulu, guna menguji generalisabilitas pendekatan ini.

REFERENSI

- Acevedo Aybar, C. E., & Jauregui Alfaro, M. L. (2024). *Optimizing warehouse management in footwear commercial companies: A case study on Lean-BPM*.
- Adeodu, A., Maladzhi, R., Kana-Kana Katumba, M. G., & Daniyan, I. (2023). Development of an improvement framework for warehouse processes using lean six sigma (DMAIC) approach: A case of third party logistics (3PL) services. *Heliyon*, 9(4), e14915. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14915>
- Anzanello, M. J., & Fogliatto, F. S. (2011). Learning curve models and applications: Literature review and research directions. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(5), 573–583. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2011.05.001>
- Astuti, R. D., & Lathifurahman. (2020). Aplikasi lean six-sigma untuk mengurangi pemborosan di bagian packaging semen. *JISI*, 7(2), 143–153. <https://doi.org/10.24853/jisi.7.2.143-153>
- Bank Indonesia. (2025). *Laporan kebijakan moneter triwulan III 2025*. Bank Indonesia.

- Boysen, N., de Koster, R., & Weidinger, F. (2019). Warehousing in the e-commerce era: A survey. *European Journal of Operational Research*, 277(2), 396–411. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.08.023>
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84–92.
- Brown, T. (2009). *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation*. HarperBusiness.
- Buckinx, W., & Van den Poel, D. (2005). Customer base analysis: Partial defection of behaviourally loyal clients in a non-contractual FMCG retail setting. *European Journal of Operational Research*, 164(1), 252–268. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.12.010>
- Camilleri, M. A. (2021). E-commerce websites, consumer order fulfillment and after-sales service satisfaction. *Journal of Strategy and Management*, 15(3), 377–396. <https://doi.org/10.1108/JSMA-02-2021-0045>
- Carlgren, L., Rauth, I., & Elmquist, M. (2016). Framing design thinking: The concept in idea and enactment. *Creativity and Innovation Management*, 25(1), 38–57. <https://doi.org/10.1111/caim.12153>
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1), 124–134. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2011.06.002>
- Compas.co.id. (2025). *Performa e-commerce Indonesia 2025*. Kompas Digital Analytics. Diakses 20 Desember 2025, dari <https://compas.co.id/article/performa-e-commerce-indonesia-2025/>
- Coskun, A., & Ialongo, C. (2020). Six sigma revisited: We need evidence to include a 1.5 SD shift in the extraanalytical phase of the total testing process. *Biochemia Medica*, 30(1), 010901. <https://doi.org/10.11613/BM.2020.010901>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Dawes, R. M. (1979). The robust beauty of improper linear models in decision making. *American Psychologist*, 34(7), 571–582. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.7.571>
- de Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. MIT Press.
- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1–4. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Fornari, E., Grandi, S., & Fornari, D. (2018). Retailing 4.0: The new era of e-commerce in fast moving consumer goods. *Symphonya. Emerging Issues in Management*, (2), 77–90. <https://doi.org/10.4468/2018.2.07fornari.grandi.fornari>
- Gaspersz, V., & Fontana, A. (2018). *Lean six sigma for manufacturing and service industries: Waste elimination and continuous cost reduction*. Vinchrsto Publication.
- Goldratt, E. M. (1990). *Theory of constraints*. North River Press.
- Gray, D., Brown, S., & Macanuso, J. (2010). *Gamestorming: A playbook for innovators, rulebreakers, and changemakers*. O'Reilly Media.
- Helm, M., Malikova, A., & Kembro, J. (2024). Rooting out the root causes of order fulfillment errors: A multiple case study. *International Journal of Production Research*, 62(11), 3853–3871. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2251060>

- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46–64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>
- Hirano, H. (1995). *5 pillars of the visual workplace: The sourcebook for 5S implementation*. Productivity Press.
- Ishikawa, K. (1982). *Guide to quality control* (2nd ed.). Asian Productivity Organization.
- Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. (2025). *Kinerja perdagangan melalui sistem elektronik (PMSE) 2025*. Kementerian Perdagangan RI.
- Kouprie, M., & Visser, F. S. (2009). A framework for empathy in design: Stepping into and out of the user's life. *Journal of Engineering Design*, 20(5), 437–448. <https://doi.org/10.1080/09544820902875033>
- Lameijer, B. A., Pereira, W., & Antony, J. (2021). The implementation of lean six sigma for operational excellence in digital emerging technology companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(9), 260–284. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2020-0373>
- Li, Y., Zhang, R., & Jiang, D. (2022). Order-picking efficiency in e-commerce warehouses: A literature review. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 17(4), 1812–1830. <https://doi.org/10.3390/jtaer17040091>
- Liedtka, J. (2015). Perspective: Linking design thinking with innovation outcomes through cognitive bias reduction. *Journal of Product Innovation Management*, 32(6), 925–938. <https://doi.org/10.1111/jpim.12163>
- Magistretti, S., Ardito, L., & Messeni Petruzzelli, A. (2021). Framing the microfoundations of design thinking as a dynamic capability for innovation: Reconciling theory and practice. *Journal of Product Innovation Management*, 38(6), 645–667. <https://doi.org/10.1111/jpim.12586>
- Marques, P. A., Jorge, D., & Reis, J. (2022). Using lean to improve operational performance in a retail store and e-commerce service: A Portuguese case study. *Sustainability*, 14(10), 5913. <https://doi.org/10.3390/su14105913>
- Martinez Casanovas, M. (2025). Exploring design thinking methodologies: A comprehensive analysis of the literature, outstanding practices, and their linkage to sustainable development goals. *Sustainability*, 17(15), 7142. <https://doi.org/10.3390/su17157142>
- Muotka, S., Togiani, A., & Varis, J. (2023). A design thinking approach: Applying 5S methodology effectively in an industrial work environment. *Procedia CIRP*, 119, 363–370. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.03.103>
- Murmura, F., Bravi, L., Musso, F., & Mosciszko, A. (2021). Lean six sigma for the improvement of company processes: The Schnell S.p.A. case study. *The TQM Journal*, 33(7), 351–376. <https://doi.org/10.1108/TQM-06-2021-0196>
- Nyumba, T. O., Wilson, K., Derrick, C. J., & Mukherjee, N. (2018). The use of focus group discussion methodology: Insights from two decades of application in conservation. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(1), 20–32. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12860>
- Object Management Group. (2011). *Business process model and notation (BPMN) version 2.0*. Object Management Group.
- Oey, E., & Nofrimurti, M. (2018). Lean implementation in traditional distributor warehouse – A case study in an FMCG company in Indonesia. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 8(1), 1–15. <https://doi.org/10.1504/IJPMB.2018.088654>