

Analisis Pemborosan Produksi Pintu Aluminium Menggunakan Value Stream Mapping dan Usulan Just-In-Time pada UMKM

¹Muhammad Zidan Effendi, ²Roro Arinda Reswanti Julian Pratama, ³Farid Arifin

^{1,2,3}Universitas Langlangbuana, Jalan Karapitan Nomor 116, Cikawao, Kecamatan Lengkong, Kota Bandung, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: zidaneffendi10@gmail.com

Received: June 2026; Revised: July 2026; Published: August 2026

Abstrak

Pemborosan waktu dan persediaan membatasi efisiensi operasi pada usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) manufaktur yang memproduksi berdasarkan pesanan. Penelitian ini bertujuan mendiagnosis pemborosan pada aliran produksi pintu aluminium di Toko Sinar Bintang serta menyusun rancangan perbaikan berbasis Value Stream Mapping (VSM) dan prinsip Just-In-Time (JIT). Penelitian menggunakan studi kasus kuantitatif deskriptif-diagnostik terhadap sebelas aktivitas sejak penerimaan pesanan hingga instalasi. Data waktu proses dan waktu tunggu dipetakan ke dalam kategori value added (VA), necessary but non-value added (NNVA), dan non-value added (NVA), kemudian dievaluasi menggunakan total lead time, Process Cycle Efficiency (PCE), dan waste percentage. Hasil baseline menunjukkan VA 315 menit, NNVA 475 menit, NVA 675 menit, dan lead time 1.465 menit. PCE sebesar 21,50% dan waste percentage sebesar 46,08% menunjukkan bahwa waktu tunggu merupakan sumber pemborosan utama; tahap persiapan bahan baku menyumbang 240 menit atau 35,56% dari seluruh waktu tunggu. VSM berhasil memperlihatkan konsentrasi pemborosan pada pengadaan dan penyiapan material, antrean antarproses, pengiriman, serta instalasi. Berdasarkan diagnosis tersebut, penelitian mengusulkan material kitting berbasis pesanan, kartu kanban sederhana, batas persediaan minimum-maksimum, jadwal pemasok, standard work, dan penjadwalan pengiriman. Simulasi future state bersifat konseptual dan belum membuktikan dampak implementasi JIT. Kontribusi penelitian terletak pada diagnosis end-to-end untuk konteks UMKM make-to-order serta rancangan perbaikan yang dapat diuji melalui studi sebelum-sesudah.

Kata kunci: Lean Manufacturing; Value Stream Mapping; Just-In-Time; pemborosan; make-to-order; UMKM

Waste Analysis of Aluminium Door Production Using Value Stream Mapping and a Just-in-Time Improvement Proposal for an SME

Abstract

Time and inventory waste constrain operational efficiency in make-to-order small and medium-sized manufacturing enterprises (SMEs). This study diagnoses waste in the aluminium-door production flow at Toko Sinar Bintang and develops an improvement design based on Value Stream Mapping (VSM) and Just-in-Time (JIT) principles. A quantitative descriptive-diagnostic case study was conducted across eleven activities, from order receipt to on-site installation. Processing and waiting times were classified as value added (VA), necessary but non-value added (NNVA), and non-value added (NVA), and then evaluated using total lead time, Process Cycle Efficiency (PCE), and waste percentage. The baseline results comprised 315 minutes of VA time, 475 minutes of NNVA time, 675 minutes of NVA time, and a total lead time of 1,465 minutes. The PCE of 21.50% and waste percentage of 46.08% indicate that waiting time is the dominant source of waste; material preparation alone accounts for 240 minutes, or 35.56% of total waiting time. VSM revealed concentrated waste in material procurement and preparation, inter-process queues, delivery, and installation. The proposed future state combines order-based material kitting, a simple kanban system, min-max inventory limits, supplier scheduling, standard work, and delivery appointments. The future-state figures are conceptual targets rather than evidence of implemented JIT effects. The study contributes an end-to-end diagnosis for a make-to-order SME and a testable improvement design for subsequent before-and-after evaluation.

Keywords: Lean Manufacturing; Value Stream Mapping; Just-In-Time; waste; make-to-order; SME

How to Cite: Effendi, M. Z. ., Pratama, R. A. R. J. ., & Arifin, F. . (2026). Analisis Lean Manufacturing untuk Mengurangi Pemborosan pada Produksi Pintu Aluminium dengan Metode Value Stream Mapping dan Just-In-Time. *Journal of Authentic Research*, 5(3), 4641-4652. <https://doi.org/10.36312/asz92217>



<https://doi.org/10.36312/asz92217>

Copyright© 2026, Effendi et al.

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

UMKM manufaktur berbasis pesanan menghadapi paradoks operasional: perusahaan harus merespons variasi ukuran, desain, waktu penyerahan, dan kondisi lokasi pelanggan secara cepat, tetapi pada saat yang sama beroperasi dengan modal kerja, ruang penyimpanan, kapasitas tenaga kerja, dan sistem informasi yang terbatas. Pada sistem make-to-order, persediaan barang jadi memang dapat ditekan karena produksi dipicu oleh pesanan aktual, tetapi variasi spesifikasi dan ketergantungan pada informasi pelanggan dapat memindahkan sumber pemborosan ke persediaan bahan baku, pekerjaan dalam proses, penjadwalan ulang, serta waktu tunggu sebelum dan di antara aktivitas produksi. Karena itu, keunggulan make-to-order tidak otomatis menghasilkan aliran yang ramping apabila informasi pesanan, kebutuhan material, kapasitas, dan tanggal penyerahan tidak disinkronkan secara end-to-end (Stevenson et al., 2005; Womack & Jones, 2003; Liker, 2021).

Masalah fundamental dalam kondisi tersebut bukan hanya lamanya waktu pemotongan atau perakitan, melainkan keterputusan antara aliran informasi dan aliran material. Spesifikasi yang belum lengkap menunda pengukuran dan perencanaan; perencanaan yang terlambat menunda pembelian dan penyiapan bahan; material yang tidak tersedia atau tidak tertata menimbulkan pencarian, perpindahan berulang, antrean, dan perubahan prioritas; sedangkan koordinasi pengiriman dan kesiapan lokasi yang lemah memperpanjang waktu setelah fabrikasi selesai. Rangkaian keterlambatan ini bersifat kumulatif karena gangguan pada satu titik diteruskan ke aktivitas berikutnya. Dalam perspektif Lean, persediaan dan waktu tunggu bukan sekadar akibat teknis, tetapi indikator ketidakstabilan sistem yang menyembunyikan masalah kualitas informasi, standarisasi kerja, tata letak, dan koordinasi antarproses (Hines & Rich, 1997; Shah & Ward, 2007; Bhamu & Sangwan, 2014).

Lean Manufacturing relevan untuk mengatasi persoalan tersebut karena menempatkan nilai pelanggan dan kelancaran aliran sebagai pusat perbaikan. Namun, Lean tidak cukup dipahami sebagai kumpulan alat untuk mempercepat satu stasiun kerja. Lean merupakan sistem sosio-teknis yang menuntut standarisasi proses, keterlibatan pekerja, penyelesaian masalah berbasis data, hubungan pemasok yang andal, serta perbaikan berkelanjutan. Penelitian pada perusahaan kecil dan menengah menunjukkan bahwa keterbatasan kompetensi Lean, disiplin pencatatan, dukungan manajemen, waktu untuk melakukan perbaikan, dan kemampuan pemasok sering menghambat keberlanjutan implementasi. Akibatnya, penggunaan satu alat secara terpisah dapat menghasilkan perbaikan lokal, tetapi tidak selalu menurunkan lead time total atau meningkatkan ketepatan penyerahan (Dora et al., 2014; Belhadi et al., 2018; Sahoo & Yadav, 2018; Pearce et al., 2018).

Dalam state of the art Lean, Value Stream Mapping (VSM) digunakan untuk menggeser fokus analisis dari efisiensi aktivitas individual menuju kinerja keseluruhan aliran. VSM mengintegrasikan urutan aktivitas, aliran informasi, aliran material, waktu proses, waktu tunggu, persediaan, dan hubungan dengan pemasok serta pelanggan ke dalam current state map. Peta tersebut kemudian menjadi dasar untuk menentukan pemborosan dominan, memilih titik intervensi, dan menyusun future state map. Kekuatan VSM terletak pada kemampuannya memperlihatkan

bahwa sebagian besar lead time sering berada di antara aktivitas bernilai tambah, bukan pada proses transformasi itu sendiri. Akan tetapi, VSM menjadi lemah apabila hanya disajikan sebagai diagram tanpa aturan klasifikasi value added, necessary but non-value added, dan non-value added yang transparan, tanpa perhitungan indikator, atau tanpa hubungan yang jelas antara akar masalah dan rancangan perbaikan (Hines & Rich, 1997; Rother & Shook, 2003; Bhamu & Sangwan, 2014).

Just-In-Time (JIT) melengkapi fungsi diagnostik VSM dengan prinsip pemenuhan material dan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan kebutuhan aktual. JIT bukan berarti menghapus seluruh persediaan, melainkan mengendalikan jumlah, waktu, lokasi, dan frekuensi pengisian kembali agar persediaan tidak melebihi kebutuhan perlindungan proses. Implementasi JIT memerlukan informasi permintaan yang terlihat, proses yang relatif stabil, ukuran lot yang terkendali, standar kerja, pemasok yang responsif, dan buffer yang ditentukan berdasarkan konsumsi serta lead time. Pada UMKM make-to-order, penerapan yang realistis dapat dimulai melalui pemisahan material standar dan material spesifik pesanan, material kitting per nomor pesanan, batas minimum-maksimum, jalur FIFO, kartu kanban sederhana, dan jadwal pemasok. Pendekatan bertahap ini lebih sesuai daripada menerapkan konsep zero inventory secara ekstrem pada lingkungan yang masih memiliki variasi pesanan dan ketidakpastian pasokan (Monden, 2011; Liker, 2021; Stevenson et al., 2005).

Perkembangan mutakhir memperluas Lean melalui integrasi teknologi Industry 4.0, seperti sensor, visualisasi digital, analitik data, dan keterlacakan waktu nyata. Literatur menunjukkan bahwa teknologi tersebut dapat meningkatkan visibilitas aliran, mempercepat umpan balik, dan mendukung pengendalian tarik. Namun, digitalisasi tidak menggantikan kebutuhan untuk menstabilkan proses, menyederhanakan aliran, dan memastikan akurasi data dasar. Bagi UMKM dengan keterbatasan investasi, state of the art yang paling relevan bukan otomatisasi penuh, melainkan kombinasi prinsip Lean dengan visual management dan pencatatan sederhana yang dapat ditingkatkan secara bertahap ketika proses telah stabil (Buer et al., 2018; Rosin et al., 2020; Ciano et al., 2021; Sony et al., 2022).

Toko Sinar Bintang merupakan UMKM yang memproduksi pintu, kusen, jendela, serta produk aluminium-kaca berdasarkan pesanan. Karakteristik operasinya memperkuat kompleksitas make-to-order karena setiap pesanan dapat berbeda dalam dimensi, jenis profil, kaca, aksesoris, kondisi lokasi, dan waktu instalasi. Aliran pekerjaan tidak berhenti pada fabrikasi di bengkel, tetapi mencakup konfirmasi kebutuhan pelanggan, pengukuran ulang, penyiapan material, pengiriman, dan pemasangan di lokasi. Observasi awal memperlihatkan penumpukan bahan, pencarian material, waktu tunggu antarproses, perpindahan berulang, serta koordinasi pengiriman dan instalasi yang belum konsisten. Gejala tersebut menunjukkan bahwa persoalan inti berada pada sinkronisasi order-to-installation, bukan hanya pada produktivitas mesin atau keterampilan operator.

Studi terdahulu memberikan dasar penting, tetapi masih menyisakan ruang penelitian. Studi Lean pada UMKM umumnya menekankan hambatan implementasi dan manfaat pengurangan pemborosan, sedangkan studi VSM banyak berfokus pada pemetaan aktivitas internal dan penurunan cycle time. Penelitian di Indonesia juga menunjukkan relevansi VSM untuk mengidentifikasi waste dan memperbaiki waktu proses pada perusahaan skala kecil (Ernawati et al., 2024; Ansyah et al., 2025).

Meskipun demikian, dalam literatur yang ditinjau pada penelitian ini terdapat empat kesenjangan. Pertama, batas analisis sering berhenti pada proses di lantai produksi dan belum mencakup aliran sejak penerimaan pesanan hingga instalasi di lokasi pelanggan. Kedua, variasi spesifikasi dan ketergantungan pada pengukuran lapangan dalam sistem make-to-order belum banyak ditempatkan sebagai sumber ketidakpastian aliran. Ketiga, JIT sering direkomendasikan secara umum tanpa menerjemahkannya menjadi mekanisme berbiaya rendah yang dapat dijalankan UMKM, seperti material kitting, kanban sederhana, batas persediaan, dan appointment scheduling. Keempat, beberapa studi kasus tidak memisahkan secara tegas data kondisi awal, target future state, dan bukti hasil implementasi, sehingga klaim efektivitas berisiko melebihi bukti empiris yang tersedia.

Kebaruan penelitian ini bersifat kontekstual, analitis, dan metodologis. Secara kontekstual, penelitian mengkaji aliran end-to-end pada UMKM pintu aluminium make-to-order, yaitu lingkungan high-variety dan low-volume yang melibatkan aktivitas bengkel sekaligus pekerjaan di lokasi pelanggan. Secara analitis, penelitian tidak hanya menghitung total waktu, tetapi memisahkan value added, necessary but non-value added, dan non-value added, mengukur Process Cycle Efficiency serta waste percentage, dan menentukan kontribusi setiap titik tunggu terhadap pemborosan total. Secara metodologis, current state yang berasal dari data observasi dipisahkan secara eksplisit dari future state konseptual. Usulan JIT diposisikan sebagai hipotesis operasional yang harus diuji melalui implementasi sebelum-sesudah, bukan sebagai dampak yang telah terbukti. Pemisahan ini memperkuat validitas klaim sekaligus menghasilkan rancangan intervensi yang dapat direplikasi dan dievaluasi.

Urgensi penelitian ini mencakup tiga dimensi. Secara praktis, pemborosan waktu dan material mengikat modal kerja, memperpanjang lead time, meningkatkan risiko keterlambatan, dan mengurangi kemampuan UMKM menerima pesanan baru. Secara manajerial, tanpa peta aliran dan prioritas berbasis data, perbaikan cenderung diarahkan pada aktivitas yang terlihat sibuk, sementara sumber tunggu terbesar tetap tidak tertangani. Secara ilmiah, diperlukan studi yang menunjukkan hubungan logis dan terukur antara diagnosis pemborosan, akar masalah, rancangan future state, dan agenda validasi implementasi. Oleh karena itu, penelitian ini penting sebagai tahap diagnostik yang menghasilkan baseline dan desain perbaikan yang dapat diuji secara lebih kuat pada penelitian lanjutan.

Berdasarkan masalah dan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) memetakan current state aliran produksi pintu aluminium sejak penerimaan pesanan hingga instalasi; (2) mengukur komposisi value added, necessary but non-value added, non-value added, total lead time, Process Cycle Efficiency, dan waste percentage; (3) mengidentifikasi sumber pemborosan dominan dan keterkaitannya dengan aliran informasi serta material; dan (4) menyusun future state serta usulan perbaikan berbasis JIT yang sesuai dengan keterbatasan UMKM. Penelitian ini tidak menguji pengaruh kausal VSM atau JIT karena belum tersedia perlakuan implementasi dan data pascaperbaikan; hasilnya diposisikan sebagai diagnosis terukur dan rancangan intervensi untuk pengujian sebelum-sesudah.

METODE

Penelitian ini menggunakan studi kasus kuantitatif deskriptif-diagnostik. Desain ini dipilih karena tujuan penelitian adalah menggambarkan kondisi aktual, mengukur proporsi waktu bernilai tambah dan tidak bernilai tambah, serta merumuskan perbaikan; desain ini tidak digunakan untuk menguji pengaruh statistik. Unit analisis adalah aliran satu jenis produk, yaitu pintu aluminium, yang mencakup sebelas aktivitas sejak penerimaan pesanan hingga instalasi pada pelanggan.

Data bersumber dari observasi aliran proses, catatan waktu proses, waktu tunggu, dan dokumentasi perusahaan yang tersedia dalam naskah awal. Dataset yang dianalisis merepresentasikan satu rangkaian end-to-end. Karena naskah awal tidak melaporkan jumlah pengulangan pengamatan, periode pengumpulan data, alat ukur, petugas pengukur, maupun uji kecukupan dan keseragaman data, nilai waktu diperlakukan sebagai baseline snapshot dan tidak digeneralisasikan secara statistik. Keterbatasan ini dinyatakan secara eksplisit untuk menjaga validitas interpretasi.

Setiap aktivitas diklasifikasikan menggunakan tiga kriteria. Aktivitas VA mengubah bentuk atau fungsi produk sesuai kebutuhan pelanggan dan dilakukan dengan benar pada kesempatan pertama. Aktivitas NNVA tidak menambah nilai dari perspektif pelanggan tetapi masih diperlukan dalam sistem saat ini, misalnya penerimaan pesanan, pengukuran lokasi, pemeriksaan kualitas, dan pengiriman. Seluruh waiting time diklasifikasikan sebagai NVA karena tidak mengubah produk dan menjadi sasaran eliminasi atau reduksi (Hines & Rich, 1997; Rother & Shook, 2003).

Analisis dilakukan melalui lima tahap: (1) menyusun urutan proses dan aliran informasi; (2) membangun current state map; (3) menjumlahkan waktu VA, NNVA, dan NVA; (4) menghitung lead time, PCE, dan waste percentage; serta (5) merancang future state konseptual berdasarkan akar masalah dan prinsip JIT. Current state berisi data observasi, sedangkan future state memuat target skenario yang belum divalidasi melalui implementasi.

Tabel 1. Definisi operasional indikator analisis

Indikator	Definisi	Rumus	Satuan
Value Added Time (VA)	Waktu aktivitas yang mentransformasi produk sesuai kebutuhan pelanggan.	Σ waktu aktivitas VA	menit
Necessary but Non-Value Added Time (NNVA)	Waktu aktivitas pendukung yang masih diperlukan pada sistem saat ini.	Σ waktu aktivitas NNVA	menit
Non-Value Added Time (NVA)	Waktu yang tidak menambah nilai; pada studi ini sama dengan total waiting time.	Σ waiting time	menit

Indikator	Definisi	Rumus	Satuan
Total Lead Time	Waktu total sejak pesanan diterima hingga instalasi selesai.	$VA + NNVA + NVA$	menit
Process Cycle Efficiency (PCE)	Proporsi waktu VA terhadap total lead time.	$(VA / \text{Total Lead Time}) \times 100\%$	persen
Waste Percentage (WP)	Proporsi waktu NVA terhadap total lead time.	$(NVA / \text{Total Lead Time}) \times 100\%$	persen

Untuk rancangan JIT, penelitian menggunakan dua rumus konseptual yang baru dapat dihitung setelah data konsumsi dan lead time pemasok tersedia: Reorder Point = $d \times L + SS$, dengan d sebagai rata-rata pemakaian, L sebagai lead time pemasok, dan SS sebagai safety stock; serta jumlah kanban = $[D \times L \times (1 + S)] / C$, dengan D sebagai kebutuhan per periode, S sebagai faktor pengaman, dan C sebagai kapasitas kontainer. Rumus tidak dihitung secara numerik agar penelitian tidak merekayasa parameter yang belum diobservasi (Monden, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

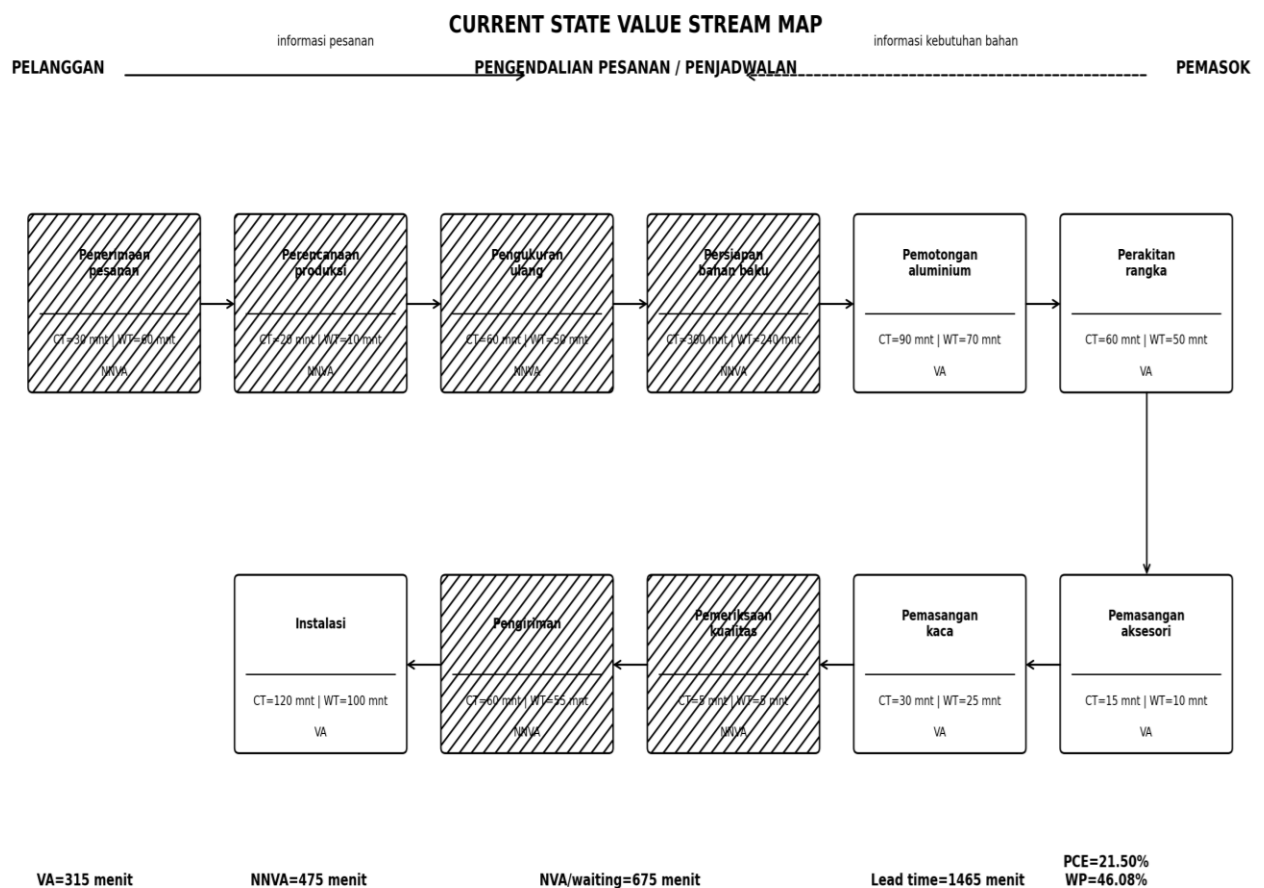
Karakteristik Aliran Produksi

Toko Sinar Bintang menggunakan sistem make-to-order. Aliran dimulai dari penerimaan spesifikasi pelanggan, perencanaan, pengukuran ulang di lokasi, penyiapan material, pemotongan aluminium, perakitan rangka, pemasangan aksesoris dan kaca, pemeriksaan kualitas, pengiriman, dan instalasi. Sistem ini menekan risiko persediaan barang jadi, tetapi tetap dapat menghasilkan persediaan bahan baku dan antrean proses apabila informasi pesanan tidak segera diterjemahkan menjadi kebutuhan material dan jadwal kerja.

Tabel 2. Data waktu dan klasifikasi aktivitas produksi pintu aluminium

No.	Proses produksi	Cycle time (menit)	Waiting time (menit)	Kategori cycle time	Kontribusi waiting (%)
1	Penerimaan pesanan	30	60	NNVA	8.89
2	Perencanaan produksi	20	10	NNVA	1.48
3	Pengukuran ulang	60	50	NNVA	7.41
4	Persiapan bahan baku	300	240	NNVA	35.56
5	Pemotongan aluminium	90	70	VA	10.37
6	Perakitan rangka	60	50	VA	7.41

No.	Proses produksi	Cycle time (menit)	Waiting time (menit)	Kategori cycle time	Kontribusi waiting (%)
7	Pemasangan aksesoris	15	10	VA	1.48
8	Pemasangan kaca	30	25	VA	3.70
9	Pemeriksaan kualitas	5	5	NNVA	0.74
10	Pengiriman	60	55	NNVA	8.15
11	Instalasi	120	100	VA	14.81
	Total	790	675	VA=315; NNVA=475	100,00



Gambar 1. Current state value stream map produksi pintu aluminium

Gambar 1 memperlihatkan aliran informasi dari pelanggan ke pengendalian pesanan dan kebutuhan material ke pemasok, serta aliran material melalui sebelas aktivitas. Peta ini menunjukkan bahwa total waktu tunggu 675 menit lebih dari dua kali waktu VA 315 menit. Dengan demikian, masalah utama bukan hanya kecepatan operasi fabrikasi, melainkan sinkronisasi informasi, kesiapan material, antrean, dan penjadwalan aktivitas lapangan.

Perhitungan Kinerja Current State

Total VA = 90 + 60 + 15 + 30 + 120 = 315 menit.

Total NNVA = 30 + 20 + 60 + 300 + 5 + 60 = 475 menit.

Total NVA = Σ waiting time = 675 menit.

Total lead time = 315 + 475 + 675 = 1.465 menit.

PCE = $(315 / 1.465) \times 100\% = 21,50\%$.

WP = $(675 / 1.465) \times 100\% = 46,08\%$.

Tabel 3. Ringkasan kinerja current state

VA (menit)	NNVA (menit)	NVA (menit)	Lead time (menit)	PCE / WP
315	475	675	1.465	21,50% / 46,08%

PCE sebesar 21,50% berarti hanya sekitar seperlima lead time digunakan untuk transformasi yang secara langsung bernilai bagi pelanggan. Nilai tersebut digunakan sebagai indikator internal kondisi awal, bukan dibandingkan dengan ambang universal karena PCE dipengaruhi jenis produk, batas proses, dan aturan klasifikasi aktivitas. Interpretasi yang paling kuat adalah bahwa terdapat ruang perbaikan besar pada aktivitas menunggu dan pendukung.

Pemborosan paling dominan terjadi pada persiapan bahan baku sebesar 240 menit atau 35,56% dari total waiting time, diikuti instalasi 100 menit (14,81%), pemotongan 70 menit (10,37%), penerimaan pesanan 60 menit (8,89%), dan pengiriman 55 menit (8,15%). Lima titik tersebut menyumbang 77,78% dari seluruh waktu tunggu, sehingga prioritas perbaikan sebaiknya diarahkan ke kesiapan material, koordinasi lokasi, antrean di area potong, kecepatan konfirmasi pesanan, dan jadwal pengiriman.

Konsentrasi pemborosan di luar aktivitas transformasi mendukung prinsip VSM bahwa perbaikan harus menilai aliran secara menyeluruh, bukan sekadar mempercepat satu stasiun kerja. Temuan ini juga konsisten dengan studi UMKM yang menunjukkan bahwa visualisasi aliran, pengurangan pencarian material, dan pengendalian pekerjaan dalam proses dapat memberikan manfaat lebih besar daripada optimasi mesin secara terpisah (Pearce et al., 2018; Ernawati et al., 2024; Ansyah et al., 2025).

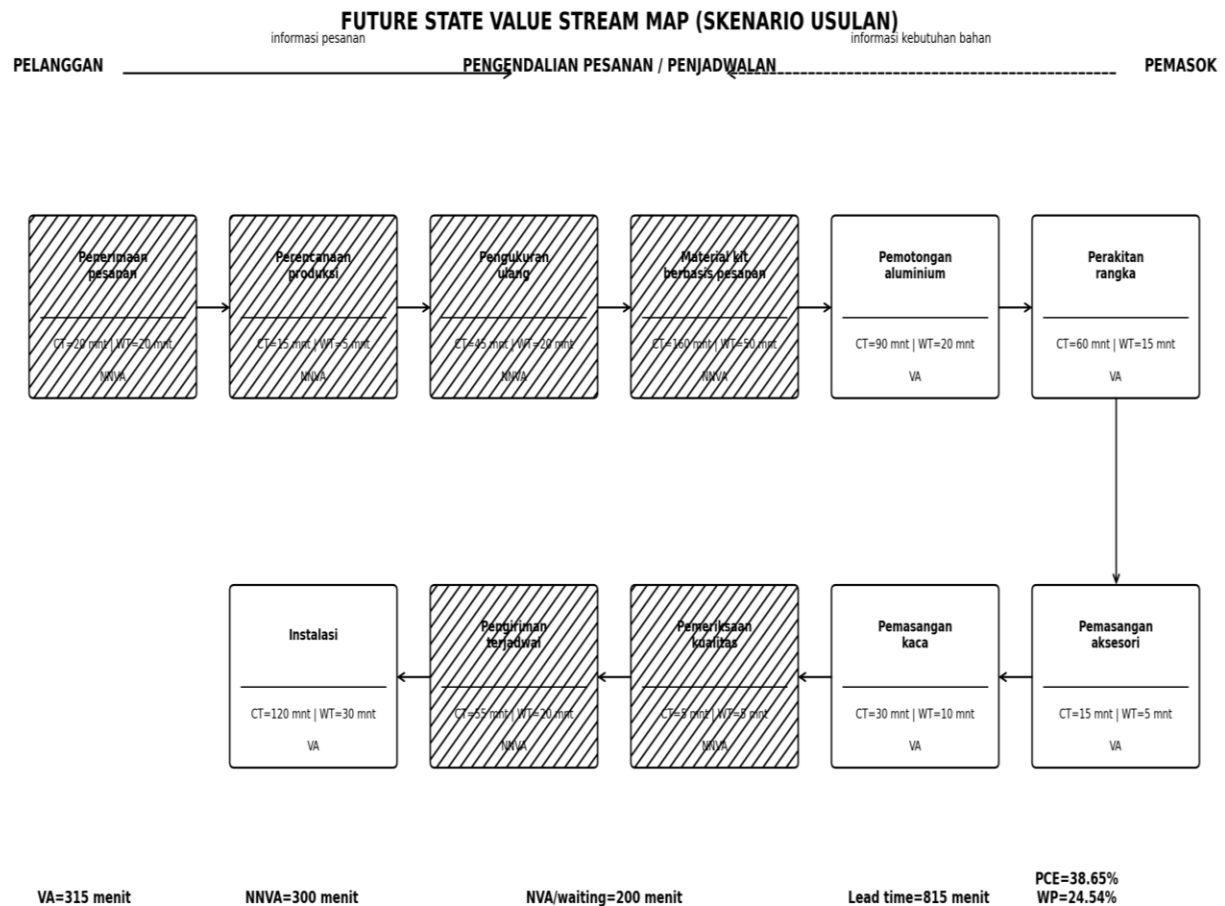
Usulan Perbaikan Berbasis Just-In-Time

JIT pada penelitian ini diposisikan sebagai rancangan perbaikan, bukan perlakuan yang telah diterapkan. Rancangan dimulai dari stabilisasi informasi pesanan dan material, karena sistem tarik tidak dapat berjalan apabila spesifikasi, tanggal kebutuhan, dan status material tidak terlihat oleh seluruh pekerja. Usulan disusun dalam bentuk tindakan berbiaya relatif rendah agar sesuai dengan kapasitas UMKM (Belhadi et al., 2018; Sahoo & Yadav, 2018).

Tabel 4. Prioritas usulan perbaikan dan target skenario

Masalah dominan	Akar masalah yang diduga	Usulan Lean/JIT	Indikator pemantauan	Status bukti
Waiting persiapan bahan 240 menit	Bahan standar bercampur dengan bahan spesifik; pembelian dan pencarian tidak berbasis pesanan.	Pisahkan material standar dan order-specific; gunakan material kit per pesanan; dua-bin kanban untuk profil/aksesoris standar; jadwal pemasok.	Waktu persiapan; stockout; nilai persediaan; frekuensi pembelian.	Usulan, belum diimplementasikan
Waiting instalasi 100 menit	Koordinasi lokasi dan kesiapan pelanggan belum terkunci.	Appointment window, checklist kesiapan lokasi, konfirmasi H-1, dan rute instalasi.	Ketepatan waktu instalasi; waktu tunggu di lokasi.	Usulan, belum diimplementasikan
Waiting pemotongan 70 menit	Antrean pekerjaan dan prioritas tidak terlihat.	FIFO lane, papan urutan pesanan, material kit sebelum masuk area potong.	WIP; waktu antre; persentase kit lengkap.	Usulan, belum diimplementasikan
Waiting penerimaan pesanan 60 menit	Spesifikasi dan persetujuan pelanggan tidak lengkap.	Formulir pesanan standar, daftar spesifikasi wajib, batas waktu persetujuan.	Waktu konfirmasi; jumlah revisi spesifikasi.	Usulan, belum diimplementasikan
Waiting pengiriman 55 menit	Kendaraan, produk, dan pelanggan tidak tersinkron.	Jadwal pengiriman harian, checklist kesiapan, konsolidasi rute yang tidak menunda due date.	Waktu tunggu pengiriman; on-time delivery.	Usulan, belum diimplementasikan
Ketidakpastian persediaan	Tidak tersedia parameter konsumsi, lead time pemasok, dan safety stock.	Kumpulkan data minimal 8-12 minggu; hitung ROP dan jumlah kanban; evaluasi mingguan.	Akurasi stok; stockout; inventory days.	Perlu data tambahan

Future state konseptual mempertahankan VA 315 menit, menurunkan target NNVA dari 475 menjadi 300 menit melalui standard work dan penyederhanaan administrasi, serta menurunkan target NVA dari 675 menjadi 200 menit melalui material kitting, kanban, FIFO, dan appointment scheduling. Target ini merupakan skenario desain, bukan hasil pengukuran setelah implementasi. Dengan asumsi tersebut, lead time target menjadi 815 menit, PCE target 38,65%, dan WP target 24,54%.



Gambar 2. Future state value stream map konseptual berbasis usulan JIT

Gambar 2 harus diperlakukan sebagai hipotesis operasional yang dapat diuji. Validasi memerlukan implementasi nyata, pengukuran beberapa siklus sebelum dan sesudah, kontrol terhadap variasi ukuran/desain pintu, serta analisis statistik atau setidaknya interval kepercayaan perubahan waktu. Pendekatan tersebut sejalan dengan prinsip perbaikan ilmiah dalam Lean: current state digunakan untuk menetapkan kondisi target, intervensi diuji secara terbatas, dan hasil dievaluasi sebelum standarisasi (Liker, 2021).

Implikasi Teoretis dan Praktis

Secara teoretis, penelitian menunjukkan bahwa VSM dan JIT memiliki fungsi berbeda tetapi saling melengkapi. VSM menyediakan diagnosis berbasis aliran dan mengungkap lokasi pemborosan, sedangkan JIT menyediakan prinsip desain untuk mengatur pemenuhan material dan pekerjaan berdasarkan kebutuhan aktual. Oleh karena itu, penelitian ini tidak menyatakan kedua metode berpengaruh secara

statistik; kontribusinya adalah membangun hubungan logis dari bukti current state menuju intervensi yang dapat diuji.

Secara praktis, prioritas pertama Toko Sinar Bintang adalah membangun disiplin data dan visual management. Setiap pesanan perlu memiliki identitas, due date, spesifikasi, status pengukuran, daftar material, dan status proses. Setelah data konsumsi dan lead time pemasok tersedia, perusahaan dapat menetapkan batas persediaan, jumlah kanban, dan frekuensi pembelian yang proporsional. Tahapan bertingkat ini mengurangi risiko menerapkan JIT secara ekstrem tanpa stabilitas proses dan pemasok (Monden, 2011; Liker, 2021).

Keterbatasan Penelitian

Penelitian terbatas pada satu UMKM, satu keluarga produk, dan satu dataset aliran end-to-end yang tidak dilengkapi informasi replikasi pengamatan. Variasi dimensi dan desain pintu belum dikontrol, current state belum memuat kuantitas persediaan pada setiap titik, dan data pemasok belum tersedia. Future state merupakan target skenario yang belum diuji. Oleh karena itu, hasil tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan efektivitas implementasi JIT atau hubungan kausal.

KESIMPULAN

Current state produksi pintu aluminium terdiri atas 315 menit VA, 475 menit NNVA, dan 675 menit NVA, sehingga total lead time mencapai 1.465 menit. PCE sebesar 21,50% dan WP sebesar 46,08% menunjukkan bahwa peluang perbaikan terutama terletak pada waktu tunggu, bukan semata-mata pada operasi transformasi. Tahap persiapan bahan baku merupakan sumber tunggu terbesar, yaitu 240 menit atau 35,56% dari total NVA, kemudian instalasi, pemotongan, penerimaan pesanan, dan pengiriman. VSM efektif untuk mendiagnosis lokasi pemborosan dan menyusun prioritas perbaikan. Berdasarkan diagnosis tersebut, penelitian mengusulkan material kitting berbasis pesanan, dua-bin kanban, batas minimum-maksimum, formulir pesanan standar, FIFO, standard work, jadwal pemasok, dan appointment scheduling. Future state menargetkan lead time 815 menit, PCE 38,65%, dan WP 24,54%, tetapi angka tersebut merupakan skenario konseptual dan belum membuktikan dampak JIT. Penelitian selanjutnya perlu melakukan pengukuran berulang sebelum-sesudah, mengontrol variasi produk, mencatat persediaan dan lead time pemasok, serta menguji perubahan kinerja secara statistik. Dengan langkah tersebut, usulan dalam penelitian ini dapat berkembang dari diagnosis dan desain menjadi bukti implementasi yang valid.

REFERENSI

- Ansyah, E., Kustiwan, S., & Supriyati. (2025). Analisis lean manufacturing untuk mengurangi cycle time dengan menggunakan metode value stream mapping. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 5(3), 215-226.
- Belhadi, A., Touriki, F. E., & El Fezazi, S. (2018). Lean implementation in small and medium-sized enterprises in less developed countries: Some empirical evidence from North Africa. *Journal of Small Business Management*, 56(S1), 132-153. <https://doi.org/10.1111/jsbm.12396>
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876-940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>

- Buer, S.-V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. S. (2018). The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2924-2940. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>
- Ciano, M. P., Dallasega, P., Orzes, G., & Rossi, T. (2021). One-to-one relationships between Industry 4.0 technologies and lean production techniques: A multiple case study. *International Journal of Production Research*, 59(5), 1386-1410. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1821119>
- Dora, M., Kumar, M., Van Goubergen, D., Molnar, A., & Gellynck, X. (2014). Operational performance and critical success factors of lean manufacturing in European food processing SMEs. *Trends in Food Science & Technology*, 31(2), 156-164.
- Ernawati, N., Utomo, U. P. P., Juliani, C., Kusdinar, Effendi, M. Z., Ubaidilla, N., & Ayu, S. (2024). Analisis penerapan lean manufacturing untuk meminimalisir waste pada CV. Adelia Medika Supply. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(5), 780-788.
- 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>
- Liker, J. K. (2021). *The Toyota Way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer* (2nd ed.). McGraw Hill.
- Moeuf, A., Lamouri, S., Pellerin, R., Tamayo-Giraldo, S., Tobon-Valencia, E., & Eburdy, R. (2020). Identification of critical success factors, risks and opportunities of Industry 4.0 in SMEs. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1384-1400. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1636323>
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An integrated approach to Just-In-Time* (4th ed.). CRC Press.
- Pearce, A., Pons, D., & Neitzert, T. (2018). Implementing lean-Outcomes from SME case studies. *Operations Research Perspectives*, 5, 94-104. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2018.02.002>
- Rosin, F., Forget, P., Lamouri, S., & Pellerin, R. (2020). Impacts of Industry 4.0 technologies on lean principles. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1644-1661. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1672902>
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: Value-stream mapping to create value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Sahoo, S., & Yadav, S. (2018). Lean implementation in small- and medium-sized enterprises: An empirical study of Indian manufacturing firms. *Benchmarking: An International Journal*, 25(4), 1121-1147.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785-805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- Sony, M., Antony, J., & McDermott, O. (2022). Lean manufacturing in the context of Industry 4.0: A systematic review. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 39(9), 1935-1965.
- Stevenson, M., Hendry, L. C., & Kingsman, B. G. (2005). A review of production planning and control: The applicability of key concepts to the make-to-order industry. *International Journal of Production Research*, 43(5), 869-898. <https://doi.org/10.1080/0020754042000298520>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation (Revised and updated ed.). Free Press.