ANTHOR
Education and Learning Journal
https://anthor.org/index.php/anthor
Email. anthor.Jurnal@gmail.com
E-ISSN: 2963 –198X P-ISSN: 2963–2498 | Halaman: 1866 - 1872 | Volume 5 Nomor 5 Tahun 2026

Penerapan Lean Manufacturing Menggunakan Metode Value Stream Mapping dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada PT Panasonic Global Indonesia

Informasi Naskah

Andika Yoga Pratama1
Dwi Irwati2
Tri Ngudi Wiyatno3

Program Studi Teknik Industri, Kualitas, Universitas Pelita Bangsa, Bekasi, Indonesia

andikadidit131@gmail.com

Abstrak

Persaingan industri elektronik menuntut efisiensi proses produksi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pemborosan (*waste*) dan risiko kegagalan proses pada lini produksi PT Panasonic Global Indonesia serta menyusun usulan perbaikan. Metode yang digunakan adalah penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan *Lean Manufacturing*: *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memetakan aliran material dan informasi, kuesioner tujuh *waste* dan diagram Pareto untuk mengidentifikasi pemborosan, serta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan prioritas risiko berdasarkan *Risk Priority Number* (RPN). Hasil menunjukkan *takt time* 28 detik/unit, Assembly 2 menjadi *bottleneck* (36,8 detik) dengan kapasitas 684 unit/hari (76,0% dari permintaan), efisiensi lintasan 74,64%, dan *lead time* 23,77 jam kerja yang didominasi waktu tunggu (99,8%). *Waste* dominan adalah *waiting*, *defect*, dan *inventory*. FMEA mengidentifikasi 11 mode kegagalan dengan total RPN 1.917; empat mode berkategori tinggi (RPN ≥ 200) menyumbang 51,4% total RPN. Tujuh usulan perbaikan diestimasi menurunkan *lead time* 51,4%, menaikkan kapasitas menjadi 903 unit/hari, dan menurunkan total RPN 62,0%. Kondisi usulan merupakan estimasi dan belum diimplementasikan.

Kata Kunci:
Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Failure Mode and Effect Analysis, Waste, Risk Priority Number.

Abstract

Competition in the electronics industry demands efficient production processes. This study identifies waste and process failure risks on the production line of PT Panasonic Global Indonesia and proposes improvements. A descriptive quantitative approach was used, combining Value Stream Mapping (VSM) to map material and information flow, a seven-waste questionnaire and Pareto analysis to identify waste, and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to prioritize risks using the Risk Priority Number (RPN). The takt time was 28 seconds per unit; Assembly 2 was the bottleneck (36.8 s), limiting capacity to 684 units/day (76.0% of demand), with line efficiency of 74.64% and a lead time of 23.77 working hours dominated by waiting time (99.8%). The dominant wastes were waiting, defects, and inventory. FMEA identified 11 failure modes with a total RPN of 1,917; four highpriority modes (RPN ≥ 200) accounted for 51.4% of the total. Seven proposed improvements are estimated to reduce lead time by 51.4%, raise capacity to 903 units/day, and reduce total RPN by 62.0%. The proposed state is an estimate and has not yet been implemented.

Keyword:
Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Failure Mode and Effect Analysis, Waste, Risk Priority Number.

Information Production:
© 2026 *by the authors of this article. This work is licensed under an Attribution-ShareAlike* 4.0 *International* (CC BY-SA 4.0)

PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur menuntut perusahaan menghasilkan produk berkualitas dengan biaya rendah dan waktu produksi singkat. Peningkatan efisiensi proses menjadi faktor penentu daya saing. Pemborosan (*waste*) berupa waktu tunggu, perpindahan material tidak efisien, penumpukan persediaan, dan produk cacat meningkatkan biaya dan menurunkan produktivitas. *Lean Manufacturing* berfokus pada eliminasi aktivitas tanpa nilai tambah melalui perbaikan berkelanjutan, dengan tujuh jenis *waste*: *overproduction, waiting, transportation, inventory, motion, overprocessing,* dan *defect*.

Value Stream Mapping (VSM) memetakan aliran material dan informasi sehingga aktivitas bernilai tambah dan tidak bernilai tambah dapat dibedakan. Di sisi lain, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menilai potensi kegagalan melalui *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) untuk menghasilkan *Risk Priority Number* (RPN) sebagai dasar prioritas.

e-ISSN: 2963 – 198X
p-ISSN: 2963 – 2498

Hasil pra-survei terhadap 25 responden di PT Panasonic Global Indonesia menunjukkan bahwa masalah dominan adalah belum adanya analisis risiko proses berkala (76%), waktu tunggu antarproses yang tinggi dan *bottleneck* (masing-masing 72%), penumpukan WIP (68%), dan produk cacat (64%). Penelitian terdahulu umumnya menerapkan VSM atau FMEA secara terpisah: VSM menunjukkan letak pemborosan tetapi belum memprioritaskan risiko penyebabnya, sedangkan FMEA memprioritaskan risiko tanpa mengaitkannya dengan aliran proses. Penelitian ini mengintegrasikan keduanya pada industri elektronik di Indonesia untuk (1) mengidentifikasi *waste*, (2) memetakan aliran proses, (3) menganalisis potensi kegagalan, dan (4) menyusun usulan perbaikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif dan dilakukan di PT Panasonic Global Indonesia pada Januari–Juni 2026, dengan objek satu lini produksi enam stasiun seri (Pre-Assembly, Assembly 1, Assembly 2, Pengujian Fungsi, Inspeksi Akhir, Packing) yang beroperasi satu *shift* dengan waktu kerja efektif 7 jam (25.200 detik) dan permintaan 900 unit/hari, dengan aliran material sistem dorong (*push*).

Pengumpulan data. Data primer: waktu siklus 30 pengamatan per stasiun dengan *stopwatch*, persediaan WIP, klasifikasi aktivitas, kuesioner tujuh *waste* (skala 1–5, lima responden: supervisor, *leader*, QC, operator senior, PPIC), dan *focus group discussion* (FGD) untuk menilai S, O, D (skala 1–10). Data sekunder: data produksi dan cacat Oktober 2025–Maret 2026, layout, SOP, dan laporan kualitas.

Pengolahan data. Keseragaman data diuji dengan batas kontrol ±3σ dan kecukupan data pada tingkat kepercayaan 95% serta ketelitian 5%. Tahap analisis: (a) *takt time* = waktu kerja efektif / permintaan; (b) *Current State Map* dengan waktu tunggu = persediaan × *takt time* dan *lead time* = Σ waktu siklus + Σ waktu tunggu; (c) klasifikasi aktivitas VA, NNVA, NVA dan *Process Cycle Efficiency* (PCE = waktu VA / *lead time*); (d) penilaian tujuh *waste* dan Pareto cacat; (e) FMEA dengan RPN = S × O × D dan skala yang diadaptasi dari Stamatis (kategori tinggi ≥ 200, sedang 125–199, rendah < 125); (f) analisis akar penyebab 5 *Why*; dan (g) penyusunan usulan serta *Future State Map*. Efisiensi lintasan = Σ waktu siklus / (n × waktu siklus terpanjang). Usulan belum diimplementasikan sehingga *future state* disajikan sebagai estimasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

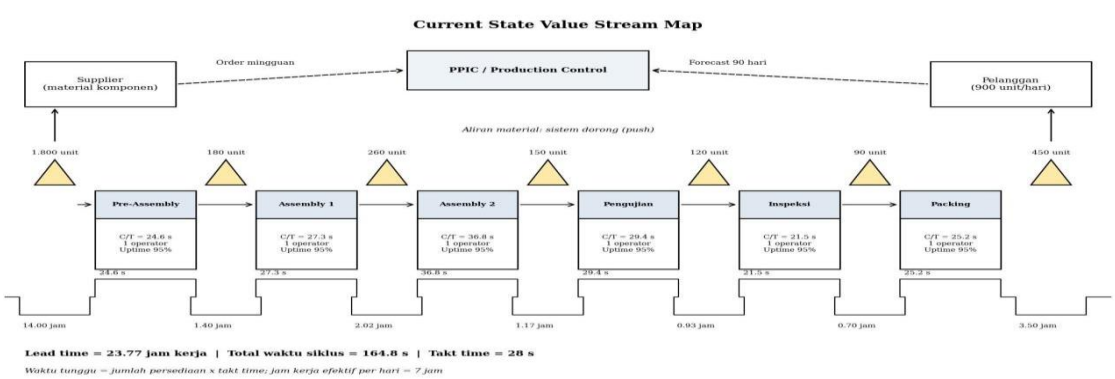
Kondisi aktual (VSM)

Rata-rata produksi enam bulan 89.400 unit dengan cacat 2.430 unit (2,72%; rentang bulanan 2,61–2,85%), sehingga cacat bersifat konsisten. Seluruh data waktu siklus seragam dan cukup (N′ 2,01–4,08 < N = 30). *Takt time* = 25.200 / 900 = 28 detik/unit.

Tabel 1. Data *Current State* per Stasiun

Stasiun	Waktu Siklus (s)	Persediaan Sebelum Stasiun	Waktu Tunggu (jam)	Rasio terhadap Takt
Pre-Assembly	24,6	1.800	14,00	87,9%
Assembly 1	27,3	180	1,40	97,5%
Assembly 2	36,8	260	2,02	131,4%
Pengujian Fungsi	29,4	150	1,17	105,0%
Inspeksi Akhir	21,5	120	0,93	76,8%
Packing	25,2	90	0,70	90,0%
Finished Goods	–	450	3,50	–
Total	164,8	3.050	23,72	–

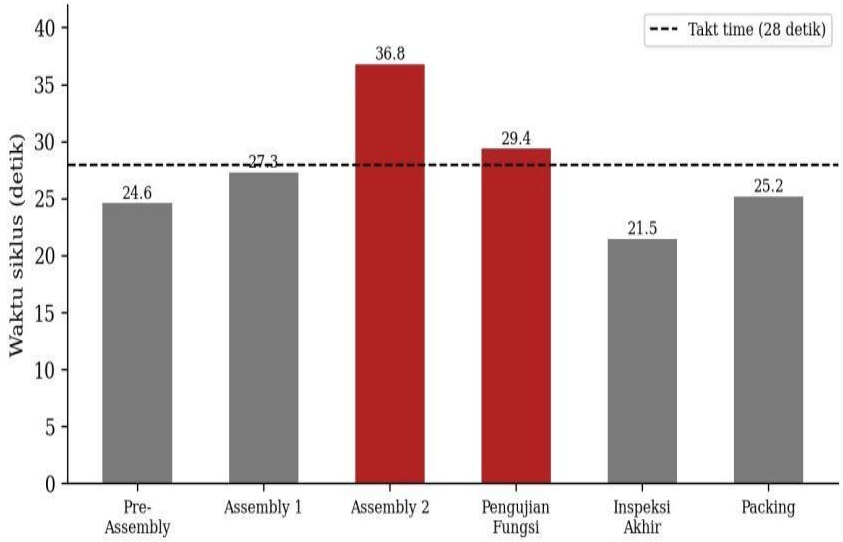
Sumber: Data diolah penulis (2026)



Gambar 1. Current State Value Stream Map

e-ISSN: 2963 – 198X
p-ISSN: 2963 – 2498

Lead time mencapai 23,77 jam kerja (±3,40 hari kerja), 99,8% di antaranya berupa waktu tunggu akibat persediaan, terutama material di gudang (14,00 jam) dan *finished goods* (3,50 jam). Assembly 2 (36,8 detik; 131,4% *takt*) dan Pengujian Fungsi (29,4 detik) melampaui *takt time* (Gambar 2). Kapasitas lini ditentukan *bottleneck*: 25.200/36,8 = 684 unit/hari, 216 unit di bawah permintaan (pemenuhan 76,0%). Efisiensi lintasan = 164,8/(6 × 36,8) = 74,64% (*balance delay* 25,36%).



Gambar 2. Waktu siklus aktual dan *takt time*

Tabel 2. Klasifikasi Aktivitas VA, NNVA, dan NVA

Stasiun	VA (s)	NNVA (s)	NVA (s)	Total (s)	Rasio VA
Pre-Assembly	15,1	4,3	5,2	24,6	61,4%
Assembly 1	22,0	2,6	2,7	27,3	80,6%
Assembly 2	25,4	3,5	7,9	36,8	69,0%
Pengujian Fungsi	18,0	5,4	6,0	29,4	61,2%
Inspeksi Akhir	0,0	17,0	4,5	21,5	0,0%
Packing	17,5	3,0	4,7	25,2	69,4%
Total	98,0	35,8	31,0	164,8	59,5%

Sumber: Data diolah penulis (2026)

Dari 164,8 detik waktu siklus, VA hanya 98,0 detik (59,5%), NNVA 35,8 detik (21,7%), dan NVA 31,0 detik (18,8%), terkonsentrasi di Assembly 2 (7,9 detik) dan Pengujian Fungsi (6,0 detik). PCE = 98,0/85.564,8 = 0,115%. Nilai PCE pada lini dengan persediaan material harian memang kecil, sehingga lebih tepat dibaca sebagai pembanding kondisi aktual dan usulan.

Pemborosan (*seven wastes*)

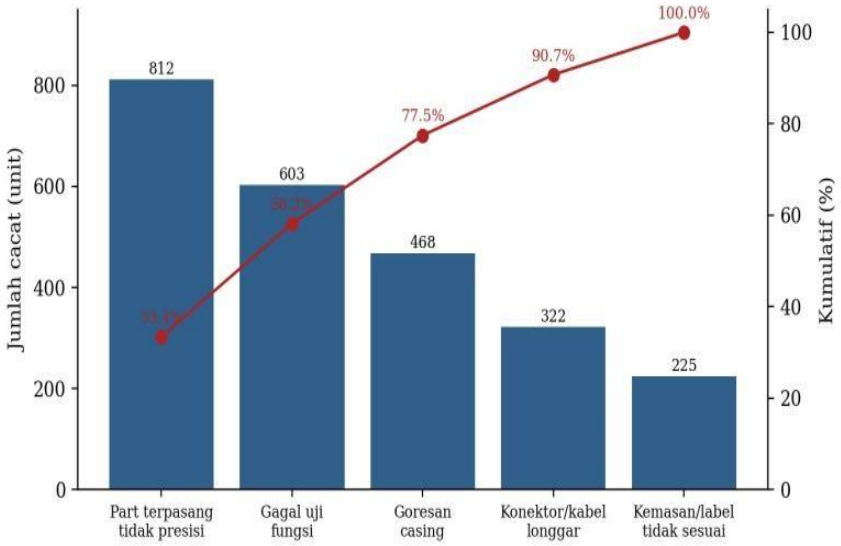
Tabel 3. Hasil Penilaian Tujuh Jenis Pemborosan (n = 5)

Jenis Waste	Rata-rata Skor	Kontribusi	Peringkat
Waiting	4,6	18,55%	1
Defect	4,4	17,74%	2
Inventory	4,2	16,94%	3
Transportation	3,6	14,52%	4
Motion	3,4	13,71%	5
Overprocessing	2,6	10,48%	6
Overproduction	2,0	8,06%	7

Sumber: Kuesioner, diolah penulis (2026)

Waiting, *defect*, dan *inventory* berkontribusi kumulatif 53,2% dan konsisten dengan data VSM maupun pra-survei. Ketiganya saling terkait: ketidakseimbangan di Assembly 2 menimbulkan *waiting* di hilir dan WIP di hulu, sementara *rework* akibat cacat menambah beban stasiun yang sama. Tiga jenis cacat teratas (part terpasang tidak presisi 33,4%; gagal uji fungsi 24,8%; goresan casing 19,3%) menyumbang 77,5% dari total cacat dan berhubungan dengan proses perakitan dan pengujian (Gambar 3).

e-ISSN: 2963 – 198X
p-ISSN: 2963 – 2498



Gambar 3. Diagram Pareto jenis cacat

Analisis FMEA

Tabel 4. Peringkat RPN Mode Kegagalan (Kondisi Aktual)

Rank	Mode Kegagalan	Proses	S	O	D	RPN	Kategori
1	F1 Part terpasang tidak presisi	Assembly 2	7	7	6	294	Tinggi
2	F5 Cacat lolos inspeksi visual	Inspeksi Akhir	9	4	7	252	Tinggi
3	F4 Hasil uji tidak stabil (alat uji)	Pengujian Fungsi	8	5	6	240	Tinggi
4	F2 Waktu pengambilan komponen lama	Assembly 2	5	8	5	200	Tinggi
5	F8 Konektor/kabel longgar	Assembly 1	7	5	5	175	Sedang
6	F7 Goresan pada casing	Assembly 1	6	7	4	168	Sedang
7	F3 Material tidak lengkap	Pre-Assembly	6	6	4	144	Sedang
8	F10 Torsi alat pengencang tidak stabil	Assembly 2	7	4	5	140	Sedang
9	F9 Penumpukan WIP	Antarproses	5	8	3	120	Rendah
10	F6 Kemasan rusak/label tidak sesuai	Packing	5	5	4	100	Rendah
11	F11 Perpindahan material jauh	Gudang–Pre-Assembly	4	7	3	84	Rendah
	Total RPN					1.917	

Sumber: FGD, diolah penulis (2026)

Total RPN 1.917 (rata-rata 174,3). Empat mode berkategori tinggi (F1, F5, F4, F2) menyumbang 51,4% total RPN, dan delapan mode teratas 84,1%. Urutan RPN tidak sama dengan urutan frekuensi: F9 dan F2 memiliki *Occurrence* tertinggi (8), tetapi F5 yang jarang (O = 4) namun berdampak berat (S = 9) dan sulit dideteksi (D = 7) berperingkat lebih tinggi. Hal ini menunjukkan keunggulan FMEA dibanding pengurutan berdasarkan frekuensi. Analisis 5 *Why* menunjukkan akar penyebab F1 adalah tidak adanya jig/*fixture* dan standar kerja visual, F5 adalah standar inspeksi (*boundary sample*) dan pencahayaan yang belum dibakukan, dan F4 adalah kalibrasi dan perawatan alat uji yang belum terjadwal.

Integrasi VSM dan FMEA

Kelompok RPN tertinggi terkonsentrasi di Assembly 2, Pengujian Fungsi, dan Inspeksi Akhir, yaitu titik yang sama dengan *bottleneck* dan NVA terbesar pada VSM. VSM menunjukkan di mana dan seberapa besar pemborosan terjadi, sedangkan FMEA menunjukkan penyebab yang harus diprioritaskan; perbaikan yang diarahkan ke titik tersebut berpeluang memperbaiki kecepatan aliran sekaligus mutu, sejalan dengan Zhang et al.

Usulan perbaikan dan estimasi dampak

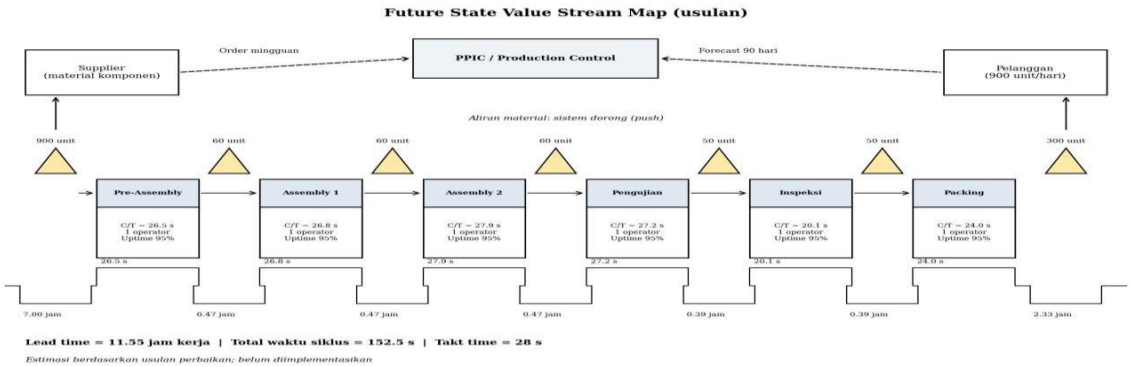
Tabel 5. Usulan Perbaikan

No.	Usulan	Mode Kegagalan	Alat Lean
1	Line balancing dan ECRS pada Assembly 2 (memindahkan elemen penyiapan 3,0 detik ke Pre-Assembly)	F2	Line balancing, ECRS, 5S
2	Jig/fixture penahan posisi, poka-yoke, dan instruksi kerja visual	F1, F8	Poka-yoke, standard work
3	Standarisasi inspeksi visual (boundary sample, checklist, pencahayaan) dan alas pelindung casing	F5, F7	Jidoka, visual management

e-ISSN: 2963 – 198X
p-ISSN: 2963 – 2498

4	Jadwal kalibrasi alat uji dan alat pengencang serta perawatan mandiri operator	F4, F10	TPM
5	FIFO lane dengan batas WIP, kanban, supermarket material, dan milk run dari gudang	F9, F3, F11	Kanban, FIFO, pull system
6	Verifikasi label menggunakan scan barcode dan penataan area packing	F6	Poka-yoke, 5S
7	Peninjauan ulang FMEA secara berkala (triwulanan) oleh tim lintas fungsi	Semua	FMEA berkelanjutan, kaizen

Sumber: Data diolah penulis (2026)

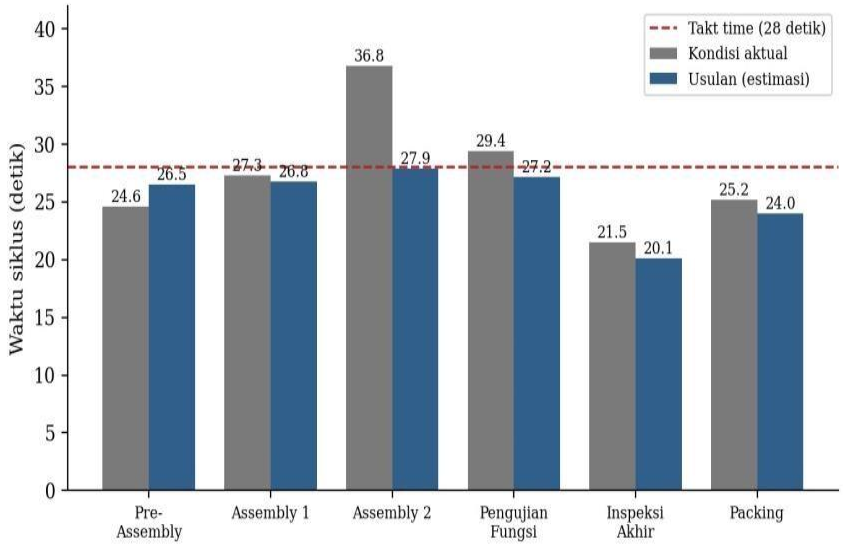


Gambar 4. *Future State Value Stream Map* (usulan, estimasi)

Tabel 6. Perbandingan Kondisi Aktual dan Usulan (Estimasi)

Indikator	Aktual	Usulan	Perubahan
Total waktu siklus (s)	164,8	152,5	–7,5%
Total aktivitas NVA (s)	31,0	18,7	–39,7%
Waktu siklus bottleneck (s)	36,8	27,9	–24,2%
Kapasitas lini (unit/hari)	684	903	+32,0%
Efisiensi lintasan	74,6%	91,1%	+16,5 poin persentase
Total persediaan (unit)	3.050	1.480	–51,5%
Lead time (jam kerja)	23,77	11,55	–51,4%
PCE	0,115%	0,236%	×2,1
Total RPN	1.917	728	–62,0%

Sumber: Data diolah penulis (2026); kondisi usulan merupakan estimasi, belum diimplementasikan

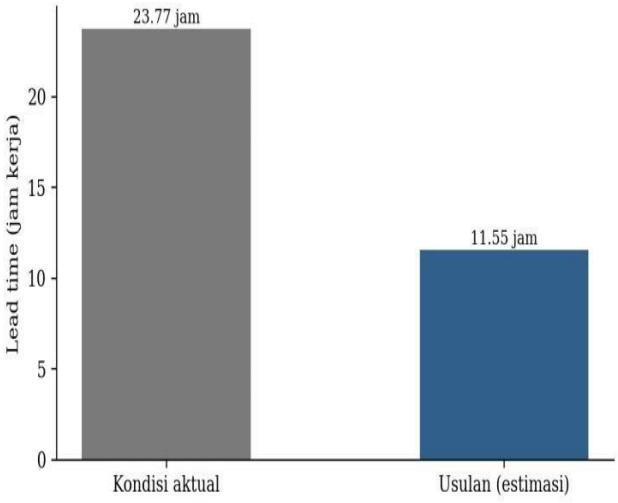


Gambar 5. Perbandingan waktu siklus aktual dan usulan (estimasi)

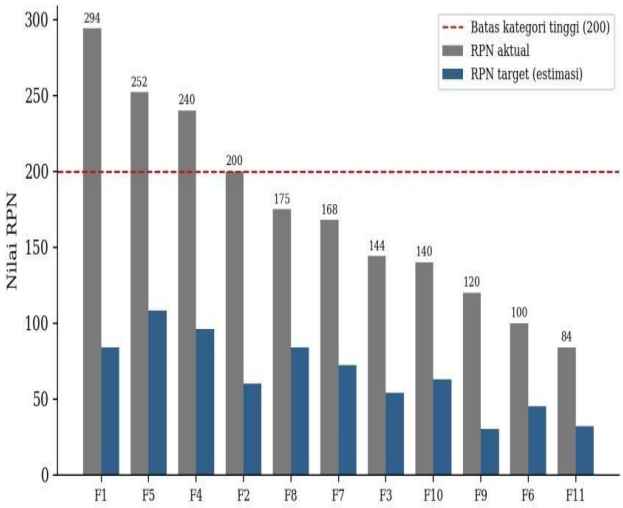
Dengan usulan 1–4, waktu siklus Assembly 2 diestimasi turun dari 36,8 menjadi 27,9 detik (pengurangan NVA 5,9 detik dan pemindahan elemen penyiapan 3,0 detik), sehingga seluruh stasiun tidak melebihi *takt time* (Gambar 5) dan kapasitas naik menjadi 903 unit/hari. Kanban dan FIFO lane menurunkan persediaan dari 3.050 menjadi 1.480 unit sehingga *lead time* turun menjadi 11,55 jam kerja (Gambar 6). Setelah tindakan korektif, *Occurrence* dan *Detection* diestimasi turun melalui penilaian ulang FGD sementara *Severity*

e-ISSN: 2963 – 198X
p-ISSN: 2963 – 2498

dipertahankan; misalnya F1 turun dari S7-O7-D6 (294) menjadi S7-O4-D3 (84) dan F5 dari S9-O4-D7 (252) menjadi S9-O3-D4 (108). Total RPN turun dari 1.917 menjadi 728 (–62,0%; Gambar 7) dan seluruh mode berada di bawah ambang kategori sedang. F5 tetap tertinggi (108) karena *Severity* 9 tidak dapat diturunkan oleh tindakan korektif sehingga upaya jangka panjang perlu diarahkan pada pencegahan cacat di hulu.



Gambar 6. Perbandingan *lead time* aktual dan usulan (estimasi)



Gambar 7. Perbandingan RPN aktual dan target (estimasi)

Implikasi dan keterbatasan

Perbaikan sebaiknya dimulai dari Assembly 2 karena merupakan *bottleneck* sekaligus sumber RPN tertinggi; pengurangan persediaan dilakukan setelah keseimbangan lintasan membaik agar lini tidak kekurangan pasokan; dan FMEA perlu dijalankan berkala. Keterbatasan: satu lini dan satu produk; kondisi usulan berupa estimasi berasumsi, bukan hasil implementasi; nilai S, O, D bersifat subjektif (konsensus lima orang) dan RPN memberi bobot sama pada ketiga faktor; waktu tunggu dihitung dari persediaan × *takt time* dan OEE tidak dianalisis; serta manfaat finansial belum dikuantifikasi.

KESIMPULAN

Pemborosan dominan pada lini produksi adalah *waiting*, *defect*, dan *inventory* (53,2% kumulatif). VSM menunjukkan *takt time* 28 detik, Assembly 2 sebagai *bottleneck* (36,8 detik; kapasitas 684 unit/hari), efisiensi lintasan 74,64%, serta *lead time* 23,77 jam kerja yang 99,8% berupa waktu tunggu. FMEA menghasilkan 11 mode kegagalan (total RPN 1.917) dengan empat prioritas tinggi: part terpasang tidak presisi (294), cacat lolos inspeksi visual (252), hasil uji tidak stabil (240), dan waktu pengambilan komponen lama (200). Tujuh usulan perbaikan diestimasi menurunkan *lead time* 51,4%, menaikkan kapasitas menjadi 903 unit/hari, dan menurunkan total RPN 62,0%. Integrasi VSM dan FMEA terbukti saling melengkapi. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan implementasi terbatas (*pilot*), simulasi aliran produksi, pembobotan FMEA dengan AHP atau *fuzzy*, dan perhitungan manfaat biaya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Teknik Industri Universitas Pelita Bangsa, dosen pembimbing, serta pihak PT Panasonic Global Indonesia yang telah menyediakan data penelitian.

REFERENSI

Fatinnisa, G. A., & Saifuddin, J. A. (2024). Analysis of value stream mapping (VSM) in the application of lean manufacturing to minimize waste at PT. Karya Indah Medika. IJIEM—Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management, 5(1), 234–243. https://doi.org/10.22441/ijiem.v5i1.22395

Irsyad, M., & Hartini, S. (2024). Value Stream Mapping sebagai alat analisis dalam lean manufacturing: Analisis bibliometrik. J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri, 19(1), 35–45. https://doi.org/10.14710/jati.19.1.35-45

Restuasih, S., Harjiyanto, K., & Juhri. (2024). Evaluasi efisiensi waste komponen rangka 450 CRS dengan metode value stream mapping di PT PLTP. Jurnal Techno-Socio Ekonomika, 17(1).

e-ISSN: 2963 – 198X
p-ISSN: 2963 – 2498

https://doi.org/10.32897/techno.2024.17.1.2857

Erniyani, Ramdhani, I., Raodah, Fuadah, N., & Jayanegara, S. (2025). Implementasi lean manufacturing dengan pendekatan value stream mapping untuk mengurangi pemborosan produksi bakso. Factory: Jurnal Industri, Manajemen dan Rekayasa Sistem Industri, 4(2), 96–104. https://doi.org/10.56211/factory.v4i2.1234

Sirajudeen, R. S., & Krishnan, K. A. (2022). Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study. Materials Today: Proceedings, 65, 1105–1111.

Pradeep, A., & Balaji, K. (2022). Reduction of lead time in an automobile rubber components manufacturing process through value stream mapping. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering, 236(6).

Pimpalkar, R., & Madgule, M. (2024). Integration of lean manufacturing system with novel intuitive fuzzy syncretic lean framework to improve overall equipment effectiveness. Journal of Industrial and Production Engineering, 41(2).

Ferrazzi, M., Frecassetti, S., Bilancia, A., & Portioli-Staudacher, A. (2025). Investigating the influence of lean manufacturing approach on environmental performance: A systematic literature review. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 136.

Naqvi, A. (2025). Lean manufacturing and operational excellence: Drivers, barriers, and performance outcomes. Journal of Production, Operations Management and Economics, 5(1).

Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., & Tjakraatmadja, J. H. (2006). Teknik perancangan sistem kerja. Penerbit ITB.

Rother, M., & Shook, J. (2003). Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda. Lean Enterprise Institute.

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

Ohno, T. (1988). Toyota production system: Beyond large-scale production. Productivity Press.

Stamatis, D. H. (2003). Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution (2nd ed.). ASQ Quality Press.