Jurnal Impresi Indonesia (JII)
e-ISSN: 2810-062x
Vol. 5, No. 11, November 2026, pp 6441-6447
DOI : 10.58344/jii.v5i11.8247

Optimasi Lini Produksi untuk Meminimalkan Waktu Tunggu dan Meningkatkan Target Produksi Stang Pada CV. SYP Motor Parts

Rendy Bagus Wicaksono*, Erni Puspanantasari Putri
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia
Email: bgsrendy33@gmail.com*, erniputri@untag-sby.ac.id

Keywords:
line balancing; lean manufacturing;skill matrix;waiting waste;bottleneck.

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

Copyright © 2026 by Rendy Bagus Wicaksono, Erni Puspanantasari Putri. Published by Riviera Publishing

Abstract

Line balancing imbalance in the automotive component manufacturing industry often triggers bottlenecks and waiting waste that hinder the achievement of production targets. This research was conducted at CV. SYP Motor Parts, which failed to achieve its bicycle handlebar production target of 820 units/day due to an extreme bottleneck at Station O-4 (Assembly & Welding). The purpose of this study was to identify waste, analyze workload, and design line balance without increasing headcount. The methods used included Stopwatch Time Study, Westinghouse Performance Rating, Allowance ILO, Workload Analysis, and Line Balancing integrated with the Skill Matrix approach. The results of the existing conditions showed that Line Efficiency (LE) was only 57.31% with a Balance Delay (BD) of 42.69%, where O-4 experienced 166% overload and O-6 underload 66.2%. Improvements were made through competency-based operator redistribution (Skill Matrix) from O-6 to O-2, and O-2 to O-4. The implementation of improvements successfully reduced the maximum Cycle Time from 51.04 seconds to 32.49 seconds, increased LE to 84.84%, decreased BD to 15.16%, and reduced the need for overtime from >120 minutes to only 24 minutes per day to achieve production targets precisely.

Kata Kunci:
line balancing; lean manufacturing; skill matrix; waiting waste; bottleneck.

Abstrak

Ketidakseimbangan lintasan produksi (line balancing) pada industri manufaktur komponen otomotif sering kali memicu bottleneck dan waiting waste yang menghambat pencapaian target produksi. Penelitian ini dilakukan di CV. SYP Motor Parts, yang mengalami kegagalan pencapaian target produksi stang sepeda sebesar 820 unit/hari akibat *bottleneck* ekstrem pada Stasiun O-4 (*Assembly & Welding*). Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi pemborosan, menganalisis beban kerja, dan merancang keseimbangan lintasan tanpa penambahan *headcount*. Metode yang digunakan meliputi *Stopwatch Time Study*, *Westinghouse Performance Rating*, *Allowance* ILO, Analisis Beban Kerja, dan *Line Balancing* yang diintegrasikan dengan pendekatan *Skill Matrix*. Hasil kondisi eksisting menunjukkan *Line Efficiency* (LE) hanya 57,31% dengan *Balance Delay* (BD) 42,69%, di mana O-4 mengalami *overload* 166% dan O-6 *underload* 66,2%. Perbaikan dilakukan melalui redistribusi operator berbasis kompetensi (*Skill Matrix*) dari O-6 ke O-2, dan O-2 ke O-4. Implementasi perbaikan berhasil menurunkan *Cycle Time* maksimum dari 51,04 detik menjadi 32,49 detik, meningkatkan LE menjadi 84,84%, menurunkan BD menjadi 15,16%, dan mereduksi

kebutuhan waktu lembur dari >120 menit menjadi hanya 24 menit per hari untuk mencapai target produksi secara presisi.

PENDAHULUAN

Persaingan di sektor manufaktur komponen otomotif menuntut efisiensi sumber daya yang optimal. Kegagalan dalam memenuhi target produksi secara konsisten tidak hanya berdampak pada hilangnya potensi pendapatan, tetapi juga mengancam keberlanjutan rantai pasok. Dalam perspektif Lean Manufacturing, ketidakmampuan sistem produksi mencapai target sering kali berakar pada adanya pemborosan (waste), khususnya waiting waste yang disebabkan oleh ketidakseimbangan waktu baku antar stasiun kerja (Utomo & Pudji, 2025; Dwinanta, 2025). CV. SYP Motor Parts, sebagai perusahaan manufaktur komponen stang sepeda, menghadapi permasalahan sistemik pada lini produksinya (Karatepe Mumcu, 2024; Rianti et al., 2024; Sanusi et al., 2024; Utomo & Pudji, 2025). Berdasarkan data historis Januari–Juni 2026, perusahaan menetapkan target produksi 820 unit/hari. Namun, realisasi produksi konsisten mengalami defisit, kecuali pada bulan Januari yang ternyata disebabkan oleh praktik overproduction dan lembur berlebihan. Observasi awal mengindikasikan adanya ketimpangan kapasitas yang signifikan antar stasiun kerja, di mana Stasiun O-4 (Assembly & Welding) bertindak sebagai bottleneck mutlak karena hanya ditangani oleh 2 operator, sementara stasiun hilir seperti O-6 (Pengecatan) memiliki kelebihan kapasitas (4 operator) yang memicu waktu tunggu (idle time) massif (Arifin, 2020; Dwinanta, 2025; Fitri et al., 2022; Habibah et al., 2024; Islam et al., 2015; Redantan, 2021).

Kondisi ketidakseimbangan lintasan ini menjadi sangat urgen untuk segera diselesaikan karena perusahaan terus mengeluarkan biaya lembur yang tinggi tanpa menjamin tercapainya target produksi. Jika dibiarkan, hal ini akan menggerus profitabilitas dan menurunkan daya saing perusahaan di pasar komponen otomotif yang dinamis (Kartika et al., 2023; Liu et al., 2022; Rocha & Lopes, 2022; Wahyudi et al., 2023). Penelitian terdahulu oleh (Islam et al., 2015) membuktikan bahwa realokasi operator menggunakan Skill Matrix berdasarkan kompetensi mesin dan operasi yang dikuasai adalah solusi paling efektif untuk mengatasi bottleneck tanpa menambah biaya tenaga kerja. Namun, sebagian besar studi tersebut berfokus pada industri garmen atau perakitan umum, sehingga penerapannya pada proses manufaktur stang sepeda dengan karakteristik hard skill pengelasan yang kompleks masih jarang dikaji. Kesenjangan inilah yang ingin diisi oleh penelitian ini (Alvianto & Purnama, 2026; Bizuneh & Omer, 2024; Hadianto et al., 2025; Hariyanto & Azwir, 2021; Saerang et al., 2025; Widhiarso et al., 2022).

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi antara metode Line Balancing konvensional dengan pendekatan Skill Matrix yang diterapkan secara spesifik untuk mengatasi bottleneck ekstrem di CV. SYP Motor Parts, dengan mempertimbangkan aspek ergonomi dan psikologis operator (penurunan faktor Effort akibat hilangnya tekanan). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengukur waktu kerja dan menganalisis beban kerja untuk memetakan bottleneck dan waste; (2) Merancang keseimbangan lini menggunakan Line Balancing terintegrasi Skill Matrix; dan (3) Mengevaluasi dampak optimasi terhadap efisiensi lini dan pencapaian target 820 unit/hari. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis berupa rancangan perbaikan lini produksi yang lean dan berkelanjutan, serta

kontribusi teoretis berupa pengayaan literatur mengenai aplikasi Skill Matrix dalam line balancing.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di CV. SYP Motor Parts pada periode Juli–November 2026. Pengumpulan data primer dilakukan melalui *Stopwatch Time Study* dengan metode *continuous timing* selama 25 hari kerja pada 7 stasiun produksi. *(Catatan: Database mentah waktu siklus dijaga kerahasiaannya sesuai kebijakan perusahaan, hanya parameter statistika agregat yang dipresentasikan).*

Data diuji validitasnya menggunakan Uji Keseragaman Data (Batas Kendali Atas/Bawah) dan Uji Kecukupan Data (tingkat kepercayaan 95%, ketelitian 5%). Selanjutnya, Waktu Baku (W_b) ditentukan melalui persamaan:

$$W_n = W_s \times (1 + RF) \text{ dan } W_b = \frac{W_n}{1 - A}$$

Keterangan: W_n= Waktu Normal, W_s= Waktu Siklus, RF= *Rating Factor* (Westinghouse), A= *Allowance* (ILO).

Parameter keseimbangan lintasan dievaluasi menggunakan:

1. Takt Time (TT): $TT = \frac{\text{Waktu Tersedia}}{\text{Target Produksi}}$
2. Cycle Time (CT): $CT_i = \frac{W_b}{\text{Jumlah Pekerja}}$
3. Line Efficiency (LE): $LE = \frac{\sum CT_i}{N \times CT_{max}} \times 100\%$
4. Balance Delay (BD): $BD = 100\% - LE$
5. Smoothness Index (SI): $SI = \sqrt{\sum (CT_{max} - CT_i)^2}$

Analisis beban kerja (BK) dan kebutuhan operator (N) dihitung berdasarkan kapasitas tersedia 420 menit/hari. Perbaikan dirancang menggunakan pendekatan *Skill Matrix* untuk meredistribusi operator dari stasiun *underload* ke *bottleneck*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Bottleneck dan Pemetaan Waste (Kondisi Eksisting)

Berdasarkan perhitungan kapasitas pada kondisi eksisting (7 jam kerja efektif), Takt Time yang dituntut oleh pasar adalah 30,73 detik/unit. Namun, distribusi Cycle Time ($\boldsymbol{CT_i}$) antar stasiun sangat timpang**.**

Tabel 1. Parameter Kinerja Lintasan Kondisi Eksisting

Stasiun Kerja	Proses	Pekerja	W_b (detik)	CT_i (detik)	Status
O-1	Pemotongan	3	79,77	26,59	*Under Takt*
O-2	Penekukan	3	88,33	29,44	*Under Takt*
O-3	Pengeboran	3	71,61	23,87	*Under Takt*
O-4	**Assembly & Las**	**2**	**102,09**	**51,04**	**BOTTLENECK**
O-5	Penghalusan	3	91,56	30,52	*Under Takt*
O-6	Pengecatan	4	81,61	20,4	*Under Takt*
O-7	Packing	3	68,69	22,9	*Under Takt*
Total/Rata-rata		**21**		**LE = 57,31%**	**BD = 42,69%**

Stasiun O-4 menjadi bottleneck mutlak dengan $\boldsymbol{CT_{max}}$51,04 detik (melampaui Takt Time sebesar +20,31 detik). Analisis beban kerja mengonfirmasi O-4 mengalami overload 166% (kebutuhan ideal 3,32 orang, aktual 2 orang). Sebaliknya, O-6 mengalami underload 66,2% (kebutuhan ideal 2,65 orang, aktual 4 orang).

Ketimpangan ini memicu *Waiting Waste* masif di stasiun hilir (O-5, O-6, O-7) yang terpaksa menganggur menunggu material dari O-4. Analisis *Fishbone* menunjukkan akar masalahnya adalah: (1) Metode alokasi tenaga kerja yang tidak proporsional; (2) Mesin/Proses pengelasan yang kompleks; (3) Manusia (kurangnya *cross-training*); dan (4) Material (penumpukan WIP di depan O-4).

Perancangan Perbaikan Berbasis Skill Matrix

Untuk mengatasi *bottleneck* tanpa menambah biaya *headcount* (total tetap 21 orang), dilakukan intervensi redistribusi berbasis *Skill Matrix* (Islam et al., 2015). Karena O-4 membutuhkan *hard skill* pengelasan, perpindahan tidak bisa dilakukan secara acak.

Strategi Redistribusi Berantai (Domino Effect):

- Identifikasi operator di O-2 (Penekukan) yang memiliki kompetensi mengelas. Operator ini dipindahkan ke O-4. (O-4 kini 3 orang, O-2 turun jadi 2 orang).
- Untuk menjaga kapasitas O-2 agar tidak turun, diambil 1 operator dari O-6 (Pengecatan) yang sebelumnya underload ekstrem. (O-2 kembali 3 orang, O-6 turun jadi 3 orang).

Dampak terhadap Standar Waktu (Waktu Baku):

Pada kondisi eksisting, operator O-4 bekerja dengan tempo terburu-buru (*rushing*) akibat tekanan *bottleneck*, sehingga faktor *Effort* (Westinghouse) dinilai *Good* (+0,05). Setelah beban dibagi ke 3 orang, tekanan hilang, operator bekerja pada kecepatan normal yang berkelanjutan (*sustainable pace*). Faktor *Effort* turun menjadi *Average* (0,00).

Penyesuaian ini menurunkan Waktu Normal (W_n) O-4 dari 89,84 detik menjadi 85,78 detik. Dengan *Allowance* tetap 12%, Waktu Baku (W_b) baru O-4 menjadi **97,48 detik**. Maka, CT_ibaru untuk O-4 (3 orang) adalah: $CT_{i(O-4)} = \frac{97{,}48}{3} = 32{,}49$ detik

Evaluasi Kinerja dan Analisis Dampak (Before vs After)

Implementasi perbaikan secara drastis mengubah topografi keseimbangan lintasan. Cycle Time maksimum turun dari 51,04 detik menjadi 32,49 detik, yang kini berada sangat dekat dengan Takt Time (30,73 detik).

Tabel 2. Perbandingan Parameter Line Balancing

Parameter	Kondisi Eksisting	Kondisi Implementasi	Perubahan
CT_{max} (detik)	51,04 (O-4)	32,49 (O-4)	Turun 36,2%
$\sum CT_i$ (detik)	204,76	192,95	Lebih Ramping
Line Efficiency (LE)	57,31%	84,84%	Naik +27,53%
Balance Delay (BD)	42,69%	15,16%	Turun 64,5%
Smoothness Index (SI)	62,88	15,59	Turun 75,2%

Penurunan SI sebesar 75,2% memvalidasi bahwa jurang pemisah waktu kerja antar stasiun telah menyempit, menciptakan aliran produksi yang mulus (*smooth flow*).

Tabel 3. Analisis Beban Kerja dan Kebutuhan Lembur

Stasiun	Beban Kerja Eksisting	Beban Kerja Perbaikan	Status Perbaikan
O-4 (Bottleneck)	166,0% (*Overload*)	105,70%	Optimal
O-6 (Pengecatan)	66,2% (*Underload*)	88,60%	Efisien
Total Kebutuhan Lembur	**> 120 menit (Gagal Target)**	**24 menit**	**Hemat 96 menit**

Pada kondisi eksisting, perusahaan memaksakan lembur >120 menit/hari namun output O-4 hanya mentok di 634 unit (gagal target 820 unit). Pada kondisi implementasi, karena $\boldsymbol{CT_{max}}$(32,49 detik) sudah sangat mendekati Takt Time, total waktu yang dibutuhkan untuk 820 unit adalah 26.641,8 detik. Kekurangan waktu dari jam normal (25.200 detik) hanyalah 1.441,8 detik, atau setara dengan 24 menit lembur.

Hal ini membuktikan bahwa intervensi tidak hanya menyelesaikan masalah kapasitas, tetapi juga aspek ergonomi dan kemanusiaan. Beban kerja O-4 turun ke level 105,7% (batas wajar utilisasi optimal), mencegah kelelahan dini (*early fatigue*) yang sebelumnya memicu potensi *defects* pada jalur las.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: 1) **Identifikasi Masalah :** Ketidakseimbangan lintasan pada kondisi eksisting menyebabkan *bottleneck* di Stasiun O-4 (*overload* 166%) dan *waiting waste* masif di stasiun hilir, dengan *Line Efficiency* yang sangat rendah (57,31%). 2) **Perbaikan Berbasis Skill Matrix:** Redistribusi operator dari O-6 ke O-2, dan O-2 ke O-4 terbukti efektif. Pendekatan ini tidak hanya meratakan jumlah tenaga kerja, tetapi juga menghilangkan tekanan psikologis *bottleneck* sehingga menurunkan faktor *Effort* dan Waktu Baku O-4 dari 102,09 detik menjadi 97,48 detik 3) **Dampak Optimasi:** Implementasi berhasil meningkatkan Line Efficiency menjadi 84,84%, menurunkan Balance Delay menjadi 15,16%, dan mereduksi Smoothness Index hingga 75,2%. Kebutuhan waktu lembur untuk mencapai target 820 unit/hari berhasil dipangkas dari >120 menit menjadi hanya 24 menit per hari, menciptakan sistem produksi yang lean, efisien, dan berkelanjutan (sustainable).

Saran Manajerial: Perusahaan disarankan mengintegrasikan konfigurasi lintasan baru ini ke dalam Master Production Schedule (MPS) dan menyusun SOP berbasis Cross-Training untuk mengantisipasi absensi operator kunci pada stasiun pengelasan.

PENDANAAN

Penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga pemerintah, swasta, maupun organisasi lainnya.

KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam pelaksanaan penelitian, penulisan, maupun publikasi artikel ini.

KONTRIBUSI PENULIS

Seluruh penulis berkontribusi dalam penyusunan artikel ini. Penulis 1 (Rendy Bagus Wicaksono) berperan dalam konseptualisasi penelitian, berperan dalam pengumpulan dan analisis data, berperan dalam interpretasi hasil dan penyusunan naskah, sedangkan penulis lainnya berkontribusi dalam peninjauan, penyuntingan, dan persetujuan akhir naskah.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN ARTIFISIAL GENERATIF

Penulis menyatakan bahwa tidak menggunakan kecerdasan artifisial generatif dalam penyusunan artikel ini.

REFERENSI

Alvianto, D. N., & Purnama, J. (2026). Analisis beban kerja dan kebutuhan tenaga kerja pada lini produksi lemari kaca dengan pendekatan Work Load Analysis (WLA). *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, *9*(1), 743–753. https://doi.org/10.31004/jutin.v9i1.52438

Arifin, H. (2020). Penerapan metode analisis beban kerja untuk meningkatkan produktivitas di bagian case assy up di PT. Yamaha Indonesia. *Teknoin*, *26*(2), 83–95.

Bizuneh, B., & Omer, R. (2024). Lean waste prioritisation and reduction in the apparel industry: Application of waste assessment model and value stream mapping. *Cogent Engineering*, *11*(1), 2341538. https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2341538

Dwinanta, C. (2025). Analisis lean manufacturing untuk mengurangi cycle time dan waste pada proses produksi. *Jurnal Teknik Industri*, *8*(2), 112–125.

Fitri, M., Adelino, M. I., & Apuri, M. L. (2022). Analisis line balancing untuk meningkatkan efisiensi lintasan produksi perakitan. *Rang Teknik Journal*, *5*(2), 295–300.

Habibah, R. U., Ramadhani, A., Hayyata, F. B., & Khairi, I. (2024). Pengukuran waktu kerja dengan metode stopwatch time study pada konveksi Galeri Hebu. *Jurnal Program Studi Teknik Industri*, *12*(2), 96–102.

Hadianto, D., Darmawan, H., & Suwarno, A. (2025). Analisis produktivitas tenaga kerja dengan metode time and motion study pada proses packing CKD dengan variasi cycle time. *JUTIN: Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, *8*(3), 3304–3310. https://doi.org/10.31004/jutin.v8i3.48095

Hariyanto, M. I. A., & Azwir, H. H. (2021). Peningkatan efisiensi tenaga kerja pada lintasan assy wheel dengan metode line balancing ranked positional weight. *Journal of Industrial Engineering: Scientific Journal on Research and Application of Industrial System*, *6*(1), 42–52. https://doi.org/10.33021/jie.v6i1.1419

Islam, M. M., Hossain, M. T., Jalil, M. A., & Khalil, E. (2015). Line balancing for improving apparel production by operator skill matrix. *International Journal of Science, Technology and Society*, *3*(4), 101–106.

Karatepe Mumcu, Y. (2024). Solution approach using heuristic and artificial neural networks methods in assembly line balancing problems: A case study in the lighting industry. *Heliyon*, *10*(5), e26950. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26950

Kartika, H., Beatrix, M. E., & Bakti, C. S. (2023). Analysis of line balancing to increase production line efficiency in the car battery industry. *Indonesian Journal of Industrial Engineering & Management*, *4*(3), 569–577. https://doi.org/10.22441/ijiem.v4i3.21786

Liu, Q., Song, J., Lv, J., Tang, O., & Zhang, Z. (2022). Mixed-flow assembly line balancing

with uncertain assembly times in remanufacturing. *IFAC-PapersOnLine*, *55*(10), 97–102. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.374

Redantan, D. (2021). Meningkatkan line efficiency (LE) dengan memperbaiki bottle neck dengan metode line balancing di PT. RST. *Sigma Teknika*, *4*(2), 267–270.

Rianti, T. I., Kurnia, Y., & Hilman, M. (2024). Menentukan waktu baku untuk meningkatkan produktivitas kerja dalam proses produksi lemari menggunakan metode time study. *INTRIGA*, *2*(1), 61–70.

Rocha, E. M., & Lopes, M. J. (2022). Bottleneck prediction and data-driven discrete-event simulation for a balanced manufacturing line. *Procedia Computer Science*, *200*, 1145–1154. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.314

Saerang, C. R., Pratama, B. W. N., Lukito, T., & Purba, H. H. (2025). A systematic literature review of line balancing practices in industry: A review and trends. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, *10*(2), 37–49. https://doi.org/10.33884/jrsi.v10i2.9511

Sanusi, Bareduan, S. A., & Larisang. (2024). Identifying and prioritizing waste in OCTG production lines through value stream mapping and Borda count method. *Journal Européen Des Systèmes Automatisés*, *57*(2), 373–382. https://doi.org/10.18280/jesa.570207

Utomo, P., & Pudji, E. (2025). Analysis of waste in the production system with the approach lean manufacturing method. *Journal La Multiapp*, *6*(2), 276–295.

Wahyudi, R., Nugraha, A. T., & Kinasih, A. S. (2023). Penentuan waktu baku dengan stopwatch time study untuk pengukuran kerja operator PT XYZ Lampung Tengah. *Jurnal Sains Dan Aplikasi Keilmuan Teknik Industri (SAKTI)*, *3*(2), 79–88. https://doi.org/10.33479/jtiumc.v3i2.76

Widhiarso, W., Zein, N. F. R., & Jatiningsih, M. G. D. (2022). Analisis beban kerja menggunakan metode Workload Analysis (WLA) untuk menentukan kebutuhan tenaga kerja optimal. *Jurnal Teknik Industri*, *1*(2), 70–80. https://doi.org/10.30659/jurti.1.2.70-80