



Optimalisasi Produktivitas melalui *Re-Desain* Proses menggunakan *Value Stream Mapping* dan *Digital Human Modeling* di PT Intidragon Suryatama

Laukhil Oktakhib Nalendra ^{1*}, M Muslimin ², Imaduddin Baktiar Efendi ³

¹ Teknik Industri, Universitas Islam Majapahit, Indonesia

^{2,3} Universitas Islam Majapahit, Indonesia

Email: laukhiloktakhibnalendra@gmail.com ¹, muslimin@unim.ac.id ², imaduddin@unim.ac.id ³

*Penulis Korespondensi: laukhiloktakhibnalendra@gmail.com

Abstract. *The footwear industry is a labor-intensive sector that heavily relies on operators' manual activities; therefore, production efficiency cannot be separated from ergonomic working conditions. PT Intidragon Suryatama faces several challenges, including process waste, high lead times, and potential ergonomic risks caused by improper working postures and repetitive work activities. These conditions may lead to decreased productivity, longer processing times, and musculoskeletal complaints that can adversely affect operators' health and performance. Therefore, an approach that focuses not only on process efficiency but also on ergonomics as a supporting factor for productivity is required. This study aims to analyze the production flow using the Lean Manufacturing approach through Value Stream Mapping (VSM), identify operators' ergonomic risks, and formulate work system improvement proposals by integrating VSM and ergonomic analysis using Digital Human Modeling (DHM). This research employed a descriptive qualitative method with data collected through field observations, interviews, and documentation. The analysis was conducted by developing a current-state VSM to identify value-added and non-value-added activities as well as sources of waste in the production process. Furthermore, DHM-assisted ergonomic analysis was performed to evaluate operators' working postures and identify potential musculoskeletal disorder risks. The findings were then used as the basis for designing a future-state VSM and proposing improvement initiatives. The results indicate that the integration of Lean Manufacturing, VSM, and ergonomics can identify human-related waste and generate improvement recommendations that have the potential to reduce lead time, minimize waste, enhance workplace safety, and support sustainable improvements in operator productivity within the company.*

Keywords: *Digital Human Modeling; Ergonomics; Lean Manufacturing; Productivity; Value Stream Mapping.*

Abstrak. Industri sepatu merupakan industri padat karya yang sangat bergantung pada aktivitas manual operator sehingga efisiensi proses produksi tidak dapat dipisahkan dari kondisi ergonomi kerja. PT Intidragon Suryatama menghadapi beberapa permasalahan, yaitu adanya pemborosan (*waste*) dalam proses produksi, tingginya lead time, serta potensi risiko ergonomi akibat postur kerja yang tidak sesuai dan aktivitas kerja yang dilakukan secara berulang. Kondisi tersebut dapat berdampak pada penurunan produktivitas, meningkatnya waktu proses, serta munculnya keluhan *musculoskeletal* yang berpotensi mengganggu kesehatan dan kinerja operator. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang tidak hanya berfokus pada efisiensi proses, tetapi juga memperhatikan aspek ergonomi sebagai faktor pendukung produktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aliran proses produksi menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing* dengan alat *Value Stream Mapping* (VSM), mengidentifikasi risiko ergonomi kerja operator, serta merumuskan usulan perbaikan sistem kerja melalui integrasi VSM dan analisis ergonomi menggunakan *Digital Human Modeling* (DHM). Penelitian menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data berupa observasi lapangan, wawancara, dan dokumentasi. Analisis dilakukan melalui pemetaan *current state* VSM untuk mengidentifikasi aktivitas bernilai tambah, tidak bernilai tambah, serta sumber pemborosan yang terjadi pada proses produksi. Selanjutnya dilakukan analisis ergonomi berbantuan DHM untuk mengevaluasi postur kerja operator dan mengidentifikasi potensi risiko gangguan muskuloskeletal. Hasil analisis digunakan sebagai dasar penyusunan *future state* VSM dan perancangan usulan perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi *Lean Manufacturing*, VSM, dan ergonomi mampu mengidentifikasi pemborosan yang berkaitan dengan faktor manusia serta menghasilkan rekomendasi perbaikan yang berpotensi menurunkan lead time, mengurangi waste, meningkatkan keselamatan kerja, dan mendukung peningkatan produktivitas operator secara berkelanjutan di perusahaan.

Kata kunci: *Digital Human Modeling; Ergonomi; Lean Manufacturing; Produktivitas; Value Stream Mapping.*

1. LATAR BELAKANG

Industri sepatu merupakan salah satu sektor manufaktur yang memiliki tingkat persaingan tinggi, ditandai dengan tuntutan kualitas produk yang konsisten, variasi model yang cepat, serta tekanan efisiensi biaya dan waktu produksi. Proses produksi sepatu umumnya bersifat padat karya (*labor intensive*) dan melibatkan banyak aktivitas manual, seperti pemotongan material, penjahitan, perakitan sol, hingga finishing. Kondisi tersebut menyebabkan industri sepatu rentan terhadap berbagai bentuk pemborosan (*waste*), khususnya motion dan waiting, serta berpotensi menimbulkan permasalahan ergonomi pada tenaga kerja (Pavnaskar, Gershenson, and Jambekar 2003).

Pendekatan *Lean Manufacturing* dikembangkan untuk menghilangkan pemborosan dan meningkatkan nilai tambah melalui identifikasi aktivitas *value-added* dan *non-value-added*, serta penggunaan alat seperti *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memperbaiki aliran proses produksi. Penerapan lean terbukti mampu menurunkan lead time, meningkatkan produktivitas, dan menciptakan aliran produksi yang lebih stabil dan efisien pada industri manufaktur berbasis proses berulang (Germanes et al. 2017).

Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa implementasi lean manufacturing yang hanya berfokus pada efisiensi proses tanpa mempertimbangkan aspek manusia dan ergonomi kerja berpotensi meningkatkan beban kerja fisik serta risiko gangguan muskuloskeletal (*work musculoskeletal disorders/WMSDs*). Penelitian padat karya menunjukkan bahwa postur kerja tidak ergonomis dan aktivitas berulang berkontribusi signifikan terhadap kelelahan kerja, peningkatan absensi, dan penurunan produktivitas pekerja. Penerapan lean manufacturing secara konvensional dilaporkan mampu meningkatkan produktivitas sebesar 15–30% melalui pengurangan *lead time* dan aktivitas tidak bernilai tambah, namun sering diikuti peningkatan beban kerja fisik operator hingga 20–40% apabila

Aspek ergonomi tidak diperhatikan. Sebaliknya, penelitian yang mengintegrasikan lean manufacturing dengan pendekatan ergonomi menunjukkan hasil yang lebih berkelanjutan, dengan peningkatan produktivitas mencapai 25–40%, disertai penurunan risiko ergonomi sebesar 30–70%, sehingga perbaikan proses tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi tetapi juga menjaga kesehatan, kenyamanan, dan stabilitas kinerja operator dalam jangka panjang (P'erez-Lechug,2021).

Penelitian ergonomi berbasis *Digital Human Modeling* (DHM) dan *Rapid Upper Limb Assessment* (REBA) menunjukkan bahwa analisis postur kerja secara digital mampu mengidentifikasi risiko ergonomi secara objektif dan akurat. Penelitian oleh (Lutfhi and Rohman 2023) membuktikan bahwa penerapan DHM dan RULA berbantuan perangkat lunak

mampu menurunkan skor risiko postur kerja secara signifikan setelah dilakukan perbaikan desain stasiun kerja, dengan penurunan skor REBA hingga 75%, yang mengindikasikan berkurangnya risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) dan meningkatnya keselamatan kerja operator (Arung et al. 2025).

Dalam konteks perusahaan, PT Intidragon Suryatama merupakan salah satu perusahaan manufaktur alas kaki yang telah beroperasi sejak tahun 1970. Perusahaan ini didirikan oleh Bapak Dibiyo dan didukung oleh sumber daya manusia yang kompeten serta berpengalaman dalam menjalankan industri alas kaki. Sebagai perusahaan dengan sejarah panjang dan sistem produksi berbasis tenaga kerja manusia, aktivitas manual operator memiliki peran yang sangat dominan dalam menentukan kinerja sistem produksi.

Karakteristik proses produksi di PT Intidragon Suryatama berpotensi menimbulkan pemborosan proses serta risiko ergonomi, khususnya yang berkaitan dengan postur kerja, gerakan berulang, dan jangkauan kerja operator. Oleh karena itu, perusahaan membutuhkan pendekatan perbaikan sistem produksi yang tidak hanya berorientasi pada efisiensi aliran proses, tetapi juga memperhatikan kemampuan dan keterbatasan manusia sebagai bagian utama sistem kerja (LeanManufacturing 2025, Yulyani et al., n.d.).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa integrasi *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping*, dan analisis ergonomi merupakan pendekatan yang relevan untuk diterapkan pada industri sepatu, khususnya di PT Intidragon Suryatama. Pendekatan ini diharapkan mampu mengurangi pemborosan, menurunkan lead time, serta meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan kinerja operator secara simultan (Introduction, Oetomo 2025).

2. KAJIAN TEORITIS

Lean Manufacturing merupakan filosofi perbaikan berkelanjutan yang bertujuan menghilangkan pemborosan dan meningkatkan nilai tambah produk. Menurut konsep Lean, pemborosan terdiri dari *waiting*, *transportation*, *motion*, *overproduction*, *inventory*, *overprocessing*, dan *defect*.

Value Stream Mapping (VSM) merupakan alat visual yang digunakan untuk memetakan seluruh aliran proses produksi mulai dari supplier hingga customer. VSM membantu perusahaan mengidentifikasi aktivitas *value added* dan *non-value added* sehingga dapat dilakukan perbaikan proses secara sistematis.

Dalam industri padat karya, faktor ergonomi memiliki pengaruh besar terhadap produktivitas kerja. Ergonomi bertujuan menyesuaikan pekerjaan dengan kemampuan manusia agar tercipta kondisi kerja yang aman, nyaman, dan efisien. Salah satu pendekatan ergonomi

modern adalah *Digital Human Modeling* (DHM), yaitu simulasi digital untuk mengevaluasi postur kerja operator berdasarkan data antropometri.

Metode REBA digunakan untuk mengukur tingkat risiko ergonomi berdasarkan posisi tubuh operator selama bekerja. Semakin tinggi skor REBA, maka semakin tinggi pula risiko gangguan muskuloskeletal yang dialami operator.

Integrasi Lean Manufacturing dan ergonomi dikenal sebagai *Ergonomic Value Stream Mapping* (Ergo-VSM). Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada efisiensi proses, tetapi juga memperhatikan kondisi kerja manusia sehingga menghasilkan sistem produksi yang lebih berkelanjutan.

3. METODE PENELITIAN

Bag Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi kasus pada sistem produksi sepatu di PT Intidragon Suryatama. Pendekatan ini dipilih untuk memahami kondisi aktual proses produksi, mengidentifikasi pemborosan (*waste*), mengevaluasi risiko ergonomi kerja, serta merancang usulan perbaikan sistem kerja secara kontekstual dan aplikatif.

Penelitian difokuskan pada integrasi *Lean Manufacturing*, *Ergonomic Value Stream Mapping* (Ergo-VSM), dan *Digital Human Modeling* (DHM). Analisis dilakukan terhadap aliran proses produksi, aktivitas kerja operator, serta kondisi postur kerja yang berpotensi menimbulkan risiko ergonomi.

Data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung proses produksi, wawancara semi-terstruktur dengan operator dan supervisor, pengukuran waktu kerja (*cycle time*), serta pengumpulan data antropometri operator. Data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan, layout fasilitas, SOP, serta literatur ilmiah terkait *Lean Manufacturing*, *ergonomi*, *Value Stream Mapping* (VSM), Ergo-VSM, dan DHM.

Teknik pengumpulan data meliputi observasi langsung dengan metode *walk the process*, wawancara, studi dokumentasi, *time study*, dan pengukuran antropometri. Selanjutnya, analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu: analisis kondisi aktual sistem produksi, penyusunan *Current State Value Stream Mapping*, analisis ergonomi menggunakan Ergo-VSM, evaluasi postur kerja menggunakan *Digital Human Modeling*, perancangan usulan perbaikan sistem kerja, simulasi kondisi perbaikan (*future state analysis*), serta penyusunan *Future State Value Stream Mapping*.

Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi pengurangan waste, perbaikan kondisi ergonomi kerja, serta potensi penurunan *cycle time* dan *lead time* pada sistem produksi. Penelitian ini memuat rancangan penelitian meliputi disain penelitian, populasi/ sampel penelitian, teknik dan instrumen pengumpulan data, alat analisis data, dan model penelitian yang digunakan. Metode yang sudah umum tidak perlu dituliskan secara rinci, tetapi cukup merujuk ke referensi acuan (misalnya: rumus uji-F, uji-t, dll). Pengujian validitas dan reliabilitas instrumen penelitian tidak perlu dituliskan secara rinci, tetapi cukup dengan mengungkapkan hasil pengujian dan interpretasinya. Keterangan simbol pada model dituliskan dalam kalimat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

PT Intidragon Suryatama merupakan perusahaan manufaktur alas kaki yang proses produksinya masih didominasi aktivitas manual operator. Proses produksi terdiri dari tahap cutting, sewing, assembly, dan finishing yang saling terintegrasi.

Karakteristik produksi yang padat karya menyebabkan tingginya aktivitas gerakan berulang dan postur kerja kurang ergonomis, seperti membungkuk dan duduk dalam waktu lama. Kondisi ini berpotensi menimbulkan motion waste dan risiko ergonomi. Selain itu, keterlambatan pada satu stasiun kerja dapat menyebabkan waiting pada proses berikutnya sehingga menghambat aliran produksi.

Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang tidak hanya berfokus pada efisiensi proses, tetapi juga memperhatikan aspek ergonomi untuk menciptakan sistem kerja yang lebih efektif, aman, dan produktif.

Analisis Process Activity Mapping (PAM)

Analisis Process Activity Mapping (PAM) dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan seluruh aktivitas dalam proses produksi sepatu di PT Intidragon Suryatama ke dalam tiga kategori, yaitu:

1. *Value Added (VA)* → aktivitas yang memberikan nilai tambah pada produk
2. *Non Value Added (NVA)* → aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan harus dieliminasi
3. *Necessary but Non Value Added (NNVA)* → aktivitas yang tidak bernilai tambah tetapi masih diperlukan

Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui proporsi aktivitas serta mengidentifikasi peluang perbaikan dalam sistem produksi.

Tabel 1. Hasil dari Process Activity Mapping (PAM).

No	Aktivitas Proses	Waktu (Menit)	Kategori	Keterangan
1	Pengambilan bahan baku	15	NNVA	Transport awal
2	Proses Cutting	40	VA	Pemotongan bahan
3	Menunggu antrian	30	NVA	Delay antar proses
4	Pemindahan material	15	NNVA	Transport
5	Jahit komputer (Juki)	60	VA	Jahit otomatis
6	Marking pattern	15	VA	Penandaan pola
7	Jahit manual	20	VA	Detail jahitan
8	Gerakan mencari alat	10	NVA	Motion tidak efisien
9	Menunggu proses	50	NVA	Bottleneck sewing
10	Proses Assembly	60	VA	Perakitan
11	Pemindahan material	10	NNVA	Transport
12	Menunggu antrian	40	NVA	Delay assembly
13	Proses Finishing	30	VA	Perapian
14	Menunggu QC	20	NVA	Delay
15	Quality Control (QC)	20	VA	Pemeriksaan
16	Penyimpanan produk	10	NNVA	Penyimpanan

Sumber : Penulis, 2026

Tabel 2. Rekapitulasi PAM.

Kategori	Total Waktu	Persentase
VA	305 menit	66%
NVA	150 menit	32%
NNVA	50 menit	11%
Total	455 menit	100%

Sumber : Penulis, 2026

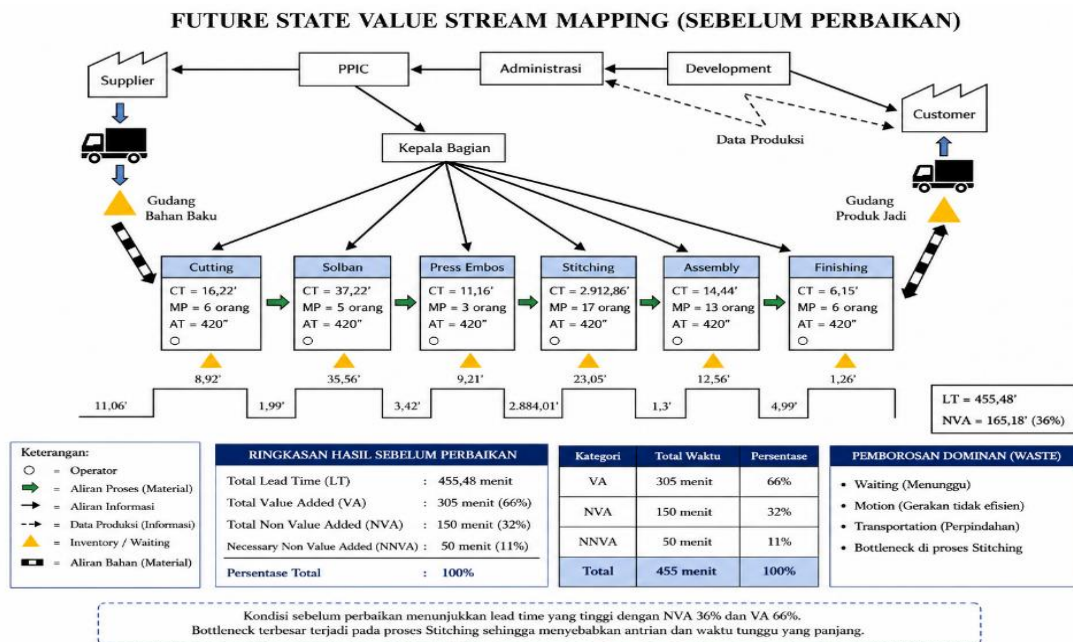
Hasil *Process Activity Mapping* (PAM) menunjukkan total waktu produksi sebesar 455 menit, terdiri dari *Value Added* (VA) 66% (305 menit), *Non Value Added* (NVA) 32% (150 menit), dan *Necessary Non Value Added* (NNVA) 11% (50 menit). Meskipun aktivitas VA sudah dominan, proses *sewing* dan *assembly* masih menjadi *bottleneck*. Pemborosan terbesar berasal dari *waiting* antar proses dan *motion waste* akibat gerakan kerja yang tidak efisien, sehingga lead time menjadi panjang dan efisiensi produksi menurun. Perbaikan yang diusulkan meliputi pengurangan *waiting* melalui *line balancing*, perbaikan metode kerja untuk mengurangi motion, serta perbaikan layout dan ergonomi kerja.

Current State Value Stream Mapping (VSM)

Pemetaan *Current State Value Stream Mapping* (VSM) pada proses produksi sepatu di PT Intidragon Suryatama menunjukkan bahwa aliran produksi masih belum optimal. Proses produksi terdiri dari *cutting*, *sablon*, *press embos*, *stitching*, *assembly*, dan *finishing*, namun masih ditemukan waktu tunggu (*waiting*) yang tinggi pada perpindahan antar proses.

Hasil analisis menunjukkan total lead time produksi mencapai 455,48 menit, dengan sekitar 36% merupakan aktivitas *non value added* (NVA). Pemborosan utama berasal dari *waiting*, *motion*, dan *transportation*. Selain itu, proses *stitching* menjadi bottleneck karena memiliki waktu proses paling lama sehingga menyebabkan penumpukan *work in process* dan memperlambat aliran produksi.

Ketidakseimbangan waktu kerja antar proses juga menyebabkan lini produksi belum berjalan secara seimbang. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem produksi masih memerlukan perbaikan melalui pengurangan *waiting*, perbaikan metode kerja, serta penyeimbangan lini produksi untuk meningkatkan efisiensi dan memperlancar aliran proses.



Gambar 1. Pemetaan *Current State Value Stream Mapping*.

Sumber : Penulis, 2026

Analisis Waste (Pemborosan)

Berdasarkan hasil *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Process Activity Mapping* (PAM), ditemukan tiga pemborosan dominan pada proses produksi sepatu di PT Intidragon Suryatama, yaitu *waiting*, *motion*, dan *transportation*.

Waiting terjadi akibat tingginya waktu tunggu antar proses karena ketidakseimbangan kapasitas produksi dan bottleneck pada proses *sewing* dan *assembly*. *Motion waste* disebabkan oleh gerakan kerja operator yang tidak efisien akibat metode kerja dan desain stasiun kerja yang kurang ergonomis. Sementara itu, *transportation waste* terjadi karena perpindahan material antar stasiun kerja yang kurang efektif akibat tata letak fasilitas produksi yang belum optimal.

Pemborosan tersebut menyebabkan lead time produksi meningkat, efisiensi proses menurun, dan berpotensi meningkatkan kelelahan kerja operator. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan melalui penyeimbangan lini produksi, perbaikan metode kerja, serta penataan ulang layout dan ergonomi stasiun kerja.

Tabel 3. Hasil Analisis WASTE.

No	Jenis Waste	Penyebab Utama	Dampak	Usulan Perbaikan
1	Waiting	Ketidakeimbangan antar proses (bottleneck di sewing & assembly)	Waktu tunggu tinggi, lead time meningkat	Line balancing, penyesuaian kapasitas kerja
2	Motion	Gerakan operator tidak efisien (mencari alat, posisi kerja tidak ergonomis)	Kelelahan kerja, waktu proses lebih lama	Perbaikan metode kerja, desain ulang workstation (ergonomi/DHM)
3	Transportation	Jarak antar stasiun kerja terlalu jauh, layout tidak optimal	Waktu perpindahan tinggi	Perbaikan layout, pengaturan aliran material
4	Overprocessing	Proses kerja tidak standar	Waktu kerja bertambah	Standarisasi metode kerja (SOP)
5	Inventory (WIP)	Penumpukan antar proses	Menghambat aliran produksi	Pengendalian WIP, sistem tarik (kanban)

Sumber : Penulis, 2026

Analisis Ergonomi (DHM)

Analisis ergonomi dilakukan menggunakan pendekatan *Digital Human Modeling* (DHM) dengan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) untuk mengevaluasi postur kerja operator pada setiap stasiun kerja produksi sepatu.

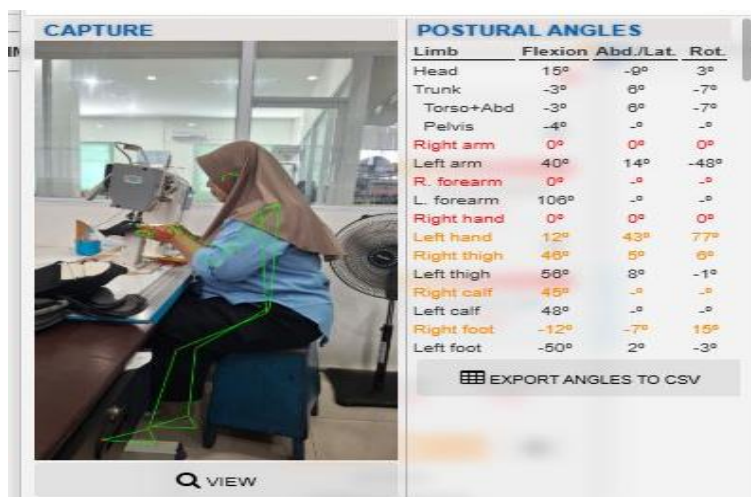
Berdasarkan hasil observasi di lapangan, aktivitas kerja operator didominasi oleh posisi duduk statis, membungkuk, serta gerakan tangan berulang, terutama pada proses sewing dan assembly. Kondisi ini berpotensi menimbulkan risiko gangguan muskuloskeletal (*Work-related Musculoskeletal Disorders/WMSDs*).

Tabel 4. Hasil dari Analisis Ergonomi (HDM).

No	Proses	Postur Kerja Dominan	Skor Reba	Tingkat Risiko	Tindakan
1	Cutting	Berdiri, sedikit membungkuk	5	Sedang	Perlu perbaikan
2	Sewing (Juki & manual)	Duduk, membungkuk, repetitif	7	Tinggi	Perlu perbaikan segera
3	Assembly	Berdiri, membungkuk, tenaga	8	Tinggi	Perlu perbaikan segera
4	Finishing	Duduk/berdiri statis	4	Sedang	Perlu evaluasi
5	QC	Duduk statis	3	Rendah	Aman (monitoring)

Sumber : Penulis, 2026

Proses Jahit



Gambar 2. DHM Proses Jahit / Swing.

Sumber : https://www.ergonautas.upv.es/ergoniza/app_en/land/index.html

Berdasarkan hasil *Digital Human Modeling* (DHM), operator pada proses *sewing* bekerja dalam posisi duduk dengan tubuh condong ke depan. Kondisi kerja menunjukkan leher menunduk sekitar 15°, punggung sedikit membungkuk, lengan terangkat saat mengoperasikan mesin jahit, serta pergelangan tangan mengalami deviasi sudut yang cukup besar. Selain itu, posisi duduk cenderung statis dan dilakukan secara berulang dalam durasi kerja yang lama.

Secara ergonomi, kondisi tersebut menunjukkan bahwa leher, punggung, dan bahu menerima beban statis secara terus-menerus, sementara tangan melakukan gerakan repetitif yang berpotensi menimbulkan kelelahan otot. Postur kerja yang belum netral ini dapat menyebabkan nyeri leher dan punggung, kelelahan pada bahu dan tangan, serta meningkatkan risiko *Work Musculoskeletal Disorders* (WMSDs).

Proses Cutting EMMA



Gambar 3. DHM Proses Cutting.

Sumber : https://www.ergonautas.upv.es/ergoniza/app_en/land/index.html

Berdasarkan hasil *Digital Human Modeling* (DHM), operator pada proses *cutting laser* bekerja dalam posisi duduk dengan tubuh sedikit condong ke depan dan posisi kaki yang tidak simetris. Postur kerja menunjukkan leher menunduk sekitar 13°, punggung membungkuk sekitar 11°, serta lengan dan bahu terangkat selama aktivitas kerja. Selain itu, lengan bawah menekuk pada sudut yang cukup besar dan pergelangan tangan kiri mengalami deviasi tinggi, sehingga posisi kerja menjadi kurang netral.

Secara ergonomi, kondisi tersebut menunjukkan adanya beban statis pada leher, punggung, bahu, dan tangan akibat postur kerja yang dilakukan secara terus-menerus. Ketidakseimbangan posisi kaki juga menunjukkan postur duduk yang kurang stabil. Kondisi ini berpotensi menyebabkan nyeri punggung bawah, kelelahan pada leher dan bahu, pegal pada tangan dan pergelangan, serta meningkatkan risiko *Work Musculoskeletal Disorders* (WMSDs).

Usulan Perbaikan Sistem Kerja

Tabel 5. Hasil Usulan Perbaikan Ergonomi.

No	Aktivitas Produksi	Risiko Utama	Rancangan Perbaikan
1	Cutting	Postur membungkuk menyebabkan beban pada punggung dan leher	Penyesuaian tinggi meja kerja (ergonomi)
2	Jahit komputer (Juki)	Gerakan repetitif berisiko menyebabkan kelelahan otot tangan dan bahu	Perbaikan metode kerja dan posisi alat
3	Jahit manual	Posisi duduk statis dalam durasi lama meningkatkan risiko WMSDs	Redesain kursi dan meja kerja
4	Assembly	Beban kerja tinggi dan posisi berdiri lama menyebabkan kelelahan fisik	Penyesuaian tinggi meja dan penggunaan alat bantu
5	Menunggu antar proses	Antrian panjang menyebabkan <i>waiting waste</i> dan menghambat aliran produksi	<i>Line balancing</i> antar stasiun kerja

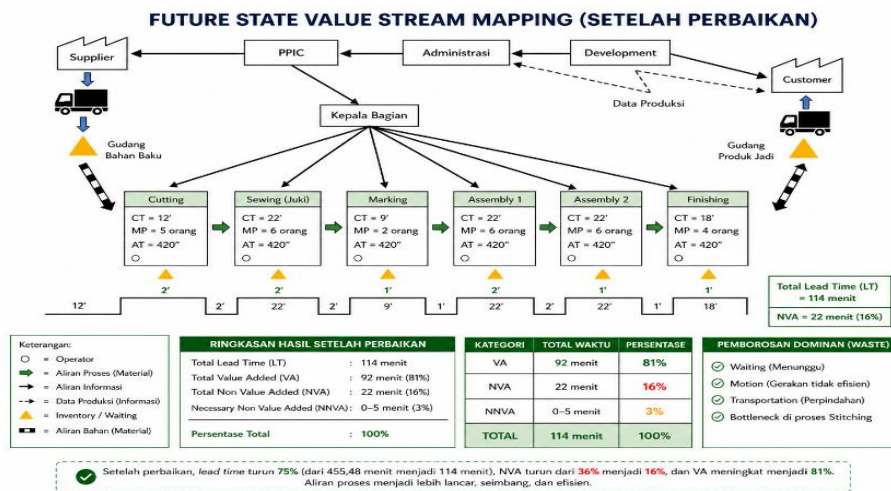
Sumber : Penulis, 2026

Berdasarkan hasil analisis, permasalahan utama dalam proses produksi terdapat pada *waiting*, *motion*, dan aspek ergonomi kerja yang masih belum optimal. Kondisi ini menyebabkan aliran produksi menjadi kurang lancar dan berpotensi menurunkan produktivitas.

Proses *sewing* dan *assembly* menjadi fokus utama perbaikan karena memiliki beban kerja tinggi serta berpotensi menimbulkan *bottleneck*. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan beberapa upaya perbaikan, yaitu melalui:

1. Penerapan *Lean Manufacturing* (VSM dan *line balancing*) untuk mengurangi pemborosan
2. Perbaikan layout guna memperlancar aliran material
3. Penerapan ergonomi (DHM) untuk meningkatkan kenyamanan kerja
4. Implementasi 5S dan standarisasi kerja agar proses lebih teratur dan efisien

Future State Value Mapping (Setelah Perbaikan)



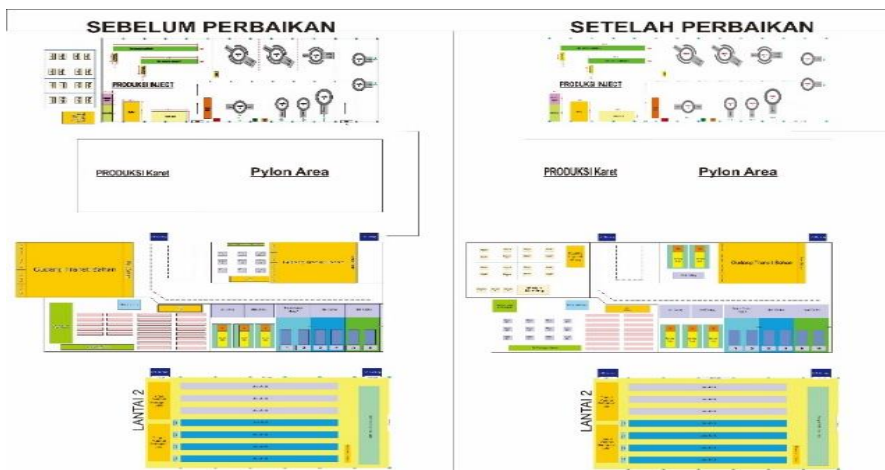
Gambar 4. Pemetaan *Current State Value Stream Mapping*.

Sumber : Penulis, 2026

Hasil *future state* menunjukkan bahwa penerapan *Lean Manufacturing* dan perbaikan ergonomi berhasil meningkatkan efisiensi sistem produksi. Aliran proses tetap terdiri dari *Cutting* → *Sewing (Juki)* → *Marking* → *Assembly* → *Finishing*, namun setiap proses mengalami penurunan *cycle time* dan menjadi lebih seimbang. Perbaikan paling signifikan terjadi pada proses *sewing* dan *assembly* sehingga bottleneck berhasil dikurangi.

Waktu tunggu antar proses juga menurun menjadi sekitar 1–2 menit dan penumpukan material antar stasiun kerja dapat diminimalkan. Dampaknya, total *lead time* produksi turun dari 455,48 menit menjadi 114 menit atau berkurang sekitar 75%.

Selain itu, aktivitas *non value added* (NVA) berhasil ditekan dari 36% menjadi 16%, sedangkan aktivitas *value added* (VA) meningkat menjadi 81%. Hasil ini menunjukkan bahwa perbaikan sistem kerja mampu mengurangi pemborosan, memperlancar aliran produksi, dan meningkatkan fokus pada aktivitas yang memberikan nilai tambah.



Gambar 5. Layout Setelah Perbaikan.

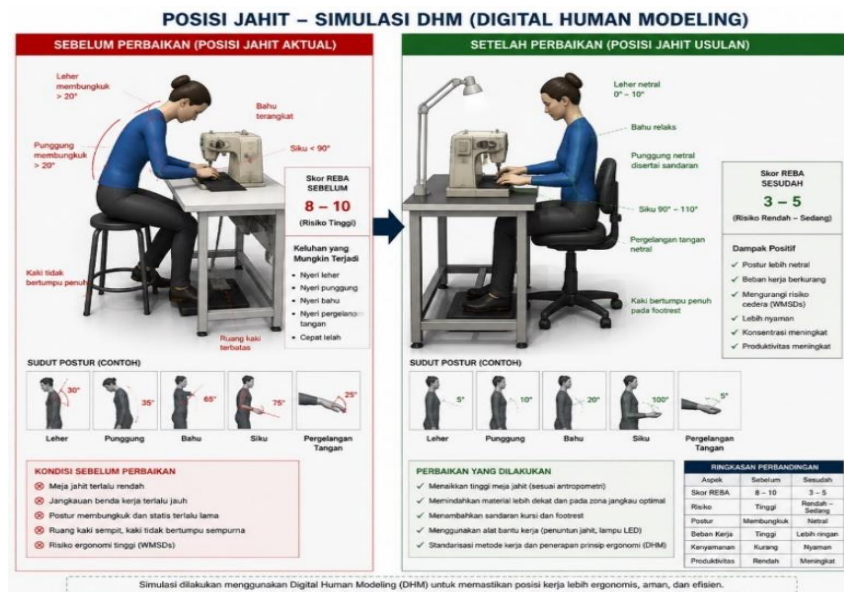
Perbaikan layout produksi berhasil membuat aliran material menjadi lebih sederhana, terarah, dan kontinu dibandingkan kondisi sebelumnya yang masih mengalami perpindahan jauh dan penumpukan antar proses. Hasil *future state Value Stream Mapping* (VSM) menunjukkan adanya peningkatan efisiensi sistem produksi melalui pengurangan jarak perpindahan material dan minimisasi waktu tunggu antar proses.

Selain itu, keseimbangan aliran kerja antar stasiun menjadi lebih baik sehingga bottleneck dapat dikurangi dan proses produksi berjalan lebih sinkron. Dampak utama dari perbaikan ini adalah penurunan aktivitas *non value added* seperti *waiting*, *transportation*, dan *motion*, yang secara langsung menurunkan lead time produksi dan meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem produksi.

Tabel 6. Hasil Before / After Setelah Perbaikan Layout.

Aspek	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
Aliran Material	Tidak terarah, muter dan bolak-balik	Lebih lurus dan searah (flow lebih jelas)
Jarak Perpindahan	Jauh, antar area terpisah	Lebih dekat, proses saling mendekat
Perpindahan Antar Lantai	Sering (cutting ke jahit via lift)	Dikurangi / lebih terkontrol
Titik Penumpukan (WIP)	Banyak (gudang transit, hasil proses)	Berkurang, aliran lebih lancar
Waiting Time	Tinggi (banyak antrian)	Menurun signifikan
Transportation	Tinggi (sering bolak-balik)	Lebih efisien
Motion Operator	Banyak gerakan tidak perlu	Lebih efisien dan terarah
Keteraturan Area Kerja	Kurang rapi, terpisah-pisah	Lebih terorganisir
Aliran Produksi	Tidak seimbang	Lebih seimbang
Efisiensi Sistem	Rendah	Meningkat

Sumber : Penulis, 2026



Gambar 6. Simulasi Future State (DHM) Proses Jahit.

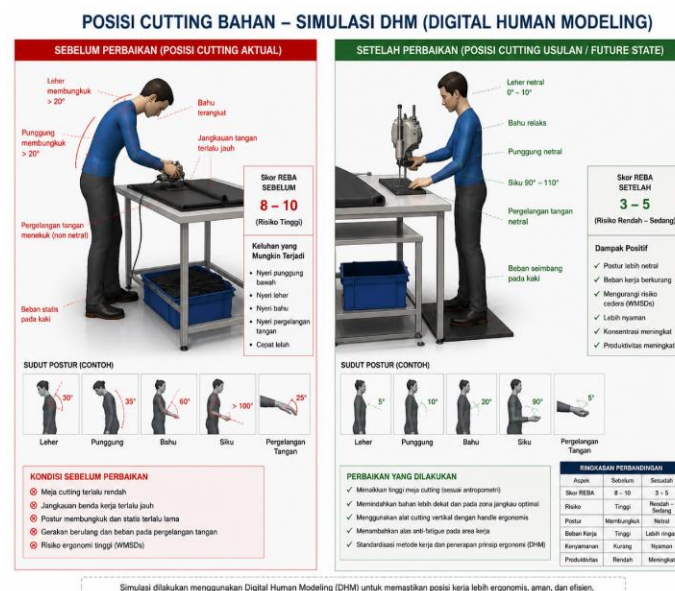
Sumber : Penulis, 2026

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode REBA, terjadi perbaikan signifikan pada kondisi ergonomi kerja operator setelah dilakukan perbaikan sistem kerja dan workstation.

Pada kondisi awal, operator bekerja dengan postur yang belum ergonomis, ditandai dengan posisi leher dan punggung membungkuk, kaki kurang stabil, serta lengan dan pergelangan tangan berada pada posisi tidak alami. Aktivitas kerja yang repetitif dan statis menyebabkan skor REBA mencapai 9, yang termasuk kategori risiko tinggi dan berpotensi menimbulkan gangguan muskuloskeletal.

Setelah dilakukan perbaikan, postur kerja operator menjadi lebih netral dan stabil. Posisi leher, punggung, lengan, serta pergelangan tangan menjadi lebih ergonomis sehingga beban kerja fisik berkurang. Hasil evaluasi menunjukkan skor REBA turun menjadi 4 dengan kategori risiko rendah hingga sedang.

Penurunan skor REBA dari 9 menjadi 4 menunjukkan bahwa perbaikan metode kerja dan desain workstation berhasil meningkatkan kondisi ergonomi kerja secara signifikan serta menurunkan risiko cedera kerja pada operator.



Gambar 7. Simulasi Future State (DHM) Proses Cutting.

Sumber : Penulis, 2026

Berdasarkan hasil simulasi *Digital Human Modeling* (DHM) dan analisis REBA pada proses *cutting* bahan, terjadi peningkatan kondisi ergonomi yang signifikan setelah dilakukan perbaikan workstation dan metode kerja.

Sebelum perbaikan, operator bekerja dengan postur tidak ergonomis, ditandai dengan posisi leher dan punggung membungkuk, bahu terangkat, jangkauan tangan terlalu jauh, serta pergelangan tangan tidak netral. Posisi kaki yang statis dan tidak seimbang juga meningkatkan

beban kerja fisik operator. Kondisi kerja yang repetitif tersebut menghasilkan skor REBA sekitar 9, yang termasuk kategori risiko tinggi dan berpotensi menyebabkan nyeri punggung, ketegangan leher dan bahu, serta risiko *Work Musculoskeletal Disorders* (WMSDs).

Setelah dilakukan perbaikan berupa penyesuaian tinggi meja kerja, perbaikan jangkauan kerja, penggunaan alat yang lebih ergonomis, dan perbaikan metode kerja, postur operator menjadi lebih netral dan stabil. Leher dan punggung lebih tegak, posisi tangan lebih optimal, serta pergelangan tangan berada pada posisi netral. Hasil evaluasi menunjukkan skor REBA turun menjadi sekitar 4 dengan kategori risiko rendah hingga sedang.

Penurunan skor REBA dari ± 9 menjadi ± 4 menunjukkan bahwa perbaikan workstation dan metode kerja efektif dalam mengurangi beban kerja fisik, meningkatkan kenyamanan operator, serta menurunkan risiko cedera kerja secara signifikan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian di PT Intidragon Suryatama, diketahui bahwa sistem produksi masih mengalami pemborosan berupa waiting, motion, transportation, dan bottleneck terutama pada proses sewing dan assembly. Hasil *Process Activity Mapping* (PAM) menunjukkan aktivitas *Non Value Added* (NVA) masih cukup tinggi sehingga menyebabkan lead time produksi menjadi panjang dan efisiensi proses menurun. Analisis ergonomi menggunakan *Digital Human Modeling* (DHM) dan metode REBA juga menunjukkan adanya risiko *Work-related Musculoskeletal Disorders* (WMSDs) akibat aktivitas kerja repetitif dan postur kerja yang tidak ergonomis.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan usulan perbaikan melalui integrasi *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping* (VSM), dan ergonomi berbasis DHM, meliputi perbaikan layout produksi, line balancing, perbaikan metode kerja, serta redesign workstation ergonomis. Usulan perbaikan ini mampu mengurangi waste, menurunkan lead time produksi, meningkatkan efisiensi aliran proses, serta memperbaiki kondisi ergonomi kerja operator. Selain itu, perusahaan disarankan menerapkan *Lean Manufacturing* secara berkelanjutan melalui 5S, standarisasi kerja, dan continuous improvement guna meningkatkan produktivitas dan menjaga kondisi kerja yang lebih aman dan efisien

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Islam Majapahit, dosen pembimbing, dan PT Intidragon Suryatama atas dukungan, bimbingan, serta fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada keluarga, rekan-rekan

mahasiswa Teknik Industri angkatan 2021, dan seluruh pihak yang telah membantu serta memberikan motivasi dalam penyelesaian penelitian ini.

Artikel ini merupakan bagian dari hasil penelitian tugas akhir Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Majapahit.

DAFTAR REFERENSI

- Ansyah, Ery, and Susan Kustiwan. 2025. "Analisis Lean Manufacturing Untuk Mengurangi Cycle Time Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping" 5 (3): 2153–62.
- Arung, Sanfransyul, Rahmi Maulidya, Ika Wahyu, and Dian Mardi. 2025. "Integrating Ergonomic Intervention and Digital Human Modelling for Posture Improvement in Welding Tasks" 11 (2).
- Attanasio, Giovanna, Nadia Preghenella, and Alberto Felice De Toni. 2022. "Stakeholder Engagement in Business Models for Sustainability : The Stakeholder Value Flow Model for Sustainable Development," no. September 2021, 860–74. <https://doi.org/10.1002/bse.2922>.
- Germanes, Jennyvie S, Markhaya F Puga, Rhoda B Sabio, Erron M Sanchez, and Jenny C Hugo. 2017. "Improving Efficiency of Shoe Manufacturer through the Use of Time and Motion Study and Line Balancing" 5 (1): 16–22. <https://doi.org/10.18178/jiii.5.1.16-22>.
- Ghamari, Hamed, Hamidreza Abbasian Jahromi, and Seyed Mohammad Mirhosseini. 2024. "Providing a Framework to Optimize the Sustainable Construction Material Supply Chain with the Possibility of Horizontal Transfers." *Sustainable Futures*, 100328. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100328>.
- Ilmiah, Jurnal Riset, and Totok Yulaidin. 2025. "SENTRI : Pengaruh Budaya Organisasi Terhadap Kinerja Di CV . Sinar Mojokerto" 4 (7).
- Khan, Sharfuddin Ahmed, and Muhammad Shujaat Mubarik. 2022. "Blockchain Technologies as Enablers of Supply Chain Mapping for Sustainable Supply Chains," 3742–56. <https://doi.org/10.1002/bse.3029>.
- Kim, Ki Chan, and Il Im. 2014. "Research Letter: Issues of Cyber Supply Chain Security in Korea." *Technovation* 34 (7): 387–88. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.01.003>.
- Kshirsagar, V P, and Original Article. 2024. "DIGITAL HUMAN MODELING FOR ERGONOMIC ASSESSMENT OF SEATED CNC" 5:977–89. <https://doi.org/10.29121/shodhkosh.v5.i7.2024.478>.
- Lutfhi, Ajie M, and Abd Rohman. 2023. "DIGITAL HUMAN MODELING (DHM) FOR COMPUTER-AIDED ERGONOMICS ANALYSIS IN THE HORTICULTURE INDUSTRY" 17 (1): 44–49. <https://doi.org/10.24853/sintek.17.1.44-49>.
- Maryadi, Deri, R A Nurul Moulita, Martin Luther King, and Rita Maria Veranika. 2024. "Value Stream Mapping for Warehouse Process in Automotive Manufacturing Case" 12 (February 2019): 89–97.
- Nazara, Desman Serious, Agung Sutrisno, and Mohammad Muslimin. 2024. "Digital Transformation in Operations Management : Leveraging Technology to Improve Business Efficiency" 1 (5): 77–84.

- P'erez-Lechuga, Gilberto, Francisco Venegas-Mart'inez, and Jos'e Francisco Mart'inez-S'anchez. 2021. "Mathematical Modeling of Manufacturing Lines with Distribution by Process: A Markov Chain Approach." *Mathematics* 9 (24): 3269. <https://doi.org/10.3390/math9243269>.
- Pavnaskar, S. J., J. K. Gershenson, and A. B. Jambekar. 2003. "Classification Scheme for Lean Manufacturing Tools." *International Journal of Production Research* 41 (13): 3075–90. <https://doi.org/10.1080/0020754021000049817>.
- Sari, Ni ketut. 2011. "NiKetut Sari."
- Sirajudeen, Rahima Shabeen, and K Aravind Krishnan. 2022. "Materials Today : Proceedings Application of Lean Manufacturing Using Value Stream Mapping (VSM) in Precast Component Manufacturing : A Case Study" 65:1105–11.
- Wikipedia. 2025. *Lean Manufacturing* *Lean Manufacturing INTRODUCCIÓN*.
- Yulyani, Elvira, Kun Aulia Widyadhana, Ratu Intan Moulydhea, and Rela Sari. n.d. "PENERAPAN LEAN MANUFACTURING DALAM MENGURANGI LEAD TIME DAN MENINGKATKAN EFISIENSI" 2 (2): 2282–96.