

ANALISIS EFISIENSI PRODUKSI DENGAN PENDEKATAN VALUE STREAM MAPPING DAN LINE BALANCING PADA INDUSTRI KONVEKSI TAS

(Studi Kasus : Dom Industries)

Fajar Dwi Liandy, Arga Seta Asmara Sakti
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas
Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

DOM Industries merupakan industri konveksi tas yang menghadapi permasalahan ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun yang menyebabkan *bottleneck*, waktu tunggu, dan penumpukan produk setengah jadi (*Work in Process*) sehingga menurunkan efisiensi produksi. Penelitian ini bertujuan mengukur efisiensi lintasan produksi kondisi awal, mengidentifikasi pemborosan, serta merancang perbaikan keseimbangan lintasan produksi. Metode yang digunakan meliputi *Value Stream Mapping* (VSM), *Process Activity Mapping* (PAM), dan *Line Balancing* untuk mengidentifikasi pemborosan serta merancang perbaikan keseimbangan lintasan produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi awal memiliki *Line Efficiency* sebesar 42%, *Balance Delay* sebesar 58%, dan *cycle time* sebesar 1.433,8 detik. Analisis VSM dan PAM mengidentifikasi pemborosan berupa *waiting*, dan *inventory* yang dipicu oleh *bottleneck* pada stasiun Jahit Variasi. Usulan perbaikan menghasilkan pengurangan jumlah stasiun kerja dari tujuh menjadi lima stasiun dan optimasi operator dari 32 menjadi 30 orang. Selain itu, *cycle time* menurun sebesar 17,17%, *Line Efficiency* meningkat menjadi 70%, dan *Balance Delay* menurun menjadi 30%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi VSM, PAM, dan *Line Balancing* efektif meningkatkan efisiensi sistem produksi.

Kata Kunci: *Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Line Balancing, Efisiensi Lintasan, Lean Manufacturing.*

Abstract

DOM Industries is a bag manufacturing company facing issues of workload imbalance between workstations, which leads to bottleneck, waiting time, and the accumulation of work in process (WIP), thereby reducing production efficiency. This study aims to measure the initial production line efficiency, identify waste, and design improvements in production Line Balancing. The methods used include Value Stream Mapping (VSM), Process Activity Mapping (PAM), and Line Balancing to identify waste and develop Line Balancing improvements. The results show that the initial condition has a Line Efficiency of 41%, Balance Delay of 59%, and a cycle time of 1,433.8 seconds. VSM and PAM analysis identified wastes in the form of waiting, and inventory, caused by bottlenecks at the Variation Sewing. The proposed improvements reduced the number of workstations from seven to five and optimized operators from 32 to 30. In addition, cycle time decreased by 17.17%, Line Efficiency increased to 70%, and Balance Delay decreased to 30%. The results indicate that the integration of VSM, PAM, and Line Balancing is effective in improving production system efficiency.

Keywords: *Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Line Balancing, Line Efficiency, Lean Manufacturing.*

1. PENDAHULUAN

Industri konveksi tas merupakan salah satu sektor manufaktur yang terus berkembang seiring meningkatnya permintaan masyarakat terhadap produk fesyen dan perlengkapan fungsional. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian, subsektor industri yang mencakup produk tas mencatat pertumbuhan sebesar 5,9% pada triwulan I tahun 2024 dengan nilai ekspor mencapai USD 1,1 miliar atau sekitar 25,6% dari total ekspor produk nasional. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa industri konveksi tas memiliki kontribusi penting terhadap perekonomian nasional dan penyediaan lapangan kerja. Namun, persaingan pasar yang semakin ketat mendorong perusahaan untuk menghasilkan produk berkualitas dengan biaya produksi efisien dan waktu penyelesaian yang lebih cepat (Daffa & Simanjuntak, 2024). Dalam perspektif Al-Islam dan Kemuhammadiyah, peningkatan produktivitas melalui pengelolaan sumber daya secara optimal merupakan bentuk penerapan nilai ihsan dalam bekerja. Hal ini sejalan dengan QS. Al-Isra' ayat 26-27 yang menekankan pentingnya menghindari pemborosan serta memanfaatkan sumber daya secara efektif dan bertanggung jawab. Prinsip tersebut selaras dengan konsep *Lean Manufacturing* yang berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas tidak bernilai tambah untuk meningkatkan efisiensi proses produksi. Meskipun industri konveksi tas terus berkembang, beberapa perusahaan masih menghadapi permasalahan efisiensi produksi yang menghambat pencapaian target *output*. Salah satu penyebabnya adalah ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun kerja yang memicu *bottleneck*, *idle time*, dan penumpukan produk setengah jadi (*work in process/WIP*). Kondisi tersebut menyebabkan aliran produksi tidak optimal, waktu penyelesaian produk meningkat, produktivitas tenaga kerja menurun, serta menambah pemborosan dalam proses produksi (Ara et al., 2025).

DOM Industries merupakan salah satu pelaku industri konveksi tas di wilayah Yogyakarta yang menghadapi permasalahan efisiensi aliran produksi. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, proses produksi terdiri atas tahapan jahit variasi, jahit gabungan, dan jahit akhir. Namun, kapasitas kerja antar stasiun belum seimbang. Stasiun jahit variasi memiliki waktu proses yang lebih tinggi sehingga menjadi *bottleneck* dan menyebabkan stasiun berikutnya mengalami waktu menunggu. Di sisi lain, terjadi penumpukan produk setengah jadi atau *work in process (WIP)*, yang menunjukkan bahwa distribusi beban kerja dan pemanfaatan sumber daya belum optimal.

Kondisi tersebut dapat meningkatkan waktu tunggu dan *lead time* produksi serta menurunkan produktivitas dan efisiensi perusahaan. Meskipun perusahaan telah melakukan pengukuran waktu kerja, penyesuaian pembagian tugas operator, dan modifikasi mesin, upaya

tersebut masih bersifat parsial serta belum mengevaluasi aliran produksi secara menyeluruh. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang terintegrasi untuk mengidentifikasi pemborosan dan menyeimbangkan beban kerja antar stasiun sehingga *bottleneck* dan WIP dapat diminimalkan sesuai dengan prinsip *Lean Manufacturing*.

Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan pendekatan yang mampu menganalisis dan memperbaiki sistem produksi secara terukur dan menyeluruh. Salah satu metode yang relevan untuk diterapkan yaitu *Value Stream Mapping* (VSM). Metode ini merupakan metode yang digunakan untuk menggambarkan alur proses produksi secara menyeluruh, mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, serta menelusuri sumber pemborosan yang berpotensi menurunkan efisiensi proses (Lie & Kusumastuti, 2021). Melalui penerapan VSM, aliran material dan informasi sejak tahap awal hingga tahap akhir produksi dapat dianalisis secara sistematis, sehingga aktivitas yang tidak bernilai tambah dapat dikenali dan dijadikan dasar dalam perancangan kondisi masa depan (*Future State map*) yang lebih efisien (Sarjono et al., 2021). Studi kasus di berbagai industri menunjukkan bahwa penerapan VSM dapat menurunkan *lead time*, meningkatkan efisiensi proses, dan memperbaiki tata letak produksi (Tripathi et al., 2021).

Selain itu, penerapan *Line Balancing* banyak dimanfaatkan sebagai upaya peningkatan kinerja proses produksi melalui pemerataan beban kerja antar stasiun kerja. Metode ini bertujuan untuk mengatur distribusi beban kerja agar lebih seimbang pada setiap stasiun, sehingga dapat menekan waktu menganggur, mengurangi kebutuhan jumlah stasiun kerja, serta meningkatkan tingkat *output* produksi (Fitaloka & Nugraha, 2026). Implementasi *Line Balancing* terbukti mampu meningkatkan efisiensi lini produksi pada industri garmen dan manufaktur lain, dengan hasil berupa penurunan jumlah stasiun kerja, pengurangan *idle time*, serta peningkatan produktivitas secara signifikan (Basalamah et al., 2021).

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan *Value Stream Mapping* dan *Line Balancing* efektif meningkatkan efisiensi proses produksi. Penelitian S. Annisa Rizky dan Mustakim (Annisa Rizky & Mustakim, 2023) serta R. Ariqah dan A. Arvianto (Ariqah & Arvianto, 2025) membuktikan bahwa *Line Balancing* mampu meningkatkan *Line Efficiency* melalui pemerataan beban kerja dan pengurangan *bottleneck*. Sementara itu, penelitian Parwati dkk (Parwati et al., 2023) serta S. L. Maknun dan J. Aidil (Maknun & Aidil, 2024), menunjukkan bahwa *Value Stream Mapping* efektif mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan sehingga mampu menurunkan *cycle time*. Temuan tersebut menunjukkan bahwa integrasi *Value Stream Mapping* dan *Line Balancing* berpotensi meningkatkan efisiensi proses produksi secara menyeluruh.

Berdasarkan kajian pustaka, penelitian mengenai peningkatan efisiensi produksi pada industri konveksi tas, khususnya skala UMKM, masih relatif terbatas dibandingkan sektor manufaktur lainnya. Selain itu, karakteristik proses produksi konveksi yang melibatkan banyak tahapan menjahit dan variasi beban kerja antarstasiun berpotensi menimbulkan *bottleneck*, dan *work in process* (WIP) yang menghasilkan aktivitas tidak bernilai tambah. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan penerapan *Value Stream Mapping* dan *Line Balancing* untuk mengidentifikasi pemborosan, menganalisis tingkat keseimbangan lintasan produksi, serta merancang usulan perbaikan guna meningkatkan efisiensi proses produksi pada DOM Industries.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aliran material dan aliran informasi pada proses produksi tas menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM), serta mengidentifikasi aktivitas *Value Added* (VA), *Necessary Non-Value Added* (NNVA), dan *Non-Value Added* (NVA) menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan mengukur tingkat efisiensi lintasan produksi pada kondisi awal (*existing*), merancang usulan perbaikan keseimbangan lintasan menggunakan metode *Line Balancing* untuk mengurangi ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun kerja, serta mengevaluasi peningkatan efisiensi lintasan produksi setelah penerapan usulan perbaikan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode studi kasus pada proses produksi tas di DOM Industries, Yogyakarta. Penelitian berfokus pada identifikasi pemborosan (*waste*), evaluasi keseimbangan lintasan produksi, serta penyusunan usulan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi proses. Objek penelitian mencakup seluruh aktivitas produksi, mulai dari pembuatan komponen dasar variasi, jahit gabungan, hingga jahit akhir.

Data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen atau arsip yang tersedia (Haifa et al., 2025). Data primer diperoleh melalui observasi, pengukuran waktu menggunakan *stopwatch*, wawancara, dan dokumentasi proses produksi. Pengukuran dilakukan sebanyak sepuluh kali pada setiap elemen kerja berdasarkan pedoman *The Maytag Company* (Satriyanto et al., 2008). Selanjutnya, uji kecukupan data dilakukan untuk memastikan bahwa jumlah pengamatan telah memenuhi tingkat ketelitian dan kepercayaan yang ditetapkan (Wibowo & Muflihah, 2022). Adapun uji keseragaman data dilakukan untuk memastikan bahwa data pengamatan berada dalam batas kendali dan layak digunakan dalam tahap analisis (Handayani et al., 2024). Data yang memenuhi kedua pengujian

digunakan untuk menghitung waktu baku dengan mempertimbangkan *performance rating* metode *westinghouse* dan faktor *allowance* (Pasaribu et al., 2023). Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan yang berkaitan dengan aliran proses produksi. Pengumpulan dan pengolahan data didukung oleh penggunaan *stopwatch* sebagai alat ukur waktu proses serta perangkat lunak pengolah data untuk membantu proses perhitungan dan analisis. Tahapan analisis dalam penelitian ini meliputi :

a. Pembuatan *Current State Value Stream Mapping* (CSVSM)

Current State Value Stream Mapping (CSVSM) disusun berdasarkan hasil observasi untuk memetakan kondisi aktual aliran material dan aliran informasi, serta mengidentifikasi aktivitas yang berpotensi menimbulkan pemborosan (Noviyana et al., 2024).

b. Pemetaan *Process Activity Mapping* (PAM) dan Identifikasi *Waste*

Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk memetakan dan mengklasifikasikan Setiap aktivitas, kemudian diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu operasi, transportasi, inspeksi, penundaan (*delay*), dan penyimpanan (*storage*), serta dikelompokkan menjadi *Value Added* (VA), *Necessary Non-Value Added* (NNVA), dan *Non-Value Added* (NVA) (Sumasto et al., 2023). Klasifikasi tersebut digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non-Value Added*) sebagai bentuk pemborosan (*waste*) dalam proses produksi. (Nurdiansyah et al., 2022).

c. Analisis Kinerja Lintasan Produksi Aktual

Kinerja lintasan produksi aktual dianalisis dengan menghitung *cycle time*, jumlah minimum stasiun kerja, *line efficiency*, dan *balance delay* sebagai dasar evaluasi kondisi awal lintasan produksi (Saerang et al., 2025). Ketidakseimbangan lintasan produksi berpotensi menyebabkan waktu menganggur (*idle time*), penumpukan produk setengah jadi, serta pemborosan sumber daya (Hariyanto & Azwir, 2021). Evaluasi kinerja lintasan produksi dilakukan menggunakan parameter *line efficiency* (LE), *balance delay* (BD), dan jumlah minimum stasiun kerja (*work station minimum*) (Panggabean et al., 2025). Perhitungan masing-masing parameter mengacu pada persamaan 1,2,dan 3 sebagai berikut.

- $$LE = \frac{\sum ST_i}{(n)(CT)} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

ST_i = Waktu stasiun kerja dari ke-i

n = Jumlah stasiun kerja

CT = Waktu Siklus

- $BD = 100\% - LE$ (2)

Keterangan :

BD = *Balance Delay*

LE = *Line Efficiency*

- Stasiun Kerja =
$$\frac{\text{Jumlah waktu semua elemen kerja}}{CT}$$
..... (3)

Keterangan :

CT = Waktu Siklus

d. Analisis 5W+1H sebagai Dasar Penyusunan Usulan Perbaikan

Analisis 5W+1H dilakukan untuk mengidentifikasi akar permasalahan serta merumuskan usulan perbaikan berdasarkan aspek *what, why, where, when, who*, dan *how*. Hasil analisis digunakan sebagai dasar dalam penyusunan tindakan perbaikan pada proses produksi (Nabila & Somadi, 2026).

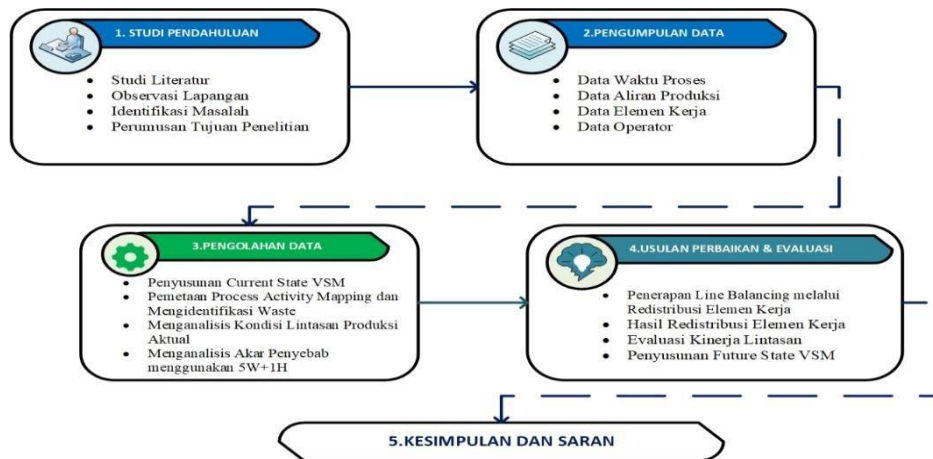
e. Penerapan *Line Balancing* melalui Redistribusi Elemen Kerja

Penyeimbangan lintasan dilakukan menggunakan metode *Largest Candidate Rule* (LCR) karena penelitian ini bertujuan menyusun kembali distribusi elemen kerja agar beban kerja antarstasiun menjadi lebih seimbang. Metode LCR mengurutkan elemen kerja berdasarkan waktu proses dari yang terbesar hingga terkecil, kemudian mengalokasikannya ke dalam stasiun kerja dengan tetap memperhatikan hubungan keterdahuluan (*precedence relationship*). Pendekatan ini sesuai dengan kondisi produksi yang mengalami perbedaan waktu proses antarstasiun sehingga menyebabkan ketidakseimbangan beban kerja. Kinerja lintasan hasil perbaikan dievaluasi menggunakan parameter *line efficiency* (LE), dan *balance delay* (BD) (Panggabean et al., 2025).

f. Penyusunan *Future State Value Stream Mapping* (FSVSM)

Future State Value Stream Mapping (FSVSM) disusun berdasarkan hasil usulan perbaikan untuk menggambarkan kondisi proses produksi setelah penerapan *Line Balancing* dan mengevaluasi perubahan kinerja dibandingkan kondisi awal (Kurnia, 2023).

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari studi pendahuluan hingga penyusunan kesimpulan dan saran. Alur penelitian secara lengkap disajikan pada Gambar 1.

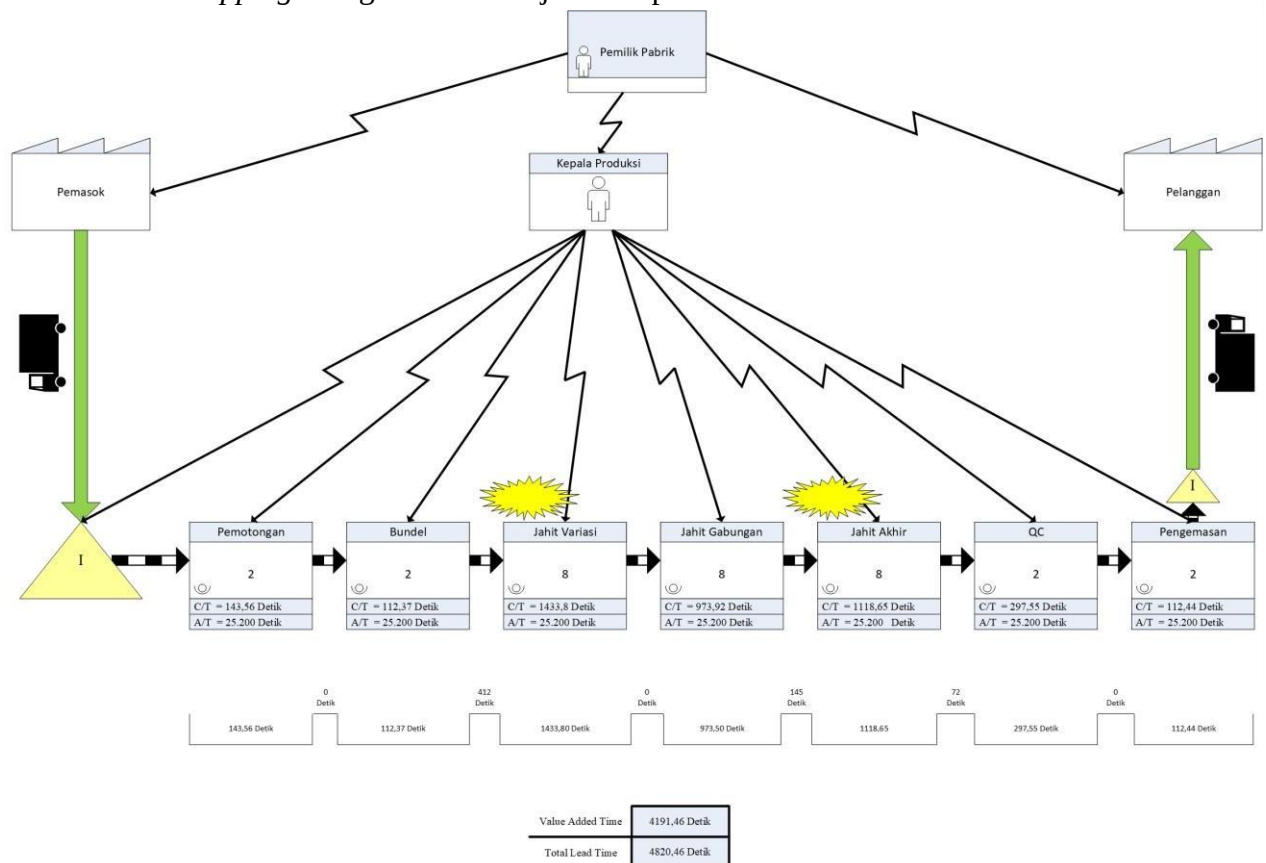


Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Current State Value Stream Mapping*

Berdasarkan data yang telah didapatkan pada setiap stasiun kerja, diperoleh *Current State Value Stream Mapping* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Current State Value Stream Mapping*

Current State Value Stream Mapping (CVSM) disusun berdasarkan data yang telah diperoleh untuk menggambarkan kondisi aktual aliran material dan informasi selama proses produksi. Berdasarkan hasil pemetaan, aliran informasi dimulai dari pelanggan, diteruskan kepada pemilik pabrik dan kepala produksi, kemudian didistribusikan ke seluruh stasiun kerja.

Sementara itu, aliran material dimulai dari pemasok hingga produk selesai dikirim kepada pelanggan. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa waktu proses pada setiap stasiun kerja berbeda-beda, dengan waktu proses terbesar terdapat pada stasiun jahit variasi sebesar 1.433,8 detik. Selain itu, diperoleh total *Value Added* (VA) sebesar 4.191,46 detik dan *total Lead Time* sebesar 4.820,46 detik.

Berdasarkan hasil observasi dan analisis aliran produksi, ditemukan waktu tunggu sebesar 412 detik sebelum proses jahit variasi, 145 detik sebelum proses jahit akhir, dan 72 detik sebelum proses *quality control* (QC). Waktu tunggu tersebut menyebabkan terjadinya penumpukan *work in process* (WIP) serta meningkatkan total *lead time* produksi. Oleh karena itu, dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM) untuk mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah maupun aktivitas yang berpotensi menimbulkan pemborosan.

3.2 *Process Activity Mapping* (PAM) dan Identifikasi Waste

Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk memetakan setiap tahapan proses produksi secara lebih terperinci guna mengidentifikasi peluang perbaikan serta menyederhanakan aliran proses. Pada metode ini, setiap aktivitas dikelompokkan berdasarkan jenisnya, yaitu *Operation* (O), *Transportation* (T), *Inspection* (I), *Delay* (D), dan *Storage* (S) [5]. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh tabel *Process Activity Mapping* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Process Activity Mapping*

Stasiun	Aktifitas	Waktu (Detik)	Operator	Tipe Aktifitas						Klasifikasi	
				O	T	I	S	D	VA	NNVA	NVA
SK1	Setup mesin potong	8,47	1	O						NNVA	
	Perisapan bahan kain	8,71		O						NNVA	
	Proses pemotongan lembaran kain	9,95		O					VA		
	Proses persiapan mal kain	8,07		O						NNVA	
	Proses pemotongan pola kain	32,98		O					VA		
	Persiapan bahan <i>foam</i>	7,86		O						NNVA	
	Proses pemotongan lembaran <i>foam</i>	8,46		O					VA		
	Proses persiapan mal <i>foam</i>	8,59		O						NNVA	
	Proses pemotongan pola <i>foam</i>	32,43		O					VA		
	Mengikat dan meletakkan hasil potongan di lemari	17,64			T					NNVA	
	Pengambilan hasil potongan di lemari	15,01			T					NNVA	
	Proses pencatatan dan bundel <i>outer</i>	27,14		O						NNVA	
SK2	Proses pencatatan dan bundel <i>inner</i>	43,40	1	O						NNVA	
	proses bundel <i>foam</i>	11,92		O						NNVA	
	Meletakkan hasil bundling di lemari	14,90			T					NNVA	
	Menunggu antrian masuk stasiun Jahit Variasi	412						D			NVA
	Pengambilan hasil bundel di lemari	12,58			T					NNVA	
SK3	Memeriksa ukuran material	83,46	1			I				NNVA	
	Jahit blabar saku depan (<i>outer</i> + <i>inner</i> + <i>foam</i>)	54,69		O					VA		
	Jahit dasaran reseliting tepong atas saku depan	49,44		O					VA		
	Jahit tindes res tepong atas saku depan	49,44		O					VA		
	Jahit blabar tepong bawah saku depan + busa angin	59,73		O					VA		
	Jahit sambung tepong atas + bawah saku depan	34,32		O					VA		
	Jahit tindes sambungan tepong atas + bawah saku depan	28,02		O					VA		
	Jahit blabar tepong bawah saku depan + <i>inner</i>	26,55		O					VA		

Stasiun	Aktifitas	Waktu (Detik)	Operator	Tipe Aktifitas					Klasifikasi	
				O	T	I	S	D	VA	NNVA NVA
SK4	Jahit obras tepong depan (sliwer depan) saku depan	37,05	1	O					VA	NNVA
	Jahit blabar badan depan + busa angin	36,00		O					VA	
	Jahit elastis saku samping + saku botol	65,40		O					VA	
	Jahit blabar saku samping + saku botol	72,33		O					VA	
	Jahit siku saku samping + saku botol	50,70		O					VA	
	Jahit blabar tepong atas (<i>outer</i> + busa) depan belakang	64,77		O					VA	
	Jahit res tepong atas	99,42		O					VA	
	Jahit blabar tepong atas utama	63,09		O					VA	
	Jahit dasaran kepet	59,10		O					VA	
	Jahit bungkus double mess kecil belakang	24,45		O					VA	
	Jahit bungkus double mess besa bawah belakang	25,08		O					VA	
	Jahit nyambung tali gendong (atas + bawah + webb rtb)	89,76		O					VA	
	Jahit nindes sambungan tali gendong	47,13		O					VA	
	Jahit blabar (<i>outer</i> + double mess)	55,11		O					VA	
	Jahit tengah tali gendong	83,46		O					VA	
	Jahit label karet	59,52		O					VA	
	Jahit pasang rtb	103,2		O					VA	
	Memosisikan komponen	36,21		O						
	Jahit nyetik sliwer muter	71,07		O					VA	
	Jahit nyetel saku depan + sliwer saku depan	58,89		O					VA	
	Jahit elastis saku laptop	53,22		O					VA	
	Jahit bungkus 2cm setelan saku depan	57,84		O					VA	
	Jahit bungkus saku jaring	13,53		O					VA	
	Jahit nempel saku depan ke badan	43,98		O					VA	
	Jahit nempel webbing 1cm variasi kanan kiri	61,20		O					VA	
	Jahit nyambung (tepong samping + tepong bawah + saku samping)	55,74		O					VA	
	Jahit nindes sambungan tepong bawah	30,96		O					VA	
	Jahit tepong + saku kanan kiri	67,92		O					VA	
	Jahit nyambung tepong utama (atas + bawah)	58,47		O					VA	
	Jahit nindes sambungan tepong utama	47,34		O					VA	
	Jahit nempel saku botol ke <i>inner</i> (setikan 2x)	35,79		O					VA	
	Jahit blabar depan (<i>outer</i> + <i>inner</i> + saku jaring)	75,27		O					VA	
	Jahit nempel double mess kecil belakang	72,75		O					VA	
	Jahit nempel double mess besar bawah belakang	86,40		O					VA	
	Jahit webbing rtb (jahit mati) panjang + pendek	46,92		O					VA	
	Menunggu antrian masuk stasiun Stasiun	145						D		NVA
SK5	Jahit Akhir									NNVA
	Memosisikan produk	36,63		O						
	Jahit nempel rtb 2x + blabar tepong	205,89		O					VA	
	Jahit blabar badan (<i>outer</i> + <i>inner</i> + <i>foam</i> + kepet + lg + webb tenteng + laptop)	288,21		O					VA	NVA
	Jahit rakit badan depan	193,92		O					VA	
	Jahit rakit badan belakang	257,76		O					VA	
	Jahit bungkus badan depan belakang	89,76		O					VA	
	Jahit mati kepet	31,80		O					VA	
	Meletakan hasil produk di lemari	14,68			T					NNVA
	Menunggu antrian masuk stasiun QC	72						D		NNVA
SK6	Mengambil produk jadi di lemari	11,17			T					
	Proses <i>Trimming</i> produk	92,70		O					VA	
	Proses pengecekan bagian luar atau tampilan	33,27	1			I				NNVA
	Proses pengecekan bagian dalam	133,02				I				NNVA
	Proses pengecekan kekuatan jahitan	27,39				I				NNVA

Stasiun	Aktifitas	Waktu (Detik)	Operator	Tipe Aktifitas						Klasifikasi	
				O	T	I	S	D	VA	NNVA	NVA
Sk7	Penyemprotan tas dengan angin bertekanan	43,68	1	O						NNVA	
	Proses memasukkan tas ke plastik	45,48		O						NNVA	
	Proses <i>vacuum sealing</i> dan pengemasan tas	23,38		O						NNVA	

Hasil pemetaan aktivitas pada proses produksi menunjukkan bahwa setiap elemen kerja telah diklasifikasikan berdasarkan jenis aktivitas dan nilai tambah yang dihasilkan. Klasifikasi tersebut menjadi dasar untuk menghitung total waktu pada masing-masing kategori aktivitas, sehingga dapat diketahui proporsi aktivitas yang memberikan nilai tambah maupun aktivitas yang berpotensi menimbulkan pemborosan. Berdasarkan tabel *Process Activity Mapping* diperoleh Rekapitulasi data PAM sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi data PAM

Aktifitas	Jumlah	Waktu (Detik)	Persentase
O	64	3828,3	79,42%
T	6	85,98	1,78%
I	4	277,14	5,75%
S	0	0	0,00%
D	4	629,0	13,05%
Total	78	4820,5	100,00%
VA	52	3.518,90	73,00%
NNVA	23	672,56	13,95%
NVA	3	629,0	13,05%
Total	78	4.820,5	100,00%

Operation (O), Transportation (T), Inspection (I), Delay (D), Storage (S)

Berdasarkan hasil *Process Activity Mapping* (PAM), aktivitas *Value Added* (VA) memiliki waktu sebesar 3.518,9 detik atau 73,00% dari total waktu proses. Sementara itu, aktivitas *Necessary Non-Value Added* (NNVA) dan *Non-Value Added* (NVA) masing-masing memiliki waktu sebesar 672,56 detik (13,95%) dan 629,0 detik (13,05%). Hal ini menunjukkan bahwa sebesar 27,00% dari total waktu produksi masih digunakan untuk aktivitas yang tidak secara langsung memberikan nilai tambah terhadap produk.

Aktivitas NVA didominasi oleh waktu tunggu (*delay*) yang disebabkan oleh ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun kerja. Kondisi tersebut mengakibatkan terjadinya penumpukan *work in process* (WIP), terutama sebelum stasiun jahit variasi dan jahit akhir, sehingga meningkatkan kebutuhan area penyimpanan sementara (*storage*) dan memperpanjang waktu produksi. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan melalui metode *Line Balancing* untuk mengurangi *bottleneck* serta meminimalkan aktivitas *delay* yang terjadi pada lintasan produksi.

Dalam konsep *Lean Manufacturing*, *Waste* merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk dan dapat menyebabkan meningkatnya waktu proses maupun biaya produksi. Identifikasi *waste* dilakukan untuk mengetahui sumber pemborosan yang

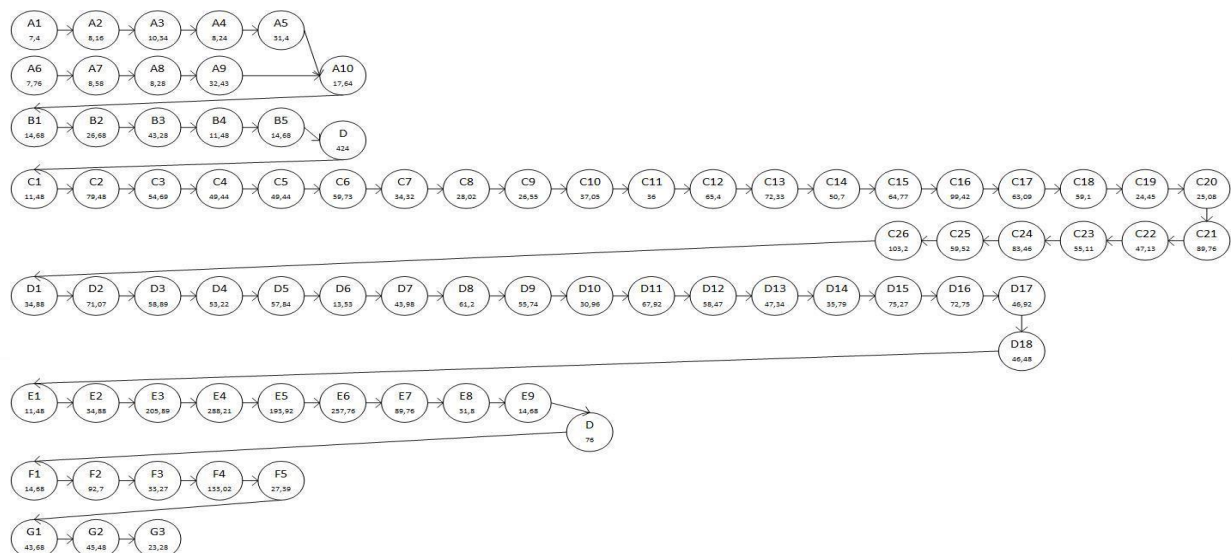
terjadi sebagai dasar penyusunan usulan perbaikan (Rachmi et al., 2025). Berdasarkan hasil analisis, diperoleh tabel identifikasi *waste* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Identifikasi *Waste*

Jenis Waste	Bukti Temuan Lapangan	Dampak
<i>Waiting</i>	Ditemukan waktu tunggu sebesar 412 detik sebelum proses jahit variasi, 145 detik sebelum jahit akhir, dan 72 detik sebelum proses QC. Waste ini terjadi akibat ketidakseimbangan kapasitas antar stasiun kerja yang menyebabkan <i>bottleneck</i> pada Jahit Variasi dan Jahit Akhir sehingga material harus menunggu sebelum diproses.	Meningkatkan <i>lead time</i> produksi, memperlambat aliran material, dan menurunkan efisiensi lintasan produksi.
<i>Inventory</i>	Terjadi penumpukan <i>work in process</i> (WIP) sebelum stasiun jahit variasi dan jahit akhir karena laju <i>output</i> stasiun sebelumnya lebih tinggi dibandingkan kapasitas proses stasiun berikutnya. Kondisi ini menyebabkan produk setengah jadi harus menunggu sebelum diproses lebih lanjut.	Menambah persediaan dalam proses (WIP), meningkatkan <i>lead time</i> , serta menambah aktivitas <i>Non-Value Added</i> .

3.3 Analisis Kinerja Lintasan Produksi Aktual

Analisis kondisi lintasan produksi aktual diawali dengan menguraikan proses produksi menjadi elemen-elemen kerja berdasarkan tahapan proses. Elemen kerja pada tahap pemotongan diberi kode A1–A10, tahap bundel diberi kode B1–B5, tahap jahit variasi diberi kode C1–C26, tahap jahit gabungan diberi kode D1–D18, tahap jahit akhir diberi kode E1–E8, tahap *quality control* (QC) diberi kode F1–F5, dan tahap pengemasan diberi kode G1–G3. Pemberian kode tersebut bertujuan untuk mempermudah penyusunan hubungan *precedence* dan analisis keseimbangan lintasan produksi. Berdasarkan hasil observasi, diperoleh data waktu setiap elemen kerja beserta hubungan keterdahuluannya sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3 dan Tabel 4.



Gambar 3. *Precedence Diagram* Aktual

Tabel 4. Data Waktu Elemen Kerja dan Syarat *Predecessor*

No	Elemen Kerja	Waktu (Detik)	Elemen Pendahulu	No	Elemen Kerja	Waktu (Detik)	Elemen Pendahulu
1	A1	8,5	-	39	C24	83,46	C23
2	A2	8,7	A1	40	C25	59,52	C24

No	Elemen Kerja	Waktu (Detik)	Elemen Pendahulu	No	Elemen Kerja	Waktu (Detik)	Elemen Pendahulu
3	A3	9,9	A2	41	C26	103,2	C25
4	A4	8,1	A3	42	D1	36,21	C26
5	A5	33,0	A4	43	D2	71,07	D1
6	A6	7,9	A5	44	D3	58,89	D2
7	A7	8,5	A6	45	D4	53,22	D3
8	A8	8,6	A7	46	D5	57,84	D4
9	A9	32,4	A8	47	D6	13,53	D5
10	A10	17,6	A9	48	D7	43,98	D6
11	B1	15,0	A10	49	D8	61,2	D7
12	B2	27,1	B1	50	D9	55,74	D8
13	B3	43,4	B2	51	D10	30,96	D9
14	B4	11,9	B3	52	D11	67,92	D10
15	B5	14,9	B4	53	D12	58,47	D11
16	C1	12,58	B5	54	D13	47,34	D12
17	C2	83,46	C1	55	D14	35,79	D13
18	C3	54,69	C2	56	D15	75,27	D14
19	C4	49,44	C3	57	D16	72,75	D15
20	C5	49,44	C4	58	D17	86,40	D16
21	C6	59,73	C5	59	D18	46,92	D17
22	C7	34,32	C6	60	E1	36,63	D18
23	C8	28,02	C7	61	E2	205,89	E1
24	C9	26,55	C8	62	E3	288,21	E2
25	C10	37,05	C9	63	E4	193,92	E3
26	C11	36	C10	64	E5	257,76	E4
27	C12	65,4	C11	65	E6	89,76	E5
28	C13	72,33	C12	66	E7	31,8	E6
29	C14	50,7	C13	67	E8	14,68	E7
30	C15	64,77	C14	68	F1	11,17	E8
31	C16	99,42	C15	69	F2	92,7	F1
32	C17	63,09	C16	70	F3	33,27	F2
33	C18	59,1	C17	71	F4	133,02	F3
34	C19	24,45	C18	72	F5	27,39	F4
35	C20	25,08	C19	73	G1	43,68	F5
36	C21	89,76	C20	74	G2	45,48	G1
37	C22	47,13	C21	75	G3	23,28	G2
38	C23	55,11	C22				

Berdasarkan Gambar 3 dan Tabel 4. Diperoleh *precedence diagram* yang disusun berdasarkan hubungan keterdahuluan (*precedence relationship*) antar elemen kerja sesuai dengan urutan proses produksi aktual (Afifah, 2023), mulai dari proses pemotongan hingga pengemasan. Diagram tersebut menjadi dasar dalam menganalisis hubungan keterdahuluan antar elemen kerja dan mengevaluasi kondisi keseimbangan lintasan produksi aktual. Sistem produksi yang diterapkan perusahaan menggunakan pola kerja paralel, dimana setiap operator bekerja secara mandiri pada stasiun kerjanya masing-masing. Jumlah operator pada kondisi aktual terdiri dari 2 operator pada proses Pemotongan, 2 operator bundel, 8 operator jahit variasi, 8 operator jahit gabungan, 8 operator jahit akhir, 2 operator *quality control* (QC), dan 2 operator pengemasan, sehingga total kebutuhan tenaga kerja pada kondisi aktual sebanyak 32 operator. Berdasarkan data waktu elemen kerja dan pembagian stasiun kerja yang diterapkan perusahaan, diperoleh pembebanan stasiun kerja pada kondisi aktual sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pembebanan stasiun kerja kondisi aktual

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu (detik)
1	A1-A2-A3-A4-A5-A6-A7-A8-A9-A10	143,15
2	B1-B2-B3-B4-B5	112,37
3	C1-C2-C3-C4-C5-C6-C7-C8-C9-C10-C11-C12-C13-C14-C15-C16-C17-C18-C19-C20-C21-C22-C23-C24-C25-C26	1433,8
4	D1-D2-D3-D4-D5-D6-D7-D8-D9-D10-D11-D12-D13-D14-D15-D16-D17-D18	973,5
5	E1-E2-E3-E4-E5-E6-E7-E8	1118,65
6	F1-F2-F3-F4-F5	297,55
7	G1-G2-G3	112,44

Berdasarkan Tabel 5 pembebanan stasiun kerja pada kondisi aktual, *cycle time* lintasan ditentukan oleh stasiun jahit variasi sebesar 1.433,8 detik karena memiliki waktu proses terbesar dibandingkan stasiun kerja lainnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa stasiun jahit variasi merupakan *bottleneck* pada lintasan produksi. Dengan delapan operator yang bekerja secara paralel pada stasiun jahit variasi, kapasitas produksi maksimum lintasan mencapai sekitar 140 unit per hari. Namun demikian, karena stasiun jahit variasi memiliki waktu proses terlama, kapasitas lintasan produksi secara keseluruhan tetap dikendalikan oleh stasiun tersebut sebagai *bottleneck*. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun jumlah operator pada stasiun inti relatif banyak, kapasitas lini secara keseluruhan tetap dikendalikan oleh stasiun jahit variasi sebagai *bottleneck* pada sistem produksi. Selanjutnya dilakukan perhitungan parameter keseimbangan lintasan, yaitu *line efficiency* (le), *balance delay* (bd), dan jumlah minimum stasiun kerja (*work station minimum*), untuk mengevaluasi tingkat keseimbangan lintasan produksi pada kondisi aktual.

Efisiensi lintasan (EL) pada kondisi aktual dihitung menggunakan persamaan (1), dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} EL &= \frac{4191,46 \text{ Detik}}{7 \times 1433,8 \text{ Detik}} \times 100\% \\ &= 42\% \end{aligned}$$

Balance delay (BD) pada kondisi aktual dihitung menggunakan persamaan (2), dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} BD &= 100\% - 42\% \\ &= 58\% \end{aligned}$$

Jumlah minimum stasiun kerja pada kondisi aktual dihitung menggunakan persamaan (3), dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} WS_{min} &= \frac{4191,46 \text{ Detik}}{1433,8 \text{ Detik}} \\ &= 2,92 \text{ (Bisa dibulatkan menjadi 3 stasiun)} \end{aligned}$$

3.4 Analisis 5W+1H

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM), *Process Activity Mapping* (PAM), Identifikasi *Waste*, dan Analisis Kinerja lintasan Produksi Aktual, ditemukan pemborosan yang menyebabkan ketidakefisienan proses produksi. Oleh karena itu rekomendasi perbaikan disusun menggunakan pendekatan 5W+1H sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Strategi Perbaikan Dengan Pendekatan 5W+1H

Aspek	Uraian
<i>What</i> (Apa)	Terjadi ketidakseimbangan kapasitas lintasan produksi yang ditandai dengan <i>bottleneck</i> pada stasiun jahit variasi dan jahit akhir. Kondisi tersebut menyebabkan munculnya <i>waste waiting</i> berupa waktu tunggu material sebelum diproses dan <i>waste Inventory</i> berupa penumpukan <i>work in process</i> (WIP) pada beberapa titik produksi
<i>Why</i> (Mengapa)	Distribusi elemen kerja antar stasiun belum merata sehingga waktu proses pada setiap stasiun berbeda cukup signifikan. Stasiun Pemotongan dan Bundel memiliki kemampuan menghasilkan <i>output</i> lebih cepat dibandingkan kemampuan proses Jahit Variasi, sedangkan Jahit Gabungan lebih cepat dibandingkan Jahit Akhir. Perbedaan kapasitas tersebut menyebabkan <i>bottleneck</i> , sehingga material mengantre sebelum diproses dan membentuk WIP.
<i>Where</i> (Di mana)	Permasalahan utama terjadi sebelum stasiun Jahit Variasi dan Jahit Akhir, yang ditunjukkan dengan adanya waktu tunggu material dan penumpukan WIP akibat kapasitas kedua stasiun tersebut lebih rendah dibandingkan laju <i>output</i> dari proses sebelumnya.
<i>When</i> (Kapan)	Terjadi selama proses produksi berlangsung ketika laju <i>output</i> dari stasiun sebelumnya lebih tinggi dibandingkan kemampuan stasiun berikutnya dalam menyelesaikan pekerjaan, sehingga material harus menunggu sebelum diproses.
<i>Who</i> (Siapa)	Permasalahan melibatkan seluruh operator dalam lintasan produksi, terutama operator pada stasiun Jahit Variasi dan Jahit Akhir sebagai stasiun <i>bottleneck</i> . Operator pada stasiun Pemotongan, Bundel, Jahit Gabungan, QC, dan Pengemasan juga terdampak karena ketidakseimbangan kapasitas menyebabkan aliran material menjadi tidak lancar.
<i>How</i> (Bagaimana)	Perbaikan dilakukan dengan menerapkan metode <i>line balancing</i> melalui redistribusi elemen kerja dari stasiun <i>bottleneck</i> (beban kerja tinggi) menuju stasiun yang beban kerja lebih rendah sehingga kapasitas antarstasiun menjadi lebih seimbang. Dengan demikian, <i>bottleneck</i> dapat dikurangi, penumpukan <i>work in process</i> (WIP) berkurang, <i>waste waiting</i> dan <i>inventory</i> dapat diminimalkan, serta efisiensi lintasan produksi meningkat.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan pendekatan 5W+1H, diketahui bahwa permasalahan utama pada lintasan produksi berasal dari ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun yang menyebabkan terjadinya *Bottleneck*. Kondisi tersebut mengakibatkan munculnya *waste waiting* berupa waktu tunggu material sebelum diproses serta *waste inventory* yang ditunjukkan oleh penumpukan *work in process* (WIP) pada beberapa titik produksi.

3.5 Penerapan *Line Balancing* melalui Redistribusi Elemen Kerja

Berdasarkan hasil analisis 5W+1H, usulan perbaikan difokuskan pada penerapan *Line Balancing* melalui redistribusi elemen kerja, penggabungan stasiun kerja, dan penyesuaian alokasi tenaga kerja untuk meningkatkan keseimbangan dan efisiensi lintasan produksi. Penyeimbangan lintasan dilakukan menggunakan metode *Largest Candidate Rule* (LCR) dengan mengurutkan elemen kerja berdasarkan waktu proses dari terbesar hingga terkecil, kemudian mengalokasikannya ke dalam stasiun kerja dengan tetap memperhatikan hubungan keterdahuluan (*precedence relationship*). Hasil pengurutan elemen kerja disajikan pada Tabel

7.

Tabel 7. Pengurutan Elemen Kerja Menggunakan Pendekatan LCR

No	Elemen Kerja	Waktu	No	Elemen Kerja	Waktu
1	E3	288,21	39	G2	45,48
2	E5	257,76	40	D7	43,98
3	E2	205,89	41	G1	43,68
4	E4	193,92	42	B3	43,4
5	F4	133,02	43	C10	37,05
6	C26	103,2	44	D1	36,63
7	C16	99,42	45	E1	36,21
8	F2	92,7	46	C11	36
9	C21	89,76	47	D14	35,79
10	E6	89,76	48	C7	34,32
11	D17	86,40	49	F3	33,27
12	C2	83,46	50	A5	33,0
13	C24	83,46	51	A9	32,4
14	D15	75,27	52	E7	31,8
15	D16	72,75	53	D10	30,96
16	C13	72,33	54	C8	28,02
17	D2	71,07	55	F5	27,39
18	D11	67,92	56	B2	27,1
19	C12	65,4	57	C9	26,55
20	C15	64,77	58	C20	25,08
21	C17	63,09	59	C19	24,45
22	D8	61,2	60	G3	23,28
23	C6	59,73	61	A10	17,6
24	C25	59,52	62	B1	15,0
25	C18	59,1	63	B5	14,9
26	D3	58,89	64	E8	14,68
27	D12	58,47	65	D6	13,53
28	D5	57,84	66	C1	12,58
29	D9	55,74	67	B4	11,9
30	C23	55,11	68	F1	11,17
31	C3	54,69	69	A3	9,9
32	D4	53,22	70	A2	8,7
33	C14	50,7	71	A8	8,6
34	C4	49,44	72	A7	8,5
35	C5	49,44	73	A1	8,5
36	D13	47,34	74	A4	8,1
37	C22	47,13	75	A6	7,9
38	D18	46,92			

Berdasarkan hasil pengurutan pada Tabel 7, elemen kerja dengan waktu proses terbesar ditempatkan pada urutan teratas untuk memudahkan proses pembentukan stasiun kerja menggunakan metode *Line Balancing* dengan pendekatan *Largest Candidate Rule* (LCR). Pengalokasian elemen kerja dilakukan secara bertahap dengan tetap memperhatikan hubungan keterdahuluan (*precedence relationship*) sehingga seluruh elemen kerja dapat dialokasikan ke dalam stasiun kerja yang sesuai.

Pengelompokan dilakukan menggunakan *cycle time* sebesar 1.433,8 detik sebagai batas pembebanan setiap stasiun kerja sehingga tidak melebihi kapasitas lintasan. Hasil pengelompokan menghasilkan distribusi beban kerja yang lebih merata dibandingkan kondisi aktual sebagaimana ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Pengelompokan Stasiun Kerja Usulan

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu (detik)
1	A1-A2-A3-A4-A5-A6-A7-A8-A9-B2-B3-B4-B5	222,9
2	C1-C2-C3-C4-C5-C6-C7-C8-C9-C10-C11-C12-C13-C14-C15-C16-C17-C18-C19-C20-C21-C22-C23	1187,6
3	C24-C25-C26-D1-D2-D3-D4-D5-D6-D7-D8-D9-D10-D11-D12-D13-D14-D15-D16-D17	1172,8
4	D18-E1-E2-E3-E4-E5-E6-E7-E8	1165,6
5	F1-F2-F3-F4-F5- G1-G2-G3	409,99

Berdasarkan Tabel 8, penerapan metode *Line Balancing* dengan pendekatan *Largest Candidate Rule* (LCR) menghasilkan lima stasiun kerja usulan melalui redistribusi elemen kerja dengan tetap memperhatikan hubungan keterdahuluan (*precedence relationship*). Pengelompokan tersebut menghasilkan waktu proses terbesar pada Stasiun Kerja 2 sebesar 1.187,6 detik, yang kemudian digunakan sebagai *cycle time* pada kondisi usulan.

Dibandingkan dengan kondisi aktual yang memiliki *cycle time* sebesar 1.433,8 detik, terjadi penurunan sebesar 246,2 detik atau 17,17%. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa *bottleneck* yang sebelumnya terjadi pada stasiun jahit variasi dapat dikurangi melalui redistribusi elemen kerja dilakukan ke beberapa stasiun kerja usulan sehingga beban kerja dapat terdistribusi secara lebih seimbang. Hasilnya, waktu proses pada stasiun inti usulan, yaitu Stasiun Kerja 2, Stasiun Kerja 3, dan Stasiun Kerja 4, masing-masing menjadi 1.187,6 detik, 1.172,8 detik, dan 1.165,6 detik. Kondisi ini menunjukkan bahwa distribusi beban kerja antarstasiun menjadi lebih merata dibandingkan dengan kondisi aktual. Meskipun Stasiun Kerja 1 dan Stasiun Kerja 5 memiliki waktu proses yang relatif lebih rendah, kondisi tersebut disebabkan oleh karakteristik proses dan keterbatasan fasilitas produksi yang digunakan. Stasiun Kerja 1 terdiri dari aktivitas pemotongan dan bundel yang menggunakan mesin khusus, sedangkan Stasiun Kerja 5 merupakan gabungan aktivitas *quality control* dan pengemasan yang memiliki karakteristik pekerjaan berbeda dengan stasiun inti. Oleh karena itu, redistribusi elemen kerja dari kedua stasiun tersebut ke stasiun lain tidak memungkinkan untuk dilakukan.

Selain redistribusi elemen kerja, dilakukan pula penyesuaian alokasi tenaga kerja untuk menyelaraskan kapasitas antar stasiun. Pada bagian hulu, aktivitas pemotongan dan bundel digabungkan ke dalam Stasiun Kerja 1 dengan waktu proses sebesar 222,9 detik untuk menghasilkan dua produk per siklus. Untuk memenuhi kebutuhan delapan produk pada stasiun Kerja 2, diperlukan empat siklus atau sekitar 891,5 detik. Waktu tersebut masih lebih rendah dibandingkan waktu proses Stasiun Kerja 2 sebesar 1.187,6 detik, sehingga kebutuhan material dapat dipenuhi secara kontinu dan potensi penumpukan *work in process* (WIP) dapat diminimalkan.

Pada bagian hilir, aktivitas *quality control* (QC) dan pengemasan digabungkan ke dalam Stasiun Kerja 5 dengan waktu proses sebesar 409,9 detik dan total empat operator. Dengan kapasitas empat produk per siklus, Stasiun Kerja 5 memerlukan dua siklus atau sekitar 819,8 detik untuk menyelesaikan delapan produk dari Stasiun Kerja 4. Karena waktu tersebut masih lebih rendah dibandingkan waktu proses Stasiun Kerja 4 sebesar 1.165,6 detik, aliran produksi pada bagian hilir dapat berjalan lebih sinkron sehingga potensi terjadinya penumpukan *work in process* (WIP) setelah proses jahit akhir dapat dikurangi. Setelah diperoleh lintasan produksi usulan, selanjutnya dilakukan perhitungan parameter *Line Balancing* untuk mengevaluasi kinerja lintasan pada kondisi usulan.

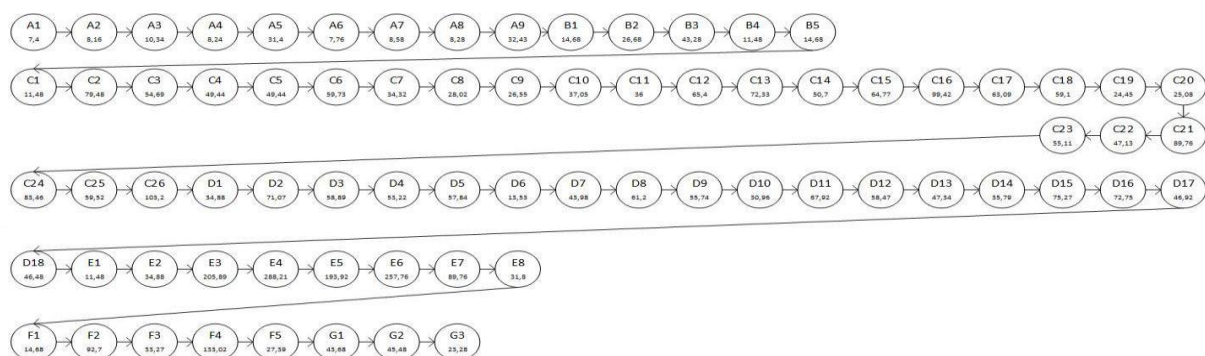
Efisiensi lintasan (EL) pada kondisi usulan dihitung menggunakan persamaan (1), dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} EL &= \frac{4158,8 \text{ Detik}}{5 \times 1187,6 \text{ Detik}} \times 100\% \\ &= 70\% \end{aligned}$$

Balance delay (BD) pada kondisi usulan dihitung menggunakan persamaan (2), dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} BD &= 100\% - 70\% \\ &= 30\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil redistribusi elemen kerja menggunakan metode *Largest Candidate Rule* (LCR), diperoleh susunan lintasan produksi usulan dengan pembagian stasiun kerja yang lebih seimbang. meskipun terjadi perubahan pengelompokan elemen kerja ke dalam stasiun kerja, hubungan keterdahuluan (*precedence relationship*) antar elemen tetap dipertahankan sesuai urutan proses produksi. *precedence diagram* usulan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Precedence Diagram Usulan*

Berdasarkan Gambar 4. *Precedence Diagram Usulan* menunjukkan bahwa redistribusi elemen kerja dilakukan tanpa mengubah urutan proses produksi. Perubahan hanya terjadi pada pembagian elemen kerja ke dalam stasiun kerja sehingga beban kerja antarstasiun menjadi lebih

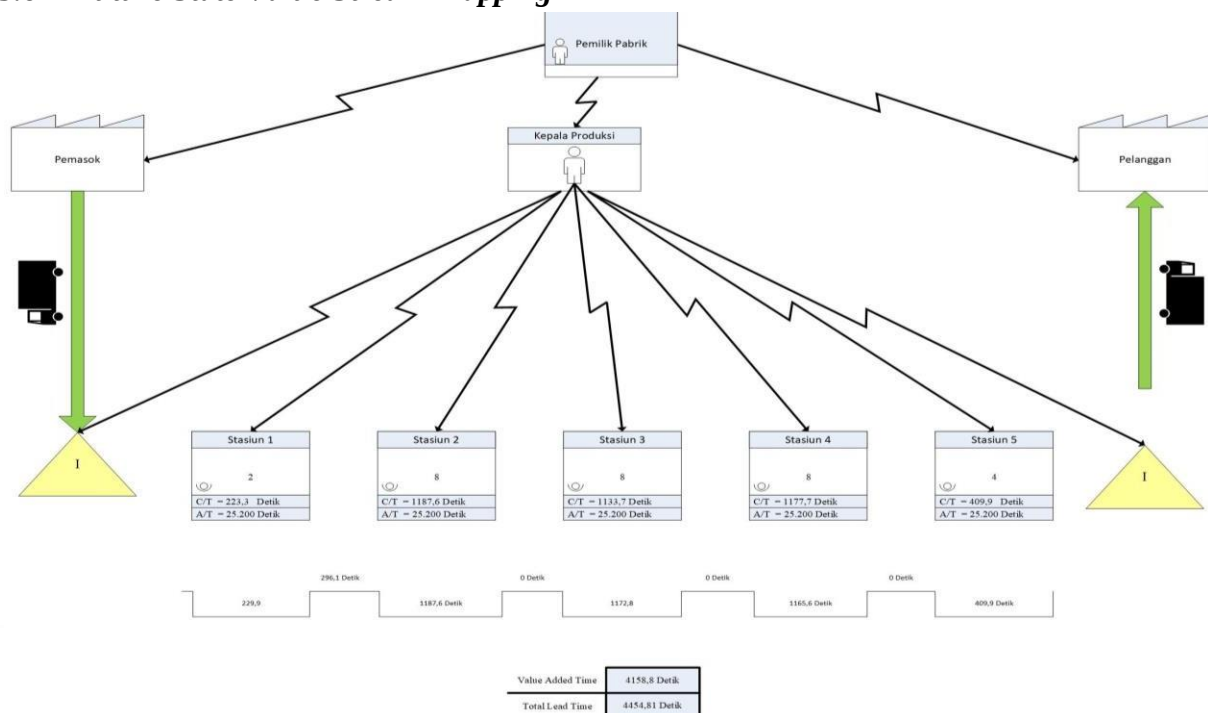
seimbang. Hasil perbaikan tersebut selanjutnya dibandingkan dengan kondisi aktual sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Kondisi Aktual dan Usulan

Indikator	Aktual	Usulan
Jumlah Stasiun Kerja	7	5
Jumlah Operator	32	30
Cycle Time (detik)	1433,8	1187,6
Line Efficiency (%)	42%	70%
Balance Delay (%)	58%	30%

Berdasarkan Tabel 9, penerapan redistribusi elemen kerja mampu meningkatkan kinerja lintasan produksi dibandingkan kondisi aktual. Hal ini ditunjukkan oleh berkurangnya jumlah stasiun kerja dari 7 stasiun menjadi 5 stasiun, penurunan *cycle time* dari 1.433,8 detik menjadi 1.187,6 detik, serta peningkatan *line efficiency* dari 42% menjadi 70%. selain itu, nilai *balance delay* menurun dari 58% menjadi 30%, yang menunjukkan bahwa ketidakseimbangan beban kerja antarstasiun kerja berhasil dikurangi sehingga efisiensi lintasan produksi menjadi lebih baik.

3.6 Future State Value Stream Mapping



Gambar 5. Future Value Stream Mapping

Berdasarkan Gambar 5, *Future State Value Stream Mapping* menggambarkan kondisi aliran produksi setelah penerapan usulan perbaikan. Peta tersebut menunjukkan bahwa usulan perbaikan tidak hanya meningkatkan keseimbangan lintasan produksi, tetapi juga memperbaiki aliran proses secara keseluruhan. Dibandingkan dengan kondisi aktual, *Total lead time* menurun

dari 4.820,46 detik menjadi 4.454,81 detik atau sebesar 7,59%. Penurunan tersebut terjadi karena redistribusi elemen kerja menghasilkan lintasan produksi yang lebih seimbang sehingga waktu tunggu (*Waiting*) antar stasiun berkurang. Dampaknya, aliran material menjadi lebih lancar dan penumpukan *work in process* (WIP) sebelum stasiun *bottleneck* dapat diminimalkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) menunjukkan bahwa proses produksi masih mengandung aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sehingga menyebabkan ketidakefisienan aliran produksi. Hasil *Process Activity Mapping* (PAM) menunjukkan aktivitas *Value Added* (VA) sebesar 3.518,90 detik (73,00%), *Necessary Non-Value Added* (NNVA) sebesar 672,56 detik (13,95%), dan *Non-Value Added* (NVA) sebesar 629,00 detik (13,05%). Selain itu, hasil VSM mengidentifikasi adanya ketidakseimbangan waktu proses yang mengakibatkan *bottleneck* pada stasiun jahit variasi dan jahit akhir, sehingga memicu aktivitas *waiting*, *storage*, serta penumpukan *work in process* (WIP) pada proses produksi.

Penerapan metode *Line Balancing* melalui redistribusi elemen kerja berdasarkan *precedence relationship* menghasilkan lintasan produksi yang lebih seimbang. Jumlah stasiun kerja berkurang dari 7 menjadi 5 stasiun, sedangkan jumlah operator dapat dioptimalkan dari 32 menjadi 30 orang. Perbaikan tersebut menurunkan *cycle time* dari 1.433,80 detik menjadi 1.187,60 detik atau sebesar 17,17%, meningkatkan *line efficiency* dari 42% menjadi 70%, serta menurunkan *balance delay* dari 58% menjadi 30%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan *Line Balancing* mampu meningkatkan efisiensi lintasan produksi dan memperlancar aliran material dibandingkan kondisi awal.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada tidak tersedianya data target produksi perusahaan, sehingga perhitungan *takt time* sebagai acuan dalam penyeimbangan lintasan produksi belum dapat dilakukan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data target produksi aktual untuk menghitung *takt time* sehingga bisa melakukan penentuan *cycle time*. Selain itu, implementasi hasil *Line Balancing* perlu dievaluasi secara langsung pada rantai produksi guna memvalidasi efektivitas usulan perbaikan pada kondisi operasional yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, D. H. (2023). Penerapan Line Balancing Dengan Metode Heuristik Pada Lini Produksi Sewing 11a Produk Sleeveless Dress G8er16. *Industrial Engineering Online Journal*, 12(4), 1–10. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/download/41338/29930>
- Annisa Rizky, S., & Mustakim. (2023). Meningkatkan Efisiensi Line Produksi dengan Pendekatan Metode Ranked Positional Weight: Studi Kasus PT IBCK Garment. *IMEJ (Industrial Management and Engineering Journal)*, 1(2), 90–103. <https://doi.org/https://doi.org/10.55719/imej.v1i2.819>
- Ara, M. A., Anjum, N., Ahbab, D., Sidiika, M. T., & Chowdhury, R. R. (2025). Productivity Improvement of Garments Industry by Implementing Line Balancing Algorithms—A Case Study. *Engineering Reports*, 7(4), 1–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/eng2.70125>
- Ariqah, R., & Arvianto, A. (2025). Penyeimbangan Lini Sewing Guna Meningkatkan Efisiensi Lintasan Menggunakan Metode Heuristik (Studi Kasus di PT. Sandang Asia Maju Abadi). *Industrial Engineering Online Journal*, 14(1), 1–10. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/48956>
- Basalamah, M. R., Azizah, H. N., Kholifah, U., & Suroso, H. C. (2021). Implementasi Line balancing pada Proses Produksi Baju Taqwa di UD . Sofi Garment. *Prosiding SENASTITAN*, 01, 307–312. <https://ejurnal.itats.ac.id/senastitan/article/view/1672>
- Daffa, M., & Simanjuntak, M. (2024). The Effect of Perceived Product Quality and Price on Local Brand Fashion Consumer Satisfaction. *Jurnal Doktor Manajemen*, 7(April), 93–103. <https://doi.org/https://doi.org/10.22441/jdm.v7i1.25128>
- Fitaloka, Z. B., & Nugraha, A. E. (2026). Penerapan line balancing pada perakitan AC menggunakan metode ranked positional weight (RPW) Application of line balancing in AC assembly using ranked positional weight (RPW) method. *Jurnal Terapan Teknik Industri*, 7(2), 379–388. <https://doi.org/https://doi.org/10.37373/jenius.v7i2.2210>
- Haifa, N. M., Nabilla, I., Rahmatika, V., & Hidayatullah, R. (2025). Identifikasi Variabel Penelitian , Jenis Sumber Data dalam Penelitian Pendidikan Pendidikan Bahasa Arab / Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang berubah tergantung situasi tertentu . (Arib , M . F . , dkk , 2024). *Jurnal Pendidikan Dan Bahasa*, 2(2), 256–270. <https://doi.org/https://doi.org/10.62383/dilan.v2i2.1563>
- Handayani, A. D., Setijogiarto, N. E., & Yudisha, N. (2024). Analisis Ergonomi Pada Rancang Bangun Alat Uji Defleksi Beam Dengan Perhitungan Persentil. *Prosiding SEMNAS Teknik Mesin*, 1(1), 924–932. <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sntm/article/view/3465>
- Hariyanto, M. ilham akbar, & Azwir, hery H. (2021). Peningkatan Efisiensi Tenaga Kerja pada Lintasan Assy Wheel dengan Metode Line Balancing Ranked Positional Weight. *Journal of Industrial Engineering*, 6(1), 42–52. <http://repository.president.ac.id/xmlui/handle/123456789/3384>
- Kurnia, I. (2023). Bahan Ajar Value Stream Mapping “ VSM ” Ismail Kurnia ST , MT. *Buku Ajar VSM*. <https://repository.unkris.ac.id/id/eprint/1221>
- Lie, S. R., & Kusumastuti, R. D. (2021). Process improvement using value stream mapping and lean methodology: a case study application in batch chemical process industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1072(1), 012015. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1757-899x/1072/1/012015>
- Maknun, S. L., & Aidil, J. (2024). Implementation of Lean Manufacturing Approach Using Value Stream Mapping to Optimize Cycle Time and Reduce Process Waste (Case Study: CV. Teguh Jaya Mandiri). *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(2), 589. <https://doi.org/https://doi.org/10.22441/ijiem.v5i2.22440>
- Nabila, T. A. S., & Somadi. (2026). Pengendalian Mutu Produk Hijab Berbasis Seventools : Analisis Defect Dan Strategi. *JurnalIlmiahEkonomiManajemenBisnisdanAkuntansi*, 3(1),

- 730–742. <https://doi.org/https://doi.org/10.61722/jemba.v3i1.2131>
- Noviyana, Abdullah, M. H., Suwondo, A. J., Andre, O., & Riyanto, W. (2024). Penerapan Lean Manufacturing Dengan Metode Value Stream Mapping (Vsm) Untuk Meningkatkan Produktifitas (Studi Kasus : PT . XYZ). *The Journal of System Engineering and Technological Innovation (JISTI)*, 03(01), 215–230. <https://doi.org/https://doi.org/10.38156/jisti.v3i01.74>
- Nurdiansyah, D., Fatimah, S. N., & Nurwiyanti, H. (2022). Usulan Efisiensi Waste Proses Produksi Bed Sheet di PT . ABC Menggunakan Metode Value Stream Mapping. *Jurnal Bayesian: Jurnal Ilmiah Statistika Dan Ekonometrika*, 2(1), 93–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.46306/bay.v2i1.32>
- Panggabean, P. Y. K., Pasaribu, I. G., Atania, D. C., Tarigan, S. A. B., & Manalu, T. R. (2025). Pendekatan Line Balancing Menggunakan Metode Largest Candidate Rule untuk Memperoleh Efisiensi Lintasan Produksi Ragum. *TALENTA Conference Series: Energy & Engineering*, 8(1), 69–75. <https://doi.org/https://doi.org/10.32734/ee.v8i1.2571>
- Parwati, C. I., Arsa, I. W. A., & Sodikin, I. (2023). Pendekatan Lean Manufacturing Dengan Value Stream Mapping (VSM) Dan Kaizen Pada Proses Produksi Tas Kulit. *Nusantara of Engineering (NOE)*, 6(1), 74–81. <https://doi.org/https://doi.org/10.29407/noe.v6i1.19906>
- Pasaribu, S. A., Wahyudi, R., & Nugraha, A. T. (2023). Penentuan Waktu Baku Pada Proses Pembuatan Paving Block Berjenis Bata (Studi Kasus: Cv. Karya Mandiri Sejahtera Bandar Lampung). *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik-Sistem*, 19(2), 12–20. <https://sistem.wisnuwardhana.ac.id/index.php/sistem/article/view/256>
- Rachmi, T., Putri, P., Darmawan, B., & Pratama, P. Y. (2025). Evaluasi Pemborosan (7 Waste) dalam Proses Produksi PT XYZ dan Penerapan Lean Manufacturing 5S dan PDCA sebagai Solusi dalam Mengurangi Pemborosan. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 4(April). <https://doi.org/https://doi.org/10.55606/jurritek.v4i1.4996>
- Saerang, C. R., Wahyu, B., Pratama, N., & Lukito, T. (2025). A Systematic Literature Review Of Line Balancing Practices In Industry : A Review And Trends. *Jurnal Rekayasa Sistem I*, 10(2), 37–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.33884/jrsi.v10i2.9511>
- Sarjono, H., Yusuf, S. D., & Ferrial, G. A. (2021). Analysis of the Production Process At Pt Tba.Alam Sutera Using the Value Stream Mapping Method. *International Journal of Organizational Business Excellence*, 3(1), 9–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.21512/ijobex.v3i1.7128>
- Satriyanto, E., Yuwono, W., Its, J. R., Its, K., Surabaya, S., & Belakang, L. (2008). Pembuatan Media Teknik Pengukuran Produktivitas Pekerja Terintegrasi Pada Perangkat Pengamat Waktu. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin*, 37–45. <https://journal.uui.ac.id/Teknoin/article/view/2122>
- Sumasto, F., Akbar, M. R., Fajri, S., & Husna, H. (2023). Peningkatan Value Added dalam Industri Tahu melalui Penerapan Lean Manufacturing dan Analisis Waste. *Serambi Engineering*, VIII(4), 7338–7347. <https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/3761097>
- Tripathi, V., Chattopadhyaya, S., Bhadauria, A., Sharma, S., Li, C., Pimenov, D. Y., Giasin, K., Singh, S., & Gautam, G. D. (2021). An agile system to enhance productivity through a modified value stream mapping approach in industry 4.0: A novel approach. *Sustainability (Switzerland)*, 13(21). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su132111997>
- Wibowo, S., & Muflihah, N. (2022). Analisis Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Pelanggan Menggunakan Metode Servqual. *Jurnal INVANTRI*, 1(2), 62–68. <https://doi.org/https://doi.org/10.33752/invantri.v1i2.2324>