
Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article.....	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14041

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14041

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Lean Service Reduces Waste in Industrial Reporting System : Layanan Lean Mengurangi Pemborosan dalam Sistem Pelaporan Industri

Putri Wahyu Waluyo, 22032010163@student.upnjatim.ac.id (*)

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Indonesia

Rochmoeljati, rochmoeljati@gmail.com

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background: Digital transformation has encouraged the adoption of electronic industrial reporting systems to support data integration and regulatory compliance. **Specific Background:** Large-scale industrial companies in Indonesia are required to submit production reports through the National Industrial Information System (SIINas), yet inefficiencies within the reporting process may hinder administrative performance and compliance. **Knowledge Gap:** Although Lean Service has been widely applied in manufacturing and public services, its application to digital industrial reporting systems remains limited. **Aims:** This study aims to analyze the implementation of Lean Service in the SIINas production-stage reporting process and formulate recommendations to reduce waste and improve process efficiency. **Methods:** The study employed Lean Service using Value Stream Mapping (VSM), Waste Assessment Model (WAM), Value Stream Analysis Tools (VALSAT), and Root Cause Analysis (RCA) through 5 Whys Analysis and Fishbone Diagram. **Results:** The current-state analysis identified a lead time of 2965.97 minutes and a Process Cycle Efficiency (PCE) of 50.220%. The dominant wastes were overprocessing (21.668%), waiting (16.637%), and handover (15.767%). Process Activity Mapping revealed that delay activities accounted for 97.251% of total process time. Following the proposed improvements, lead time decreased to 440.97 minutes and PCE increased to 51.465%. **Novelty:** This study extends Lean Service application to a digital industrial reporting environment by integrating VSM, WAM, VALSAT, and RCA within the SIINas reporting process. **Implications:** The findings provide a practical reference for reducing waste, improving reporting efficiency, and supporting administrative process improvement in large-scale industrial organizations.

Highlights:

- Overprocessing, waiting, and task transfer activities constituted the primary sources of process inefficiency.
- Delay-related activities occupied nearly all reporting duration despite a high proportion of operational tasks.
- Recommended process redesign shortened reporting duration substantially while increasing cycle efficiency.

Keywords: Lean Service, Process Cycle Efficiency, Seven Waste, SIINas, Value Stream Mapping

Published date: 2026-05-29

Pendahuluan

Transformasi digital mendorong pemerintah untuk meningkatkan kualitas pelayanan publik dan tata kelola pemerintahan melalui pemanfaatan teknologi [1]. Dalam konteks sektor industri, transformasi ini juga berperan dalam meningkatkan integrasi dan pengelolaan data industri nasional. Salah satu implementasinya adalah pengembangan Sistem Informasi Industri Nasional (SIINas) oleh Kementerian Perindustrian sebagai platform pelaporan kegiatan industri secara daring [2]. Melalui sistem tersebut, perusahaan industri diwajibkan menyampaikan laporan kegiatan produksi secara triwulanan guna memastikan data industri nasional terintegrasi dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan kebijakan [3]. Pengembangan SIINas bertujuan untuk memfasilitasi pelaporan data industri oleh pelaku usaha secara elektronik serta menyediakan basis data industri yang akurat sebagai landasan dalam perumusan kebijakan nasional [4]. Dengan demikian, implementasi SIINas tidak hanya mendukung digitalisasi birokrasi, tetapi juga meningkatkan efektivitas pengawasan serta pengembangan industri secara berkelanjutan.

Meskipun pelaporan digital melalui SIINas telah diterapkan, implementasinya belum sepenuhnya merata. Di Provinsi Jawa Timur, berdasarkan data Geographical Industry Information System (GIIS) per September 2025, dari 2.582 perusahaan industri berskala besar, hanya 2.029 perusahaan yang telah memiliki akun SIINas, sementara 553 perusahaan atau sekitar 21% belum terdaftar [5]. Namun dalam praktiknya, kepemilikan akun tidak selalu mencerminkan tingkat kepatuhan pelaporan, karena sebagian perusahaan belum melanjutkan pelaporan secara triwulanan setelah tahap registrasi. Kondisi ini mengindikasikan adanya kendala dalam proses pelaporan internal perusahaan, sehingga data industri yang terkumpul belum sepenuhnya mencerminkan kondisi aktual. Di sisi lain, sektor industri, khususnya industri manufaktur, memiliki kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi, penciptaan nilai tambah, peningkatan Produk Domestik Bruto (PDB), serta penyerapan tenaga kerja, sekaligus berperan penting dalam pembangunan nasional melalui penciptaan lapangan kerja, peningkatan daya saing, dan dukungan terhadap perkembangan sektor lainnya [6], [7]. Dalam konteks ini, perusahaan industri berskala besar, khususnya dengan nilai investasi di atas Rp10 miliar [8], memiliki peran yang semakin strategis sehingga kepatuhan dalam pelaporan kegiatan industri menjadi semakin penting. Oleh karena itu, kepatuhan pelaporan melalui SIINas menjadi penting untuk mendukung kebijakan berbasis data serta menghindari sanksi administratif sesuai dengan ketentuan yang berlaku [9].

Sebagai upaya untuk mengatasi kendala dalam proses pelaporan SIINas, perusahaan industri berskala besar memerlukan alur kerja internal yang lebih efisien. Oleh karena itu, perbaikan proses pelaporan membutuhkan pendekatan yang mampu mengidentifikasi sumber ketidakefisienan secara sistematis. Lean Service menjadi pendekatan yang relevan karena berfokus pada eliminasi pemborosan, peningkatan nilai pada setiap aktivitas, serta pengembangan proses yang berkelanjutan [10]. Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat memetakan alur proses pelaporan serta mengidentifikasi hambatan seperti perpindahan tanggung jawab antar divisi (handover), waktu tunggu akibat keterlambatan data (waiting), dan penumpukan pekerjaan menjelang tenggat waktu (backlog). Dengan demikian, evaluasi terhadap proses pelaporan melalui SIINas dengan Lean Service perlu dilakukan untuk meningkatkan efektivitas proses pelaporan sekaligus mendorong kepatuhan perusahaan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa Lean Service efektif dalam meningkatkan efisiensi proses. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan Lean Service pada instansi pelayanan publik mampu mengurangi aktivitas non-value added dari 20 menjadi 15 aktivitas serta menurunkan waktu proses sebesar 33.39% [11]. Selain itu, pada sektor manufaktur, penerapan Lean Service juga mampu menurunkan lead time pengumpulan data kualitas dari 32 jam menjadi 4 jam per bulan [12]. Meskipun berbagai studi telah membuktikan efektivitas Lean Service, kajian yang secara khusus membahas penerapannya pada proses pelaporan industri berbasis sistem digital seperti SIINas masih sangat terbatas. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian, terutama dalam memahami bagaimana pendekatan Lean Service dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi pemborosan pada proses pelaporan industri berbasis digital.

Penelitian ini menawarkan kebaruan dengan mengkaji penerapan Lean Service pada konteks pelaporan industri berbasis sistem digital, yang selama ini lebih jarang diteliti dibandingkan sektor manufaktur atau layanan konvensional. Dengan menggunakan pendekatan Lean Service, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses pelaporan SIINas tahap produksi pada perusahaan industri berskala besar di Provinsi Jawa Timur guna meningkatkan efisiensi serta menyusun rekomendasi pengurangan pemborosan. Analisis difokuskan pada identifikasi aktivitas non-value added dan necessary non-value added dalam alur proses pelaporan. Studi kasus dilakukan pada perusahaan industri pengolahan (manufaktur) subsektor agroindustri yang berlokasi di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Penelitian ini mengintegrasikan beberapa alat analisis, yaitu Value Stream Mapping (VSM), Waste Assessment Model (WAM), Value Stream Analysis Tools (VALSAT), serta Root Cause Analysis (RCA) untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan merumuskan perbaikan proses pelaporan. Hasil analisis digunakan untuk menyusun rancangan perbaikan melalui Future Value Stream Mapping guna meningkatkan efektivitas pelaporan SIINas tahap produksi. Melalui tahapan ini, penelitian diharapkan menghasilkan rekomendasi yang mampu mengurangi pemborosan serta meningkatkan efektivitas dan partisipasi perusahaan dalam pelaporan SIINas.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan Lean Service untuk menganalisis efisiensi proses pelaporan SIINas tahap produksi pada perusahaan industri berskala besar di Jawa Timur. Data penelitian diperoleh melalui observasi, wawancara, dan kuesioner yang berkaitan dengan aktivitas dalam proses pelaporan. Objek penelitian merupakan perusahaan manufaktur subsektor agroindustri yang berlokasi di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur, dengan fokus pada divisi Human Resources Development (HRD) sebagai penanggung jawab proses pelaporan SIINas. Responden dalam penelitian ini berjumlah tiga orang yang dipilih secara purposive berdasarkan pendekatan expert judgment, yaitu individu yang terlibat secara langsung dan secara konsisten bertanggung jawab dalam proses pengisian laporan SIINas di perusahaan. Dengan demikian, responden yang terlibat memiliki pemahaman yang mendalam terhadap alur kerja serta permasalahan yang terjadi, sehingga informasi yang diperoleh dinilai valid dan representatif dalam menggambarkan kondisi aktual proses pelaporan. Tahapan penelitian

dilakukan secara sistematis dimulai dari pemetaan kondisi aktual hingga penyusunan usulan perbaikan. Analisis diawali dengan pemetaan kondisi aktual menggunakan Current Value Stream Mapping (CVSM). Current Value Stream Mapping (CVSM) yang merupakan representasi visual dari kondisi nyata proses yang mencakup aliran informasi serta aliran material dari awal hingga akhir proses [13]. Berdasarkan Value Stream Mapping (VSM) yang telah dibuat, data mengenai waktu siklus dan waktu bernilai tambah diolah untuk memperoleh nilai Process Cycle Efficiency (PCE). Process Cycle Efficiency (PCE) digunakan untuk menilai tingkat efisiensi proses dengan membandingkan antara waktu bernilai tambah (value added) dan total waktu siklus (total lead time). Berikut merupakan perhitungan Process Cycle Efficiency (PCE) [14]:

$$PCE = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \quad (1)$$

Selanjutnya, pemborosan diidentifikasi dan diprioritaskan menggunakan Waste Assessment Model (WAM). Waste Assessment Model (WAM) merupakan model yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dalam proses dengan memetakan hubungan antar seven waste [15], [16]. Tahap awal dilakukan melalui Seven Waste Relationship (SWR) untuk menganalisis keterkaitan serta tingkat pengaruh antar waste menggunakan pembobotan tertentu [17]. Kuesioner Seven Waste Relationship (SWR) terdiri atas enam pertanyaan untuk setiap hubungan antar waste, sehingga total terdapat 186 pertanyaan (31 hubungan \times 6 pertanyaan). Skor dari masing-masing responden kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh nilai representatif pada setiap hubungan antar waste [17]. Nilai tersebut selanjutnya dikonversi ke dalam bentuk simbol hubungan sesuai ketentuan pada Tabel 1 [18]. Hasil pembobotan tersebut kemudian disusun ke dalam Waste Relationship Matrix (WRM) untuk menggambarkan hubungan antar waste secara lebih terstruktur [19]. Selanjutnya, nilai dalam Waste Relationship Matrix (WRM) dikonversi menjadi nilai numerik untuk mengetahui tingkat pengaruh masing-masing waste [20]. Tahap berikutnya adalah pelaksanaan Waste Assessment Questionnaire (WAQ) yang terdiri dari 68 pertanyaan yang dirancang untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan pemborosan, serta mencerminkan perilaku, aktivitas, atau kondisi tertentu dalam proses. Pertanyaan dalam Waste Assessment Questionnaire (WAQ) dibedakan menjadi dua jenis, yaitu from dan to. Pertanyaan from menggambarkan pemborosan yang berpotensi menyebabkan pemborosan lain, sedangkan pertanyaan to menunjukkan pemborosan yang kemungkinan dipengaruhi oleh pemborosan lain, berdasarkan Waste Relationship Matrix (WRM). Setiap pertanyaan memiliki tiga pilihan jawaban dengan bobot yang berbeda dan diklasifikasikan ke dalam kategori man, material, machine, dan method [18]. Pada tahap akhir, hasil Waste Assessment Questionnaire (WAQ) digunakan untuk mengidentifikasi serta menentukan tingkat dominansi masing-masing waste berdasarkan kombinasi bobot dan jawaban responden [16].

Tabel 1. Konversi Nilai *Seven Waste Relationship* (SWR) [16]

Range Skor	Type of Relationship	Symbol
17 – 20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13 – 16	<i>Especialy Important</i>	E
9 – 12	<i>Important</i>	I
5 – 8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1 – 4	<i>Unimportant</i>	U
0	<i>No Relation</i>	X

Hasil pembobotan tersebut selanjutnya digunakan Value Stream Analysis Tools (VALSAT), yaitu alat yang digunakan untuk memahami aliran bahan dan informasi dalam keseluruhan proses melalui identifikasi tujuh jenis pemborosan (seven wastes). VALSAT digunakan untuk menentukan tools yang sesuai dalam pemetaan aliran proses guna mengidentifikasi pemborosan (waste) [21]. Selanjutnya, hasil pembobotan tersebut dimasukkan ke dalam matriks VALSAT yang memuat jenis waste, tools, serta tingkat hubungan antar keduanya. Hasil perkalian antara bobot dan nilai korelasi menghasilkan total nilai yang digunakan untuk menentukan peringkat tools, sehingga diperoleh tools yang paling sesuai berdasarkan nilai tertinggi [22]. Tools yang digunakan dalam VALSAT meliputi Process Activity Mapping (PAM), Supply Chain Response Matrix (SCRM), Production Variety Funnel (PVF), Quality Filter Mapping (QFM), Demand Amplification Mapping (DAM), Decision Point Analysis (DPA), dan Physical Structure (PS) [23].

Hasil identifikasi tersebut selanjutnya dianalisis lebih lanjut menggunakan Root Cause Analysis (RCA) untuk mengetahui akar penyebab terjadinya pemborosan. Root Cause Analysis (RCA) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan secara sistematis guna menentukan solusi yang tepat [24]. Root Cause Analysis (RCA) dilakukan dengan menelusuri hubungan sebab-akibat menggunakan teknik seperti 5 Whys dan Fishbone Diagram [25]. Tahap awal dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan utama dan menggali penyebabnya melalui pertanyaan “mengapa” secara berulang hingga diperoleh akar penyebab [26], [27]. Selanjutnya, penyebab yang telah diidentifikasi divisualisasikan menggunakan Fishbone Diagram untuk menggambarkan hubungan sebab-akibat secara sistematis [28]. Diagram ini mengelompokkan penyebab berdasarkan faktor seperti manusia, metode, mesin, material, dan lingkungan [29]. Hasil analisis Root Cause Analysis (RCA) kemudian digunakan sebagai dasar dalam menentukan tindakan perbaikan agar permasalahan tidak terulang kembali [30].

Hasil dan Pembahasan

A. Current Value Stream Mapping (CVSM)

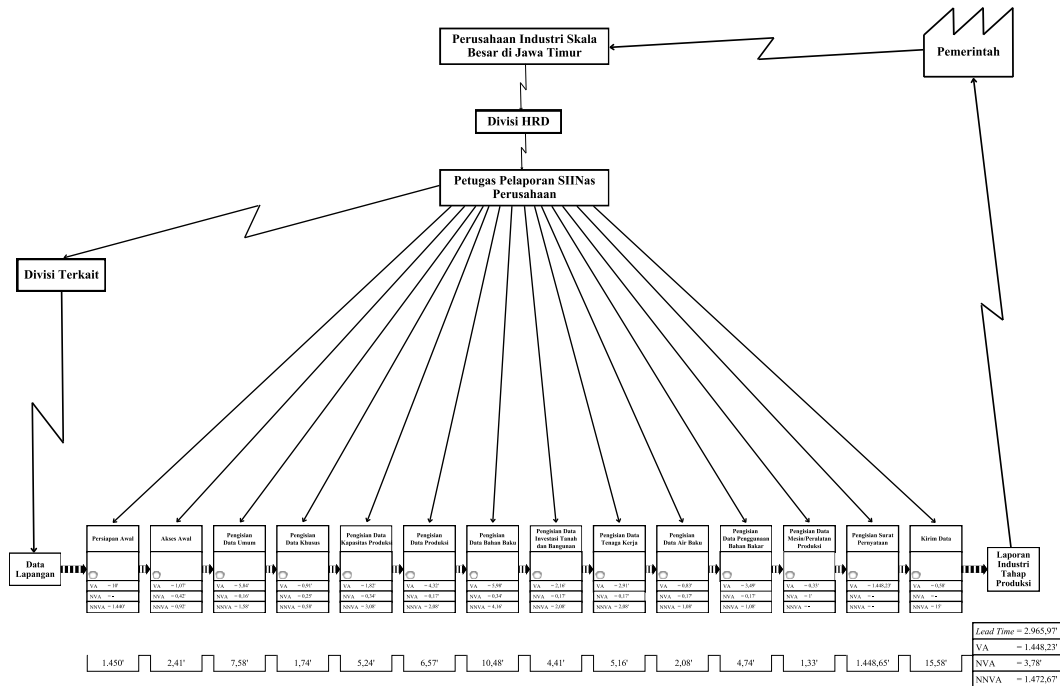
Pada tahap awal analisis, dilakukan pemetaan kondisi aktual proses pelayanan pengisian laporan SIINas tahap produksi menggunakan *Current Value Stream Mapping* (CVSM). Pemetaan ini bertujuan untuk menggambarkan alur proses pelaporan SIINas tahap produksi secara menyeluruh, mulai dari penerimaan notifikasi hingga laporan berhasil dikirimkan melalui sistem. Hasil pemetaan kondisi aktual menggunakan *Current Value Stream Mapping* (CVSM) disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan hasil pemetaan kondisi aktual pada Gambar 1, total *lead time* proses pelaporan mencapai 2965,97 menit, yang terdiri atas

1489.52 menit aktivitas *Value Added* (VA); 3,78 menit aktivitas *Non-Value Added* (NVA); dan 1472.52 menit aktivitas *Necessary but Non-Value Added* (NNVA). Berdasarkan data tersebut, diperoleh nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$PCE = \frac{1489.52}{2965.97} \times 100\%$$

$$PCE = 50.220\%$$

Didapatkan nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebesar 50.220% menunjukkan bahwa hanya sekitar separuh dari total waktu proses yang memberikan nilai tambah, sedangkan sisanya merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah secara langsung. Kondisi ini mengindikasikan masih terdapat potensi pemborosan yang cukup signifikan. Oleh karena itu, diperlukan analisis lanjutan untuk mengidentifikasi penyebab pemborosan sebagai dasar dalam penyusunan usulan perbaikan proses.



Gambar 1. *Current Value Stream Mapping* (CVSM) Proses Pelaporan SIINas Tahap Produksi (Kondisi Aktual)

B. Waste Assessment Model (WAM)

Waste Assessment Model (WAM) pada penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu *Seven Waste Relationship* (SWR), *Waste Relationship Matrix* (WRM), dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Analisis *Seven Waste Relationship* (SWR) dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan keterkaitan antar jenis pemborosan [17]. Proses penentuan keterkaitan tersebut dilakukan melalui diskusi dengan pemberian bobot yang terlebih dahulu disesuaikan dengan kebutuhan serta kondisi perusahaan. Diskusi dilakukan dengan seorang supervisor divisi HRD dan dua orang staf divisi HRD yang bertanggung jawab langsung dalam proses pelaporan SIINas tahap produksi di perusahaan. Berdasarkan hasil diskusi tersebut, diperoleh data penilaian hubungan antarjenis pemborosan yang kemudian dijumlahkan dan dirata-ratakan dari ketiga responden untuk memperoleh nilai representatif. Selanjutnya, nilai tersebut dikonversi ke dalam simbol hubungan sesuai dengan ketentuan pada metode *Seven Waste Relationship* (SWR). Rekapitulasi hasil penilaian *Seven Waste Relationship* (SWR) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Nilai *Seven Waste Relationship* (SWR)

No	Hubungan Antar Jenis Waste	Nilai Rata-Rata Skor	Tipe Relationship	No	Hubungan Antar Jenis Waste	Nilai Rata-Rata Skor	Tipe Relationship
1	H_M	11	I	17	W_E	17	A
2	H_O	12	I	18	W_N	11	I
3	H_W	11	I	19	B_H	11	I
4	H_B	17	A	20	B_M	12	I
5	H_N	11	I	21	B_O	13	E
6	M_H	12	I	22	B_W	11	I
7	M_O	13	E	23	B_N	12	I
8	M_W	13	E	24	E_H	12	I

No	Hubungan Antar Jenis Waste	Nilai Rata-Rata Skor	Tipe Relationship	No	Hubungan Antar Jenis Waste	Nilai Rata-Rata Skor	Tipe Relationship
9	M_B	11	I	25	E_M	11	I
10	O_H	13	E	26	E_O	15	E
11	O_M	12	I	27	E_W	11	I
12	O_W	13	E	28	E_N	15	E
13	O_B	15	E	29	N_H	12	I
14	O_N	12	I	30	N_M	12	I
15	W_M	13	E	31	N_O	12	I
16	W_O	13	E				

Selanjutnya, hubungan antar waste yang diperoleh dari *Seven Waste Relationship* (SWR) disusun ke dalam bentuk matriks. Susunan *Waste Relationship Matrix* (WRM) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. *Waste Relationship Matrix* (WRM)

F/T	H	M	O	W	B	E	N
H	A	I	I	I	A	X	I
M	I	A	E	E	I	X	X
O	E	I	A	E	E	X	I
W	X	E	E	A	X	A	I
B	I	I	E	I	A	X	I
E	I	I	E	I	X	A	E
N	I	I	I	X	X	X	A

Selanjutnya, simbol hubungan pada *Waste Relationship Matrix* (WRM) dikonversi ke dalam nilai numerik menggunakan bobot A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, dan X = 0 [31]. Hasil konversi nilai numerik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. *Waste Relationship Value* (WMV)

F/T	H	M	O	W	B	E	N	Skor	%
H	10	6	6	6	10	0	6	44	15.493
M	6	10	8	8	6	0	0	38	13.380
O	8	6	10	8	8	0	6	46	16.197
W	0	8	8	10	0	10	6	42	14.789
B	6	6	8	6	10	0	6	42	14.789
E	6	6	8	6	0	10	8	44	15.493
N	6	6	6	0	0	0	10	28	9.859
Skor	42	48	54	44	34	20	42	284	100
%	14.789	16.901	19.014	15.493	11.972	7.042	14.789	100	

Kemudian dilakukan penjumlahan pada setiap baris dan kolom untuk memperoleh skor yang mencerminkan tingkat pengaruh antar waste. Skor tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung persentase masing-masing waste terhadap total skor guna mengetahui tingkat pengaruh dan ketergantungannya. Berdasarkan Tabel 4, pada kategori *from waste*, tiga persentase tertinggi terdapat pada *overprocessing* (16,197%), *handover* (15,493%), dan *error* (15,493%), yang menunjukkan bahwa *overprocessing* menjadi penyebab paling dominan munculnya waste lain. Sementara itu, pada kategori *to waste*, persentase tertinggi terdapat pada *overprocessing* (19,014%), diikuti *movement* (16,901%) dan *waiting* (15,493%), yang menunjukkan bahwa *overprocessing* juga merupakan waste yang paling banyak dipengaruhi oleh waste lain.

Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) dengan mengelompokkan serta menghitung jumlah pertanyaan (Ni) berdasarkan jenisnya. Pada penelitian ini, terdapat 68 pertanyaan yang diajukan kepada responden dengan menggunakan skala penilaian tiga tingkat, yaitu skor 1 untuk “Ya”, 0,5 untuk “Kadang”, dan 0 untuk “Tidak”. Rekapitulasi hasil *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)

No	Jenis Pertanyaan (i)	Jawaban Responden			Total	Rata-Rata
		1	2	3		
Man						
1	<i>To Waiting</i>	1	1	1	3	1
2	<i>From Waiting</i>	1	1	0	2	0.667
3	<i>From Overprocessing</i>	1	1	0.5	2.5	0.833
4	<i>From Waiting</i>	0.5	1	0	1.5	0.5
5	<i>From Waiting</i>	0.5	1	1	2.5	0.833
6	<i>From Overprocessing</i>	0.5	1	0	1.5	0.5
7	<i>From Error</i>	1	1	1	3	1

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June

DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14041

No	Jenis Pertanyaan (i)	Jawaban Responden			Total	Rata-Rata
		1	2	3		
Material						
8	To Non-Utilized Talent	0	0	0	0	0
9	From Non-Utilized Talent	0.5	0	1	1.5	0.5
10	From Backlog	1	1	1	3	1
11	From Movement	1	1	1	3	1
12	From Movement	0.5	0.5	0	1	0.333
13	From Overprocessing	1	1	0.5	2.5	0.833
14	From Movement	0	0	0	0	0
15	From Non-Utilized Talent	0	0	0	0	0
16	To Overprocessing	0.5	0	1	1.5	0.5
17	From Overprocessing	1	0	0.5	1.5	0.5
18	From Backlog	0.5	0.5	1	2	0.667
19	To Waiting	1	1	1	3	1
20	From Non-Utilized Talent	0.5	0	1	1.5	0.5
21	From Waiting	1	0	0.5	1.5	0.5
22	From Backlog	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5
23	From Overprocessing	0	0	0	0	0
24	From Waiting	0	0	0	0	0
25	From Movement	0.5	1	1	2.5	0.833
26	From Movement	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5
27	To Non-Utilized Talent	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5
28	From Overprocessing	1	1	1	3	1
29	From Non-Utilized Talent	1	0	0.5	1.5	0.5
30	From Handover	0	0	0	0	0
31	To Waiting	0	1	0.5	1.5	0.5
Machine						
32	From Error	1	1	1	3	1
33	To Non-Utilized Talent	1	1	1	3	1
34	From Error	0.5	0.5	1	2	0.667
35	From Backlog	0	1	0.5	1.5	0.5
36	To Waiting	1	1	1	3	1
37	From Handover	0	0	0	0	0
38	From Non-Utilized Talent	0	0	0	0	0
39	From Non-Utilized Talent	1	1	1	3	1
40	To Overprocessing	1	1	1	3	1
41	From Non-Utilized Talent	1	1	1	3	1
42	To Waiting	1	0	0.5	1.5	0.5
43	From Error	1	1	1	3	1
Method						
44	To Backlog	1	0.5	0	1.5	0.5
45	From Waiting	0	0	0	0	0
46	From Non-Utilized Talent	0	0.5	0.5	1	0.333
47	To Waiting	0	0	0	0	0
48	To Non-Utilized Talent	1	1	1	3	1
49	To Overprocessing	1	1	0.5	2.5	0.833
50	From Waiting	1	1	1	3	1
51	From Overprocessing	1	1	1	3	1
52	From Waiting	0	0	0	0	0
53	To Non-Utilized Talent	0	0	0	0	0
54	From Error	1	0.5	1	2.5	0.833
55	From Error	1	1	1	3	1
56	To Overprocessing	1	1	1	3	1
57	From Movement	0	0	0.5	0.5	0.167
58	To Backlog	1	0	0.5	1.5	0.5
59	To Waiting	1	1	1	3	1
60	To Backlog	0	0	0	0	0

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14041

No	Jenis Pertanyaan (i)	Jawaban Responden			Total	Rata-Rata
		1	2	3		
61	To Waiting	1	1	1	3	1
62	To Waiting	1	1	1	3	1
63	From Waiting	0	0	0	0	0
64	From Waiting	0.5	0	0	0.5	0.167
65	From Waiting	0	0	0	0	0
66	From Handover	0	0	0.5	0.5	0.167
67	From Error	0	0	0	0	0
68	From Overprocessing	1	1	1	3	1

Selain berdasarkan jawaban kuesioner, *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) juga mempertimbangkan keterkaitan antar jenis *waste*. Keterkaitan tersebut diperoleh dari analisis *Waste Relationship Matrix* (WRM) yang menunjukkan tingkat kekuatan hubungan antar *waste*, kemudian dikonversi menjadi bobot awal ($W_{j,k}$) yang digunakan dalam proses pembobotan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Adapun bobot awal untuk setiap jenis pertanyaan (i) terhadap tujuh jenis *waste* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Bobot Awal Berdasarkan *Waste Relationship Matrix* (WRM)

No	Kategori Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Bobot Awal ($W_{j,k}$) Untuk Setiap Jenis Waste						
			H	M	O	W	B	E	N
1	Man	To Waiting	6	8	8	10	6	6	0
2		From Waiting	0	8	8	10	0	10	6
3		From Overprocessing	8	6	10	8	8	0	6
4		From Waiting	0	8	8	10	0	10	6
5		From Waiting	0	8	8	10	0	10	6
6		From Overprocessing	8	6	10	8	8	0	6
7		From Error	6	6	8	6	0	10	8
8	Material	To Non-Utilized Talent	6	0	6	6	6	8	10
9		From Non-Utilized Talent	6	6	6	0	0	0	10
10		From Backlog	6	6	8	6	10	0	6
11		From Movement	6	10	8	8	6	0	0
12		From Movement	6	10	8	8	6	0	0
13		From Overprocessing	8	6	10	8	8	0	6
14		From Movement	6	10	8	8	6	0	0
15		From Non-Utilized Talent	6	6	6	0	0	0	10
16		To Overprocessing	6	8	10	8	8	8	6
17		From Overprocessing	8	6	10	8	8	0	6
18		From Backlog	6	6	8	6	10	0	6
19		To Waiting	6	8	8	10	6	6	0
20		From Non-Utilized Talent	6	6	6	0	0	0	10
21		From Waiting	0	8	8	10	0	10	6
22		From Backlog	6	6	8	6	10	0	6
23		From Overprocessing	8	6	10	8	8	0	6
24		From Waiting	0	8	8	10	0	10	6
25		From Movement	6	10	8	8	6	0	0
26		From Movement	6	10	8	8	6	0	0
27		To Non-Utilized Talent	6	0	6	6	6	8	10
28		From Overprocessing	8	6	10	8	8	0	6
29		From Non-Utilized Talent	6	6	6	0	0	0	10
30		From Handover	10	6	6	6	10	0	6
31	To Waiting	6	8	8	10	6	6	0	
32	From Error	6	6	8	6	0	10	8	
33	To Non-Utilized Talent	6	0	6	6	6	8	10	
34	From Error	6	6	8	6	0	10	8	
35	From Backlog	6	6	8	6	10	0	6	
36	To Waiting	6	8	8	10	6	6	0	
37	From Handover	10	6	6	6	10	0	6	
38	From Non-Utilized Talent	6	6	6	0	0	0	10	
39	From Non-Utilized Talent	6	6	6	0	0	0	10	

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14041

No	Kategori Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Bobot Awal ($W_{j,k}$) Untuk Setiap Jenis Waste						
			H	M	O	W	B	E	N
		<i>Talent</i>							
40		<i>To Overprocessing</i>	6	8	10	8	8	8	6
41		<i>From Non-Utilized Talent</i>	6	6	6	0	0	0	10
42		<i>To Waiting</i>	6	8	8	10	6	6	0
43		<i>From Error</i>	6	6	8	6	0	10	8
44	<i>Method</i>	<i>To Backlog</i>	10	6	8	0	10	0	0
45		<i>From Waiting</i>	0	8	8	10	0	10	6
46		<i>From Non-Utilized Talent</i>	6	6	6	0	0	0	10
47		<i>To Waiting</i>	6	8	8	10	6	6	0
48		<i>To Non-Utilized Talent</i>	6	0	6	6	6	8	10
49		<i>To Overprocessing</i>	6	8	10	8	8	8	6
50		<i>From Waiting</i>	0	8	8	10	0	10	6
51		<i>From Overprocessing</i>	8	6	10	8	8	0	6
52		<i>From Waiting</i>	0	8	8	10	0	10	6
53		<i>To Non-Utilized Talent</i>	6	0	6	6	6	8	10
54		<i>From Error</i>	6	6	8	6	0	10	8
55		<i>From Error</i>	6	6	8	6	0	10	8
56		<i>To Overprocessing</i>	6	8	10	8	8	8	6
57		<i>From Movement</i>	6	10	8	8	6	0	0
58		<i>To Backlog</i>	10	6	8	0	10	0	0
59		<i>To Waiting</i>	6	8	8	10	6	6	0
60		<i>To Backlog</i>	10	6	8	0	10	0	0
61		<i>To Waiting</i>	6	8	8	10	6	6	0
62		<i>To Waiting</i>	6	8	8	10	6	6	0
63		<i>From Waiting</i>	0	8	8	10	0	10	6
64		<i>From Waiting</i>	0	8	8	10	0	10	6
65		<i>From Waiting</i>	0	8	8	10	0	10	6
66		<i>From Handover</i>	10	6	6	6	10	0	6
67		<i>From Error</i>	6	6	8	6	0	10	8
68	<i>From Overprocessing</i>	8	6	10	8	8	0	6	

Selanjutnya, bobot awal berdasarkan *Waste Relationship Matrix* (WRM) pada Tabel 6 dinormalisasi dengan membagi setiap bobot terhadap total hubungan (N_i), sehingga diperoleh nilai bobot akhir ($W_{j,k}$) yang digunakan pada perhitungan skor *waste*. Hasil normalisasi pembobotan tersebut disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pembagian Pembobotan dengan Jumlah Pertanyaan

No	Jenis Pertanyaan (i)	Total (Ni)	Nilai Bobot untuk Setiap Jenis Waste ($W_{j,k}$)						
			Wh,k	Wm,k	Wo,k	Ww,k	Wb,k	We,k	Wn,k
Man									
1	<i>To Waiting</i>	9	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
2	<i>From Waiting</i>	11	0.000	0.727	0.727	0.909	0.000	0.909	0.545
3	<i>From Overprocessing</i>	8	1.000	0.750	1.250	1.000	1.000	0.000	0.750
4	<i>From Waiting</i>	11	0.000	0.727	0.727	0.909	0.000	0.909	0.545
5	<i>From Waiting</i>	11	0.000	0.727	0.727	0.909	0.000	0.909	0.545
6	<i>From Overprocessing</i>	8	1.000	0.750	1.250	1.000	1.000	0.000	0.750
7	<i>From Error</i>	7	0.857	0.857	1.143	0.857	0.000	1.429	1.143
Material									
8	<i>To Non-Utilized Talent</i>	5	1.200	0.000	1.200	1.200	1.200	1.600	2.000
9	<i>From Non-Utilized Talent</i>	8	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	1.250
10	<i>From Backlog</i>	4	1.500	1.500	2.000	1.500	2.500	0.000	1.500
11	<i>From Movement</i>	6	1.000	1.667	1.333	1.333	1.000	0.000	0.000
12	<i>From Movement</i>	6	1.000	1.667	1.333	1.333	1.000	0.000	0.000
13	<i>From Overprocessing</i>	8	1.000	0.750	1.250	1.000	1.000	0.000	0.750
14	<i>From Movement</i>	6	1.000	1.667	1.333	1.333	1.000	0.000	0.000
15	<i>From Non-Utilized Talent</i>	8	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	1.250
16	<i>To Overprocessing</i>	4	1.500	2.000	2.500	2.000	2.000	2.000	1.500
17	<i>From Overprocessing</i>	8	1.000	0.750	1.250	1.000	1.000	0.000	0.750
18	<i>From Backlog</i>	4	1.500	1.500	2.000	1.500	2.500	0.000	1.500

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14041

19	To Waiting	9	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
20	From Non-Utilized Talent	8	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	1.250
21	From Waiting	11	0.000	0.727	0.727	0.909	0.000	0.909	0.545
22	From Backlog	4	1.500	1.500	2.000	1.500	2.500	0.000	1.500
23	From Overprocessing	8	1.000	0.750	1.250	1.000	1.000	0.000	0.750
24	From Waiting	11	0.000	0.727	0.727	0.909	0.000	0.909	0.545
25	From Movement	6	1.000	1.667	1.333	1.333	1.000	0.000	0.000
26	From Movement	6	1.000	1.667	1.333	1.333	1.000	0.000	0.000
27	To Non-Utilized Talent	5	1.200	0.000	1.200	1.200	1.200	1.600	2.000
28	From Overprocessing	8	1.000	0.750	1.250	1.000	1.000	0.000	0.750
29	From Non-Utilized Talent	8	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	1.250
30	From Handover	3	3.333	2.000	2.000	2.000	3.333	0.000	2.000
31	To Waiting	9	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
Machine									
32	From Error	7	0.857	0.857	1.143	0.857	0.000	1.429	1.143
33	To Non-Utilized Talent	5	1.200	0.000	1.200	1.200	1.200	1.600	2.000
34	From Error	7	0.857	0.857	1.143	0.857	0.000	1.429	1.143
35	From Backlog	4	1.500	1.500	2.000	1.500	2.500	0.000	1.500
36	To Waiting	9	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
37	From Handover	3	3.333	2.000	2.000	2.000	3.333	0.000	2.000
38	From Non-Utilized Talent	8	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	1.250
39	From Non-Utilized Talent	8	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	1.250
40	To Overprocessing	4	1.500	2.000	2.500	2.000	2.000	2.000	1.500
41	From Non-Utilized Talent	8	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	1.250
42	To Waiting	9	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
43	From Error	7	0.857	0.857	1.143	0.857	0.000	1.429	1.143
Method									
44	To Backlog	3	3.333	2.000	2.667	0.000	3.333	0.000	0.000
45	From Waiting	11	0.000	0.727	0.727	0.909	0.000	0.909	0.545
46	From Non-Utilized Talent	8	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	1.250
47	To Waiting	9	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
48	To Non-Utilized Talent	5	1.200	0.000	1.200	1.200	1.200	1.600	2.000
49	To Overprocessing	4	1.500	2.000	2.500	2.000	2.000	2.000	1.500
50	From Waiting	11	0.000	0.727	0.727	0.909	0.000	0.909	0.545
51	From Overprocessing	8	1.000	0.750	1.250	1.000	1.000	0.000	0.750
52	From Waiting	11	0.000	0.727	0.727	0.909	0.000	0.909	0.545
53	To Non-Utilized Talent	5	1.200	0.000	1.200	1.200	1.200	1.600	2.000
54	From Error	7	0.857	0.857	1.143	0.857	0.000	1.429	1.143
55	From Error	7	0.857	0.857	1.143	0.857	0.000	1.429	1.143
56	To Overprocessing	4	1.500	2.000	2.500	2.000	2.000	2.000	1.500
57	From Movement	6	1.000	1.667	1.333	1.333	1.000	0.000	0.000
58	To Backlog	3	3.333	2.000	2.667	0.000	3.333	0.000	0.000
59	To Waiting	9	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
60	To Backlog	3	3.333	2.000	2.667	0.000	3.333	0.000	0.000
61	To Waiting	9	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
62	To Waiting	9	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
63	From Waiting	11	0.000	0.727	0.727	0.909	0.000	0.909	0.545
64	From Waiting	11	0.000	0.727	0.727	0.909	0.000	0.909	0.545
65	From Waiting	11	0.000	0.727	0.727	0.909	0.000	0.909	0.545
66	From Handover	3	3.333	2.000	2.000	2.000	3.333	0.000	2.000
67	From Error	7	0.857	0.857	1.143	0.857	0.000	1.429	1.143
68	From Overprocessing	8	1.000	0.750	1.250	1.000	1.000	0.000	0.750
Skor (Sj)			70	70	86	68	64	42	58
Frekuensi (Fj)			57	63	68	57	42	36	50

Selanjutnya, nilai skor (S_j) dihitung dengan menjumlahkan seluruh bobot akhir pada kolom *waste* terkait, sedangkan frekuensi (F_j) diperoleh dari jumlah bobot yang tidak bernilai nol pada kolom tersebut. Sebagai contoh, perhitungan skor (S_j) dan frekuensi (F_j) untuk *waste handover* (H) adalah sebagai berikut:

- a. S_j Waste Handover = $\sum W_{h,k} = 0.667 + 0.000 + 1.000 + \dots + 1.000 = 70$
 b. F_j Waste Handover = $n(W_{h,k} \neq 0) = 57$

Tahap selanjutnya adalah mengalikan bobot yang telah diperoleh dengan nilai rata-rata jawaban responden pada setiap pertanyaan. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perkalian Pembobotan dengan Rata-Rata Jawaban

No	Jenis Pertanyaan (i)	Total (Ni)	Nilai Bobot untuk Setiap Jenis Waste ($W_{j,k}$)						
			Wh,k	Wm,k	Wo,k	Ww,k	Wb,k	We,k	Wn,k
Man									
1	To Waiting	1	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
2	From Waiting	0.667	0.000	0.485	0.485	0.606	0.000	0.606	0.364
3	From Overprocessing	0.833	0.833	0.625	1.042	0.833	0.833	0.000	0.625
4	From Waiting	0.5	0.000	0.364	0.364	0.455	0.000	0.455	0.273
5	From Waiting	0.833	0.000	0.606	0.606	0.758	0.000	0.758	0.455
6	From Overprocessing	0.5	0.500	0.375	0.625	0.500	0.500	0.000	0.375
7	From Error	1	0.857	0.857	1.143	0.857	0.000	1.429	1.143
Material									
8	To Non-Utilized Talent	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	From Non-Utilized Talent	0.5	0.375	0.375	0.375	0.000	0.000	0.000	0.625
10	From Backlog	1	1.500	1.500	2.000	1.500	2.500	0.000	1.500
11	From Movement	1	1.000	1.667	1.333	1.333	1.000	0.000	0.000
12	From Movement	0.333	0.333	0.556	0.444	0.444	0.333	0.000	0.000
13	From Overprocessing	0.833	0.833	0.625	1.042	0.833	0.833	0.000	0.625
14	From Movement	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	From Non-Utilized Talent	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	To Overprocessing	0.5	0.750	1.000	1.250	1.000	1.000	1.000	0.750
17	From Overprocessing	0.5	0.500	0.375	0.625	0.500	0.500	0.000	0.375
18	From Backlog	0.667	1.000	1.000	1.333	1.000	1.667	0.000	1.000
19	To Waiting	1	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
20	From Non-Utilized Talent	0.5	0.375	0.375	0.375	0.000	0.000	0.000	0.625
21	From Waiting	0.5	0.000	0.364	0.364	0.455	0.000	0.455	0.273
22	From Backlog	0.5	0.750	0.750	1.000	0.750	1.250	0.000	0.750
23	From Overprocessing	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	From Waiting	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	From Movement	0.833	0.833	1.389	1.111	1.111	0.833	0.000	0.000
26	From Movement	0.5	0.500	0.833	0.667	0.667	0.500	0.000	0.000
27	To Non-Utilized Talent	0.5	0.600	0.000	0.600	0.600	0.600	0.800	1.000
28	From Overprocessing	1	1.000	0.750	1.250	1.000	1.000	0.000	0.750

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14041

No	Jenis Pertanyaan (i)	Total (Ni)	Nilai Bobot untuk Setiap Jenis Waste ($W_{j,k}$)						
			Wh,k	Wm,k	Wo,k	Ww,k	Wb,k	We,k	Wn,k
	<i>g</i>								
29	From Non-Utilized Talent	0.5	0.375	0.375	0.375	0.000	0.000	0.000	0.625
30	From Handover	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31	To Waiting	0.5	0.333	0.444	0.444	0.556	0.333	0.333	0.000
Machine									
32	From Error	1	0.857	0.857	1.143	0.857	0.000	1.429	1.143
33	To Non-Utilized Talent	1	1.200	0.000	1.200	1.200	1.200	1.600	2.000
34	From Error	0.667	0.571	0.571	0.762	0.571	0.000	0.952	0.762
35	From Backlog	0.5	0.750	0.750	1.000	0.750	1.250	0.000	0.750
36	To Waiting	1	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
37	From Handover	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
38	From Non-Utilized Talent	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
39	From Non-Utilized Talent	1	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	1.250
40	To Overprocessing	1	1.500	2.000	2.500	2.000	2.000	2.000	1.500
41	From Non-Utilized Talent	1	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	1.250
42	To Waiting	0.5	0.333	0.444	0.444	0.556	0.333	0.333	0.000
43	From Error	1	0.857	0.857	1.143	0.857	0.000	1.429	1.143
Method									
44	To Backlog	0.5	1.667	1.000	1.333	0.000	1.667	0.000	0.000
45	From Waiting	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
46	From Non-Utilized Talent	0.333	0.250	0.250	0.250	0.000	0.000	0.000	0.417
47	To Waiting	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
48	To Non-Utilized Talent	1	1.200	0.000	1.200	1.200	1.200	1.600	2.000
49	To Overprocessing	0.833	1.250	1.667	2.083	1.667	1.667	1.667	1.250
50	From Waiting	1	0.000	0.727	0.727	0.909	0.000	0.909	0.545
51	From Overprocessing	1	1.000	0.750	1.250	1.000	1.000	0.000	0.750
52	From Waiting	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
53	To Non-Utilized Talent	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
54	From Error	0.833	0.714	0.714	0.952	0.714	0.000	1.190	0.952
55	From Error	1	0.857	0.857	1.143	0.857	0.000	1.429	1.143
56	To Overprocessing	1	1.500	2.000	2.500	2.000	2.000	2.000	1.500
57	From Movement	0.167	0.167	0.278	0.222	0.222	0.167	0.000	0.000
58	To Backlog	0.5	1.667	1.000	1.333	0.000	1.667	0.000	0.000
59	To Waiting	1	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
60	To Backlog	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
61	To Waiting	1	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
62	To Waiting	1	0.667	0.889	0.889	1.111	0.667	0.667	0.000
63	From Waiting	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
64	From Waiting	0.167	0.000	0.121	0.121	0.152	0.000	0.152	0.091
65	From Waiting	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
66	From Handover	0.167	0.556	0.333	0.333	0.333	0.556	0.000	0.333
67	From Error	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
68	From Overprocessing	1	1.000	0.750	1.250	1.000	1.000	0.000	0.750

No	Jenis Pertanyaan (i)	Total (Ni)	Nilai Bobot untuk Setiap Jenis Waste ($W_{j,k}$)						
			Wh,k	Wm,k	Wo,k	Ww,k	Wb,k	We,k	Wn,k
	<i>g</i>								
Skor (S_j)			36.64	38.45	48.57	39.27	33.38	26.52	31.66
Frekuensi (F_j)			5	0	7	0	9	4	1
			46	49	52	44	34	27	37

Selanjutnya, dilakukan perhitungan skor akhir (s_j) dan frekuensi akhir (f_j). Sebagai contoh, berikut merupakan perhitungan untuk *waste handover* (H) adalah sebagai berikut:

- a. S_j Waste Handover = $\sum W_{h,k} = 0.667 + 0.000 + 0.833 + \dots + 1.000 = 36.645$
- b. F_j Waste Handover = $n(W_{h,k} \neq 0) = 46$

Setelah dilakukan perhitungan nilai skor (S_j) dan frekuensi (F_j) pada Tabel 6 serta perhitungan nilai skor akhir (s_j) dan frekuensi akhir (f_j) pada Tabel 7, tahap selanjutnya adalah menghitung nilai indikator awal *waste* (Y_j) untuk setiap jenis *waste*. Hasil perhitungan indikator awal *waste* (Y_j) disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Nilai Indikator Awal (Y_j)

	H	M	O	W	B	E	N
S_j	70.000	70.000	86.000	68.000	64.000	42.000	58.000
F_j	57.000	63.000	68.000	57.000	42.000	36.000	50.000
s_j	36.645	38.450	48.577	39.270	33.389	26.524	31.661
f_j	46.000	49.000	52.000	44.000	34.000	27.000	37.000
Skor Y_j	0.422	0.427	0.432	0.446	0.422	0.474	0.404

Setelah nilai indikator awal (Y_j) diperoleh, dilakukan perhitungan *Waste Assessment* untuk menentukan tingkat dominansi *waste*. Hasil perhitungan *Waste Assessment* disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Waste Assessment

	H	M	O	W	B	E	N
Y_j Awal	0.422	0.427	0.432	0.446	0.422	0.474	0.404
P_j Faktor	0.023	0.023	0.031	0.023	0.018	0.011	0.015
Y_j Final	0.010	0.010	0.013	0.010	0.007	0.005	0.006
Total Y_j Final	0.061						
Hasil Akhir (%)	15.767	15.737	21.668	16.637	12.179	8.417	9.594
Ranking	3	4	1	2	5	7	6

Hasil menunjukkan bahwa *waste overprocessing* merupakan *waste* paling dominan dengan kontribusi sebesar 21.668%, diikuti oleh *waiting* (16.637%) dan *handover* (15.767%). Selanjutnya yaitu *motion* (15.737%), *backlog* (12.179%), *non-utilized talent* (9.594%), dan *error* (8.417%).

C. Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Nilai akhir hasil *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) selanjutnya digunakan sebagai bobot (*weight*) dalam metode *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT). Hasil perhitungan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Waste	Weight	PAM	SCR M	PVF	QFM	DAM	DPA	PSM	Total
Error	0.084	0.084	-	-	0.758	-	-	-	
Non-Utilized Talent	0.096	0.096	0.288	-	0.096	0.288	0.288	-	
Waiting	0.166	1.497	1.497	0.166	-	0.499	0.499	-	
Overprocessing	0.217	1.950	-	0.650	0.217	-	0.217	-	
Movement	0.157	1.416	0.157	-	-	-	-	-	

<i>Backlog</i>	0.122	0.365	1.096	0.365	-	1.096	0.365	0.122	
<i>Handover</i>	0.158	1.419	-	-	-	-	-	0.158	
Total		6.828	3.039	1.182	1.070	1.883	1.369	0.279	15.651
Persentase (%)		43.630	19.416	7.551	6.838	12.032	8.747	1.786	100
<i>Ranking</i>		1	2	5	6	3	4	7	

Berdasarkan Tabel 10, diperoleh total nilai sebesar 15.651 dengan kontribusi masing-masing *tools* yaitu PAM (43.630%), SCRM (19.416%), DAM (12.032%), DPA (8.747%), PVF (7.551%), QFM (6.838%), dan PSM (1.786%). Hasil ini menunjukkan bahwa PAM merupakan *tools* utama yang dipilih untuk memetakan aktivitas dan menganalisis pemborosan pada proses pelaporan SIINas tahap produksi. Berdasarkan hasil VALSAT, PAM dipilih sebagai *tools* utama, dengan hasil pemetaan aktivitas disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Rekapitulasi Frekuensi dan Waktu Aktivitas Berdasarkan PAM

Aktivitas	Frekuensi	Persentase	Waktu (Menit)	Persentase
<i>Operation (O)</i>	97	74.615%	39.27	1.324%
<i>Inspection (I)</i>	13	10.000%	32.25	1.087%
<i>Transportation (T)</i>	1	0.769%	10	0.337%
<i>Delay (D)</i>	19	14.615%	2884.45	97.251%
<i>Storage (S)</i>	0	0.000%	0	0.000%
Total	130	100%	2965.97	100%

Aktivitas didominasi oleh *operation* dari sisi frekuensi (74.615%), namun dari sisi waktu didominasi oleh *delay* sebesar 97.251%, sehingga menjadi aktivitas paling signifikan dalam proses. Selanjutnya, aktivitas diklasifikasikan ke dalam kategori VA, NVA, dan NNVA, dengan hasil pemetaan aktivitas disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Rekapitulasi Frekuensi dan Waktu Aktivitas Berdasarkan Kategori VA, NVA, dan NNVA

Aktivitas	Frekuensi	Persentase	Waktu (Menit)	Persentase
VA (Value Added)	100	76.923	1489.52	50.220
NVA (Non-Value Added)	16	12.308	3.78	0.127
NNVA (Necessary but Non-Value Added)	14	10.769	1472.67	49.652
Total	130	100%	2965.97	100%

Hasil menunjukkan bahwa bahwa kategori aktivitas dengan persentase waktu terbesar adalah aktivitas NNVA, sehingga kategori tersebut menjadi aktivitas yang paling dominan dalam proses pengisian laporan SIINas tahap produksi. Dari hasil tersebut proporsi aktivitas NNVA tergolong cukup besar, maka hal tersebut mengindikasikan adanya potensi pemborosan yang dapat diminimalkan melalui perbaikan proses.

D. Root Cause Analysis (RCA)

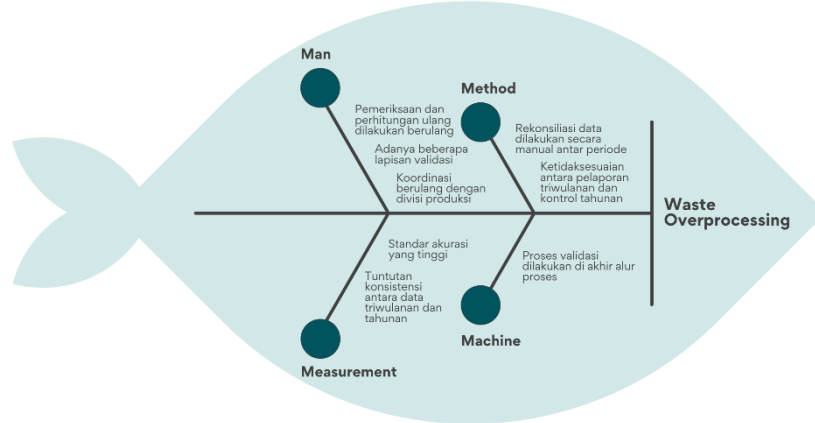
Analisis akar penyebab difokuskan pada tiga *waste* paling dominan berdasarkan hasil *Waste Assessment*. Identifikasi penyebab dilakukan menggunakan metode 5 *Whys Analysis* yang disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Analisa *Waste* Dominan Menggunakan 5 *Whys Analysis*

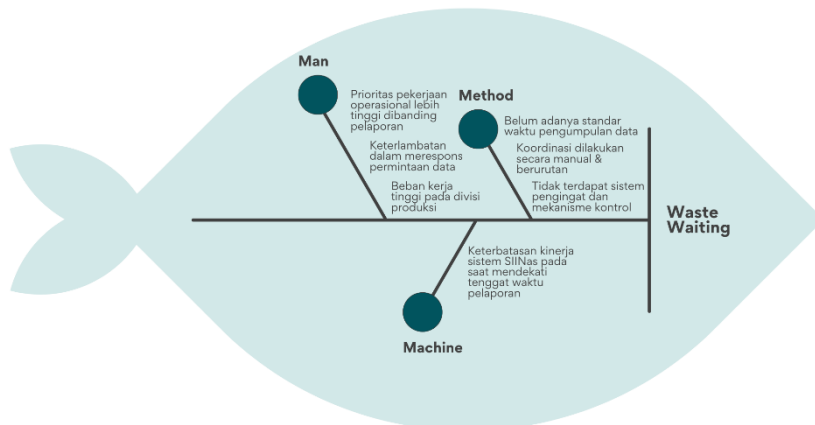
<i>Waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Overprocessing</i>	Karena diperlukan pengecekan dan pencocokan data secara berulang	Karena data pemakaian triwulan tidak selalu sebanding dengan pembelian	Karena perbedaan tersebut berpotensi menimbulkan selisih pada akumulasi tahunan	Karena ketidaksesuaian data dapat menyebabkan kesalahan pelaporan	Karena proses revisi memerlukan verifikasi berlapis setelah laporan dikirim
<i>Waiting</i>	Karena petugas harus menunggu data dari divisi lain	Karena data belum tersedia saat dibutuhkan	Karena data masih tersebar dan belum direkap secara sistematis	Karena belum terdapat alur koordinasi dan pengelolaan data yang terstandarisasi	Karena belum diterapkan sistem pelaporan yang terintegrasi

<i>Handover</i>	Karena data antar divisi tidak lengkap atau tidak sesuai	Karena tidak terdapat format data yang baku	Karena belum ada standar komunikasi dan pembagian tanggung jawab	Karena belum terdapat SOP yang mengatur proses pelaporan	Karena sistem pelaporan belum terstruktur dan terintegrasi
-----------------	--	---	--	--	--

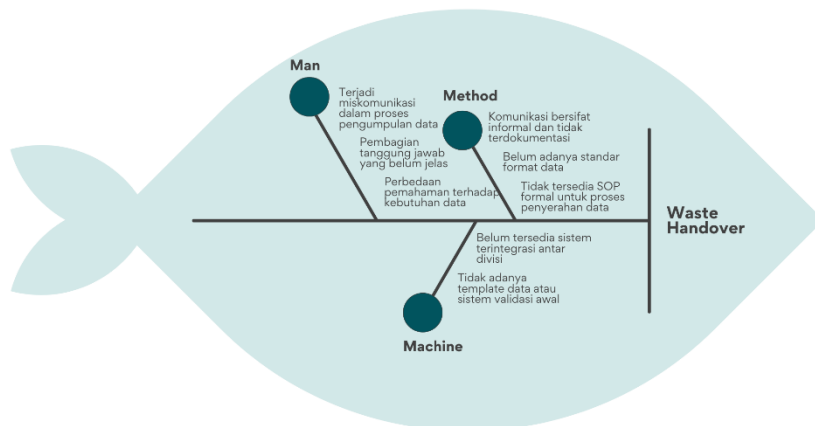
Analisis akar penyebab selanjutnya dilakukan menggunakan *Fishbone Diagram* untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan faktor-faktor penyebab pada tiga waste dominan. *Fishbone Diagram* untuk masing-masing *waste* disajikan pada beberapa gambar, yaitu *waste overprocessing* pada Gambar 2, *waste waiting* pada Gambar 3, dan *waste handover* pada Gambar 4.



Gambar 2. *Fishbone Diagram Waste Overprocessing* pada Proses Pelaporan SIINas Tahap Produksi



Gambar 3. *Fishbone Diagram Waste Waiting* pada Proses Pelaporan SIINas Tahap Produksi



Gambar 4. *Fishbone Diagram Waste Handover* pada Proses Pelaporan SIINas Tahap Produksi

E. Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, diketahui bahwa proses pelaporan SIINas tahap produksi memiliki total *lead time* sebesar 2965,97 menit dengan dominasi aktivitas NNVA (*Necessary but Non-Value Added*), khususnya pada tahap persiapan

awal dan pengisian surat pernyataan yang masing-masing memerlukan waktu sebesar 1440 menit dan 1440.33 menit. Selain itu, pemborosan dominan yang teridentifikasi meliputi *overprocessing*, *waiting*, dan *handover* yang disebabkan oleh belum terstandarisasinya pengelolaan data, tingginya aktivitas verifikasi berulang, serta kurangnya koordinasi antar divisi. Berdasarkan kondisi tersebut, disusun rekomendasi perbaikan yang difokuskan pada aktivitas kritis dan pemborosan dominan guna mengurangi aktivitas non-value added serta meningkatkan efisiensi proses pelaporan. Rincian usulan perbaikan berdasarkan aktivitas kritis disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Rekomendasi Perbaikan Berdasarkan Aktivitas Kritis

Aktivitas Dominan	Permasalahan Utama	Rekomendasi Perbaikan
Persiapan Awal	Waktu tinggi akibat pengumpulan data tidak terstruktur, pengecekan berulang, dan ketergantungan antar divisi	Penyusunan SOP dan template data terstandar pada Google Spreadsheet, penetapan PIC pada setiap divisi, serta pengumpulan data secara bertahap sebelum periode pelaporan
Pengisian Surat Pernyataan	Proses pengesahan memerlukan waktu lama akibat prosedur manual dan verifikasi berlapis	Penerapan tanda tangan elektronik untuk mempercepat proses validasi dan mengurangi waktu tunggu

Selain berdasarkan aktivitas, rekomendasi perbaikan juga disusun dengan mempertimbangkan pemborosan dominan yang telah diidentifikasi melalui *Waste Assessment Model* (WAM) dan *Root Cause Analysis* (RCA). Rincian usulan perbaikan berdasarkan *waste* dominan disajikan pada Tabel 16.

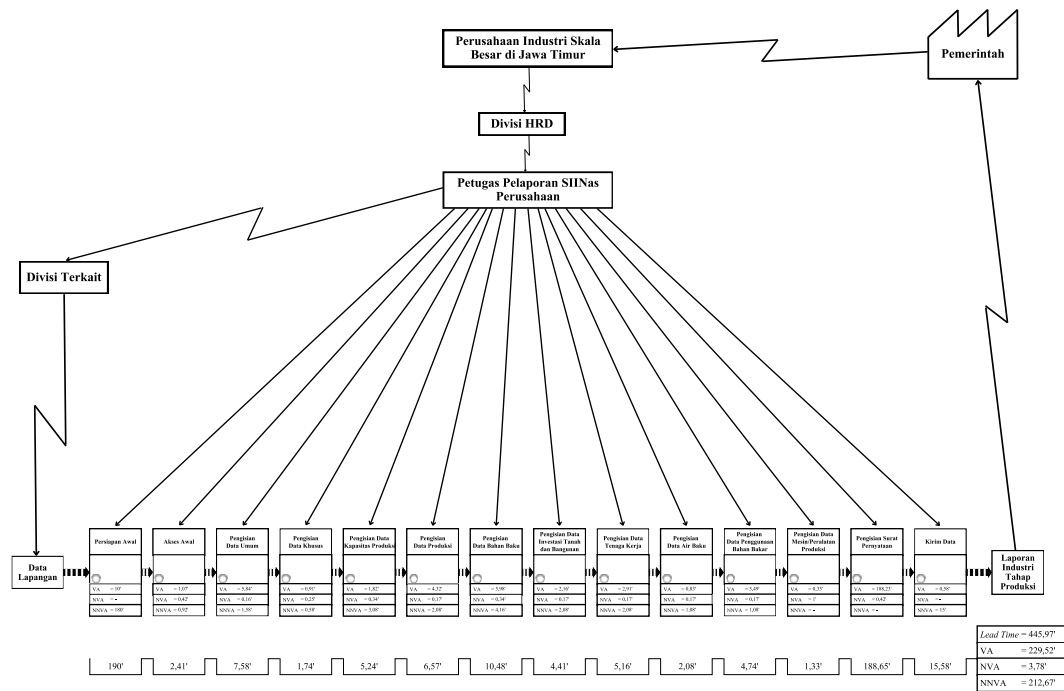
Tabel 16. Rekomendasi Perbaikan Berdasarkan *Waste* Dominan

Waste Dominan	Penyebab Utama	Rekomendasi Perbaikan
<i>Overprocessing</i>	Pengecekan dan validasi data dilakukan berulang	Penggunaan template terstandar dan verifikasi awal oleh manajemen sebelum proses unggah
<i>Waiting</i>	Keterlambatan penyediaan data dan tidak adanya jadwal yang jelas	Penyusunan timeline pelaporan, penggunaan Google Calendar sebagai pengingat, serta pengumpulan data secara bertahap
<i>Handover</i>	Koordinasi antar divisi tidak terstruktur dan tidak ada kejelasan tanggung jawab	Penetapan PIC pada setiap divisi dan penyusunan SOP alur koordinasi pelaporan

Secara keseluruhan, rekomendasi perbaikan difokuskan pada penguatan pengelolaan data dan standarisasi proses sejak tahap awal melalui sosialisasi pentingnya pelaporan SIINas serta integrasinya ke dalam *Key Performance Indicator* (KPI) perusahaan untuk meningkatkan komitmen setiap divisi. Selanjutnya, disusun Standar Operasional Prosedur (SOP) yang mencakup kebutuhan data, format pelaporan, serta alur koordinasi antar divisi, disertai penetapan penanggung jawab (*Person in Charge*/PIC) pada setiap divisi guna memastikan ketersediaan dan ketepatan data. Selain itu, diterapkan sistem berbagi data terintegrasi berbasis *template* terstandar yang memungkinkan proses pengumpulan dan verifikasi data dilakukan secara bertahap sebelum periode pelaporan, sehingga pada tahap akhir hanya dilakukan proses unggah data yang telah tervalidasi. Proses pengesahan surat pernyataan juga dilakukan secara digital melalui tanda tangan elektronik untuk mempercepat alur validasi. Melalui penerapan perbaikan tersebut, pemborosan seperti *overprocessing*, *waiting*, dan *handover* dapat diminimalkan, sehingga meningkatkan efisiensi dan ketepatan waktu pelaporan SIINas tahap produksi.

F. Future Value Stream Mapping

Berdasarkan rekomendasi perbaikan yang telah disusun, dilakukan pemetaan kondisi masa depan menggunakan *Future Value Stream Mapping* (FVSM) untuk menggambarkan alur proses pelaporan SIINas setelah perbaikan, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Future Value Stream Mapping (FVSM) Proses Pelaporan SIINas Tahap Produksi (Kondisi Usulan)

Pada Future Value Stream Mapping (FVSM), aktivitas Persiapan Awal yang sebelumnya menyebabkan penumpukan waktu diasumsikan telah dilakukan secara bertahap sebelum periode pelaporan melalui penggunaan sistem berbagi data terintegrasi berbasis template terstandar serta penetapan PIC pada setiap divisi. Dengan demikian, pada saat proses pelaporan utama, data diperkirakan telah tersedia dan tervalidasi sehingga aktivitas menunggu dan koordinasi berulang dapat diminimalkan. Alur proses pada Future Value Stream Mapping (FVSM) menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas yang tersisa merupakan aktivitas bernilai tambah, sedangkan aktivitas non-value added maupun aktivitas necessary but non-value-added berpotensi berkurang. Pada aktivitas Pengisian Surat Pernyataan juga diperkirakan menjadi lebih singkat melalui penerapan tanda tangan elektronik. Berdasarkan hasil pemetaan, total waktu aktivitas value added (VA) sebesar 229.52 menit dengan estimasi lead time proses pelaporan menjadi 445.97 menit. Nilai ini merepresentasikan waktu proses efektif pada tahap pelaporan dengan asumsi aktivitas pendukung telah diselesaikan sebelumnya. Hasil perhitungan menunjukkan estimasi nilai Process Cycle Efficiency (PCE) sebesar 51.465%, yang mengindikasikan potensi peningkatan efisiensi proses apabila usulan perbaikan diterapkan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Lean Service mampu meningkatkan efisiensi proses pelaporan secara signifikan, yang ditunjukkan oleh penurunan lead time dan peningkatan nilai Process Cycle Efficiency (PCE). Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa Lean Service efektif dalam mengurangi aktivitas non-value added (NVA) terutama pada aktivitas necessary non-value added (NNVA) dan serta meningkatkan efisiensi proses pelayanan [11], [12]. Namun, dibandingkan dengan studi pada sektor manufaktur yang menunjukkan penurunan waktu proses hingga skala jam, penelitian ini memberikan kontribusi pada konteks pelaporan berbasis sistem digital yang memiliki karakteristik proses administratif yang berbeda. Dalam perspektif teori Lean Service, pemborosan seperti overprocessing, waiting, dan handover yang ditemukan dalam penelitian ini mencerminkan adanya aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi proses. Oleh karena itu, eliminasi pemborosan tersebut melalui perbaikan alur kerja dan integrasi proses menjadi faktor kunci dalam peningkatan efisiensi. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya mendukung teori Lean Service, tetapi juga memperluas penerapannya pada konteks pelaporan industri berbasis digital.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan Lean Service pada proses pelayanan pengisian laporan SIINas tahap produksi menunjukkan bahwa kondisi awal masih belum efisien, dengan lead time sebesar 2965.97 menit dan nilai Process Cycle Efficiency (PCE) sebesar 50.220%. Pemborosan utama yang teridentifikasi meliputi overprocessing (21.668%), waiting (16.637%), dan handover (15.767%). Melalui usulan perbaikan yang difokuskan pada standarisasi format data, penerapan verifikasi awal, penyusunan timeline yang terstruktur, serta kejelasan peran dan alur penyerahan data, proses pelaporan menunjukkan potensi peningkatan efisiensi yang signifikan. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan lead time menjadi 445.97 menit dan peningkatan nilai Process Cycle Efficiency (PCE) menjadi 51.465%. Secara keseluruhan, pendekatan Lean Service terbukti dapat meningkatkan efisiensi proses, koordinasi, serta akurasi pelaporan. Implementasi perbaikan disarankan dilakukan secara bertahap dan berkelanjutan dengan evaluasi berkala untuk menjaga peningkatan kinerja proses. Ke depan, upaya lanjutan dapat difokuskan pada penguatan koordinasi antar divisi, penyusunan standar operasional prosedur (SOP), serta pengembangan sistem pelaporan yang lebih terintegrasi. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan kajian tidak hanya pada efisiensi proses, tetapi juga pada kualitas data pelaporan, seperti aspek akurasi, kelengkapan, konsistensi, dan validitas data, serta mempertimbangkan integrasi materi pelaporan industri dalam pembelajaran untuk meningkatkan kesiapan sumber daya manusia.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Ucapan terima kasih disampaikan kepada perusahaan manufaktur subsektor agroindustri di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur, yang telah memberikan izin serta dukungan selama proses penelitian, khususnya kepada divisi Human Resources Development (HRD). Selain itu, penulis menyampaikan apresiasi kepada instansi pemerintah terkait atas bimbingan, bantuan, serta informasi yang diberikan dalam memahami sistem pelaporan SIINas.

References

1. A. R. Fauzi and A. Hakim, "Digitalisasi terhadap Pelayanan Publik (Implementasi Digitalisasi Terhadap Pelayanan Publik di Pemerintah Kota Kediri dan Kabupaten Jember)," *Jurnal Kolaboratif Sains*, vol. 7, no. 10, pp. 3727–3734, 2024, doi: 10.56338/jks.v7i10.6146.
2. A. Triatmoko, K. Sandi, and S. Khairunnisa, "Identifikasi dan Penanganan Hambatan Pelaporan SIINas bagi Industri Kecil dan Menengah di Kota Balikpapan," *MARTABE: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 9, no. 1, pp. 171–183, 2026, doi: 10.31604/jpm.v9i1.171-183.
3. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2025 tentang Tata Cara Penyampaian Data Industri, Data Kawasan Industri, Data Lain, Informasi Industri, dan Informasi Lain Melalui Sistem Informasi Industri Nasional. Jakarta, Indonesia: Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2025, pp. 1–17. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/321126/permenperin-no-13-tahun-2025>.
4. W. Delion, S. Sofwah, M. D. S. Wira, A. Ravandito, and R. A. Velentina, "Peran Regulasi Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) dalam Kerja Sama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU) pada Sektor Infrastruktur di Indonesia dan Negara ASEAN: Tantangan dalam Investasi Asing," *Jurnal Yuridis*, vol. 12, no. 1, pp. 21–50, 2025. [Online]. Available: <https://ejournal.upnvj.ac.id/Yuridis/article/download/11297/3916>.
5. Dinas Perindustrian dan Perdagangan Provinsi Jawa Timur, Geographical Industry Information System (GIIS). Surabaya, Indonesia. [Online]. Available: <https://giis.jatimprov.go.id/>.
6. R. Prabowo, "Kontribusi Industri terhadap Pertumbuhan Ekonomi Nasional," *Factory: Jurnal Industri, Manajemen dan Rekamaya Sistem Industri*, vol. 3, no. 2, pp. 55–57, 2024, doi: 10.56211/factory.v3i2.731.
7. A. S. Kemala and D. L. Widaningrum, "Integrating Lean Manufacturing and Environmental Sustainability: A Framework for the Automotive Component Industry," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 27, no. 2, pp. 213–224, 2025, doi: 10.9744/jti.27.2.213-224.
8. Pemerintah Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2021 tentang Kemudahan, Pelindungan, dan Pemberdayaan Koperasi dan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah. Jakarta, Indonesia: Sekretariat Negara Republik Indonesia, 2021, pp. 1–121. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/161837/pp-no-7-tahun-2021>.
9. Pemerintah Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bidang Perindustrian. Jakarta, Indonesia: Sekretariat Negara Republik Indonesia, 2021, pp. 1–118. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/161862/pp-no-28-tahun-2021>.
10. M. Dauly, AMri, and Syukriah, "Analisis Waste pada Proses Pembongkaran Peti Kemas dengan Pendekatan Lean Service di PT Pelindo I Cabang Lhokseumawe," *Industrial Engineering Journal*, vol. 10, no. 2, 2021, doi: 10.53912/iej.v10i2.681.
11. U. P. Tarigan and I. Budiman, "Implementasi Metode Lean Service dan 5S untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu Pelayanan di Dinas Pencegah dan Pemadam Kebakaran Kota Medan," *Jurnal Sistem Teknik Industri*, vol. 23, no. 1, pp. 59–68, 2021, doi: 10.32734/jsti.v23i1.4891.
12. G. Converso, G. Guizzi, E. Salatiello, and S. Vespoli, "Lean Service Waste Classification and Methodological Application in a Case Study," *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, vol. 9, no. 4, 2025, doi: 10.3390/jmmp9040121.
13. A. I. A. Surya and W. Sulistiyowati, "Peningkatan Produktivitas Produksi Kaos Sablon Menggunakan Metode Lean Manufacturing dan Kaizen," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, vol. 4, no. 3, pp. 1014–1023, 2025, doi: 10.55826/jtmit.v4i3.1118.
14. N. S. R. Putri, S. K. Dewi, and D. M. Utama, "Peningkatan Efisiensi Produksi dengan Pendekatan Lean Six Sigma di Industri Makanan," *Journal of Industrial View*, vol. 7, no. 1, pp. 50–64, 2025, doi: 10.26905/jiv.v7i1.14705.
15. R. Rahmadianto and J. A. Saifuddin, "Lean Manufacturing Analysis with Waste Assessment Model (WAM) Approach to Reduce Critical Waste in the Production Process of Woven Sarong CV XYZ," *Indonesian Interdisciplinary Journal of Sharia Economics*, vol. 8, no. 2, pp. 5650–5663, 2025, doi: 10.31538/ijse.v8i2.6339.
16. M. Maulana, E. Suhendar, and A. T. Prasasty, "Penerapan Lean Management untuk Meminimasi Waste pada Lini Produksi CV Mandiri Jaya dengan Metode WAM dan VALSAT," *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2023. [Online]. Available: <https://www.journal.lppmunindra.ac.id/index.php/JOTI/article/view/13747>.
17. S. Windari and A. I. Makki, "Implementasi Waste Assessment Model untuk Meningkatkan Output Produksi (Studi Kasus Sewing Line PT X)," *Texere*, vol. 19, no. 2, pp. 116–128, 2021, doi: 10.53298/texere.v19i2.05.
18. H. A. Zahra and F. Azzahra, "Usulan Perbaikan Tata Letak Warehouse Spare Part 6000 Melalui Pendekatan Eight Waste Analysis dan Metode 5S," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 14, no. 4, 2025. [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/53987>.
19. F. Afriandi and J. A. Saifuddin, "Penerapan Lean Manufacturing Menggunakan Metode Waste Assessment Model (WAM) untuk Mengurangi Waste pada Lini Produksi Steel Structure," *JTMEI (Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika)*, vol. 2, no. 4, 2023, doi: 10.55606/jtmei.v2i4.2930.
20. A. Alfathsyah, A. T. Purwandari, N. Nurhasanah, and B. Aribowo, "Penerapan Lean Manufacturing Menggunakan Waste Assessment Model pada Proses Produksi di Workshop Kids Playground PT XYZ," *Jurnal Taguchi*, vol. 4, no. 2, pp. 273–297, 2024, doi: 10.46306/tgc.v4i2.174.

21. E. Febianti, Y. Muharni, L. D. Prameswari, S. K. Anggraeni, R. Ekawati, and N. Wahyuni, "Minimasi Pemborosan pada Proses Produksi Tahu dengan Menggunakan Metode AHP dan VALSAT," *JOSEAM: Journal of System Engineering and Management*, vol. 2, no. 1, pp. 89–95, 2023, doi: 10.62870/joseam.v2i1.19401.
22. S. Y. Situmeang, M. Afifuddin, and H. A. Rani, "Analisis Waste Menggunakan Metode Value Stream Analysis Tools pada Proyek Pembangunan Instalasi Gawat Darurat RSUD Pidie Jaya," *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, vol. 4, no. 2, pp. 80–89, 2021, doi: 10.24815/jarsp.v4i2.16728.
23. F. Sumasto et al., "Peningkatan Value Added dalam Industri Tahu melalui Penerapan Lean Manufacturing dan Analisis Waste," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 8, no. 4, pp. 7338–7347, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i4.6876.
24. R. N. W. Kencana and Iriani, "Analisis Order Status Supply Chain Management PT Kepuh Kencana Arum Menggunakan Metode Root Cause Analysis (RCA)," *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmiah Eksakta*, vol. 4, no. 1, pp. 23–34, 2025, doi: 10.47233/jppie.v4i1.1788.
25. V. Gaspersz and A. Fontana, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor, Indonesia: Vinchristo Publication, 2011.
26. F. H. A. Basuki, I. Aknuranda, and A. R. Perdanakusuma, "Analisis Proses Bisnis CV Dinasty Menggunakan Root Cause Analysis dan Pendekatan Lean," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 4, pp. 1533–1542, 2023. [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/12528>.
27. J. L. Haloho and H. Suliantoro, "Pengendalian Kualitas Welding pada Nakadoko Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma DMAIC dan 5 Whys Menuju Zero Defect (Studi Kasus: PT ABC)," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 14, no. 3, 2025. [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/51817>.
28. A. S. Fajaranie and A. N. Khairi, "Pengamatan Cacat Kemasan pada Produk Mie Kering Menggunakan Peta Kendali dan Diagram Fishbone di Perusahaan Produsen Mie Kering Semarang, Jawa Tengah," *Jurnal Pengolahan Pangan*, vol. 7, no. 1, 2022, doi: 10.31970/pangan.v7i1.69.
29. K. R. Ririh, "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode HIRARC dan Diagram Fishbone pada Lantai Produksi PT DRA Component Persada," *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem dan Industri*, vol. 2, no. 2, 2021, doi: 10.35261/gijtsi.v2i2.5658.
30. A. Chusnah and A. S. Cahyana, "Pengendalian Kualitas Produk Griller Menggunakan Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) dan Root Cause Analysis (RCA)," *Jurnal Optimasi*, vol. 10, no. 1, p. 156, 2024, doi: 10.35308/jopt.v10i1.9459.
31. Y. U. Kasanah and P. P. Suryadhini, "Identifikasi Pemborosan Aktivitas di Lantai Produksi PSR Menggunakan Process Activity Mapping dan Waste Assessment Model," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 7, no. 2, pp. 95–102, 2021, doi: 10.30656/intech.v7i2.3880.