Penggunaan *Lean Manufacturing* dengan Metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Failure Mode Effect & Analysis* (FMEA) untuk Mengurangi Risiko Kegagalan di PT. SAI

Samsul Hidayat*, Muhamad Sayuti, Fitri Sulastri, dan Aina Nindiani
Teknik Industri, Universitas Buana Perjuangan Karawang, Karawang, Indonesia

***ti20.samsulhidayat@mhs.ubpkarawang.ac.id**

OPEN ACCESS

***Citation*:** Samsul Hidayat, Muhamad Sayuti, Fitri Sulastri, dan Aina Nindiani. 2025. Penggunaan *Lean Manufacturing* dengan Metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Failure Mode Effect & Analysis* (FMEA) untuk Mengurangi Risiko Kegagalan di PT. SAI. *Journal of Research and Technology* Vol. 11 No. 1 Juni 2025: Page 35–52.

Abstract
This research focuses on the production process at PT. SAI with the aim of identifying and reducing waste using a Lean Manufacturing approach, particularly through Value Stream Mapping (VSM) and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Data were collected from the PPIC department and the head of production to analyze potential risks and waste in the production process. The analysis results identified 12 sub-criteria risks, which were prioritized using SSIM, Reachability Matrix, Conical Matrix, and MICMAC. The next step involved applying FMEA to assess the severity, occurrence, and detection of risks, resulting in the calculation of the Risk Priority Number (RPN). Improvement recommendations include enhancing cross-departmental communication, employee training, and strengthening quality control. The implementation of VSM also successfully identified and reduced waste, increasing production efficiency from 68.18% to 86.21%, as well as reducing waiting times. This study suggests effective strategies for risk management and productivity improvement at PT. SAI.

***Keywords*:** *Lean Manufacturing, ISM, VSM, FMEA, PT. SAI.*

Abstrak
Penelitian ini berfokus pada proses produksi di PT. SAI dengan tujuan mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan menggunakan pendekatan Lean Manufacturing, terutama melalui Value Stream Mapping (VSM) dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Data diambil dari bagian PPIC dan kepala produksi untuk menganalisis potensi risiko dan waste dalam produksi. Hasil analisis menunjukkan terdapat 12 subkriteria risiko yang diprioritas kan menggunakan SSIM, Reachability Matrix, Conical Matrix, dan MICMAC. Langkah selanjutnya adalah menerapkan FMEA untuk mengevaluasi tingkat keparahan, kemungkinan terjadi, serta deteksi risiko,

menghasilkan Risk Priority Number (RPN). Rekomendasi perbaikan termasuk peningkatan komunikasi lintas departemen, pelatihan karyawan, dan penguatan kontrol kualitas. Penerapan VSM juga berhasil mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan, meningkatkan efisiensi produksi dari 68,18% menjadi 86,21%, serta mengurangi waktu tunggu. Penelitian ini menyarankan strategi yang efektif untuk pengelolaan risiko dan peningkatan produktivitas di PT. SAI.

Keywords**:** *Lean Manufacturing, ISM, VSM, FMEA, PT. SAI.*

1. Pendahuluan

Di zaman modern pada saat ini, lanskap kompetitif dalam sektor manufaktur menjadi semakin menantang, memaksa perusahaan untuk menjaga kualitas produk secara efisien dan membuat keputusan yang tepat guna meningkatkan proses serta bersaing di pasar global (Papulová et al., 2022). Ikome et al., (2022) menyatakan bahwa peningkatan produktivitas, baik dari sisi efisiensi maupun inovasi berkelanjutan, membutuhkan proses perbaikan yang juga mengandung risiko. Menurut Shibani et al., (2022) manajemen risiko adalah mekanisme untuk mengambil keputusan dengan mempertimbangkan risiko yang telah diukur melalui langkah-langkah tertentu, guna meminimalkan dampak negatifnya.

PT. SAI, yang bergerak di bidang manufaktur dengan memproduksi komponen otomotif *body part* dan *function part* sesuai dengan permintaan pelanggan, menghadapi masalah rendahnya produktivitas produksi yang menyebabkan risiko *waste*. Dalam penelitian ini, penulis mengamati area produksi di PT. SAI, dimana terjadi penurunan produksi pada periode Juni-Oktober 2024. Penurunan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

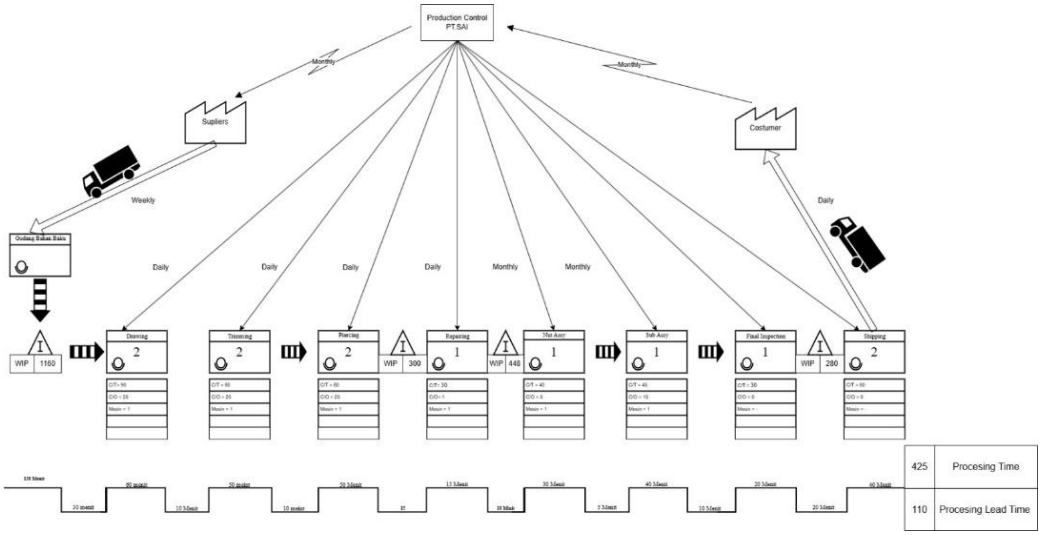
Tabel 1. Pencapaian Produksi

No	*Part Name*	Pencapaian Produksi 2024														
		Juni			July			Agustus			September			Oktober		
		Target	Actual	%	Target	Actual	%	Target	Actual	%	Target	Actual	%	Target	Actual	%
1	BOW,ROOF,A	17400	13450	77%	16000	11709	73%	19200	12125	63%	7520	5135	68%	10900	8150	75%
2	BOW,ROOF,CTR	16402	12252	75%	15936	12238	77%	14788	10588	72%	10250	9608	94%	7250	7100	98%
3	FRAME,UPR OTR LH	14400	12150	84%	29550	23646	80%	46305	36180	78%	39350	37044	94%	15930	13635	86%
4	SILL,R/FLR SIDE INR RR LH	54876	38538	70%	44664	35865	80%	41809	34866	83%	38250	35088	92%	17025	14925	88%
5	REINF ASSY, RR PILLAR LH	53685	38245	71%	24696	22776	92%	54900	34209	62%	28200	23652	84%	53760	18975	35%

Sumber: Data Perusahaan (2024)

Berdasarkan pencapaian produksi *body part* pada Juni-Oktober 2024, PT. SAI mengalami produktivitas rendah. Untuk meningkatkan produktivitas, perusahaan perlu mengurangi atau bahkan menghapuskan aktivitas atau proses yang tidak menghasilkan nilai tamabh. Risiko pemborosan, seperti pengeluaran tambahan untuk lembur, terjadi karena upaya memenuhi target produksi dan mencegah keterlambatan pengiriman barang akibat kurangnya stok. Keterlambatan pengiriman dapat merusak kepercayaan pelanggan. Proses produksi di PT. SAI

mencakup beberapa tahapan, yaitu penyimpanan bahan baku, mesin *drawing,* mesin *trimming,* mesin *piercing, repairing, welding spot nut, welding bracket assembly,* final inspeksi, dan proses *shipping.*



Sumber: Penulis (2025)
Gambar 1. *Current Stap Map*

Berdasarkan *current state value stream mapping,* diperoleh informasi mengenai aliran proses produksi, waktu produksi, dan jumlah operator. Total *lead time* adalah 110 dan *process time* 425 menit. Perusahaan menghadapi risiko pemborosan waktu akibat hambatan dan aktivitas yang tidak bernilai tambah. Fluktuasi permintaan konsumen dalam lima bulan terakhir menyebabkan pemborosan waktu. Untuk mengurangi pemborosan, dilakukan identifikasi risiko *waste* dalam proses produksi yang dapat menyebabkan kegagalan produksi, seperti yang tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Kejadian Terjadinya Risiko Waste Pada Produksi

Problem Risiko	**Data Kejadian Terjadinya Risiko *Waste***				
	Juni	**July**	**Agustus**	**September**	**Oktober**
Delay RM	2%	2%	96%	100%	3%
Delay SC	5%	2%	50%	99%	3%
Delay Suplay	7%	4%	74%	98%	5%
Dies Problem	40%	53%	50%	50%	57%
Machine Problem	68%	65%	90%	90%	74%
Miss Data	45%	57`%	82%	45%	74%
MP	73%	69%	93%	93%	76%
Pallet internal kosong	1%	2%	50%	96%	82%
Quality Issue	99%	100%	75%	75%	100%

Sumber: Data Perusahaan (2024)

Dalam menganalisis terjadinya risiko *waste*, diperlukan pendekatan untuk mengidentifikasi keberadaan risiko *waste* disuatu perusahaan dari segi bahan baku dan energi guna meningkatkan efisiensinya.

Tabel 3. Faktor Risiko (Perusahaan)

No	Faktor Risiko	No	Faktor Risiko
1	Gangguan suplai bahan baku	11	Kelebihan stok yang tidak perlu
2	Kualitas bahan baku yang rendah	12	Kurangnya fleksibilitas produksi
3	Kerusakan mesin produksi	13	Biaya produksi yang meningkat
4	Kurangnya pemeliharaan mesin	14	Komunikasi antar departemen yang buruk
5	Kapasitas produksi tidak mencukupi	15	Kurangnya dukungan dari manajemen
6	Kesalahan manusia (human error)	16	Perubahan kebijakan perusahaan
7	Kekurangan tenaga kerja terampil	17	Lingkungan kerja yang tidak aman
8	Pengelolaan waktu yang buruk	18	Masalah keselamatan kerja
9	Kegagalan pengendalian kualitas	19	Masalah keselamatan kerja
10	Manajemen rantai pasok yang buruk	20	Ketidakpastian pasar (permintaan tidak stabil)

Sumber: PT. SAI, 2024.

Berdasarkan tabel di atas untuk mengidentifikasi faktor risiko prioritas, maka dipilihlah metode ISM karena menurut Wakhyudi et al., (2024) metode ISM merupakan alat permodelan yang berbasis komputer untuk mengidentifikasi struktur hierarki sub-elemen pada setiap elemen sistem yang dimulai dengan mengidentifikasi sub-elemen yang relevan dengan masalah atau isu. Setelah di temukan faktor risiko prioritas makan di lanjutkan dengan menggunakan metode FMEA guna untuk menganalisis dampak dan probabilitas terjadinya kegagalan yang terkait dengan faktor-faktor tersebut. Dengan mengintegrasikan kedua metode ini, hal ini dapat mengembangkan strategi pengelolaan risiko yang lebih holistik dan efektif.

Untuk meminimalkan pemborosan waktu, salah satu pendekatannya adalah melalui Lean Manufacturing. Metodologi lean merupakan pendekatan sistematis untuk peningkatan berkelanjutan dengan tujuan meminimalkan pemborosan dan menambah nilai intrinsik produk, sehingga dapat memberikan nilai lebih kepada konsumen. Prinsip utama lean adalah untuk menciptakan aliran barang yang mulus di seluruh rantai nilai sambil menghilangkan semua bentuk pemborosan. Filosofi lean berfokus pada optimasi dan efisiensi operasional, yang dapat diterapkan baik pada perusahaan manufaktur maupun industri jasa (Komariah, 2022). Berdasarkan isu-isu yang telah diidentifikasi, peneliti berusaha mengatasi tantangan ini dengan merujuk pada beberapa sumber yang relevan, seperti yang tercantum di bawah ini.

Penelitian Rifaldi et al., (2021) menganalisis efektivitas organisasi energi dengan menggunakan *Interpretive Structural Modeling* (ISM) untuk mengidentifikasi cara-cara efisien dalam manajemen. Menurut Apriani & Basuki (2024) menerapkan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk menilai risiko dalam rantai pasokan cabai, mengidentifikasi risiko seperti panen buah terlalu matang dan paparan air. Penelitian yang dilakukan oleh Zaharuddin (2024) meneliti pemborosan di CV. Tarnindo Sejati, dengan fokus pada limbah di stasiun pemilahan dan sterilisasi, dan merekomendasikan penggunaan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk meningkatkan efisiensi produksi.

2. Metode

Aktivitas produksi dalam PT. SAI merupakan objek dari observasi dalam penelitian ini dengan menggunakan pendekatan *Interpretive Structural Modeling* (ISM), *Failure Mode and*

Effect Analysis (FMEA), serta *Value Stream Mapping* (VSM). Studi ini terutama akan berkonsentrasi pada risiko limbah, dengan penekanan pada mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap risiko limbah. Menurut Firmansyah dkk. (2021), dalam penyelidikan ini diperlukan dua kategori yaitu data primer dan data sekunder. Dimana data primer adalah data yang berhubungan dengan kebijakan perusahaan mengenai pengelolaan Proses Produksi, diperoleh melalui wawancara dengan departemen perencanaan dan pengendalian persediaan (PPIC) dan departemen produksi. Sebaliknya, data sekunder bersumber dari catatan arsip perusahaan, mencakup profil perusahaan dan data produksi yang mencakup durasi lima bulan.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini memerlukan data terkait masalah yang terjadi di PT. SAI, khususnya mengenai jenis risiko *waste*. Data yang dibutuhkan diperoleh melalui beberapa metode, seperti wawancara dengan kepala bagaian atau PPIC, observasi langsung di lapangan, dan rekapitulasi data yang telah ada di perusahaan.

3.1 Pengolahan Data Metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM)

ISM merupakan pendekatan berbasis komputer yang dipakai untuk mengidentifikasi dan menjelaskan korelasi antara elemen pada suatu masalah. Menurut Jain & Qureshi (2022) fase awal ISM melibatkan pemilihan variabel relevan. Tujuan utamanya adalah memprioritaskan risiko kritis dalam produksi. Proses ISM melibatkan pembuatan beberapa matriks kunci, termasuk *Structural Self Interaction Matrix* (SSIM), *Reachability*, Kerucut, Model ISM, dan *Matrix of Cross Impact Multiplication* (MICMAC) untuk analisis lebih lanjut (Mukeshimana et al., 2021).

a. *Structural Self Interaction Matrix (SSIM)*

Menurut Herjito & Setiawan (2021) langkah pertama dalam analisis ISM adalah mengidentifikasi komponen yang terkait dengan masalah yang sedang dianalisis. Selanjutnya, dalam metodologi SSIM, simbol notasi V, A, X, dan O digunakan secara sistematis melalui kuesioner untuk menggali dan mengklarifikasi subkriteria dalam analisis.

V = relasi dari elemen Ei terhadap Ej, tidak sebaliknya
A = relasi dari elemen Ej terhadap Ei, tidak sebaliknya
X = relasi interrasi antara Ei dan Ej, dapat sebaliknya mempengaruhi
O = tidak ada relasi antara Ei dan Ej.

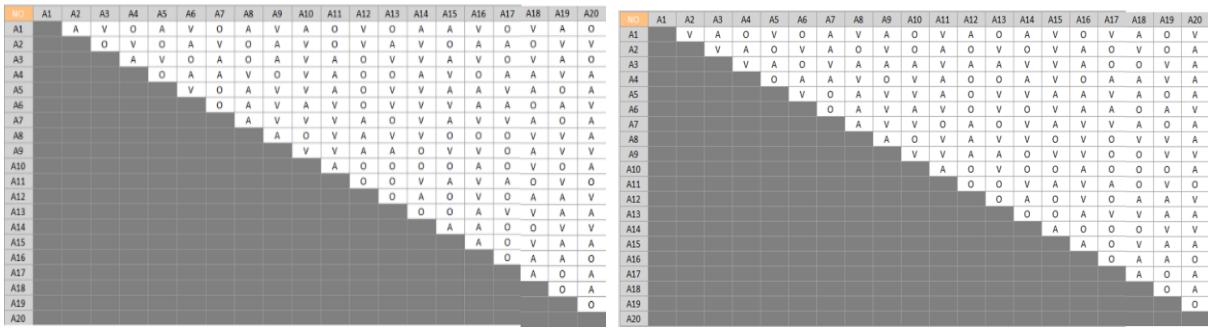
Kriteria dan subkriteria hasil dari faktor resiko yang ada di perusaan dan pada jurnal dapat diidentifikasi pada Tabel 4. Tabel 4 merupakan elemen yang digunakan sebagai input pada *software exsimpro*.

Tabel 4. Kriteria dan Sub Kriteria

Elemen/Sub Kriteria	Kode	Elemen/Sub Kriteria	Kode
Gangguan suplai bahan baku	A1	Kelebihan stok yang tidak perlu	A11
Kualitas bahan baku yang rendah	A2	Kurangnya fleksibilitas produksi	A12
Kerusakan mesin produksi	A3	Biaya produksi yang meningkat	A13
Kurangnya pemeliharaan mesin	A4	Komunikasi antar departemen yang buruk	A14
Kapasitas produksi tidak mencukupi	A5	Kurangnya dukungan dari manajemen	A15
Kesalahan manusia (human error)	A6	Perubahan kebijakan perusahaan	A16

Elemen/Sub Kriteria	Kode	Elemen/Sub Kriteria	Kode
Kekurangan tenaga kerja terampil	A7	Lingkungan kerja yang tidak aman	A17
Pengelolaan waktu yang buruk	A8	Masalah keselamatan kerja	A18
Kegagalan pengendalian kualitas	A9	Kurangnya pengembangan sumber daya manusia	A19
Manajemen rantai pasok yang buruk	A10	Ketidakpastian pasar (permintaan tidak stabil)	A20

Sumber: Penulis (2025)

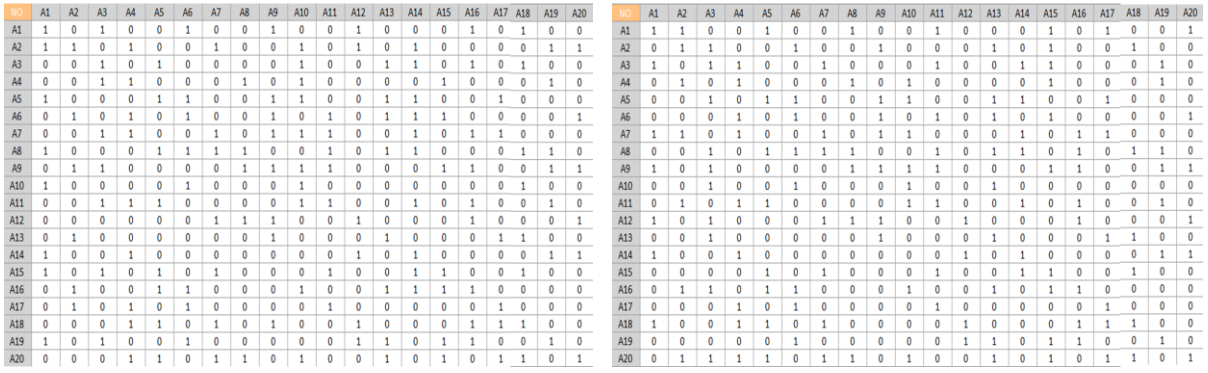


Sumber: Penulis (2025)
Gambar 2. Structural Self Interaction Matrix (SSIM)

Gambar di atas merupakan matrix SSIM factor resiko dalam bentuk notasi V, A, X, O yang telah dimasukan ke *software* exsimpro.

b. *Reachability Matrix*

Setelah mendapatkan *Structural Self Interaction Matrix* (SSIM) Risiko waste prioritas maka akan muncul

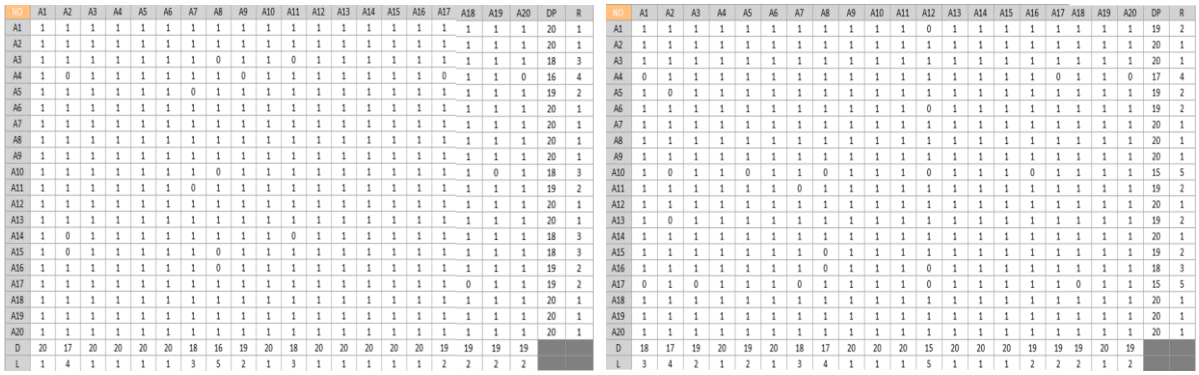


Sumber: Penulis (2025)
Gambar 3. Reachability Matrix

Gambar di atas merupakan *reachability matrix* Risiko *waste* prioritas, reachability matrix merupakan tahap mengganti notasi V, A, X, O menjadi angka 1 (satu) atau 0 (nol).

c. *Comical Matrix*

Setelah diketahui *reachability matrix* Risiko *waste* prioritas maka akan muncul *output comical matrix*.



NO	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	DP	R
A1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	3
A4	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	16	4
A5	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	2
A6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A10	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	18	3
A11	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	2
A12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A14	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	3
A15	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	3
A16	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	2
A17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	19	2
A18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
D	20	17	20	20	20	20	18	16	19	20	18	20	20	20	20	20	19	19	19	19		
L	1	4	1	1	1	1	3	5	2	1	3	1	1	1	1	1	2	2	2	2		

NO	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	DP	R
A1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	19	2
A2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	17	4
A5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	2
A6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	19	2
A7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A10	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	15	5
A11	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	2
A12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A13	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	2
A14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A15	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	2
A16	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	18	3
A17	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	5
A18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
A20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1
D	18	17	19	20	19	20	18	17	20	20	20	15	20	20	20	19	19	19	20	19		
L	3	4	2	1	2	1	3	4	1	1	1	5	1	1	1	2	2	2	1	2		

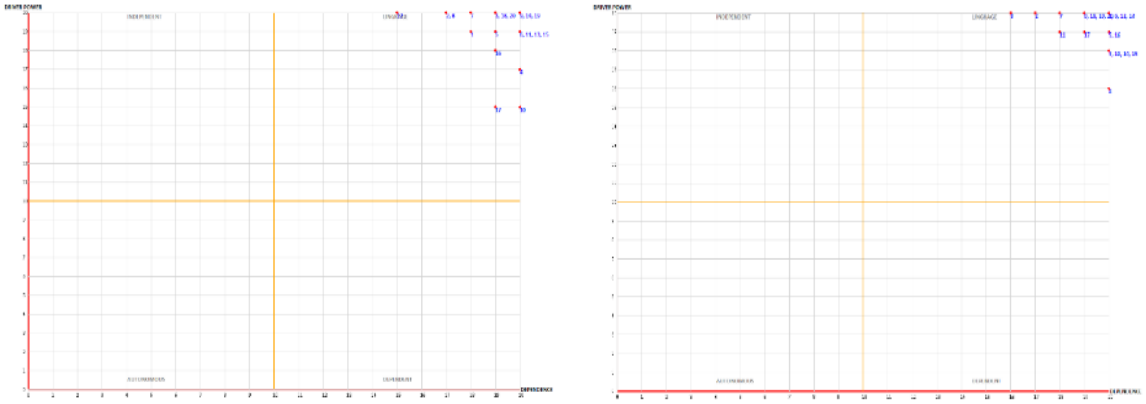
Sumber: Penulis (2025)

Gambar 4. Comical Matrix

Gambar 4 merupakan *comical matrix* risiko *waste* prioritas, *comical matrix* menunjukan *dependence* dan *driven power* tertinggi.

d. *Matrix of Cross Impact Multiplication (MICMAC)*

MICMAC digunakan untuk mengelompokkan subkriteria berdasarkan nilai daya dan ketergantungannya. Hasil analisis ini divisualisasikan pada Gambar 6.



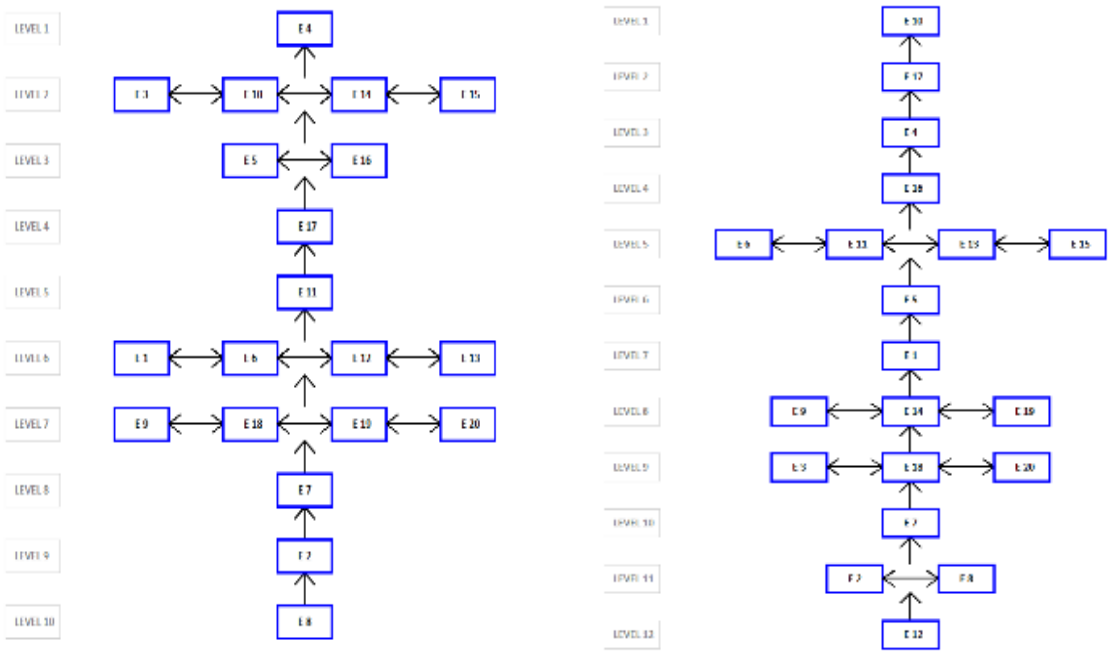
Sumber: Penulis (2025)

Gambar 5. *Matrix of Cross Impact Multiplication*

Hasil analisis MICMAC menunjukkan bahwa semua 20 sub-elemen dalam proses produksi berada di kuadran *lingkage*, yang menunjukkan pengaruh dan ketergantungan tinggi. Variabel-variabel ini sangat tidak stabil, sehingga perubahan pada satu elemen dapat berdampak besar pada sistem.

e. *Model ISM*

Model ISM disusun dengan menempatkan subkriteria dengan daya penggerak terbesar di tingkat tertinggi. Hasil model ISM untuk menentukan resiko prioritas dapat dilihat pada Gambar 7.



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 6. Model ISM

Berdasarkan Gambar 6, level 6 mencakup 12 sub-elemen (E1, E6, E12, A13, E9, E18, E19, E20, E7, E2, E8, E3) yang merupakan kriteria kunci paling berpengaruh

3.2 Pengolahan Data Metode FMEA

Setelah data diproses menggunakan ISM untuk menentukan prioritas risiko, langkah selanjutnya merupakan FMEA. Proses ini melibatkan wawancara dan diskusi dengan karyawan berpengalaman untuk menentukan strategi penanganan terhadap risiko pemborosan prioritas. Menurut Gani et al., (2023) FMEA adalah teknik sistematis yang dirancang untuk meningkatkan keamanan dan keandalan proses dengan mengidentifikasi potensi kesalahan atau risiko. Setiap risiko dinilai berdasarkan tiga parameter utama: tingkat keparahan, frekuensi kejadian, dan kemungkinan deteksi sebelum dampak merugikan terjadi. Penilaian risiko dilakukan melalui perhitungan Nomor Prioritas Risiko (RPN), yang membantu mengukur penyebab kegagalan dan memfasilitasi dalam hal pengambilan keputusan yang lebih baik dalam manajemen risiko.

a. Hasil Kuesioner Sebelum Perbaikan

Tabel 1. Hasil Kuesioner

Elmen/Sub Kriteria	Kode	Mode Kegagalan Potensial	Dampak Kegagalan	Penyebab	S						O						D						RPN
					1	2	3	4	5	N	1	2	3	4	5	N	1	2	3	4	5	N	
Kesalahan manusia (human error)	A6	Pengoperasian mesin yang salah	Produk cacat	Kurangnya pelatihan	7	6	7	6	7	7	8	8	7	8	8	8	7	8	6	6	7	7	348
Kegagalan pengendalian kualitas	A9	Pemeriksaan kualitas yang tidak memadai	Produk cacat	Kontrol kualitas yang tidak memadai	8	8	7	8	6	7	6	6	6	7	6	6	7	5	6	7	8	7	306
Masalah keselamatan kerja	A18	Cedera terkait pekerjaan	Risiko kesehatan bagi karyawan	Pelatihan keselamatan yang tidak memadai	8	7	8	8	7	8	5	5	6	5	5	5	8	7	6	7	8	7	287
Kurangnya fleksibilitas produksi	A12	Ketidakmampuan untuk beradaptasi dengan perubahan	Hilangnya peluang pasar	Proses yang kaku	7	7	8	7	8	7	6	6	5	6	7	6	5	7	6	6	7	6	278
Biaya produksi yang meningkat	A13	Kelebihan biaya	Penurunan margin keuntungan	Meningkatnya biaya material	8	7	7	8	8	8	7	6	8	7	6	7	5	5	6	5	6	5	277
Pengelolaan waktu yang buruk	A8	Penjadwalan yang buruk	Keterlambatan produksi	Kurangnya perencanaan	5	6	6	5	5	5	7	7	7	8	7	7	8	6	6	7	6	7	259
Kekurangan tenaga kerja terampil	A7	Kekurangan staf	Produksi tertunda	Perputaran karyawan yang tinggi	6	8	5	7	6	6	7	6	8	6	7	7	6	6	7	5	6	6	257
Kurangnya pengembangan sumber daya manusia	A19	Pengembangan keterampilan yang mandek	Penurunan kinerja karyawan	Kurangnya program pelatihan	6	6	7	5	6	6	6	6	7	6	6	6	5	5	5	7	7	6	219
Gangguan suplai bahan baku	A1	Delay in supply	Production halt	Supplier issues	8	7	8	8	7	8	6	6	7	6	6	6	5	6	6	5	5	5	240
Ketidak pastian pasar	A20	Fluctuating demand	Inventory management issues	Market volatility	7	7	8	7	8	7	6	6	7	6	6	6	5	7	6	6	7	6	252
Kerusakan mesin produksi	A3	Machine breakdown	Production downtime	Lack of maintenance	7	7	8	7	8	7	5	6	6	5	5	5	5	6	6	5	5	5	175
Kualitas bahan baku yang rendah	A2	Defective materials	Quality issues in final products	Poor supplier selection	5	6	5	6	5	5	5	6	6	5	5	5	5	6	5	6	5	5	150

Sumber: Penulis (2025)

Menurut Aulia Rohani & Suhartini (2021) Nilai RPN dalam analisis FMEA dihitung dengan mengalikan tiga kriteria penilaian utama, yaitu tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi. Hasil perhitungan ini kemudian disajikan dalam tabel FMEA untuk memprioritaskan risiko. Tabel

tersebut mencakup pengukuran yang relevan untuk masing-masing kriteria, yang membantu dalam mengidentifikasi dan mengelola risiko secara efektif.

Tabel 1. Hasil Perhitungan RPN

Elmen/Sub Kriteria	Kode	Mode Kegagalan Potensial	Dampak Kegagalan	Penyebab	RPN	Rekomendasi
Kesalahan manusia (*human error*)	A6	Pengoperasian mesin yang salah	Produk cacat	Kurangnya pelatihan	348	Terapkan program pelatihan yang komprehensif dan tetapkan prosedur operasi standar (SOP) untuk tugas-tugas penting.
Kegagalan pengendalian kualitas	A9	Pemeriksaan kualitas yang tidak memadai	Produk cacat	Kontrol kualitas yang tidak memadai	306	Perkuat langkah-langkah pengendalian mutu dan tingkatkan frekuensi pemeriksaan mutu.
Masalah keselamatan kerja	A18	Cedera terkait pekerjaan	Risiko kesehatan bagi karyawan	Pelatihan keselamatan yang tidak memadai	287	Tingkatkan program pelatihan keselamatan dan pastikan semua staf mengetahui protokol keselamatan.
Kurangnya fleksibilitas produksi	A12	Ketidakmampuan untuk beradaptasi dengan perubahan	Hilangnya peluang pasar	Proses yang kaku	278	Tinjau dan revisi proses produksi untuk meningkatkan fleksibilitas dan responsivitas.
Biaya produksi yang meningkat	A13	Kelebihan biaya	Penurunan margin keuntungan	Meningkatnya biaya material	277	Lakukan analisis biaya untuk mengidentifikasi area untuk pengurangan biaya; bernegosiasi dengan pemasok untuk mendapatkan harga yang lebih baik.
Pengelolaan waktu yang buruk	A8	Penjadwalan yang buruk	Keterlambatan produksi	Kurangnya perencanaan	259	Memanfaatkan alat manajemen proyek untuk meningkatkan penjadwalan dan melakukan audit waktu secara berkala.
Kekurangan tenaga kerja terampil	A7	Kekurangan staf	Produksi tertunda	Perputaran karyawan yang tinggi	257	Berinvestasilah dalam program pengembangan dan pelatihan karyawan; terapkan bimbingan untuk karyawan baru.
Ketidak pastian pasar	A20	*Fluctuating demand*	*Inventory management issues*	*Market volatility*	252	Analisis pasar, perencanaan fleksibel, diversifikasi produk, kerja sama mitra
Gangguan suplai bahan baku	A1	*Delay in supply*	*Production halt*	*Supplier issues*	240	Kembangkan hubungan yang kuat dengan banyak pemasok untuk mendiversifikasi rantai pasokan.
Kurangnya pengembangan sumber daya manusia	A19	Pengembangan keterampilan yang mandek	Penurunan kinerja karyawan	Kurangnya program pelatihan	219	Tetapkan rencana pengembangan karier yang jelas dan program pelatihan rutin untuk memastikan pertumbuhan karyawan.
Kerusakan mesin produksi	A3	*Machine breakdown*	*Production downtime*	*Lack of maintenance*	175	Pemeliharaan prediktif, stok suku cadang, pelatihan deteksi masalah
Kualitas bahan baku yang rendah	A2	*Defective materials*	*Quality issues in final products*	*Poor supplier selection*	150	Terapkan langkah-langkah pengendalian mutu yang lebih ketat untuk bahan yang masuk, termasuk audit dan pengujian pemasok.

Sumber: Penulis (2025)

b. Potensi Penyebab Kegagalan

Berdasarkan temuan dari FMEA, solusi perbaikan ditentukan dengan menggabungkan nilai Nomor Prioritas Risiko (RPN), yang membantu mengidentifikasi penyebab kegagalan yang perlu mendapatkan prioritas perbaikan. Jika nilai RPN tertinggi teridentifikasi, hal ini menunjukkan prioritas untuk tindakan perbaikan dan mitigasi. Tabel terperinci di bawah ini menguraikan rekomendasi perbaikan. Setelah analisis ini, fokus akan bergeser untuk mengidentifikasi faktor penyebab terkait kegagalan dengan nilai RPN tertinggi, untuk menentukan prioritas perbaikan secara sistematis, yang juga tercantum dalam tabel yang di bawah ini.

Tabel 2. Potensi Penyebab Kegagalan

Elmen/Sub Kriteria	Kode	Potensi Penyebab Kegagalan
Kesalahan manusia (human error)	A6	Kurang pelatihan, beban kerja berlebih
Pengelolaan waktu yang buruk	A8	Perencanaan buruk, komunikasi tidak lancar
Kegagalan pengendalian kualitas	A9	Kurang prosedur QC, bahan baku buruk
Kurangnya fleksibilitas produksi	A12	Mesin rigid, proses terstandarisasi
Masalah keselamatan kerja	A18	Kurang pelatihan, alat pelindung tidak memadai
Ketidakpastian Pasar	A20	Permintaan produk tidak stabil, persediaan berlebih atau kekurangan, kerugian finansial
Gangguan suplai bahan baku	A1	Keterlambatan, ketergantungan pemasok, masalah logistic
Biaya produksi yang meningkat	A13	kenaikan harga bahan baku, proses produksi yang tidak efisien, overhead tinggi, dan penggunaan tenaga kerja yang tidak efisien.
Kekurangan tenaga kerja terampil	A7	Perekrutan yang tidak tepat, kurangnya pelatihan
Kurangnya Pengembangan SDM	A19	Keterampilan karyawan tidak memadai, rendahnya produktivitas, kesulitan adaptasi terhadap perubahan
Kualitas bahan baku yang rendah	A2	Standar pemasok buruk, kurang inspeksi, penyimpanan salah
Kerusakan Mesin Produksi	A3	Downtime produksi, hilangnya output, biaya perbaikan meningkat

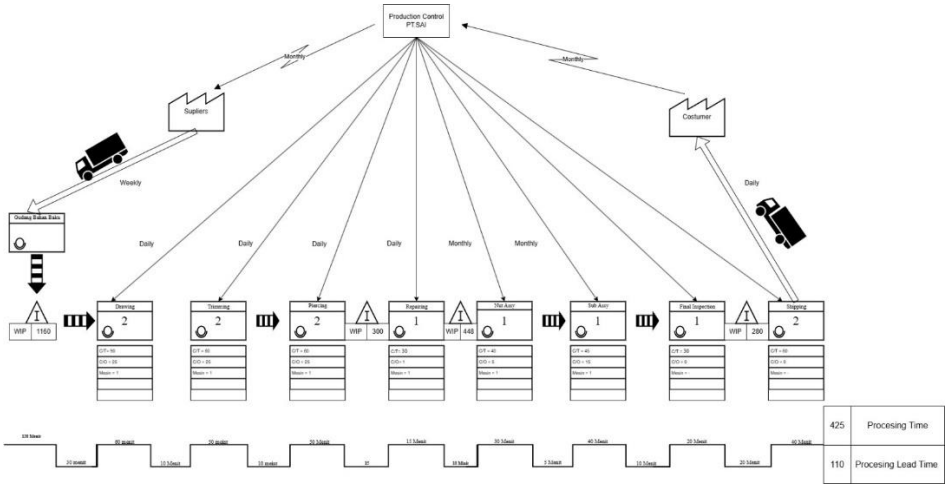
Sumber: Penulis (2025)

3.3 Pengolahan Data Metode VSM

Menurut Larasati & Laksono (2022) VSM adalah langkah awal untuk mengidentifikasi inefisiensi, meminimalkan pemborosan, dan menemukan penyebab mendasar dari inefisiensi. VSM membantu memahami aliran informasi dan proses operasional organisasi, serta memberikan solusi untuk masalah secara menyeluruh, bukan hanya memperbaiki proses terisolasi, sehingga menghasilkan perbaikan di seluruh spektrum operasional.

a. Analisa *Current Stap Map*

Berdasarkan *current state value stream mapping*, diperoleh informasi mengenai aliran proses produksi, aliran fisik dan material, waktu produksi, serta jumlah operator. Diketahui bahwa total lead time adalah 110 menit dan proses time sebesar 425 menit.



Sumber: Penulis (2025)
Gambar 7. *Current State Map*

b. *Value Added Time (VA)* dan *Non Value Added Time (NVA)*

VA adalah sebuah aktivitas atau kegiatan yang menambah nilai pada suatu produk atau jasa. Sedangkan NVA sebaliknya. Beberapa kegiatan yang termasuk dalam kategori nilai tambah dan nilai tidak tambah. Nilai dari *value added time* didapat dari waktu aktivitas yang tercantum dalam map VSM yang sekarang

c. Analisis *Non Value Added Time*

Pemborosan waktu dalam durasi aktivitas produksi sering kali disebabkan oleh pergerakan berlebihan, penundaan, periode tidak aktif, dan transportasi yang tidak perlu. Aktivitas yang tidak menambah nilai, seperti berjalan ke stasiun berikutnya atau menunggu pallet, juga menyumbang pada pemborosan. Untuk mengurangi pemborosan ini, diperlukan perbaikan layout dan penempatan peralatan yang lebih efisien. Penundaan akibat aktivitas pribadi operator, seperti merokok atau menggunakan ponsel, juga berkontribusi pada pemborosan waktu.

d. Analisis Pemborosan

Kegiatan atau elemen tertentu yang dapat berkontribusi pada inefisiensi, khususnya mengenai waktu yang berlebihan dan pergerakan yang tidak perlu dalam proses produksi di PT. SAI, dijelaskan dalam Tabel 4, seperti yang digambarkan di bawah ini.

Tabel 3. Analisi Pemborosan

Langkah Proses	Waktu Siklus	Waktu Tunggu	*Waste* yang Teridentifikasi	Masalah yang Teridentifikasi
Penyimpanan Bahan Baku	120 Menit	120 Menit	*Waiting, Inventory, Transportation*	Pemanfaatan ruang yang tidak efisien, keterlambatan akses ke material (A1)
Mesin *Drawing*	60 Menit	30 Menit	*Waiting, Defects*	Kerusakan mesin yang menyebabkan waktu henti (A3)
Mesin *Trimming*	50 Menit	10 Menit	*Defects, Overprocessing*	Kesalahan manusia selama pengoperasian (A6)

Langkah Proses	Waktu Siklus	Waktu Tunggu	*Waste* yang Teridentifikasi	Masalah yang Teridentifikasi
Mesin *Piercing*	50 Menit	10 Menit	*Defects*	Masalah kontrol kualitas yang menyebabkan cacat (A9)
Repairing	15 Menit	15 Menit	*Waiting, Defects, Overprocessing*	Proses yang tidak efisien, waktu perbaikan yang lama (A3)
Welding Spot Nut	30 Menit	10 Menit	*Defects, Overprocessing*	Kualitas pengelasan yang tidak konsisten (A9)
Welding Bracket Assembly	40 Menit	5 Menit	*Waiting, Motion*	Keterlambatan karena kurangnya tenaga kerja terampil (A7)
Final Inspeksi	20 Menit	10 Menit	*Overprocessing, Defects*	Proses pemeriksaan yang tidak memadai (A9)
Shipping	40 Menit	20 Menit	*Waiting, Transportation*	Kesenjangan komunikasi yang buruk menyebabkan keterlambatan pengiriman (A8)

Sumber: Penulis (2025)

e. Penentuan Akar Masalah Pemborosan

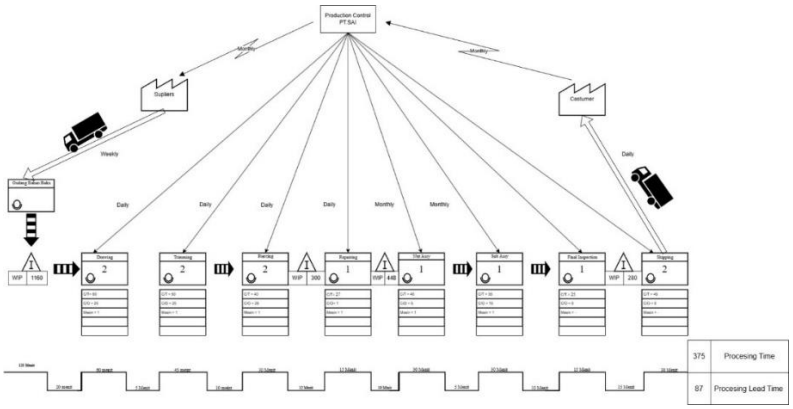
Berdasarkan pengamatan dan diskusi dengan PT. SAI, pemborosan terbesar dalam proses produksi terjadi pada bagian Penyimpanan Bahan Baku, *Drawing*, *Pearcing, Repairing*, dan *Shipping*. Bagian ini menghasilkan risiko pemborosan tertinggi karena ketidakefisienan seperti waktu tunggu yang lama, transportasi yang melelahkan, kerusakan peralatan, pergerakan tidak perlu, dan jarak jauh antara peralatan penting dalam proses produksi yang tidak optimal.

f. Pembentukan *Future State Map*

1. Penyusunan tindakan perbaikan dengan Lean Manufacturing

Setelah mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap pemborosan dan meningkatkan waktu non-nilai tambah, fase selanjutnya adalah penerapan perbaikan untuk mengurangi durasi yang tidak memberikan nilai. Langkah ini didasarkan pada analisis akar penyebab yang telah dilakukan sebelumnya.

2. Perubahan layout untuk mengurangi *waste*



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 8. Future State Map

Tata letak awal proses manufaktur di PT. SAI dinilai kurang optimal karena sembilan komponen operasional yang berjauhan. Untuk mengurangi pemborosan waktu, penulis mengusulkan layout baru yang lebih efisien, dengan menempatkan stasiun lebih dekat satu sama lain, seperti yang terlihat pada Gambar 8. Hal ini diharapkan dapat mengurangi waktu dan pergerakan yang tidak perlu.

Setelah pemrosesan komprehensif, terjadi pengurangan signifikan dalam waktu tunggu dan waktu proses keseluruhan yang sebelumnya tercatat masing-masing 425 menit dan 110 menit. Setelah analisis mendalam dan penerapan rekomendasi perbaikan, waktu tunggu dan waktu pemrosesan dalam pemetaan aliran nilai masa depan berkurang menjadi 375 menit dan 87 menit, mengurangi *lead time*. Selain itu, efisiensi meningkat pesat dari 68,18% menjadi 86,21% setelah implementasi perbaikan yang diajukan.

Tabel 4. Hasil Peningkatan Perbaikan

Tahap Proses	Waktu Siklus	Waktu Tunggu	*Waste* yang Ada di *Current*	Status di *Future*	Hasil Peningkatan
Penyimpanan Bahan Baku	120 Menit	60 Menit	*Waiting, Inventory*	Berkurang	Akses material yang lebih cepat dan penundaan yang berkurang.
Mesin *Drawing*	60 Menit	20 Menit	*Waiting, Downtime*	Berkurang	Peningkatan ketersediaan mesin dan lebih sedikit kerusakan.
Mesin *Trimming*	45 Menit	5 Menit	*Defect, Motion*	Berkurang	Peningkatan akurasi dan efisiensi dalam operasi pemangkasan.
Mesin *Piercing*	30 Menit	10 Menit	*Defect*	Berkurang	Peningkatan tingkat kerusakan dan kualitas yang konsisten.
Repairing	15 Menit	12 Menit	*Overprocessing, Waiting*	Berkurang	Perbaikan yang lebih efisien dan penyelesaian yang lebih cepat.
Welding Spot Nut	30 Menit	10 Menit	*Defect, Overprocessing*	Berkurang	Kualitas yang konsisten dalam pengelasan dengan lebih sedikit kebutuhan pengerjaan ulang.
Welding Bracket Assembly	30 Menit	5 Menit	*Waiting, Overprocessing*	Berkurang	Perakitan yang disederhanakan menghasilkan tingkat produksi yang lebih cepat.
Final Inspeksi	15 Menit	10 Menit	*Overprocessing*	Sedikit tersisa	Peningkatan efisiensi dan hasil kontrol kualitas yang lebih tinggi.
Shipping	30 Menit	15 Menit	*Waiting, Communication Gap*	Berkurang	Peningkatan koordinasi yang menghasilkan pengiriman tepat waktu.

Sumber: Penulis (2025)

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) di PT SAI berhasil mengidentifikasi dan mengurangi risiko pemborosan dalam produksi *body part*. Hasilnya signifikan, dengan pengurangan *lead time* dari 68,18% menjadi 86,21%, serta peningkatan efisiensi produksi. *Lean manufacturing* diterapkan

untuk menghilangkan pemborosan, sedangkan *Interpretive Structural Modeling* (ISM) digunakan untuk menganalisis interaksi elemen yang mempengaruhi risiko *waste* dan menjadikannya prioritas dalam metode FMEA. Sub-elemen pada level tertinggi (E1, E6, E12, A13, E9, E18, E19, E20, E7, E2, E8, E3) menjadi kriteria kunci yang paling berpengaruh. Faktor risiko yang mempengaruhi efisiensi produksi meliputi kualitas bahan baku, kerusakan mesin, dan kurangnya pelatihan karyawan, yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan produktivitas. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan strategi pengelolaan risiko yang lebih efektif dan berpotensi mengurangi pemborosan waktu serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas di PT SAI.

Ucapan Terima Kasih

Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada kedua orang tua saya atas doa, dukungan, dan semangat yang tiada henti dalam menyelesaikan pendidikan ini. Saya juga mengucapkan penghargaan setinggi-tingginya kepada dosen pembimbing akademik atas arahan, bimbingan, dan nasihat berharga yang diberikan selama proses penelitian ini. Selain itu, saya menyampaikan terima kasih kepada PT SAI yang telah bersedia menjadi objek penelitian serta memberikan data dan informasi yang dibutuhkan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Apriani, R. A., & Basuki, D. E. (2024). *Analisis Risiko Rantai Pasok Cabai Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) pada PT . XYZ Risk*. *January*.

Aulia Rohani, Q., & Suhartini. (2021). Analisis Kecelakaan Kerja dengan Menggunakan Metode Risk Priority Number, Diagram Pareto, Fishbone, dan Five Why's Analysis. *Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan I (SENASTIAN 1)*, 136–143.

Firmansyah, M., Masrun, M., & Yudha S, I. D. K. (2021). Esensi Perbedaan Metode Kualitatif Dan Kuantitatif. *Elastisitas - Jurnal Ekonomi Pembangunan*, *3*(2), 156–159. https://doi.org/10.29303/e-jep.v3i2.46

Gani, M., Histiarini, A. R., Ahistasari, A., & Wariori, R. Y. (2023). Analisis resiko kebakaran di bandara rr menggunakan metode fmea. *Jurnal Teknik Industri*, *9*(1), 22–33.

Herjito, A., & Setiawan, D. (2021). Strategi Pengembangan Komoditas Pangan Menuju Ketahanan Pangan Nasional Dengan Pendekatan SWOT-ISM-BSC. *Rekayasa*, *14*(2), 159–167. https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i2.10864

Ikome, J. M., Laseinde, O. T., & Kanakana Katumba, M. G. (2022). The Future of the Automotive Manufacturing Industry in Developing Nations: A Case Study of its Sustainability Based on South Africa's Paradigm. *Procedia Computer Science*, *200*, 1165–1173. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.316

Jain, V., & Qureshi, H. (2022). Modelling the factors affecting Quality of Life among Indian police officers: a novel ISM and DEMATEL approach. *Safety and Health at Work*, *13*(4), 456–468. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2022.07.004

Komariah, I. (2022). Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mengidentifikasi Pemborosan (Waste) Pada Produksi Wajan Menggunakan Value Stream Mapping (Vsm) Pada Perusahaan Primajaya Alumunium Industri Di Ciamis. *Jurnal Media Teknologi*, *8*(2), 109–118. https://doi.org/10.25157/jmt.v8i2.2668

Larasati, P. D., & Laksono, P. W. (2022). Implementasi Lean Manufacturing untuk Mempersingkat Lead Time di PT XYZ dengan Metode Value Stream Mapping. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC 2022*, 1–8.

Mukeshimana, M. C., Zhao, Z. Y., & Nshimiyimana, J. P. (2021). Evaluating strategies for renewable energy development in Rwanda: An integrated SWOT – ISM analysis. *Renewable Energy*, *176*, 402–414. https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.05.104

Papulová, Z., Gažová, A., & Šufliarský, L. (2022). Implementation of Automation Technologies of Industry 4.0 in Automotive Manufacturing Companies. *Procedia Computer Science*, *200*(2019), 1488–1497. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.350

Rifaldi, M., Sumargo, B., & Zid, M. (2021). Penerapan Metode Interpretative Structural Modeling (ISM) dalam Menyusun Strategi Pengelolaan Sampah. *Environment Science and Engineering Conference*, *2*(1), 11–18. https://esec.upnvjt.com/index.php/prosiding/article/view/33/67

Shibani, A., Hasan, D., Saaifan, J., Sabboubeh, H., Eltaip, M., Saidani, M., & Gherbal, N. (2022). Financial risk management in the construction projects. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, *36*(8), 552–561. https://doi.org/10.1016/j.jksues.2022.05.001

Wakhyudi, T., Sayuti, M., & Karnadi, K. (2024). Analisis Mitigasi Risiko Kecelakaan Kerja Divisi AC pada Perusahaan Elektronik di Karawang dengan Menerapkan Metode HOR dan ISM. *Journal of Integrated System*, *7*(1), 83–97. https://doi.org/10.28932/jis.v7i1.9154

Zaharuddin, et al. (2024). *JAPTI : Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri PERBAIKAN PROSES PRODUKSI MENGGUNANAKAN METODE VSM JAPTI : Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri Volume 5 , Nomor 1 , Maret 2024 , pp 1-6*. *5*, 1–6.