

## **IDENTIFIKASI WASTE DENGAN VALSAT DAN PEMBUATAN JADWAL MAINTENANCE UNTUK MENINGKATKAN OEE PADA IKM KOMPONEN OTOMOTIF**

Irma Agustiningsih Imdam<sup>1\*</sup>, Muhammad Aqsho<sup>1</sup>, Juliansyah Aristama<sup>1</sup>, Nico Sachzehan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Prodi Teknik Industri Otomotif, Politeknik STMI Jakarta

\*Corresponding author: [irma\\_ai@stmi.ac.id](mailto:irma_ai@stmi.ac.id)

### **Article history**

**Received:**

31-08-2025

**Accepted:**

28-11-2025

**Published:**

30-12-2025

Copyright © 2025  
Jurnal Teknologi dan  
Riset Terapan

**Open Access**

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan meminimalkan pemborosan (*waste*) pada proses produksi *join maple* di PT MNO, sebuah perusahaan IKM (Industri Kecil Menengah) yang bergerak di bidang komponen otomotif. Pendekatan *lean manufacturing* digunakan dengan metode *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memetakan alur proses produksi secara menyeluruh. Selanjutnya, penelitian ini menerapkan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) yang dilanjutkan dengan *Waste Relationship Matrix* (WRM) guna menentukan jenis pemborosan yang paling dominan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemborosan berupa cacat produk merupakan permasalahan utama yang menyebabkan peningkatan waktu produksi akibat aktivitas pengerajan ulang. Terdapat tiga jenis cacat pada produk *join maple*, yaitu gosong, dimensi kepala kecil, dan *burr*. Pendekatan VALSAT dengan menggunakan *Quality Filter Mapping* (QFM) menunjukkan bahwa cacat *burr* merupakan jenis cacat paling dominan pada proses pemotongan dengan nilai 1,26%, melebihi standar perusahaan sebesar 1%. Berdasarkan analisis diagram *fishbone*, penyebab utama cacat *burr* adalah sistem pemeliharaan yang masih bersifat korektif, belum tersedianya jadwal pergantian pahat secara berkala, serta lemahnya penerapan budaya 5S/5R. Solusi yang diusulkan meliputi penerapan preventive maintenance melalui jadwal pengecekan pahat harian, penggunaan lembar pengecekan, penjadwalan pergantian pahat berkala, serta penerapan konsep jidoka. Hasil implementasi perbaikan menunjukkan penurunan tingkat cacat dari 1,26% menjadi 0,88%, peningkatan availability dari 88% menjadi 94%, performance efficiency dari 63,76% menjadi 80%, serta quality rate dari 98,73% menjadi 99,34%, sehingga nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) meningkat sebesar 19,55%.

**Kata Kunci:** *Lean Manufacturing, WAQ, WRM, QFM, Pemeliharaan Mesin*

### **Abstract**

*This research aims to identify and minimize waste in the join maple production process at PT MNO, an IKM (small and medium industry) company operating in the automotive component sector. A lean manufacturing approach was applied using Value Stream Mapping (VSM) to analyze the overall production flow. Furthermore, a Waste Assessment Questionnaire (WAQ) followed by a Waste Relationship Matrix (WRM) was used to determine the most dominant type of waste. The results indicate that defect waste is the main problem, leading to increased production time due to additional rework activities. Three types of defects were identified in join maple products, namely burnt defects, small head dimensions, and burr defects. The VALSAT approach using Quality Filter Mapping (QFM) revealed that burr defects were the most dominant, occurring in the cutting process at a rate of 1.26%, exceeding the company standard of 1%. Based on fishbone diagram analysis, the main causes of burr defects include corrective maintenance practices, the absence of a periodic tool replacement schedule, and weak implementation of the 5S/5R culture. The proposed improvements include daily tool inspections as preventive maintenance, the use of inspection check sheets, scheduled tool replacement, and the application of jidoka. The results show that the defect rate decreased from 1.26% to 0.88%, availability increased from 88% to 94%, performance efficiency rose from 63.76% to 80%, and quality improved from 98.73% to 99.34%, resulting in a 19.55% increase in Overall Equipment Effectiveness (OEE).*

**Keywords:** *Lean Manufacturing, WAQ, WRM, QFM, Maintenance Machine*

## 1.0 PENDAHULUAN

Industri manufaktur komponen otomotif di Indonesia menghadapi tantangan besar dalam meningkatkan efisiensi produksi guna bersaing di pasar global yang semakin kompetitif [1]. Salah satu tantangan yang sering terjadi dalam industri manufaktur khususnya komponen otomotif adalah munculnya pemborosan (*waste*), dalam bentuk produk cacat (*defect*), yang dapat mengganggu kelancaran proses produksi dan menurunkan kualitas produk [2], [3]. Cacat ini tidak hanya menyebabkan pengerjaan ulang, tetapi juga berdampak pada meningkatnya waktu proses (*lead time*) dan biaya produksi [4].

Cacat produk merupakan penyumbang utama pemborosan pada lantai produksi, yang berakhir pada keterlambatan pengiriman produk ke pelanggan [5]. Cacat produk juga bisa disebabkan oleh mesin yang mengalami masalah. Walaupun langkah-langkah pencegahan sudah dilakukan, tetapi pada saat mesin beroperasi besar kemungkinan ada masalah komponen pada mesin sehingga dapat menghambat proses produksi [6], [7]. Salah satu masalah produk *defect* yang disebabkan oleh masalah pada mesin yaitu keausan mata pahat yang selalu bergesekkan pada saat proses permesinan (bubut, *milling*, *cutting*, dll) dengan benda kerja terutama berbahan logam yang mana keausan ini akan terus bertambah sampai titik pahat perlu dilakukan pergantian atau pengamplasan kembali [8], [9]. Dalam menangani pemborosan dalam hal ini yaitu produk *defect* pendekatan *lean manufacturing* dapat membantu dalam menurunkan tingkat *defect* dalam produksi [10].

*Lean manufacturing* merupakan pendekatan yang efektif dalam mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan di lini produksi. Pendekatan ini fokus pada peningkatan nilai tambah dengan mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah [11][12]. Penerapan *lean manufacturing* secara signifikan mampu meningkatkan efisiensi produksi dan menurunkan terjadinya cacat pada perusahaan manufaktur [13]. Salah satu alat analisis dalam *lean manufacturing* adalah *Value Stream Mapping* (VSM), yang mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap aliran material dan informasi dalam proses produksi serta membantu mengidentifikasi titik-titik pemborosan [14], [15]. VSM efektif dalam memetakan aliran proses dan mengidentifikasi titik pemborosan pada lini produksi industri manufaktur [16].

Selain VSM, metode *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) juga digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis jenis pemborosan yang terjadi, berdasarkan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) selanjutnya akan dibentuk *Waste Assessment Model* dengan menggunakan *Waste Relationship Matrix* (WRM) untuk membantu dalam mengukur dan memprioritaskan jenis pemborosan. Penerapan WAQ dan WRM efektif dalam mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada setiap proses di industri [17], [18].

Sementara itu, pendekatan metode VALSAT menggunakan *tools* QFM digunakan untuk mengklasifikasikan jenis cacat yang paling dominan dalam proses produksi juga QFM dapat membantu untuk mengetahui proses mana yang membuat kualitas produk menjadi bermasalah [11].

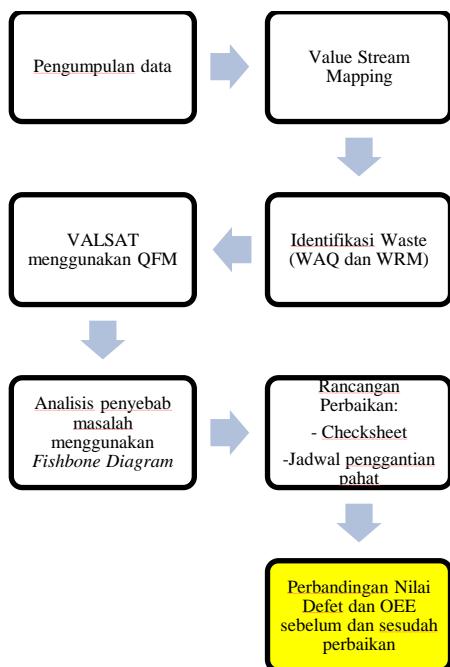
PT MNO, sebagai perusahaan yang bergerak di bidang produksi komponen otomotif, menangani permasalahan pada produk *defect* (cacat). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan juga mengurangi *waste* berupa *defect* pada proses produksi *join maple* di PT MNO dengan pendekatan *lean manufacturing*. Metode *Waste Assessment Model* (WAM) dan *Quality Filter Mapping* (QFM) digunakan untuk mengidentifikasi jenis cacat yang terjadi pada suatu proses, serta merumuskan solusi berbasis *autonomous maintenance*, pembuatan jadwal perbaikan/bergantian pahat dan penekanan budaya 5S/5R di lingkungan kerja. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan efisiensi dan kualitas proses produksi di IKM komponen otomotif.

## 2.0 METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode gembira (observasi langsung di lapangan) di PT MNO yang berlokasi di Jakarta Timur. Untuk memperkuat pelaksanaan observasi, penelitian diawali dengan studi literatur dan penelusuran referensi dari penelitian sebelumnya. Selanjutnya, guna memahami alur produksi secara menyeluruh dan menentukan pendekatan *lean manufacturing* yang tepat, dilakukan pengumpulan data melalui observasi langsung di area kerja serta wawancara dengan pihak terkait mengenai tahapan proses produksi, waktu setiap proses, aliran material, dan proses distribusi. Data yang diperoleh kemudian digunakan untuk menyusun *Value Stream Mapping* (VSM) agar alur proses produksi dapat tergambaran secara lebih jelas. Tahap berikutnya adalah penyebaran *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) kepada pemilik dan kepala produksi, disertai dengan pengukuran waktu pada setiap tahapan proses.

Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis untuk mengidentifikasi jenis pemborosan yang paling berdampak terhadap perusahaan, yang dalam penelitian ini adalah *defect*. Selanjutnya, pendekatan VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*) dengan menggunakan *Quality Filter Mapping* (QFM) diterapkan untuk mengidentifikasi titik munculnya cacat kualitas pada proses produksi. Setelah diketahui proses dengan tingkat *defect* tertinggi, dilakukan analisis akar penyebab menggunakan diagram *fishbone*. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dirancang dan diimplementasikan solusi perbaikan. Setelah implementasi, dilakukan perbandingan kinerja sebelum dan sesudah perbaikan untuk mengevaluasi dampak yang dihasilkan, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penarikan

kesimpulan. Alur penelitian secara umum disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1: Alur penelitian di PT MNO

### 3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

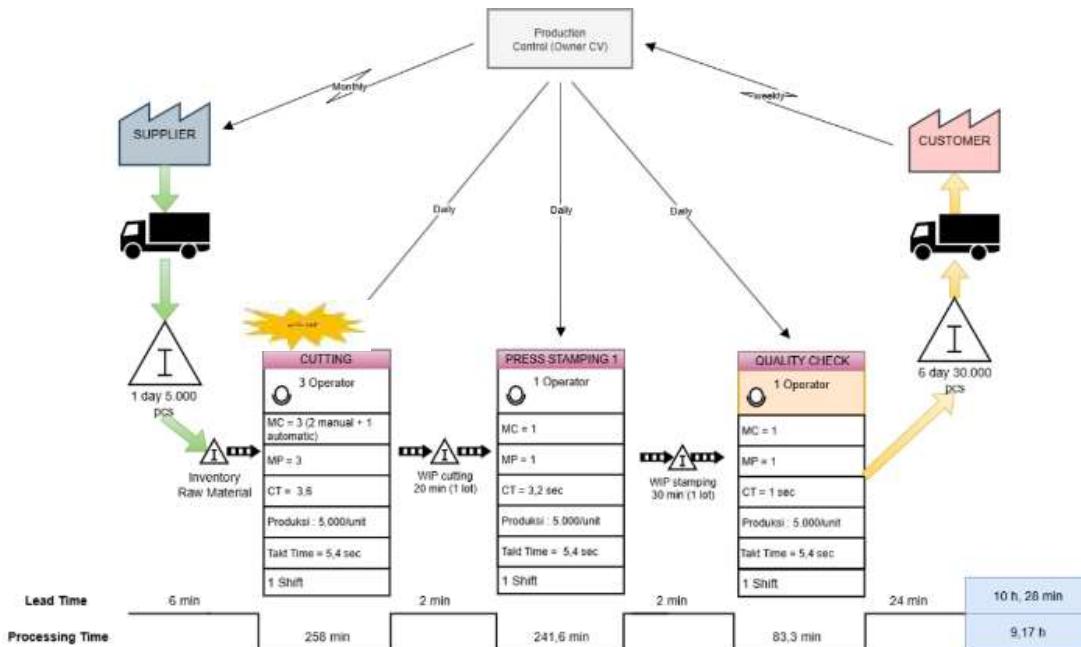
#### 3.1 Value Stream Mapping

PT MNO menerima pesanan rutin produk *join maple*, yaitu komponen otomotif yang berfungsi sebagai saluran udara berukuran kecil untuk membantu mengatur tekanan udara atau bahan bakar dalam sistem injeksi sepeda motor. Perusahaan menerima pesanan dari PT

Astra Honda Motor dengan volume permintaan berkisar antara 150.000 hingga 200.000 unit per bulan. Proses produksi terdiri atas beberapa tahapan, yaitu pemotongan (cutting), penekanan (stamping), pelapisan (plating) yang dilakukan oleh pihak luar, serta pemeriksaan kualitas. Bahan baku yang digunakan berupa pipa aluminium dengan diameter 6 mm dan 8 mm.

Aliran proses produksi dimulai dari penerimaan bahan baku, kemudian dilanjutkan dengan proses pemotongan, penekanan, dan pelapisan sebelum memasuki tahap pemeriksaan kualitas. Produk yang dinyatakan sesuai dengan standar langsung disimpan untuk dikirim kepada pelanggan. Sebaliknya, produk yang tidak memenuhi standar atau mengalami cacat akan diarahkan ke proses perbaikan berupa pengeboran sebelum dikirim. Alur proses produksi atau Value Stream Mapping (VSM) produk *join maple* di PT MNO ditampilkan pada Gambar 2.

PT Astra Honda Motor dengan volume permintaan antara 150.000 hingga 200.000 pcs per bulan. Proses produksi terdiri dari beberapa tahapan proses: *cutting*, *stamping*, *plating* (outsource), dan *quality check*. Bahan baku yang digunakan berupa pipa aluminium dengan diameter 6 mm dan 8 mm. Aliran proses produksi ini dimulai dari pemasukan *raw material*, kemudian melalui proses *cutting*, proses *stamping*, dan *plating* (vendor luar) sebelum memasuki tahap *quality check*. Apabila produk dinyatakan sesuai dengan standar, maka langsung simpan untuk dikirim ke customer, namun jika tidak sesuai standar atau terdapat cacat produk (NG), produk diarahkan proses *repair* (drilling) untuk diperbaiki sebelum dikirim. Berikut merupakan VSM atau alur proses produksi *join maple* PT MNO pada Gambar 2.



Gambar 2: Aliran Proses Produksi Atau Value Stream Mapping Produk *Join Maple*

### 3.2. Identifikasi Waste dengan WAQ

Setelah aliran proses produksi di PT MNO dipahami, tahap selanjutnya adalah melakukan identifikasi pemborosan menggunakan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) dengan menyebarkan kuesioner kepada pihak yang berkompeten di perusahaan, yaitu pemilik dan manajer perusahaan. Kuesioner tersebut terdiri atas 31 pertanyaan yang berkaitan dengan hubungan antar jenis pemborosan [18]. Hasil pengisian kuesioner WAQ kemudian digunakan untuk menyusun *Waste Relationship Matrix* (WRM) guna menganalisis keterkaitan antar pemborosan dan menentukan jenis pemborosan yang paling dominan berdasarkan penilaian narasumber. Data hasil kuesioner selanjutnya diolah dan disajikan dalam bentuk tabel *Waste Relationship Matrix*, yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Hasil Kuesioner *Waste Relationship Matrix*

F	T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	U	U	O	O	X	U	
I	U	A	O	O	U	X	X	
D	O	E	A	E	I	X	A	
M	X	U	I	A	X	O	O	
T	U	U	O	O	A	X	O	
P	U	U	I	O	X	A	U	
W	O	U	E	X	X	X	A	

Berdasarkan hasil kuesioner *Waste Relationship Matrix* (WRM) pada Tabel 1, dilakukan perhitungan skor dan pembobotan untuk setiap jenis pemborosan. Tahap awal perhitungan dilakukan dengan mengonversi

kode huruf ke dalam nilai angka acuan, yaitu A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, dan X = 0. Selanjutnya, nilai acuan tersebut dijumlahkan untuk memperoleh skor masing-masing pemborosan serta total skor hubungan antar matriks. Dari total skor tersebut kemudian dihitung persentase kontribusi setiap pemborosan. Nilai persentase ini digunakan untuk menentukan bobot pemborosan dengan cara membagi persentase masing-masing pemborosan terhadap total skor, kemudian dikalikan 100, sehingga diperoleh bobot setiap jenis pemborosan secara kuantitatif.

Hasil pengolahan WRM menunjukkan bahwa pemborosan dengan bobot tertinggi terdapat pada kategori cacat produk (defect) dengan nilai bobot sebesar 12,22, yang ditandai dengan kotak berwarna kuning pada matriks Tabel 2. Tingginya bobot tersebut menunjukkan bahwa ketidaksesuaian produk memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efektivitas dan kualitas proses produksi secara keseluruhan. Pemborosan jenis ini menjadi prioritas utama untuk ditangani karena kemunculan cacat produk tidak hanya berdampak pada kualitas produk akhir, tetapi juga memicu pemborosan lanjutan, seperti kebutuhan transportasi ulang, inspeksi tambahan, serta penumpukan persediaan. Oleh karena itu, upaya perbaikan perlu difokuskan pada pencegahan cacat sejak tahap awal proses produksi agar alur produksi dapat berjalan lebih efisien dan bebas dari pemborosan yang tidak bernilai tambah. Hasil lengkap pengolahan WRM dan pembobotan setiap jenis pemborosan disajikan pada Tabel 2.

.

Tabel 2: Hasil Pengolahan WRM dan Pembobotan Waste

TO FROM	O	I	D	M	T	P	W	SKOR	%	WEIGHT
O	10	2	2	4	4	0	2	24	12,37	6,38
I	2	10	4	4	2	0	0	22	11,34	5,85
D	4	8	10	8	6	0	10	46	23,71	12,22
M	0	2	6	10	0	4	4	26	13,40	6,91
T	2	2	4	4	10	0	4	26	13,40	6,91
P	2	2	6	4	0	10	2	26	13,40	6,91
W	4	2	8	0	0	0	10	24	12,37	6,38
TOTAL	24	28	40	34	22	14	32	194	100	
%	12,37	14,43	20,62	17,53	11,34	7,22	16,49	100		

Setelah diketahui bahwa bobot pemborosan tertinggi berdasarkan hasil *Waste Relationship Matrix* (WRM) pada penelitian ini adalah pemborosan berupa cacat produk (defect), tahap selanjutnya adalah menggunakan alat pemetaan (mapping tools) untuk menentukan metode pemetaan yang paling sesuai dalam menganalisis dan memperbaiki pemborosan utama tersebut. Alat pemetaan digunakan untuk memilih metode analisis berdasarkan tingkat urgensi pemborosan, yang

ditentukan dari besarnya bobot masing-masing jenis pemborosan. Setiap jenis pemborosan memiliki tingkat kecocokan yang berbeda terhadap metode pemetaan tertentu. Pemilihan metode pemetaan yang sesuai dengan jenis pemborosan yang terjadi pada proses produksi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3: *Mapping Tools*

Waste	Weight	Mapping Tools						
		PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
<b>Overproduction</b>	3,43	3,43	10,29		3,43	10,29	10,29	
<b>Inventory</b>	3,14	9,42	28,26	9,42		28,26	9,42	3,14
<b>Defect</b>	<b>6,57</b>	6,57			<b>59,13</b>			
<b>Motion</b>	3,71	<b>33,39</b>	3,71					
<b>Transportation</b>	3,71	<b>33,39</b>						3,71
<b>Process</b>	3,71	<b>33,39</b>		11,13	3,71		3,71	
<b>Waiting</b>	3,43	30,87	10,29		3,43	10,29	10,29	
<b>Overall structure</b>	<b>150,46</b>	<b>52,55</b>	<b>61,65</b>	<b>69,7</b>	<b>48,84</b>	<b>33,71</b>	<b>61,65</b>	

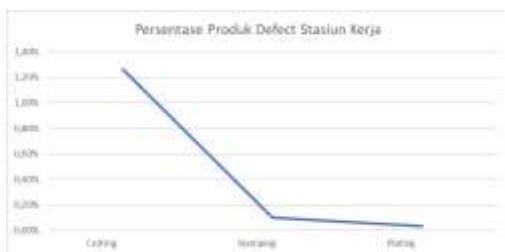
Berdasarkan hasil pemilihan alat pemetaan, diketahui bahwa pemborosan dengan bobot tertinggi adalah cacat produk dengan nilai 6,57. Oleh karena itu, alat pemetaan yang paling relevan untuk dianalisis lebih lanjut adalah *Quality Filter Mapping* (QFM) dengan nilai kecocokan sebesar 59,13. Selain itu, beberapa jenis pemborosan lain, seperti gerakan, transportasi, dan proses berlebih, juga menunjukkan tingkat kecocokan yang tinggi dengan *Process Activity Mapping* serta beberapa alat analisis pendukung lainnya. Pada tahap selanjutnya, *Quality Filter Mapping* digunakan untuk menelusuri akar penyebab terjadinya cacat dan merumuskan usulan

perbaikan sistem secara lebih spesifik. Metode ini berfungsi untuk mengidentifikasi jenis, sumber, dan tingkat cacat yang terjadi selama proses produksi, serta untuk mengetahui kontribusi masing-masing proses terhadap total cacat produk. Dengan demikian, QFM sangat efektif dalam mengidentifikasi titik-titik kritis pada proses produksi yang berkontribusi terhadap tingginya tingkat cacat, sehingga dapat dijadikan dasar dalam penyusunan strategi perbaikan yang lebih terfokus dan tepat sasaran. Hasil penyusunan *Quality Filter Mapping* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4: Identifikasi Cacat Terbanyak Dengan *Quality Filter Mapping*

<b>QUALITY FILTER MAPPING</b>							
Proses	Jenis Cacat	<b>Jumlah Cacat Selama Periode Maret 2025</b>					<b>Reject Rate</b>
		Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Total	
<b>Cutting</b>	<b>Burry</b>	380	455	345	335	1515	1,26%
<b>Stamping</b>	Dimensi mengecil	30	30	30	30	120	0,10%
<b>Plating</b>	Gosong	0	20	20	0	40	0,03%
<b>Total Produksi</b>		30000	30000	30000	30000	120000	1,40%

Berdasarkan hasil pemetaan *Quality Filter Mapping*, pada periode Maret 2025 diketahui bahwa proses cutting merupakan penyumbang cacat terbesar, khususnya jenis cacat burry. Pada proses ini dihasilkan sebanyak 1.515 produk cacat dengan tingkat penolakan sebesar 1,26% dari total produksi. Dengan total tingkat cacat keseluruhan mencapai 1,40%, maka upaya perbaikan difokuskan pada proses cutting sebagai prioritas utama guna menurunkan tingkat cacat secara menyeluruh di PT MNO. Perbandingan persentase cacat antar proses dan mesin produksi disajikan pada Gambar 3.

Gambar3: Perbandingan persentase *defect* antar proses dan mesin PT MNO.

### 3.3. Analisis Perbaikan

Setelah diketahui bahwa pemborosan paling dominan yang terjadi di PT MNO adalah cacat produk, maka upaya perbaikan difokuskan pada pengurangan cacat produk, khususnya cacat burry. Cacat burry merupakan kondisi pada produk *join maple* yang terjadi setelah proses pemotongan, di mana masih terdapat sisa hasil pemotongan atau gram yang menempel pada permukaan produk. Kondisi ini menyebabkan permukaan *join maple* menjadi tidak rata dan terasa kasar, sehingga tidak memenuhi standar kualitas yang ditetapkan perusahaan. Contoh visual cacat burry pada produk *join maple* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4: Defect Burr pada Join Maple

Untuk memperjelas karakteristik produk yang mengalami cacat *burr*, pada Gambar 4 ditampilkan visualisasi yang dihasilkan menggunakan *Generative AI* guna menunjukkan perbedaan antara produk yang memenuhi standar kualitas dan produk yang mengalami cacat *burr* secara lebih jelas. Visualisasi tersebut memperlihatkan perbandingan antara produk *join maple* yang baik dengan produk *join maple* yang mengalami cacat *burr*, yang ditandai dengan tanda panah pada area cacat. Hasil visualisasi menggunakan *Generative AI* tersebut disajikan pada Gambar 5.

Gambar 5: Hasil *Generative AI* Produk Bagus dan Produk Cacat *Burry*

Setelah diketahui bahwa cacat produk merupakan pemborosan paling dominan dan bahwa proses *cutting* menjadi penyumbang terbesar terhadap terjadinya cacat *burr*, dilakukan analisis lanjutan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan tersebut. Alat analisis yang digunakan adalah diagram *fishbone*. Melalui diagram ini, hubungan antara jenis cacat yang terjadi dan faktor-faktor penyebabnya dapat divisualisasikan secara sistematis, sehingga mendukung penentuan tindakan perbaikan yang lebih tepat sasaran [19], [20]. Hasil analisis diagram *fishbone* berdasarkan informasi yang diperoleh dari narasumber, yaitu manajer PT MNO, disajikan pada Gambar 6..



Gambar 6: Analisis Fishbone Diagram Terkait Defect Burr

Berdasarkan hasil analisis diagram *fishbone*, akar permasalahan penyebab terjadinya cacat *burr* dapat diidentifikasi dari beberapa faktor utama. Dari sisi mesin, pergantian pahat pada mesin *cutting* masih dilakukan setelah cacat terjadi dan belum dilaksanakan secara terjadwal. Dari faktor manusia, operator belum melakukan pemeriksaan secara menyeluruh sehingga cacat *burr* masih dapat lolos ke proses berikutnya. Pada faktor material, belum tersedia tempat penyimpanan material yang memenuhi standar, yang berpotensi memengaruhi kualitas proses. Dari sisi metode, kegiatan pemeliharaan masih bersifat reaktif, belum menerapkan pemeliharaan preventif, serta belum didukung oleh jadwal tetap dan lembar pengecekan untuk memantau kondisi pahat. Sementara itu, dari faktor lingkungan kerja, penerapan prinsip 5S/5R belum berjalan secara

optimal, menyebabkan area kerja kurang tertata dan berpotensi menimbulkan kesalahan dalam penggunaan pahat yang masih layak pakai.

Melalui analisis diagram *fishbone*, diketahui bahwa penyebab terjadinya cacat *burr* tidak hanya berasal dari faktor mesin dan metode, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor manusia, material, dan lingkungan kerja. Oleh karena itu, upaya perbaikan pada dasarnya perlu dilakukan secara menyeluruh, meliputi penyusunan jadwal pergantian pahat secara berkala pada faktor mesin, penambahan elemen kerja berupa pengecekan hasil pemotongan pada faktor manusia, penerapan pengecekan mandiri kondisi pahat atau *autonomous maintenance* pada faktor metode, perancangan tempat penyimpanan bahan baku pipa *stainless steel* pada faktor material, serta penguatan penerapan budaya 5S/5R pada faktor

lingkungan kerja. Namun, berdasarkan keterangan dari narasumber, cacat akibat material pipa *stainless steel* yang penyok sangat jarang terjadi, dan proses pengecekan produk telah memiliki stasiun kerja tersendiri sehingga operator mesin *cutting* difokuskan pada aktivitas pemotongan. Dengan mempertimbangkan kondisi tersebut, maka perbaikan yang diprioritaskan dalam penelitian ini difokuskan pada faktor mesin, metode, dan lingkungan kerja.

### 3.4. Rancangan Perbaikan

Faktor yang menjadi fokus perbaikan dalam penelitian ini meliputi mesin, metode, dan lingkungan kerja. Perbaikan pada faktor mesin dan metode memerlukan data pendukung yang berkaitan dengan mesin *cutting*, khususnya data umur pahat sejak awal digunakan hingga mengalami keausan [21] [22]. Data umur pahat pada mesin *cutting* yang digunakan dalam penelitian ini telah diverifikasi oleh narasumber dan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5: Data Umur Pahat Mesin *Cutting* PT MNO

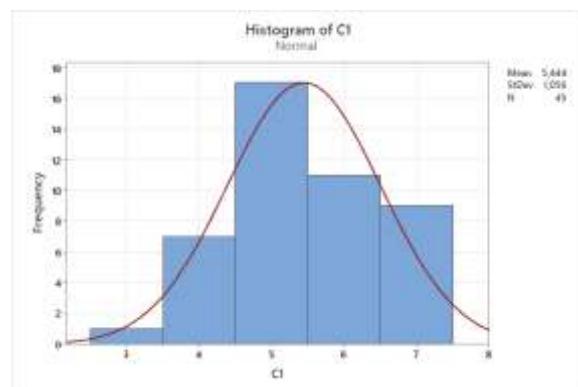
No	Mesin <i>Cutting</i>		
	Manual A	Manual B	Otomatis
1	5 hari	6 hari	6 hari
2	6 hari	7 hari	7 hari
3	4 hari	5 hari	7 hari
4	5 hari	7 hari	7 hari
5	5 hari	7 hari	5 hari
6	6 hari	5 hari	6 hari
7	5 hari	4 hari	6 hari
8	4 hari	6 hari	4 hari
9	7 hari	7 hari	5 hari
10	5 hari	6 hari	5 hari
11	3 hari	7 hari	5 hari
12	5 hari	5 hari	5 hari
13	6 hari	6 hari	5 hari
14	4 hari	4 hari	4 hari
15	5 hari	5 hari	6 hari
<b>Rata Rata umur pahat (MTBF) 5,45 hari</b>			

Data di atas, terlihat bahwa umur pahat pada masing-masing mesin berada dalam rentang 3 hingga 6 hari. Dengan penyebaran data yang relatif sempit. Hal ini mendukung pendekatan distribusi normal sebagai dasar dalam menentukan batas umur pakai pahat serta perencanaan jadwal pengecekan. Berikut merupakan standar deviasi dari variasi umur pahat:

$$s = \sqrt{\frac{14}{15 - 1}} = \sqrt{\frac{14}{14}} = \sqrt{1} = 1,00 \text{ hari}$$

(Sumber: Pengantar Statistika [23])

Setelah dilakukan pengumpulan dan perhitungan terkait data umur pahat mesin *cutting*, selanjutnya dibuat diagram distribusi normal. Diagram distribusi ini bertujuan untuk mengetahui penyebaran umur pahat dan memastikan apakah data tersebut mengikuti pola distribusi normal, yang penting untuk dijadikan dasar dalam penentuan jadwal *autonomous maintenance*. Untuk hasil diagram distribusi dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7: Distribusi Normal Umur Pahat Mesin *Cutting*

Berdasarkan hasil analisis diagram, diketahui bahwa data umur pahat membentuk pola distribusi yang mendekati distribusi normal dengan nilai rata-rata sebesar 5,44 hari dan standar deviasi sebesar 1,06 hari. Hal ini menunjukkan bahwa umur pahat memiliki tingkat penyebaran yang relatif stabil, sehingga penggunaan pendekatan distribusi normal dalam analisis umur pahat dinilai tepat. Berdasarkan data umur pahat mesin *cutting* tersebut, selanjutnya disusun metode *countdown* untuk mengetahui hari dan tanggal historis pergantian pahat mesin *cutting* yang telah dilakukan. Rekapitulasi jumlah hari terjadinya pergantian pahat mesin *cutting* pada periode 25 Maret 2025 hingga 14 Juni 2025 disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6: Rekapitulasi Hari Terjadinya Pergantian Pahat

Hari	Jumlah hari
Senin	4
Selasa	5
Rabu	1
Kamis	5
Jumat	5
Sabtu	10

Berdasarkan hasil rekapitulasi, hari Sabtu merupakan hari dengan frekuensi pergantian pahat paling tinggi, sedangkan hari Rabu menjadi hari dengan frekuensi pergantian pahat paling rendah. Sementara itu, pada hari Senin, Selasa, Kamis, dan Jumat frekuensi pergantian pahat relatif merata, yaitu antara empat hingga lima kali dalam rentang waktu 25 Maret 2025 hingga 14 Juni 2025, dengan rincian Senin sebanyak empat kali, Selasa lima kali, Kamis lima kali, dan Jumat lima kali. Berdasarkan temuan tersebut, perbaikan pada faktor metode dilakukan melalui penerapan *autonomous maintenance* pada mesin *cutting* berupa penyusunan jadwal pengecekan kondisi

pahat. Jadwal pengecekan pahat diprioritaskan pada hari Sabtu dengan tiga kali pengecekan, hari Senin, Selasa, Kamis, dan Jumat masing-masing dua kali pengecekan, serta hari Rabu satu kali pengecekan. Rincian waktu pengecekan pahat disajikan pada Jadwal Perawatan Rutin/Pengecekan Rutin yang ditampilkan pada Gambar 8.

PT MNO		Perawatan Rutin	
Jadwal Pengecekan Mata Pahat Mesin			
Mesin :		Operator :	
Penanggung Jawab :			
No	Hari	Jam	Keterangan
1	Senin	08:00 - 08:03	Pengecekan harian
		12:00 - 12:03	
2	Selasa	08:00 - 08:03	Pengecekan harian
		12:00 - 12:03	
3	Rabu	08:00 - 08:03	Pengecekan harian
4	Kamis	08:00 - 08:03	Pengecekan harian
		12:00 - 12:03	
5	Jumat	08:00 - 08:05	Inspeksi harian + Pencacatan perkiraan pahat aus pada checksheet
		12:00 - 12:05	
6	Sabtu	08:00 - 08:05	Inspeksi harian dan Penggantian mata pahat jika aus
		12:00 - 12:05	
7	OFF	OFF	OFF
SAFETY FIRST  , BUT QUALITY IS IMPORTANT 			

Gambar 8: Jadwal Pengecekan Mata Pahat Mesin Cutting

Setelah disusunnya jadwal pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*), diperlukan media pengendalian yang dapat mempermudah operator dalam melakukan proses pemeriksaan. Lembar pengecekan ini berfungsi sebagai alat bantu untuk mencatat kondisi aktual pahat setiap hari sesuai dengan waktu pengecekan yang telah ditentukan. Lembar pengecekan yang digunakan untuk pemeriksaan pahat pada mesin *cutting* disajikan pada Gambar 9.

PT MNO	Checksheets Pengecekan Pahat		
	TANGGAL :	Jam :	
Pahat Mesin	Kondisi Pahat	Keterangan	
Manual A <input type="checkbox"/>	Baik / Aus / Rusak		
Manual B <input type="checkbox"/>	Baik / Aus / Rusak		
Otomatis <input type="checkbox"/>	Baik / Aus / Rusak		
Ciri Ciri Pahat:			
Baik : Ujung tajam & lancip			
Aus : Ujung mulai tumpul			
Rusak : Ujung retak/pecah			
SAFETY FIRST  , BUT QUALITY IS IMPORTANT 			

Gambar 9: Checksheets Pengecekan Pahat Mesin Cutting

Setelah dilakukan perbaikan pada faktor metode, tahap selanjutnya adalah perbaikan pada faktor mesin melalui penyusunan jadwal pergantian pahat. Selain data umur pahat, penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa perancangan jadwal pergantian pahat juga memerlukan data rata-rata waktu hingga kerusakan (*Mean Time to Failure/MTTF*) dan rata-rata waktu perbaikan (*Mean Time to Repair/MTTR*) dalam satuan jam sebagai dasar penentuan linimasa pergantian pahat yang tepat [25].

Hasil perhitungan nilai MTTF dan MTTR dalam satuan jam berdasarkan data yang diperoleh dari narasumber disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7: MTTF (jam).

MTTF - Mean Time To Failure (Jam)		
Rata rata umur pahat	5,54 hari	MTTF =
1 hari kerja	6,5 jam	5,45 x 35,425 6,5 jam

Dari perhitungan tersebut diketahui bahwa rentang waktu umur pahat berdasarkan jam adalah 35,425 jam. Sehingga jika satu hari jam kerja mesin atau jam kerja efektif 6,5 jam maka umur pahat dari awal pergantian sampai pergantian ulang yaitu 5 hari 2 jam 55 menit. Berdasarkan pernyataan dari PT MNO untuk waktu pergantian pahat membutuhkan waktu sekitar kurang lebih 7 menit. Selanjutnya dapat dilakukan pembuatan jadwal pergantian pahat triwulan yang bisa digunakan dari periode Juni 2025 sampai Desember 2025 yang dapat dilihat pada Gambar 10.

PT MNO Jadwal Penggantian Mata Pahat Mesin Cutting Otomatis - Manual				
No	Tanggal Penggantian	Hari	Jam	Keterangan
1	14 Juni 2025	Sabtu	Pagi	
2	20 Juni 2025	Jumat	Pagi	
3	26 Juni 2025	Kamis	Pagi	
4	02 Juli 2025	Rabu	Pagi	
5	08 Juli 2025	Selasa	Pagi	
6	14 Juli 2025	Senin	Pagi	
7	19 Juli 2025	Sabtu	Pagi	
8	25 Juli 2025	Jumat	Pagi	
9	31 Juli 2025	Kamis	Pagi	
10	06 Agustus 2025	Rabu	Pagi	
11	12 Agustus 2025	Selasa	Pagi	
12	18 Agustus 2025	Senin	Pagi	
13	23 Agustus 2025	Sabtu	Pagi	
14	29 Agustus 2025	Jumat	Pagi	
15	04 September 2025	Kamis	Pagi	
16	10 September 2025	Rabu	Pagi	
17	16 September 2025	Selasa	Pagi	
18	22 September 2025	Senin	Pagi	
19	27 September 2025	Sabtu	Pagi	
20	03 Oktober 2025	Jumat	Pagi	
21	09 Oktober 2025	Kamis	Pagi	
22	15 Oktober 2025	Rabu	Pagi	
23	21 Oktober 2025	Selasa	Pagi	
24	27 Oktober 2025	Senin	Pagi	
25	01 November 2025	Sabtu	Pagi	
26	07 November 2025	Jumat	Pagi	
27	13 November 2025	Kamis	Pagi	
28	19 November 2025	Rabu	Pagi	
29	25 November 2025	Selasa	Pagi	
30	01 Desember 2025	Senin	Pagi	
31	06 Desember 2025	Sabtu	Pagi	
32	12 Desember 2025	Jumat	Pagi	
33	18 Desember 2025	Kamis	Pagi	
34	24 Desember 2025	Rabu	Pagi	
35	30 Desember 2025	Selasa	Pagi	

Gambar 10: Jadwal Pergantian Pahat Mesin Cutting

Selain perbaikan berupa penyusunan jadwal pergantian pahat pada mesin *cutting* sebagai bagian dari faktor mesin, perusahaan juga disarankan untuk menerapkan konsep jidoka, yaitu penghentian proses produksi secara otomatis apabila ditemukan ketidaksesuaian. Salah satu alternatif yang dapat dipertimbangkan oleh PT MNO adalah penggunaan kamera berbasis kecerdasan buatan, seperti produk KEYENCE, yang mampu mendeteksi dan memberikan peringatan secara otomatis ketika kondisi pahat telah aus atau ketika produk *join maple* terdeteksi mengalami cacat *burr*. Dengan penerapan sensor kamera berbasis kecerdasan buatan yang mampu melakukan deteksi secara nyata terhadap kondisi pahat maupun produk yang menyimpang dari standar, tingkat cacat dapat diminimalkan sehingga efisiensi dan produktivitas perusahaan dapat meningkat.

Selanjutnya, perbaikan pada faktor lingkungan kerja dilakukan dengan menekankan penerapan budaya 5S/5R, yang merupakan salah satu pendekatan perbaikan berkelanjutan yang relatif mudah diterapkan. Konsep 5S/5R bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang bersih, rapi, efisien, dan disiplin, sehingga dapat mencegah risiko kesalahan dalam pengambilan pahat akibat area penyimpanan alat yang tidak tertata. Untuk mendukung implementasi budaya ini, perusahaan diberikan media visual berupa poster edukatif 5S/5R yang mudah dipahami oleh seluruh karyawan sebagai sarana pengingat dan pembiasaan di lingkungan kerja.

### 3.5. Implementasi Perbaikan

Setelah perancangan *improvement* selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah menerapkan hasil perancangan

tersebut sebagai bentuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Perbaikan yang diimplementasikan meliputi penyusunan jadwal pengecekan harian atau perawatan rutin beserta lembar pengecekan pahat pada mesin *cutting*, penetapan jadwal pergantian pahat secara berkala, penyediaan katalog produk KEYENCE sebagai referensi penerapan konsep jidoka, serta penyediaan poster 5S/5R yang disertai dengan penerapan 5S/5R secara langsung di area kerja. Setelah penerapan perbaikan tersebut, khususnya melalui pergantian pahat yang dilakukan secara rutin dan terstruktur berdasarkan data historis keausan pahat serta pengecekan kondisi pahat secara berkala, terjadi penurunan cacat burr pada periode April 2025. Penurunan tingkat cacat tersebut ditunjukkan melalui hasil *Quality Filter Mapping* setelah perbaikan, yang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8: *Quality Filter Mapping* periode April 2025

Proses	Jenis Defect	Jumlah Reject Selama Periode April 2025					Reject Rate
		Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Total	
Cutting	Burry	380	455	345	335	1061	0,88%
Stamping	Dimensi mengecil	25	32	30	30	117	0,10%
Plating	Gosong	5	20	20	0	45	0,04%
<b>Total Produksi</b>		30000	30000	30000	30000	120000	1,40%

Pada periode April 2025, setelah diterapkannya pengecekan pahat secara terjadwal dan pergantian pahat yang dilakukan secara terstruktur untuk mencegah keausan pahat selama proses produksi, tingkat cacat burr mengalami penurunan hingga mencapai 0,38%. Langkah perbaikan yang relatif sederhana ini menunjukkan hasil yang cukup signifikan, karena mampu menurunkan hampir 50% cacat burr dibandingkan kondisi sebelum perbaikan. Apabila ke depannya diterapkan sensor kamera berbasis kecerdasan buatan untuk mendeteksi cacat burr secara otomatis, terdapat potensi besar bahwa tingkat cacat dapat ditekan lebih jauh, bahkan mendekati kondisi tanpa cacat, sekaligus menjadi langkah awal dalam transformasi menuju industri 4.0. Perbandingan tingkat cacat burr sebelum perbaikan pada Maret 2025 dan setelah perbaikan pada April 2025 disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9: Perbandingan Defect Burry

Perbandingan Jumlah Defect Burry		
Keterangan	Sebelum (Maret 2025)	Sesudah (April 2025)
Output produksi perbulan	120000	120000
Jumlah defect burry	1515	1061
Defect rate	1,26%	0,88%

Berikut merupakan visualisasi data terkait perbandingan persentase *defect burry* sebelum dan sesudah perbaikan pada Gambar 11.



Gambar 11: Diagram Perbandingan Defect Burry

Selain persentase *defect burry* turun, berdasarkan perhitungan *Availability*, *Performance* dan *Quality* dari PT MNO mengalami peningkatan yang cukup signifikan setelah implementasi. Berikut perhitungan OEE sebelum perbaikan PT MNO pada Tabel 10.

Tabel 10: Perhitungan OEE Sebelum Perbaikan

Perhitungan OEE Sebelum Perbaikan			
Jam Kerja per Hari	25800 detik	AV	OEE
Downtime Before Process	1500 detik		88%
Downtime After Process	720 detik		
Breakdown pergantian pahat	840 detik	PERFORMANCE	
Jam Kerja Mesin Tersedia	22740 detik	63,764%	55,49%
cycle time per unit	2,9 detik		
Output aktual perbulan	120000 unit		
Produk cacat perbulan	1515 unit	QUALITY	
Produk bagus	118485 unit	98,738%	

Dari hasil perhitungan OEE sebelum perbaikan tersebut pada tanggal April 2025 *downtime* pergantian pahat mesin *cutting* yang membuat waktu produksi berhenti selama 840 detik atau 14 menit sudah tidak terjadi lagi. Pada *downtime before process* aktifitas *setup* material dilakukan pada saat waktu bersamaan dengan pergantian pahat mesin *cutting* oleh operator mesin *cutting* yang berbeda sehingga *downtime before Process* dapat dioptimalkan. Hal ini diperkuat oleh penelitian sebelumnya bahwa berhenti produksi karena gangguan merupakan kerugian besar yang paling berpengaruh [26]. Berikut perhitungan *availability*, *performance* dan *quality* setelah perbaikan PT MNO pada Tabel 11.

Tabel 11: Perhitungan OEE Setelah Perbaikan

Perhitungan OEE Sesudah Perbaikan			
Jam Kerja per Hari	25800 detik	AV	OEE
Downtime Before Process	720 detik		94%
Downtime After Process	720 detik		
Jam Kerja Mesin Tersedia	24360 detik	PERFORMANCE	
cycle time per unit	2,9 detik	80,000%	75,04%
Output aktual perbulan	161280 unit		
Produk cacat perbulan	1061 unit	QUALITY	
Produk bagus	160219 unit	99,342%	

Berdasarkan hasil perhitungan *availability*, *performance* dan *quality* setelah perbaikan, nilai *availability* meningkat dari 88% menjadi 94%. *performance efficiency* naik dari 63,76% menjadi 80%. *quality unit* juga terjadi kenaikan dari 98,73% menjadi 99,34%. Sehingga OEE meningkat sebesar 19,55% dari 55,49% menjadi 73,04%.

#### 4.0 KESIMPULAN

Setelah dilakukan identifikasi *waste* dengan WAQ, diketahui bahwa *waste* yang paling berpengaruh dalam produktivitas pada PT MNO adalah *defect*. Setelah dilakukan analisa dengan QFM diketahui *defect* paling tinggi *burry* pada proses *cutting* yang disebabkan oleh faktor utama berupa pahat mesin *cutting* aus, tidak adanya pengecekan rutin pahat mesin *cutting* dan juga tata letak

peralatan yang tidak rapi. Sehingga perbaikan yang dilakukan berupa pembuatan jadwal pengecekan pahat rutin pada saat hari kerja dan *checksheet* pengecekan, jadwal pergantian pahat 7 bulan, dari bulan Juli sampai bulan Desember 2025, saran penerapan *jidoka* dan penerapan 5S/5R. Dari hasil *improvement* yang telah diimplementasikan *defect burry* turun mencapai 0,38% dari yang awalnya 1,36% menjadi 0,88%. Adapun nilai AV, PE dan QU masing-masing naik sehingga nilai OEE meningkat sebesar 19,55%, dari 55,49 naik menjadi 75,04.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dosen pengampu mata kuliah *lean manufacturing* yang telah memberikan arahan serta bimbingan dalam penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pimpinan dan seluruh staf karyawan PT MNO yang telah memberikan kesempatan, data, serta dukungan selama penelitian berlangsung. Tidak lupa, penulis juga berterima kasih kepada rekan sejawat dari Program Studi Teknik Industri Otomotif yang turut memberikan masukan dan semangat sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Suseno And H. Hengky, “Identifikasi Dan Eliminasi Pemborosan Aktivitas Pada Proses Produksi Suku Cadang Dengan Pendekatan Lean Manufacturing,” *Jiems (Journal Of Industrial Engineering And Management Systems)*, Vol. 12, No. 2, Aug. 2019, Doi: 10.30813/Jiems.V12i2.1667.
- [2] I. Y. Rangkuti *Et Al.*, “Rancangan Alat Bantu Pada Proses Produksi Baut/Mur Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping (Vsm) Di Pt Ila,” *Jenius : Jurnal Terapan Teknik Industri*, Vol. 5, No. 2, Pp. 302–312, Nov. 2024, Doi: 10.37373/Jenius.V5i2.1404.
- [3] P. Moengin And N. Ayunda, “Lean Manufacturing Untuk Meminimasi Lead Time Dan Waste Agar Tercapainya Target Produksi (Studi Kasus: Pt. Rollflex Manufacturing Indonesia),” 2020.
- [4] H. Hamdi Azwir And A. Kurniawan Setyanto, “Analisis Penerapan Lean Manufacturing Pada Penurunan Cacat Feed Roll Menggunakan Metode Pdca (Studi Kasus Pt. Xyz).”
- [5] Sarnadi And N. Sulistyowati, “The Effect Of Lean Manufacturing And Physical Work Environment On Labor Productivity In The Apparel Industry In Indonesia: Case Study,” *International Journal Of Research In Business And Social Science* (2147- 4478), Vol. 13, No. 1, Pp. 146–156, Feb. 2024, Doi: 10.20525/Ijrbs.V13i1.3131.
- [6] S. Gianluca Fenta *Et Al.*, “Pendekatan Fmea Untuk Mengidentifikasi Penyebab Kerusakan Mesin Bubut (Studi Kasus: Laboratorium Manufaktur Politeknik Negeri Batam),” 2025. [Online]. Available:

- [7] Http://Jurnal.Polibatam.Ac.Id/Index.Php/Jatra, Htps://Jurnal.Polibatam.Ac.Id/Index.Php/Jatra  
B. Haddli Irawan *Et Al.*, "Pengaruh Weld Time Terhadap Kecacatan Produk Pada Proses Pengelasan Material Termoplastik Abs (Akrilonitril Butadiena Stiren) Menggunakan Mesin Ultrasonic Welding," 2020. [Online]. Available: Http://Jurnal.Polibatam.Ac.Id/Index.Php/Jatra, Htps://Jurnal.Polibatam.Ac.Id/Index.Php/Jatra
- [8] M. Mandhalena Manurung *Et Al.*, "Study Keausan Mata Pahat Pada Proses Pembubutan Material St 37," 2024. [Online]. Available: Http://Jurnal.Polibatam.Ac.Id/Index.Php/Jatra, Htps://Jurnal.Polibatam.Ac.Id/Index.Php/Jatra
- [9] F. Sumasto *Et Al.*, "Pdca Method Application To Mitigate No Hole Drilling Defects In Housing Large Rcl Products In The Automotive Sector," *Engineering Journal*, Vol. 29, No. 10, Doi: 10.4186/Ej.2025.29.10.55.
- [10] H. Widiastuti, S. E. Surbakti, F. Restu, M. Hasan Albana, And I. Saputra, "Identifikasi Cacat Produk Dan Kerusakan Mold Pada Proses Plastic Injection Molding," 2019. [Online]. Available: Http://Jurnal.Polibatam.Ac.Id/Index.Php/Jatra, Htps://Jurnal.Polibatam.Ac.Id/Index.Php/Jatra
- [11] T. Aria Auliandri And N. Chofiya Alfiani, "Lean Manufacturing Approach To Reduce Wastefulness During Production Of Train Car-Body Using Valsat Method," *Kne Social Sciences*, Vol. 3, No. 10, Nov. 2018, Doi: 10.18502/Kss.V3i10.3467.
- [12] A. Khunaifi, R. Primadasa, S. B. Sutono, And F. Teknik, "Implementasi Lean Manufacturing Untuk Meminimasi Pemborosan (Waste) Menggunakan Metode Value Stream Mapping Di Pt. Pura Barutama," *Jurnal Rekayasa Industri (Jri)*, Vol. 4, No. 2, 2022.
- [13] S. Suhaeri, M. M. Mayanti, And Z. F. I. Ikatrinasari, "Implementation Of Lean Manufacturing With Vsm Method For Increase Testingprocess Efficiency Laboratory Drug Antacid," *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 14, No. 2, Pp. 117–129, Sep. 2024, Doi: 10.25105/Jti.V14i2.18899.
- [14] A. M. Zulfikar And T. Rachman, "Penerapan Value Stream Mapping Dan Process Activity Mapping Untuk Identifikasi Dan Minimasi 7 Waste Pada Proses Produksi Sepatu X Di Pt," 2020.
- [15] M. Azka Al, T. Industri Otomotif, And P. Stmi Jakarta Jl Letjend Suprapto, "Minimasi Lead Time Proses Produksi Pada Part Otomotif Tipe Bz 460 Rh Menggunakan Value Stream Mapping (Vsm) Di Pt Xyz," 2025.
- [16] R. Brilianto And N. P. Waluyowati, "Analisis Proses Produksi Dengan Value Stream Mapping Pada Industri Manufaktur," *Jurnal Kewirausahaan Dan Inovasi*, Vol. 3, No. 4, Pp. 1095–1103, Nov. 2024, Doi: 10.21776/Jki.2024.03.4.14.
- [17] A. J. Pical, Y. Irawati, And D. Andrian, "Lean Manufacturing Analysis: Using Wam And Valsat To Reduce Waste In The Plastic Sack Finishing Process At Pt Surya Plastindo," 2025. [Online]. Available: Www.Scientific.Net.
- [18] I. A. Rawabdeh, "A Model For The Assessment Of Waste In Job Shop Environments," *International Journal Of Operations And Production Management*, Vol. 25, No. 8, Pp. 800–822, 2005, Doi: 10.1108/01443570510608619.
- [19] A. Setiawan *Et Al.*, "Studi Kasus Analisis Defect Pada Komponen Otomotif Disertai Pemecahan Masalah Menggunakan Diagram Pareto Dan Fishbone," *Jurnal Ilmiah Research Student*, Vol. 2, No. 2, Pp. 53–63, 2025, Doi: 10.61722/Jirs.V2i2.4748.
- [20] M. R. Gunarti *Et Al.*, "Analisis Dampak Tersumbatnya Sistem Pelumasan Pada Mesin Diesel Generator Tipe Weichai Di Mv. Tasik Mas Dengan Metode Fishbone Diagram".
- [21] F. Sumasto *Et Al.*, "Implementasi Penjadwalan Preventive Maintenance Untuk Meningkatkan Nilai Efektivitas Mesin Pada Mesin Cnc Milling Vl-10i."
- [22] H. Tenis, A. Siburan, And B. H. Irawan, "Perencanaan Penjadwalan Preventive Dan Proactive Maintenance Pada Dies Molding Capacitor," 2020. [Online]. Available: Http://Jurnal.Polibatam.Ac.Id/Index.Php/Jatra, Htps://Jurnal.Polibatam.Ac.Id/Index.Php/Jatra
- [23] R. Sahabuddin And A. Karim, *Pengantar Statistika*. 2021. [Online]. Available: Https://Www.Researchgate.Net/Publication/354740344
- [24] B. Budiharjo And Z. F. Ikatrinasari, "Upaya Perbaikan Keandalan Roller Mill Dengan Root Cause Analysis Dan Pendekatan Preventive Maintenance," *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 6, No. 3, Nov. 2016, Doi: 10.25105/Jti.V6i3.1544.
- [25] F. Imansuri, Y. Hermawan, F. Sumasto, I. Rizki Pratama, F. Gusti Dendra, And I. Agustiningsih Imdam, "Implementation Of Min-Max Stock Insert Components To Prevent Lost Opportunity Tooling Case Study: Automotive Component Company," *Ijiem (Indonesian Journal Of Industrial Engineering & Management)*, Vol. 6, No. 2, Pp. 240–250, 2025, Doi: 10.22441/Ijiem.V6i2.26678.