

# Peningkatan Produktivitas dengan Pendekatan Lean Six Sigma dan FMEA pada Industri Sabun Cair

Muhammad Saladin<sup>1</sup>, Mokh Suef<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Sistem & Industri, Fakultas Teknologi Industri & Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Kampus ITS, Sukolilo, Jl. Raya ITS, Keputih, Surabaya, Jawa Timur 60117  
Email: [msaladin@gmail.com](mailto:msaladin@gmail.com), [m\\_suef@ic.its.ac.id](mailto:m_suef@ic.its.ac.id)

## ABSTRAK

Dalam industri *Fast Moving Consumer Goods*, menuntut efisiensi dalam proses produksinya. Pada produk sabun cair, tingkat produktivitas masih cukup rendah karena banyaknya *waste* selama proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dengan meminimalkan *waste* dengan menggabungkan metode *Lean Six Sigma* dengan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Metode tersebut dilakukan untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi selama proses produksi dan membantu analisis potensi kegagalan untuk diprioritaskan pada perbaikan *failure*. Tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) digunakan sebagai pedoman pada pendekatan *Lean Six Sigma*. Hasil analisis menunjukkan bahwa *waste* disebabkan oleh beberapa faktor, seperti *defect rate*, *downtime* mesin yang tidak terkontrol, serta ketidakseimbangan dalam aliran produksi. Selain itu, hasil *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) mengidentifikasi bahwa *defect* berupa kebocoran kemasan adalah *waste* paling berisiko dalam *packaging*. Mesin yang *breakdown* mengakibatkan waktu tunggu yang lama. Hasil rekomendasi perbaikan mampu meningkatkan level *sigma* dari 3.2 menjadi 4.5, persentase OEE menjadi 85%, dan mengurangi *lead time* produksi sebanyak 1.74 jam. Penelitian ini membuktikan bahwa gabungan pendekatan *Lean Six Sigma* dan FMEA mampu secara efektif dalam meningkatkan produktivitas dan mengendalikan risiko kegagalan pada permasalahan industri sabun cair.

**Kata kunci:** Produktivitas, *Waste*, *Lean Six Sigma*, *Failure Mode & Effect Analysis*

## ABSTRACT

*The fast-moving consumer goods industry demands efficiency in its production process. For liquid soap products, productivity levels are still quite low due to the large amount of waste during production. This study aims to increase productivity by minimizing waste by combining the Lean Six Sigma method with Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). This method is used to identify waste during the production process and assists in analysing potential failures to prioritise failure improvements. The DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) stage is a Lean Six Sigma approach guideline. The analysis results show that several factors, such as defect rates, uncontrolled machine downtime, and production flow imbalances cause waste. In addition, the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) results identified that defects in packaging leaks are the most risky waste in packaging. Machine breakdowns result in long waiting times. The results of the improvement recommendations were able to increase the sigma level from 3.2 to 4.5, the OEE percentage to 85%, and reduce production lead time by 1.74 hours. This study proves that combining Lean Six Sigma and FMEA approaches can effectively increase productivity and control the liquid soap industry's failure risk.*

**Keywords:** Productivity, *Waste*, *Lean Six Sigma*, *Failure Mode & Effect Analysis*

## Pendahuluan

Industri *Fast Moving Consumer Goods* (FMCG) merupakan salah satu sektor yang berkembang pesat di dunia. Sektor tersebut memiliki perputaran produk yang cepat, margin keuntungan yang kecil, serta sangat peka terhadap efisiensi operasional dan preferensi konsumen [1]. Produk dari industri FMCG mencakup kebutuhan sehari-hari yang dikonsumsi dalam waktu singkat, salah satunya adalah sabun yang memegang peranan penting dalam menjaga kebersihan dan kesehatan. Sabun tersedia dalam berbagai bentuk, seperti padat, krim, dan cair, dengan fungsi yang beragam, mulai dari mencuci tangan, pakaian, peralatan makan, hingga lantai. Di antara semua bentuk tersebut, permintaan terhadap sabun cair mengalami peningkatan yang signifikan, karena dianggap lebih higienis, mudah digunakan, serta tersedia dalam berbagai varian aroma dan ukuran kemasan yang [2]. Selain itu, sabun cair juga dinilai memiliki nilai tambah secara visual dan fungsional, memberikan peluang bagi produsen untuk melakukan diferensiasi produk di tengah pasar yang penuh kompetisi. Dengan tren konsumen yang terus bergerak menuju kemudahan dan kenyamanan, perusahaan FMCG dihadapkan pada tantangan untuk

tidak hanya menciptakan inovasi dalam produk sabun cair, tetapi juga mengoptimalkan proses produksinya agar mampu memenuhi permintaan pasar secara efisien dan berkelanjutan [3].

Di Indonesia, perusahaan sabun cair menjadi salah satu pemain utama dalam industri kosmetik. Produk pada perusahaan tersebut terbagi ke dalam tiga kategori utama, yaitu sabun bubuk, sabun *cream*, dan sabun cair. Pada sabun cair, perusahaan memproduksi berbagai macam produk kebutuhan rumah tangga, seperti sabun cuci piring, sabun cuci pakaian, cairan pembersih lantai, pewangi pakaian, pembersih kaca, dan sabun mandi, dengan berbagai varian aroma dan ukuran yang sesuai dengan preferensi konsumen. Produk-produk tersebut dikemas dalam botol, kantong (*pouch*), dan *sachet*, dengan berat yang disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan berbagai segmen pasar. Dalam proses produksinya, perusahaan mengoperasikan tiga pabrik yang masing-masing difokuskan berdasarkan karakteristik produk. *Plant 1* khusus memproduksi produk *slow moving* (pembersih lantai, pewangi pakaian, dan pembersih kaca). Sementara itu, *Plant 2* dan *Plant 3* untuk produk yang memiliki tingkat perputaran lebih cepat (*fast moving*), yakni sabun cuci baju dan sabun cuci piring, masing-masing dilengkapi lini produksi yang terpisah dan terorganisasi secara efisien. Pembagian ini berdasarkan jenis dan kecepatan perputaran produk merupakan strategi yang umum diterapkan dalam industri manufaktur guna meningkatkan efisiensi alur produksi dan pengelolaan kapasitas [4], [5].

Pada proses produksi, salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan adalah bagian *packaging*. Tidak hanya berfungsi sebagai pelindung produk, tetapi juga memegang peranan strategis dalam membentuk preferensi konsumen terhadap merek. Dalam industri FMCG, *packaging* merupakan elemen kunci yang dapat membedakan produk dari kompetitor, menyampaikan informasi penting, serta secara langsung memengaruhi keputusan pembelian pada penjualan [6]. Aspek desain, pilihan warna, ukuran, dan bahan *packaging* terbukti berpengaruh secara psikologis terhadap persepsi kualitas dan nilai produk oleh konsumen [7]. Penelitian oleh Parassih (2020) menunjukkan bahwa *packaging* yang menarik secara visual sekaligus informatif memberikan kontribusi signifikan terhadap preferensi konsumen dan bahkan dapat meningkatkan loyalitas terhadap merek [8]. Dalam menghadapi persaingan yang ketat, perusahaan dituntut untuk menjadikan *packaging* sebagai bagian penting dari strategi pemasaran yang dilakukan, bukan hanya sebagai elemen pelengkap. Hal ini disebabkan konsumen semakin sadar dan selektif dalam memilih produk berdasarkan tampilan *packaging*. Oleh karena itu, optimalisasi pada bagian *packaging* merupakan langkah yang harus dilakukan untuk meningkatkan daya tarik produk dan mendukung keberhasilan pemasaran secara keseluruhan.

Berdasarkan data internal perusahaan, departemen *packaging* menghadapi berbagai tantangan dan ketidakefisienan yang cukup signifikan. Rata-rata waktu *downtime* mencapai 20,2% dari seluruh waktu produksi, tingkat kerusakan produk mencapai 3%, dan inefisiensi dalam penanganan material sebesar 8,89%. *Waste* tersebut termasuk dalam kategori *seven wastes* menurut prinsip *Lean*, yaitu waktu tunggu, transportasi, gerakan berlebih, proses berlebih, inventori berlebih, overproduksi, dan *defect* yang secara langsung mempengaruhi peningkatan biaya operasional [9]. Dalam penelitian ini, penerapan pendekatan berbasis data menjadi sangat penting untuk mengidentifikasi penyebab masalah sekaligus mengoptimalkan proses. *Lean Six Sigma*, sebagai metodologi yang mengintegrasikan efisiensi *Lean* dan pengendalian kualitas *Six Sigma*, telah terbukti mampu mengurangi variasi proses, menekan *waste*, serta meningkatkan mutu produk melalui pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) [10]. Perubahan level *Six Sigma* menunjukkan peningkatan atau penurunan terhadap performa proses produksi. Semakin tinggi level *Six Sigma* dalam suatu proses produksi, maka proses makin mendekati tanpa cacat/kegagalan. Pendekatan ini pun makin diperkuat melalui penggunaan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), yang berfungsi untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam proses dan menentukan prioritas mitigasi berdasarkan nilai risiko (*risk priority number*) [11]. Kombinasi antara *Lean Six Sigma* dan FMEA terbukti mampu memberikan dampak positif dalam meningkatkan efisiensi operasional dan keandalan proses produksi, sekaligus mendukung peningkatan produktivitas secara berkelanjutan di berbagai sektor industri, termasuk industri FMCG [12].

Walaupun berbagai penelitian telah menunjukkan keberhasilan *Lean Six Sigma* dan FMEA secara terpisah dalam meningkatkan efisiensi operasional, hal tersebut masih berkonsentrasi pada industri manufaktur secara umum atau pada proses produksi utama seperti proses *mixing* dan *filling*. Penelitian yang secara khusus menggabungkan kedua pendekatan tersebut dalam konteks proses *packaging* di industri FMCG, khususnya di Indonesia, masih tergolong sedikit. Seperti contohnya pada penelitian Yunian (2024) yang membahas mengenai pengendalian kualitas *packaging* dengan penerapan *Lean Six Sigma* dan FMEA yang belum terintegrasi [13]. Selain itu, penelitian-penelitian yang ada belum banyak yang menerapkan pengujian kuantitatif mengenai efektivitas pelaksanaan perbaikan yang didasarkan pada data, sehingga belum dapat memberikan pedoman praktis yang menyeluruh bagi industri.

**Tabel 1.** Penelitian Terdahulu

Penulis	Tahun	Judul	Industri	<i>Lean Six Sigma</i>	FM EA	<i>Fishbone Digaram</i>	TR IZ	<i>Fault Tree Analysis</i>	VSM
Pratiwi, A.C., et al.	2024	Identifikasi Tingkat Kecacatan ... pada PT. XYZ [14]	Makana n <i>Instant</i>	v	v	v			

Penulis	Tahun	Judul	Industri	Lean Six Sigma	FM EA	Fishbone Digaram	TR IZ	Fault Tree Analysis	VSM
Laksmi, D. & Suparno	2024	Reducing Quality Costs ... Electronics Manufacturing [15]	Elektronik	v	v		v		
Pamungkas, S., et al.	2023	Implementasi Lean Six Sigma.. Efisiensi Produksi [16]	Makanan	v				v	
Rochamtuloh, F.Y. & Rusindiyan to	2025	Application of Six Sigma ... Production [17]	Tas	v	v	v			
Fadly, M.	2021	Implementasi Metode FMEA... Meningkatkan Kualitas Produk [18]	Manufaktur		v				
Saladin	2025	Penelitian ini	FMCG	v	v				v

Oleh karena itu, diperlukan metode yang terstruktur dan berbasis informasi untuk mengidentifikasi serta mengurangi berbagai jenis *waste* dalam proses *packaging*. Penggunaan *Lean Six Sigma* yang digabungkan dengan metode FMEA adalah solusi yang efektif untuk mengatasi ketidakefisienan itu dan sekaligus meningkatkan kualitas serta keandalan proses secara keseluruhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kekurangan tersebut dengan menggabungkan kedua pendekatan tersebut secara praktis dalam proses *packaging*, menemukan penyebab *waste* dan potensi kegagalan, serta menyusun rekomendasi untuk perbaikan yang berkelanjutan. Sehingga, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam peningkatan efisiensi operasional perusahaan, serta memperkaya studi ilmiah di bidang manajemen operasional dan rekayasa kualitas dalam industri FMCG.

### Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode kuantitatif. Metode yang akan digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan meningkatkan produktivitas di PT. XYZ adalah metode *Lean Six Sigma* dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Pada penelitian ini melibatkan beberapa tahapan mulai dari pengumpulan data, analisis, hingga implementasi rekomendasi. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung di PT XYZ dan melakukan wawancara kepada manajer, *supervisor*, dan karyawan untuk memperoleh pandangan mereka tentang permasalahan yang dihadapi, faktor penyebab, dan tantangan operasional. Kedua metode tersebut penting dilakukan untuk mendeteksi *waste* dan memahami perspektif subjektif karyawan [19]. Pengukuran kinerja proses menggunakan indikator seperti waktu siklus, tingkat produktivitas, jumlah *defect*, dan pemakaian bahan baku. Metode *Six Sigma* yang akan digunakan dalam penelitian ini mengikuti tahapan DMAIC dengan menggunakan software SPSS. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *risk priority number* dengan FMEA.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, dapat diketahui bahwa alur penelitian terdiri dari lima tahapan mulai dari pendefinisian hingga pengendalian. Pada tahap pendefinisian, akan dilakukan proses identifikasi *waste* dengan menggunakan ANOVA untuk

menentukan perbedaan antara berbagai jenis *waste* dalam proses produksi. Kemudian, dilakukan pengukuran dengan menghitung nilai *risk priority number*, *defect rate*, dan evaluasi waktu siklus produksi. Selanjutnya, hasil pengukuran akan dianalisis menggunakan FMEA untuk diberikan rekomendasi perbaikan. Serta, pada tahapan terakhir dilakukan *control* untuk menjaga hasil produktivitas yang lebih baik.

## Hasil Dan Pembahasan

### Tahap Define

#### 1) Penggambaran *Value Stream Mapping* (VSM)

**Tabel 2.** Hasil Statistik Deskriptif *Value Stream Mapping*

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
<i>Waiting Time</i> (Menit)		5	59	31.59	16.293
<i>Transportation</i> (Meter)		1	49	24.80	13.982
<i>Inappropriate Processing</i> (Kasus)		0	9	4.52	2.765
<i>Excess Inventory</i> (Unit)		106	975	531.84	280.940
<i>Unnecessary Motion</i> (Kasus)		0	19	9.29	5.564
<i>Defects</i> (Unit)	100	52	491	280.92	127.619
<i>Lead Time</i> (Jam)		1	10	5.74	2.633
<i>Processing Time</i> (Jam)		1	5	2.69	1.328
<i>Setup Time</i> (Menit)		5	118	60.62	35.845
<i>Downtime</i> Mesin (Menit)		2	177	93.07	52.082
Valid N ( <i>listwise</i> )					

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa waktu tunggu (*waiting time*) berkisar antara 5 hingga 59 menit, dengan rata-rata 31.59 menit. Transportasi material antar-proses berkisar antara 1 hingga 49 meter, dengan rata-rata 24.80 meter, menunjukkan adanya ketidakefisienan dalam perpindahan barang di dalam lini produksi. Kemudian, *inappropriate processing* menunjukkan adanya rata-rata 4.52 kasus per *batch*, sementara *excess inventory* mencapai rata-rata 531.84 unit. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi kelebihan stok bahan baku atau produk setengah jadi yang belum diproses dalam jumlah besar, yang berpotensi menyebabkan peningkatan biaya penyimpanan. Data lain menunjukkan bahwa *downtime* mesin memiliki nilai minimum 2 menit dan maksimum 177 menit dengan rata-rata 93.07 menit dimana durasi waktu tidak beroperasinya mesin memiliki variabilitas yang tinggi, yang berpotensi mengganggu kelancaran produksi. Sehingga, dapat diketahui bahwa terjadi beberapa permasalahan seperti banyaknya waktu tunggu, transportasi material yang tidak efisien, serta persediaan barang berlebih yang menjadi faktor utama penyebab inefisiensi dalam produksi di PT XYZ. Oleh karena itu pengurangan *lead time* dan optimalisasi proses produksi menjadi fokus utama dalam perbaikan sistem produksi.

#### 2) Identifikasi *Waste*

**Tabel 2.** Hasil ANOVA *Waste*

	F	Sig.
<i>Overproduction</i>	0.943	0.599
<i>Waiting Time</i>	0.944	0.598
<i>Transportation</i>	2.031	0.109
<i>Inappropriate Processing</i>	0.999	0.551
<i>Excess Inventory</i>	1.036	0.521
<i>Unnecessary Motion</i>	0.671	0.844
<i>Defects</i>	2.842	0.037

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa *defect unit* merupakan satu-satunya kategori *waste* yang menunjukkan perbedaan signifikan antar *batch* produksi ( $p = 0.037 < 0.05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa kualitas produk sangat bervariasi antar *batch*, dan menjadi faktor yang berpengaruh nyata terhadap efisiensi keseluruhan. Jenis *waste* lainnya seperti *overproduction*, *waiting time*, *transporting*, dan *excess inventory* tidak menunjukkan perbedaan signifikan ( $p > 0.05$ ), yang mengindikasikan bahwa *waste* tersebut cenderung konsisten atau stabil dari *batch* ke *batch*. Artinya, meskipun tetap merupakan *waste*, karakteristiknya tidak berubah secara mencolok antar produksi. Dengan demikian, prioritas utama perbaikan proses produksi di PT XYZ sebaiknya difokuskan pada penurunan *defect rate*.

### Tahap Measure

#### 1) Perhitungan *Risk Priority Number*

Data pada analisis ini berasal dari pengukuran langsung aktivitas produksi pada 100 *batch* di Departemen *Packaging* PT XYZ, yang kemudian dianalisis dengan menggunakan pendekatan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Dalam pendekatan ini, setiap jenis pemborosan (*waste*) dinilai berdasarkan tiga aspek utama:

- a. *Severity* (S): tingkat keparahan akibat dari kegagalan atau pemborosan,
- b. *Occurrence* (O): seberapa sering kegagalan tersebut terjadi,
- c. *Detection* (D): seberapa sulit kegagalan tersebut terdeteksi sebelum berdampak.

Ketiga skor ini dikalikan untuk memperoleh *Risk Priority Number* (RPN), yakni:

$$RPN = S \times O \times D \tag{1}$$

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan *Risk Priority Number*

Permasalahan	S	O	D	RPN
Kebocoran pada kemasan	9	7	5	315
Ketidaktepatan dalam pengisian produk	8	7	5	280
Kesalahan dalam <i>labelling</i> produk	7	7	5	245
Kerusakan akibat penyimpanan	7	6	5	210

Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa kebocoran pada kemasan memiliki nilai *risk priority number* tertinggi sebesar 315. Nilai yang tinggi tersebut memiliki arti bahwa mode kegagalan tersebut memiliki dampak signifikan terhadap kualitas produk dan harus segera ditangani. Untuk mengurangi risiko ini perusahaan perlu menerapkan strategi mitigasi risiko yang efektif.

**Tabel 4.** Hasil ANOVA *Risk Priority Number* Terhadap *Severity*

			<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
RPN * <i>Severity</i> (S)	<i>Between Groups</i>	( <i>Combined</i> )	404271.203	8	50533.900	3.751	.001
		<i>Linearity</i>	373715.884	1	373715.884	27.737	.000
		<i>Deviation from Linearity</i>	30555.319	7	4365.046	.324	.941
		<i>Within Groups</i>	1226089.387	91	13473.510		
		<i>Total</i>	1630360.590	99			

Berdasarkan Tabel 4, menunjukkan bahwa hubungan antara RPN dan *Severity* (S) memiliki signifikansi sebesar  $p = 0.001$ , yang berarti tingkat keparahan kegagalan dalam produksi memiliki pengaruh signifikan terhadap prioritas risiko yang harus ditangani. Lebih lanjut, *linearity* menunjukkan nilai  $p = 0.000$ , yang mengindikasikan hubungan linier yang kuat antara tingkat keparahan dan dampak risiko terhadap produksi.

**Tabel 5.** Hasil ANOVA *Risk Priority Number* Terhadap *Occurrence*

			<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
RPN * <i>Occurrence</i> (O)	<i>Between Groups</i>	( <i>Combined</i> )	598672.297	8	74834.037	6.601	.000
		<i>Linearity</i>	470527.623	1	470527.623	41.503	.000
		<i>Deviation from Linearity</i>	128144.674	7	18306.382	1.615	.141
		<i>Within Groups</i>	1031688.293	91	11337.234		
		<i>Total</i>	1630360.590	99			

Berdasarkan Tabel 5, dapat diketahui bahwa hubungan antara RPN dan *Occurrence* (O) juga menunjukkan hasil yang signifikan dengan  $p = 0.000$ , yang mengindikasikan bahwa semakin sering suatu kegagalan terjadi, semakin tinggi prioritas risiko yang harus ditangani. Namun, analisis *deviation from linearity* menunjukkan  $p = 0.141$ , yang berarti bahwa tidak semua variasi dalam data dapat dijelaskan dengan hubungan linier sederhana.

**Tabel 6.** Hasil ANOVA *Risk Priority Number* Terhadap *Detection*

			<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
RPN * <i>Detection</i> (D)	<i>Between Groups</i>	( <i>Combined</i> )	599286.357	8	74910.795	6.611	.000
		<i>Linearity</i>	510582.302	1	510582.302	45.063	.000
		<i>Deviation from Linearity</i>	88704.054	7	12672.008	1.118	.359
		<i>Within Groups</i>	1031074.233	91	11330.486		
		<i>Total</i>	1630360.590	99			

Berdasarkan Tabel 6, diketahui bahwa hubungan antara RPN dan *Detection (D)* juga signifikan dengan  $p = 0.000$ , yang berarti bahwa semakin sulit mendeteksi kegagalan, semakin tinggi risiko yang harus ditangani dalam proses produksi. Dari temuan ini, dapat disimpulkan bahwa tiga faktor utama dalam FMEA berkontribusi besar terhadap peningkatan risiko produksi di PT XYZ, sehingga mitigasi risiko harus difokuskan pada perbaikan deteksi dan pengurangan kejadian kegagalan.

2) Pengukuran *Defect Rate* dan *Rework Product*

**Tabel 7.** Hasil *Coefficient Risk Priority Number* Terhadap *Detection*

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	54.117	6.283		8.614	.010
Defect Rate %	2.140	2.024	.106	3.057	.000

Berdasarkan Tabel 7, hasil regresi linear dari *defect rate* menunjukkan bahwa *defect rate* memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah produk yang harus *rework* ( $p = 0.000$ ). Persamaan regresi yang dihasilkan menunjukkan bahwa setiap peningkatan *defect rate* sebesar 1% akan meningkatkan jumlah produk *rework* sebesar 2.140 unit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat *defect* dalam produksi, semakin banyak produk yang harus diperbaiki sebelum dapat dikirim ke pelanggan.

3) Evaluasi Waktu Siklus Produksi dan Efisiensi Mesin

**Tabel 8.** Hasil *Coefficient* Waktu Siklus Produksi dan Efisiensi Mesin

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	97.256	19.064		5.102	.000
Lead Time (Jam)	1.539	1.966	.078	3.783	.004
Processing Time (Jam)	4.783	3.900	.122	1.227	.002
Setup Time (Menit)	.289	.144	.199	2.007	.000

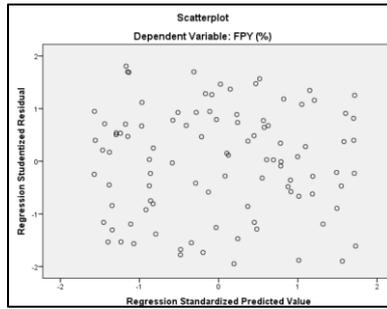
Berdasarkan Tabel 8, menunjukkan bahwa peningkatan *lead time* sebesar 1 jam akan meningkatkan *downtime* mesin sebesar 1.539 menit. Selain itu, peningkatan *processing time* sebesar 1 jam akan meningkatkan *downtime* sebesar 4.783 menit, sedangkan setiap peningkatan *setup time* sebesar 1 menit akan meningkatkan *downtime* sebesar 0.289 menit. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa optimalisasi waktu *setup* dan *processing time* sangat penting dalam meningkatkan efisiensi produksi di PT XYZ. Dengan memperbaiki sistem *setup* mesin dan mengurangi waktu *idle* selama produksi, perusahaan dapat menurunkan *downtime* dan meningkatkan kapasitas produksi secara keseluruhan.

4) Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *First Pass Yield* (FPY)

**Tabel 9.** Hasil *Coefficient Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *First Pass Yield* (FPY)

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	95.815	2.912		32.904	.000
OEE (%)	.065	.038	.172	1.729	.001

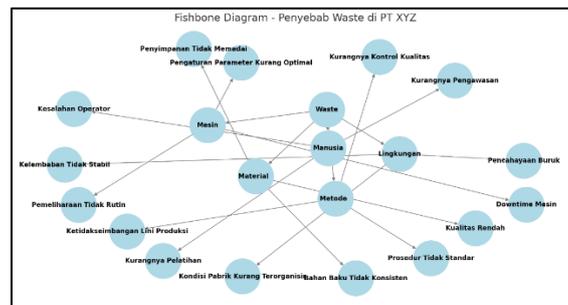
Berdasarkan Tabel 9, diketahui bahwa OEE memiliki pengaruh signifikan terhadap FPY dengan  $p = 0.001$ , yang berarti bahwa semakin tinggi efektivitas mesin, semakin tinggi jumlah produk yang dapat melewati inspeksi pertama tanpa perlu dilakukan *rework*. Persamaan regresi menunjukkan bahwa setiap peningkatan OEE sebesar 1% akan meningkatkan FPY sebesar 0.065%. Meskipun nilai ini terlihat kecil, dalam skala produksi yang besar, peningkatan OEE dapat menghasilkan pengurangan yang signifikan dalam jumlah produk *defect*, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi dan profitabilitas perusahaan. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa PT XYZ perlu fokus pada peningkatan efektivitas peralatan dengan melakukan pemeliharaan preventif dan optimalisasi pengaturan mesin.



Gambar 2. Scatterplot First Pass Yield

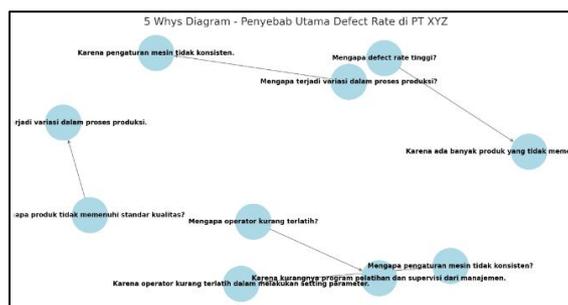
Gambar *scatterplot* yang ditampilkan menunjukkan distribusi residual dari hasil regresi terhadap FPY. *Scatterplot* ini memberikan gambaran tentang sejauh mana nilai prediksi regresi sesuai dengan nilai aktual FPY yang diamati. Penyebaran titik data yang acak tanpa pola tertentu menunjukkan bahwa asumsi normalitas residual dalam regresi telah terpenuhi. Hal ini mengindikasikan bahwa model regresi yang digunakan cukup baik dalam menjelaskan variasi FPY berdasarkan faktor yang dianalisis. Penyebaran data dalam *scatterplot* menunjukkan bahwa tidak terdapat pola tertentu yang menunjukkan heteroskedastisitas, yang berarti bahwa kesalahan dalam model regresi tidak dipengaruhi oleh nilai prediksi. Dengan demikian, hasil regresi ini dapat diandalkan untuk digunakan dalam pengambilan keputusan strategis terkait efisiensi produksi di PT XYZ.

### Tahap Analisis



Gambar 3. Fishbone Diagram Waste PT XYZ

*Waste* yang terjadi dalam proses produksi di PT XYZ merupakan faktor utama yang menyebabkan inefisiensi operasional. Berdasarkan analisis yang dilakukan menggunakan *fishbone diagram* (Ishikawa) ditemukan bahwa *waste* dalam sistem produksi disebabkan oleh lima faktor utama, yaitu manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Pada aspek manusia, kesalahan operator yang disebabkan oleh kurangnya pelatihan dan pengawasan mengakibatkan kesalahan dalam pengaturan mesin dan inspeksi kualitas, sehingga meningkatkan jumlah produk cacat dan kebutuhan *rework*. Untuk mesin, *downtime* yang tinggi dan kurangnya pemeliharaan rutin menyebabkan hambatan pada proses produksi dan waktu tunggu yang lebih lama, sementara pengaturan parameter mesin yang tidak optimal menyebabkan variasi dalam kualitas produk. Faktor metode menunjukkan bahwa prosedur kerja yang belum distandarisasi menciptakan *bottleneck* dan *lead time* yang tinggi, serta sistem pengendalian kualitas yang tidak cukup ketat sehingga banyak produk cacat terdeteksi terlambat. Dari sisi material, bahan baku yang tidak konsisten kualitasnya serta pengelolaan penyimpanan yang tidak memadai berkontribusi pada tingginya tingkat *defect* dan *waste* berupa inventori berlebih serta proses yang tidak sesuai standar. Sementara itu, faktor lingkungan seperti layout pabrik yang tidak efisien, pencahayaan yang kurang memadai, dan kelembaban yang tidak stabil memperburuk efisiensi kerja serta kualitas produk, akhirnya meningkatkan tingkat cacat dan menurunkan efisiensi keseluruhan proses produksi.



Gambar 4. 5 Whys Diagram Defect Rate PT XYZ

Berdasarkan Gambar 4, dapat diketahui bahwa salah satu penyebab utama *defect rate* adalah pengaturan mesin yang tidak konsisten, yang berakar pada kurangnya pelatihan operator serta minimnya supervisi dari manajemen. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kualitas sumber daya manusia melalui pelatihan dan pengawasan yang lebih baik dapat menjadi salah satu solusi efektif dalam mengurangi waste dalam produksi. Secara keseluruhan hasil analisis ini menegaskan bahwa PT XYZ perlu melakukan perbaikan pada aspek pelatihan operator, pemeliharaan mesin, standarisasi metode kerja, manajemen bahan baku, serta optimalisasi lingkungan kerja. Dengan menerapkan strategi perbaikan berbasis *Lean Six Sigma*, perusahaan dapat mengurangi tingkat waste, meningkatkan kualitas produk, dan meningkatkan efisiensi produksi secara keseluruhan.

Implementasi perbaikan berdasarkan *Lean Six Sigma* dan FMEA memberikan dampak positif terhadap efisiensi dan kualitas produksi di PT XYZ. Berdasarkan hasil analisis sebelum dan sesudah implementasi, terjadi peningkatan Level *Sigma* dari 3.2 menjadi 4.5, yang berarti jumlah *defect* per juta kesempatan produksi (DPMO - *Defects Per Million Opportunities*) mengalami penurunan drastis. Selain itu, terjadi peningkatan OEE dari 75% menjadi 85%, yang menunjukkan bahwa produktivitas mesin mengalami peningkatan yang signifikan. Penerapan metode ini juga berdampak pada pengurangan *lead time* dan peningkatan stabilitas proses produksi. Dengan diterapkannya *Just-in-Time* (JIT) serta optimalisasi aliran kerja berdasarkan *Value Stream Mapping*, PT XYZ berhasil mengurangi *lead time* produksi dari 5.74 jam menjadi 4 jam. Selain itu, *defect rate* mengalami penurunan yang signifikan, sehingga mengurangi jumlah produk *rework* yang harus dilakukan.

### Tahap Perbaikan

#### 1) Rekomendasi Perbaikan Berdasarkan *Lean Six Sigma*

- a. Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia
  - Melaksanakan program pelatihan operator secara berkala untuk meningkatkan kompetensi dalam pengoperasian mesin dan inspeksi kualitas.
  - Menerapkan sistem supervisi yang lebih ketat guna memastikan bahwa operator mematuhi standar kerja yang telah ditetapkan.
  - Mengembangkan prosedur kerja standar (*Standard Operating Procedures*) untuk memastikan bahwa setiap tahapan produksi berjalan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.
- b. Optimalisasi Penggunaan Mesin dan Pemeliharaan Preventif
  - Menerapkan sistem perawatan mesin secara berkala guna mengurangi *downtime* dan meningkatkan keandalan peralatan produksi.
  - Menggunakan sensor otomatis untuk mendeteksi kerusakan mesin lebih awal sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan sebelum terjadi gangguan besar.
  - Mengoptimalkan parameter pengaturan mesin untuk memastikan kestabilan produksi dan mengurangi variasi dalam kualitas produk.
- c. Peningkatan Efisiensi Proses Produksi
  - Menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) untuk mengidentifikasi dan mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah.
  - Menyesuaikan alur kerja dalam pabrik guna mengurangi waktu tunggu (*waiting time*) dan memperbaiki efisiensi pergerakan material di dalam lini produksi.
  - Menggunakan pendekatan *Just-in-Time* (JIT) untuk mengurangi persediaan barang setengah jadi dan memastikan bahwa bahan baku tersedia dalam jumlah yang tepat sesuai kebutuhan produksi.
- d. Peningkatan Kontrol Kualitas dan Reduksi *Defect Rate*
  - Menerapkan sistem inspeksi kualitas berbasis *Statistical Process Control* (SPC) untuk mendeteksi variasi dalam produksi dan mengidentifikasi potensi defect lebih awal.
  - Menggunakan sistem *poka-yoke* atau mekanisme pencegahan kesalahan guna memastikan bahwa operator dapat mendeteksi anomali dalam produksi sebelum produk cacat memasuki tahap selanjutnya.
  - Melakukan analisis regresi untuk mengidentifikasi hubungan antara variabel-variabel produksi dan mencari faktor utama yang mempengaruhi *defect rate*.

#### 2) Target Perbaikan dalam Peningkatan Level *Sigma*

Saat ini, berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya, PT XYZ berada pada Level *Sigma* sekitar 3.2, yang berarti bahwa masih terdapat banyak peluang untuk perbaikan guna mendekati level optimal yaitu *Six Sigma* ( $6\sigma$ ). Target utama dalam perbaikan ini adalah meningkatkan Level *Sigma* dari 3.2 menjadi 4.5 dalam jangka menengah, dengan langkah-langkah berikut:

- a. Mengurangi *Defect Rate*
  - Dengan menerapkan sistem inspeksi berbasis SPC dan *poka-yoke*, perusahaan menargetkan pengurangan *defect rate* dari 2.83% menjadi 1.0% dalam enam bulan ke depan.
  - Melakukan analisis regresi lebih lanjut untuk mengidentifikasi faktor utama yang mempengaruhi *defect rate* dan menyesuaikan parameter produksi untuk menguranginya.

- b. Meningkatkan Efisiensi Mesin (*Overall Equipment Effectiveness*)
    - Dengan melakukan pemeliharaan mesin secara lebih optimal dan menerapkan sistem *monitoring* otomatis, perusahaan menargetkan peningkatan OEE dari 75% menjadi 85% dalam satu tahun.
    - Pengurangan *downtime* mesin minimal 15% dari kondisi saat ini.
  - c. Pengurangan *Lead Time* dan Waktu Siklus Produksi
    - Dengan mengurangi waktu tunggu dalam produksi melalui optimalisasi aliran kerja dan sistem *Just-in-Time*, perusahaan menargetkan pengurangan *lead time* dari 5.74 jam menjadi 4 jam per *batch* produksi.
    - Perbaiki efisiensi lini produksi untuk menurunkan waktu siklus pemrosesan dari 2.69 jam menjadi 2 jam per *batch*.
- 3) Strategi Mitigasi Risiko Berdasarkan *Failure Mode and Effect Analysis*
- Berikut ini merupakan implementasi yang dapat diterapkan ketika di dalam proses produksi industri. Beberapa strategi tersebut sebaiknya diterapkan untuk meningkatkan produktivitas dalam proses produksi.
- a. Peningkatan Kontrol Kualitas pada Kemasan
    - Menggunakan material kemasan yang lebih tahan terhadap tekanan dan kebocoran.
    - Mengoptimalkan sistem inspeksi otomatis untuk mendeteksi cacat kemasan sebelum produk dikirim ke pasar.
    - Meningkatkan kontrol kualitas segel kemasan dengan menggunakan teknologi terbaru.
  - b. Optimasi Pengisian Produk dalam Kemasan
    - Mengkalibrasi ulang mesin pengisian produk untuk memastikan akurasi volume dan berat.
    - Menerapkan sistem pemantauan otomatis guna mengidentifikasi variasi dalam pengisian produk.
    - Meningkatkan standar operasional dalam pengisian untuk menghindari kesalahan manusia yang dapat menyebabkan variasi volume.
  - c. Perbaikan Proses *Labelling* Produk
    - Meningkatkan sistem pencetakan label dengan inspeksi otomatis untuk menghindari kesalahan cetak.
    - Menggunakan sensor verifikasi kode untuk memastikan bahwa informasi pada label sesuai dengan regulasi dan spesifikasi produk.
    - Melakukan uji sampel berkala guna memastikan bahwa semua produk yang dikemas memiliki informasi yang benar dan jelas.
  - d. Optimalisasi Penyimpanan dan Transportasi
    - Menyesuaikan metode penyimpanan produk agar tidak mengalami deformasi akibat tekanan berlebih.
    - Menggunakan sistem penyimpanan berbasis suhu dan kelembaban terkendali untuk menjaga kualitas produk selama distribusi.
    - Menstandarkan prosedur penanganan produk di gudang dan selama transportasi guna menghindari kerusakan mekanis.

## Simpulan

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis berbagai jenis *waste* yang terjadi dalam proses di departemen packaging dan memberikan rekomendasi perbaikan yang berguna bagi perusahaan. Berdasarkan data yang dikumpulkan, beberapa faktor utama yang menyebabkan inefisiensi dalam produksi di PT XYZ adalah tingginya *defect rate*, *downtime* mesin yang tidak terkontrol, serta ketidakseimbangan dalam aliran produksi. Melalui perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *First Pass Yield* (FPY), diketahui bahwa efektivitas mesin produksi masih berada pada tingkat yang kurang optimal. Dengan menerapkan strategi *Lean Six Sigma* dan melakukan perbaikan dalam pengelolaan sumber daya manusia, pemeliharaan mesin, serta kontrol kualitas yang lebih ketat, PT XYZ berhasil mengurangi *defect rate* secara signifikan dan meningkatkan efisiensi produksi. Selain itu, hasil *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) mengidentifikasi bahwa mode kegagalan yang paling berisiko dalam packaging adalah kebocoran kemasan, ketidaktepatan dalam pengisian produk, serta kesalahan dalam *labelling* produk, yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi dan harus segera diperbaiki. Kontribusi pada penelitian ini adalah mengintegrasikan metrik performa OEE dan FPY dengan FMEA dalam permasalahan perbaikan *waste* pada industri manufaktur.

Namun, studi ini memiliki keterbatasan yang mana hanya mencakup satu departemen *packaging* dan belum mempertimbangkan faktor eksternal seperti kondisi pasar atau pergeseran permintaan. Selain itu, analisis masih terbatas pada data historis tanpa menerapkan metode prediktif. Sehingga, pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menganalisis dari keseluruhan sistem produksi, menggunakan pendekatan berbasis data *real-time*, serta mempertimbangkan integrasi dengan sistem manufaktur yang berkelanjutan yang memperhatikan aspek lingkungan dan sosial. Temuan ini mengimplikasi perlunya

mengembangkan strategi produksi berkelanjutan yang tidak hanya berfokus pada optimalisasi biaya dan waktu, tetapi juga pada dampak lingkungan dan sosial dari sistem manufaktur yang digunakan.

### Daftar Pustaka

- [1] P. Kotler And K. L. Keller, *Marketing Management*, 15th Ed. Pearson Education, 2016.
- [2] T. Susanti And A. F. R. Sari, "Persepsi Konsumen Terhadap Kualitas Produk Sabun Lifebuoy Di Kota Pontianak," *Jemba : Jurnal Ekonomi Pembangunan, Manajemen Dan Bisnis, Akuntansi*, Vol. 1, No. 2, Pp. 123–137, Jun. 2021, Doi: 10.52300/Jemba.V1i2.2991.
- [3] I. N. Pujawan And E. R. Mahendrawathi, *Supply Chain Management*. Surabaya: Its Press, 2017.
- [4] J. Heizer, B. Render, And C. Munson, *Operations Management*, 13th Ed. Harlow: Pearson Education, 2020.
- [5] W. J. Stevenson, *Operations Management*, 14th Ed. New York: Mcgraw-Hill Education, 2021.
- [6] P. Silayoi And M. Speece, "The Importance Of Packaging Attributes: A Conjoint Analysis Approach," *European Journal Of Marketing*, Vol. 41, No. 11/12, Pp. 1495–1517, Nov. 2007, Doi: 10.1108/03090560710821279.
- [7] G. A. Imiru, "The Effect Of Packaging Attributes On Consumer Buying Decision Behavior In Major Commercial Cities In Ethiopia," *International Journal Of Marketing Studies*, Vol. 9, No. 6, P. 43, Nov. 2017, Doi: 10.5539/Ijms.V9n6p43.
- [8] E. K. Parassih And E. H. Susanto, "Pengaruh Visual Packaging Design (Warna, Bentuk, Ukuran) Dan Packaging Labeling (Komposisi, Informasi Nilai Gizi, Klaim) Terhadap Purchase Intentions Produk Makanan Dan Minuman Dalam Kemasan Di Jakarta," *Jurnal Manajemen Bisnis Dan Kewirausahaan*, Vol. 5, No. 1, P. 66, Jan. 2021, Doi: 10.24912/Jmbk.V5i1.10451.
- [9] Kaihena F., M. L. Pattiapon, And N. E. Maitimu, "Pengurangan Pemborosan Dan Perbaikan Pada Kegiatan Proses Prepare Delivery Dengan Metode Seven Waste Di Pt Inoac Polytechno Indonesia," *Jurnal Teknologi*, Vol. 76, No. 6, Pp. 149–156, 2023.
- [10] H. Kurnia, C. Jaqin, And H. Manurung, "Implementation Of The Dmaic Approach For Quality Improvement At The Elastic Tape Industry," *J@Ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, Vol. 17, No. 1, Pp. 40–51, Mar. 2022, Doi: 10.14710/Jati.17.1.40-51.
- [11] H.-W. Lo, J. J. H. Liou, C.-N. Huang, And Y.-C. Chuang, "A Novel Failure Mode And Effect Analysis Model For Machine Tool Risk Analysis," *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 183, Pp. 173–183, Mar. 2019, Doi: 10.1016/J.Res.2018.11.018.
- [12] A. Sutrisno, I. Gunawan, I. Vanany, M. Asjad, And W. Caesarendra, "An Improved Modified Fmea Model For Prioritization Of Lean Waste Risk," *International Journal Of Lean Six Sigma*, Vol. 11, No. 2, Pp. 233–253, Oct. 2018, Doi: 10.1108/Ijlss-11-2017-0125.
- [13] B. T. Yunian, Y. P. Negoro, And E. D. Priyana, "Analisis Pengendalian Kualitas Packaging Tepung Terigu Kemasan 25kg Dengan Metode Six Sigma Dan Failure Mode Effect Analysis," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, Vol. 8, No. 2, Pp. 1231–1241, Apr. 2024, Doi: 10.33379/Gtech.V8i2.4231.
- [14] A. C. Pratiwi, Hidayat, And E. D. Priyana, "Identifikasi Tingkat Kecacatan Kemasan Mie Instant Soto Menggunakan Metode Six Sigma Dan Fmea Pada Pt. Xyz," *Journal Of Information Technology And Computer Science (Intecoms)*, Vol. 7, No. 6, Pp. 2257–2264, 2024.
- [15] D. Laksmi And Suparno, "Reducing Quality Costs Through The Integration Of Six Sigma, Process Failure Mode And Effects Analysis (Pfmea), And Theory Of Inventive Problem Solving (Triz) In Mass Production Electronics Manufacturing," *Journal Of Multidisciplinary Research And Development*, Vol. 3, No. 3, Pp. 486–502, 2025.
- [16] S. Pamungkas, E. Suhendar, And R. Usman, "Implementasi Metode Lean Six Sigma Dan Fault Tree Analysis Untuk Peningkatan Kualitas Produk Kulit Kebab Labanese Di Pt Bangaji Citrarasa Lestari," *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 22, No. 2, P. 98, Sep. 2023, Doi: 10.20961/Performa.22.2.80462.
- [17] F. Y. Rochmatullah And R. Rusindiyanto, "A Application Of Six Sigma And Fmea Methods For Defect Reduction In Woven Bag Production," *Itej (Information Technology Engineering Journals)*, Vol. 10, No. 1, Pp. 119–131, Jun. 2025, Doi: 10.24235/Itej.V10i1.215.
- [18] M. Fadly, "Implementasi Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Pada Sistem Manufaktur Untuk Meningkatkan Kualitas Produk," *Jurnal Matrik*, Vol. 10, No. 1, 2021.
- [19] J. W. Cresswell, *Research Design: Qualitative, Quantitative, And Mixed Methods Approaches*, 4th Ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2014.