



Implementasi *Lean Six Sigma* untuk Meminimasi Waste Proses Produksi Obat Nyamuk Bakar

Muhammad Abdul Hafizh*, Rony Prabowo

Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. Arief Rahman Hakim No.100, Surabaya, Jawa Timur 60117, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Artikel Masuk: 13 Maret 2022

Artikel direvisi: 11 September 2022

Artikel diterima: 28 September 2022

Kata kunci

FMEA
Lean
Six Sigma
Waste

Keywords

FMEA
Lean
Six Sigma
Waste

ABSTRAK

Problematika yang menjadi dasar penelitian ini dilakukan adalah munculnya indikasi waste yang disebabkan dari bottleneck pada aliran proses produksi, sehingga menghambat produk menuju proses selanjutnya. Level bottleneck yang terjadi yaitu 40% yang melebihi dari ketentuan perusahaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi waste yang terjadi pada alur proses produksi dan diharapkan dapat mengetahui performansi produksi perusahaan berdasarkan level sigma, serta memberikan solusi alternatif untuk meminimasi atau mengeliminir waste yang mampu meningkatkan kualitas proses produksi. Metodologi yang digunakan untuk memecahkan permasalahan adalah Lean Six Sigma. Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh bahwa waste dengan tingkat tinggi yaitu waste of defect dengan skor 4,25 dan waste of motion dengan skor 4. Efisiensi proses produksi pada perusahaan sebesar 58,49% pada kondisi eksisting. Nilai sigma pada kondisi eksisting dari kategori cacat kritis dengan nilai 3,8, untuk cacat mayor diperoleh nilai sigma 4,1 dan minor dengan nilai sigma 4,5. Solusi perbaikan untuk mereduksi waste dan probabilitas terjadinya defect pada alur proses produksi yaitu dengan melakukan set up mesin secara optimal dan memberikan form check list untuk setiap tahapan set up yang telah dikerjakan dan memberikan training kepada para pekerja serta melakukan assesment kinerja karyawan.

ABSTRACT

The problem that forms the basis of this research is the emergence of indications of waste caused by bottlenecks in the flow of the production process, thus preventing the product from going to the following process. The bottleneck level is 40%, exceeding the company's provisions. This study aims to identify waste that occurs in the production process flow and is expected to know the company's production performance based on the sigma level, as well as provide alternative solutions to minimize or eliminate waste that can improve the quality of the production process. The methodology used to solve the problem is Lean Six Sigma. Based on the results of this study, it was found that the high level of waste is waste of defect with a score of 4.25 and waste of motion with a score of 4. The company's production process efficiency is 58.49% in the existing condition. The sigma value in the existing condition is from the critical defect category with a value of 3.8, for major defects obtained a sigma value of 4.1 and minor with a sigma value of 4.5. Improvement solutions to reduce waste and the probability of defects in the production process flow are by setting up machines optimally, providing checklist forms for each setup stage, providing training to workers, and assessing employee performance.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

* Penulis Korespondensi

Muhammad Abdul Hafizh

E-mail:

m.abdulhafizh05@gmail.com



© 2023. Some rights reserved

1. PENDAHULUAN

Problematika yang sering muncul pada industri manufaktur adalah tentang pemborosan pada lini produksi (Satria, 2018). Pemborosan atau *waste* merupakan penghalang dalam tercapainya efisiensi dan efektivitas, hal tersebut tentu saja merugikan perusahaan dari sudut perspektif manapun (Prabowo & Suryanto, 2019). Selain itu kualitas juga menjadi *concern* perusahaan, dampak yang ditimbulkan dalam jangka pendek maupun panjang jelas saja akan membuat perusahaan merugi bahkan bisa saja produk akan memasuki fase *decline* (Cristian et al., 2021).

PT. XYZ merupakan salah satu produsen dari obat nyamuk bakar yang terus berusaha untuk berkembang dan melakukan *improvement* agar produknya mampu diterima selalu di pasar. Pihak manajemen perusahaan dituntut terus berbenah untuk mencapai tujuan *zero waste*, setidaknya hal ini mampu memberikan *trigger* kepada pihak-pihak yang bertatap langsung dengan kondisi pada lini produksi. Tidak bisa dipungkiri bahwa kompleksitas pada lini produksi merupakan bentuk rintangan yang harus dihadapi seluruh level manajemen, namun dengan komitmen dan solidaritas diharapkan terciptanya *teamwork* yang bagus (Hafizh et al., 2021)

Persoalan yang menjadi landasan dilakukan penelitian ini adalah, indikasi adanya pemborosan pada proses produksi yang menyebabkan *bottle-neck* yang berada pada level 40%, yaitu terjadi pada proses *wrapping* dan *cartooning*. Selain itu, hal ini tentunya akan membuat capaian target produksi akan menurun jika tidak ditangani dengan tepat (Ishak et al., 2020).

Metodologi *lean six sigma* yang digunakan sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Juliani & Nawangpalupi (2020), dan Ridwan et al. (2020), *Scope* dari penelitian yang dilakukan untuk menganalisa penyebab terjadinya *waste* pada proses produksi (Kartika & Dony, 2019). Sementara penelitian ini berfokus untuk menganalisa aliran arus proses produksi dan memetakan pemborosan atau *waste* apa saja yang terjadi, dengan mengetahui aktivitas-aktivitas yang memiliki *value added* ataupun *non value added*.

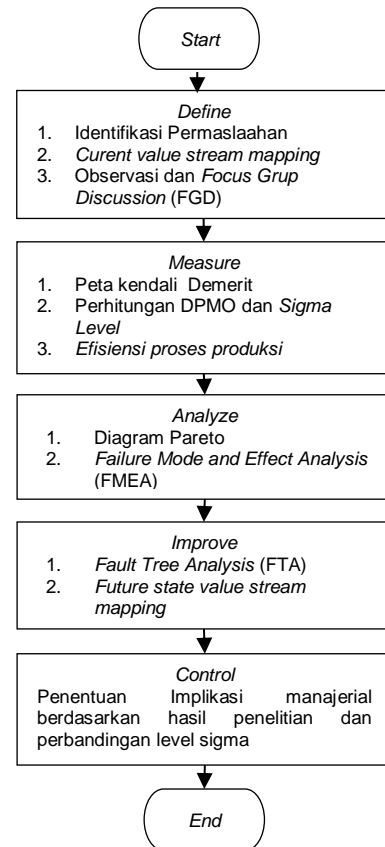
Kebaharuan penelitian yang dilakukan ini daripada penelitian terdahulu adalah identifikasi proses *waste* pada *lean* diamati secara keseluruhan, karena peneliti menganggap adanya potensi kerugian yang ditimbulkan meskipun kecil dan adanya dampak yang saling terkait, selain itu *six sigma* dalam penelitian ini *mendeploy* beberapa *Critical to Quality* (CTQ) yang memungkinkan untuk pertimbangan dalam permasalahan *defect*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada alur

proses produksi sesuai dengan metodologi DMAIC dan diharapkan dapat mengetahui performansi produksi perusahaan berdasarkan level *sigma*, serta memberikan solusi alternatif yang mampu meminimasi atau bahkan mengeliminir *waste* yang mampu meningkatkan kualitas proses produksi.

2. METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini menggunakan metodologi *six sigma* yaitu DMAIC, yang dimulai dengan tahap *Define, Measure, Analyze, Improvement* (Cabrita et al., 2016; Rahman et al., 2017). Selain itu akan dikombinasikan juga dengan konsep *lean manufacturing* (Pepper & Spedding, 2010). *Flowchart* dalam penelitian ini direpresentasikan dalam Gambar 1.



Gambar.1 Flowchart Penelitian

2.1. Define

Pada tahap *define* akan dilakukan identifikasi *problem* yang terdapat pada perusahaan, hal ini dimulai dengan mengidentifikasi, observasi dan diskusi dengan salah seorang pihak manajemen (Ahmed, 2019). *Focus Group Discussion* (FGD) yang dilakukan dengan 5 responden yang terqualifikasi yaitu, *plant manager, senior analyst, manajer produksi, line leader* dan operator dengan memberikan jawaban atas kuesioner

yang diberikan dengan skala jawaban 1 hingga 5 untuk skala persetujuan terhadap pernyataan dalam kuesioner. Selain itu akan digambarkan *current value stream mapping* pada proses produksi obat nyamuk bakar.

2.2. Measure

Tahap *measure* dilakukan dengan mengukur tingkat *waste* yang terjadi pada aliran arus proses produksi (Nisanti & Puspitasari, 2021; Agustiani, 2021). Selanjutnya akan dihitung dengan peta kendali demerit dimana setiap kecacatan yang ada diklasifikasikan ke dalam 3 level yaitu kritis, mayor dan minor. Setelah itu akan dihitung secara statistik untuk mengetahui batas kendali kecacatan yang terjadi (Putri & Aksioma, 2019). DPMO (*Defect per Million Opportunity*) dan level *sigma* digunakan untuk mengetahui kinerja perusahaan yang telah ada (Sarman & Soediantono, 2022). Perhitungan nilai efisiensi proses produksi bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi yang diperoleh selama proses produksi yang telah beroperasi (Ridwan et al., 2020)

$$\sigma \bar{u} = \frac{\sum defect}{Total\ Observasi} \tag{1}$$

$$UCL = \sigma \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \tag{2}$$

$$CL = \sigma \bar{u} \tag{3}$$

$$LCL = \sigma \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \tag{4}$$

$$DPMO = \frac{Total\ Defect}{Total\ Opportunity} \times 1000000 \tag{5}$$

$$Efisiensi\ Produksi = \frac{Total\ VA}{Total\ Lead\ time} \times 100\% \tag{6}$$

2.3. Analyze

Tahap *analyze* merupakan proses yang dilakukan dengan upaya untuk mengetahui alasan yang mengakibatkan masalah bisa terjadi (Widodo & Soediantono, 2022). Analisis ini berlandaskan hipotesa atau asumsi dugaan dari faktor yang memungkinkan penyebab terjadinya permasalahan (Hohmeier et al., 2022). Selain itu FMEA juga digunakan sebagai *tools* untuk menganalisis dampak yang terjadi akibat kegagalan yang terjadi berlandaskan hipotesa atau asumsi dugaan dari faktor yang memungkinkan penyebab terjadinya permasalahan (De Mast & Lokkerbol, 2012)

2.4. Improve

Pada tahap ini dilakukan *improvement* dari sumber faktor dominan yang diketahui. Faktor yang dominan diukur dengan pengaruhnya terhadap hasil (Nandakumar et al., 2020). Selanjutnya hasilnya akan diidentifikasi untuk dilakukan penentuan faktor mana yang menjadi penyebab *waste* terjadi (Yanuarsih et al., 2014).

2.5. Control

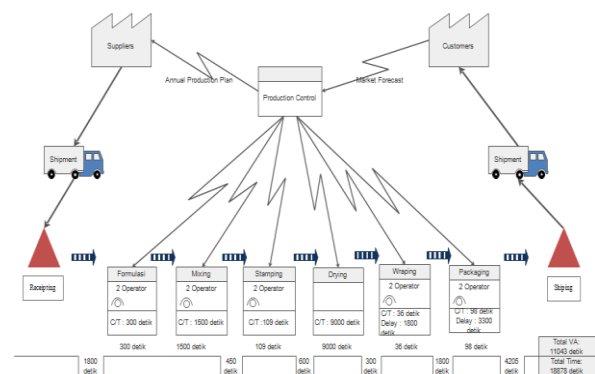
Tahap *control* dilakukan upaya pengontrolan untuk menjaga dan mempertahankan perubahan-perubahan yang sudah dilakukan (Restuputri & Wahyudin, 2019). Dalam penelitian ini akan diberikan solusi alternatif yang mungkin bisa diadopsi pihak perusahaan. Salah satu hal yang dapat direkomendasikan adalah *update* mengenai *Standard Operational Procedure* (SOP) dan membandingkan hasil sebelum dan setelah penelitian ini dilakukan (Kurniawan et al., 2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Define

Problematika yang menjadi urgensi dalam penelitian ini adalah indikasi terjadinya *waste* pada proses produksi. Hal ini ditunjukkan pada level *bottleneck* yang berada pada level 40%, dimana melebihi level ketetapan perusahaan. Maka hal ini dilakukan dengan mengidentifikasi menggunakan *value stream mapping* dan identifikasi *waste*.

Value stream mapping digunakan untuk memahami seluruh *flow material* dan informasi yang terdapat pada proses produksi (Kusnadi et al., 2018). Gambar 2 merupakan penggambaran aktivitas yang terjadi pada saat proses produksi satu siklus produk dan pemetaan tahapan proses produksi, waktu yang dibutuhkan pada saat proses produksi (Ali & Zulkifli, 2018). Identifikasi alur proses produksi dalam penelitian ini dipetakan menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM) pada tahap pemindahan *raw material* sampai menjadi produk jadi yang siap diberikan kepada *customer* (Romadhani et al., 2021)



Gambar 2. *Current Value Stream Mapping*

Identifikasi *waste* yang terjadi pada arus produksi dapat diketahui melalui Tabel 1. Perolehan skor berdasarkan hasil FGD (*Focus Group Discussion*) dan penilaian melalui lembar kuesioner dengan beberapa pihak yang terkualifikasi. Hasil identifikasi menggambarkan *waste* yang terjadi yang diklasifikasikan dalam *seven waste*.

Tabel 1. Process Activity Mapping Produksi Obat Nyamuk Bakar

No.	Aktivitas Produksi	Jenis Aktivitas					Sifat Aktivitas			Jarak (m)	Waktu (detik)	Jumlah Operator
		O	T	I	S	D	VA	NNVA	NVA			
1.	Transport raw material menuju proses formulasi dan <i>mixing</i>		√		√			√		100	600	1
2.	Inspeksi <i>sampling raw material</i>				√			√		1	480	1
3.	Proses Formulasi, pencampuran zat kimia cair	√					√			2	300	2
4.	Proses <i>mixing</i> , semua <i>raw material</i> dicampur dan diaduk	√					√			3	1500	2
5.	Transport <i>dough</i> ke tangki penampungan		√					√		5	150	
6.	Transport <i>dough</i> ke <i>crusher machine</i>		√				√			4	120	
7.	Transport <i>dough</i> ke <i>extruder machine</i>		√				√			3	180	
8.	Proses <i>stamping</i> , pencetakan <i>dough</i> menjadi bentuk <i>coil</i> di atas <i>tray</i>	√					√			4	109	1
9.	Inspeksi <i>sampling coil</i> setelah dicetak				√			√		1	600	1
10.	Transport <i>conveyor tray</i> dengan <i>coil</i> cetak ke dalam proses <i>drying</i>	√	√				√			50	9000	
11.	Inspeksi <i>sampling coil</i> setelah proses <i>drying</i>				√			√		1	300	1
12.	<i>Pick up coil</i> ke atas <i>conveyor</i> untuk proses <i>wrapping</i>		√			√		√		0,5	6	2
13.	Estimasi kegagalan mesin <i>wrapping</i>					√			√		1800	
14.	Proses <i>wrapping</i> , mengemas <i>coil</i> 5DC dengan <i>coil holder</i> dan plastik film	√					√			3	30	1
15.	Proses <i>packaging</i> , hasil proses <i>wrapping</i> dimasukkan ke dalam <i>folding box</i> dengan <i>cartooning machine</i>	√					√			4	32	1
16.	Estimasi kegagalan mesin <i>cartooning</i>					√			√		3300	
17.	Proses pengepakan manual <i>folding box</i> ke dalam <i>master box</i>	√					√			1	66	1
18.	Inspeksi <i>sampling</i> produk jadi				√			√		2	600	1
19.	Produk jadi ditata di atas <i>pallet</i> .		√					√		2	5	1
20.	Transport produk <i>finished good</i> ke dalam <i>inventory</i>		√		√			√		15	300	1
Total			7	8	4	2	1	9	9	201,5	18.878	16

Keterangan: O = Operasi, T = Transportasi, I = Inspeksi, S = Storage, D = Delay, VA=Value Added, NNVA= Necessary But Non Value Added, NVA= Non Value Added.

Hasil identifikasi menunjukkan dua waste yang memiliki skor tinggi yaitu *waste of defect* dan *waste of motion* (Tabel 2). *Waste of defect* terjadi pada salah satu proses produksi yaitu pada bagian *stamping* pencetakan *coil* obat nyamuk, *wrapping* kemasan obat nyamuk 5DC dan proses pengepakan kemasan obat nyamuk bakar 5 DC ke dalam *folding box*. *Waste of motion* disebabkan kurang optimalnya performansi mesin menjadikan produk yang diproses mengalami kecacatan dan tentunya akan menimbulkan pemborosan serta ketidak efisienan. Jenis *defect* yang terjadi telah diklasifikasikan ke dalam tiga jenis kategori yaitu, kritis, mayor dan minor (Tabel 3).

Tabel 2. Identifikasi Waste

No.	Jenis Waste	Skor
1.	<i>Waste of Over Production</i>	1,25
2.	<i>Waste of Inventory</i>	2,2
3.	<i>Waste of Defects</i>	4,25
4.	<i>Waste of transportation</i>	1
5.	<i>Waste of motion</i>	4
6.	<i>Waste of waiting</i>	2,75
7.	<i>Waste of Over Processing</i>	3,75

Tabel 3. Kategori Defective Proses Produksi Obat Nyamuk Bakar 5 DC

Kategori	Jenis Defect	Keterangan
Kritis	<i>Coil</i> tidak sesuai standar	Bentuk <i>coil</i> yang rusak, tidak terdapat lubang untuk <i>holder</i> , hasil cetakan jelek
	<i>Crash</i> antara susunan <i>coil</i> yg tidak rapi saat proses pengemasan dengan mesin <i>wrapping</i>	<i>Coil</i> patah pada saat proses <i>wrapping</i> ke dalam kemasan
Mayor	<i>Folding Box</i> dengan Produk kemasan di dalamnya <i>crash</i>	Kerusakan produk yang disebabkan kesalahan mesin <i>cartooning</i> , isi <i>coil</i> berlebih dalam kemasan <i>wrap</i>
	<i>Coil</i> lembab	Tingkat kadar air masih tinggi, proses <i>drying</i> belum maksimal
Minor	Plastik <i>wrapping</i> tidak merekat	Pada mesin <i>wrapping</i> suhu kurang panas
	Plastik <i>wrapping</i> produk kemasan gandeng	Proses <i>cutting</i> pisau tumpul atau suhu kurang panas
	<i>Print</i> tidak sesuai	<i>Print blank</i> disebabkan <i>error</i> mesin <i>print</i> , mata <i>print</i> kotor
	<i>Folding box</i> sobek (bagian penutup)	Kesalahan salah satu <i>part</i> mesin <i>cartooning</i> , patahan <i>coil</i> yang mengganjal pada jalan penutup.
	Salah stempel pada <i>master box</i>	Stempel tidak sesuai standar produk, kesalahan lokasi untuk stempel
	<i>Master box</i> rusak	Kerusakan sering terjadi dari pihak <i>supplier</i>

Kategori kritis akan membuat produk tidak memiliki nilai lagi dan tidak bisa dilanjutkan pada proses selanjutnya. Kategori mayor merupakan kecacatan dengan tingkat sedang namun memerlukan proses tambahan untuk menuju proses selanjutnya. Kategori minor adalah kecacatan dengan tingkat rendah karena probabilitasnya rendah dan masih bisa ditolerir untuk masuk proses selanjutnya tanpa mengorbankan waktu banyak.

3.2. Measure

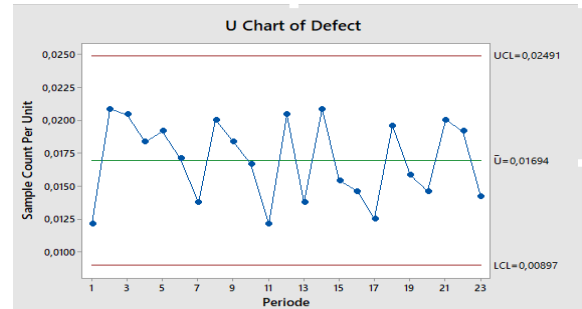
Pengukuran tingkat kecacatan menggunakan peta kendali demerit karena jenis kecacatan yang terjadi telah diklasifikasikan ke dalam 3 (tiga) kategori, kritis, mayor dan minor (Daniyan et al., 2022). Kejadian cacat pada rentang waktu pengamatan setiap minggunya selama 23 periode (Tabel 4).

Tabel 4. Data Pengamatan Defect Pada Proses Produksi Obat Nyamuk Bakar 5 DC

Periode (Minggu)	Output Produksi	Jumlah Defect	Jenis Defect		
			Kritis	Mayor	Minor
1	146077	1763	1027	507	229
2	144827	3013	1837	984	192
3	144869	2971	1919	887	165
4	145162	2678	1654	898	126
5	145062	2778	1925	639	214
6	145383	2457	1273	994	190
7	145833	2007	1084	674	249
8	144945	2895	1799	914	182
9	145172	2668	1980	521	167
10	145400	2440	1595	727	118
11	146095	1745	1097	543	105
12	144898	2942	1882	792	268
13	145816	2024	1068	777	179
14	144797	3043	1990	794	259
15	145599	2241	1393	697	151
16	145744	2096	1280	560	256
17	145987	1853	1007	635	211
18	145026	2814	1804	821	189
19	145556	2284	1398	716	170
20	145709	2131	1174	786	171
21	144930	2910	1749	1000	161
22	145086	2754	1463	994	297
23	145773	2067	1356	569	142
Total Rasio Defect	334376	56574	3474	1749	4391
			2%		

Pada data dari tabel pengamatan, selanjutnya akan dibuat grafik control chart untuk lebih memudahkan dalam pengamatan terjadinya

defect pada periode pengamatan. Grafik control chart (Gambar 3).Tingkat kecacatan yang terjadi pada proses produksi masih dalam batas kendali. Hal ini merupakan bentuk komitmen perusahaan untuk terus meningkatkan kualitas dalam pemenuhan kepuasan customer dan mencapai zero waste.



Gambar 3. Peta Kendali Demerit

Selain itu dihitung pula nilai DPMO (Defect per Million Opportunity) produk obat nyamuk bakar beserta level sigmanya (Rosyidasari & Iftadi, 2020). Hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa dengan nilai sigma yang diperoleh menunjukkan bahwa perusahaan sudah cukup baik dalam menangani kualitas yang timbul pada saat proses produksi (Tabel 5). Efisiensi proses produksi obat nyamuk bakar yang diperoleh berdasarkan dari current value stream mapping dalam kondisi eksisting adalah sebesar 58,49%. Hal ini masih dimungkinkan untuk ditingkatkan lagi dengan mereduksi beberapa waste yang terdapat pada alur proses produksi.

Tabel 5. Nilai DPMO dan Nilai Sigma

Jenis Cacat	Nilai DPMO	Level Sigma
Kritis	10393,73	3,8
Mayor	5212,42	4,1
Minor	1313,2	4,5

3.3. Analyze

Tahap analyze menggunakan alat bantu diagram pareto dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Diagram pareto digunakan untuk mengetahui terjadinya permasalahan kecacatan yang timbul secara berurutan (Gambar 4). Jenis kecacatan yang dikategorikan dalam kritis adalah (1) Coil tidak sesuai dengan standar pada saat proses stamping, bisa dari bentuk atau ada bagian yang hilang; (2) Proses wrapping obat nyamuk bakar coil yang tidak tersusun rapi akan crash dengan mesin wrapping; dan; (3) Saat proses pengepakan ke dalam folding box kemasan obat nyamuk setelah dibungkus pada mesin wrapping beserta produk di dalamnya crash diakibatkan mesin cartooning error pada saat packaging.

Tabel 6. Failure Mode and Effect Analysis untuk Tahap Improvement

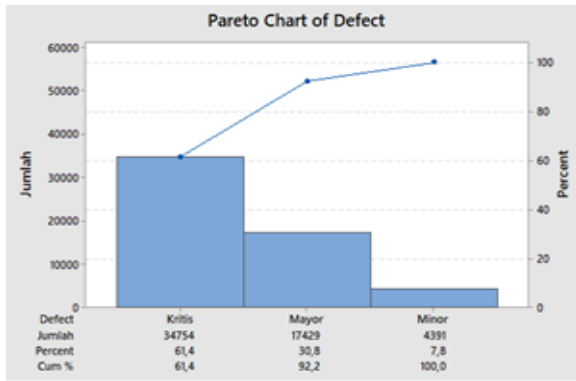
Failure Mode	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect		Potential Failure Cause	Current Process Control	S	O	D	RPN Rank	Action Recommendation
		Next performance	Product Performance							
Waste of Defect	Asbold Moulding kendor (proses Stamping)	Coil tidak bisa diproses pada tahap selanjutnya yaitu proses wrapping	Bentuk dimensi coil tidak sesuai standar	Umur komponen lama	Set up mesin, pemeliharaan mesin	6	4	5	120	Melakukan set up mesin secara optimal sesuai dengan SOP dan mengisi form, memberikan tag jadwal pemeliharaan mesin rutin
	Penyusunan coil pada bucket tidak rapi (Proses Wrapping)	Coil tidak bisa terkemas dengan baik,	Coil yang crash patah dan tidak bisa dilanjutkan pada proses packaging	Kurang terampil pekerja	Diberikan teguran dan arahan oleh operator kepala	6	5	6	180	Melakukan assesment mengenai kinerja karyawan dan training kerja
	Pusher dan rel bucket tidak sejajar (Proses Packaging)	Produk tidak bisa di-packing ke dalam master box	Produk yang menabrak mesin cartooning akan membuat coil patah dan plastik film sobek	Set up mesin pada saat pergantian shift kurang optimal.	Operator melakukan set up mesin setiap pergantian shift	6	5	5	150	Memberikan form check list tahapan SOP untuk set up mesin, membuat tag perawatan mesin secara terjadwal
Waste of Motion	Coil lembab, kadar air tinggi tidak sesuai dengan standar	Coil tidak bisa dikemas karena tidak sesuai standar, didiamkan pada proses drying selama 30 min	Coil masih mengandung kadar air cukup tinggi	Temperatur proses drying tidak sesuai	Cek suhu sampling pada proses	8	5	6	240	Memberikan tanda untuk selalu menjaga temperatur standar, memberikan sensor peringatan apabila suhu turun secara drastis
	Kerusakan yang terjadi pada mesin wrapping	Perbaiki kerusakan mesin, coil tidak bisa segera diproses	Hal ini akan menimbulkan coil menumpuk dan menunggu untuk diproses, Waiting In Process (WIP)	Setup mesin operator kurang tepat, ada komponen mesin yang rusak	Setup mesin setiap pergantian shift, pelaporan kondisi mesin oleh operator sebelumnya	5	4	7	140	Memberikan form check list tahapan SOP untuk set up mesin, membuat tag perawatan mesin maupun penggantian komponen secara terjadwal dengan jelas
	Kerusakan yang terjadi pada proses packaging mesin cartooning	Perbaiki kerusakan mesin, produk setengah jadi tidak dapat segera diproses	Hal ini akan menimbulkan produk setengah jadi menumpuk dan menunggu untuk diproses	Setup mesin operator kurang tepat, kasus di luar kebiasaan yang ada	Setup mesin setiap pergantian shift, pelaporan kondisi mesin oleh operator sebelumnya	6	5	7	210	Form check list tahapan SOP untuk set up mesin, tag perawatan mesin dan penggantian part secara terjadwal.

Keterangan:

S = Severity, interval nilai yang digunakan antara 1 – 10 dengan tingkat keparahan yang terjadi

O = Occurance, interval nilai yang digunakan antara 1 – 10 dengan tingkat probabilitas terjadinya kejadian

D = Detection, interval nilai yang digunakan antara 1 – 10 dengan tingkat kemampuan kontrol dalam terjadinya kesalahan



Gambar 4. Diagram Pareto

FMEA digunakan untuk melakukan analisis dan perbaikan guna mengurangi waste yang teridentifikasi (Ahmad et al., 2021). Identifikasi waste yang terjadi pada proses produksi dengan ranking tertinggi yaitu waste of defect adalah terjadinya penyimpangan atau produk yang tidak sesuai dengan standar dan waste of motion adalah pemborosan yang terjadi akibat kerusakan pada mesin ataupun manusia yang menyebabkan bottleneck dan menimbulkan produk berstatus Waiting in Process (WIP) (Lukmandono et al., 2020).

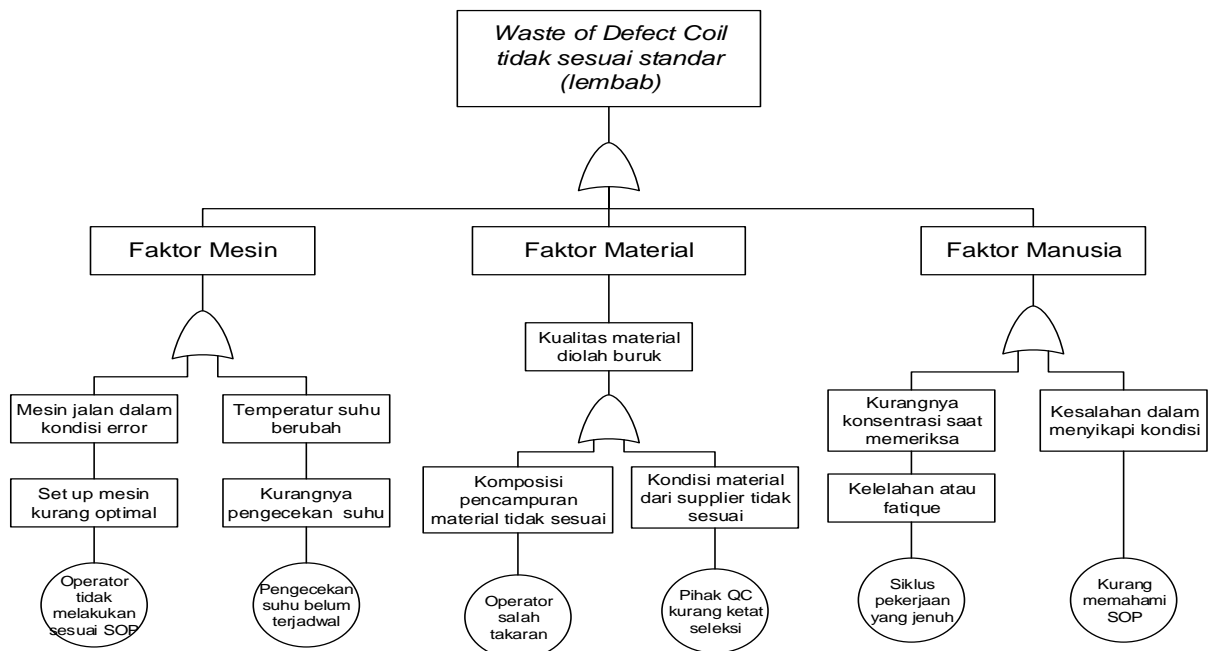
Dari hasil FMEA, dapat diketahui nilai dari RPN untuk mengurutkan prioritas risiko dan memberikan usulan yang tepat dari analisis FMEA (Sugiantara & Basuki, 2019). Selain itu, dapat diketahui bahwa nilai RPN ini diperoleh melalui pengalihan parameter severity, occurrence dan

detection. Hasil nilai RPN yang paling besar terdapat pada 3 (tiga) kejadian, yaitu pada coil yang tidak sesuai dengan standar ketentuan memiliki nilai 240, pada kerusakan yang terjadi pada mesin packaging sebesar 210 dan pada kerusakan mesin wrapping dengan nilai sebesar 180. Selanjutnya nilai RPN (Risk Priority Number) yang besar akan dianalisa lebih lanjut menggunakan Fault Tree Analysis untuk memberikan alternatif solusi perbaikan.

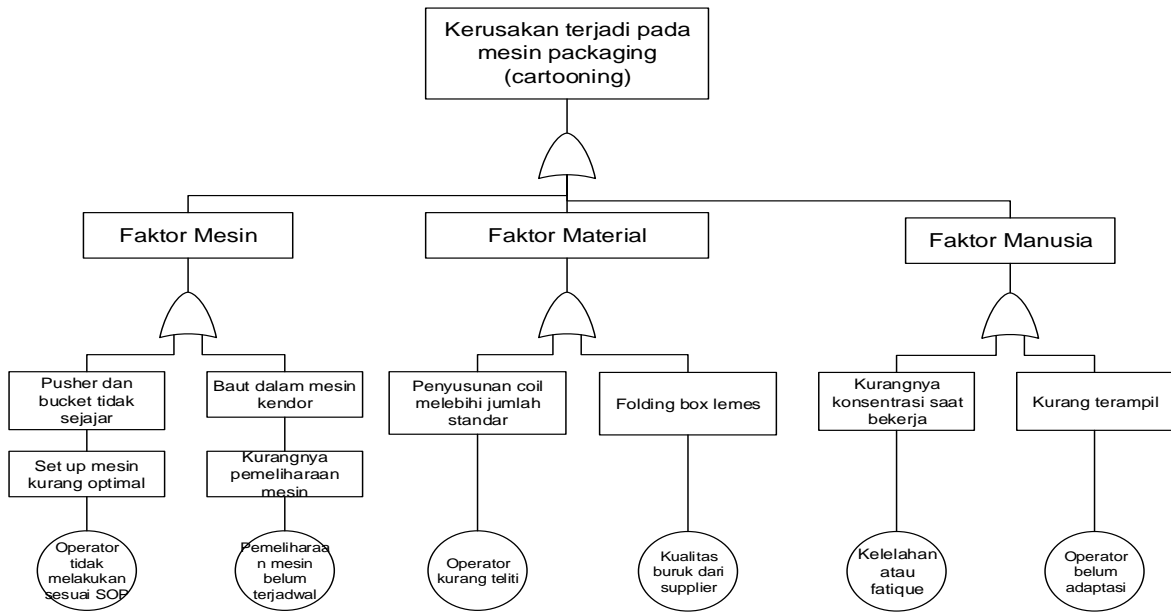
3.4. Improve

Pada tahapan improvement diperoleh dari penguraian yang dilakukan menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA) untuk mengetahui solusi atau langkah yang tepat yang dilakukan perusahaan dalam mengatasi permasalahan yang terdapat pada lantai produksi. Metode Fault Tree Analysis digunakan untuk membreakdown akar permasalahan penyebab terjadinya kecacatan atau defect (Prabowo et al., 2021). Pada produksi obat nyamuk bakar 5 DC berlangsung. Permasalahan kecacatan yang telah di rekapitulasi pada proses FMEA.

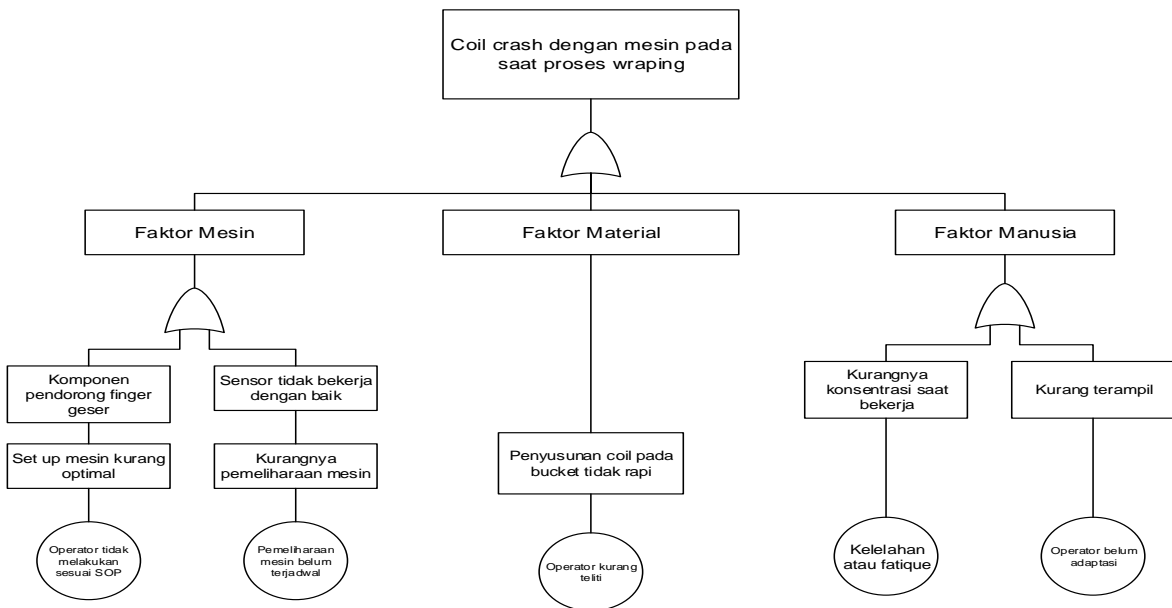
Langkah perbaikan pada waste of defect coil tidak sesuai standar (lembab) (Gambar 5), antara lain melakukan inspeksi dari pihak QC (Quality Control) dibantu dengan operator untuk tindakan yang lebih baik dalam mendeteksi terjadinya lembab, menjaga temperatur mesin drying dengan melakukan kontrol terjadwal dan memberikan training kepada para pekerja dan melakukan penilaian kinerja.



Gambar 5. Fault Tree Analysis Defect Coil Crash dengan Mesin Wrapping



Gambar 6. Fault Tree Analysis Defect Coil Crash pada Proses Packaging

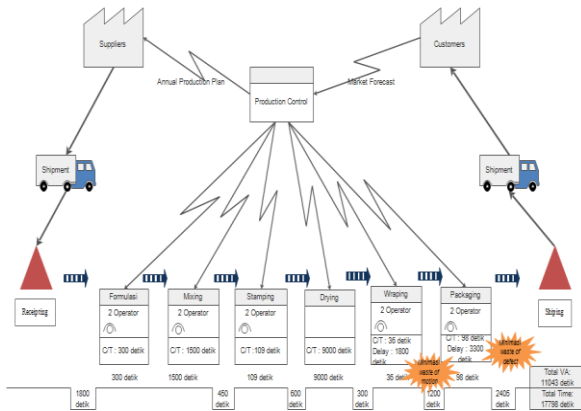


Gambar 7. Fault Tree Analysis Defect Coil Crash pada Proses Wrapping

Langkah yang bisa dilakukan untuk mengurangi terjadinya probabilitas kecacatan produk pada proses *packaging* terdapat dalam mesin *cartooning* (Gambar 6) yaitu dengan melakukan *set up* mesin secara optimal dan memberikan *form check list* untuk setiap tahapan *set up* yang telah dikerjakan, memberikan *tag* perawatan dan penggantian komponen pada setiap mesin agar terjadwal sesuai dan mengetahui secara jelas umur atau masa setiap komponen mesin dan memberikan *training* pada karyawan dalam

meningkatkan *skill* dan memahami kondisi mesin yang mampu menyebabkan kerusakan.

Langkah perbaikan pada *coil crash* dengan mesin pada saat proses *wrapping* (Gambar 7) adalah *setup* mesin pada saat pergantian *shift*, melakukan pengecekan dan pelaporan kendala apa saja terhadap operator *shift* selanjutnya. *Coil* yang didapati tidak standar dalam dimensi seharusnya tidak dimasukkan dalam proses *wrapping*. Hal ini terjadi karena kemungkinan karyawan kelelahan dan kurang konsentrasi.



Gambar 8. Future State Value Stream Mapping

Pada *future value stream mapping* dilakukan minimasi terjadinya kegagalan pada proses *wrapping* dan proses *packaging* (Gambar 8). Perbaikan yang dilakukan dengan mempertimbangkan dari hasil pengolahan data dengan meminimasi terjadinya kegagalan dan dapat diketahui waktu yang direduksi sebesar 2400 detik (Tabel 7). Hal ini diperoleh melalui penerapan usulan perbaikan yang dapat diadopsi oleh pihak perusahaan seperti melakukan *setup* secara terprosedur sesuai *form checklist*, penambahan sensor pada mesin ketika menunjukkan penurunan suhu dan pemberian dan *tag* pada mesin yang menunjukkan *abnormality* serta pelaporan agar segera dilakukan perbaikan. Perbaikan yang dilakukan berdampak pada peningkatan efisiensi proses produksi obat nyamuk bakar dari 58,49% menjadi 62,04%.

Tabel 7. Perbandingan pada Tahap Improvement

Indikator	Current	Future
VA	11043 detik	11043 detik
NVA	9155 detik	6755 detik
NNVA	3335 detik	3335 detik

3.5. Control

Pada tahap *control*, akan diberikan beberapa usulan yang berguna untuk menambahkan SOP yang telah ada pada perusahaan (Tabel 8). Solusi alternatif yang diuraikan sebelumnya dapat mengeliminasi terjadinya *defect*. Hal tersebut dilakukan berdasarkan kondisi riil yang ada pada lapangan sehingga diperlukan target setelah perbaikan untuk mengukur seberapa besar pengurangan *defect* setelah *improvement* diterapkan. Hasil komparasi level sigma kondisi eksisting dengan target level sigma setelah *improvement* dapat diketahui pada Tabel 9.

Tabel 8. Implikasi Manajerial

SOP yang ada pada Perusahaan	Implikasi Manajerial
Melakukan pemeriksaan suhu proses <i>drying</i> setiap 2 jam sekali.	Menambahkan sensor yang dapat menunjukkan jika terjadi penurunan suhu
<i>Setup</i> mesin setiap pergantian shift	<i>Form check list</i> tahapan SOP untuk <i>setup</i> mesin yang harus dilakukan
pelaporan kondisi <i>abnormality</i> mesin oleh operator sebelumnya	Menambahkan <i>tag</i> pada mesin yang mengalami kerusakan dan menambahkan <i>tag</i> perawatan pada mesin dan jadwal penggantian <i>part</i> atau komponen mesin.

Tabel 9. Perbandingan Level Sigma

Jenis Defect	Level Sigma	
	Eksisting	Target
Kritis	3,8	4,2
Mayor	4,1	4,2
Minor	4,5	4,5

4. KESIMPULAN

Analisa implementasi lean adalah aktivitas pemborosan (*waste*) yang terjadi pada proses produksi obat nyamuk 5 DC yang menyebabkan munculnya *bottleneck* pada proses produksi. Pada tahapan *define* teridentifikasi *waste* dengan tingkat tinggi yaitu *waste of defect* dengan skor 4,25 dan *waste of motion* dengan skor 4 yang diperoleh berdasarkan hasil FGD dan observasi. Tahap *measure*, diketahui bahwa selama data pengamatan tidak ditemukan kecacatan yang diluar batas kendali, diperoleh nilai sigma dalam kategori cacat kritis sebesar 3,8 untuk kategori cacat mayor dengan nilai sigma 4,1 dan kategori minor dengan nilai sigma 4,5 serta efisiensi proses produksi pada kondisi eksisting sebesar 58,49%. Tahap *analyze* diketahui bahwa *defect* paling tinggi yang meliputi *defect* pada proses *stamping*, *defect* pada proses *wrapping* dan proses pada *cartooning* atau *packaging* berdasarkan diagram pareto dan skoring FMEA. Tahap *improve* diuraikan akar permasalahan yang terjadi melalui FTA dan *future state value stream*. Tahap *control* dipaparkan implikasi manajerial yang diberikan dalam penelitian ini memberikan usulan alternatif bagi perusahaan untuk meminimasi tingkat *waste* yang terjadi pada lini produksi dan mereduksi terjadinya kecacatan dan perbandingan nilai sigma kondisi eksisting dan target perusahaan.

Pada studi ini, penelitian difokuskan pada pemecahan masalah menggunakan metode *lean six sigma* yang dapat mengidentifikasi jenis *waste* yang terjadi sehingga memicu *bottleneck* yang melebihi ketetapan dari perusahaan dan dengan harapan mampu memberikan solusi alternatif yang dirasa cukup dalam menangani *waste*. Disisi lain, kelemahan yang ditemukan dalam metode ini adalah penentuan *waste* kadang kali dilakukan secara subjektif, masih terdapat pemborosan yang tidak bisa dihilangkan karena aktivitas tersebut dibutuhkan atau *non-necessary value added*, dan pada metodologi *six sigma* memerlukan percobaan atau *trial* yang berulang untuk menemukan langkah atau tahapan yang terbaik. Penelitian selanjutnya diharapkan mampu mengintegrasikan metode ini dengan metode lain atau *tools* yang lebih baik dan sesuai dengan kondisi serta situasi permasalahan yang terjadi pada objek penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiandi, D. (2021). Quality Control Analysis using Six Sigma (DMAIC) Method to Reduce Post Pin Isolator Reject in PT XYZ in Firing Section. *International Journal of Innovative Research in Engineering & Multidisciplinary Physical Sciences*, 9(1), 17–29. <https://doi.org/10.37082/IJIRMP.S.2021.v09i01.003>
- Ahmad, A., Andres, A., Lestari, M., Teja, S., & Suvalen. (2021). Minimasi Pemborosan Dengan Metode Lean Six Sigma Pada Proses Produksi di PT. AB. *Prosiding Serina*, 1(1), 383–392. <https://journal.untar.ac.id/index.php/PSERI/NA/article/view/16390>
- Ahmed, S. (2019). Integrating DMAIC approach of Lean Six Sigma and theory of constraints toward quality improvement in healthcare. *Reviews on Environmental Health*, 34(4), 427–434. <https://doi.org/10.1515/reveh-2019-0003>
- Ali, A. T. B., & Zulkifli, M. F. (2018). A study on the cycle time of an assembly workstation using application of arena simulation software in a furniture industry. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2017, 67–76. <http://www.ieomsociety.org/ieomuk/papers/26.pdf>
- Cabrira, M. do R., Domingues, J. P., & Requeijo, J. (2016). Application of Lean Six-Sigma methodology to reducing production costs: case study of a Portuguese bolts manufacturer. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 11(4), 222–230. <https://doi.org/10.1080/17509653.2015.1094755>
- Cristian, J. R., Damayanti, D. D., & Oktafiani, A. (2021). Penerapan Metode 5S Untuk Meminimasi Waste Motion Pada Proses Kemeja Pria Di Cv . Xyz Dengan Pendekatan Lean Manufacturing. *E-Proceeding of Engineering*, 8(5), 7077–7088. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/16587>
- Daniyan, I., Adeodu, A., Mpofo, K., Maladzhi, R., & Kana-Kana Katumba, M. G. (2022). Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry. *Heliyon*, 8(3), e09043. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09043>
- De Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An Analysis of The Six Sigma DMAIC Method from The Perspective of Problem Solving. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 604–614. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.05.035>
- Hafizh, M. A., Luh, N., & Hariastuti, P. (2021). Pengaruh Quality of Work Life dan Burnout terhadap Kinerja Karyawan Melalui Kepuasan Kerja Sebagai Variabel Moderasi (Studi Kasus: CV. XYZ). *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan*, 1(1), 89. <http://ejurnal.itats.ac.id/senastitan/article/view/1653>
- Hohmeier, K. C., Renfro, C., Loomis, B., Alexander, C. E., Patel, U., Cheramie, M., Cernasev, A., Hagemann, T., Chiu, C.-Y., Chisholm-Burns, M. A., & Gatwood, J. D. (2022). The Lean Six Sigma Define, Measure, Analyze, Implement, Control (LSS DMAIC) Framework: An Innovative Strategy for Quality Improvement of Pharmacist Vaccine Recommendations in Community Pharmacy. *Pharmacy*, 10(3), 49. <https://doi.org/10.3390/pharmacy10030049>
- Ishak, A., Siregar, K., Ginting, R., & Gustia, D. (2020). A systematic literature review of lean six sigma. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1003(1), 012096. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1003/1/012096>

- Juliani, J., & Nawangpalupi, C. B. (2020). Peningkatan Kualitas Pelayanan Publik Bidang Verifikasi Standar Ukuran dan Kalibrasi Alat Ukur Metrologi Teknis dengan Pendekatan Lean Six Sigma. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(2), 141–154. <https://doi.org/10.30656/intech.v6i2.2519>
- Kartika, L., & Dony, S. (2019). Penerapan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi kain knitting di lantai produksi PT. XYZ. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 10(1), 567–575. <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/1519>
- Kurniawan, H., Choesnul, J., Hardi, P. H., & Setiawan, I. (2021). Implementation of Six Sigma in the DMAIC Approach for Quality Improvement in the Knitting Socks Industry. *Tekstil ve Mühendis*, 28(124), 269–278. <https://doi.org/10.7216/1300759920212812403>
- Kusnadi, K., Nugraha, A. E., & Wahyudin, W. (2018). Analisa Penerapan Lean Warehouse Dan 5S+ Safety Di Gudang Pt. Nichirin Indonesia. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 2(1), 1–13. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v2i1.270>
- Lukmandono, Prabowo, R., & Sulistyowati, E. (2020). Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) and Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) to improve machine effectiveness: A study on Indonesia's sugar mills. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 885(1), 012063. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/885/1/012063>
- Nandakumar, N., Saleeshya, P. G., & Harikumar, P. (2020). Bottleneck Identification And Process Improvement By Lean Six Sigma DMAIC Methodology. *Materials Today: Proceedings*, 24, 1217–1224. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.436>
- Nisanti, A., & Puspitasari, N. B. (2021). Implementasi lean six sigma dan root cause analysis untuk mengurangi waste proses dempul dan cat. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*, 1–10. <https://idec.ft.uns.ac.id/wp-content/uploads/IDEC2021/PROSIDING/LSK/ID016.pdf>
- Pepper, M. P. J., & Spedding, T. A. (2010). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(2), 138–155. <https://doi.org/10.1108/02656711011014276>
- Prabowo, R., Setiyawan, M. B., & Rusman. (2021). Quality Control Product With Using The Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method and Fault Tree Analysis (FTA) at PT. Agung Steel Makmur Sidoarjo (Case Study: Handle Grandstone Iron). *Katalog Buku Karya Dosen ITATS*, 1, 188–201. <http://ejournal.itats.ac.id/buku/article/view/2081>
- Prabowo, R., & Suryanto, A. P. (2019). Implementasi Lean Dan Green Manufacturing Guna Meningkatkan Sustainability Pada Pt. Sekar Lima Pratama. *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, 1(1), 52–63. <https://doi.org/10.31284/j.senopati.2019.v1i1.535>
- Putri R, N. E., & Aksioma, D. F. (2019). Pengendalian Kualitas Kantong Semen di PT. Industri Kemasan Semen Gresik Menggunakan Peta Kendali Demerit dan Fuzzy Demerit. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 156–161. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.33275>
- Rahman, A., Shaju, S. U. C., Sarkar, S. K., Hashem, M. Z., Hasan, S. M. K., Mandal, R., & Islam, U. (2017). A Case Study of Six Sigma Define-Measure-Analyze-Improve-Control (DMAIC) Methodology in Garment Sector. *Independent Journal of Management & Production*, 8(4), 1309. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v8i4.650>
- Restuputri, D. P., & Wahyudin, D. (2019). Penerapan 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) Sebagai Upaya Pengurangan Waste Pada Pt X. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 21(1), 51–63. <https://doi.org/10.32734/jsti.v21i1.903>
- Ridwan, A., Arina, F., & Permana, A. (2020). Peningkatan kualitas dan efisiensi pada proses produksi dunnage menggunakan metode lean six sigma (Studi kasus di PT. XYZ). *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(2), 186–199. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i2.9618>
- Romadhani, F., Mahbubah, N., & Kurniawan, M. D. (2021). Implementasi Metode Lean Six Sigma Guna Mengeliminasi Defect Proses Produksi Purified Gypsum Di PT AAA. *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 9(2), 89–103. <https://doi.org/10.37971/radial.v9i2.224>
- Rosyidasari, A., & Iftadi, I. (2020). Implementasi

- Six Sigma dalam Pengendalian Kualitas Produk Refined Bleached Deodorized Palm Oil. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(2), 113–122. <https://doi.org/10.30656/intech.v6i2.2420>
- Sarman, S., & Soediantono, D. (2022). Literature Review of Lean Six Sigma (LSS) Implementation and Recommendations for Implementation in the Defense Industries. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 3(2), 24–34. <https://jiemar.org/index.php/jiemar/article/view/273>
- Satria, T. (2018). Perancangan Lean Manufacturing dengan Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) dan VALSAT untuk Meminimumkan Waste (Studi Kasus: PT. XYZ). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 7(1), 55–63. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v7i1.2828.55-63>
- Sugiantara, K., & Basuki, M. (2019). Identifikasi dan Mitigasi Risiko di Offshore Operation Facilities dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 5(2), 87–92. <https://doi.org/10.30656/intech.v5i2.1775>
- Widodo, A., & Soediantono, D. (2022). Benefits of the Six Sigma Method (DMAIC) and Implementation Suggestion in the Defense Industry: A Literature Review. *International Journal of Social and Management Studies*, 3(3), 1–12. <https://ijosmas.org/index.php/ijosmas/article/view/138>
- Yanuarsih, B., Widaningrum, S., & Iqbal, M. (2014). Minimasi Waste Defect Di Pt Eksonindo Multi Product Industry Dengan Pendekatan Lean Six Sigma. *Jurnal Rekayasa Sistem Dan Industri*, 1(02), 34–40. <https://jrsi.sie.telkomuniversity.ac.id/JRSI/article/view/129>