Jurnal PASTI (Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri)
Vol. 19, No. 3, Desember 2025, 444-457
p-ISSN 2085-5869/ e-ISSN 2598-4853

Analisis Pengendalian Kualitas pada Produk *Cable Ladder* dengan Menggunakan Metode DMAIC dan FMEA di PT. Trias Indra Saputra

Umi Nurul Solikhah[1*], Silvi Ariyanti[2]
[1,2)]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Univeritas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat 11650, Indonesia
Email: 41620010010@student.mercubuana.ac.id[*], silvi.ariyanti@mercubuana.ac.id

(Diterima: 18-07-2024; Direvisi: 30-12-2025; Disetujui: 31-12-2025)

Abstrak

PT. Trias Indra Saputra merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang produksi *cable support system*. Salah satu produk yang dihasilkannya adalah *cable ladder*. Permasalahan yang terjadi yaitu diketahui bahwa terdapat ketidaksesuaian standar kualitas *(defect)* pada produk *cable ladder* yang melebihi batas toleransi yang telah ditetapkan perusahaan yaitu 5%. Dari total 45.876 bagian yang diproduksi, terdapat 3.344 unit *cable ladder* yang mengalami *defect*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis *defect* paling dominan serta mengidentifikasi faktor-faktor penyebabnya untuk dilakukan prioritas penanganan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu DMAIC dan FMEA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis *defect* paling dominan pada produk *cable ladder* adalah HDG terkelupas dengan persentase 52%. Pada tahun 2023 didapatkan nilai DPMO sebesar 14.500 dengan nilai level sigma sebesar 3,68. Berdasarkan perhitungan menggunakan FMEA didapatkan hasil faktor penyebab paling potensial yaitu temperatur dan durasi pencelupan tidak sesuai dengan nilai RPN 392 dan kondisi permukaan produk kurang bersih dengan nilai RPN 294. Usulan perbaikan yang direkomendasikan yaitu: membuat SOP pelapisan *hot dip galvanized*, membuat *list* ketentuan pelapisan *hot dip galvanized* berdasarkan ketebalan materialnya, serta temperatur dan durasi pencelupan, membuat *form inspection report*, dan membuat *control list* SOP.

Kata kunci: Pengendalian Kualitas; DMAIC; FMEA

Abstract

PT. Trias Indra Saputra is a manufacturing company engaged in the production of cable support systems. One of the products it produces is a cable ladder. The problem that occurred was that it was discovered that there was a non-compliance with quality standards (defects) in the cable ladder product which exceeded the tolerance limit set by the company, namely 5%. Of the total 45,876 parts produced, there were 3,344 cable ladder units that were defective. This research aims to determine the most dominant types of defects and identify the causal factors for priority treatment. The methods used in this research are DMAIC and FMEA. The research results show that the most dominant type of defect in cable ladder products is chipped HDG with a percentage of 52%. In 2023, the DPMO value will be 14,500 with a sigma level value of 3.68. Based on calculations using FMEA, the most potential causal factors were obtained, namely that the temperature and duration of immersion did not comply with the RPN value of 392 and the condition of the product surface was less than clean with an RPN value of 294. The recommended improvements were: create an SOP for hot dip galvanized coating, create a list of hot dip galvanized coating provisions, dip galvanized based on the thickness of the material, as well as the temperature and duration of immersion, create an inspection report form, create an SOP control list.

Keywords: *Quality Control; DMAIC; FMEA*

PENDAHULUAN

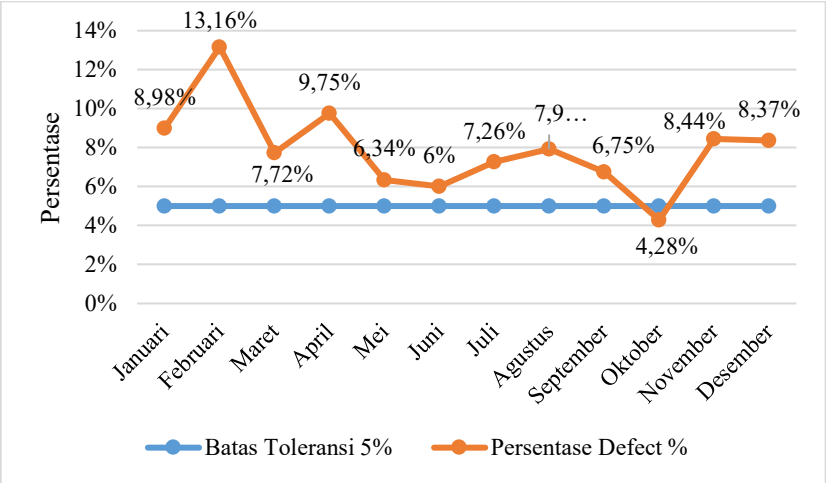
Di era globalisasi, persaingan bisnis dalam industri manufaktur di perusahaan semakin ketat. Pada tahun 2023, jumlah perusahaan manufaktur menengah dan besar di Indonesia mencapai kurang lebih 32.193 unit usaha (BPS 2023). Dengan persaingan yang semakin ketat, sebuah perusahaan harus memiliki standar kualitas agar mampu bersaing di pasar domestik dan internasional. Kualitas suatu perusahaan dapat diukur dari keefektifan sistem produksi yang dikelola dengan baik dan proses yang terkendali (Sunardi & Suprianto, 2015). Menurut Panjaitan (2017), Pengendalian kualitas merupakan elemen penting yang dapat menentukan apakah suatu perusahaan berhasil atau gagal. Untuk bersaing secara efektif, setiap perusahaan harus menghasilkan produk berkualitas tinggi, sehingga pengendalian kualitas harus menjadi prioritas utama (Wardana *et al*., 2023).

Penelitian ini dilakukan di PT. Trias Indra Saputra yang merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang produksi *Cable Support System*. Penelitian ini dilakukan di bagian *quality control* dan produksi, serta data yang diambil dari Januari-Desember 2023. Produk yang diproduksi oleh PT. Trias Indra Saputra diantaranya adalah *Cable Ladder, Cable Tray* dan *Accessories*. Tingkat toleransi *defect* yang ditetapkan oleh perusahaan adalah sekitar 5%. Berikut ini adalah data Total Produksi dan Total *Defect* Pada Produk *Cable Support System* Bulan Januari-Desember 2023.

Tabel 1. Total Produksi dan Total *Defect* Pada Produk *Cable Support System* Bulan Januari-Desember 2023

Jenis Produk	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah *Defect* (Unit)	Persentase *Defect* (%)	Target (%)
Accessories	86.335	3.622	4,20%	5%
Cable Tray	56.262	2.702	4,80%	5%
Cable Ladder	45.876	3.344	7,29%	5%

Dari hasil pengecekkan pada bulan Januari-Desember 2023, diketahui bahwa terdapat ketidaksesuaian standar kualitas *(defect)* pada produk *cable ladder*. Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa produk *cable ladder* merupakan produk yang menghasilkan *defect* hingga melebihi batas toleransi yang telah ditetapkan perusahaan yaitu 5%. Dari total 45.876 bagian yang diproduksi, terdapat 3.344 unit *cable ladder* yang mengalami *defect*. Berikut ini adalah data Persentase *Defect* Pada Produk *Cable Ladder* Bulan Januari-Desember 2023.



Gambar 1. Persentase *Defect* Pada Produk *Cable Ladder* Bulan Januari-Desember 2023

Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa dari bulan Januari-Desember 2023 produk *cable ladder* masih terdapat banyak *defect* yang melebihi batas toleransi yang telah ditetapkan perusahaan. Hampir setiap bulan produk *cable ladder* melebihi batas toleransi perusahaan. Metode pengendalian kualitas yang digunakan oleh perusahaan saat ini adalah *Quality Control Inspections* yaitu inspeksi rutin terhadap produk untuk memastikan kualitas sesuai standar. Jika terjadi ketidaksesuaian standar kualitas pada produk, maka perusahaan melakukan pengerjaan ulang pada produk tersebut *(rework)*. Ketidaksesuaian produk yang mengalami *defect* dengan standar yang ditetapkan perusahaan berpotensi mempengaruhi proses produksi. Tingginya tingkat *defect* mengakibatkan ketidaksesuaian dengan target produksi yang telah ditetapkan, serta dapat menghambat kelancaran proses produksi yang telah direncanakan karena perlu melakukan produksi ulang terhadap produk yang tidak memenuhi standar (Wardana *et al*., 2023). Untuk mengurangi jumlah *defect* yang melebihi batas toleransi pada produk *cable ladder* yang diproduksi oleh PT. Trias Indra Saputra, perlu dilakukan analisis terhadap jenis *defect* paling dominan pada produk *cable ladder* dan penyebabnya, menghitung nilai DPMO dan nilai level *sigma* pada produk *cable ladder*, serta upaya untuk mengatasi masalah tersebut dengan memberikan usulan perbaikan. Dalam proses analisis ini, diperlukan penggunaan metode untuk mengurangi tingkat kecacatan pada *cable ladder.* Salah satu metode yang digunakan adalah DMAIC *(Define, Measure, Analyze, Improve, Control)* dan Metode *Failure Mod and Effect Analysis* (FMEA).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dengan berdasar pada metode pengendalian kualitas yang diolah secara kuantitatif dengan menggunakan kerangka kerja DMAIC.

Kualitas

Kualitas memegang peranan penting dalam menentukan pilihan produk bagi konsumen. Kepuasan konsumen dapat terwujud jika produk yang disediakan memiliki kualitas yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991) dalam Ariani (2021), Apabila suatu produk atau jasa mampu memuaskan kebutuhan, baik dinyatakan secara jelas atau tidak, maka dikatakan mempunyai kualitas.

Menurut Ryan *et al* (2019), kualitas adalah tingkat kebaikan atau keburukan dari suatu hal yang mencakup semua elemen yang melekat pada produk atau jasa tersebut, sehingga produk tersebut memiliki kemampuan dapat digunakan sesuai keinginan konsumen.

Sedangkan menurut Setiawan (2018), kualitas dapat diartikan sebagai *"kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, sumber daya manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan"*. Menurut definisi ini, kualitas adalah kesesuaian barang dan jasa atau kemampuan jasa yang diberikan untuk memuaskan kebutuhan dan harapan pelanggan.

Kualitas yang baik dari sebuah produk ditetapkan berdasarkan berbagai dimensi kualitas untuk memenuhi kebutuhan konsumen, menurut Ruseel dan Taylor (2008), dimensi kualitas meliputi delapan dimensi, yang terdiri dari *Performance*, *Feature*, *Reliability*, *Conformance*, *Durability*, *Serviceability*, *Aesthetic*, dan *Perceived Quality*.

Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan serangkaian teknik dan kegiatan yang terorganisir, bertujuan untuk mencapai, mempertahankan, dan meningkatkan standar kualitas produk dan jasa, dengan tujuan memenuhi kebutuhan konsumen (Gusliana, 2021). Adapun faktor-faktor pengendalian kualitas yang dilakukan perusahaan adalah sebagai berikut (Fitriana *et al*., 2021):

1. Kemampuan Proses: sasaran harus dimodifikasi agar sesuai dengan kemampuan proses saat ini. Mengontrol suatu proses dengan batasan yang lebih besar dari kemampuan atau kapasitasnya tidak ada gunanya.
2. Spesifikasi: hasil produksi harus sesuai dengan kebutuhan pelanggan dan kemampuan proses. Sebelum melakukan pengendalian kualitas, penting untuk memastikan apakah spesifikasi pada proses produksi sesuai dengan kedua aspek yang telah disebutkan sebelumnya.
3. Tingkat Ketidaksesuaian yang Dapat Diterima: untuk meminimalkan jumlah produk yang tidak memenuhi standar atau berkualitas rendah menjadi sekecil mungkin, sehingga tingkat barang yang tidak memenuhi persyaratan yang dapat diterima menjadi minimal.
4. Biaya Kualitas: mempunyai dampak signifikan terhadap tingkat kontrol kualitas dalam produksi barang, dimana adanya biaya kualitas yang lebih tinggi memiliki korelasi yang menguntungkan dengan produksi barang-barang berkualitas tinggi. Apabila ingin menghasilkan produk berkualitas tinggi, maka diperlukan alokasi biaya kualitas yang lebih besar secara proporsional.

Defect

Menurut Primanintyo *et al* (2016), jika suatu produk dianggap cacat, berarti produk tersebut tidak memenuhi standar yang ditetapkan oleh produsen atau *klien*. Cacat sebenarnya dibagi menjadi beberapa kategori, diantaranya:

a. Cacat Minor: cacat dengan tingkat keparahan rendah termasuk dalam kategori cacat kecil. Cacat kecil pada produk masih dapat diperbaiki (dikerjakan ulang) agar memenuhi kriteria.
b. Cacat Major: kategori cacat dengan tingkat keparahan yang tinggi. Produk yang menaglami *defect* major tidak dapat diperbaiki lagi dan harus dibuang atau tidak dapat dijual.

Six Sigma

Six sigma merupakan sebuah pendekatan atau metode untuk meningkatkan kualitas produk dengan fokus pada perbaikan proses guna mencapai produk yang optimal. *Project six sigma* bertujuan untuk meningkatkan kinerja jangka panjang dengan mengurangi jumlah cacat melalui peningkatan mutu, dengan tujuan mencapai nol kegagalan *(zero defect)*. Dalam hal ini, kapabilitas proses yang setara atau melebihi standar *six sigma* diukur menggunakan standar deviasi, di mana deviasi standar sebesar 99,9997% dari nilai target menandakan bahwa peluang kegagalan atau cacat produk hanya sekitar 3,4 cacat dari satu juta peluang.

DMAIC

Menurut Tan (2019), DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*) merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi penerapan *Six Sigma.* "Ada lima tahapan dalam penerapan strategi *six sigma*, yaitu dengan menggunakan siklus DMAIC," (Jacobs dan Chase, 2015:369).

1. *Define* (Identifikasi) merupakan langkah awal dalam program peningkatan kualitas menggunakan metode *six sigma*. Tindakan pertama yang diambil adalah menetapkan tujuan dan sasaran untuk meningkatkan kualitas serta mengidentifikasi cacat produk. *Tools* yang digunakan dalam tahap ini adalah *Check Sheet*, CTQ *(Critical to Quality),* dan Diagram SIPOC *(Supplier, Input, Process, Output, Customer)*.
2. *Measure* (Pengukuran) sebagai tahap pengukuran kinerja proses. Statistik ini memungkinkan bisnis untuk mengevaluasi kinerjanya yang dimilikinya dan menetapkan target untuk perbaikan. *Tools* yang digunakan dalam tahap ini adalah Peta Kendali, *Pareto Chart*, dan DPMO (*Defect Per Million Opportunities)* untuk menghitung jumlah cacat dalam satu juta peluang. Angka DPMO ini digunakan untuk menunjukkan seberapa

banyak cacat yang terjadi selama proses produksi. Nilai DPMO ini digunakan sebagai salah satu ukuran dalam mengevaluasi tingkat *Six Sigma.*

$$\text{DPO} = \frac{\text{Jumlah } Defect}{\text{Total Unit x CTQ}} \quad (1)$$

Besarnya DPO ini apabila dikalikan dengan konstanta 1,000,000 akan menjadi formula:

$$\text{DPMO} = \text{DPO x } 1.000.000 \quad (2)$$

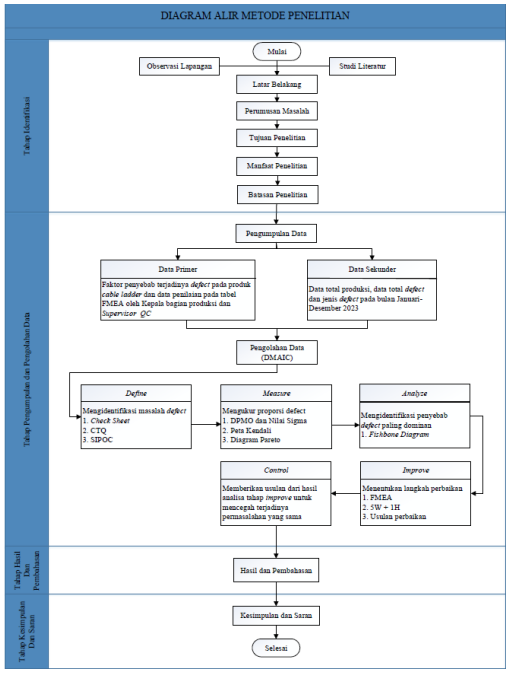
Semakin tinggi tingkat *Sigma*, semakin kecil kemungkinan proses untuk membuat bagian-bagian yang rusak. Tingkatan *Sigma* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Tingkat Kualitas *Sigma*

Level *Sigma*	*DPMO*	*Yield*	Kategori
6	3,4	99,997%	*World Class*
5	230	99,977%	Rata-rata Industri USA
4	6.200	99,379%	
3	67.000	93,22%	Rata-rata Industri Indonesia
2	310.000	69,2%	
1	690.000	30,90%	Sangat Tidak Kompetitif

3. *Analyze* (Analisa) adalah studi tentang akar penyebab masalah kualitas. Diagram sebab-akibat, sering dikenal sebagai diagram tulang ikan, dapat digunakan untuk memeriksa akar penyebab utama suatu permasalahan. *Fishbone* diagram adalah alat yang digunakan untuk mengorganisisr dan mengintegrasikan semua gagasan tentang penyebab potensial dari suatu masalah (Isworowati, 2020).
4. *Improve* (Perbaikan) adalah melakukan perencanaan tindakan perbaikan untuk mencegah atau menghilangkan penyebab terjadinya *defect,* maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan untuk meningkatkan efisiensi output. Pada tahap *improve* dilakukan penilaian FMEA yang merupakan suatu teknik untuk menemukan dan memeriksa suatu kegagalan beserta dampak yang ditimbulkannya guna mencegah kegagalan tersebut (Wahyuni, 2020). Selain dengan FMEA untuk memudahkan proses dalam melaksanakan tindakan perbaikan, perlu dilakukan perencanaan tindakan perbaikan dengan menggunakan prinsip 5W+1H. Gaspersz (2008) menyatakan bahwa 5W+1H dapat diterapkan pada tahap *Improvement.*
5. *Control* (Pengendalian) adalah fase terakhir metode DMAIC. Pada titik ini, proses diserahkan kepada pemilik atau orang yang memegang kendali, hasil peningkatan kualitas dicatat, dan metode yang efisien didokumentasikan dan dijadikan standar operasional. Standardisasi diperlukan sebagai strategi pencegahan untuk menghentikan terulangnya masalah kualitas yang pernah dialami sebelumnya (Hartoyo *et al*., 2019).

Penggunaan metode untuk penelitian ini ditampilkan pada Gambar 2. Pada Gambar 2 tersebut, beberapa proses dilalui yaitu: Tahap *Define*, Tahap *Measure*, Tahap *Analyze*, Tahap *Improve,* dan Tahap *Control*.



Gambar 2. Langkah-Langkah Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap *Define*

Tindakan awal adalah menentukan apa masalah metode tersebut. Pada tahap ini menggunakan tools *Check Sheet,* CTQ *(Critical To Quality)* dan SIPOC *(Supplier Input, Process, Output and Customer)*.

1. *Check Sheet.* Berikut ini merupakan *check sheet defect* yang terjadi pada produk *cable ladder*.

Tabel 3. Data *Check Sheet Defect Cable Ladder*

Bulan	Total Produksi (unit)	Jenis *Defect Ladder*					Total *Defect* (unit)
		Chip	Lecet	*Labelling*	Penyok	HDG Terkelupas	
Januari	1937	40	20	-	34	80	174
Februari	1489	50	30	20	27	69	196
Maret	4028	57	-	37	75	142	311
April	3345	92	-	-	64	170	326
Mei	9320	40	37	50	86	378	591
Juni	8619	99	46	63	30	279	517
Juli	3472	63	-	-	64	125	252
Agustus	4862	72	-	34	39	240	385
September	2075	21	22	27	-	70	140
Oktober	2760	36	16	-	19	47	118
November	2440	37	32	59	-	78	206
Desember	1529	23	-	23	26	56	128
TOTAL	**45876**	**630**	**203**	**313**	**464**	**1734**	**3344**

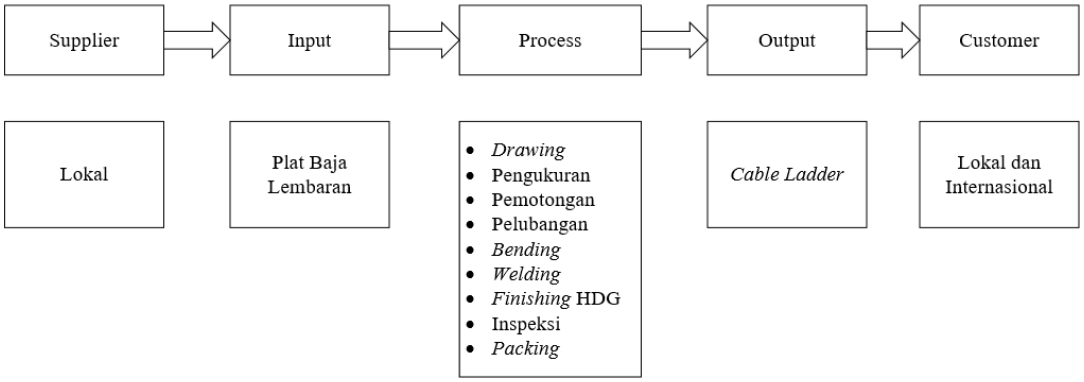
2. *Critical to Quality* (CTQ). Pada produksi *cable ladder*, ada beberapa hal yang dianggap penting dalam menunjang keamanan maupun keindahan ketika produk dipasang sesuai

dengan kebutuhan dan spesifikasi konsumen. Berikut adalah tabel kriteria standar mutu produk *cable ladder*:

Tabel 4. CTQ Produk *Cable Ladder*

No	*Critical to Quality*	*Performance Requirement*
1	Dimensi	Dimensi harus sesuai dengan gambar kerja (panjang, lebar, tinggi, dan jarak antar lubang untuk *accessories*)
2	Visual	Memperhatikan aspek visual produk sesuai dengan buku pedoman *quality* yang ada di perusahaan (visualnya bagus tidak adanya goresan)
3	Fisik	Memperhatikan aspek fisik berdasarkan produk yang dibentuk (tidak mengalami deformasi atau penyok)
4	Area	Penyimpanan harus di dalam gudang
5	HDG	Ketebalan hasil pelapisan *Hot Dip Galvanized* sesuai dengan ketebalan materialnya (ketebalan lapisan HDG disesuaikan berdasarkan ketebalan material dan tidak terkelupas)

3. Diagram SIPOC *(Supplier, Input, Process, Output, and Customer)*. Analisis ini sangat membantu dalam menentukan pemasok input proses, spesifikasi yang akan digunakan di dalamnya, pelanggan proses, dan kebutuhan pelanggan.



Gambar 3. Diagram SIPOC *Cable Ladder*

Tahap *Measure*

Pada tahap Pengukuran berupaya mengumpulkan informasi untuk memverifikasi masalah atau peluang. Pada tahap ini akan ditentukan Nilai *Sigma* dan Nilai DPMO, membuat Peta Kendali P, dan Diagram Pareto.

1. Perhitungan DPMO dan Nilai *Sigma*. Sebelum suatu produk diberikan kepada pelanggan, DPMO berupaya menentukan seberapa baik produk tersebut dapat memuaskan kebutuhan pelanggan tertentu.
   a. DPO *(Defect per Opportunity)*

$$\text{DPO} = \frac{\text{Jumlah } Defect}{\text{Total Unit x CTQ}} = \frac{3.344}{45.876\ x\ 5} = 0{,}0145$$

   b. DPMO *(Defect per Million Opportunity)*

$$\text{DPMO} = \text{DPO x } 1.000.000 = 0{,}0145 \text{ x } 1.000.000 = 14.500$$

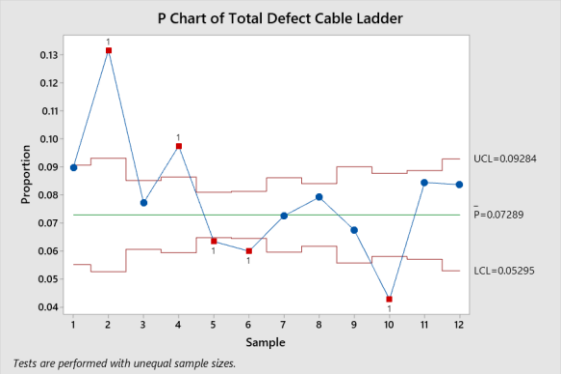
   c. Nilai *Sigma*

$$\text{Nilai } Sigma = \text{NORMSINV}((1.000.000 - \text{DPMO})/1.000.000) + 1{,}5$$
$$= \text{NORMSINV}((1.000.000 - 14.500)/1.000.000) + 1{,}5$$
$$= 3{,}68$$

   Perhitungan di atas didapatkan nilai DPMO sebesar 14.500 dan nilai *sigma* sebesar 3,68.
2. Peta Kendali P dilakukan untuk mengetahui apakah proses produksi yang berjalan pada produk *cable ladder* masih terkendali atau tidak dapat dilihat pada tabel 5. dan gambar 4.

Tabel 5. Perhitungan Peta Kendali P

Bulan	Total Produksi (pcs)	Total *Defect* (pcs)	Proporsi *Defect*	UCL	CL	LCL
Januari	1937	174	0,090	0,091	0,073	0,055
Februari	1489	196	0,132	0,093	0,073	0,053
Maret	4028	311	0,077	0,085	0,073	0,061
April	3345	326	0,097	0,086	0,073	0,059
Mei	9320	591	0,063	0,081	0,073	0,065
Juni	8619	517	0,060	0,081	0,073	0,064
Juli	3472	252	0,073	0,086	0,073	0,060
Agustus	4862	385	0,079	0,084	0,073	0,062
September	2075	140	0,067	0,090	0,073	0,056
Oktober	2760	118	0,043	0,088	0,073	0,058
November	2440	206	0,084	0,089	0,073	0,057
Desember	1529	128	0,084	0,093	0,073	0,053

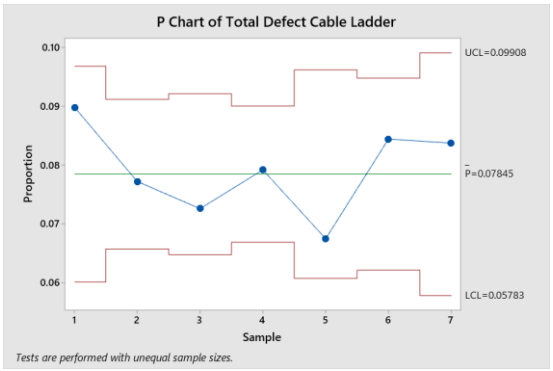


Gambar 4. Grafik Peta Kendali P

Berdasarkan grafik diatas, diketahui bahwa pada proses produksi produk *cable ladder* tersebut didapatkan 5 data yang berada di luar batas kendali atas maupun bawah. Dalam hal ini proses produksi *cable ladder* perlu dilakukan eliminasi pada data tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 6. dan Gambar 5.

Tabel 6. Perhitungan Peta Kendali P Eliminasi

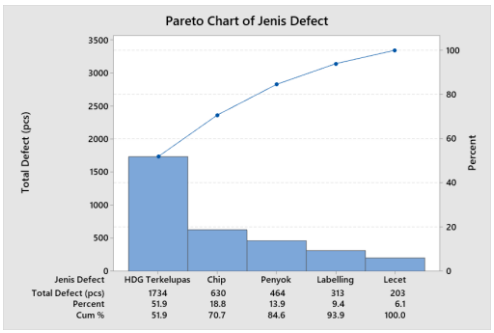
Bulan	Total Produksi (pcs)	Total *Defect* (pcs)	Proporsi *Defect*	UCL	CL	LCL
Januari	1937	174	0,090	0,097	0,078	0,060
Maret	4028	311	0,077	0,091	0,078	0,066
Juli	3472	252	0,073	0,092	0,078	0,065
Agustus	4862	385	0,079	0,090	0,078	0,067
September	2075	140	0,067	0,096	0,078	0,061
November	2440	206	0,084	0,095	0,078	0,062
Desember	1529	128	0,084	0,099	0,078	0,058



Gambar 5. Grafik Peta Kendali P Eliminasi

Dilihat pada gambar 5, peta kendali P setelah dilakukan eliminasi telah dikatakan terkendali karena tidak ada yang melewati UCL dan LCL.

3. Diagram Pareto dilakukan untuk mengetahui masalah prioritas berdasarkan *defect* yang terjadi pada *cable ladder*. Maka diagram pareto dapat digambarkan sebagai berikut.

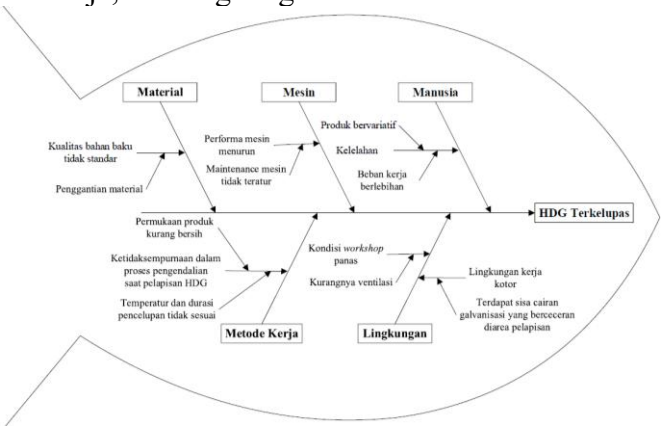


Gambar 6. Diagram Pareto *Cable Ladder*

Berdasarkan diagram pareto pada gambar 6. dapat diketahui bahwa jenis *defect* tertinggi yaitu *defect* HDG Terkelupas dengan presentase 52%, dari total persentase cacat. Sehingga, penelitian ini diprioritaskan terhadap *defect* HDG Terkelupas.

Tahap *Analyze*

Setelah pengolahan data pada tahap *measure* menggunakan diagram pareto telah diketahui bahwa jenis *defect* yang paling tinggi adalah HDG Terkelupas sebesar 52%, sehingga perlu dilakukan analisis untuk mengetahui penyebab *defect* tersebut menggunakan diagram *fishbone*. Diagram *fishbone* ini dibuat dengan mempertimbangkan faktor manusia, mesin, material, metode kerja, dan lingkungan.



Gambar 7. *Fishbone* Diagram *Defect* Paling Dominan

Tahap *Improve*

Pada tahap ini dilakukan aktivitas usulan perbaikan untuk mengurangi *defect* HDG Terkelupas pada produk *cable ladder*, usulan perbaikan yang diusulkan terfokus pada akar permasalahan utama yang didapatkan dari faktor-faktor berdasarkan analisis dengan menggunakan diagram *fishbone*, pada tahap ini digunakan metode FMEA *(Failure Mode and Effect Analysis)* untuk menentukan nilai *severity, occurrence,* dan *detection* sehingga didapatkan nilai *risk priority number* (RPN) setelah itu dilihat *rank* bobot tertinggi yang menjadi prioritas perbaikan.

1. Identifikasi *Failure Mode Effect Analysis* Pada *Defect* HDG Terkelupas

Tabel 7. Hasil Identifikasi FMEA *Defect* HDG Terkelupas

Faktor Penyebab	Penyebab Utama	Akar Penyebab Utama	Alat Kontrol	(S)	(O)	(D)	*Risk Priority Number*	*Rank* RPN
Manusia	Kelelahan	Banyaknya variatif produk	Jadwal pengawasan rutin	6	7	5	210	3
		Beban kerja yang berlebihan	Jadwal *shift*	6	5	6	180	4
Mesin	Performa mesin menurun	Maintenance mesin tidak teratur	Jadwal *maintenance* mesin	4	5	5	120	6
Material	Kualitas bahan baku tidak standar	Penggantian material	Pengecekan spesifikasi material	5	6	5	150	5
Metode Kerja	Ketidak sempurnaan dalam proses pengendalian saat pelapisan HDG	Kondisi permukaan produk kurang bersih	Membersihkan area bak larutan diakhir *shift* dan adanya pengendalian waktu saat proses pembersihan	7	7	6	294	2
		Temperatur dan durasi pencelupan tidak sesuai	Pemantauan dan pengaturan suhu	7	8	7	392	1
Lingkungan	Kondisi *workshop* panas	Kurangnya ventilasi	Pasang sistem ventilasi	3	4	5	60	8
	Lingkungan kerja kotor	Terdapat sisa cairan galvanisasi yang berceceran di area pelapisan	Pembersihan rutin di area pelapisan	4	5	5	100	7

Berdasarkan tabel 7. dapat diketahui bahwa setelah dilakukan perhitungan dengan RPN maka akar penyebab prioritas yang menyebabkan HDG terkelupas adalah temperatur dan durasi pencelupan tidak sesuai, dan kondisi permukaan produk kurang bersih.

2. 5W + 1H menentukan rencana tindakan guna mengatasi masalah *defect* pada *cable ladder* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis 5W+1H *Defect* HDG Terkelupas

Potential Cause	***What*** **(Apa penyebab *defect*)**	***Who*** **(Siapa yang membuat *defect*)**	***Where*** **(Dimana *defect* terjadi)**	***When*** **(Kapan *defect* terjadi)**	***Why*** **(Kenapa penyebab *defect* terjadi)**	***How*** **(Bagaimana penanganan *defect*)**
Ketidak sempurnaan dalam proses pengendalian saat pelapisan HDG	Temperatur dan durasi pencelupan tidak sesuai	Operator	Di area *finishing* (pelapisan HDG)	Saat proses pencelupan galvanisasi berlangsung	Adanya perubahan suhu selama proses pencelupan yang tidak sesuai dengan kebutuhan	• Membuat SOP dengan menetapkan prosedur penyesuaian waktu pada saat proses pembersihan awal dan penyesuaian temperatur saat pencelupan galvanisasi, serta melakukan pembersihan pada bak cairan pembersih diakhir *shift*. • Membuat *list* ketentuan pelapisan HDG secara visual. • Membuat *form inspection report* • Membuat *control list* SOP
	Kondisi permukaan produk kurang bersih	Operator	Di area *finishing* (pelapisan HDG)	Sebelum proses pencelupan galvanisasi	Proses pembersihan awal tidak maksimal, karena pada bak cairan pembersih masih terdapat banyak kotoran	

3. Usulan Perbaikan. Berdasarkan analisis 5W+1H, maka usulan perbaikan yang diberikan yaitu dapat dilihat pada gambar 8, tabel 9, dan gambar 9.

STANDARD OPERATIONAL PROCEDURE				
LOGO PERUSAHAAN		Approved	Checked	Prepared
Judul	Prosedur Pelapisan *Hot Dip Galvanized*			

1. **Tujuan**
   Memastikan bahwa proses pelapisan *hot dip galvanized* dilakukan secara konsisten dan efisien dengan pengaturan dan pemantauan suhu dan durasi yang tepat untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi.
2. **Ruang Lingkup**
   SOP ini berlaku untuk semua yang terlibat dalam proses pelapisan hot dip galvanized di area produksi.
3. **Definisi**
   Hot Dip Galvanized adalah metode pelapisan *(Coating)* melalui proses pencelupan kedalam cairan atau lelehan seng (Zn) dengan temperatur dan durasi pencelupan disesuaikan dengan kebutuhan.
4. **Keselamatan Kerja**

4.1 Operator harus memakai APD (safety glass, bump hat, safety shoes, safety gloves, dan pakaian pelindung).
4.2 Pastikan area kerja bebas dari bahan mudah terbakar.

5. **Tanggung Jawab**

5.1 Operator harus mengikuti proses pelapisan *Hot Dip Galvanized*.
5.2 Operator, bertanggung jawab mengisi form *inspection report* pelapisan *Hot Dip Galvanized*.

6. **Prosedur**

6.1 Proses *Degreasing*: mencelupkan produk ke dalam larutan NaOH pada suhu 80°C selama 10 menit.
6.2 Proses *Rinsing* I: membersihkan larutan NaOH menggunakan air bersih.
6.3 Proses *Pickling*: mencelupkan produk ke dalam larutan HCL pada suhu 80°C selama 20 menit.
6.4 Proses *Rinsing* II: membersihkan larutan HCL menggunakan air bersih.
6.5 Proses *Fluxing*: mencelupkan produk ke dalam larutan *Zinc Amonium Cloride* (ZAC) pada suhu 80°C selama 8 menit.
6.6 Pastikan waktu dan suhu pencelupan pada saat pembersihan sudah sesuai.
6.7 Jika masih terdapat kotoran pada produk, tambahkan durasi pencelupan saat proses pembersih 5-10 menit.
6.8 Bersihkan area bak cairan dari kotoran atau slag pada larutan pembersih diakhir *shift*.
6.9 Proses *Drying*: pengeringan menggunakan gas panas dengan suhu 150°C.
6.10 Atur kontroler suhu pada bak seng cair sesuai rentang yang dibutuhkan.
6.11 Setelah suhu dalam bak seng cair stabil sesuai rentang suhu yang dibutuhkan, celupkan produk ke dalam bak seng cair.
6.12 Pastikan durasi pencelupan sesuai dengan spesifikasi produk tergantung pada ketebalan lapisan yang diinginkan.
6.13 Pantau suhu bak seng cair selama proses pencelupan galvanisasi secara real-time.
6.14 Jika suhu turun di bawah rentang yang telah ditentukan, maka tingkatkan daya pemanas secara manual.
6.15 Jika suhu melebihi rentang yang telah ditentukan, maka kurangi daya pemanas atau matikan pemanas sementara hingga suhu turun kembali ke rentang yang diinginkan.
6.16 Setelah proses galvanisasi selesai, angkat produk dari bak seng cair.
6.17 Proses pendinginan.
6.18 Pemeriksaan.
6.19 Mengukur ketebalan lapisan.
6.20 Mengisi *form inspection report*.

Gambar 8. Usulan SOP Pelapisan *Hot Dip Galvanized*

Tabel 9. *List* Ketentuan Pelapisan *Hot Dip Galvanized*

Steel Thickness Range	***Coating***	***Galvanizing***	
(mm)	***Thickness* (µm)**	**Temperatur**	**Waktu**
<1.6	45	435°C - 440°C	1 menit
≥1.6 to <3.2	65	445°C - 450°C	3 menit
≥3.2 to <4.8	75	450°C - 455°C	3 menit
≥4.8 to <6.4	75	450°C - 455°C	3 menit
≥6.4 to <16	75	450°C - 455°C	3 menit
≥16	100	460°C - 465°C	7 menit

LOGO PERUSAHAAN	HOT DIP GALVANIZING THICKNESS INSPECTION REPORT													
No.	Customer Name	PO No.	Date of Incoming	Qty	Materials Thickness	Type	Detail Setting Awal		Suhu Akhir	Coating Thickness (µm)			Avrg (µm)
							Suhu	Waktu		1	2	3	
1													
2													
3													
4													
5													

Visual Inspection	GOOD / NO GOOD	Thickness Check	GOOD / NO GOOD	PIC	Inspected	Checked	Approved
Hot Dip Galvanizing Thickness in Accordance with:							
ASTM A123	√	BS EN ISO 146: 2009					
AS/NZS 4680: 2006		SNI 0039: 2013					

Gambar 9. *Form Inspection Report*

Tahap *Control*

Pada tahap ini diberikan usulan perbaikan untuk meminimalisir terjadinya permasalahan yang sama terulang kembali dikemudian hari. Usulan perbaikan yang diberikan adalah membuat *control list* SOP. Pengendalian dengan membuat *control list* SOP bertujuan untuk mengontrol apakah operator menaati semua prosedur yang telah diterapkan atau tidak. Jika *control list* ini diterapkan akan mempermudah perusahaan untuk melihat kinerja dan kendala yang dialami operator dalam melakukan pelapisan *hot dip galvanized*.

CONTROL LIST SOP					
LOGO PERUSAHAAN			Checked	Approved	
I. DETAIL PEKERJAAN					
Tanggal Pengerjaan			Produk		
PIC			Customer		
II. KELENGKAPAN DOKUMEN DAN SARANA KERJA					
	Safety Glass		Safety Shoes		Kotak P3K
	Earplug		Safety Gloves		APAR
	Bump Hat		Pakaian Pelindung		Form Inspection Report
III. PELAKSANAAN KERJA					

No.	Deskripsi	Kondisi		Keterangan
		Baik	Tidak	
1	Operator menggunakan APD yang sesuai dengan standar perusahaan			
2	Mencelupkan produk ke dalam larutan NaOH			
3	Membersihkan permukaan produk dari larutan NaOH menggunakan air bersih			
4	Mencelupkan produk ke dalam larutan HCL			
5	Membersihkan permukaan produk dari larutan HCL menggunakan air bersih			
6	Mencelupkan produk ke dalam larutan *Zinc Amonium Cloride*			
7	Membersihkan area bak cairan dari kotoran atau slag pada larutan pembersih			
8	Mengeringkan menggunakan gas panas dengan suhu 150°C			
9	Mengatur kontroler suhu sesuai rentang yang dibutuhkan			
10	Jika suhu sudah stabil, celupkan produk ke dalam bak seng cair			
11	Durasi pencelupan sesuai dengan spesifikasi produk tergantung pada ketebalan lapisan yang diinginkan			
12	Kondisi suhu bak seng cair selama proses pencelupan galvanisasi			
13	Proses pendinginan dan pemeriksaan pada produk			
14	Mengukur ketebalan lapisan galvanis			
15	Mengisi form inspection report			

Gambar 10. *Control List* SOP Pelapisan *Hot Dip Galvanized*

PENUTUP

Dari hasil penelitian, produk *Cable Ladder* di PT. Trias Indra Saputra, diperoleh jenis *defect* paling dominan adalah HDG terkelupas sebesar 52%. Pada periode Januari-Desember 2023 memiliki nilai DPMO sebesar 14.500 dan nilai level *sigma* sebesar 3,68. Serta faktor penyebab terjadinya *defect* HDG terkelupas yaitu faktor manusia, mesin, material, metode kerja, dan lingkungan. Dari faktor tersebut, faktor penyebab paling potensial yaitu pada metode kerja dimana akar penyebabnya yaitu temperatur dan durasi pencelupan tidak sesuai dengan nilai RPN 392 dan kondisi permukaan produk kurang bersih dengan nilai RPN 294. Sehingga usulan perbaikan yang direkomendasikan kepada perusahaan untuk mengatasi *defect* HDG terkelupas adalah Membuat SOP pelapisan *hot dip galvanized*, Membuat list ketentuan pelapisan *hot dip galvanized* berdasarkan ketebalan materialnya, serta temperatur dan durasi pencelupan, Membuat form *inspection report,* dan Membuat *control list* SOP.

DAFTAR PUSTAKA

Ariani, D. W. (2021). *Manajemen Kualitas*. 15. http://eprints.mercubuana-yogya.ac.id/id/eprint/12996/1/2020-Ariani-Manajemen Kualitas.pdf

BPS. (2023). Direktori Industri Manufaktur 2023

Fitriana, Rina; Sari, Debbie Kemala; Habyba, A. N. (2021). Pengendalian dan Penjaminan Mutu. In *Wawasan Ilmu*.

Gaspersz. (2008). *Total Quality Management*. In Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama(V).

Gusliana, I. (2021). Pengendalian Kualitas Perusahaan Dagang. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 1689–1699.

Hartoyo, F., Yudhistira, Y., Chandra, A., & Chie, H. H. (2019). Penerapan Metode Dmaic dalam Peningkatan Acceptance Rate untuk Ukuran Panjang Produk Bushing. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, *4*(1), 381.

Isworowati, P. (2020). Aplikasi Fishbone Analysis dalam Meningkatkan Kualitas Buah Strawberry pada Kelompok Tani Sun - Sun Strawberry Desa Kalisoro Kabupaten Karanganyar. *Perpustakaan.Uns.Ac.Id*.

Panjaitan, sumantri. (2017). Evaluasi Sistem Produksi Menggunakan Metode Six Sigma (DMAIC) Dalam Penurunan Cacat Produk Kertas Jumbo Roll Pada Paper Machine (PM) 3 Di PT. Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. *Sosial*, 1–126.

Primanintyo, B., Syafei, M. Y., & Luviyanti, D. (2016). Analisis Penurunan Jumlah Defect Dalam Proses Tire-Curing Dengan Penerapan Konsep Six Sigma. *J. of Industrial Engineering*, *1*(2), 1–16.

Ryan, Cooper, & Tauer. (2019). Pengaruh Atribut Produk dan Harga Terhadap Perilaku Pelanggan Pasca Pembelian. *Paper Knowledge. Toward a Media History of Documents*, 12–26.

Setiawan, A. (2018). *Pengendalian Kualitas Produk*. *1984*, 32.

Sunardi, A. T. P., & Suprianto, E. (2015). Pengendalian Kualitas Produk Pada Proses Produksi Rib A320 Di Sheet Metal Forming Shop. *Indept*, *5*(2), 6–15.

Tan, H. T. (2019). Metode DMAIC Sebagai Solusi Pengendalian Kualitas Produksi Sepatu Tambang: Studi Kasus PT Mangul Jaya-Bekasi. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, *3*(1), 509.

Wahyuni, H. C. (2020). Buku Ajar Pengendalian Kualitas Industri Manufaktur Dan Jasa. In *Buku Ajar Pengendalian Kualitas Industri Manufaktur Dan Jasa*.

Wardana, A. P., Widiasih, W., Studi, P., Industri, T., & Timur, J. (2023). Penerapan DMAIC dan FMEA Untuk Pengendalian Kualitas Produk Kemasan Kertas Perusahaan Percetakan PT.XYZ. *Senopati*, *5*, 47–55.