

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PROSES THREADING PIPA DENGAN METODE SPC DAN FMEA PADA PT. ABC

Wakhid Surya Yulianta¹, Herman^{*2}, Zeri Yusdinata³, Ery Sugito⁴, Sofyang⁵,
Evan Haviana⁶

^{1,2,3,4,5,6}Universitas Ibnu Sina; Jalan Teuku Umar - Lubuk Baja, Batam, Kepulauan Riau

e-mail: 13211026201033@uis.ac.id, herman@uis.ac.id, Zeri@uis.ac.id, erysugito@uis.ac.id,
sofyang@uis.ac.id

Abstrak

PT. ABC adalah perusahaan minyak dan gas yang bergerak di bidang manufaktur OCTG (*Oil Country Tubular Goods*) dan berdiri sejak tahun 1983 di Kawasan Industri Terpadu Kabil, Batam, Indonesia. Produk utamanya adalah *Pipe Casing*, *Pipe Tubing*, *Line Pipe* beserta Accessories seperti produk Coupling dan protector. Meskipun bersertifikasi ISO 9001:2015 & API Q1, PT. ABC masih menghadapi tantangan kualitas, terutama dalam threading pipa. Data QA 2023 menunjukkan tingkat kecacatan threading pipa mencapai 2,58%, melampaui target yang sudah ditentukan yaitu maksimal 1%. Solusi pegendalian kualitas termasuk penggunaan Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi faktor penyebab, seperti kurangnya disiplin operator, masalah material, metode, dan mesin. Tindakan termasuk pelatihan berkala untuk meningkatkan kedisiplinan dan pemantauan kompetensi operator, serta peningkatan pemantauan penggantian insert dan perawatan mesin. Ini bertujuan untuk mengurangi mode kegagalan dan meningkatkan kualitas produk.

Kata kunci— *Pengendalian Kualitas, Statistical Process Control (SPC), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Abstract

PT. ABC is an oil and gas company engaged in the manufacturing of OCTG (Oil Country Tubular Goods) and has been established since 1983 in the Integrated Industrial Area of Kabil, Batam, Indonesia. Its main products are Pipe Casing, Pipe Tubing, Line Pipe, along with Accessories such as Coupling and protector. Despite being certified with ISO 9001:2015 & API Q1, PT. ABC still faces quality challenges, especially in pipe threading. QA 2023 data shows that the defect rate for pipe threading reaches 2.58%, exceeding the maximum target of 1%. Quality control solutions include the use of Statistical Process Control (SPC) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to identify root causes, such as lack of operator discipline, material issues, method, and machinery. Actions include periodic training to enhance operator discipline and competency monitoring, as well as increased monitoring of insert replacement and machine maintenance. These measures aim to reduce failure modes and improve product quality.

Keywords— *Quality control, Statistical Process Control (SPC), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri minyak dan gas telah berlangsung lama dengan persaingan antar produsen yang marak, menekankan pentingnya kualitas produk dalam memenangkan persaingan. Konsumen memilih produk dengan kualitas terbaik untuk memenuhi kebutuhan mereka, dan

kepuasan pelanggan memainkan peran penting dalam membangun hubungan jangka panjang antara perusahaan dan pelanggan. Kualitas produk memengaruhi minat konsumen dalam pembelian, dengan pengendalian kualitas dan pengawasan kualitas menjadi penting untuk memastikan produk memenuhi standar yang ditetapkan. Metode seperti Statistical Process Control (SPC) digunakan untuk memantau dan memperbaiki proses produksi. PT. ABC, sebagai perusahaan manufaktur OCTG, berkomitmen untuk menjaga kualitas produknya, meskipun masih menghadapi berbagai tantangan kualitas, terutama dalam proses threading pipa.

Dalam hal proses produksi pipa casing dan tubing di PT. ABC masih terdapat berbagai macam permasalahan kualitas yang dihadapi, salah satunya adalah permasalahan kualitas pada proses *threading* pipa. Proses *threading* pipa masih mengalami berbagai jenis kecacatan, seperti *chatter on thread*, *thread step* dan *thread burrs*. Berdasarkan data yang diperoleh dari departemen Quality Assurance dari bulan Januari 2023 hingga September 2023, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1.1 Data Kecacatan Produk untuk Proses Threading Pipa di Tahun 2023

No	Bulan	Jumlah Produksi Pipa	Jenis Defect			Jumlah Defect	% Defect
			<i>Step on Thread</i>	<i>Chatter on Thread</i>	<i>Thread burrs</i>		
1	Jan-23	6421	33	22	92	147	2,29%
2	Feb-23	5731	39	43	57	139	2,43%
3	Mar-23	10281	55	79	102	236	2,30%
4	Apr-23	12703	141	85	73	299	2,35%
5	May-23	18804	232	92	79	403	2,14%
6	Jun-23	17345	134	105	87	326	1,88%
7	Jul-23	18542	137	272	70	479	2,58%
8	Aug-23	18895	226	210	151	587	3,11%
9	Sep-23	16694	233	208	180	621	3,72%
Total		125416	1230	1116	891	3237	2,58%

Tingkat *defect* pada proses *threading* pipa, yang mencapai 2,58% menunjukkan kecacatan utama seperti *step on thread*, *chatter on thread*, dan *thread burrs*, berdampak pada *Key Performance Indicator* (KPI) perusahaan yang menargetkan maksimal *defect* rate sebesar 1%. Hal ini menyebabkan kerugian, seperti biaya *rework* dan penalti atas keterlambatan pengiriman barang. Solusi untuk masalah ini adalah dengan menerapkan pengendalian kualitas, termasuk metode *Statistical Process Control* (SPC) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Kombinasi kedua metode ini membantu dalam pemantauan, analisis, dan pengendalian kualitas produk, serta mengidentifikasi dan mengantisipasi kegagalan dalam proses manufaktur. Dengan menerapkan SPC dan FMEA, diharapkan dapat mengurangi tingkat cacat produk, meningkatkan profitabilitas, produktivitas, keandalan mesin, dan memberikan masukan penting untuk pengambilan keputusan dan pengembangan produk.

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka penulis tertarik melakukan penelitian guna meningkatkan kualitas pada proses threading pipa dengan judul “Pengendalian Kualitas Proses Threading Pipa Dengan Metode SPC Dan FMEA Pada PT. ABC”.

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2023 sampai Januari 2024 selama 8 jam dalam satu hari dimulai pada pukul 08.00 sampai dengan pukul 17.00. Tempat penelitian adalah di PT. ABC yang berlokasi di Jl Hang Kesturi 1 No.2 Kawasan Industri Terpadu Kabil, Batam 29467.

B. Jenis data

Jenis data yang digunakan untuk mendukung penulis dalam penelitian ini adalah:

1. Data kualitatif

Dalam penelitian ini data kualitatif yang digunakan berupa profil perusahaan, kondisi atau lingkungan produksi, dan proses produksi.

2. Data kuantitatif

Data kuantitatif yang digunakan dalam proses penelitian ini berupa jumlah total hasil proses produksi dan tingkat kecacatan produk untuk proses threading pipa di PT. ABC, baik secara keseluruhan maupun secara tahapan produksi.

C. Sumber Data

1. Data primer

Adapun data primer yang dikumpulkan dalam menganalisis faktor-faktor apa saja yang berkaitan dengan proses pada proses threading pipa pada PT. ABC yaitu:

- a. Data pengamatan & pencatatan jumlah produksi *threading* pipa di PT. ABC.
- b. Data hasil wawancara terhadap operator, *staff* dan *Quality Control*

2. Data sekunder

Data Sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari data-data yang ada pada perusahaan terutama pada departemen *Quality Assurance* (QA). Data-data yang diambil meliputi gambaran singkat perusahaan PT. ABC, data KPI proses produksi, data produk *Non-Conformance* (NC), serta data produk *reject* temuan QC sampling. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data historis perusahaan pada Januari 2023 sampai September 2023.

D. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi adalah keseluruhan objek penelitian. Apabila seseorang ingin meneliti sebuah elemen yang ada dalam wilayah penelitian tersebut, maka penelitiannya merupakan penelitian populasi. Adapun jumlah populasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berjumlah 423 data hasil *defect* pada produksi proses threading pipa di PT. ABC

2. Sampel

Adapun metode penarikan sampel penelitian ini yaitu menggunakan Teknik Sampling Jenuh, dimana data yang digunakan adalah data seluruh populasi yang berjumlah 423 data hasil produk *defect* pada proses threading pipa di PT. ABC selama satu bulan di bulan Oktober 2023. Adapun data yang akan diambil adalah data *input* dan *output* produksi dan jumlah data produk *defect* pada proses *threading* pipa di PT. ABC.

E. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

1. Variable independent (X)

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah yang menjadi faktor-faktor yang berkaitan dan dapat mempengaruhi cacat terhadap proses threading pipa antara lain yaitu:

1. Operator
2. Metode

3. Lingkungan
 4. Material
 5. Mesin
 - 6.
2. Variable dependent (Y)

Variable dependent (variable terikat) merupakan suatu variable yang dipengaruhi oleh variable yang lainnya. Dalam hal ini adalah berupa besaran KPI (Key Performance Indicator) perusahaan yang ingin dicapai oleh manajemen, dimana pencapaiannya ditentukan dan dipengaruhi oleh besarnya nilai variabel bebas yaitu defect rate. Untuk KPI ini manajemen menetapkan target bahwa maksimum defect rate dalam proses threading pipa adalah sebesar 1%.

F. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan secara langsung di perusahaan yang menjadi obyek penelitian. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. *Wawancara*
- b. *Observasi*
- c. *Dokumentasi*

G. Metode Pengolahan Data

Untuk mengatasi masalah dalam penelitian ini, penulis memilih metode Statistical Process Control (SPC) yang dikombinasikan dengan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk menentukan prioritas perbaikan. SPC digunakan untuk pemantauan dan analisis kualitas produk, sementara FMEA membantu mengidentifikasi potensi kegagalan dalam proses produksi. Dalam upaya ini, beberapa alat pengendalian kualitas seperti *check sheet*, *histogram*, *Pareto diagram*, peta kendali p (p-chart), *scatter diagram*, dan *cause and effect diagram* (fishbone diagram) digunakan untuk menganalisis data dan mengidentifikasi akar penyebab masalah. Selanjutnya, metode analisis 5 Whys digunakan untuk menggali lebih dalam penyebab masalah yang mendasarinya. Terakhir, metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan, menentukan tingkat risiko, serta menetapkan prioritas tindakan perbaikan. Ini semua bertujuan untuk mengurangi biaya akibat kegagalan produk dan meningkatkan kualitas serta efisiensi proses produksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dalam penelitian ini dilakukan dalam beberapa langkah dengan menggunakan metode SPC dan FMEA, selanjutnya hasil dari analisis dari metode tersebut sebagai berikut:

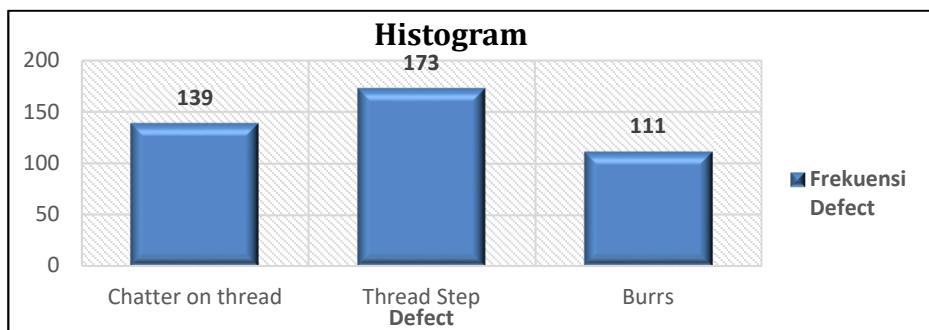
1. Check sheet.

Pengambilan data sampling untuk penelitian ini dilakukan selama satu bulan, mulai tanggal 2 hingga 31 Oktober tahun 2023 di PT ABC. Data diambil pada dua shift kerja, yaitu shift pagi dan shift malam. Hasil pengumpulan data check sheet ini menunjukkan bahwa selama bulan Oktober, total produk yang dikerjakan pada proses threading pipa adalah sebanyak 16.628 end atau 8.314 joint. Namun, sebanyak 423 end tidak memenuhi standar kualitas. Persentase cacat selama bulan Oktober adalah 2,54% dari total produksi, melebihi maksimal defect rate yang diberikan perusahaan sebesar 1%. Rincian jumlah hasil produk baik dan jumlah produk cacat disajikan pada Tabel di bawah ini.

Hasil Produksi Proses Threading Pipa Bulan Oktober 2023

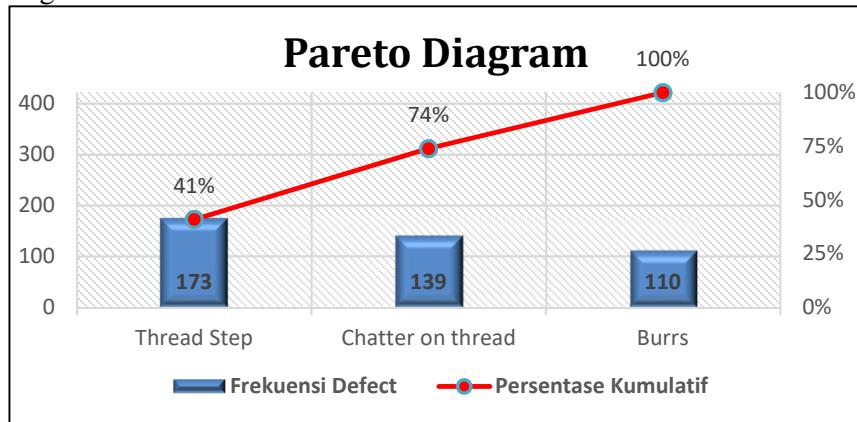
No	Tanggal	Total Produksi	Jenis Defect			Total defect	% Defect
			Chatter on thread	Step on thread	Burrs		
1	02-Oct-23	598	10	11	7	28	4,68%
2	03-Oct-23	598	8	8	3	19	3,18%
3	04-Oct-23	595	5	9	4	18	3,03%
4	05-Oct-23	595	3	5	6	14	2,35%
5	06-Oct-23	595	1	6	3	10	1,68%
6	07-Oct-23	595	3	4	5	12	2,02%
7	08-Oct-23	597	2	3	1	6	1,01%
8	09-Oct-23	586	4	13	5	22	3,75%
9	10-Oct-23	595	2	4	5	11	1,85%
10	11-Oct-23	598	0	7	8	15	2,51%
11	12-Oct-23	590	3	4	2	9	1,53%
12	13-Oct-23	593	4	3	6	13	2,19%
13	14-Oct-23	585	1	6	1	8	1,37%
14	16-Oct-23	595	8	16	3	27	4,54%
15	17-Oct-23	598	11	2	6	19	3,18%
16	18-Oct-23	594	7	4	2	13	2,19%
17	19-Oct-23	580	7	3	1	11	1,90%
18	20-Oct-23	595	3	6	8	17	2,86%
19	21-Oct-23	598	8	3	4	15	2,51%
20	22-Oct-23	587	6	12	7	25	4,26%
21	23-Oct-23	588	7	3	8	18	3,06%
22	24-Oct-23	595	3	8	3	14	2,35%
23	25-Oct-23	598	6	6	2	14	2,34%
24	26-Oct-23	595	7	0	1	8	1,34%
25	27-Oct-23	594	4	7	3	14	2,36%
26	28-Oct-23	595	9	6	1	16	2,69%
27	30-Oct-23	598	2	6	2	10	1,67%
28	31-Oct-23	598	5	8	4	17	2,84%
Total		16628	139	173	111	423	2,54%

2. Histogram

Gambar 1. Histogram Cacat proses *threading* pipa.

Berdasarkan penyajian pada gambar 1. dapat kita lihat bahwa kecacatan thread step merupakan jenis kecacatan yang paling dominan dengan total defect yang ditemukan sebanyak 173 end, dilanjutkan dengan jumlah defect chatter on thread sebanyak 139 end, lalu untuk jenis thread burrs ditemukan sebanyak 111 end selama bulan Oktober 2023.

3. Pareto Diagram



Gambar 2. Pareto diagram frekuensi produk cacat pada proses threading pipa.

Diagram Pareto dalam Gambar 2. menunjukkan bahwa prioritas utama untuk perbaikan dan peningkatan kualitas adalah menyelesaikan masalah pada jenis kecacatan "Step on Thread" dengan total defect sebanyak 173 atau 41% dari total semua produk defect. Selanjutnya, langkah perbaikan dapat dilanjutkan dengan mengatasi jenis kecacatan lainnya berdasarkan urutan jumlah kecacatan, mulai dari yang paling besar hingga yang paling kecil.

4. Peta Kendali P (p chart)

Berdasarkan data yang dikumpulkan pada lembar periksa bulan Oktober, selanjutnya adalah menentukan proporsi defect, CL, UCL, dan LCL untuk membuat peta kendali P. Dalam penelitian ini tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 99% $\Rightarrow 3$. Langkah-langkah yang dilakukan dalam membuat peta kendali adalah sebagai berikut:

- Menghitung proporsi produk cacat

$$p = \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Ukuran subgrup}} = \frac{np}{n}$$

$$\text{Sampel hari ke 1 proporsi cacat } p = \frac{28}{598} = 0.04682$$

- Menghitung garis tengah atau CL (Center line)

$$\bar{p} = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah produk observasi}} = \frac{\Sigma np}{\Sigma n}$$

$$\bar{p} = \frac{423}{16628} = 0,0254$$

- Menghitung batas kendali atas atau UCL (Upper Control Limit)

Maka perhitungan datanya dimulai dengan menghitung nilai \bar{n} sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\bar{n} &= \frac{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + \dots + n_{28}}{n} \\ &= \frac{598 + 598 + 595 + 595 + \dots + 598}{28} \\ &= \frac{16628}{28} = 593.85\end{aligned}$$

Dengan diketahui nilai \bar{n} , maka:

$$UCL = 0.254 + 3 \sqrt{\frac{0.0254 (1-0.0254)}{593.85}} = 0,04482$$

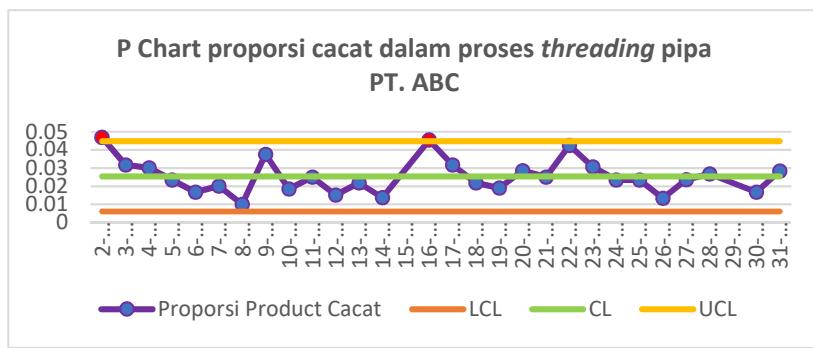
d. Menghitung batas kendali bawah atau LCL (*Lower Control Limit*)

$$LCL = 0.254 - 3 \sqrt{\frac{0.0254 (1-0.0254)}{593.85}} = 0.00606$$

Hasil dari Perhitungan Proporsi, UCL, dan LCL

No	Tanggal	Total produksi	Total produk cacat	Proporsi produk cacat	LCL	CL	UCL
1	02-Oct-23	598	28	0,04682	0,00606	0,0254	0,04482
2	03-Oct-23	598	19	0,03177	0,00606	0,0254	0,04482
3	04-Oct-23	595	18	0,03025	0,00606	0,0254	0,04482
4	05-Oct-23	595	14	0,02353	0,00606	0,0254	0,04482
5	06-Oct-23	595	10	0,01681	0,00606	0,0254	0,04482
6	07-Oct-23	595	12	0,02017	0,00606	0,0254	0,04482
7	08-Oct-23	597	6	0,01005	0,00606	0,0254	0,04482
8	09-Oct-23	586	22	0,03754	0,00606	0,0254	0,04482
9	10-Oct-23	595	11	0,01849	0,00606	0,0254	0,04482
10	11-Oct-23	598	15	0,02508	0,00606	0,0254	0,04482
11	12-Oct-23	590	9	0,01525	0,00606	0,0254	0,04482
12	13-Oct-23	593	13	0,02192	0,00606	0,0254	0,04482
13	14-Oct-23	585	8	0,01368	0,00606	0,0254	0,04482
14	16-Oct-23	595	27	0,04538	0,00606	0,0254	0,04482
15	17-Oct-23	598	19	0,03177	0,00606	0,0254	0,04482
16	18-Oct-23	594	13	0,02189	0,00606	0,0254	0,04482
17	19-Oct-23	580	11	0,01897	0,00606	0,0254	0,04482
18	20-Oct-23	595	17	0,02857	0,00606	0,0254	0,04482
19	21-Oct-23	598	15	0,02508	0,00606	0,0254	0,04482
20	22-Oct-23	587	25	0,04259	0,00606	0,0254	0,04482
21	23-Oct-23	588	18	0,03061	0,00606	0,0254	0,04482
22	24-Oct-23	595	14	0,02353	0,00606	0,0254	0,04482
23	25-Oct-23	598	14	0,02341	0,00606	0,0254	0,04482
24	26-Oct-23	595	8	0,01345	0,00606	0,0254	0,04482
25	27-Oct-23	594	14	0,02357	0,00606	0,0254	0,04482
26	28-Oct-23	595	16	0,02689	0,00606	0,0254	0,04482
27	30-Oct-23	598	10	0,01672	0,00606	0,0254	0,04482
28	31-Oct-23	598	17	0,02843	0,00606	0,0254	0,04482
	Σ	16628	423				

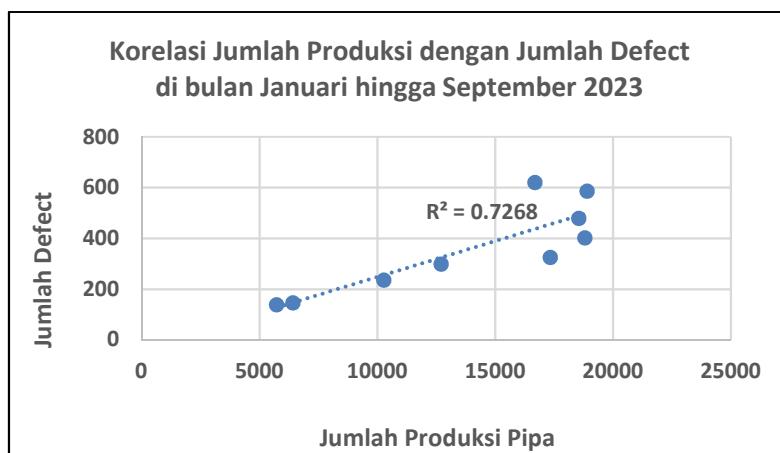
Setelah diperoleh nilai proporsi kerusakan dari setiap grup, nilai CL, UCL dan nilai LCL, maka langkah selanjutnya adalah membuat peta kendali p (p-chart).



Gambar 3. P Chart proporsi cacat dalam proses threading pipa di PT.ABC

Hasil analisis pengendalian kualitas menggunakan peta kendali p (p-chart) pada gambar 3. untuk proporsi cacat dalam proses threading pipa PT. ABC menunjukkan adanya data yang melewati batas kendali. Dalam grafik peta kendali p, terlihat dua data yang berada di luar batas kendali atas (upper control limit) pada tanggal 2 Oktober dan 16 Oktober 2023. Dengan adanya dua data yang melewati batas kendali, ini mengindikasikan bahwa proses tersebut tidak terkendali dan menunjukkan adanya penyimpangan data.

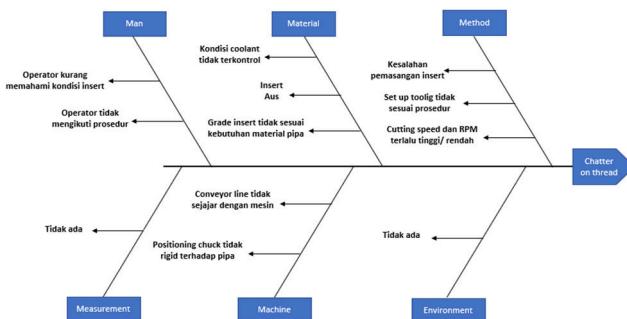
5. Scatter diagram



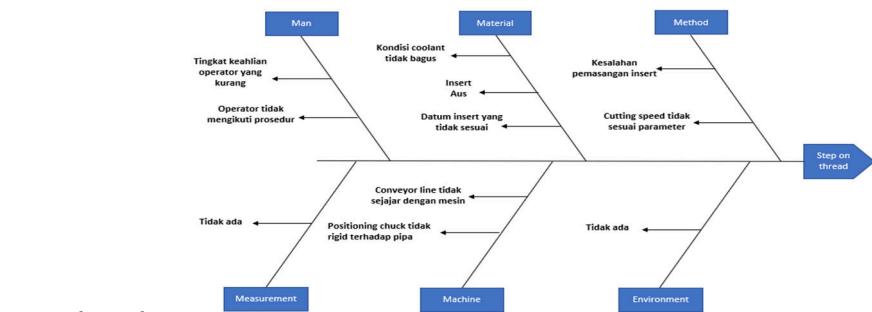
Dari diagram tersebut, diperoleh nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,7268. Hal ini mengindikasikan bahwa pola hubungan antara jumlah defect dengan jumlah produksi pipa selama bulan Januari hingga September 2023 adalah linier atau berbanding lurus. Arah hubungan tersebut positif dan kuat, menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah produksi pipa, kemungkinan bertambahnya jumlah defect juga lebih besar.

6. Cause and effect diagram (fishbone diagram)

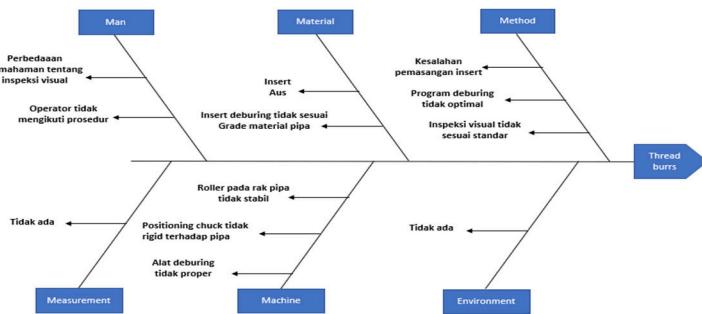
a. Chatter on Thread



b. *Step on Thread*



c. *Thread Burrs*



7. Validasi akar permasalahan dengan metode 5 why

Dengan menerapkan metode 5 Why's dan melakukan validasi langsung terhadap faktor penyebab dari defect proses threading, seperti yang tercantum dalam tabel di atas, berikut adalah akar permasalahan yang telah diidentifikasi:

a. Faktor manusia:

- Operator kurang memperhatikan kepuasan diri dan kurang disiplin dalam menjalankan prosedur.
- Kurangnya inisiatif dalam menyampaikan kesulitan dalam proses threading.
- Solusi: Indoktrinasi ulang dan refresh training bagi operator, serta pembangunan sistem komunikasi yang efektif.

b. Faktor bahan baku material:

- Sistem pengontrolan terhadap kualitas insert dan coolant tidak optimal.
- Sistem identifikasi insert tidak standar.
- Solusi: Implementasi sistem pengontrolan otomatis terhadap kualitas coolant dan insert, serta pembenahan pada sistem identifikasi insert.

c. Faktor metode:

- Kurangnya kedisiplinan dalam menjalankan metode sesuai prosedur.
- Kurangnya review dan pemantauan terhadap efektivitas metode.
- Kurangnya penyesuaian program dan prosedur dengan kebutuhan proses.
- Solusi: Indoktrinasi ulang dan training terhadap operator, serta review dan pemantauan berkala terhadap prosedur dan program.

d. Faktor mesin:

- Perawatan mesin dan conveyor line kurang optimal.
- Jadwal preventive maintenance tidak dipatuhi.
- Penggunaan alat deburring yang kurang efektif.
- Solusi: Kedisiplinan dalam pelaksanaan jadwal preventive maintenance, penetapan skala prioritas dalam perawatan, dan mencari alternatif alat deburring yang sesuai dan standar.

8. Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Berdasarkan hasil penilaian FMEA dapat diketahui bahwa prioritas perbaikan dari akar permasalahan dengan urutan nilai RPN (risk priority number) tertinggi pada defect step on thread dengan mode kegagalan yang terjadi adalah operator tidak mengikuti prosedur dan insert aus. Mode kegagalan tersebut disebabkan karena operator yang merasa puas diri dengan pekerjaan mereka dan ketidakdisiplinan dalam hal pemantauan kondisi insert selama proses berlangsung.

Diketahui bahwa nilai severity untuk defect step on thread bernilai 8, nilai occurrence bernilai 8, dan nilai detection bernilai 7, sehingga nilai RPN yang diperoleh adalah 448, ini merupakan hasil dari perkalian antara S, O, dan D yang dirumuskan sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D = 8 \times 8 \times 7 = 448$$

Untuk mengatasi masalah kegagalan akibat kurangnya disiplin operator dalam pemantauan insert dan ketidakpatuhan terhadap prosedur, diperlukan indoktrinasi dan refresh training guna meningkatkan kedisiplinan operator. Disarankan pula untuk meningkatkan sistem pemantauan dengan menambahkan sistem alarm sebagai pengingat waktu penggantian insert. Tanggung jawab implementasi tindakan perbaikan ini diberikan kepada supervisor produksi, tim teknis dan metode, serta pusat pelatihan. Target penyelesaian tindakan perbaikan ini ditetapkan hingga tanggal Februari 2023.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT. ABC, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan metode Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), didapatkan empat faktor yang menyebabkan terjadinya rejection proses threading pipa pada PT.ABC, antara lain faktor manusia yang disebabkan oleh kurangnya disiplin operator dalam menjalankan prosedur dan operator yang merasa puas diri akan kekurangan tingkat keahliannya. Faktor material bahan baku yang disebabkan oleh kurangnya pengontrolan terhadap frekuensi penggantian insert yang aus, pemilihan insert yang tidak sesuai gradenya dan kondisi coolant yang kurang terkontrol. Faktor metode yang disebabkan oleh kesaahan saat setup tooling insert, kesalahan parameter program dan metode inspeksi yang tidak standard. Dan yang terakhir adalah faktor mesin yang disebabkan oleh kondisi conveyor line dan chuck mesin yang tidak align dan alat deburining yang tidak standard.
2. Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan metode Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) tersebut, maka pengendalian kualitas proses threading pipa yang diperlukan yaitu sebagai berikut:
 - a. Melakukan indoktrinasi dan refresh training secara berkala untuk meningkatkan kedisiplinan operator.
 - b. Meningkatkan sistem pemantauan terhadap kompetensi operator.
 - c. Memperketat pemantauan penggantian insert dengan menambahkan sistem alarm sebagai pengingat waktu penggantian insert.
 - d. Mendisiplinkan jadwal preventive maintenance terhadap mesin dan conveyor line serta peralatan pendukung proses produksi threading pipa.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka saran yang dapat diberikan penulis adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan

Sebaiknya perusahaan meningkatkan kemampuan pengendalian kualitas proses threading pipa dengan merujuk pada hasil Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Lakukan tindakan pencegahan berdasarkan saran peneliti dan kebijakan perusahaan terkait faktor penyebab kecacatan yang telah diidentifikasi. Hal ini bertujuan untuk menghindari kerugian akibat reject produksi di masa depan dan mengurangi jumlah produk cacat pada produksi berikutnya.

2. Bagi peneliti selanjutnya

- a. Melakukan penelitian terhadap produk maupun aksesoris lainnya dari PT.ABC dengan standar kualitas yang ada pada perusahaan tersebut.
- b. Melakukan penelitian terhadap proses lanjutan ataupun sub proses lainnya seperti proses surface treatment serta faktor-faktor penyebab kecacatannya.
- c. Melakukan penelitian dengan menggunakan metode pengendalian kualitas yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, S. R., Jepni D. A., J., Erni, N., & Rachman, T. (2021). Pengendalian Kualitas Produk Komponen Foxing pada Departemen Moulding di PT. Agung Pelita Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC). *Jurnal Optimalisasi*, 7(2), 153. <https://doi.org/10.35308/jopt.v7i2.3655>
- Adyatama, A., & Handayani, N. U. (2018). Perbaikan Kualitas Menggunakan Prinsip Kaizen Dan 5 Why Analysis: Studi Kasus Pada Painting Shop Karawang Plant 1, PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 13(3), 169. <https://doi.org/10.14710/jati.13.3.169-176>
- Alif, M. I., Purtomo, T., & Khoiroh, S. M. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) Pada UD.Barakah. 1–13.
- Amin, I. (2023). Pengendalian Kualitas Zinc Phosphate Coating Dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) Dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Pada PT. XYZ. Fakultas Teknik Industri, Universitas Ibnu Sina.
- Budiono, M. A. (2020). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Shuttlecock Menggunakan pendekatan Statistical Processing Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis Pada UD Timbul Jaya di Nganjuk. Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Jember.
- Bhakti, P. (2021). Analisis Penentuan Karakteristik Kualitas produk Protecctor di PT. Citra Tubindo Tbk. Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Putera Batam.
- Carmelita, F. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Pada Produk Spatula Alumunium di Pekanbaru. Program Studi Manajemen Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Universitas Islam Riau Pekanbaru.
- Dewi, L. T., & Pangaribuan, L. V. (2019). Studi Kecelakaan Kerja Operator Mesin di Industri Pengolahan Kelapa Sawit: Investigasi dan Analisis Penyebab dengan Metode 5 Whys dan SCAT. *Jurnal Ergonomi Dan K3*, 4(2), 10–16. <https://doi.org/10.5614/j.ergo.2019.4.2.2>
- Fahrudin, D., & Cahaya, B. J. (2019). Analisa Penyebab Baterai Volt Rendah dengan Menggunakan Metode SPC dan FMEA di Bagian R6-3 PT. Intercallin. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, 1, 1–14.
- Gardjito, E. (2017). Pengendalian Mutu Beton Dengan Metode Control Chart (SPC) Dan Process Capability (Six- Sigma) Padapekerjaan Konstruksi. UKaRsT, 1(2), 110–119.
- Hariyanto, J. (2022). Usulan Mitigasi Berdasarkan Identifikasi Risiko Menggunakan Metode Supply Chain Operation Reference dan 5 Why di PT. ABCD. 1–11.
- Havi, N. F., Lubis, M. Y., & Yanuar, A. A. (2018). Penerapan Metode 5S Untuk Meminimasi Waste Motion Pada Proses Produksi Kerudung Instan Di CV. ABC Dengan Pendekatan Lean Manufacturing. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 5(2), 55–62.

- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. Edinburgh: Pearson Education Limited.
- Helena, A., & HS, M. (2020). Penerapan Metode Statistical Process Control Sebagai Pengendalian Kualitas Mortar. Rekayasa Teknik Sipil, 1–10. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/32167>
- Kartika, H. (2013). Analisis Pengendalian Kualitas Produk CPE Film Dengan Metode Statistical Process Control Pada PT. MSI. Ilmiah Teknik Industri Universitas Mercu Buana Jakarta, 1(1), 50–58. Retrieved from digilib.mercubuana.ac.id
- Krisnaningsih, E., Wirawati, S. M., & Febriansyah, Y. (2021). Penerapan Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) pada Proses Produksi Tisu Wajah. Jurnal PASTI, 14(3), 293. <https://doi.org/10.22441/pasti.2020.v14i3.007>
- Kifta, D. A., & Munzir, T. (2018). Analisis Defect Rate Pengelasan Dan Penanggulangannya Dengan Metode Six Sigma Dan FMEA Di PT. Profab Indonesia. Jurnal Dimensi, 7(1), 162–174. <https://doi.org/10.33373/dms.v7i1.1676>
- Makareem, N. M., & Saraswati, T. G. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Statistical Processing Control (SPC) pada Rumah Batik Komar. E-Proceeding of Management, 5(3), 1689–1699.
- Narayanan, T. S. N. S. (2005). Surface pretreatment by phosphate conversion coatings - A review. Reviews on Advanced Materials Science, 9(2), 130–177.
- Ningrum, H. F. (2019). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) Pada PT Difa Kreasi. Jurnal Bisnisman: Riset Bisnis dan Manajemen, 1(2), 61–75. <https://bisnisman.nusaputra.ac.id/article/view/14>
- Purwanto, D., & Firial, N. L. (2016). Pengaruh pH Surface Conditioning dan Konsentrasi Phosphating Terhadap Berat Lapisan dan Ukuran Partikel. 31–35.
- Pratiwi, Y. R. A. (2017). Analisa Pengendalian Kualitas Produk Koran Dalam Upaya Mengendalikan Tingkat Kerusakan Produk Menggunakan SPC (Statistical Process Control) dan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Pada PT. Temprina Media Grafika Jember. Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Jember.
- Putri, T. W. (2020). Penerapan Metode Statistical Process Control Sebagai Pengendalian Mutu Bata Ringan. Universitas Negeri Surabaya. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/32168>
- Ramadhan, M. (2019). Analisis Pelaksanaan Pengendalian Kualitas Guna Meminimumkan Produk Cacat pada PT. Vacpack Indonesia. Kerja praktek Fakultas Ekonomi, Universitas Pakuan Bogor. Retrieved from <http://eprints.unpak.ac.id/2924/1/Mughny%20Ramadhan-Kerja%20praktek-021115703.pdf>
- Ratri, E. M., G, E. B., & Singgih, M. (2018). Peningkatan Kualitas Produk Roti Manis pada PT Indoroti Prima Cemerlang Jember Berdasarkan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). E-Jurnal Ekonomi Bisnis Dan Akuntansi, 5(2), 200. <https://doi.org/10.19184/ejeba.v5i2.8686>
- Refangga, M. A., Gusminto, E. B., & Musmedi, D. P. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Air Minum Dalam Kemasan dengan Menggunakan Statistical Process Control (SPC) dan Kaizen Pada PT. Tujuh Impian Bersama Kabupaten Jember. E-Jurnal Ekonomi Bisnis Dan Akuntansi, 5(2), 164. <https://doi.org/10.19184/ejeba.v5i2.8678>
- Ridwan, A., & Savitri, N. A. (2020). Pengendalian Mutu Inventory Loss Bahan Baku Utama Pakan Ternak Dengan Metode Statistical Process Control (SPC). Journal Industrial Services, 5(2), 168–174. <https://doi.org/10.36055/jiss.v5i2.7995>
- Rizki, M., & Saputra, A. (2022). Analisa Risiko Supply Chain Management dengan Metode Grey Failure Mode and Effect Analysis dan Root Cause Analysis di PT Pertamina Fuel Terminal Meulaboh. Jurnal Serambi Engineering, 7(1), 2783–2790. <https://doi.org/10>