

MEMINIMASI CACAT PRODUK BOGIE TIPE S2E-9C MENGUNAKAN METODE *STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC)* DAN *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA)* PADA PT XYZ

Kamal Husein ¹⁾, Rr. Rochmoeljati ²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
e-mail: husein.kamal12@gmail.com ¹⁾, rochmoeljati@gmail.com ²⁾

ABSTRAK

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi. Salah satu hasil produksi perusahaan ini adalah Bogie atau roda kereta api. Dalam proses produksi masih dihadapkan dengan defect yang sering terjadi seperti crack, pinhole, sinter, dan juga roughness yang memberi pengaruh besar hingga melebihi batas standart perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase kecacatan, faktor utama penyebab kecacatan dan dampak/efek yang ditimbulkan, serta memberikan usulan perbaikan yang tepat untuk meminimasi permasalahan kualitas pada produk bogie pada perusahaan ini. Metode yang diusulkan adalah *Statistical Quality Control (SQC)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Adapun alat *SQC* yaitu *Checksheet*, *Histogram*, *Diagram Pareto*, *Scatter diagram*, *Control Chart*, dan *Cause and Effect Diagram*. Untuk *FMEA* digunakan sebagai rekomendasi perbaikan mengacu dari *Cause and Effect Diagram*. Hasil dari penelitian ini adalah defect yang paling berpengaruh terhadap kualitas bogie yaitu Crack (52,2%), diikuti Pinhole (28,9%), Sinter (11,6%), dan Roughness (7,2%). Penyebab terjadinya kecacatan pada produk disebabkan oleh faktor manusia, mesin, metode, dan material. Berdasarkan *FMEA* diketahui penyebab kecacatan dengan RPN tertinggi sebesar 392 yaitu pekerja kurang hati-hati saat memotong raser. Adapun rekomendasi perbaikan, dapat memberikan pelatihan kepada pekerja agar terampil dalam melakukan pemotongan raser, dan juga dapat dengan menentukan batasan waktu istirahat dalam melakukan pemotongan raser agar tidak terjadi overheating.

Kata Kunci : Kualitas Produk, *Statistical Quality Control*, *Failure Mode and Effect Analysis*.

ABSTRACT

PT. XYZ is a manufacturing company engaged in production. One of the products of this company is a bogie or train wheel. In the production process, they are still faced with frequent defects such as cracks, pinholes, sinterers, and roughness, which have a big influence that exceeds the company's standard limits. This study aims to determine the percentage of defects, the main factors causing disability and the impact / effect, as well as to provide suggestions for appropriate improvements to minimize quality problems in bogie products at this company. The proposed methods are *Statistical Quality Control (SQC)* and *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. The *SQC* tools are *Checksheet*, *Histogram*, *Pareto Diagram*, *Scatter diagram*, *Control Chart*, and *Cause and Effect Diagram*. *FMEA* is used as a recommendation for improvement referring to the *Cause and Effect Diagram*. The results of this study were the defects that had the most influence on the quality of bogie, namely Crack (52.2%), followed by Pinhole (28.9%), Sinter (11.6%), and Roughness (7.2%). The causes of defects in products are caused by human factors, machines, methods, and materials. Based on *FMEA*, it is known that the cause of disability with the highest RPN is 392, namely workers are not careful when cutting raser. As for the recommendations for improvement, it can provide training for workers to be skilled in cutting raser, and can also determine the rest time limit for cutting rasers so that overheating does not occur.

Keywords: *Product Quality*, *Statistical Quality Control*, *Failure Mode and Effect Analysis*.

I. PENDAHULUAN

Pengendalian kualitas merupakan aktivitas keteknikan dan manajemen, dengan cara membandingkan obyek dengan spesifikasi atau persyaratan, lalu dilakukan pengambilan perlakuan yang selaras apabila terdapat perbedaan antara tampilan aslinya dengan yang standar. Perusahaan dikatakan berhasil apabila pengendalian kualitasnya baik. Untuk mempertahankan kualitas produk yang sudah tinggi salah satu caranya adalah dengan mengurangi jumlah bahan atau produk yang rusak atau *defect* (Wicaksono dan Syahrullah, 2020).

PT XYZ merupakan perusahaan yang memiliki 3 bisnis utama yaitu bidang Pengecoran, Manufaktur Peralatan Industri, dan *Food, Energy, and Water* (FEW). Pada proses produksi PT. XYZ terus-menerus berusaha memberi produk terbaik kepada mitra usaha baik dalam aspek harga ataupun kualitas. Perusahaan berusaha dalam menjaga kualitas produk mereka, dalam produksi masih dihadapkan dengan beberapa *defect* yang sering terjadi seperti *crack, pinhole, sinter*, dan juga *roughness* yang memberi pengaruh besar hingga menyebabkan *defect* melebihi batas *standart* perusahaan yang sebesar 3% *defect*. Perusahaan ingin meminimasi *defect* agar produk yang dihasilkan sangat minim akan *defect* sehingga dapat meminimalisir biaya dan menjaga kepercayaan konsumen.

Berdasarkan uraian masalah sebelumnya, penelitian ini ditujukan untuk mengetahui persentase kecacatan, faktor utama penyebab kecacatan dan dampak atau efek yang ditimbulkan, serta memberikan usulan perbaikan yang tepat untuk meminimasi permasalahan kualitas pada produk. Menurut Dermawan (2018) *Statistical Quality Control* merupakan tehnik yang digunakan dalam pengendalian dan pengelolaan proses baik *manufactur* ataupun jasa dengan menggunakan metode *statistic*. Oleh karena itu, berdasarkan permasalahan diatas peneliti menerapkan metode *Statistical Quality Control* (SQC) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengetahui penyebab utama kecacatan produk dan memberi usulan perbaikan yang tepat untuk meminimasi permasalahan kualitas di PT. XYZ.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kualitas

Kualitas itu yang menentukan adalah pelanggan, pelanggan menginginkan barang atau layanan itu menyesuaikan akan kebutuhan dan harapan pelanggan dalam suatu tingkatan harga tertentu yang merepresentasikan nilai dari produk tersebut (Nasution, 2018). Kualitas merupakan salah satu aspek pertimbangan pelanggan yang krusial dalam memilih suatu barang atau layanan. Sehingga pemahaman dan peningkatan akan kualitas ini merupakan aspek utama dalam menuju kesuksesan bisnis, pertumbuhan, dan kemampuan bersaing (Montgomery, 2013). Kualitas yaitu suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan *product, man, process, service*, serta *environment* yang memenuhi ataupun melebihi harapan pelanggan atau konsumen.

Menurut Andespa (2020) Peranan kualitas sangatlah penting bagi perusahaan dikarenakan produk yang dihasilkan harus memiliki asuransi kualitas yang baik sehingga pelanggan tidak meninggalkan perusahaan tersebut, sebaliknya jika kualitas hasil produk tidak diperhatikan oleh perusahaan maka konsekuensinya pelanggan akan kurang meminati produk yang dihasilkan tersebut.

Menurut Rusydah dan Utomo (2018) terdapat lima perspektif terhadap kualitas produk :

1. Pendekatan *Trancendent*
Pandangan ini umumnya dipakai untuk menunjukkan kualitas produk seni.
2. Pendekatan *Product-Based*
Kualitas produk ditunjukkan sebagian atribut produk yang dapat diukur.
3. Pendekatan *User-Based*
Kualitas produk tercapai apabila kepuasan pelanggan terpenuhi.

4. Pendekatan *Manufacturing-Based*

Pandangan ini memanfaatkan standart yang sudah ditentukan pemanufactur.

5. Pendekatan *Value-Based*

Kualitas produk dapat dilihat dari kerja dan manfaat produk linier dengan harganya.

Semakin baik reaksi dari konsumen maka bisa dikatakan semakin baik kualitas produk. Tetapi kemungkinan juga dapat terjadi apabila perusahaan secara tidak langsung membuat produk yang tak sama atau cacat. Oleh karena itu, perusahaan sangat butuh integritas *management* yang baik dalam menyerahkan dan menyalurkan penilaian konsumen serta pengendalian akan kualitas (Sari, 2018).

B. *Pengendalian Kualitas*

Pengendalian kualitas (*quality control*) merupakan tehnik-tehnik dan kegiatan operasional yang dipakai untuk mewujudkan persyaratan kualitas akan suatu produk (Kiki, et al., 2019). Kegiatan pengendalian kualitas merupakan tehnik dalam mengukur karakteriistik kualitas pada suatu produk maupun jasa, lalu dibandingkan dengan standart tujuan produk yang sudah di tentukan, ketika ditemukan ada yang berbeda dalam kinerja kualitas dengan standart yang telah ditentukan maka selanjutnya dilakukan meningkatkan kualitas yang tepat untuk mencapai spesifikasi produk yang diinginkan (Andespa, 2020).

Pengendalian kualitas menurunkan variatif karakteristik kualitas dari suatu produk ataupun jasa yang dihasilkan, sehingga terpenuhinya standar yang sudah ditentukan, untuk meningkatkan kepuasan konsumen (Andriyanta, et al., 2020). Umumnya pengendalian kualitas memiliki beberapa tujuan tertentu diantaranya yaitu meningkatkan kepuasan pelanggan dan proses produksi terlaksana dengan biaya yang seminimumnya serta selesai sesuai waktu yang ditentukan (Lesmana, 2021).

Pengendalian kualitas dalam artian secara menyeluruh yaitu pengendalian kualitas merupakan usaha dalam menjaga kualitas suatu hasil produk yang dibuat, sehingga produk yang dibuat dapat sinkron dengan spesifikasi yang telah dikehendaki mengacu kepada kebijakan dari pemimpin perusahaan (Haryanto, 2019).

C. *Statistical Quality Control*

Menurut Rachman (2012) *Statistic Quality Control* (SQC) atau pengendalian kualitas secara statistik adalah tehnik menyelesaikan masalah dengan cara memantau, lalu dapat juga dengan dikendalikan, dianalisis, dikelola dan diperbaiki produk maupun proses menggunakan metode-metode statistic. Dalam sistem *Statistical Quality Control* mentoleransi apabila ada kesalahan atau kecacatan produk aktivitas pengendalian kualitas dilakukan oleh departmen *quality control* yang berada dalam penerimaan material, sepanjang progres dan pengujian produk akhir.

Menurut Elmas (2017) terdapat beberapa alat pengendalian kualitas statistik utama yang sangat bermanfaat dalam upaya pengendalian kualitas sebagai alat bantu dalam mengendalikan kualitas yang banyak digunakan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1, antara lain :

1. *Check Sheet*

Check Sheet atau Lembar cek adalah alat yang dirancang untuk mempermudah proses pengumpulan data. Dalam berbagai kejadian, pencatatan digunakan agar mempermudah dalam melihat pola data saat pengambilan data. *Check sheet* membantu penganalisis menemukan informasi ataupun pola yang dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

2. Histogram

Menurut Dermawan (2018) Histogram merupakan salah satu metode statistik dalam mengontrol data agar dapat dianalisis dan diketahui distribusinya dalam bentuk diagram batang. Histogram ialah tipe grafik diagram batang dengan data yang jumlahnya dikelompokkan menjadi interval yang disebut sebagai interval kelas.

3. Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan grafik batang khusus dan biasa dipakai untuk menginterpretasikan dalam penentuan frekuensi atau tingkatan akan kepentingan tergantung dari bermacam permasalahan ataupun penyebab (Rachman, 2012).

4. Diagram Tebar (*Scatter diagram*)

Diagram Tebar memperlihatkan hubungan dari dua pengukuran. *Scatter diagram* memiliki beberapa macam pola, pola korelasi positif apabila peningkatan nilai variabel X akan diikuti penambahan nilai variabel Y, lalu pola korelasi negatif apabila nilai X meningkat nilai Y mengalami penurunan, kemudian pola tidak berhubungan ditunjukkan tidak menunjukkan adanya pola (acak) antara kedua variabel X maupun variabel Y.

5. *Control Chart*

Bagan kendali adalah grafik penyajian data dari waktu ke waktu dengan batas atas dan batas bawah untuk proses yang ingin kita kendalikan. *Control Chart* dibuat sedemikian rupa agar data baru bisa dibandingkan dengan cepat dengan data sebelumnya.

Peta Kendali P (proporsi kesalahan) berfungsi untuk mengetahui *defect* barang yang dihasilkan itu masih dalam kendali atau tidak, peta kendali P (proporsi) sering digunakan apabila digunakan ukuran kecacatan dalam bentuk proporsi cacat pada setiap *sample* yang digunakan. Apabila *sample* yang digunakan variatif maka peta kendali P (proporsi kesalahan) lah yang harus digunakan (Rahayu, 2020).

Menghitung garis tengah (*center line*), batas kendali atas (*upper control limit*), batas kendali bawah (*lower control limit*). Menggunakan rumus sebagai berikut (Iqbal, 2018):

a. *Center Line* / garis tengah (CL)

$$CL = \bar{P} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

b. *Upper Control Limit* / batas kendali atas (UCL)

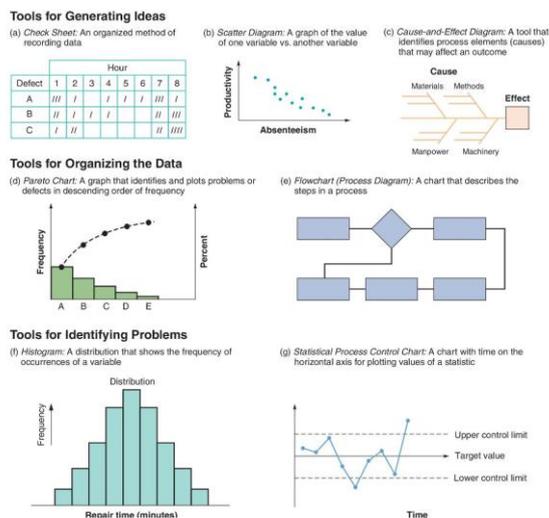
$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

c. *Lower Control Limit* / batas kendali bawah (LCL)

$$LCL = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

6. Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab-akibat adalah alat formal yang sering kali disebut diagram tulang ikan yang berguna dalam menghilangkan kemungkinan penyebab. Diagram sebab-akibat sangat berguna dalam langkah-langkah analisis yang dibuat untuk mengidentifikasi area masalah potensial dalam proses pembuatan produk (Montgomery, 2013).



Gambar 1. Alat Bantu Pengendalian Kualitas Statistik
Sumber : (Heizer J., 2017).

D. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah pendekatan sistematis dengan menggunakan tabel dalam membantu proses berfikir untuk mengidentifikasi mode potensi kegagalan dan efek yang ditimbulkan. FMEA adalah teknik penilaian tingkat keandalan suatu sistem dalam penentuan efek yang ditimbulkan dari kegagalan akan sistem tersebut. Penggolongan kegagalan tersebut dilakukan berdasarkan efek yang ditimbulkan kepada kesuksesan suatu tugas dari suatu sistem. (Erwindasari, et al., 2019). Ada beberapa jenis FMEA antara lain desain aplikasi FMEA, proses aplikasi FMEA, system FMEA, service FMEA, dan product FMEA. Desain aplikasi FMEA terutama mencakup komponen, subsistem, dan sistem utama. Proses aplikasi FMEA meliputi mesin perakitan, stasiun kerja, pengukur, pengadaan, pelatihan operator, dan pengujian. System FMEA berfokus pada modus kegagalan antar fungsi dari suatu sistem. Service FMEA difokuskan pada kegagalan sistem atau process. Product FMEA berfokus pada modus kegagalan perangkat lunak (Hasbullah, et al., 2017).

Menurut Montgomery (2013) *Failure modes and effects analysis (FMEA)* merupakan alat yang dapat diaplikasikan pada tahap Analisis. FMEA digunakan untuk memprioritaskan berbagai sumber potensial variabilitas, penyebab gagal, salah, atau cacat dalam produk maupun proses yang berhubungan dengan tiga kriteria.

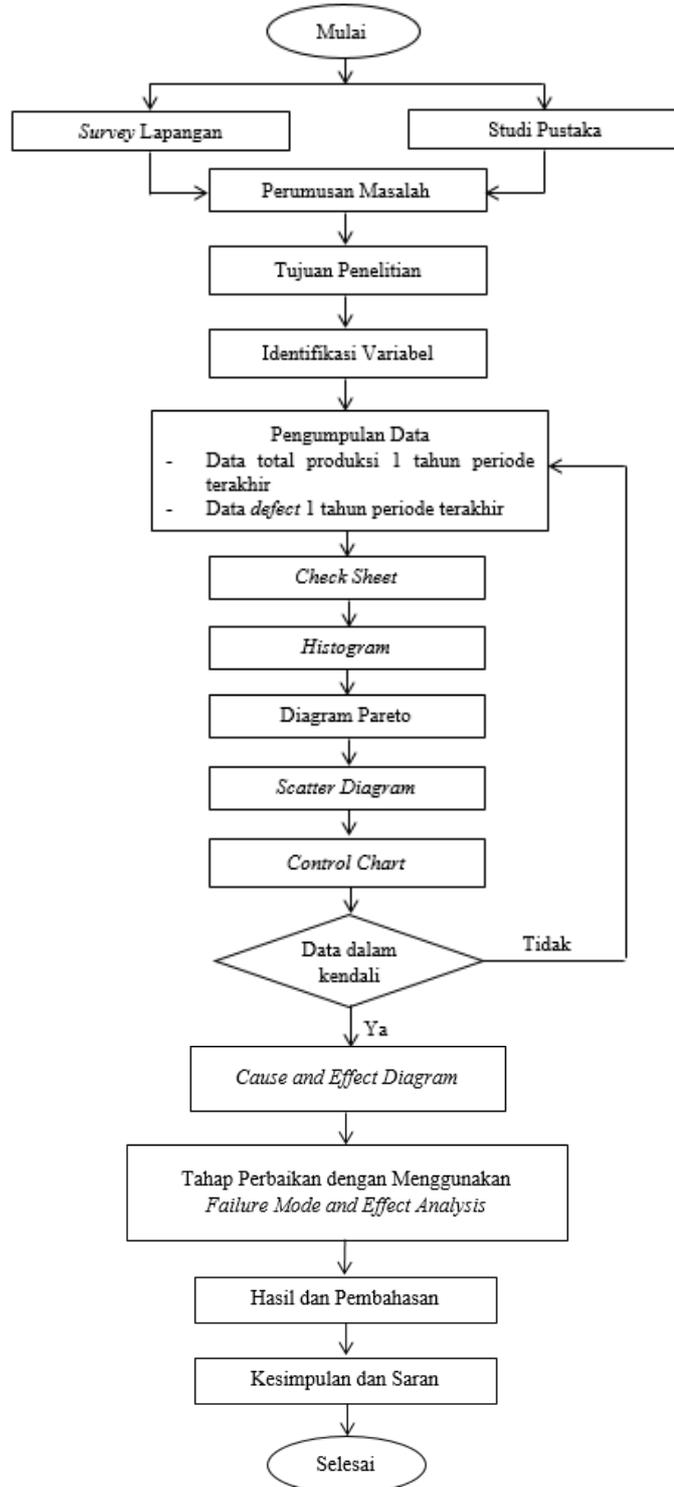
Failure Mode and Effect Analysis merupakan tahap rekomendasi perbaikan, yang relevansinya melalui *cause and effect diagram* untuk membangun *Failure Mode and Effect Analysis*. Kemudian teknik pengolahan data metode *Failure Mode and Effect Analysis* dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Meninjau proses
2. Melakukan identifikasi kegagalan-kegagalan yang potensial (*potential failure mode*) yang terjadi.
3. Membuat daftar efek-efek yang potensial (*potential effect*) dari masing-masing mode kegagalan.
4. Melakukan pemeringkatan *severity* pada masing-masing *defect* yang ada.
5. Melakukan pemeringkatan *occurrence* pada masing-masing *defect*.
6. Melakukan pemeringkatan *detection* pada masing-masing *defect* dan/atau efek yang terjadi.
7. Menghitung nilai *Risk Priority Number (RPN)* untuk tiap *defect*.
8. Menentukan *defect* yang diprioritaskan untuk ditindak mengacu pada nilai RPN.
9. Mengambil langkah tindakan kepada *defect* yang paling beresiko tinggi agar dapat berkurang.
10. Menghitung hasil RPN sebagai *defect* yang berkurang atau tereliminasi (Andri, 2018).

Hubungan antara *Failure Modes and Effect Analysis* dengan *Statistical Quality Control* yaitu pada *Failure Modes and Effect Analysis* mengidentifikasi sumber-sumber penyebab kritis *defect* dari suatu masalah kualitas dengan melakukan penilaian risiko sehingga dapat diketahui prioritas risiko mode kegagalan. Melalui penilaian risiko tersebut dapat diketahui seberapa tingkat keparahan efek suatu mode kegagalan (*severity*), frekuensi terjadinya kegagalan (*occurrence*), dan kemampuan kontrol yang digunakan untuk mendeteksi mode kegagalan selanjutnya (*detection*). Dari prioritas risiko yang diketahui lalu dikembangkan dan dirumuskan tindakan yang dapat diterapkan untuk mengurangi risiko sehingga dapat diketahui manakah tindakan rekomendasi yang berguna membantu mencegah terjadinya *defect* (Dewi dan Singgih, 2019).

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode *Statistical Quality Control (SQC)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Adapun langkah-langkah pemecahan masalahnya adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Langkah-Langkah Pemecahan Masalah

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data jumlah produksi selama 1 tahun periode bulan Oktober 2019 sampai dengan September 2020 dengan jumlah total produksi sebesar 10438. Lalu data kecacatan produk selama 1 tahun periode dengan 4 macam jenis kecacatan, antara lain *crack*, *sinter*, *pinhole*, dan *roughness*. Kemudian diolah dengan menggunakan *Statistical Quality Control* dan *Failure Mode and Effect Analysis*.

A. Statistical Quality Control (SQC)

1. Check Sheet

Check Sheet atau Lembar cek adalah alat yang dirancang untuk mempermudah proses pengumpulan data untuk suatu tujuan agar data dapat disajikan secara komunikatif, agar dapat diubah menjadi sebuah informasi. Adapun hasil pengumpulan data jenis kecacatan melalui *check sheet*, dapat dilihat pada Tabel I dibawah :

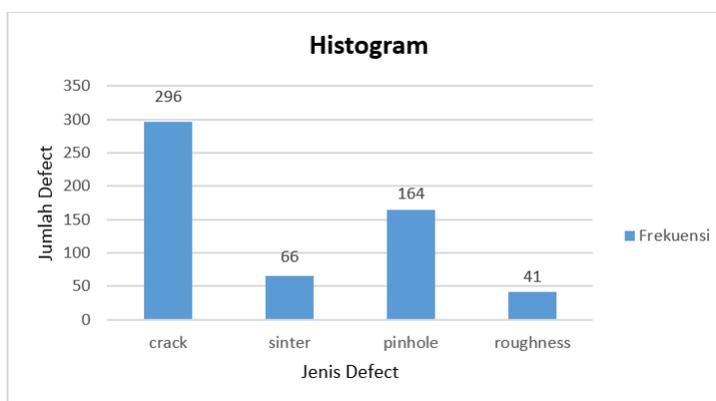
TABEL I
CHECK SHEET

No	Bulan	Jumlah Produksi	Jenis Defect				Total
			Crack	Sinter	Pinhole	Roughness	
1	Oktober 2019	518	16	5	10	2	33
2	November 2019	512	14	4	9	1	28
3	Desember 2019	1053	27	3	16	5	51
4	Januari 2020	1298	34	9	18	6	67
5	Februari 2020	1157	31	10	16	4	61
6	Maret 2020	1015	28	3	15	5	51
7	April 2020	1327	40	8	20	6	74
8	Mei 2020	943	28	6	15	4	53
9	Juni 2020	701	22	5	12	2	41
10	Juli 2020	581	22	4	10	3	39
11	Agustus 2020	683	18	5	12	1	36
12	September 2020	650	16	4	11	2	33
Total		10438	296	66	164	41	567

Sumber : Data Internal Perusahaan 2019-2020

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui selama oktober 2019 hingga september 2020 terdapat total jumlah produksi sebesar 10.438 pcs, total *defect crack* (keretakan pada *casting*) sebesar 296 pcs, lalu *defect sinter* (pasir menempel pada *casting*) sebesar 66 pcs, total *defect pinhole* (lubang kecil pada permukaan) sebesar 164 pcs, total *defect roughness* (permukaan *casting* kasar) sebesar 41 pcs, dan total *defect* keseluruhan sebesar 567 pcs.

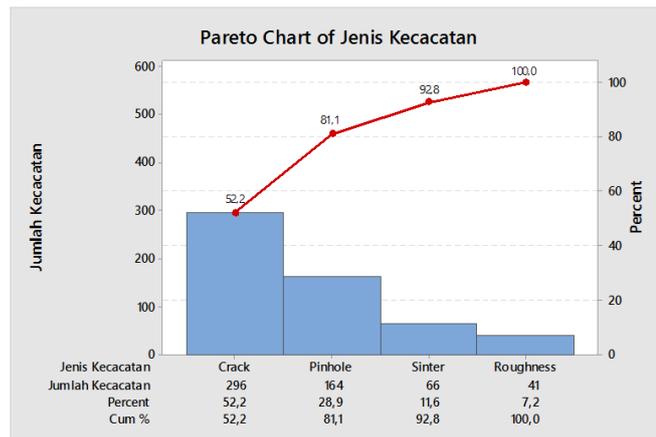
2. Histogram



Gambar 3. Histogram

Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui bahwa urutan interval jenis masing-masing *defect* yang paling banyak terjadi antara lain *defect crack* diketahui sebanyak 296 unit, kemudian *pinhole* dengan jumlah *defect* sebanyak 164 unit, kemudian *sinter* dengan jumlah *defect* sebanyak 66 unit dan *roughness* dengan jumlah *defect* sebanyak 41 unit.

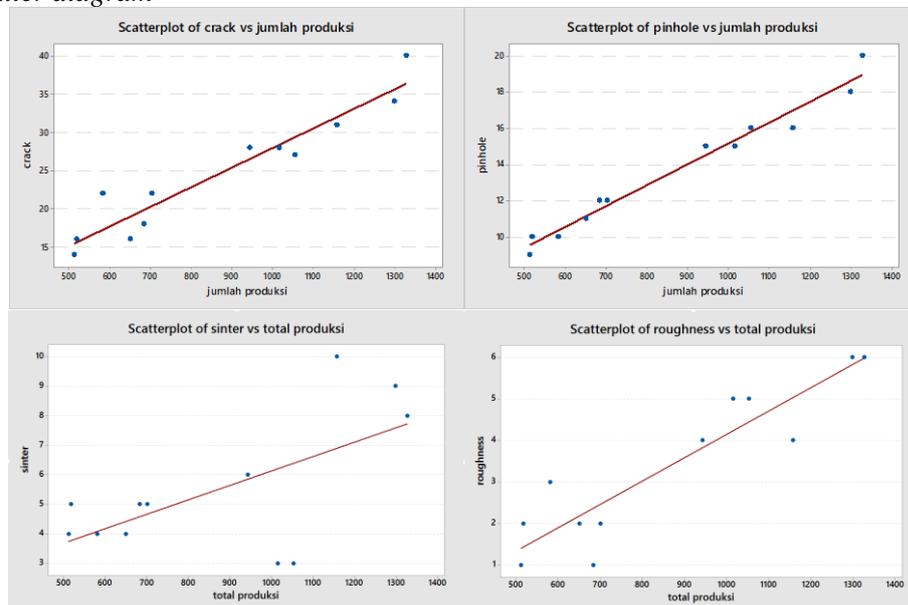
3. Pareto Diagram



Gambar 4. Diagram Pareto

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui jenis *defect* yang paling dominan yaitu *crack* dengan melihat nilai kumulatifnya. Sesuai dengan gambar diagram pareto diatas penyebab terbesar *defect* produk bogie yang paling dominan adalah *defect crack* dengan jumlah persentase sebesar (52,2%) kemudian diikuti *defect pinhole* sebesar (28,9%), kemudian *defect sinter* sebesar (11,6%), kemudian *defect roughness* sebesar (7,2%).

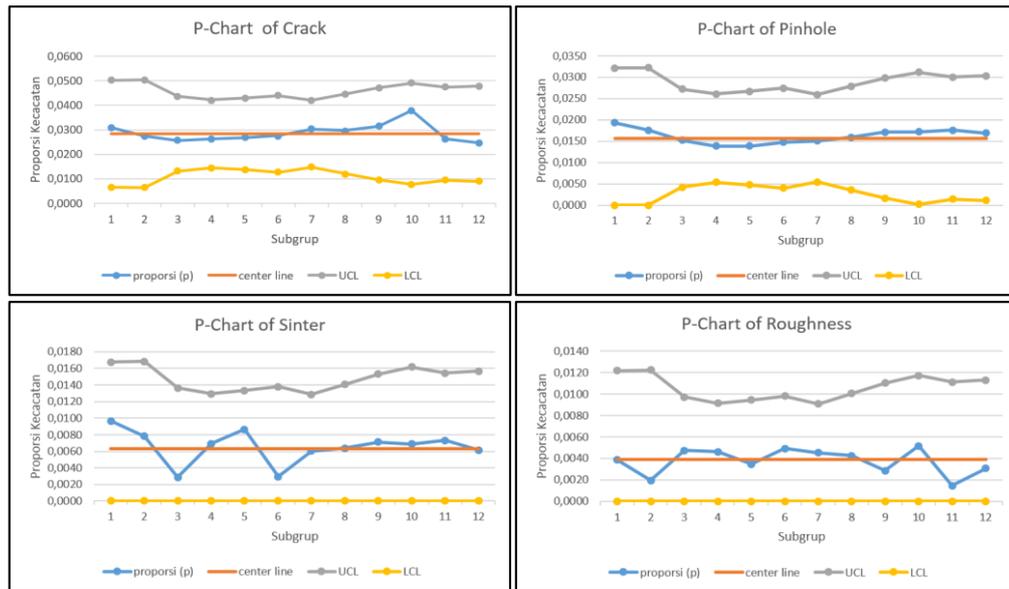
4. Scatter diagram



Gambar 5. Scatter diagram

Berdasarkan bentuk grafik yang dihasilkan merupakan *Scater Diagram* yang memiliki hubungan Positif (korelasi Positif) dimana peningkatan variabel X diikuti peningkatan variabel Y, yang artinya semakin tinggi jumlah produksi akan mengakibatkan peningkatan pada *defect* juga. Sehingga dapat diketahui *scatter diagram* menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara *defect (crack, pinhole, sinter, roughness)* dengan Jumlah Produksi.

5. Control Chart

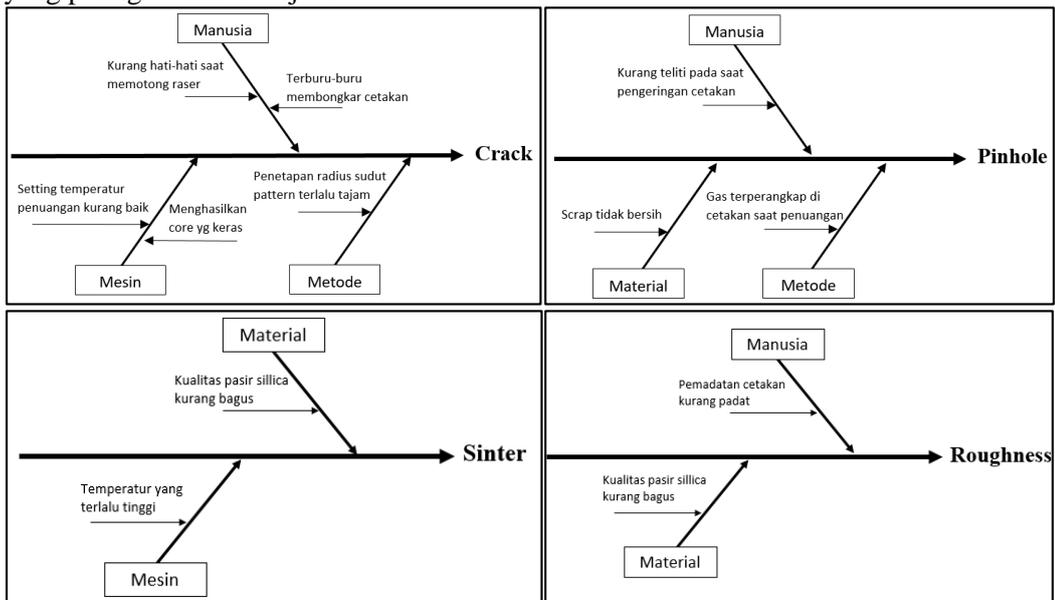


Gambar 6. Peta Kontrol P

Berdasarkan seluruh gambar visual dari peta kontrol p baik untuk *defect crack*, *defect pinhole*, *defect sinter* maupun *defect roughness* diatas, terlihat bahwa seluruh *defect* yang terjadi masih dalam batas kendali (tidak ada yang *out of control*). Yang mana gambar ini mengacu pada hasil perhitungan dari proporsi kecacatan, CL atau \bar{p} , LCL, dan UCL.

6. Cause and Effect Diagram

Pada tahap ini, dilakukan analisis penyebab terjadinya *defect Crack*, *Pinhole*, *Sinter* dan *Roughness* menggunakan *fishbone* untuk menganalisis dan mengetahui faktor-faktor yang paling dominan terjadi.



Gambar 7. Cause and effect diagram

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui *defect crack* disebabkan oleh faktor manusia, mesin, dan metode. Pada *defect pinhole* disebabkan oleh faktor manusia, material, dan metode. Pada *defect sinter* disebabkan oleh faktor material dan mesin. Sedangkan *Roughness* disebabkan oleh faktor manusia dan material. Pada masing-masing faktor tersebut dapat dilihat penyebab kecacatan seperti yang tertera pada gambar 7.

B. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Berdasarkan hasil pengolahan data alat *Statistical Quality Control*, dapat diketahui *defect* yang paling dominan yaitu *defect Crack*, lalu diikuti *Pinhole*, *sinter*, dan *roughness*. Kemudian dari *cause and effect diagram* diketahui penyebab kecacatan pada produk bogie, maka selanjutnya dilakukan rekomendasi perbaikan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* dengan menentukan nilai RPN berdasarkan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* yang lebih lengkapnya bisa dilihat pada tabel berikut.

TABEL II
FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)

Potential Failure Mode	Potential Effect of Failure	S	Potential Cause	O	Current Control	D	RPN
Crack	Retak (<i>crack</i>) akan merambat apabila terkena beban / tekanan dan dapat menyebabkan patah atau kerusakan yang fatal dan dapat berpengaruh pada keamanan	8	Kurang hati-hati saat memotong raser	7	Melakukan briefing pada pekerja	7	392
			Terburu-buru membongkar cetakan	3	Melakukan penjadwalan produksi	4	96
			Setting temperatur penuangan kurang baik	4	Mengkalibrasi ulang alat thermocouple	3	96
			Menghasilkan core yang keras	5	Mengkalibrasi ulang mesin mixer	3	120
			Penetapan radius sudut pattern terlalu tajam	2	Memperbesar radius pattern	1	16
Pinhole	Mengurangi kekuatan pada area yang terdapat <i>defect</i> ini sehingga dapat menyebabkan kerusakan	6	Scrab tidak bersih	5	Menyeleksi material sebelum digunakan	4	120
			Kurang teliti pada saat pengeringan cetakan	6	Briefing operator mengenai pengeringan cetakan	6	216
			Gas terperangkap di cetakan saat penuangan	4	Menambahkan ventilasi udara pada cetakan	3	72
Sinter	Mengurangi nilai estetika karena tampak visual kurang baik dan dapat membuat proses machining menjadi sulit.	3	Kualitas pasir sillica kurang bagus	5	Menyeleksi pasir sillica sebelum digunakan	2	30
			Temperatur yang terlalu tinggi	4	Mengkalibrasi ulang alat thermocouple	3	36
Roughness	Mengurangi nilai estetika dari produk karena tampak visual yang kurang baik dan membuat proses finishing menjadi lama.	2	Pemadatan cetakan kurang padat	4	Briefing pekerja untuk bekerja sesuai SOP	3	24
			Kualitas pasir sillica kurang bagus	3	Menyeleksi pasir sillica sebelum digunakan	2	12

Berdasarkan hasil perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*) maka dapat dilihat bahwa penyebab kegagalan suatu proses dapat menyebabkan suatu produk *defect*. Penyebab kegagalan (*potential cause*) selanjutnya diurut berdasarkan nilai RPN dari yang paling tinggi hingga paling rendah lalu dapat diberikan rekomendasi perbaikan pada setiap penyebab. Adapun urutan RPN beserta rekomendasi dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

TABEL III
USULAN PERBAIKAN BERDASARKAN URUTAN RPN

Priority	Potential Failure Mode	Potential Cause	RPN	Recommendation
1.	Crack	Kurang hati-hati saat memotong raser	392	1. Memberikan pelatihan kepada pekerja sehingga terampil dalam melakukan pemotongan raser 2. Menentukan batasan waktu untuk istirahat dalam melakukan pemotongan raser agar tidak terjadi <i>overheating</i>
2.	Pinhole	Kurang teliti pada saat pengeringan cetakan	216	1. Mengawasi lebih ketat pada bagian pengeringan cetakan agar tidak terjadi kecerobohan oleh pekerja secara berulang kali 2. Segera melakukan pengeringan cetakan yang sudah jadi untuk menghindari penumpukan yang menyebabkan pengeringan dilakukan secara terburu-buru

Priority	Potential Failure Mode	Potential Cause	RPN	Recommendation
3.	Crack	Menghasilkan core yang keras	120	1. Menjadwalkan maintenance untuk mengkalibrasi mesin mixer setiap minggunya agar konsisten dalam pencampuran komposisi bahan
4.	Pinhole	Scrab tidak bersih	120	1. Menyeleksi bahan baku sejak datangnya dari supplier agar dapat mengembalikan scrab yang terdapat oli untuk mempermudah sortir scrab
5.	Crack	Terburu-buru membongkar cetakan	96	1. Menetapkan batasan standart waktu pembongkaran cetakan yang aman
6.	Crack	Setting temperatur penuangan kurang baik	96	1. Menjadwalkan maintenance untuk mengkalibrasi alat thermocouple setiap minggunya
7.	Pinhole	Gas terperangkap di cetakan saat penuangan	72	1. Menambahkan beberapa ventilasi udara pada cetakan dan dipatenkan agar tidak lagi menambahkan ventilasi dengan cara manual menusukkan paku ke cetakan
8.	Sinter	Temperatur yang terlalu tinggi	36	1. Menjadwalkan maintenance untuk mengkalibrasi alat thermocouple agar konsistensi temperatur terjaga
9.	Sinter	Kualitas pasir sillica kurang bagus	30	1. Menyeleksi pasir sillica berdasarkan kadar debu dan LOI nya serta mempertimbangkan penggunaan pasir bekas sesuai dengan komposisi yang pas.
10.	Roughness	Pemadatan cetakan kurang padat	24	1. Pemberian training kepada pekerja agar lebih terampil dan juga memberikan arahan kepada pekerja sebelum produksi berjalan
11.	Crack	Penetapan radius sudut pattern terlalu tajam	16	1. Menetapkan standart sudut pattern yang aman sejak dari awal perancangan oleh divisi engineering
12.	Roughness	Kualitas pasir sillica kurang bagus	12	1. Menyeleksi pasir sillica lebih ketat serta mempertimbangkan penggunaan pasir bekas sesuai komposisi yang digunakan

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui penyebab kecacatan dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi 392 yaitu pada *defect crack* dengan penyebab kecacatan kurang hati-hati saat memotong raser, dan terdapat usulan perbaikan antara lain memberikan pelatihan kepada pekerja sehingga terampil dalam melakukan pemotongan raser dan menentukan batasan waktu untuk istirahat dalam melakukan pemotongan raser agar tidak terjadi *overheating*.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa *defect* yang paling dominan berpengaruh pada kualitas produk *bogie* adalah *Crack* (52,2%), diikuti oleh *Pinhole* (28,9%), kemudian *Sinter* (11,6%), dan yang terakhir *Roughness* (7,2%). Terdapat beberapa faktor penyebab kegagalan pada keempat jenis kecacatan yang dapat dilihat dari segi manusia, metode, material, dan mesin. Untuk jenis kecacatan crack yaitu pekerja kurang hati-hati saat memotong raser, pekerja terburu-buru membongkar cetakan, setting temperatur penuangan kurang baik, mesin menghasilkan core yang keras, penetapan radius sudut pattern terlalu tajam. Untuk jenis kecacatan pinhole yaitu scrab yang tidak bersih, pekerja kurang teliti pada saat pengeringan cetakan, dan gas terperangkap di cetakan saat penuangan. Untuk faktor penyebab yang dapat menimbulkan sinter antara lain kualitas pasir sillica kurang bagus, dan temperatur yang terlalu tinggi. Untuk faktor penyebab yang dapat menimbulkan roughness antara lain pemadatan cetakan kurang padat, dan kualitas pasir sillica kurang bagus.

Berdasarkan perhitungan nilai RPN maka penyebab kegagalan dengan nilai RPN paling tinggi sebesar 392 adalah karena kurang hati-hati saat memotong raser. Untuk mengatasi hal tersebut, pihak perusahaan dapat memberikan pelatihan kepada pekerja sehingga terampil dalam melakukan pemotongan raser, dan juga dapat dengan menentukan batasan waktu untuk istirahat dalam melakukan pemotongan raser agar tidak terjadi *overheating*.

PUSTAKA

- Andespa, Ira. (2020). "Analisis Pengendalian Mutu dengan Menggunakan *Statistical Quality Control (SQC)* pada PT.Pratama Abadi Industri (JX) Sukabumi" E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana 9.2 (2020) ISSN : 2337-3067.
- Andri, Novi. (2018) "Pengendalian Kualitas Produk Baja Menggunakan Metode *Statistical Quality Control (SQC)* dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PT XYZ". Skripsi Sarjana Universitas Sumatera Utara.
- Andriyanta, Galang., Aspiranti, T., & Adwiyah, R. (2020). "Analisis Pengendalian Kualitas dengan Menggunakan Metode *Statistical Quality Control (SQC)* untuk Meminimumkan Produk Gagal Pada Sari Good Bakery". Prosiding Manajemen, Vol. 6, No. 2.
- Dermawan, M. Arief. (2018). "Penerapan *Statistical Quality Control (SQC)* untuk Megidentifikasi Complain Customer pada PT. Aerofood ACS Cabang Kualanamu". Universitas Sumatera Utara.
- Dewi, Nur A. K., & Singgih, Moses L. (2019). "Perbaikan Kualitas Proses Thermoforming Round Drinking Cups Menggunakan FMEA". JURNAL TEKNIK ITS Vol. 8, No. 1, (2019).
- Elmas, Muhammad S. H. (2017). "Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode *Statistical Quality Control (SQC)* Untuk Meminimumkan Produk Gagal Pada Toko Roti Barokah Bakery". Jurnal Penelitian Ilmu Ekonomi WIGA Vol. 7, 2017, pp. 15-22.
- Erwindasari., Nurwidiana., & Bernadhi B.D. (2019) "Penerapan Metode *Statistical Quality Control (SQC)* Dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dalam Perbaikan Kualitas Produk (Studi Kasus : PTPN IX KEBUN NGOBO)" Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) 2, ISSN. 2720-9180
- Haryanto, Irwandhani I. S. (2019). "Penerapan Metode *SQC (Statistical Quality Control)* Untuk Mengetahui Kecacatan Produk *Shuttlecock* Pada Ud. Ardiel *Shuttlecock*". Jurnal Teknologi Industri Dan Manajemen Vol. 1 No.1.
- Hasbullah, H., Kholil, Muhammad., & Santoso Dwi Aji. (2017). "Analisis Kegagalan Proses Insulasi Pada Produksi Automotive Wires (AW) Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Pada PT JLC. SINERGI Vol. 21, No.3, 2017, pp. 193-203.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). OPERATIONS MANAGEMENT Sustainability and Supply Chain Management. New Jersey : Pearson.
- Iqbal, Muhammad. (2018). "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode *Statistical Quality Control (Studi Kasus Pada UD 2003)*". Institut Agama Islam Negeri Surakarta.
- Kiki, Erina., Lie, Darwin., Efendi., & Sisca. (2019). "Analisis Pengendalian Kualitas (Qualitycontrol) Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Yang Dihasilkan Pada CV Bina Tehnik Pematangsiantar". SULTANIST Jurnal Manajemen dan Keuangan 7(1):24-33.
- Lesmana, Budi. (2021) Pengaruh Cost Of Quality Terhadap Tingkat Design Quality Produk (Study Kasus Pada PT. Unindo Nusantara Perkasa Sentosa UNPS, Tangerang – Banten). Jurnal Riset Akuntansi dan Bisnis Politeknik LP3I, Vol 7 No.1.
- Montgomery, D. C. (2013). Introduction to *Statistical Quality Control* 7th edition. John Wiley and Sons, Inc.
- Nasution, Mara Sonang. (2018). Analisis Kepuasan Siswa Terhadap Kualitas Pelayanan Sekolah Smp Negeri 4 Hutaraja Tinggi Kabupaten Padang Lawas Dengan Metode Fuzzy Service Quality.Skripsi Sarjana Universitas Sumatera Utara.
- Rachman, Taufiqur. (2012). *Statistic Quality Control (SQC)*. Jakarta : Universitas Esa Unggul.
- Rahayu, Puji. (2020) "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode *Statistical Quality Control (SQC)* pada Divisi Curing Plant D PT. Gajah Tunggal, Tbk". Jurnal Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang, Vol. 9 No. 1.
- Rusydah, Mardiyah., & Utomo, Yuana Tri.(2018). "Analisis Manajemen Pengendalian Mutu Produksi pada Bakpiapia Djogja Tahun 2016 Berdasar Perencanaan Standar Produksi". AT-TAUZI : Jurnal Ekonomi Islam, Vol. 18 No 1. 2018, pp. 47-72.
- Sari, Rianita Puspa. (2018). "Analisis Tingkat Kecacatan Produk Lever Assy Parking Brake Menggunakan Metode *Statistical Quality Control (SQC)*" JIEMS Vol. 11, No. 2, 2018, pp. 77-83, 2018
- Wicaksono, Lugas Dwi., & Syahrullah, Yudi. (2020). "Perbaikan Kualitas Produk Pececoran Logam Dengan Menggunakan Metode Quality Control Circle (QCC)". Jurnal Teknik Industri HEURISTIC, Vol. 17 No. 1, 2020, pp. 29-42.