

**PENGENDALIAN KUALITAS UNTUK MENGURANGI JUMLAH CACAT
PRODUK DENGAN PENDEKATAN PETA KENDALI P SERTA USULAN
PERBAIKAN
(STUDI KASUS DI PT. BARATA INDONESIA (PERSERO))**

Dendy Sumarsono^{1,*}, Wiwin Widiasih²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus Surabaya, Indonesia

* E-mail: dendydnr07@gmail.com, wiwin_w@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis apakah penerapan sistem pengendalian kualitas produk pada PT Barata Indonesia (PERSERO) sudah terkendali atau belum terkendali, serta mencari tahu penyebab kerusakan produk pada PT Barata Indonesia (PERSERO) dan memberi usulan perbaikan. Pada penelitian kali ini, metode yang akan digunakan adalah membuat Histogram, peta kendali, Diagram Pareto dan diagram tulang ikan (Fishbone). Metode-metode tersebut digunakan untuk mengidentifikasi jenis kerusakan produk yang terjadi, serta mencari penyebab terjadinya kerusakan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengendalian kualitas produk pada PT Barata Indonesia (PERSERO) masih ada yang belum terkendali, dengan rata-rata kerusakan produk sebesar 20% pada bulan Januari – April 2023. Jenis kerusakan yang paling banyak terjadi adalah Srinkage dengan jumlah 460 dari total produk cacat pada bulan Januari – April 2023. Dari hasil observasi lapangan dan wawancara, faktor-faktor yang menjadi penyebab kerusakan ini adalah faktor manusia, peralatan, metode kerja bahan baku dan lingkungan kerja.

Kata kunci: Histogram, peta kendali, Diagram Pareto, diagram Sebab Akibat (Fishbone).

ABSTRACT

This study aims to analyze whether the implementation of the product quality control system at PT Barata Indonesia (PERSERO) is under control or not under control, and find out the causes of product damage at PT Barata Indonesia (PERSERO) and provide suggestions for improvement. In this research, the methods that will be used are making Histograms, control maps, Pareto Diagrams and Fishbone diagrams. These methods are used to identify the type of product damage that occurs, and find the cause of the damage. The results of this study indicate that product quality control at PT Barata Indonesia (PERSERO) is still uncontrolled, with an average product damage of 20% in January - April. The most common type of damage is the Unsymmetrical Ring with a total of 460 total defective products in January – April 2023. From the results of field observations and interviews, the factors that cause this damage are human factors, equipment, work methods raw materials and work environment.

Keywords: Histogram, control map, Pareto diagram, Fishbone diagram

1. PENDAHULUAN

Kondisi industri manufaktur Indonesia saat ini mengalami perkembangan dan kemajuan yang cukup signifikan. Kemajuan dan perkembangan zaman mengubah cara pandang konsumen dalam memilih sebuah produk yang diinginkan. Salah satu penyebab yang mempengaruhi konsumen dalam memilih sebuah produk adalah kualitas produk. Suatu perusahaan dikatakan berkualitas jika perusahaan tersebut mempunyai sistem produksi yang tertata dan terkendali. Agar perusahaan tidak mengalami kerugian dan masalah yang berkelanjutan, maka diperlukan

pengendalian kualitas untuk mengurangi jumlah produk cacat yang dihasilkan oleh mesin (Ardana & Widiasih, 2023).

Menurut Assauri (2008) pengendalian kualitas adalah kegiatan memastikan apakah kebijakan dalam hal kualitas (standar) dapat tercermin dalam hasil akhir, atau dengan kata lain usaha untuk mempertahankan mutu atau kualitas barang-barang yang telah ditetapkan berdasarkan kebijakan pimpinan. Salah satu alat sering digunakan dalam pengendalian kualitas adalah peta kendali (*Control Chart*), yang merupakan suatu teknik statistik yang banyak dipergunakan dalam menjamin bahwa suatu proses memenuhi standar. Peta kendali (*Control Chart*) diklasifikasikan menjadi dua, yaitu peta kendali variabel dan peta kendali atribut.

Penelitian ini dilakukan di PT. Barata Indonesia yang merupakan sebuah industri manufaktur yang berada di kota Gresik. Perusahaan ini bergerak di bidang industri pengecoran baja, serta menyediakan jasa manufaktur dan EPC (*Engineering-Procurement-Construction*). Pengendalian kualitas perlu dilakukan oleh perusahaan menjaga konsistensi kualitas sebuah produk yang dihasilkan sesuai dengan keinginan dan kebutuhan konsumen. Terdapat 6 jenis cacat produk dalam pengecoran, yaitu : Cacat Sintering, Cacat Temperatur Drop, Cacat Cross Join, Cacat Srinkage, Cacat Crack, Cacat Gas Hole.

Berdasarkan data yang didapatkan dari PT. Barata Indonesia diketahui sebanyak 21%-25% produk rusak dari jumlah produk yang dihasilkan dalam periode bulan Januari-April . Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memaparkan pengendalian kualitas yang telah dilakukan oleh perusahaan, jenis-jenis cacat yang ditemui, faktor-faktor penyebab cacat produk, serta peranan peta kendali dalam pengendalian kualitas produk. Sehingga dapat memberikan masukan kepada perusahaan dalam pengendalian kualitas barang sesuai dengan standar peta kendali.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. *Posisi Penelitian*

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji mengenai pengendalian kualitas dengan menggunakan berbagai metode dan alat pengendalian kualitas pada berbagai jenis industri dan perusahaan. Penelitian oleh La Hatani (2007) menggunakan pendekatan statistical quality control (sqc) dan metode diagram kendali P (P-charts) pada pengendalian produksi roti dimana hasil analisis menunjukkan tingkat pencapaian standar perusahaan belum tercapai. Chrestella (2009) menggunakan metode SPC (*Statistical Process Control*) dan diagram Pareto dalam analisis pengendalian kualitas produk sepatu dan sandal pada PT. Gramido dimana ditemukan pengendalian yang dilakukan perusahaan belum terkendali.

Fakhri (2010) dalam penelitiannya menggunakan peta kendali p (p-chart) dengan diagram sebab-akibat (fishbone diagram) sebagai bagian dari penggunaan alat statistic dalam menganalisa pengendalian kualitas di mana menunjukkan bahwa terjadinya penyimpangan mutu disebabkan oleh kesalahan-kesalahan pada proses pembuatannya, yaitu material, teknik pembuatan, dan faktor pekerja. Dengan pelaksanaan pengendalian kualitas dengan menggunakan alat bantu statistik yang dilakukan oleh perusahaan dapat menurunkan persentase terjadinya kesalahan dalam proses produksi perusahaan..

b. *Pengendalian Kualitas*

“Kendali” didefinisikan sebagai kegiatan yang mengarahkan, mempengaruhi, verifikasi dan perbaikan untuk menjamin penerimaan produk tertentu sesuai rancangan dan spesifikasi (Feigenbaum, 1983). Sedangkan Kualitas menurut Feigenbaum merupakan keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi Marketing, Engineering, Manufacture, dan Maintenance, dimana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan. Secara garis besar dapat dikatakan bahwa , kualitas adalah keseluruhan ciri suatu produk atau jasa dalam tujuannya untuk memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan.

Pengendalian kualitas menurut J.M. Juran adalah sebagai keseluruhan cara yang digunakan untuk menentukan dan mencapai standar. Maka pengendalian kualitas dapat diartikan sebagai kesesuaian dan kepuasan antara produsen dan konsumen atas suatu produk.

Kesesuaian dan kepuasan tersebut mencakup kualitas produk, biaya- biaya (penyimpanan, produksi, penjualan dan layanan purna jual), tingkat kenyamanan dan keselamatan dan moral (nilai). Pengendalian kualitas memiliki tujuan utama untuk mendapatkan jaminan bahwa kualitas produk atau jasa yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan dengan mengeluarkan biaya yang ekonomis atau serendah mungkin.

c. Statistical Process Control (SPC)

SPC adalah suatu metode untuk pengumpulan dan analisa data untuk diselesaikan dengan metode Practical Quality . Statistical artinya bahwa kepuasan akan berdasar pada analisa Numerik. Proses mengacu pada proses produksi tertentu dan mampu memproduksi Output dengan kualitas yang konsisten. Pengendalian kualitas statistik ini dapat dibagi kedalam pengendalian kualitas proses, yaitu pengendalian kualitas produk selama masih dalam proses dan pengendalian produk jadi. Untuk itu pengendalian kualitas proses dapat digunakan alat kendali yang disebut peta pengendalian kualitas (Process Control Chart) atau sering disebut control chart.

d. Peta Kendali (Control Chart)

Peta kendali merupakan grafik yang menggambarkan data dari waktu ke waktu, tetapi tidak menunjukkan penyebab penyimpangan. Grafik pengendali adalah suatu alat yang secara grafis digunakan untuk memonitor apakah suatu aktivitas dapat diterima sebagai proses yang terkendali. Peta kendali ini menyatakan garis tengah atau Control Limit yang merupakan nilai rata-rata karakteristik kualitas yang berkaitan dengan keadaan dimana data-data ini masih bisa dikontrol, dan digaris yang lainnya ialah garis batas kontrol atas (BKA) dan garis batas kontrol bawah (BKB)

Peta kontrol digunakan dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh sebab khusus (*Special Causes Variation*) dari variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*Common Causes Variation*). Tujuan penggunaan peta kendali ialah untuk menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian, memantau proses terus menerus agar proses tetap stabil secara statistik dan hanya mengandung variasi penyebab umum, serta menentukan kemampuan proses (*Process Capability*).

e. Peta Kendali P

Peta kendali P adalah suatu peta yang menunjukkan cacat pecahan (P) atau kendali bagian yang ditolak untuk satu atau lebih karakteristik mutu yang tidak memenuhi spesifikasi. Langkah-langkah pembuatan peta kendali P akan diuraikan dan dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Mengumpulkan data berupa jumlah diperiksa (n) dan jumlah produk cacatnya (pn).
- 2) Klasifikasi data ke dalam tanggal, bulan atau lot. Ukuran sub-grup harus lebih dari 50 dari nilai rata-rata cacat untuk setiap sub-grup harus berkisar antara 3 sampai 4.
- 3) Hitung bagian cacat untuk setiap sub-grup dan masukkan kedalam lembaran data. Untuk mencari bagian cacat gunakan rumus berikut:

$$P = \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah sampel}} = \frac{pn}{n} \dots \dots \dots (1)$$

- 4) Carilah rata-rata bagian cacat CLP

$$P = \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah sampel}} = \frac{pn}{n} \dots \dots \dots (2)$$

- 5) Menentukan batas-batas kendali. Besar standar deviasi ditentukan oleh tingkat keyakinan. Untuk tingkat keyakinan 67% menggunakan standar deviasi 1, sedangkan untuk tingkat keyakinan 95% menggunakan standar deviasi 2, dan untuk tingkat keyakinan 99% menggunakan standar deviasi 3.

Garis Pusat : $C = \rho$

Batas kendali atas : BKA atau UCL = $\rho + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = \dots \dots \dots (3)$

Garis kendali bawah : BKB atau LCL = $\rho - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = \dots \dots \dots (4)$

- 6) Membuat grafik kendali.
- 7) Bentuk-bentuk keterkendalian proses. Suatu proses dalam keadaan terkendali bila seluruh titik selalu dalam batas-batas UCL dan LCL dan titik-titik yang mengelompokkan tidak

menunjukkan bentuk-bentuk khusus. Sebaliknya, suatu proses dalam keadaan tidak terkendali apabila beberapa titik keluar dari batas-batas UCL dan LCL dan titik-titik yang mengelompokkan menunjukkan bentuk-bentuk khusus meskipun dalam batas pengawasan.

f. Pareto Diagram

Diagram pareto (Pareto Diagram) adalah Histogram data yang mengurutkan data dari yang frekuensinya terbesar hingga terkecil (James R. Evans dan M. Lindsay William, 2005). Diagram pareto adalah teknis grafis sederhana yang menggambarkan relativitas dari tingkat-tingkat penting atau tidaknya berbagai permasalahan yang membedakan antar “Vital Vew” dan “Trivial Many” yang terfokus pada isu-isu pengembangan dan peningkatan kualitas maksimal beserta relevansinya. Diagram pareto juga dapat menggambarkan dan menyederhanakan fungsi-fungsi “Order”(pemesanan) yang berkontribusi relatif oleh berbagai elemen “sebab- sebab” kedalam situasi permasalahan secara total.

g. Cause and Affect Diagram (Fishbone)

Cause and Effect Diagram digunakan untuk menganalisis persoalan pada faktor-faktor yang menimbulkan persoalan tersebut. Diagram ini juga disebut diagram Fishbone karena berbentuk seperti tulang ikan. Alat ini dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi berbagai penyebab yang mungkin terjadi dari suatu masalah; Mengidentifikasi penyebab-penyebab yang mempengaruhi karakteristik kualitas tertentu; Memberikan petunjuk untuk penerapan perbaikan sistem yang sudah tidak berjalan.

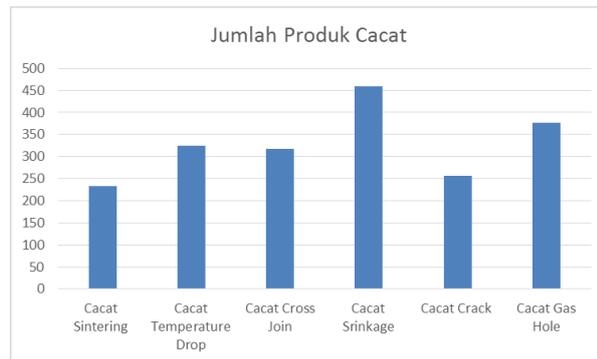
3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis deskriptif dalam bentuk studi kasus. Penelitian ini dilakukan dengan berfokus untuk mengamati dan menganalisis kasus pengendalian kualitas di PT BARATA INDONESIA cabang Gresik, Jawa Timur yang selanjutnya akan dideskripsikan dalam hasil penelitian. Dalam penelitian ini variabel yang akan digunakan adalah jenis cacat yang terjadi pada produk pengecoran.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan data jumlah produksi dan data cacat produk berupa foto jenis-jenis cacat produk yang tidak dikehendaki perusahaan pada bulan Januari hingga April dengan melakukan wawancara secara langsung dengan orang-orang yang terlibat di produksi, melakukan observasi (Pengamatan) serta mencari referensi-referensi dari buku serta skripsi yang ada. Setelah data dikumpulkan, dilakukan pengolahan data berupa membuat Histogram, P-Chart, Diagram Pareto, serta Diagram Fishbone. Analisa data yang dilakukan pada penelitian ini ialah untuk mengetahui cacat produk yang besar digunakan pendekatan peta kendali P dan untuk mengetahui faktor yang menyebabkan terjadinya cacat produk maka digunakanlah pendekatan analisis Fishbone.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data jumlah inspeksi dan jumlah cacat produk sebagai bagian dari evaluasi pengendalian kualitas di PT. Barata Indonesia (Persero). Data jumlah inspeksi dan jumlah cacat produk akan menjadi fokus utama dalam penelitian ini untuk memahami tingkat kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan.

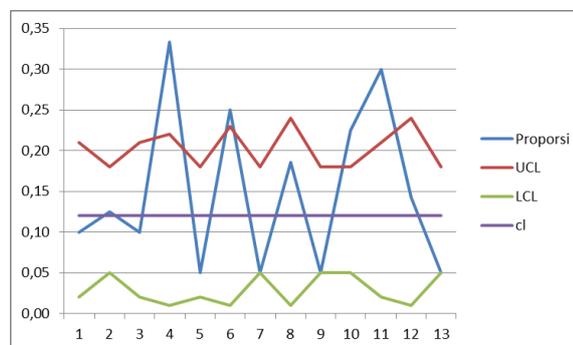


Gambar 1. Diagram Histogram Cacat Produk

Gambar 1 menunjukkan bahwa cacat sintering menjadi jenis cacat terbanyak diikuti, cacat temperature drop, cacat cross join, cacat srinkage, cacat crack dan terakhir cacat gas hole.

Tabel 1. Perhitungan Peta Kendali P Jenis Cacat Produk : Sintering

Minggu ke	Jumlah Produk yang dihasilkan (dalam unit)	Produk Rusak (dalam unit)	Proporsi	UCL	CL	LCL
Minggu Ke 1	100	10	0,10	0,21	0,12	0,02
Minggu Ke 2	200	25	0,13	0,18	0,12	0,05
Minggu Ke 3	100	10	0,10	0,21	0,12	0,02
Minggu Ke 4	90	30	0,33	0,22	0,12	0,01
Minggu Ke 5	200	10	0,05	0,18	0,12	0,02
Minggu Ke 6	80	20	0,25	0,23	0,12	0,01
Minggu Ke 7	200	10	0,05	0,18	0,12	0,05
Minggu Ke 8	70	13	0,19	0,24	0,12	0,01
Minggu Ke 9	200	10	0,05	0,18	0,12	0,05
Minggu Ke 10	200	45	0,23	0,18	0,12	0,05
Minggu Ke 11	100	30	0,30	0,21	0,12	0,02
Minggu Ke 12	70	10	0,14	0,24	0,12	0,01
Minggu Ke 13	200	10	0,05	0,18	0,12	0,05
	1810	233				LCL
p	0,128729282					0,02



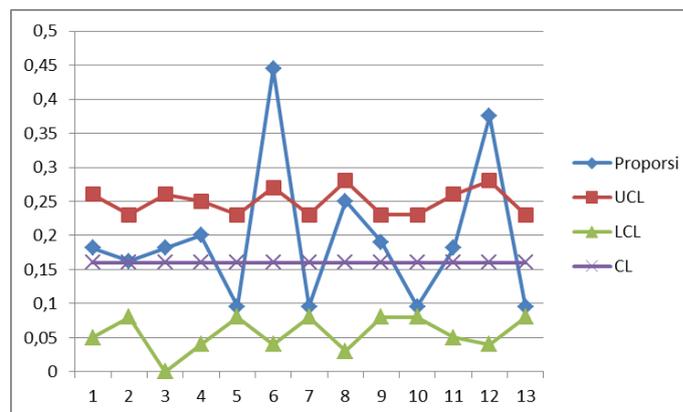
Gambar 2. Peta kendali proporsi cacat produk Sintering

Terlihat bahwa semua data yang terkumpul tidak seluruhnya masuk dalam batas kendali. Terdapat 3 titik yang berada diluar BKA dan BKB, dan terdapat 10 yang berada dalam BKA dan BKB. Dengan kesimpulan proses produksi belum terkendali.

Tabel 2. Perhitungan Peta Kendali P Jenis Cacat Produk : Temperature Drop

Jumlah Produk yang dihasilkan (dalam unit)	Produk Rusak (dalam unit)	Proporsi	UCL	LCL	CL
110	20	0,181818182	0,26	0,05	0,16
210	34	0,161904762	0,23	0,08	0,16
110	20	0,181818182	0,26	0,05	0,16
100	20	0,2	0,25	0,04	0,16
210	20	0,095238095	0,23	0,08	0,16
90	40	0,444444444	0,27	0,04	0,16
210	20	0,095238095	0,23	0,08	0,16
80	20	0,25	0,28	0,03	0,16
210	40	0,19047619	0,23	0,08	0,16
210	20	0,095238095	0,23	0,08	0,16
110	20	0,181818182	0,26	0,05	0,16
80	30	0,375	0,28	0,04	0,16
210	20	0,095238095	0,23	0,08	0,16
1940	324				

Hasil dari perhitungan Tabel 2 diatas, maka selanjutnya bisa dibuat peta kendali P yang bisa dilihat pada Gambar 3

**Gambar 3.** Peta kendali proporsi cacat produk Temperatur Drop

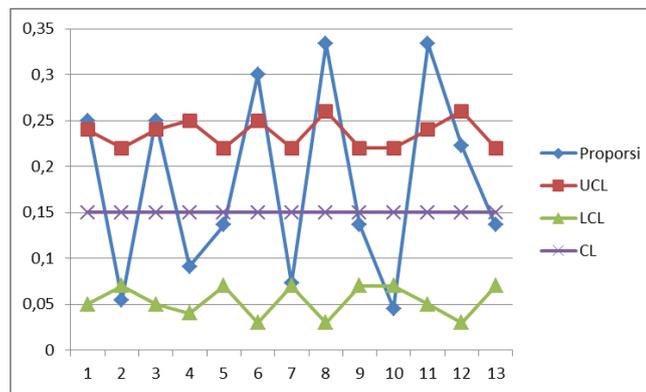
Terlihat bahwa semua data yang terkumpul tidak seluruhnya masuk dalam batas kendali. Terdapat 2 titik yang berada diluar BKA dan BKB, dan terdapat 11 yang berada dalam BKA dan BKB. Dengan kesimpulan proses produksi belum terkendali.

Tabel 3. Perhitungan Peta Kendali P Jenis Cacat Produk : Cross Join

Jumlah Produk yang dihasilkan (dalam unit)	Produk Rusak (dalam unit)	Proporsi	UCL	LCL	CL
120	30	0,25	0,24	0,05	0,15
220	12	0,054545455	0,22	0,07	0,15
120	30	0,25	0,24	0,05	0,15
110	10	0,090909091	0,25	0,04	0,15
220	30	0,136363636	0,22	0,07	0,15
100	30	0,3	0,25	0,03	0,15

Jumlah Produk yang dihasilkan (dalam unit)	Produk Rusak (dalam unit)	Proporsi	UCL	LCL	CL
220	16	0,072727273	0,22	0,07	0,15
90	30	0,333333333	0,26	0,03	0,15
220	30	0,136363636	0,22	0,07	0,15
220	10	0,045454545	0,22	0,07	0,15
120	40	0,333333333	0,24	0,05	0,15
90	20	0,222222222	0,26	0,03	0,15
220	30	0,136363636	0,22	0,07	0,15
2070	318				CL

Hasil dari perhitungan Tabel 3 di atas, maka selanjutnya bisa dibuat peta kendali P yang bisa dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta kendali proporsi cacat produk

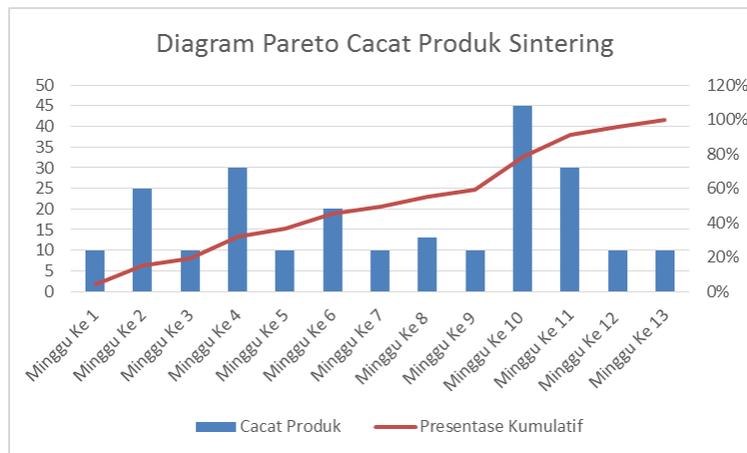
Terlihat bahwa semua data yang terkumpul tidak seluruhnya masuk dalam batas kendali. Terdapat tujuh titik yang berada diluar BKA dan BKB, dan terdapat 6 yang berada dalam BKA dan BKB. Sehingga dapat disimpulkan proses produksi belum terkendali.

Selanjutnya dilakukan analisis pada peta kendali dengan membuat diagram pareto.

Tabel 4. Perhitungan Diagram Pareto Jenis Cacat Produk

Minggu Ke	Jumlah Kecacatan (Unit)	Persentase Cacat (%)	Persentase Kumulatif
1	10	4%	4%
2	25	11%	15%
3	10	4%	19%
4	30	13%	32%
5	10	4%	36%
6	20	9%	45%
7	10	4%	49%
8	13	6%	55%
9	10	4%	59%
10	45	19%	79%
11	30	13%	91%
12	10	4%	96%
13	10	4%	100%
Total	233		

Bentuk diagram pareto untuk cacat produk sintering sebagai berikut:

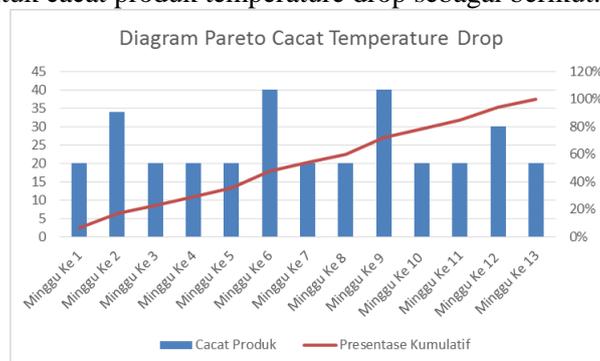


Gambar 5. Peta kendali proporsi cacat produk

Tabel 5 Perhitungan Diagram Pareto Jenis Cacat Produk

Minggu Ke	Jumlah Kecacatan (Unit)	Persentase Cacat (%)	Persentase Kumulatif
1	20	6%	6%
2	34	10%	17%
3	20	6%	23%
4	20	6%	29%
5	20	6%	35%
6	40	12%	48%
7	20	6%	54%
8	20	6%	60%
9	40	12%	72%
10	20	6%	78%
11	20	6%	85%
12	30	9%	94%
13	20	6%	100%
Total	324		

Bentuk diagram pareto untuk cacat produk temperature drop sebagai berikut:

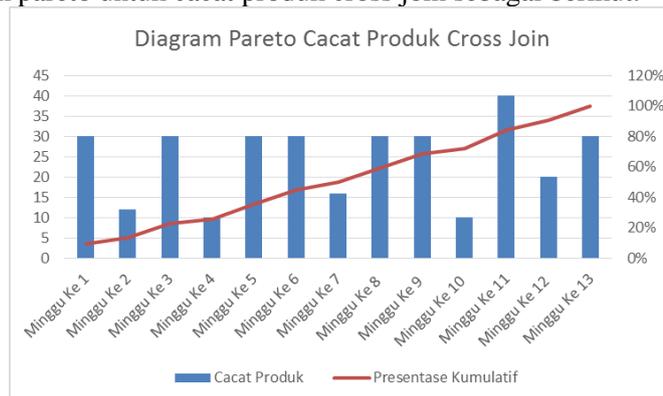


Gambar 6. Peta kendali proporsi cacat produk Temperatur Drop

Tabel 6. Perhitungan Diagram Pareto Jenis Cacat Produk

Minggu Ke	Jumlah Kecacatan (Unit)	Persentase Cacat (%)	Persentase Kumulatif
1	30	9%	9%
2	12	4%	13%
3	30	9%	23%
4	10	3%	26%
5	30	9%	35%
6	30	9%	45%
7	16	5%	50%
8	30	9%	59%
9	30	9%	69%
10	10	3%	72%
11	40	13%	84%
12	20	6%	91%
13	30	9%	100%
Total	318		

Bentuk diagram pareto untuk cacat produk cross join sebagai berikut:



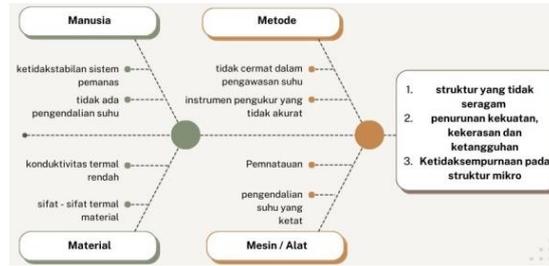
Gambar 7. Peta kendali proporsi cacat produk Cross Join

Setelah dibuatkan diagram pareto dan dari histogram Gambar 1 maka diketahui jumlah cacat produk terbanyak berada pada cacat produk cacat shrinkage yang pada diagram paretonya terjadi pada minggu ke-2. Data diatas menunjukkan data cacat produk terbanyak ialah cacat shrinkage, kemudian gas hole, temperature drop, cross join, crack dan terakhir sintering.

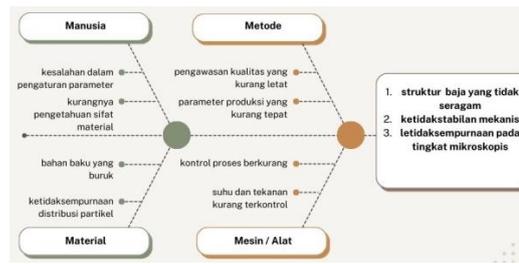
Selanjutnya, pembuatan diagram sebab-akibat dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab cacat potensial tersebut yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 8. Fishbone Sintering



Gambar 9 Fishbone Temperature Drop



Gambar 10 Fishbone Cross Join

Melalui diagram fishbone diatas dapat disimpulkan bahwa cacat sintering pada baja dapat disebabkan oleh berbagai faktor manusiawi, metode pengendalian suhu yang tidak akurat, pemilihan bahan baku yang kurang berkualitas, ketidakseragaman partikel dalam material, dan kesalahan dalam desain atau operasi mesin; Cacat pada baja diakibat penurunan suhu (temperature drop) selama proses sintering; Cacat pada Baja yang Cross Join terkait dengan proses produksi atau desain.

Salah satu upaya yang dilakukan perusahaan dalam mencegah dihasilkannya produk cacat dari proses produksi ialah dengan melakukan *performance maintenance*.

Tabel 7. Data Waktu dan hasil Kerusakan Mesin Pengecoran Pada Baja

No	Tanggal Mulai	Waktu Mulai	Tanggal Selesai	Waktu Selesai	TTR (Jam)	TTF (Jam)
1	27 Nov 2022	14.40	27 Nov 2022	15.40	1.10	-
2	05 Des 2022	08.35	05 Des 2022	09.45	1.10	55.75
3	06 Des 2022	08.30	06 Des 2022	09.50	1.20	15.35
4	12 Des 2022	10.10	12 Des 2022	11.35	1.25	53.15
5	18 Des 2022	16.15	18 Des 2022	16.55	0.40	56.65
6	28 Jan 2023	11.25	28 Jan 2023	13.35	1.10	563.50
7	01 Feb 2023	13.00	01 Feb 2023	14.10	1.10	103.25
8	10 Feb 2023	11.00	10 Feb 2023	14.10	1.10	221.50
9	09 Maret 2023	15.05	09 Maret 2023	16.40	1.35	651.55
10	20 Maret 2023	14.10	20 Maret 2023	15.25	1.15	269.10
Total					10.85	1989.8

Sumber: PT. Barata Indonesia

Keterangan: WM = Waktu mulai, WS = Waktu Selesai

Perhitungan TTR dan TTF adalah sebagai berikut:

- 1) *Time to Failure* (TTF) tanggal 27 November 2022 = 15.50 – 14.40 = 1 jam 10 menit = 1.10 jam
- 2) *Time to Repair* (TTR) tanggal 27 November 2022
 27 November 2022 pukul 15.50 – 27 November 2022 pukul 17.00 + 28 November – 04 Desember 2022 (6 x 9 jam kerja x 60 menit) + 05 Desember 2022 08.00 – 05 Desember 2022 08.35 = 70 menit + 3240 + 35 menit = 3345 menit (55.75 jam)

Tabel 8. Data Kerusakan Komponen

No	Tanggal Mulai	Waktu Mulai	Waktu Selesai	TTR (Jam)	TTF (Jam)
1	15 November 2022	09.00	10.45	1.45	-
2	27 November 2022	08.20	09.50	1.30	93.35
3	29 November 2022	11.45	14.00	1.25	25.55
4	06 Desember 2022	08.30	09.50	1.20	59.30
5	06 Desember 2022	10.10	11.15	1.05	0.20
6	12 Desember 2022	10.10	11.35	1.25	54.55
7	03 Januari 2023	16.25	17.35	1.15	187.50
8	04 Januari 2023	10.45	11.30	0.45	03.10
9	10 Januari 2023	13.35	15.00	1.25	58.05
10	18 Januari 2023	15.50	16.50	1.00	72.50
11	19 Januari 2023	08.10	09.45	1.35	0.20
12	28 Januari 2023	11.25	13.35	1.10	81.40

Perhitungan TTF = (15 November 2023 jam 10.45 sampai 17.00) + (16-17 November 2023)
= 05.15 jam + 88.20 jam = 93.35 jam

Setelah data kerusakan mesin dan komponen terkumpul, dilakukan pengolahan data *Mean Time between Failure (MTBF)*, *Mean Time to Repair (MTTR)*, dan *Availability*

Tabel 9. Data Total Operation Time Pada November 2022 – 28 Januari 2023

Bulan	Frekuensi Breakdown	Total Operation Time		Total (Jam)
		Loading (Operation)	Breakdown (TTR)	
November	7	390	9.30	380.30
Desember	12	570	14.25	555.35
Januari	9	660	11.20	648.40

Sumber: PT Barata Indonesia, 2023

Contoh Perhitungan *Performance Maintenance* Pada Bulan November

$$MTBF = \frac{380.30}{7} = 54.33 \text{ jam}$$

$$MTTR = \frac{9.30}{7} = 1.33 \text{ jam}$$

$$Availability = \frac{380.30}{390} \times 100\% = 97.51\%$$

Tabel 10. Rekapitulasi *Performance Maintenance*

Bulan	MTBF (Jam)	MTTR (Jam)	Availability (%)
November	54.33	1.33	97.51
Desember	46.28	1.19	97.42
Januari	72.09	1.24	98.24

Sumber: PT. Barata Indonesia (PERSERO)

Tabel 11. Kriteria dan nilai rangking untuk Severity

Efek	Kriteria: Severity untuk FMEA	Rangking
Proses produksi berhenti.	Tidak tersedianya komponen pengganti.	10
Proses produksi berjalan dengan sangat lambat.	Tidak tersedianya komponen pengganti.	9
Proses produksi berjalan dengan lambat.	Komponen pengganti tersedia.	8
Proses produksi berjalan terhambat.	Komponen tersedia.	7
Proses produksi berjalan cukup lancar.	Mesin rusak cukup parah.	6
Proses produksi berjalan lancar.	Rusak pada settingan mesin.	5
Proses produksi berjalan dengan bantuan operator.	Mesin rusak ringan.	4
Proses produksi sedikit terganggu.	Menunggu Komponen pengganti.	3

Sumber: PT. Barata Indonesia (PERSERO)

Tabel 12 Kriteria dan Nilai Rangking untuk Occurance

Probability of Failure	Failure Rates	Rangking
Sangat tinggi.	Setiap hari rusak.	10
Kerusakan hampir tidak dihindari.	Setiap 2 hari rusak.	9
Tinggi.	Setiap 3 hari rusak.	8
Kerusakan sering terjadi.	Setiap 4 hari rusak.	7
Kerusakan terulang kali terjadi.	Setiap 5 hari rusak.	6
Sedang.	Setiap 6 hari rusak.	5
Kerusakan sesekali terjadi.	Setiap seminggu sekali rusak.	4
Kerusakan jarang terjadi.	Setiap 2 minggu sekali.	3
Rendah.	Setiap 3 minggu sekali	2
Relatif sedikit kerusakannya.	Setiap sebulan sekali.	1

Sumber: Pengolahan Data PT. Barata Indonesia (PERSERO)

Tabel 13. Kriteria Untuk Nilai Rangking untuk Detection

Deteksi	Criteria Likelihood of Detection	Rangking
Sepenuhnya tidak pasti.	Alat atau informasi tidak mendeteksi kerusakan.	10
Sangat jarang.	Alat untuk mendeteksi kerusakan rusak.	9
Jarang.	Jarang alat untuk mendeteksi penyebab kerusakan.	8
Sangat rendah.	Kemampuan alat untuk mendeteksi kerusakan sangat	7
Rendah.	rendah.	6
Cukup.	Alat untuk mendeteksi kerusakan rendah.	5
Cukup tinggi.	Alat cukup untuk mendeteksi kerusakan.	4
Tinggi.	Alat atau informasi cukup tinggi mendeteksi penyebab	3
Sangat tinggi.	kerusakan.	2
Hampir pasti.	Alat atau informasi tinggi kemungkinan untuk mendeteksi	1

Sumber: Pengolahan Data PT. Barata Indonesia (PERSERO)

Berdasarkan analisis FMEA nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk komponen didapatkan dari penentuan nilai rating *severity*, *occurance*, dan *detection*. Berikut contoh perhitungan nilai RPN: $S = severity$, nilai rangking 1-10; $O = occurrence$, nilai rangking 1-10; $D = detection$, nilai rangking 1-10; $RPN = S \times O \times D$

Tabel 14. Failure Mode and Effect Analysis pada komponen

FMEA Worksheet			SISTEM : Komponen					
Function	Potential Failure Mode	Potential Effect Failure	S	Potential Effect Failure	O	Potential Effect Failure	D	RPN
Pengontrol Kawat elektroda	Pengumpan Kawat rusak.	Daya putar stang metal tidak beraturan	9	Bagian komponen stang metal tidak bekerja	8	Mengontrol kinerja stang metal jalan	8	576
	Komponen tidak bekerja	Kawat elektroda habis	7	<i>Fly Wheel</i> berhenti	1	Mengganti komponen	5	35
Total RPN							611	

Sumber: Pengolahan Data (2023)

Berdasarkan analisa melalui FMEA didapatkan nilai RPN komponen yaitu sebesar 611. Selanjutnya dilakukan penentuan distribusi waktu antar kerusakan dan waktu antar perbaikan dengan menggunakan Software Minitab 18. Pemilihan distribusi dilakukan berdasarkan nilai correlation coefficient yang terbesar dari setiap distribusi.

Tabel 15. Hasil *Distribution ID Plot* menggunakan *software*

Distribution	Goodness-of-Fit Anderson-Darling (adj)	Correlation Coefficient
Weibull	1,878	0,932
Lognormal	2,920	0,867
Exponential	2,035	*
Normal	1,124	0,958

Tabel 16. Pemilihan distribusi berdasarkan *Index of Fit* untuk data *Time to Failure*

Komponen	Distribusi	Index Of Fit
<i>Komponen</i>	Weibull	0.932
	Lognormal	0.867
	Exponential	Ditolak
	Normal	0.958

Sumber: Pengolahan Data (2023)

Terlihat pada Tabel 15 *index of fit* terbesar adalah 0.958 yaitu distribusi normal. Maka disimpulkan bahwa data selang waktu antar kerusakan komponen adalah berdistribusi normal. Selanjutnya adalah perhitungan parameter berdasarkan pada distribusi yang terpilih menggunakan bantuan *software minitab 18* dengan metode *Maximum Likelihood Estimator* (MLE).

Distribution Analysis: komponen (TTF)
 Variable: komponen (TTF)
 Censoring

Tabel 17. Hasil perhitungan MLE *Analysis* menggunakan *Minitab*

Censoring Information		Count		
Uncensored value		23		
Estimation Method: Maximum Likelihood Distribution: Normal				
Parameter Estimates				
Parameter	Estimate	Standard Error	95,0% Normal CI	
			Lower	Upper
Mean	61,9391	10,1349	42,0751	81,8032
StDev	48,6053	7,16645	36,4066	64,8912
Anderson-Darling (Adjusted)				
			1,150	

Tabel 18. Hasil Perhitungan MLE *Characteristics* Menggunakan *Minitab*

	Estimate		95,0% Normal CI	
			Lower	Upper
Mean(MTTF)	61,9391	10,1349	42,0751	81,8032
Standard Deviation	48,6053	7,16645	36,4066	64,8912
Median	61,9391	10,1349	42,0751	81,8032
First Quartile(Q1)	29,1554	11,2286	7,14780	51,1630
Third Quartile(Q3)	94,7229	11,2286	72,7153	116,730

Interquartile Range(IQR)	65,5675	9,66740	49,1118	87,5369
--------------------------	---------	---------	---------	---------

Sumber: Pengolahan Data (2023)

Tabel 19. Hasil perhitungan MLE Untuk Data *Time to Failure*

Komponen	Distribusi	Parameter
<i>Komponen</i>	Normal	μ : 61.9391 σ : 48.6053

Setelah didapat distribusi yang sesuai, maka selanjutnya dilakukan perhitungan MTTF dan Interval Waktu Penggantian Pencegahan berdasarkan parameter distribusi yang terpilih.

Tabel 20. Hasil Perhitungan MTTF

Komponen	Distribusi	MTTF (Jam)
<i>Komponen</i>	Normal	61.9391

Tabel 21. Hasil Perhitungan Interval Waktu Penggantian Pencegahan

Percent	Percentile	Standard Error	95,0% Normal CI	
			Lower	Upper
10	-0,351005	13,6772	-27,1578	26,4558
30	36,4505	10,8092	15,2648	57,6362
50	61,9391	10,1349	42,0751	81,8032
70	87,4277	10,8092	66,2421	108,613
90	124,229	13,6772	97,4225	151,036
91	127,107	13,9656	99,7348	154,479
92	130,233	14,2867	102,232	158,234
93	133,670	14,6483	104,960	162,380
94	137,509	15,0620	107,988	167,030
95	141,888	15,5457	111,419	172,357
96	147,032	16,1283	115,421	178,643
97	153,356	16,8638	120,303	186,408
98	161,762	17,8700	126,737	196,787
99	175,012	19,5105	136,772	213,252

Tabel 22. Interval Waktu Penggantian Pencegahan

Komponen	Interval Penggantian Pencegahan (Jam)
<i>Komponen</i>	10.1349

Langkah selanjutnya ialah menghitung *Availability* komponen yang dipaparkan dalam

$$\begin{aligned}
 Av &= \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} \times 100\% \\
 &= \frac{61.196}{61.196 + 1.239} \times 100\%
 \end{aligned}$$

Tabel 21 dengan menggunakan rumus:

$$= 0.9801 \times 100$$

$$= 98.01\%$$

Tabel 23. Nilai *Availability* Komponen *Komponen*

Komponen	Nilai <i>Availability</i> setelah penggantian pencegahan
<i>Komponen</i>	0.9801

Berdasarkan hasil perhitungan *Availability* pada komponen mesin setelah dilakukan perawatan pencegahan, maka kita dapat mengetahui *Availability* komponen pada mesin pengecoran baja yaitu sebesar 98%. Ini artinya bahwa setelah dilakukan tindakan perawatan pencegahan terhadap komponen maka kerusakan pada komponen tersebut dapat teratasi sebesar 98% dari total kerusakan komponen pada mesin pengecoran baja.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa cacat produk shrinkage menjadi cacat produk yang terbanyak diikuti cacat gas hole, temperature drop, crack dan sintering. Faktor penyebab dari cacat produk yang ditemukan berasal dari berbagai faktor yakni, kecerobohan, prosedur yang kurang tepat, metode serta proses yang tidak sesuai SOP, manajemen mesin yang kurang baik, serta material yang tidak sesuai takaran dan kualitasnya. Hasil ini didapatkan melalui analisa dengan sebab akibat atau Fishbone Chart.

Adapun usulan perbaikan yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah perhitungan *Availability* pada komponen mesin setelah dilakukan perawatan pencegahan, maka kita dapat mengetahui *Availability* komponen pada mesin pengecoran baja yaitu sebesar 98%. Ini artinya bahwa setelah dilakukan tindakan perawatan pencegahan terhadap komponen maka kerusakan pada komponen tersebut dapat teratasi sebesar 98% dari total kerusakan komponen pada mesin pengecoran baja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan memanjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT, saya ucapkan terimakasih kepada kedua orangtua tersayang, Dosen dan pembimbing, sahabat dan teman seperjuangan, dan Kampus Universitas 17 Agustus Tercinta.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardana, M., & Widiasih, W. (2023). Pengendalian Kualitas Roll Karung Dengan Metode Spc dan PDCA Pada PK Rosella Baru Mojokerto. *I Tabaos*, 3(3), 190-200.
- Ariani, Dorothea wahu. (2004). *Pengendalian kualitas statistik (Pendekatan kuantitati dalam manajemen kualitas)*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Faiz, Al Fakhri. (2010). *Analisis pengendalian kualitas produksi di PT. MASSCOM GRAPHY dalam upaya mengendalikan tingkat kerusakan produk menggunakan alat bantu statistik undergraduate* [Thesis, Universitas Diponegoro Semarang]
- Assauri, Sofjan. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: LPFEUI.
- Chrestella. (2009). *Analisis Pengendalian Kualitas Produk Sepatu Dan Sendal Dengan Metode SPC (Statistical Process Control) Pada PT. GRAMIDO*. [Undergraduate thesis, BINUS]
- Ebeling, C. E. (2008). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. McGraw-Hill Education.
- Feigenbaum, A. V. (1983). *Kendali Mutu Terpadu. Edisi ke-3*. Jakarta: Erlangga.
- Hatani,La. (2007). Manajemen Pengendalian Mutu Produksi Roti Melalui Pendekatan Statistical Quality Control (SQC) (Studi Kasus Pada Perusahaan Roti Rizki Kendari). *Jurnal Ekonomi dan Manajemen Unhalu*.
- Heryani, R. (2014). *Kumpulan Undang – Undang dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Khusus Kesehatan*. Jakarta: CV. Trans Info Media.
- Hidayat, Syarif., (2016). *Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Pada Produk Oncom Dalam Upaya Mengurangi Tingkat Kecacatan Produk Menggunakan Alat Bantu Statistik* [Skripsi, Universitas Dian Nuswantoro].
- Lukmandani, A., Syafri, I., & Kurniati, N. (2011). Pengaruh Preventive Maintenance terhadap Efektivitas Produksi pada Mesin Pembengkok Kawat (Wire Bending Machine) di PT. X. *Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 44-51.
- Maretha, yogi. (2009). Analisa Pengendalian Kualitas Kaos West Boy di PT. CITRA FAUZA

BUSANA [Skripsi, Universitas Mercu Buana].

Montgomery, Douglas C. (2001). *Introduction to Statistical Quality Control. 4th Edition*. New York : John Wiley & Sons, Inc.

Ordway Tead (1945) dalam *Democratic Administration*. New York: Published Literary Licensing, LLC (May 12, 2012)