



Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Ban Mobil dengan Metode *Statistical Process Control* (SPC)

Ni Putu Eka Martini¹, Ni Kadek Kleo Dwi Handayani², Aulia Sari Pratiwi³,
I Komang Triatmaja Putra⁴, Ni Luh Putu Suciptawati⁵

¹⁻⁵Fakultas MIPA, Progd. Matematika, Universitas Udayana

Email: ekamartini349@gmail.com¹, kleohandayani@gmail.com², aauliasaripratiwii@gmail.com³,
komangtriatmajaputra04@gmail.com⁴, suciptawati@unud.ac.id⁵

*Penulis Korespondensi: suciptawati@unud.ac.id

Abstract. *This study aims to analyze the quality control of car tire production at Company X using the Statistical Process Control (SPC) method. The data used in this research are secondary data obtained from GitHub, consisting of weekly production and defect data observed over one year with a total of 52 observations. The analysis was carried out using descriptive statistics, histograms, P-charts, and cause-and-effect (Ishikawa) diagrams. The histogram results indicate that the distribution of defects is right-skewed, showing that most defects occur at a moderate level, although several extreme values are present. The initial P-chart analysis revealed several points below the lower control limit, indicating the presence of special cause variation and suggesting that the production process was not fully stable. After removing out-of-control data and recalculating the control limits, the revised P-chart showed that all data points were within the control limits, indicating that the production process was statistically under control. Furthermore, the Ishikawa diagram identified potential causes of defects related to human factors, machines, methods, materials, and the working environment. Overall, the results demonstrate that SPC is an effective tool for monitoring production stability and providing a systematic basis for improving quality consistency in car tire manufacturing processes.*

Keywords: *Car Tire Production; P-chart; Production Defects; Quality Control; Statistical Process Control.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengendalian kualitas produksi ban mobil di Perusahaan X dengan menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC). Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari GitHub, berupa data produksi dan cacat mingguan yang diamati selama satu tahun dengan total 52 pengamatan. Analisis dilakukan menggunakan statistik deskriptif, histogram, P-chart, dan diagram sebab akibat (Ishikawa). Hasil histogram menunjukkan bahwa distribusi cacat condong ke kanan (*right-skewed*), yang mengindikasikan bahwa sebagian besar cacat berada pada tingkat sedang, meskipun terdapat beberapa nilai ekstrem. Analisis P-chart awal menunjukkan adanya beberapa titik yang berada di bawah batas kendali bawah, yang menandakan adanya variasi penyebab khusus (*special cause variation*) dan menunjukkan bahwa proses produksi belum sepenuhnya stabil. Setelah data yang berada di luar kendali dihilangkan dan batas kendali dihitung ulang, P-chart yang telah direvisi menunjukkan seluruh titik data berada dalam batas kendali, yang berarti proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik. Selanjutnya, diagram Ishikawa mengidentifikasi potensi penyebab cacat yang berasal dari faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa SPC merupakan alat yang efektif untuk memantau stabilitas proses produksi serta memberikan dasar yang sistematis dalam meningkatkan konsistensi kualitas pada proses manufaktur ban mobil.

Kata kunci: *Cacat Produksi; P-chart; Pengendalian Kualitas; Produksi Ban Mobil; Statistical Process Control.*

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur, terutama sektor komponen otomotif seperti produksi ban kendaraan, beroperasi di bawah tekanan kompetisi global yang ketat dan regulasi keselamatan produk yang tinggi. Perkembangan produksi ban kendaraan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap kendaraan, terutama kendaraan pribadi. Kualitas produk menjadi faktor penentu utama keberhasilan dan keberlangsungan bisnis. Hal

tersebut tentunya mendorong perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur ban kendaraan untuk meningkatkan produktivitasnya untuk memenuhi permintaan dari customernya. Kegagalan mencapai standar kualitas yang ditetapkan akan berujung pada tingginya jumlah cacat (*defect total*), yang secara langsung meningkatkan biaya operasional melalui pengerjaan ulang (*rework*) dan kerugian material, serta merusak citra produk (Tjiptono & Diana, 2020). Oleh karena itu, memastikan bahwa proses produksi berada dalam kondisi stabil dan terkendali adalah prioritas utama manajemen operasional.

Proses pembuatan ban mobil sangat kompleks, melibatkan sejumlah tahapan yang sensitif terhadap variabel proses, mulai dari pencampuran karet hingga tahap vulkanisasi akhir. Setiap variasi dalam proses ini berpotensi menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi, yang tercermin dalam data jumlah cacat mingguan (Heizer et al., 2017).

Proses manufaktur menunjukkan adanya fluktuasi pada *defect total* (%) dari minggu ke minggu. Fluktuasi ini mengindikasikan bahwa proses manufaktur mungkin masih dipengaruhi oleh adanya variasi penyebab khusus (*special cause variation*). Hal ini sejalan dengan teori *Statistical Process Control* (SPC) yang dikemukakan oleh Montgomery (2021), yang menyatakan bahwa variasi penyebab khusus merupakan fluktuasi tak terduga dalam proses produksi yang disebabkan oleh faktor-faktor spesifik di luar variasi alami proses. Variasi tersebut, jika tidak diidentifikasi dan dihilangkan, dapat menyebabkan proses menjadi tidak stabil secara statistik, sehingga sulit untuk diprediksi dan dikelola (Gasperz, 2011).

Untuk mengatasi masalah variabilitas kualitas ini, diperlukan suatu metode yang mampu memonitor proses secara *real-time* dan objektif. *Statistical Process Control* (SPC), khususnya penggunaan Diagram Kontrol Proporsi Cacat (P-Chart), adalah alat yang ideal untuk memantau data atribut seperti tingkat cacat. Dengan menganalisis data *defect total* mingguan, penelitian ini akan menggunakan batas kontrol P-Chart untuk menentukan apakah proses produksi ban saat ini berada dalam kendali statistik (Montgomery, 2021).

Berdasarkan permasalahan fluktuasi tingkat cacat dalam produksi ban, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilitas proses manufaktur ban mobil menggunakan Diagram Kontrol P-Chart. Hasil analisis akan memberikan rekomendasi spesifik untuk membawa proses produksi ke kondisi yang terkendali secara statistik, yang pada akhirnya akan menghasilkan produk yang lebih konsisten dan meminimalkan biaya kualitas buruk.

2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Github. Adapun data yang digunakan adalah data jumlah cacat pada proses pembuatan ban di Perusahaan X. Jumlah cacat yang digunakan diobservasi setiap minggu dalam satu tahun di tahun 2023, sehingga penelitian ini menggunakan 52 amatan.

Model analisis dalam penelitian mengenai pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC) dengan menggunakan alat analisis pengendalian mutu berupa histogram, diagram sebab-akibat, dan *p-chart*. pada proses pembuatan ban.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Statistika Deskriptif Data Cacat

Analisis deskriptif dilakukan untuk memberikan gambaran awal mengenai karakteristik data yang digunakan dalam penelitian ini.

Histogram Data Cacat

Histogram digunakan untuk menganalisis distribusi tingkat cacat (*defect rate*) selama 52 minggu. Melalui histogram, peneliti dapat melihat bentuk distribusi, pola penyebaran, dan tingkat variasi cacat yang terjadi sepanjang tahun.

Analisis menggunakan Bagan Kendali-P

P-chart digunakan untuk mengevaluasi stabilitas proporsi cacat (*defect rate*) pada setiap minggu.. *P-chart* membantu menentukan apakah proses produksi ban berjalan stabil (*in control*) atau terdapat minggu-minggu dengan variasi cacat yang melebihi batas kendali sehingga memerlukan investigasi penyebab.

Tahapan perhitungan *p-chart* adalah sebagai berikut (Wirawati, 2019):

- a. Menghitung proporsi cacat setiap minggu :

$$p = \frac{d}{n} \quad (1)$$

Keterangan:

p = proporsi cacat

d = jumlah cacat (*defect*)

n = jumlah produksi

- b. Menghitung garis pusat (*Center Line / CL*) :

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum d}{\sum n} \quad (2)$$

c. Menghitung batas kendali atas (UCL) :

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \quad (4)$$

d. Menghitung batas kendali bawah (LCL):

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

Catatan: Jika LCL bernilai negatif, maka ditetapkan menjadi 0, sesuai standar SPC.

Analisis

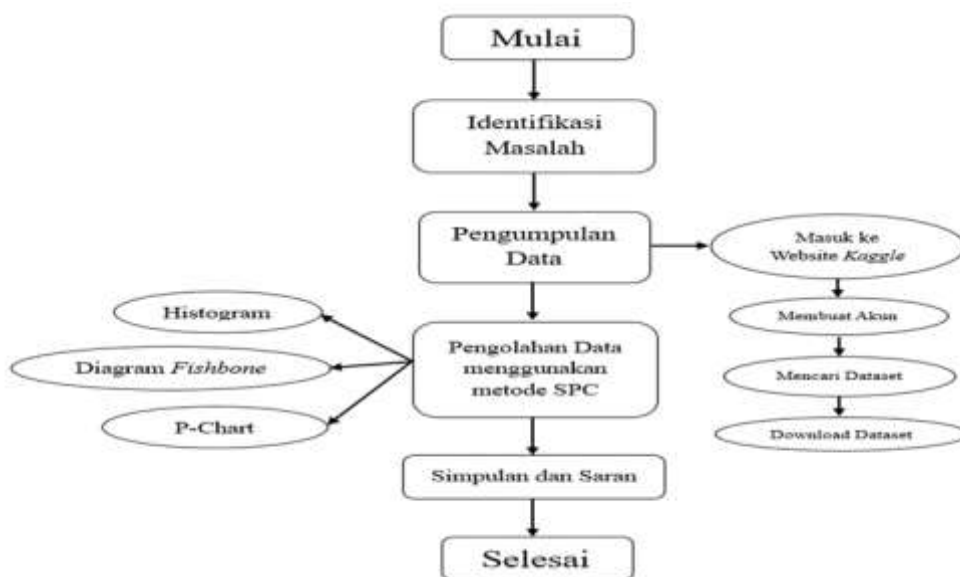
Sebab-Akibat menggunakan Diagram Ishikawa

Diagram sebab-akibat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab potensial terjadinya cacat pada proses produksi ban.

Menyusun Usulan Tindakan Perbaikan

Usulan ini dirancang untuk mengatasi akar masalah yang ditemukan, meningkatkan kinerja proses, serta meminimalkan risiko kesalahan di masa depan. Setiap tindakan perbaikan direncanakan dengan mempertimbangkan sumber daya yang tersedia, kelayakan implementasi, dan dampak potensial terhadap kualitas atau efisiensi.

Alur analisis data pada penelitian ini digambarkan dalam bentuk diagram alir seperti yang ditampilkan pada Gambar 1:



Gambar 1. Diagram Alir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC) pada proses pembuatan ban. Langkah awal yang dilakukan adalah menyusun tabel keseluruhan data cacat dan data produksi dari setiap unit pemeriksaan sebagai dasar untuk melihat variasi yang terjadi pada proses produksi.

Tabel 1. Jumlah Cacat dan Jumlah Produksi.

<i>Week</i>	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	<i>Week</i>	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat
1	1000	20	27	1000	30
2	1000	10	28	1000	20
3	1000	30	29	1000	0
4	1000	20	30	1000	20
5	1000	40	31	1000	30
6	1000	10	32	1000	20
7	1000	30	33	1000	10
8	1000	0	34	1000	40
9	1000	20	35	1000	20
10	1000	30	36	1000	30
11	1000	20	37	1000	10
12	1000	10	38	1000	20
13	1000	20	39	1000	30
14	1000	40	40	1000	20
15	1000	20	41	1000	10
16	1000	30	42	1000	30
17	1000	20	43	1000	20
18	1000	10	44	1000	40
19	1000	30	45	1000	20
20	1000	20	46	1000	10
21	1000	0	47	1000	20
22	1000	20	48	1000	30
23	1000	30	49	1000	20
24	1000	20	50	1000	40
25	1000	40	51	1000	10
26	1000	10	52	1000	30

Sumber: Github

Tabel 1 merupakan data pada tahun 2024 dari perusahaan X yang bergerak di bidang pembuatan ban mobil. Jumlah produksi yang tercatat sebanyak 52000 dengan jumlah cacat sebanyak 1130.

Statistik Deskriptif

Tabel 2. Statistik Deskriptif.

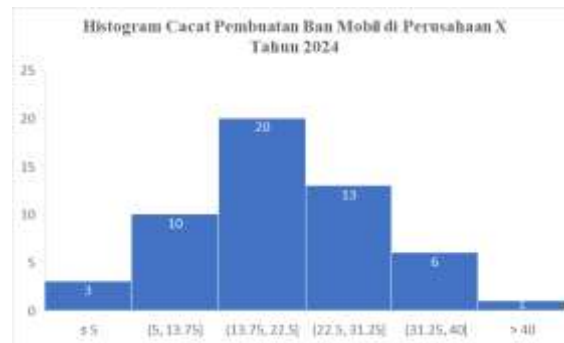
Min	Q_1	Median	Mean	Q_3	Max
10	20	20	45,2	30	40

Sumber : Data Diolah, 2025

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, nilai minimum data sebesar 10, dengan kuartil pertama dan median sama-sama bernilai 20, serta kuartil ketiga sebesar 30. Rata-rata data sebesar 45,2, yang lebih tinggi dibandingkan median, mengindikasikan bahwa distribusi data bersifat menceng ke kanan (*positively skewed*). Kondisi ini diperkuat oleh adanya nilai maksimum yang sangat besar, yaitu 1130, yang menunjukkan keberadaan nilai ekstrem (*outlier*) dan menyebabkan rata-rata meningkat secara signifikan. Dengan demikian, sebagian besar data terkonsentrasi pada nilai rendah, sementara beberapa pengamatan bernilai tinggi memberikan pengaruh besar terhadap bentuk distribusi data secara keseluruhan (Montgomery, 2021).

Histogram

Histogram menggambarkan sebaran jumlah cacat yang muncul pada setiap unit pemeriksaan. Histogram ini digunakan untuk menggambarkan pola distribusi cacat selama proses produksi.



Gambar 2. Histogram Cacat Produksi.

Sumber : Data diolah, 2025

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa jumlah cacat paling banyak berada pada interval 13,75–22,5 dengan frekuensi 20 kejadian, yang menunjukkan bahwa sebagian besar ban yang diproduksi memiliki jumlah cacat dalam rentang tersebut. Pola histogram menunjukkan bahwa distribusi cacat cenderung miring ke kanan (*right-skewed*) karena terdapat sedikit data dengan jumlah cacat yang sangat tinggi. Hal itu menunjukkan sebagian besar proses produksi menghasilkan jumlah cacat pada tingkat sedang. Kondisi ini sejalan dengan karakteristik teoritis data atribut yang mengikuti distribusi binomial, terutama ketika probabilitas cacat relatif kecil. Oleh karena itu, ketidaknormalan dan *skewness* tidak dianggap sebagai pelanggaran asumsi. Dengan terpenuhinya ukuran subgrup yang memadai, analisis pengendalian kualitas tetap dilakukan menggunakan *p-chart*.

Peta Kendali-P (P-Chart)

Peta kendali-P (*P chart*) adalah peta kendali atribut yang digunakan untuk memantau proporsi unit cacat dalam suatu sampel (Suhartini, 2020). *Chart* ini mengukur persentase *defect* dalam proses produksi. Hal pertama yang dilakukan untuk membuat *p-chart* adalah menghitung proporsi produk cacat. Perhitungan proporsi produk cacat diperoleh dengan menggunakan rumus persamaan (1). Berikut contoh perhitungan proporsi cacat untuk subgrup 1 atau minggu pertama:

$$p = \frac{20}{1000} = 0.02$$

Selanjutnya, akan dihitung nilai garis pusat (*center line*) dengan menggunakan persamaan (2)

$$CL = \bar{p} = \frac{1.13}{52} = 0.0217 \approx 0.022$$

Selanjutnya akan ditentukan nilai batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) dengan persamaan (3) dan persamaan (4)

$$UCL = 0.0217 + \sqrt[3]{\frac{0.0217(1 - 0.0217)}{1000}} = 0.0494$$

$$LCL = 0.0217 - \sqrt[3]{\frac{0.0217(1 - 0.0217)}{1000}} = 0.006$$

Dalam pembuatan peta kendali-p, peneliti menggunakan bantuan aplikasi Microsoft Excel untuk memudahkan dalam penyajian data. Berikut merupakan peta kendali-p untuk produk cacat dalam pembuatan ban mobil di Perusahaan X.



Gambar 3. Peta Kendali P (*p-chart*).

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan sajian pada Gambar 3, dapat diketahui bahwa sebagian besar titik berada di dalam batas kendali atas dan batas kendali bawah. Namun, terdapat beberapa titik yang berada di bawah batas kendali bawah (LCL) seperti pada minggu ke-8, 21, dan 29. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada periode tersebut, proses produksi dalam keadaan *out of control*. Keberadaan titik di bawah LCL mengindikasikan adanya ketidakkonsistenan proses yang perlu dianalisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi faktor penyebab terjadinya penyimpangan tersebut (Montgomery, 2021).

Untuk merevisi gambar 3, data yang terdeteksi *out of control* harus dihilangkan dan didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 3. Jumlah Cacat dan Jumlah Produksi (Revisi).

<i>Week</i>	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	<i>Week</i>	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat
1	1000	20	26	1000	20
2	1000	10	27	1000	20
3	1000	30	28	1000	30
4	1000	20	29	1000	20
5	1000	40	30	1000	10
6	1000	10	31	1000	40
7	1000	30	32	1000	20
8	1000	20	33	1000	30
9	1000	30	34	1000	10
10	1000	20	35	1000	20
11	1000	10	36	1000	30
12	1000	20	37	1000	20
13	1000	40	38	1000	10
14	1000	20	39	1000	30
15	1000	30	40	1000	20
16	1000	20	41	1000	40
17	1000	10	42	1000	20
18	1000	30	43	1000	10
19	1000	20	44	1000	20
20	1000	20	45	1000	30
21	1000	30	46	1000	20
22	1000	20	47	1000	40
23	1000	40	48	1000	10
24	1000	10	49	1000	30
25	1000	30			

Sumber : Data Diolah, 2025

Selanjutnya, akan dihitung nilai garis pusat (*center line*) dengan menggunakan persamaan (2)

$$CL = \bar{p} = \frac{1.13}{49} = 0.023061 \approx 0.0231$$

Selanjutnya akan ditentukan nilai batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) kembali dengan persamaan (3) dan persamaan (4)

$$UCL = 0.0231 + \sqrt[3]{\frac{0.0231(1 - 0.0231)}{1000}} = 0.0494$$

$$LCL = 0.0231 - \sqrt[3]{\frac{0.0231(1 - 0.0231)}{1000}} = 0.0052$$

Berikut merupakan peta kendali-p untuk produk cacat dalam pembuatan ban mobil di Perusahaan X setelah dilakukan revisi.



Gambar 4. Peta Kendali P (*p-chart*) Revisi
Sumber: Data diolah, 2025

Setelah dilakukan revisi data dan menghitung ulang batas kendali baru, *P-Chart* menunjukkan bahwa seluruh titik proporsi cacat berada di dalam batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL). Tidak terdapat titik yang melampaui batas kendali yang mengindikasikan ketidakstabilan proses. Seluruh variasi yang terjadi bersifat *common cause variation*, yaitu variasi alami yang masih dapat diterima dalam proses produksi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa proses produksi ban setelah revisi berada dalam kondisi terkendali secara statistik. *P-Chart* hasil perhitungan ulang ini mencerminkan proses yang lebih stabil dan konsisten, sehingga dapat dijadikan acuan dasar dalam pengendalian kualitas untuk periode produksi selanjutnya.

Diagram Ishikawa

Diagram sebab akibat terdapat dua bagian utama yaitu kepala ikan yang di gambarkan sebagai akibat atau permasalahan utama yang ditimbulkan dan tulang ikan yang digambarkan sebagai faktor-faktor penyebab dari terjadinya masalah yang ada (Suhartini, 2020). Penyebab digali dari beberapa literatur yang relevan mengenai pembuatan ban mobil diuraikan sebagai berikut:

Manusia

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari studi literatur yang dilakukan, beberapa penyebab cacat pada pembuatan ban antara lain operator baru, operator kurang pelatihan, kurangnya rasa tanggung jawab dari karyawan (Kurniawan et al., 2023), dan tidak konsisten dalam melakukan *top up oil lubrication* (Hardono et al., 2019).

Metode

Faktor metode (*method*) dianalisis untuk mengevaluasi kesesuaian prosedur kerja, standar operasional, serta konsistensi penerapan metode yang digunakan. Adapun penyebab dari cacat pada pembuatan ban antara lain parameter mesin yang tidak sesuai target (Wahyudin et al., 2025), pemasangan komponen tidak sesuai standar (Kurniawan et al., 2023), dan *oil*

lubrication terpasang parsial pada tiap mesin (Hardono et al., 2019).

Mesin/Tools

Mesin adalah faktor penunjang dalam melakukan kegiatan suatu perusahaan manufaktur (Suhartini, 2020). Berdasarkan beberapa literatur, cacat pembuatan ban mobil yang disebabkan oleh mesin antara lain solenoid dan piston macet, pengisian *oil lubrication* tidak terkontrol, kurangnya *oil lubrication* (Hardono et al., 2019), temperatur mesin yang tidak stabil (Kurniawan et al., 2023), alat ukur *shaping pressure* rusak, dan *supply steam pressure* tidak stabil (Wahyudin et al., 2025).

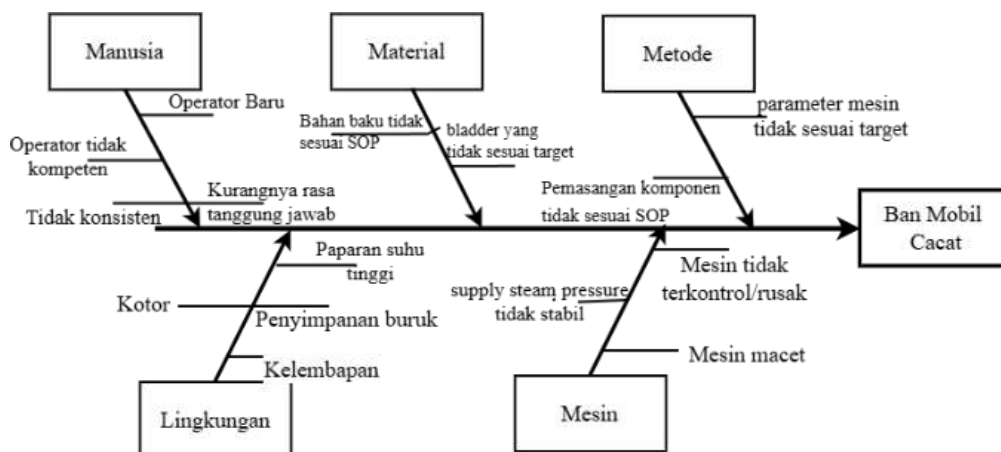
Material

Faktor material ditinjau untuk mengetahui pengaruh kualitas, spesifikasi, dan konsistensi bahan yang digunakan. Studi literatur menyatakan faktor material yang berpengaruh terhadap kecacatan yaitu *bladder* yang tidak sesuai target (Wahyudin et al., 2025) dan permasalahan bahan baku yang tidak sesuai SOP.

Lingkungan

Lingkungan kerja perlu di perhatikan bagi kenyamanan para pekerja. Lingkungan selalu mempengaruhi produktifitas dalam suatu proses produksi dan lainnya (Suhartini, 2020). Paparan suhu yang tinggi, kelembapan yang tinggi, lingkungan yang kotor, kondisi penyimpanan yang tidak sesuai berkontribusi terhadap munculnya cacat pada ban mobil.

Seluruh penyebab yang telah diuraikan dapat divisualisasikan dalam diagram Ishikawa berikut:



Gambar 5. Diagram Ishikawa.
Sumber : Diolah dari berbagai sumber

Usulan Tindakan Perbaikan

Setelah mengetahui penyebab terjadinya penyimpangan maka disusun suatu usulan tindakan perbaikan secara umum dalam upaya menekan tingkat kerusakan produk.

Peningkatan Kompetensi Operator

Dilakukan melalui program pelatihan berkala yang berfokus pada prosedur *mixing*, *building*, dan vulkanisasi. Upaya ini bertujuan meminimalkan kesalahan manusia yang muncul akibat kurangnya keterampilan atau ketidaksesuaian praktik kerja dengan standar operasional.

Peninjauan dan Penegakan SOP Produksi

Standar Operasional Prosedur (SOP) perlu diperbarui dan disosialisasikan secara menyeluruh untuk memastikan setiap tahapan produksi mengikuti parameter yang telah ditetapkan. Kepatuhan terhadap SOP diharapkan meningkatkan konsistensi proses dan menekan variasi produksi yang menyebabkan cacat.

Penguatan Program Pemeliharaan dan Kalibrasi Mesin

Pemeliharaan preventif dan kalibrasi peralatan produksi dilakukan secara terjadwal untuk menjamin kondisi mesin tetap stabil. Langkah ini diperlukan untuk mencegah cacat yang disebabkan oleh tekanan, suhu, atau waktu proses yang tidak akurat akibat kerusakan atau ketidaktepatan mesin.

Peningkatan Pengendalian Kualitas Material

Pemeriksaan kualitas bahan baku, termasuk pengujian sifat fisik dan kimiawi karet serta kebersihan bahan penguat, perlu diperdalam. Selain itu, pengaturan penyimpanan material dengan kontrol suhu dan kelembaban diterapkan guna menjaga stabilitas mutu material.

Perbaikan Kondisi Lingkungan Produksi

Optimalisasi faktor lingkungan, seperti suhu ruang, kelembaban, kebersihan area produksi, dan pencahayaan, diperlukan untuk mencegah pengaruh eksternal yang dapat menyebabkan variasi kualitas produk. Lingkungan kerja yang terkendali berkontribusi pada stabilitas proses manufaktur.

Pelaksanaan Audit Kualitas Secara Berkala

Audit internal terhadap proses produksi, kepatuhan SOP dan hasil inspeksi kualitas perlu dilaksanakan secara periodik. Evaluasi ini bertujuan mengidentifikasi ketidaksesuaian yang berulang serta memastikan efektivitas tindakan perbaikan yang telah diterapkan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan Pengolahan dan pembahasan data dengan penerapan metode *Statistical Process Control* (SPC) pada proses produksi ban mobil di Perusahaan X, diperoleh beberapa temuan penting. dapat disimpulkan bahwa distribusi jumlah cacat cenderung miring ke kanan (*right-skewed*), di mana sebagian besar cacat berada pada tingkat sedang, namun terdapat beberapa pengamatan dengan jumlah cacat yang relatif tinggi. Hal ini menunjukkan adanya variasi dalam proses produksi yang perlu dikendalikan.

Hasil analisis menggunakan peta kendali-P (*P-chart*) menunjukkan bahwa pada kondisi awal terdapat beberapa minggu, yaitu minggu ke-8, ke-21, dan ke-29, yang berada di luar batas kendali bawah (LCL). Kondisi tersebut mengindikasikan adanya variasi khusus (*special cause variation*) yang menyebabkan proses produksi berada dalam keadaan tidak terkendali secara statistik. Setelah dilakukan revisi dengan menghilangkan data yang berada di luar batas kendali dan menghitung ulang batas kendali, seluruh titik pengamatan berada di dalam batas kendali. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi ban mobil berada dalam kondisi terkendali secara statistik dan variasi yang terjadi bersifat variasi alami (*common cause variation*).

Analisis penyebab menggunakan diagram Ishikawa menunjukkan bahwa potensi penyebab kecacatan produk berasal dari faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja. Oleh karena itu, penerapan program pelatihan operator, penegakan standar operasional prosedur, pemeliharaan mesin secara berkala, pengendalian kualitas material, serta perbaikan kondisi lingkungan kerja menjadi langkah penting dalam menjaga kestabilan dan konsistensi kualitas produk. Secara keseluruhan, metode SPC terbukti efektif dalam memantau dan meningkatkan pengendalian kualitas pada proses produksi ban mobil.

Saran

Perusahaan disarankan untuk menerapkan SPC secara berkelanjutan sebagai alat pengendalian kualitas, serta meningkatkan pengawasan pada faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja. Penelitian selanjutnya dapat mengombinasikan SPC dengan metode pengendalian kualitas lain serta menggunakan data yang lebih rinci untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Borkar, V. S. (1989). *Optimal control of diffusion processes* (Pitman Research Notes in Mathematics Series No. 203). Longman Scientific & Technical.
- El Karoui, N., Jeanblanc-Picqué, M., & Shreve, S. E. (1998). Robustness of the Black–Scholes formula. *Mathematical Finance*, 8(2), 93–126. <https://doi.org/10.1111/1467-9965.00045>
- Gaspersz, V. (2011). *Statistical process control: Teknik dan alat peningkatan kualitas proses*. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2011). *Statistical process control: Teknik dan alat peningkatan kualitas proses*. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardono, J., Pratama, H., & Friyatna, A. (2019). Analisis cacat produk green tyre dengan pendekatan seven tools. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.30656/intech.v5i1.1462>
- Hardono, J., Pratama, H., & Friyatna, A. (2019). Analisis cacat produk green tyre dengan pendekatan seven tools. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.30656/intech.v5i1.1462>
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (12th ed.). Pearson Education.
- Kurniawan, I., Ernawati, E., & Al Salamah, N. (2023). Analisis perbaikan defect run out pada produk ban sepeda dengan QCC method di PT H. AI. *Jurnal Tekno Insentif*, 17(2), 138–149. <https://doi.org/10.36787/jti.v17i2.1140>
- Montgomery, D. C. (2021). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). John Wiley & Sons.
- Montgomery, D. C. (2021). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). John Wiley & Sons.
- Seydel, R. (2002). *Tools for computational finance*. Springer.
- Suhartini, N. (2020). Penerapan metode statistical process control (SPC) dalam mengidentifikasi faktor penyebab utama kecacatan pada proses produksi produk ABC. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 25(1), 1–10.
- Tjiptono, F., & Diana, A. (2020). *Total quality management*. Andi Offset.
- Wahyudin, D., Patra, O., & Nugraha, E. (2025). Analisis pengaruh pengendalian kualitas proses produksi terhadap kualitas produk serta implikasinya pada kinerja inspeksi. *Jurnal Industri, Manajemen dan Rekayasa Sistem Industri*, 3(3). <https://doi.org/10.56211/factory.v3i3.823>
- Wirawati, S. M. (2019). Analisis pengendalian kualitas kemasan botol plastik dengan metode statistical process control (SPC) di PT Sinar Sosro KPB Pandeglang. *Jurnal InTent*, 2(1), 1–10.