JIEOM
Journal of Industrial Engineering and Operation Management
E-ISSN 2620-8148

ANALISIS KECACATAN BAN VULKANISIR DENGAN PENGENDALIAN KUALITAS METODE *STATISTICAL QUALITY CONTROL* (SQC) PADA CV.ARM

ANALYSIS OF RETREADED TIRE DEFECTS USING STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC) METHOD QUALITY CONTROL AT CV.ARM

Chairunisa Az Zahra Arifin, Fahriza Nurul Azizah
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang-UNSIKA
Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Teluk Jambe Timur, Karawang Jawa Barat, Indonesia 41361
email: chairunisaazaa@gmail.com, fahriza.nurul@ft.unsika.ac.id

Received:
09 Juni 2023

Accepted:
13 Juni 2023

Published:
16 Juni 2023

Abstrak
Kualitas merupakan karakteristik, sifat atau nilai yang melekat pada suatu produk. CV.ARM merupakan perusahaan yang bergerak di bidang proses vulkanisir ban, produk yang populer dalam industri otomotif karena keunggulannya dalam hal biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan ban baru. CV.ARM memiliki kegagalan produk untuk dipasarkan karena kualitas ban yang dihasilkan di bawah standar optimal yang dapat mengurangi kualitas pemakaian. Ban vulkanisir yang dihasilkan memiliki cacat reparasi lapisan, ban kembung, keretakan dan kebocoran. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab cacat pada produk, dengan objek penilitian selama satu tahun berupa jumlah produk cacat dan jumlah produksi. Analisis pengendalian kualitas memanfaatkan teknik statistik seperti checksheet, histogram, diagram pareto, analisis diagram kontrol (*p-chart*), dan diagram tulang ikan. Dari 16730 total produksi, terdapat 497 produk cacat, hasil analisis *p-chart* menunjukkan bahwa proporsi tersebut masih dalam batas kendali. Dengan memperhatikan aspek-aspek pengendalian kualitas 4M maka dapat dilakukan perbaikan yang meliputi manusia, metode, material dan mesin.

Kata Kunci: SQC, Peta Kendali, Kualitas, Produk Cacat, Ban Vulkanisir

Abstract
Quality is a characteristic, or characteristic inherent in a product. CV.Alas Roban Majalaya (ARM) is engaged in the process of retreading tires, a product that is popular in the automotive industry due to its superiority in terms of lower costs compared to new tires. CV.ARM experienced a product failure to be marketed because the quality of the tires produced was below optimal standards which could reduce the quality of use. The resulting retreaded tires have coating repair defects, flat tires, cracks and punctures. This study aims to identify the root causes of defects in products, with the object of research for one year being the number of defective products and the number of production. Quality control analysis makes use of statistical techniques such as checksheets, histograms, pareto charts, control chart analysis (p-charts), and fishbone diagrams. Of the 16730 total production, there were 497 defective products, the results of the p-chart analysis showed that the proportion was still within control limits. By paying attention to the aspects of 4M quality control, improvements can be made which include people, methods, materials and machines.

Keywords: *SQC, Control Charts, Quality, Defective Products, Retreaded Tires*

How to cite: Arifin, C. A., & Azizah, F. N. (2022). Analisis Kecacatan Ban Vulkanisir Dengan Pengendalian Kualitas Metode *Statistical Quality Control* (SQC) Pada CV.ARM. *Journal of Industrial Engineering and Operation Management (JIEOM),* 6(1), 110-123.

DOI: http://dx.doi.org/10.31602/jieom.v6i1.11440

PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya permintaan masyarakat akan kebutuhan kendaraan pribadi, maka industri ban kendaraan bermotor selaras semakin meningkat. Bisnis ban di Indonesia terus berkembang seiring melonjaknya penjualan kendaraan (Rahayu, 2020). Ban vulkanisir adalah jenis ban yang diproduksi melalui proses vulkanisasi pada ban bekas atau ban *retread* yang telah digunakan sebelumnya. Dalam beberapa kasus, ban vulkanisir dapat mengalami cacat produksi yang dapat mengurangi kualitas dan performa ban. Oleh karena itu, untuk mengidentifikasi dan mengatasi masalah-masalah pada ban vulkanisir dilakukan analisis pengendalian kualitas yang komprehensif. Pengendalian kualitas adalah suatu pendekatan yang digunakan dalam proses manufaktur untuk menghindari ketidaksesuaian produk dengan rencana yang dibuat selama tahap perencanaan kualitas (Dr. Hana Catur Wahyuni ST. & Wiwik Sulistiyowati ST., 2020).

CV.ARM adalah perusahaan yang bergerak di bidang proses vulkanisir ban yang terletak di Kecamatan Majalaya, Bandung, Jawa Barat. Saat ini CV.ARM mengalami kendala pada proses kontrol kualitas produksi yang belum memiliki standar produksi yang baik. Akibatnya, barang yang dihasilkan tidak memenuhi standar kualitas yang tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh variasi penyimpangan sejumlah faktor, termasuk yang berkaitan dengan tenaga kerja, bahan baku, dan fasilitas mesin yang digunakan dalam proses produksi. Kegiatan pengendalian kualitas dapat membantu perusahaan mempertahankan dan meningkatkan kualitas produknya dengan mengendalikan tingkat kecacatan produk (*product defect*) menjadi nol (*zero defect)* (Ratnadi & Suprianto, 2016).

Menurut (Bakhtiar et al., 2013) *Statistical Quality Control* (SQC) adalah salah satu teknik yang digunakan oleh perusahaan untuk mengambil keputusan pada suatu analisa pemeriksaan data dalam sampel populasi. Analisis pengendalian kualitas dengan teknik statistik disajikan dalam *checksheet* dan dianalisis dengan histogram, diagram pareto, analisis diagram kontrol (*p-chart*), dan diagram sebab akibat. Diagram batang yang disebut histogram digunakan untuk menampilkan distribusi frekuensi dan depresiasi data (Ulkhaq et al., 2017). Diagram pareto digunakan mengidentifikasi kesalahan dan melakukan koreksi atau perbaikan atas permasalahan yang dihadapi (Putro et al., 2016). Hasil diagram pareto berupa deviasi dengan nilai terbesar ke deviasi dengan nilai terkecil, jenis deviasi paling umum mengindikasikan masalah utama (Sofinurriyanti & Maulida, 2018). Kontrol kualitas bagan *p-chart* digunakan untuk menghitung apakah kecacatan produk berada dalam batas kendali atau di luar kendali (Putro et al., 2016). Diagram sebab akibat menunjukkan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap masalah dalam proses produksi, antara lain tenaga kerja, bahan baku, modal, tempat kerja, proses kerja, dan peralatan (Ratnadi & Suprianto, 2016).

Terdapat beberapa rujukan yang diambil dari penelitian terdahulu seperti penelitian yang dilakukan (Melgandri & Chairani, 2022), metode SCQ digunakan untuk menganalisis pengendalian kualitas pada produksi *Reinf* RR NO.1 Seat Leg RR. Berdasarkan hasil analisis diketahui kesalahan yang paling umum adalah cacat pada las keropos terhitung 32% dari semua cacat. Penelitian yang dilakukan (Setiawan, 2020), metode SCQ digunakan untuk mengoptimalkan pemeriksaan produk yang dikembalikan konsumen. Berdasarkan hasil analisis diketahui dalam 9 bulan tercatat 1261 ban cacat dari 28128 atau sebanyak 4,5% melebihi batas yang ditargetkan perusahaan sebesar 3%. Penelitian yang dilakukan (Rahayu, 2020), metode SCQ digunakan untuk mengatasi *defect problem* yang mempengaruhi produktivitas produksi tahunan. Berdasarkan hasil analisis diketahui *defect*

yang paling dominan yang terjadi di bulan Maret-Mei 2019 adalah jenis *defect under cure*. Penelitian yang dilakukan (Cipta Dinata et al., 2022), metode SCQ digunakan untuk mengendalikan kualitas produk tangga besi PT. AJG untuk mengurangi kegagalan produk. Berdasarkan hasil analisis *P-chartphase* 1 tidak terdapat data yang keluar dari batas kendali UCL dan LCL. Untuk mencegah terjadinya kesalahan dalam proses produksi, PT. AJG harus membuat *Standard Operational Procedure* (SOP). Metode statistik pada penelitian yang dilakukan (Kurnadi et al., 2020) bertujuan untuk mengetahui kualitas produk kayu lapis. Menurut temuan kualitas produksi PT. WTUPI masih rendah, nilai proporsi perusahan telah melewati UCL UCL dan LCL. Tiga besar kategori cacat terbesar adalah tumpang tindih, permukaan pecah, dan permukaan kasar, dengan nilai 36,7% dari nilai kumulatif total cacat pada kayu lapis.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu mengenai perbaikan kualitas produk, metode *Statistical Quality Control* (SQC) dianggap mampu menawarkan perbaikan yang cukup komprehensif dalam peningkatan kualitas produk. Menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC), perusahaan dapat memeriksa prevalensi cacat dalam proses produksi dan mengidentifikasi akar penyebab cacat produk. Jumlah cacat produk terbesar atau kesalahan produk yang paling umum dapat digunakan untuk menentukan prioritas untuk memperbaiki masalah cacat produk menggunakan kontrol kualitas statistik. Metode statistik dapat digunakan untuk mengidentifikasi kesalahan produksi yang menghasilkan produk di bawah standar sehingga dapat diterapkan tindakan korektif. Dalam konteks ban vulkanisir, pengendalian kualitas yang efektif sangat penting untuk mengurangi cacat produksi dan meningkatkan keamanan serta keandalan ban dalam mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh CV.ARM. Hal ini dapat dicapai dengan menerapkan perbaikan pada proses produksi dan kualitas produk.

METODE PENELITIAN

Objek dalam penelitian ini adalah di CV.ARM. Penelitian ini bersifat deskriptif analitis yaitu penelitian yang menggambarkan pemecahan masalah yang ada secara sistematis dan faktual dengan menggunakan informasi berdasarkan data-data yang tersedia. Pengambilan data dilakukan dari Januari 2022 sampai Desember 2022. Maksud dan hasil yang diharapkan adalah dapat diketahui kecacatan dominan dan penyebab kecacatan produk ban vulkanisir pada CV.ARM menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC), berikut langkah-langkahnya.

Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan menyesuaikan referensi teori-teori dengan permasalahan yang sama pada industri yang berbeda yang berkaitan dengan pengendalian kualitas menggunakan *Statistical Quality Control* (SQC).

Studi Lapangan

Investigasi langsung dilakukan untuk mengamati setiap proses vulkanisir ban, mulai dari kedatangan material hingga vulkanisir akhir, selama tahap penelitian lapangan. Observasi dilakukan dengan wawancara menganai kondisi dan permasalahan perusahaan secara langsung. Peneliti memeriksa data umum perusahaan selama observasi, termasuk proses manufaktur, struktur organisasi, jenis produksi, dan masalah yang ada.

Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan langsung dengan proses dokumentasi dari data perusahaan dan juga dari data yang diamati melalui observasi langsung. Informasi yang dikumpulkan antara lain informasi tahun total produksi dari Januari 2022 sampai dengan Desember 2022 serta informasi jumlah kecacatan ban vulkanisir. Sumber data yang digunakan diperoleh dari CV.ARM. Data yang dikumpulkan meliputi bentuk kesalahan dan catatan, antara lain dokumen, arsip perusahaan, dan laporan produksi, khususnya data produksi dan data produk cacat. Pemrosesan dilakukan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah, memilih perbaikan yang tepat, dan menilai keefektifan solusi tersebut. Penelitian ini menggunakan lima metode pengolahan data yaitu lembar periksa, analisis histogram, analisis diagram pareto, analisis perhitungan peta kendali (*p-chart*), dan diagram sebab akibat.

1. Lembar Periksa (*Check Sheet)*
   Kegunaan lembar periksa atau *check sheet* adalah untuk mengumpulkan dan mencatat data kualitas dengan cara yang sistematis, membantu dalam melacak frekuensi dan jenis cacat atau masalah yang terjadi. Alat ini berupa lembar pencatatan data yang lugas dan sederhana untuk menghindari kesalahan yang mungkin terjadi pada saat pengumpulan data, (Rani & Setiawan, 2017). Lembar ini dimaksudkan untuk mempersingkat proses pengumpulan dan analisis data.
2. Diagram Histogram (*Histogram Diagram*)
   Histogram merupakan bagan batang yang menampilkan data tabulasi menurut ukuran, merupakan alat untuk mengidentifikasi variasi dalam proses. Histogram digunakan untuk menggambarkan distribusi data secara visual. Data histogram tersegmentasi ke dalam kelas, dan sumbu x menampilkan nilai yang diamati untuk setiap kelas, hal ini membantu dalam memahami pola atau variasi yang terjadi dalam data kualitas.
3. Diagram Pareto (*Pareto Diagram*)
   Diagram pareto juga dikenal sebagai Analisis Pareto atau Kurva 80/20 adalah grafik batang yang menunjukkan perbandingan setiap jenis data terhadap jumlah total data (Devani & Wahyuni, 2017). Bagan pareto digunakan untuk mengurutkan masalah kualitas yang paling signifikan dalam urutan relevansi masalah, meningkatkan prioritas dari kualitas yang paling penting ke kualitas yang kurang penting. Masalah dengan prioritas tertinggi adalah yang harus segera ditangani, sedangkan masalah dengan prioritas terendah adalah masalah tidak harus segera diperbaiki. Diagram ini menggambarkan persentase kontribusi setiap faktor terhadap total masalah yang terjadi. Diagram pareto dapat digunakan untuk menentukan 20% kategori cacat yang mencakup 80% dari semua cacat proses manufaktur (Rahmat dan Yuri, 2013).
4. Peta Kendali (*Control Chart)*
   Peta kendali merupakan alat yang digunakan dalam pengendalian kualitas statistik untuk memantau dan mengevaluasi aktivitas atau proses secara grafis untuk mengatasi masalah dan meningkatkan kualitas. Peta kendali p digunakan untuk mengukur persentase ketidaksesuaian (juga dikenal sebagai penyimpangan atau cacat) dalam kelompok yang sedang diperiksa. Persamaan yang digunakan untuk menghitung proporsi cacat menggunakan peta kendali p adalah sebagai berikut:
   a) Menghitung proporsi kerusakan
      $$p = \frac{np}{n} \quad (1)$$

Keterangan:
np : Jumlah produk cacat
n : Jumlah banyaknya hasil produksi

b) Menghitung garis pusat *Central Line* (CL)

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

Keterangan:
$\bar{p}$: Rata-rata kerusakan produk cacat
np : Jumlah total produk cacat
n : Jumlah total banyaknya hasil produksi

c) Menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL)

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

Keterangan:
$\bar{p}$: Rata-rata kerusakan produk cacat
n : Jumlah banyaknya hasil produksi

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

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

Keterangan:
$\bar{p}$: Rata-rata kerusakan produk cacat
n : Jumlah banyaknya hasil produksi

5. Diagram Sebab Akibat (*Fishbone Diagram*)
Langkah selanjutnya dalam perbaikan adalah analisis menggunakan diagram sebab akibat. Diagram ini juga dikenal dengan diagram tulang ikan atau diagram Ishikawa, berguna untuk menganalisis dan mengidentifikasi akar penyebab yang berkontribusi terhadap suatu masalah atau hasil tertentu. Diagram ini membantu dalam menghubungkan faktor-faktor penyebab yang mungkin mempengaruhi suatu kondisi atau masalah yang terjadi. Masalah tersebut dipengaruhi oleh beberapa kategori, antara lain: (1) Manusia (*Man)*, yaitu semua yang terlibat dalam proses pembuatan, (2) Metode (*Method*), yang menguraikan petunjuk-petunjuk untuk melaksanakan prosedur dan syarat-syarat yang harus dipenuhi, (3) Bahan-bahan (*Material)* yaitu keperluan dan kelengkapan atau persyaratan yang diperlukan untuk proses produksi (4) Mesin (*Machine*) yaitu mengacu pada semua peralatan yang digunakan dalam proses produksi.

Analisis Data

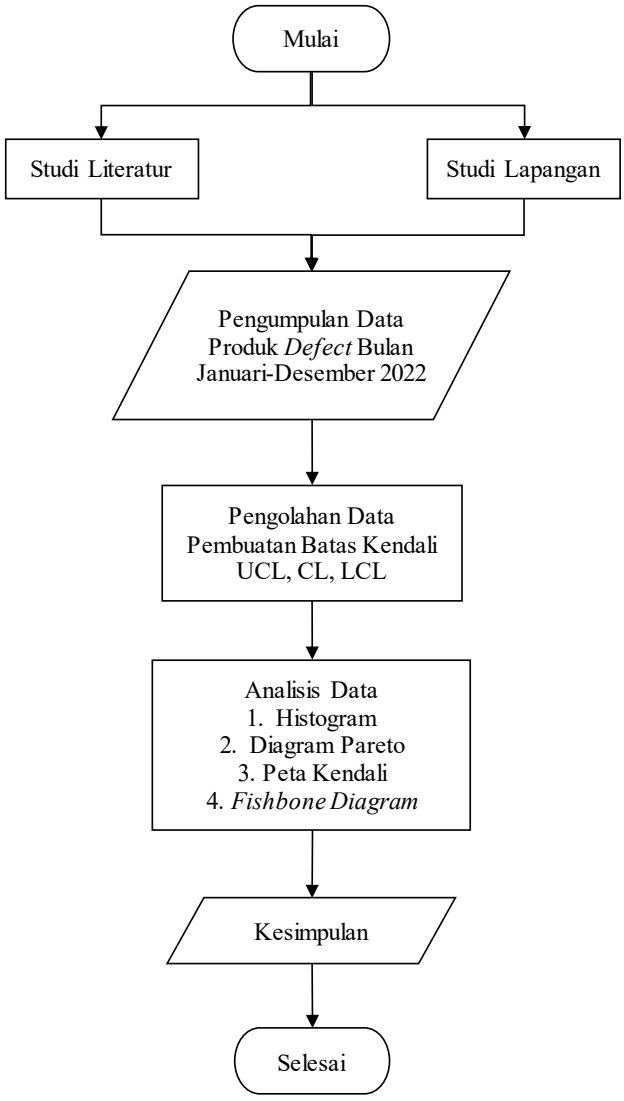
Bagian ini merangkum temuan studi dan hasil pengolahan data, kualitas dianalisis untuk mengidentifikasi penyebab umum kecacatan. Setelah akar penyebab kegagalan produk telah diidentifikasi, maka rekomendasi tindakan untuk meningkatkan kualitas produk dapat diberikan.

Kesimpulan

Kesimpulan akan menyoroti identifikasi kecacatan produk, termasuk jenis kecacatan yang ditemukan, implikasi temuan terhadap pengendalian kualitas secara keseluruhan, serta relevansi temuan tersebut terhadap perusahaan atau industri yang bersangkutan. Tujuan utama dari kesimpulan adalah untuk memberikan jawaban atau pemahaman yang jelas terkait dengan pertanyaan penelitian atau tujuan penelitian yang telah ditetapkan. kesimpulan akan merangkum langkah-langkah penanganan yang direkomendasikan untuk mengatasi kecacatan produk, termasuk perbaikan proses.

Alur penelitian

Bagan alur penelitian di bawah ini menunjukkan keseluruhan proses penelitian. Tindakan yang harus diambil untuk melakukan penelitian dimaksudkan agar mempermudah dalam melakukan tahap-tahap yang akan diselesaikan. Gambar 1 mengilustrasikan *flowchart* yang menggambarkan bagaimana penelitian dilakukan secara keseluruhan.



Gambar 1. Alur Penelitian
Sumber: (Putro et al., 2016)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lembar Periksa (*Check Sheet*)

Sebelum produk dikemas dilakukan prosedur inspeksi, kualitas produksi diperiksa kembali untuk melihat apakah ada kerusakan. Dari data tabel *check sheet* diketahui ada tiga jenis *defect* pada produk yaitu ban benjol, permukaan ban tidak sempurna, dan keretakan ban bagian samping. CV.ARM telah menerapkan *check sheet* produk cacat. Informasi cacat produksi yang didapatkan dicatat dalam tabel 1, berupa lembar periksa (*check sheet*) kecacatan ban di bawah ini.

Tabel 1. Data *Check Sheet* Kecacatan Ban

Bulan	Jumlah Produksi (Unit)	*Defect A*	*Defect B*	*Defect C*	Total	Persentase Produk Cacat (Unit)
Januari	1438	13	20	9	42	2,92%
Februari	1473	8	25	11	44	2,99%
Maret	1350	7	23	2	32	2,37%
April	1458	14	27	0	41	2,81%
Mei	1595	13	29	12	54	3,39%
Juni	1912	8	26	17	51	2,67%
Juli	1416	11	25	8	44	3,11%
Agustus	1299	13	17	6	36	2,77%
September	1226	7	20	2	29	2,37%
Oktober	1323	10	22	6	38	2,87%
November	1093	9	18	5	32	2,93%
Desember	1147	8	30	10	48	4,18%
Jumlah	16730	121	282	88	491	
Persentase Cacat		24,6%	57,5%	17,9%	2,93%	

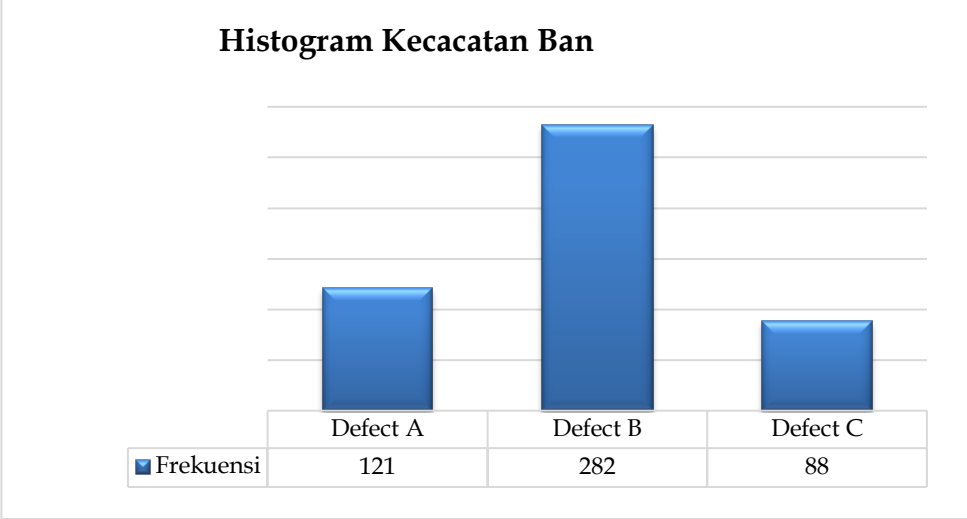
Sumber: CV.ARM, 2022

***Keterangan**: *Defect A* (Ban benjol atau kembung), *Defect B* (Separasi lapisan ban tidak sempurna), *Defect C* (Keretakan dan kebocoran ban).

Berdasarkan data pengamatan selama 2022, dapat diidentifikasi frekuensi dan presentase kecacatan ban dibandingkan dengan total produksi selama setahun dari bulan Januari sampai Desember 2022. Tabel 1 menunjukkan bahwa kecacatan ban terjadi pada proses produksi yaitu sebanyak 491 pcs dibandingkan dengan 16730 pcs total produksi.

Diagram Histogram (*Histogram Diagram)*

Histogram kecacatan produk dari jumlah total produksi adalah grafik yang menggambarkan distribusi frekuensi kecacatan dalam sejumlah produksi, digunakan untuk melihat seberapa sering kecacatan tertentu terjadi dalam produksi dan membantu dalam mengidentifikasi pola dan tren yang terkait dengan kecacatan tersebut. Hasil pengolahan histogram kemudian dianalisa untuk didentifikasi jumlahnya pada gambar 2.

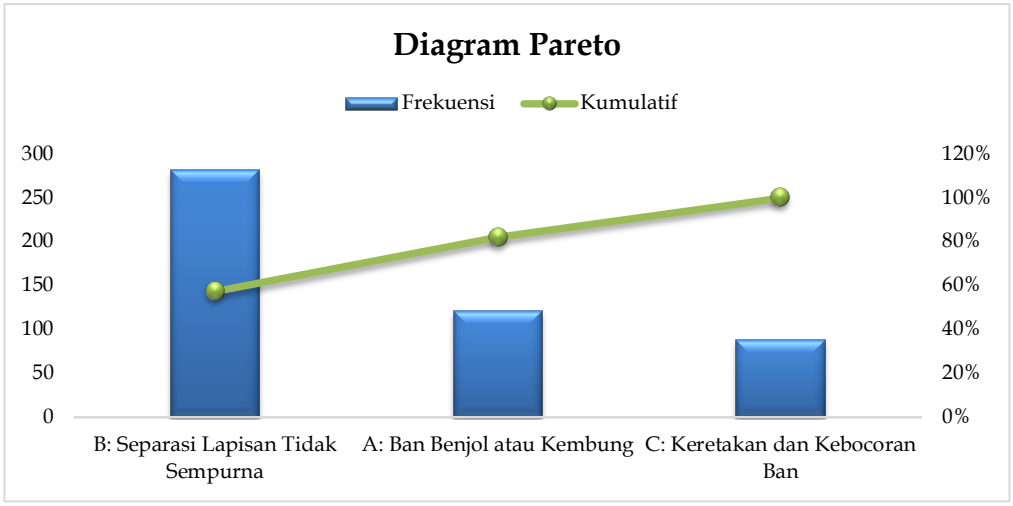


Gambar 2. Histogram Kecacatan Ban
Sumber : Pengolahan Data

Berdasarkan pengolahan histogram pada Gambar 2 dapat dilihat jenis-jenis cacat yang terjadi, jumlah kecacatan *defect A*: ban benjol atau kembung sebanyak 121 frekuensi, jumlah kecacatan *defect* B: separasi lapisan ban tidak sempurna sebanyak 282 frekuensi, dan jumlah kecacatan *defect* C: keretakan dan kebocoran ban sebanyak 88 frekuensi, dengan total kecacatan selama setahun pada keseluruhan sebanyak 491 produk atau 2,93% dari tota 16730 total produksi. Disimpulkan jenis *defect B* adalah kecacatan paling tinggi pada jenis permukaan ban tidak sempurna sebanyak 282 frekuensi *defect.*

a. Diagram pareto (*pareto diagram*)

Temuan diagram pareto menunjukkan bahwa ada tiga jenis cacat utama pada produk ban vulkanisir: separasi lapisan ban tidak sempurna, banyak tonjolan sehinggs pelat ban memiliki banyak bukit, dan keretakan hingga kebocoran. Bagan pareto berguna untuk CV.ARM mengetahui jenis kecacatan yang paling besar dan menerapkan perbaikan atau tindakan untuk mengatasinya. Diketahui juga dari diagram pareto bahwa separasi lapisan tidak sempurna adalah penyebab utama kerusakan ban vulkanisir yang membentuk ban vulkanisir tidak melekat secara kuat atau terpisah satu sama lain.



Gambar 3. Diagram Pareto Cacat Produksi CV.ARM
Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan temuan penelitian hasil analisi diagram Pareto pada gambar 3, dari data kecacatan produk selama tahun 2022 didapati jenis kecacatan yang proporsinya paling besar adalah separasi lapisan ban yang tidak sempurna mencapai 57,5% dari seluruh cacat yang dialami oleh CV.ARM. Jenis masalah permukaan ban dalam hal ini sepenuhnya menjadi prioritas utama untuk kontrol kualitas, seperti yang ditunjukkan oleh diagram konsep 20/80 pareto.

Peta Kendali (*Control Chart)*

Peta kendali P (*P*-Chart) adalah jenis peta kendali memanfaatkan karakteristik data yang digunakan dalam penelitian ini. Suatu sample proporsi dianggap terkendali jika tidak ada data yang melebihi *Upper Control Line* (UCL) atau *Lower Control Line* (LCL).
Langkah pertama yaitu menghitung proporsi cacat

Maka untuk mencari p, ialah:

$$p_1 = \frac{np}{n} = \frac{42}{1438} = 0{,}029 = 2{,}9\% \quad (5)$$

$$p_2 = \frac{np}{n} = \frac{44}{1473} = 0{,}030 = 3{,}0\% \quad (6)$$

$$p_3 = \frac{np}{n} = \frac{32}{1350} = 0{,}024 = 2{,}4\% \quad (7)$$

Dan selanjutnya hingga pada bulan ke-12.

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai garis pusat atau *Central Line* (CL)

Maka untuk mencari CL, ialah:

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{691}{16730} \quad = 0{,}029 = 2{,}9\% \quad (8)$$

Setelah mendapat nilai CL, selanjutnya mencari nilai $S_p$yang berguna untuk mencari nilai UCL dan LCL.

Maka untuk mencari S_p, ialah:

$$S_{P_1} = \sqrt{\frac{(\bar{P}(1-\bar{P}))}{n}} = \sqrt{\frac{(0{,}029\ (1-0{,}029))}{1438}} = 0{,}0045 \quad (9)$$

$$S_{P_2} = \sqrt{\frac{(\bar{P}(1-\bar{P}))}{n}} = \sqrt{\frac{(0{,}029\ (1-0{,}029))}{1473}} = 0{,}0044 \quad (10)$$

$$S_{P_3} = \sqrt{\frac{(\bar{P}(1-\bar{P}))}{n}} = \sqrt{\frac{(0{,}029\ (1-0{,}029))}{1350}} = 0{,}0046 \quad (11)$$

Dan selanjutnya hingga pada bulan ke-12.

Setelah mengetahui S_p pada setiap bulan, selanjutnya mencari nilai UCL dan LCL

Maka untuk mencari UCL, ialah:

$$UCL_1 = \bar{P} + 3S_{p_1} = 0{,}029 + 3(0{,}0045) = 0{,}043 \quad (12)$$

$$UCl_2 = \bar{P} + 3S_{p_2} = 0{,}029 + 3(0{,}0044) = 0{,}043 \quad (13)$$

$$UCl_3 = \bar{P} + 3S_{p_2} = 0{,}029 + 3(0{,}0046) = 0{,}043 \quad (14)$$

Dan selanjutnya hingga pada bulan ke-12.

Langkah terakhir ialah mencari nilai BKB. Rumus untuk mencari nilai LCL yaitu:

Maka untuk mencari LCL, ialah:

$$LCL_1 = \bar{P} - 3S_{p_1} = 0{,}029 - 3(0{,}0045) = 0{,}016 \quad (15)$$

$$LCL_2 = \bar{P} - 3S_{p_2} = 0{,}029 - 3(0{,}0044) = 0{,}016 \quad (16)$$

$$LCL_3 = \bar{P} - 3S_{p_2} = 0{,}029 - 3(0{,}0046) = 0{,}016 \quad (17)$$

Dan selanjutnya hingga pada bulan ke-12.

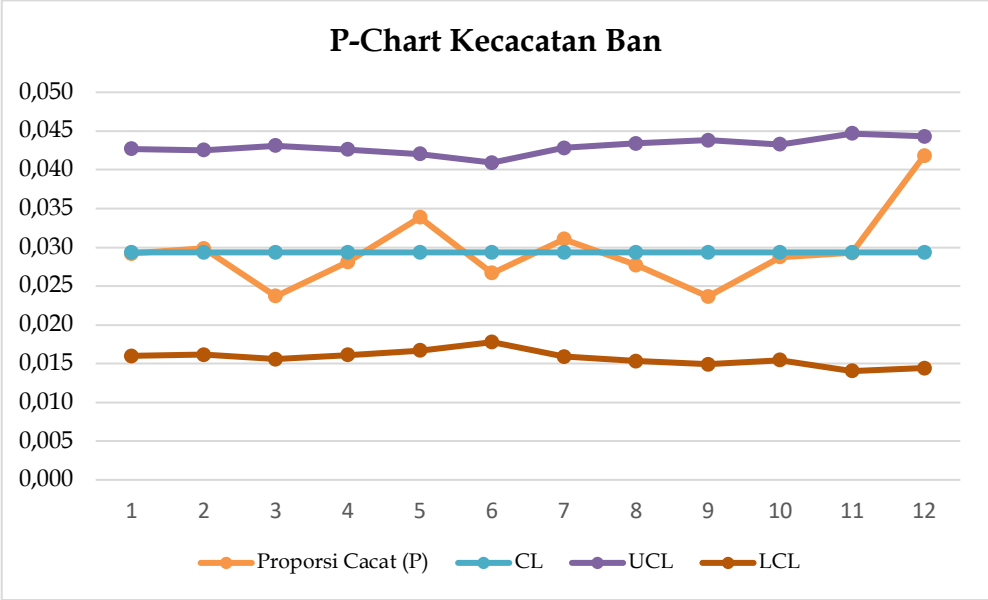
Perancangan peta kendali P dapat dihitung manual dan menggunakan Excel untuk menentukan nilai persentase (P), Garis Tengah (CL), Garis Kontrol Atas (UCL), dan Batas Kontrol Bawah (LCL). Tabel data produk cacat dan metode statistiknya ditunjukkan pada tanel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Data Produk Cacat CV.ARM

Bulan	Total Produksi	Produk Cacat	Proporsi Cacat (P)	CL	UCL	LCL
Januari	1438	42	0,029	0,029	0,043	0,016
Februari	1473	44	0,030	0,029	0,043	0,016
Maret	1350	32	0,024	0,029	0,043	0,016
April	1458	41	0,028	0,029	0,043	0,016
Mei	1595	54	0,034	0,029	0,042	0,017
Juni	1912	51	0,027	0,029	0,041	0,018
Juli	1416	44	0,031	0,029	0,043	0,016
Agustus	1299	36	0,028	0,029	0,043	0,015
September	1226	29	0,024	0,029	0,044	0,015
Oktober	1323	38	0,029	0,029	0,043	0,015
November	1093	32	0,029	0,029	0,045	0,014
Desember	1147	48	0,042	0,029	0,044	0,014

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 2 di atas merupakan data yang akan digunakan untuk membuat grafik UCL dan LCL. Data tersebut diperiksa untuk memastikan sejauh mana proporsi produk cacat, termasuk memastikan *P-Chart* kecacatan produk apakah berada dalam batas kendali atau tidak yang akan ditunjukkan oleh bagan kendali gambar 4, agar CV.ARM dapat diberi tau tentang kapan dan di mana proses produksi harus melakukan penyesuaian.

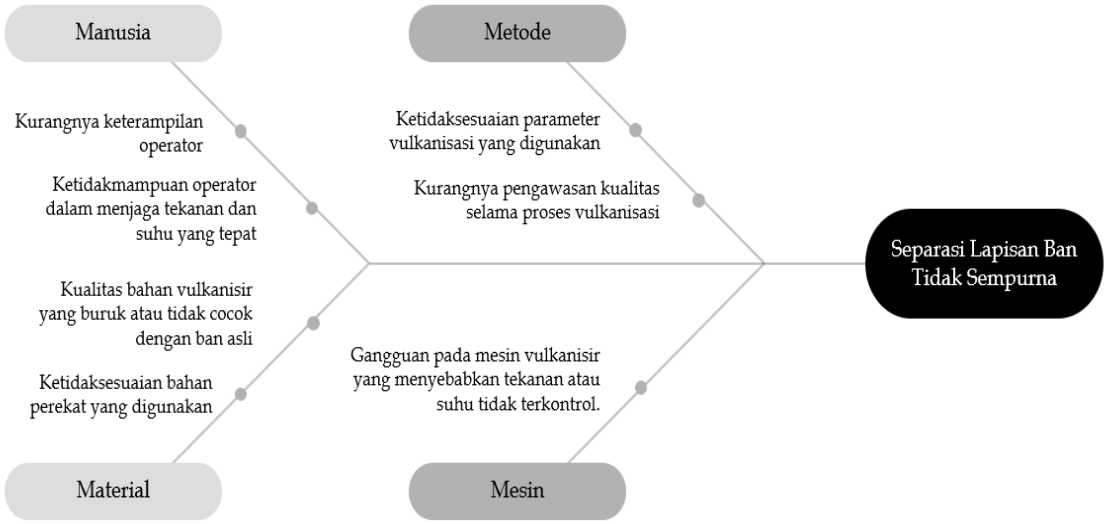


Gambar 4. Peta Kendali P Kecacatan Ban
Sumber: Pengolahan Data

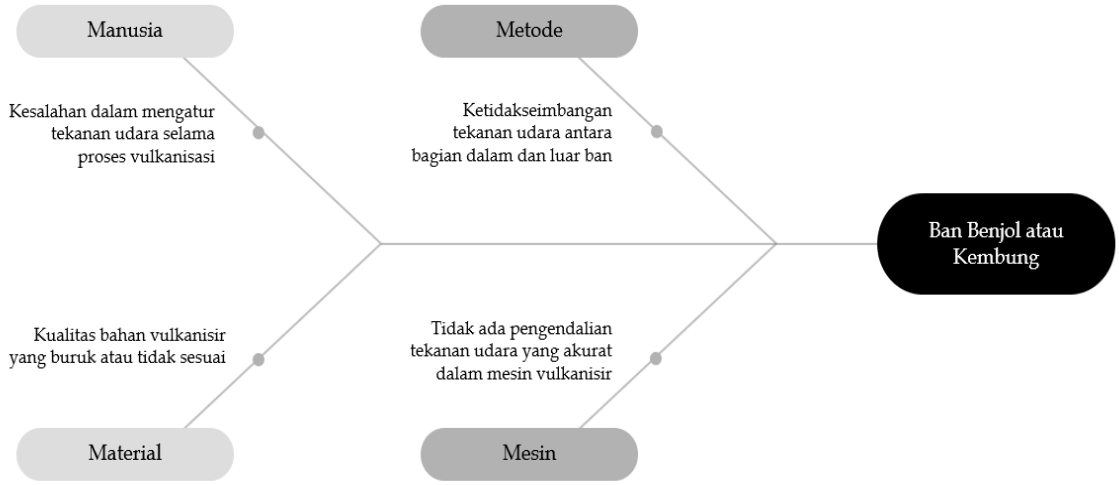
Berdasarkan grafik yang dapat dilihat pada gambar 4 di atas, menujukan bahwa semua titik proporsi cacat (P) masih dalam batas kendali yaitu tidak melewati garis kontrol yang lebih tinggi (UCL) atau garis kontrol yang lebih rendah (LCL). Hal ini menunjukkan bahwa data *reject* memiliki variasi yang normal.

Diagram Sebab Akibat (*Fishbone Diagram*)

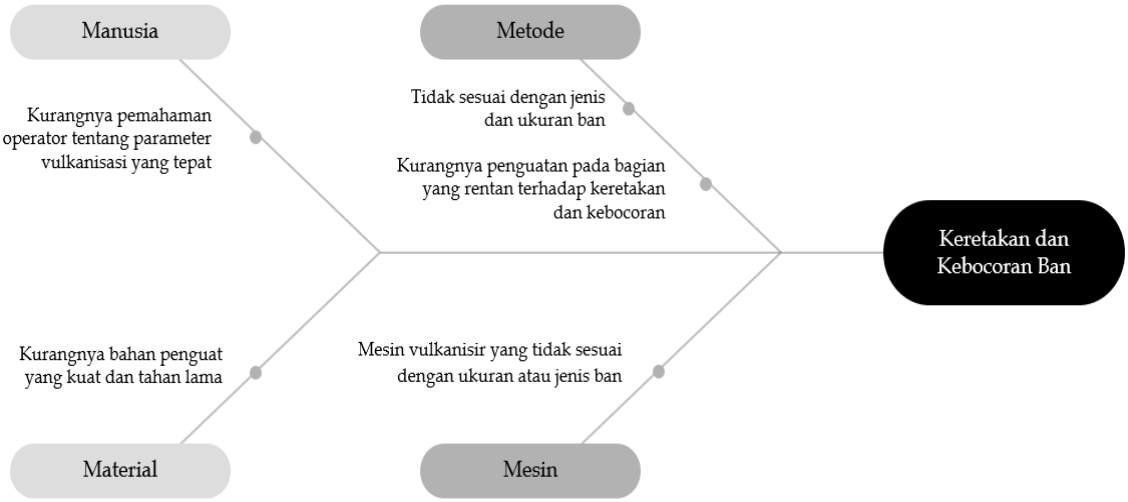
Kegunaan dari diagram sebab akibat adalah untuk mempelajari beberapa hal yang berdampak pada proses pembuatan dan kualitas produk akhir setelah melakukan analisis pengendalian cacat produksi pada CV.ARM. Diagram sebab dan akibat menggambarkan hubungan antara masalah yang dihadapi, kemungkinan penyebab, dan faktor yang mempengaruhinya. Berikut merupakan hasil analisis unsur-unsur penyebab kecacatan pada ban vulkanisir tersebut.



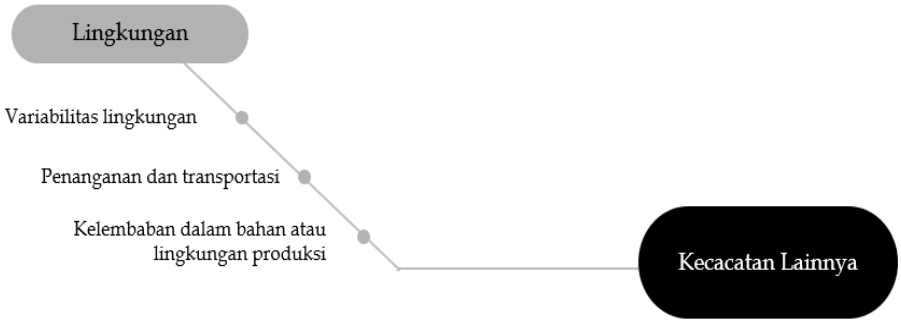
Gambar 4. Diagram Sebab-Akibat Jenis Kecacatan Separasi Lapisan Ban Tidak Sempurna
Sumber: Pengolahan Data



Gambar 5. Diagram Sebab-Akibat Jenis Kecacatan Ban Benjol atau Kembung
Sumber: Pengolahan Data



Gambar 6. Diagram Sebab-Akibar Jenis Kecacatan Keretakan dan Kebocoran Ban
Sumber: Pengolahan Data



Gambar 7. Diagram Sebab-Akibat Jenis Kecacatan Lain-lain
Sumber: Pengolahan Data

Hasil temuan penyebab cacat produk pada ban vulkanisir dapat dikonfigurasikan menggunakan diagram sebab-akibat, yang kemudian dapat digunakan untuk perbaikan proses produksi pada CV.ARM.

1. *Man* (Orang)
   Faktor penyebab separasi lapisan tidak sempurna yang dipengaruhi oleh manusia yaitu kurangnya keterampilan operator dalam mempersiapkan permukaan ban dengan baik sebelum proses vulkanisasi dan ketidakmampuan operator dalam menjaga tekanan dan suhu yang tepat selama vulkanisasi. Penyebab selanjutnya untuk jenis kecacatan ban benjol atau kembung yaitu kesalahan dalam mengatur tekanan udara selama proses vulkanisasi, penyebab untuk jenis kecacatan keretakan dan kebocoran ban adalah kurangnya pemahaman operator tentang parameter vulkanisasi yang tepat.
2. *Method* (Metode)
   Faktor penyebab separasi lapisan tidak sempurna yang dipengaruhi oleh manusia yaitu ketidaksesuaian parameter vulkanisasi yang digunakan dan kurangnya pengawasan kualitas selama proses vulkanisasi. Penyebab selanjutnya untuk jenis kecacatan ban benjol atau kembung yaitu ketidakseimbangan tekanan udara antara bagian dalam dan luar ban, penyebab untuk jenis kecacatan keretakan dan kebocoran

ban adalah tidak sesuai dengan jenis dan ukuran ban dan kurangnya penguatan pada bagian yang rentan terhadap keretakan dan kebocoran.

3. *Material* (Bahan)
   Faktor penyebab separasi lapisan tidak sempurna yang dipengaruhi oleh manusia yaitu kualitas bahan vulkanisir yang buruk atau tidak cocok dengan ban asli dan ketidaksesuaian bahan perekat yang digunakan. Penyebab selanjutnya untuk jenis kecacatan ban benjol atau kembung yaitu kualitas bahan vulkanisir yang buruk atau tidak sesuai, penyebab untuk jenis kecacatan keretakan dan kebocoran ban adalah kurangnya bahan penguat yang kuat dan tahan lama.
4. *Machine* (Mesin)
   Faktor penyebab separasi lapisan tidak sempurna yang dipengaruhi oleh manusia yaitu gangguan pada mesin vulkanisir yang menyebabkan tekanan atau suhu tidak terkontrol. Penyebab selanjutnya untuk jenis kecacatan ban benjol atau kembung yaitu tidak ada pengendalian tekanan udara yang akurat dalam mesin vulkanisir, penyebab untuk jenis kecacatan keretakan dan kebocoran ban adalah mesin vulkanisir yang tidak sesuai dengan ukuran atau jenis ban.

KESIMPULAN

Menurut analisis data, cacat yang paling banyak terjadi adalah pemisahan lapisan yang tidak sempurna, yang mempengaruhi total 282 produk dengan persentase 57,5% dan nilai kumulatif 57,5%, diikuti oleh ban yang menggumpal atau kembung, yang mempengaruhi 121 produk dengan persentase 24,6% dan nilai kumulatif 82,1%, dan cacat seperti retak dan kebocoran ban, yang mempengaruhi 88 produk dengan persentase 17,9% dan nilai kumulatif 100%. Diagram *P-Chart* menunjukkan cacat produk pada CV.ARM karena proses produksi tidak melewati garis kontrol yang lebih tinggi atau garis kontrol yang lebih rendah, masih terkendali setelah satu tahun. Dalam diagram pareto, peningkatan 20% dari solusi masalah yang ada merupakan upaya yang harus dilakukan agar dapat menyelesaikan 80% dari masalah yang muncul. Dalam situasi ini, dapat menjelaskan sebanyak 80% masalah yang akan muncul. Kita dapat menunjukkan dengan tepat sumber yang mungkin dari masing-masing kelemahan ini dengan menggunakan analisis 4M yaitu *Man* (Manusia), *Method* (Metode), *Material* (Bahan), dan *Machine* (Mesin).

Berdasarkan data dan kesimpulan, maka penulis mencoba untuk memberikan saran yang diharapkan akan dapat bermanfaat bagi CV.ARM kedepannya untuk evaluasi dan perbaikan berkelanjutan terhadap proses vulkanisasi. 1) pelatihan operator dan pastikan mereka memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai dalam proses vulkanisasi, pengendalian parameter, dan penanganan ban vulkanisir, 2) pemantauan yang cermat terhadap parameter vulkanisasi, seperti suhu, tekanan, waktu, dan pengaturan tekanan udara, untuk memastikan konsistensi dan keakuratan selama proses vulkanisasi, 3) pastikan penggunaan bahan vulkanisir berkualitas tinggi yang sesuai dengan spesifikasi ban dan kompatibel dengan bahan perekat yang digunakan, 4) lebih meningkatkan pengontrolan pada mesin dan alat yang digunakan dengan melakukan perawatan secara rutin. Diharapkan kecacatan pada ban vulkanisir CV.ARM dapat dikurangi dan kualitas produk ban vulkanisir meningkat.

REFERENSI

Cipta Dinata, M. H., Andesta, D., & Hidayat, H. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Tangga Besi PT.AJG Untuk Mengurangi Kecacatan Produk Menggunakan Metode *Statistik Quality Control* (SQC). *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, *5*(1), 27–36. https://doi.org/10.31602/jieom.v5i1.7181

Devani, V., & Wahyuni, F. (2017). Pengendalian Kualitas Kertas Dengan Menggunakan *Statistical Process Control* di *Paper Machine* 3. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, *15*(2), 87. https://doi.org/10.23917/jiti.v15i2.1504

Dr. Hana Catur Wahyuni ST., M., & Wiwik Sulistiyowati ST., M. (2020). *Buku Ajar Pengendalian Kualitas Industri*.

Kurnadi, K., Marsudi, M., & Maulana, Y. (2020). Analisis Pengendalian Produk Cacat Pada Kayu Lapis Menggunakan SQC (*Statistical Quality Control*) Pada Pabrik PT. Wijaya Tri Utama Plywood Industry. *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, *3*(2). https://doi.org/10.31602/jieom.v3i2.4998

Melgandri, S., & Chairani, L. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Reinf Rr No.1 Seat Leg Rr Di PT.XX. *Industrika : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, *6*(2), 77–85. https://doi.org/10.37090/indstrk.v6i2.653

Putro, W. D., Suyadi, & Riyatmoko, C. (2016). Pengendalian Kualitas Produksi *Rear Caliper Brake System Type 2 Pv* Untuk Sepeda Motor Menggunakan Metode *Seven Tools*. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *12*(1), 23–32.

Rahayu, P. (2020). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode *Statistical Quality Control* (Sqc) Di Plant D Divisi Curing PT. Gajah Tunggal, Tbk. *Jurnal Teknik*, *9*(1). https://doi.org/10.31000/jt.v9i1.2278

Rahmat dan Yuri. (2013). TQM Manajemen Kualitas Total dalam Perspektif Teknik Industri. In *Teknik dan sistem industri* (Vol. 2, Issue 8).

Rani, A. M., & Setiawan, W. (2017). Menganalisis *Defect Sanding Mark Unit Pick Up Tmc* Dengan Metode *Seven Tools* PT.ADM. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, *3*(1), 15–22.

Ratnadi, R., & Suprianto, E. (2016). Pengendalian Kualitas Produksi Menggunakan Alat Bantu Statistik (*Seven Tools*) Dalam Upaya Menekan Tingkat Kerusakan Produk. *Jurnal Indept*, *6*(2), 11. https://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/view/ 178/0

Setiawan, W. B. (2020). Vulkanisir Dengan Metode *Statistical Quality*. *Jurnal Valtech*, *1*(1), 1–6. https://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/view/5%0A

Sofinurriyanti, S., & Maulida, H. (2018). Pengendalian Kualitas Proses Produksi Kayu Olahan *Turning* Dengan Menggunakan Metode *Seven Tools* Di CV. Gavra Perkasa. *Bina Teknika*, *14*(2), 217. https://doi.org/10.54378/bt.v14i2.413

Ulkhaq, M. M., Pramono, S. N. W., & Halim, R. (2017). Aplikasi *Seven Tools* Untuk Mengurangi Cacat Produk Pada Mesin *Communite* Di PT. Masscom Graphy, Semarang. *Jurnal PASTI*, *XI*(3), 220–230.