

Analisis pengendalian kualitas dalam proses *molding* pada produk lensa tipe X menggunakan metode *Statistical Process Control (SPC)*

Analysis of quality control in the molding process on type X lens products using the Statistical Process Control (SPC) method

Dzurrotun Nasihah Al-Hasanah*, Wahyudin Wahyudin

*Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. Hs Rongggo Waluyo, Karawang, Jawa Barat, Indonesia

*Email: 2210631140017@student.unsika.ac.id

Informasi Artikel

- Histori Artikel
- Artikel dikirim
30/11/2025
 - Artikel diperbaiki
18/02/2026
 - Artikel diterima
01/03/2026

Abstrak

Industri optik mengalami pertumbuhan pesat seiring meningkatnya permintaan akan alat bantu penglihatan untuk memperbaiki penglihatan maupun sebagai bagian dari gaya hidup. PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang berfokus di bidang optik, khususnya untuk lensa kacamata yang berbahan dasar *polycarbonate*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengendalian kualitas pada proses *molding* pembuatan produk lensa tipe X di PT. XYZ dengan menggunakan metode *Statistical Process Control (SPC)*. Metode SPC diterapkan untuk mengevaluasi kestabilan proses produksi, mengidentifikasi jenis cacat yang paling dominan, serta menelusuri faktor-faktor penyebab terjadinya kecacatan produk. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif dengan pengumpulan data melalui observasi lapangan, wawancara, dokumentasi, serta pengolahan data historis jumlah produksi dan jumlah produk cacat selama periode Desember 2024 hingga Februari 2025. Alat analisis yang digunakan meliputi peta kendali *p* (*p-chart*) untuk memantau proporsi produk cacat, diagram Pareto untuk menentukan prioritas jenis cacat dominan, serta diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) untuk mengidentifikasi akar penyebab kecacatan berdasarkan faktor manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cacat *Particulate* merupakan jenis cacat paling dominan dengan persentase sebesar 58%, diikuti oleh cacat *Scratch* sebesar 11,5% dan *Dimple* sebesar 9,4%. Analisis peta kendali menunjukkan bahwa proses produksi pada bulan Desember berada di luar batas kendali statistik, sedangkan pada bulan Januari dan Februari proses produksi berada dalam kondisi stabil. Temuan ini mengindikasikan bahwa kebersihan lingkungan produksi, kondisi mesin dan cetakan, serta ketelitian operator berpengaruh signifikan terhadap kualitas produk.

Kata Kunci: SPC; Kualitas Produk; Pengendalian Kualitas; Proses *Molding*

Abstract

The optical industry is experiencing rapid growth along with the increasing demand for visual aids to improve vision as well as for lifestyle purposes. PT XYZ is a manufacturing company focused on the optical field, particularly on eyeglass lenses made from polycarbonate material. This study aims to analyze quality control in the molding process of manufacturing type X lenses at PT XYZ using the Statistical Process Control (SPC) method. The SPC method is applied to evaluate the stability of the production process, identify the most common types of defects, and trace the factors causing product defects. The research approach used is descriptive quantitative, with data

collected through field observations, interviews, documentation, and processing historical data of production quantities and defective products during the period from December 2024 to February 2025. The analytical tools used include a p-chart to monitor the proportion of defective products, a Pareto diagram to determine the priority of dominant defect types, and a cause-and-effect diagram (fishbone diagram) to identify the root causes of defects based on human, machine, material, method, and environmental factors. The study results show that Particulate defects are the most dominant type, with a percentage of 58%, followed by Scratch defects at 11.5% and Dimple defects at 9.4%. Control chart analysis indicates that the production process in December was out of statistical control limits, while in January and February the production process was in a stable condition. These findings suggest that the cleanliness of the production environment, the condition of machines and molds, as well as the precision of operators, have a significant impact on product quality.

Keywords: SPC; Product Quality; Quality Control; Molding Process

1. Pendahuluan

Industri optik tercatat mengalami pertumbuhan pesat seiring meningkatnya permintaan akan alat bantu penglihatan dan tren *fashion* dalam beberapa tahun terakhir, di mana semakin banyak orang memakai kacamata baik untuk memperbaiki penglihatan maupun sebagai bagian dari gaya hidup [1]. Hal ini harus diimbangi dengan peningkatan kemampuan perusahaan optik dalam berkembang dan bersaing dengan perusahaan lainnya, salah satunya dengan memperhatikan kualitas lensa yang merupakan komponen penting dalam kacamata [2]. Secara umum, kualitas dapat diartikan sebagai karakteristik suatu produk yang dirancang untuk memastikan fungsinya dapat digunakan secara optimal sesuai dengan tujuannya [3]. Salah satu faktor yang menghambat pencapaian tujuan perusahaan adalah rendahnya kualitas produk yang dihasilkan. Tidak efisien dalam pemanfaatan faktor-faktor produksi dapat berkontribusi terhadap penurunan kualitas produk.

Injection molding merupakan salah satu teknologi penting dalam industri manufaktur modern. Teknologi ini memungkinkan produksi massal dengan kecepatan tinggi dan tingkat presisi yang baik, sehingga banyak digunakan di berbagai sektor industri, seperti otomotif dan elektronik [4]. *Injection molding* bekerja dengan cara memasukkan butiran polimer ke dalam komponen mesin yang disebut *hopper*, selanjutnya, material dialirkan menuju bar rel dan didorong ke dalam cetakan melalui *screw*. Jenis material yang biasanya dipakai pada proses ini adalah polimer termoplastik. Cetakan atau *mold* berperan dalam membentuk lelehan material sesuai dengan geometri produk yang diinginkan. Proses *mold* berfungsi sebagai cetakan dalam proses pembuatan lensa, sehingga perannya sangat penting dalam menentukan hasil akhir lensa yang dicetak [5].

Pengendalian kualitas merupakan proses yang mencakup pengukuran karakteristik mutu produk atau jasa, membandingkannya dengan standar yang telah ditentukan, serta mengambil tindakan korektif apabila terdapat penyimpangan antara hasil aktual dan spesifikasi yang diharapkan [6]. Pengendalian kualitas juga berarti suatu proses untuk menjamin bahwa setiap produk maupun layanan yang dihasilkan sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan, sehingga dapat mencegah terjadinya penyimpangan dari spesifikasi yang diinginkan [7]. Tujuan utama dari pengendalian kualitas adalah menjamin bahwa produk atau jasa yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan atau mencegah terhadap ketidaksesuaian produk dengan standar (cacat) dilakukan dengan mengupayakan agar setiap proses mampu menghindari terjadinya kegagalan, *rework*, penurunan nilai jual, hingga produk *reject*. Perusahaan harus rutin melakukan pengendalian kualitas guna memastikan mutu produk atau jasa tetap terjaga [8]. Menurut [9] prinsip pengendalian kualitas adalah untuk upaya untuk meningkatkan dan menjaga proses produksi melalui inspeksi yang dilakukan secara

berkelanjutan. Dalam industri manufaktur, pengendalian kualitas tidak hanya mencakup proses inspeksi, tetapi juga mencakup upaya perbaikan berkelanjutan terhadap sistem produksi agar mutu produk dapat dipertahankan dan ditingkatkan.

SPC adalah suatu teknik yang digunakan untuk memprediksi kondisi di masa mendatang, sehingga langkah-langkah yang diperlukan guna meningkatkan kualitas produk dan efisiensi proses produksi dapat diambil dengan memanfaatkan visualisasi melalui *control chart* [10]. Pada dasarnya, SPC merupakan penerapan teknik statistik untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi untuk mengawasi kualitas hasil produksi. Fokus utama dari SPC adalah meminimalkan variasi atau kesalahan dalam proses, dengan tujuan mendeteksi adanya penyebab khusus yang memengaruhi variasi tersebut [11]. Metode SPC telah diteliti dan terbukti berhasil dalam penerapannya untuk meningkatkan kualitas. Penelitian yang dilakukan oleh Purhandono dan Mulyono, berdasarkan analisis menggunakan peta kendali X dan R, menunjukkan bahwa sebanyak 4 data dari 26 data pengolahan (15,38%) tidak memenuhi standar mutu. Sementara itu, berdasarkan diagram tulang ikan diketahui faktor manusia dan faktor material adalah penyebab utama cacat produk [12].

Berdasarkan peta kendali p untuk mengendalikan kualitas produk menunjukkan bahwa kualitas produk belum stabil, ditandai dengan fluktuasi titik-titik data yang tidak beraturan serta beberapa di antaranya berada di luar batas kendali, menandakan adanya penyimpangan dalam proses produksi. Penelitian ini memberikan usulan perbaikan dengan menerapkan pendekatan 5S dan 5W+1H guna memperkuat pengawasan serta pengendalian terhadap pemeliharaan mesin, kondisi cetakan, pemantauan bahan baku, dan kebersihan serta kenyamanan area kerja. Selain itu, perlu diberikan pelatihan kepada karyawan agar memiliki kemampuan dan pengetahuan dalam mengidentifikasi dan memperbaiki potensi penyebab kecacatan produk [13]. Selanjutnya pada proses produksi paving block di UD. Barokah Jaya, proses identifikasi dan evaluasi jenis cacat dengan alat bantu peta kendali serta analisis diagram *Pareto*, hasil penelitian menunjukkan bahwa cacat tidak sesuai standar menjadi cacat paling dominan dan nilai sigma berada pada 3,578, sehingga mengindikasikan perlunya perbaikan proses untuk menurunkan tingkat cacat dan meningkatkan kualitas produk secara konsisten [14].

Penelitian peta kendali untuk menunjukkan bahwa seluruh data sudah berada dalam kondisi terkendali (*in control*). Beberapa titik data yang mendekati batas kendali bawah dianalisis lebih lanjut menggunakan diagram *fishbone* guna mengidentifikasi faktor-faktor potensial yang memengaruhi ketidaksesuaian tersebut [11]. Uji tekan pada benda uji dilakukan menggunakan alat uji kuat tekan DHR 2000, kemudian hasilnya dianalisis menggunakan metode peta kendali sebagai bagian dari alat bantu SPC. Dari grafik peta kendali \bar{X} dan R yang dihasilkan, seluruh data uji sampel menunjukkan bahwa nilainya masih berada dalam batas kendali yang telah ditentukan [15]. Meskipun metode SPC telah banyak digunakan dalam pengendalian kualitas, penelitian sebelumnya belum secara spesifik mengkaji kestabilan proses molding lensa tipe X berdasarkan perbandingan kondisi produksi antarperiode serta keterkaitannya dengan jenis cacat dominan dan faktor penyebabnya secara terintegrasi.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode Statistical Process Control (SPC) untuk mengevaluasi kestabilan proses molding pada produk lensa clear tipe X. Data yang digunakan berupa jumlah produk cacat dan total produksi pada setiap periode pengamatan. Pengolahan data dilakukan menggunakan peta kendali atribut jenis p (*p-chart*) untuk memantau proporsi ketidaksesuaian produk. Proporsi cacat dihitung sebagai perbandingan antara jumlah produk cacat terhadap total unit yang diproduksi. Selanjutnya, ditentukan batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) sebagai acuan dalam menilai kestabilan proses. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi adanya variasi proses yang bersifat acak maupun tidak acak. Hasil pengendalian kualitas digunakan sebagai dasar evaluasi performa proses produksi. Dengan demikian, dapat diketahui apakah proses berada dalam kondisi terkendali secara statistik atau memerlukan perbaikan.

Menghitung proporsi cacat

$$p = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah yang diperiksa}} \quad (1)$$

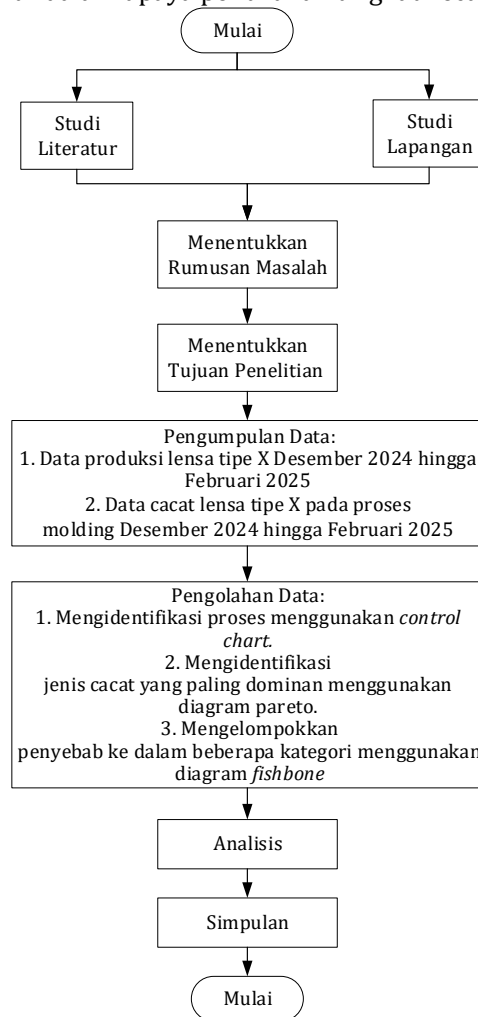
Menghitung *Upper Control Limit* (UCL), *Central Line* (CL) *Lower Control Limit* (LCL)

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum \text{jumlah produk cacat}}{\sum \text{jumlah yang diperiksa}} \quad (2)$$

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

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

Diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi jenis cacat dominan berdasarkan persentase dan persentase kumulatif sesuai prinsip 80/20. Selanjutnya, diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) digunakan untuk mengelompokkan faktor penyebab utama cacat dominan ke dalam kategori manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan. Kombinasi alat SPC ini digunakan untuk menilai kestabilan proses, menentukan prioritas perbaikan, serta mendukung perumusan tindakan preventif dalam upaya penurunan tingkat kecacatan produk.



Gambar 1. Langkah-langkah penelitian

Berdasarkan Gambar 1 alur penelitian di atas, penelitian ini diawali dengan studi literatur untuk mengkaji teori dan hasil penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar penyusunan kerangka penelitian. Selanjutnya dilakukan studi lapangan melalui observasi langsung pada

proses produksi di departemen *molding* guna mengidentifikasi permasalahan kualitas yang terjadi. Permasalahan penelitian ditetapkan berupa tingginya tingkat kecacatan produk lensa tipe X pada proses *molding*. Berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan penelitian difokuskan pada identifikasi cacat dominan, analisis penyebab kecacatan, serta evaluasi pengendalian kualitas menggunakan metode SPC. Pengumpulan data meliputi data jumlah produksi dan jenis cacat produk lensa tipe X yang diperoleh dari dokumentasi internal perusahaan, wawancara, dan observasi lapangan. Data yang terkumpul selanjutnya diolah dan dianalisis menggunakan metode SPC.

3. Hasil dan Pembahasan

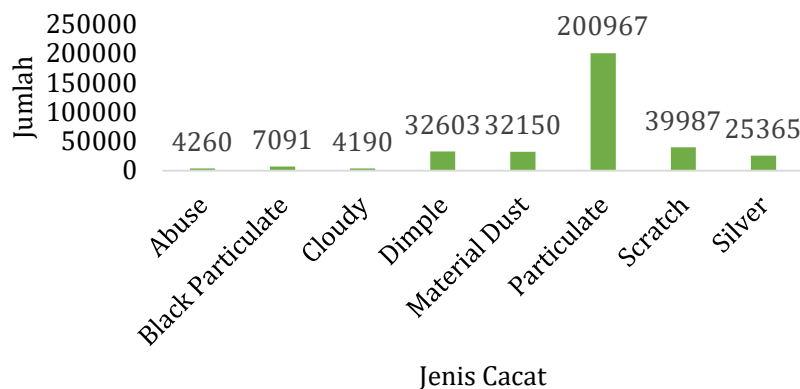
Dalam proses produksi lensa tipe X, ditemukan adanya produk cacat yang muncul pada tahap injection molding sebelum memasuki proses selanjutnya. Cacat ini berpotensi mempengaruhi kualitas akhir produk serta efisiensi proses produksi secara keseluruhan. Oleh karena itu, identifikasi jenis cacat menjadi langkah penting dalam pengendalian kualitas. Data cacat diperoleh dari hasil inspeksi selama periode produksi tertentu. Setiap jenis cacat diklasifikasikan berdasarkan karakteristik dan frekuensi kemunculannya. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui jenis cacat yang paling dominan terjadi. Informasi tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas perbaikan proses. Adapun jenis cacat yang paling sering terjadi pada proses injection molding disajikan pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Data produksi dan jenis cacat

Jenis Cacat	Jumlah
<i>Abuse</i>	4260
<i>Black Particulate</i>	7091
<i>Cloudy</i>	4190
<i>Dimple</i>	32603
<i>Material Dust</i>	32150
<i>Particulate</i>	200967
<i>Scratch</i>	39987
<i>Silver</i>	25365
Total	346613

3.1 Histogram

Berdasarkan grafik pada [Gambar 2](#), cacat paling dominan adalah *Particulate* dengan jumlah 200.967, jauh lebih tinggi dibanding jenis cacat lainnya. Jenis cacat lain yang juga signifikan adalah *scratch*, *dimple*, dan *material dust* yang menjadi prioritas kedua dalam perbaikan kualitas. Tingginya cacat berdampak pada biaya *scrap* dan *rework* serta menurunkan efisiensi produksi. Hal tersebut dapat berisiko menurunkan kepuasan pelanggan dan citra perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan harus segera melakukan analisis akar masalah, terutama untuk cacat *particulate*, dan menerapkan tindakan korektif di lini produksi maupun proses *handling material*.



Gambar 2. Histogram jenis cacat lensa tipe X

3.2 Control Chart P

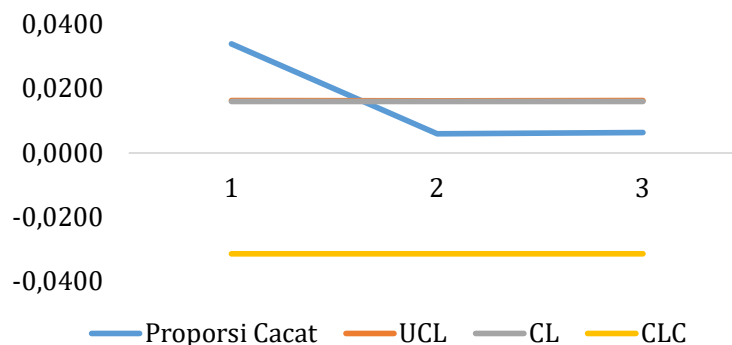
Control chart digunakan sebagai alat pengendalian kualitas untuk memantau tingkat kecacatan produk secara berkelanjutan. Metode ini membantu menentukan apakah proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik atau tidak. Pemantauan dilakukan melalui visualisasi grafik yang menunjukkan variasi proporsi cacat pada setiap periode pengamatan. Indikator utama dalam control chart meliputi batas kendali atas (Upper Control Limit/UCL), garis tengah (Center Line/CL), dan batas kendali bawah (Lower Control Limit/LCL). Ketiga batas tersebut digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi kestabilan proses. Apabila data berada di dalam batas kendali, maka proses dianggap stabil secara statistik. Sebaliknya, jika terdapat titik yang berada di luar batas kendali, maka mengindikasikan adanya penyimpangan proses. Hasil perhitungan control chart p menggunakan Microsoft Excel disajikan pada [Tabel 2](#).

Tabel 2. Control Chart p Desember 2024-Februari 2025

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi Cacat	UCL	CL	CLC
Desember	2477972	84390	0,0341	0,01632	0,0160814	- 0,031387
Januari	2325365	13920	0,0060	0,01633	0,0160814	- 0,031387
Februari	2171377	13853	0,0064	0,01634	0,0160814	- 0,031387

Proses produksi selama tiga bulan menunjukkan variasi proporsi cacat yang signifikan. Pada bulan Desember, proporsi cacat tercatat sebesar 0,0341, yang berada di atas batas kendali atas UCL sebesar 0,01632. Hal ini menandakan bahwa proses produksi pada bulan tersebut berada di luar kendali statistik (*out of control*), sehingga mengindikasikan adanya gangguan atau penyimpangan dalam sistem produksi. Gangguan ini dapat berasal dari berbagai sumber, seperti kesalahan operasional, kualitas material yang buruk, kerusakan mesin, maupun ketidaksesuaian prosedur.

Sebaliknya, pada bulan Januari dan Februari, proporsi cacat tercatat sebesar 0,0060 dan 0,0064, keduanya berada di bawah batas kendali atas dan mendekati garis tengah (CL) sebesar 0,01608. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi pada dua bulan tersebut berjalan stabil dan terkendali secara statistik. Kemungkinan besar, perbaikan proses atau tindakan korektif yang dilakukan pasca bulan Desember telah memberikan dampak positif terhadap kestabilan kualitas produk. Sementara itu, nilai batas kendali bawah LCL yang bernilai negatif, yaitu -0,03138, secara praktis dianggap nol karena proporsi cacat tidak mungkin bernilai negatif. Hasil peta kendali dapat dilihat pada [Gambar 3](#). di bawah ini.



Gambar 3. Control Chart p Desember 2024-Februari 2025

3.3 Pareto chart

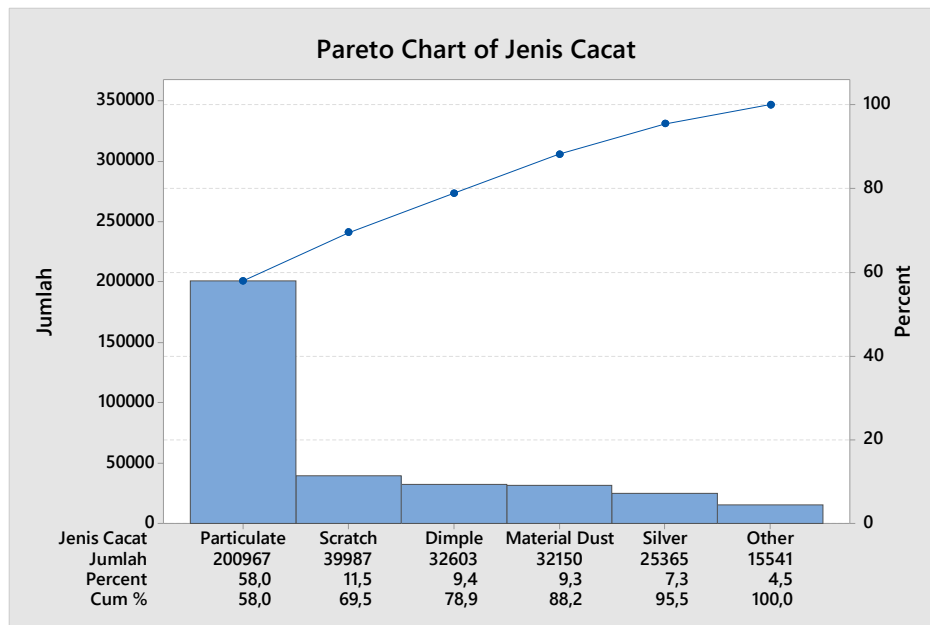
Pareto chart atau diagram *Pareto* digunakan untuk mengetahui masalah yang paling dominan sehingga bisa ditentukan prioritas penanganannya. Diagram Pareto berfungsi untuk menetapkan prioritas masalah yang harus ditangani terlebih dahulu dalam upaya peningkatan kualitas, dengan menyusun permasalahan berdasarkan tingkat dampaknya dari yang paling

besar hingga yang paling kecil. Identifikasi cacat dominan atau yang paling berdampak akan membantu menentukan beberapa perwakilan dari jenis cacat tersebut, yang selanjutnya dapat digunakan dalam penyusunan diagram sebab-akibat. **Tabel 3.** di bawah ini menyajikan jumlah cacat beserta persentase kumulatifnya, yang akan dijadikan dasar dalam pembuatan diagram *pareto*.

Tabel 3. Kumulatif persentase cacat

Jenis Cacat	Jumlah	%	% Kumulatif
<i>Abuse</i>	4260	0,01	0,01
<i>Black Particulate</i>	7091	0,02	0,03
<i>Cloudy</i>	4190	0,01	0,04
<i>Silver</i>	25365	0,07	0,12
<i>Material Dust</i>	32150	0,09	0,21
<i>Particulate</i>	200967	0,58	0,79
<i>Scratch</i>	39987	0,12	0,91
<i>Dimple</i>	32603	0,09	1,00
Total	346613		

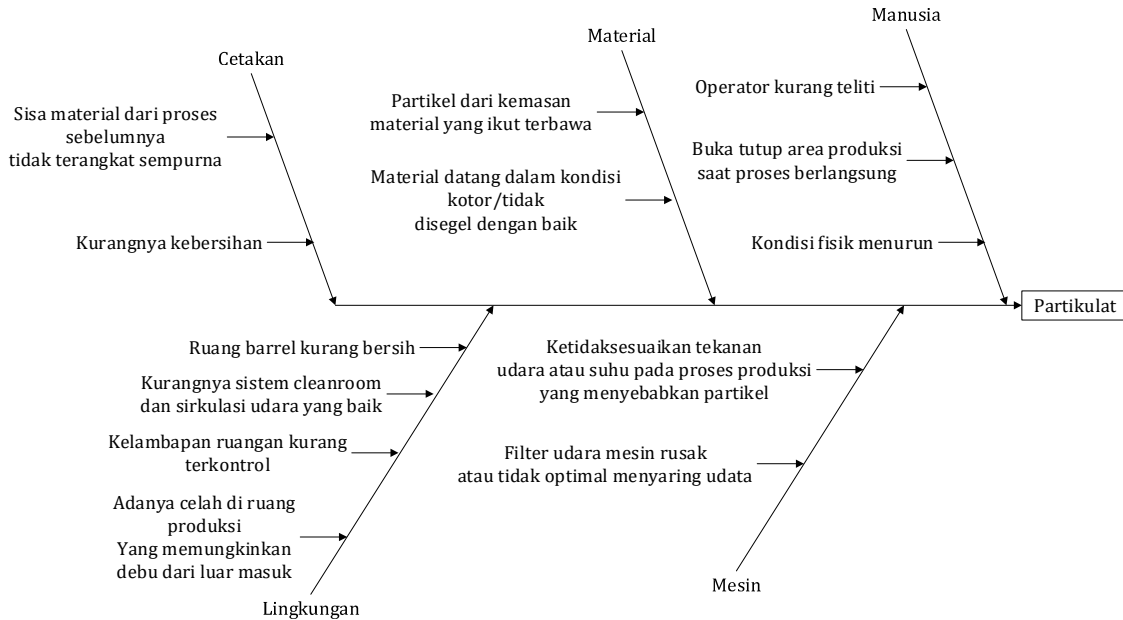
Berdasarkan data pada tabel 3, dapat dibuat diagram *pareto* yang ditampilkan pada **Gambar 4.** Hasilnya menunjukkan bahwa jenis cacat *Particulate* merupakan yang paling sering terjadi, dengan jumlah 200.967 kasus atau sekitar 58% dari total kecacatan. Cacat berikutnya adalah *scratch* sebesar 11,5% dan *dimple* sebesar 9,4%. Ketiga jenis cacat ini secara kumulatif menyumbang sekitar 79% dari total cacat yang tercatat. Temuan ini sesuai dengan prinsip *Pareto*, yaitu sekitar 80% dari masalah disebabkan oleh 20% jenis penyebab, sehingga dipilih sebagai prioritas utama perbaikan berdasarkan prinsip *Pareto* yang menyatakan bahwa sebagian besar masalah disebabkan oleh sebagian kecil jenis penyebab. Cacat *particulate* merupakan jenis kecacatan pada lensa yang disebabkan oleh adanya kotoran atau debu yang menempel di permukaan produk. Cacat *particulate* berkaitan langsung dengan kebersihan lingkungan dan pengendalian proses *molding*, sementara cacat *scratch* dan *dimple* berhubungan dengan kondisi cetakan, handling produk, serta ketelitian operator. Oleh karena itu, prioritas perbaikan kualitas sebaiknya difokuskan terlebih dahulu pada tiga jenis cacat tersebut untuk memperoleh dampak pengurangan cacat yang signifikan secara keseluruhan.



Gambar 4. Diagram *Pareto* cacat produk

3.4 Fishbone Diagram

Setelah diketahui jenis cacat produk yang dominan, langkah selanjutnya adalah menelusuri penyebab timbulnya kerusakan tersebut. Identifikasi penyebab dilakukan dengan menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) yang bertujuan untuk mengaitkan masalah yang muncul dengan dugaan penyebab serta berbagai faktor yang turut berkontribusi terhadap terjadinya masalah tersebut. Penyusunan *fishbone diagram* ini memberikan gambaran secara sistematis mengenai hubungan antara masalah dan penyebab potensial, sehingga dapat ditetapkan langkah-langkah perbaikan yang diperlukan. Beberapa faktor utama yang berperan dalam menyebabkan kecacatan produk mencakup aspek manusia (*man*), bahan baku (*material*), mesin (*machine*), cetakan (*moulding*), dan lingkungan kerja (*environment*) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Fishbone diagram akibat cacat *particulate*

Mesin: Mesin yang tidak dirawat dengan baik atau mengalami kerusakan, seperti *filter* udara yang tidak berfungsi optimal, dapat menyebabkan masuknya debu atau partikel asing ke dalam area produksi. Selain itu, ketidaksesuaian tekanan udara atau sistem ventilasi yang buruk juga dapat menyebarkan kontaminan ke area sensitif, termasuk permukaan lensa saat proses berlangsung. **Cetakan:** Cetakan yang tidak dibersihkan dengan benar dapat meninggalkan sisa material dari proses sebelumnya. Sisa ini bisa menempel kembali pada produk baru sebagai partikel asing. Kurangnya jadwal pembersihan cetakan secara berkala atau prosedur pembersihan yang tidak standar menjadi penyebab umum timbulnya *Particulate* dari faktor ini.

Material: Bahan baku atau kemasan material yang kotor atau tidak tersegel dengan baik dapat membawa partikel kontaminan ke dalam area produksi. Misalnya, jika bahan datang dalam kondisi terbuka atau tidak disimpan dalam lingkungan bersih, maka partikel asing dapat dengan mudah menempel pada material dan ikut terbawa ke dalam proses.

Lingkungan: Lingkungan produksi yang tidak memenuhi standar kebersihan seperti ruang barrel yang kotor, sirkulasi udara yang tidak terkontrol, atau kelembapan yang tinggi dapat menjadi sumber debu dan kotoran. Adanya celah dalam ruang produksi juga memungkinkan masuknya partikel dari luar, terutama jika area produksi tidak berada dalam sistem *cleanroom* yang memadai. **Manusia:** Operator yang tidak disiplin terhadap prosedur kebersihan, seperti membuka tutup area produksi saat proses berlangsung, dapat menjadi sumber kontaminasi langsung. Selain itu, kondisi fisik operator yang menurun dapat mempengaruhi ketelitian dan kepatuhan terhadap standar operasional, yang akhirnya berkontribusi terhadap munculnya cacat *particulate*.

Hasil analisis menggunakan diagram fishbone menunjukkan bahwa cacat *particulate* muncul akibat kombinasi beberapa faktor utama, yaitu mesin, cetakan, material, lingkungan, dan manusia. Faktor lingkungan dan mesin menjadi penyebab utama terkait kebersihan area produksi, efektivitas sistem ventilasi dan filtrasi udara, serta kondisi mesin yang belum optimal. Selain itu, kebersihan cetakan dan material yang kurang terjaga serta ketidakkonsistenan operator dalam menerapkan prosedur kerja turut meningkatkan potensi masuknya partikel asing ke dalam proses produksi. Dari sisi manusia, ketidakpatuhan operator terhadap prosedur kebersihan dan penggunaan alat pelindung diri juga menjadi sumber kontaminasi.

Interaksi antar faktor tersebut memperbesar potensi terjadinya cacat Particulate jika tidak dikendalikan secara menyeluruh. Upaya peningkatan kualitas harus dilakukan melalui pendekatan sistematis, meliputi perbaikan prosedur kebersihan, peningkatan standar lingkungan kerja, pelatihan operator, serta implementasi audit kebersihan berkala. Dengan strategi ini, diharapkan proses produksi lensa tipe X dapat mencapai tingkat kualitas yang lebih konsisten dan memenuhi standar pelanggan. Temuan ini menegaskan bahwa pengendalian cacat *particulate* memerlukan pendekatan pengendalian proses yang menyeluruh dan terintegrasi.

4. Simpulan

Tingkat kecacatan produk lensa tipe X di PT. XYZ didominasi oleh cacat *Particulate* sebesar 58%, diikuti *Scratch* (11,5%) dan *Dimple* (9,4%). Tiga jenis cacat ini menjadi prioritas utama dalam upaya perbaikan kualitas. Penyebab utama cacat *Particulate* berasal dari lima faktor: mesin, cetakan, material, lingkungan, dan manusia. Metode SPC diterapkan guna memonitor kualitas melalui peta kendali p. Analisis peta kendali p menunjukkan bahwa proporsi cacat bulan Desember sebesar 0,0341 melebihi batas kendali atas (UCL = 0,01632) sehingga proses berada dalam kondisi tidak terkendali, sedangkan bulan Januari (0,0060) dan Februari (0,0064) berada dalam batas kendali statistik. Hasil diagram sebab-akibat mengindikasikan bahwa cacat *Particulate* dipicu oleh kontaminasi partikel akibat faktor lingkungan produksi yang kurang terkendali, kondisi mesin dan sistem filtrasi yang belum optimal, kebersihan cetakan dan material, serta ketidakpatuhan operator terhadap prosedur kebersihan. Temuan ini menunjukkan bahwa evaluasi kestabilan proses melalui SPC efektif dalam mengidentifikasi periode penyimpangan, jenis cacat prioritas, dan faktor penyebab utama sebagai dasar perumusan tindakan pengendalian kualitas pada proses *molding*. Perusahaan disarankan untuk memperketat standar kebersihan lingkungan produksi, melakukan pemeliharaan rutin pada mesin dan sistem filtrasi udara, serta meningkatkan pengawasan terhadap kepatuhan operator. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan validasi ulang terhadap efektivitas perbaikan yang diterapkan serta mempertimbangkan penggunaan metode lain guna memperoleh hasil analisis yang lebih akurat dan komprehensif.

Referensi

- [1] H. D. Oktory and T. Y. Hadiwandura, "Penerapan Algoritma Apriori untuk Penentuan Pola Pembelian Kacamata pada Optik Indah Optikal," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 4, no. 4, pp. 1275–1281, Jul. 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i4.1353. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i4.1353>
- [2] N. Normisbah, Z. Efendi, and N. Z. Umami, "PROSES PEMBUATAN PATRUN MANUAL LENZA SINGLE VISION SPHERO CYLINDER," *Jurnal Mata Optik*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [3] A. Wicaksono, E. D. Priyana, and Y. P. Nugroho, "Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Pada Pompa Sentrifugal Di PT. X," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 9, no. 1, p. 2023, 2023. <https://doi.org/10.24014/jti.v9i1.22233>
- [4] M. Arif, H. Windyatri, and . S., "Analisa Cacat Produk Dan Kerusakan Mold Pada Proses Injection Molding Dan Tindakan Perbaikan Di PT. Patco Elektronik Teknologi," *Jurnal*

- Sains dan Teknologi (JSIT)*, vol. 4, no. 2, pp. 158–167, Jul. 2024, doi: 10.47233/jsit.v4i2.1809. <https://doi.org/10.47233/jsit.v4i2.1809>
- [5] I. Rinjani, W. Wahyudin, and B. Nugraha, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat pada Lensa Tipe X Menggunakan Lean Six Sigma dengan Konsep DMAIC,” 2021. <https://doi.org/10.33592/unistek.v8i1.878>
- [6] A. F. Shiyamy, S. Rohmat, and A. Sopian, “ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK DENGAN STATISTICAL PROCESS CONTROL,” *KOMITMEN: Jurnal Ilmiah Manajemen*, vol. 2, no. 2, 2021. <https://doi.org/10.15575/jim.v2i2.14377>
- [7] S. Supardi and A. Dharmanto, “ANALISIS STATISTICAL QUALITY CONTROL PADA PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KULINER AYAM GEPREK DI BFC KOTA BEKASI,” *JIMFE (Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi)*, vol. 6, no. 2, pp. 199–210, Dec. 2020, doi: 10.34203/jimfe.v6i2.2622. <https://doi.org/10.34203/jimfe.v6i2.2622>
- [8] K. P. Alifka and F. Apriliani, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA),” *Factory Jurnal Industri, Manajemen dan Rekayasa Sistem Industri*, vol. 2, no. 3, pp. 97–118, May 2024, doi: 10.56211/factory.v2i3.486. <https://doi.org/10.56211/factory.v2i3.486>
- [9] F. A. Lestari and N. Purwatmini, “Pengendalian Kualitas Produk Tekstil Menggunakan Metoda DMAIC,” *Jurnal Ecodemica: Jurnal Ekonomi, Manajemen, dan Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 79–85, Mar. 2021, doi: 10.31294/jeco.v5i1.9233. <https://doi.org/10.31294/jeco.v5i1.9233>
- [10] A. C. Banjarnahor and N. B. Puspitasari, “PENGENDALIAN KUALITAS MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL PADA PRODUK CRUDE PALM OIL (Studi Kasus PT XYZ),” *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 12, 2023.
- [11] E. S. Rahayu and P. A. Wicaksono, “PENGENDALIAN KUALITAS HASIL UJI TEKAN MATERIAL BETON TIPE B2 DENGAN MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) DI PROYEK KONSTRUKSI PEMBANGUNAN FLY OVER CAKUNG PT. ADHI KARYA (PERSERO) TBK,” *Industrial Engineering Online Journal*, no. 4, 2022.
- [12] P. Purhandono and K. Mulyono, “Pengendalian Kualitas Air Kolam Renang dengan Pendekatan Statistical Process Control,” *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 3, no. 2, pp. 71–79, Oct. 2022, doi: 10.37373/jenius.v3i2.266. <https://doi.org/10.37373/jenius.v3i2.266>
- [13] M. S. Mahaputra, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Plastik Injeksi dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Kaizen di CV. Gradient Kota Bandung,” *Media Nusantara*, vol. 18, no. 1, 2021.
- [14] P. Pamungkas, S. Rahayu, and F. E. Putra, “Analisis pengendalian kualitas produk dengan menggunakan metode seven tools dan FMEA di PT. XYZ,” *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 6, no. 1, pp. 70–81, May 2025, doi: 10.37373/jenius.v6i1.1591.
- [15] M. Huda, W. Safitri, and N. Hartati, “Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control,” vol. 9, no. 2, pp. 173–182, 2021. <https://doi.org/10.37373/jenius.v6i1.1591>