

Analisis Kualitas Produksi *Leaf Spring* Type *Volvo* Dengan Metode Six Sigma Pada PT. XYZ

Fany Maulana Zaki^{1*}, Elly Ismiyah², Akhmad Wasiur Rizqi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik Indonesia

Koresponden email: fanymaulana4@gmail.com^{1}, ismi_elly@umg.ac.id²

Diterima: 2 September 2023

Disetujui: 15 September 2023

Abstract

PT. XYZ is a company that operates in the manufacturing sector with one of its products, namely leaf spring. Based on the company's historical data for the period 1 October 2022 to 31 March 2023, it is known that the percentage of defects in leaf spring products is 0.79% to 1.10%, which is the company standard of a maximum of 0.50%, therefore this research was carried out to analyze the causes of the defect rate in the production process at PT. XYZ. Six Sigma is a method that is used together to control product quality. From the results of the analysis carried out, there are four types of defects in production, namely material defects, poor paint visuals, and poor grinding surfaces. The results at the measurement stage showed that the company's sigma level reached a value of 4.24, which means it was above the average value for Indonesian companies. From the calculation results it is known that it is presented on the Pareto diagram that the visual defect of not good paint has the highest cumulative value, namely 41.6%. The causes of defects obtained from brainstorming were due to the work area being uncomfortable, the accumulation of used paint cans mixed with other materials, raw materials being exposed to oil, during work not paying attention to SOPs, workers' skills being uneven, and machine conditions not in prime condition. Proposed improvements to the causes of these defects include carrying out housekeeping in each production process from raw materials to finished products, emphasizing the implementation of SOPs, scheduling preventive maintenance on each machine in the production process, and conducting regular training for workers.

Keywords: DMAIC, Pareto Diagram, Product Defects, Six Sigma

Abstrak

PT.XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang *manufacturing* dengan salah satu produknya yaitu *leaf spring*. Berdasarkan data *history* perusahaan pada periode 1 Oktober 2022 hingga 31 Maret 2023 diketahui persentase terjadinya *defect* produk *leaf spring* tersebut sebesar 0.79%-1.10%, sedangkan standar perusahaan maksimal 0.50%. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penyebab tingkat cacat pada proses produksi. *Six sigma* menjadi metode yang digunakan bersama untuk mengendalikan kualitas produk. Dari hasil analisis yang dilakukan, terdapat empat jenis cacat pada produksi yaitu *cacat material*, *visual not good*, dan *grinding surface not good*. Hasil pada tahap *measure* diketahui bahwa tingkat sigma perusahaan sebesar 4.24 yang berarti sudah berada diatas nilai rata-rata perusahaan Indonesia. Dari hasil perhitungan yang disajikan pada diagram pareto diketahui bahwa cacat visual *not good* memiliki nilai kumulatif yang paling tinggi yaitu 41.6%. Penyebab terjadinya *defect* yang didapat dari *brainstorming* dikarenakan area kerja kurang nyaman, penyimpanan bekas kaleng cat tercampur dengan material lain, raw material terkena oli, pengerjaan tidak memerhatikan SOP, *skill* pekerja tidak merata, dan kondisi mesin yang tidak prima. Pembersihan setiap proses produksi mulai dari bahan mentah hingga produk jadi, penekanan pada SOP, penjadwalan pemeliharaan preventif pada setiap mesin, dan pelatihan pekerja secara berkala merupakan solusi yang disarankan untuk mengatasi cacat tersebut.

Kata Kunci: DMAIC, Diagram Pareto, Produk Cacat, Six Sigma

1. Pendahuluan

Dalam persaingan global yang semakin canggih dan berkembang, proses pengambilan keputusan seseorang mengenai pemilihan produk telah mengalami transformasi. Evolusi pokok permasalahan telah berkembang lebih dari sekadar pertimbangan biaya dan kini mencakup fokus pada peningkatan kualitas [1]. Meningkatkan kualitas suatu produk dipandang sebagai aspek penting yang berkontribusi terhadap keberhasilan suatu bisnis [2]. Kemajuan teknologi telah mendapatkan perusahaan untuk menyederhanakan pemrosesan bahan mentah, sehingga meningkatkan efisiensi operasional, mempercepat kecepatan produksi, dan modernisasi secara keseluruhan, yang pada akhirnya berpuncak pada pembuatan barang dengan kualitas unggul [3]. Penyediaan barang-barang berkualitas tinggi memainkan peran penting dalam

upaya yang bertujuan untuk meningkatkan jaminan kepuasan customer [4]. Oleh sebab itu, pengelolaan kualitas produk dipandang penting karena merupakan elemen penting dalam mencapai keunggulan kompetitif dalam persaingan komersial. [5]. Sebagai hasil dari pemeliharaan kualitas dengan tujuan yang berorientasi pada pelanggan, maka akan didapatkan untuk mencapai *zero defect*, *zero accident*, dan *zero complaint* yang akan menghasilkan produksi barang berkualitas tinggi [6] [7].

Untuk menjamin pembuatan barang yang bermutu tinggi, perlu dilakukan upaya pengendalian mutu yang bertujuan untuk meminimalkan perbedaan atau variasi dalam proses pembuatannya [8]. Pengendalian kualitas mengacu pada pendekatan sistematis yang melibatkan verifikasi dan pemeliharaan tingkat kualitas yang telah ditentukan untuk menghasilkan suatu produk atau proses. Hal ini dicapai melalui perencanaan yang cermat, penggunaan peralatan yang sesuai, dan inspeksi berkelanjutan [9]. Perusahaan yang berhasil menerapkan langkah-langkah pengendalian kualitas kedatangan besar akan mengalami peningkatan profitabilitas karena produksi barang berkualitas tinggi dan pengurangan potensi kerusakan [10]. Pada tahap operasional, pengendalian mutu mampu merumuskan tujuan yang terdefinisi dengan baik dan ringkas guna mencapai dan memberikan kepuasan pelanggan [11]. Fokus pada kualitas mempunyai dampak menguntungkan bagi dunia usaha, yaitu dalam hal pengurangan biaya produksi dan meningkatkan pendapatan atau profit perusahaan [12].

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang mengkhususkan dalam produksi *leaf spring*. Barang-barang produksi utama mencakup berbagai jenis, termasuk barang-barang pabrikan peralatan asli (OEM), ekspor, dan barang-barang purna jual. Hasil produksi PT. XYZ didistribusikan ke klien domestik dan internasional. PT. XYZ dihadapkan pada tantangan untuk tetap konsisten pada kualitas produk sehingga menghasilkan *Good Product* setiap kali produksi. Namun demikian, penting untuk diketahui bahwa dalam praktiknya, terdapat beberapa tantangan yang sering dihadapi dalam upaya menghasilkan barang berkualitas tinggi. Pengamatan ini terlihat dari teridentifikasinya barang-barang yang menyimpang dari spesifikasi yang ditentukan atau tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh PT. XYZ. Berdasarkan data historis yang diperoleh dari organisasi, terlihat adanya beberapa penemuan yang dikategorikan sebagai cacat produk, antara lain kesalahan material, permukaan gerinda di bawah standar, dan visual cat yang tidak memadai.

Pada PT. XYZ cacat material adalah Cacat yang sudah terjadi sebelum proses dilakukan / bisa dikatakan material *not good* dari *supplier* yang tidak dapat teridentifikasi secara langsung kualitas materialnya. Di sisi lain, istilah "cacat permukaan penggilingan yang tidak baik" digunakan untuk menggambarkan hasil visual yang tidak memuaskan selama pengamatan perbaikan *leaf spring* yang terlalu panas melalui penggilingan. Selain itu, adanya pengaplikasian cat yang tidak merata pada objek dapat menimbulkan potensi kerusakan, sering disebut dengan ketidaksempurnaan cat yang terlihat. **Tabel 1** menyajikan frekuensi terjadinya kesalahan yang diamati selama proses produksi selama rentang waktu 1 Oktober 2022 hingga 31 Maret 2023, dikategorikan berdasarkan tiga kategori cacat.

Tabel 1. Data Final Inspection Oktober 2022 - Maret 2023

Tahun	Periode Bulan	Jumlah Produksi (pcs)	Cacat material (pcs)	Tipe defect		Total Defect (pcs)	Persentase defect (%)
				Grinding Surface Not Good (pcs)	Visual Cat Not Good (pcs)		
2022	Oktober	12122	36	22	54	112	0.92%
	November	12232	24	39	57	120	0.98%
	Desember	10545	19	32	45	96	0.91%
2023	Januari	12132	47	18	40	105	0.87%
	Februari	12844	32	43	27	102	0.79%
	Maret	11180	44	28	51	123	1.10%
Total		71055	202	182	274	658	5.58%

Sumber : PT. XYZ, 2023

Berdasarkan data pada **Tabel 1**, terlihat bahwa bulan Maret 2023 memiliki persentase kecacatan terbesar yaitu sebesar 1,10%. Hal ini dibarengi dengan total 123 unit cacat. Sebaliknya, bulan Februari 2023 memiliki tingkat kecacatan terendah, yaitu 0,79%, dengan total 102 produk cacat. Perusahaan harus berupaya mengurangi tingkat kecacatan produk yang terjadi saat ini yaitu sebesar 1,10% seperti yang ditunjukkan oleh kinerja unggul dalam mencapai tingkat kecacatan produk sebesar 0,79%. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan mempunyai kemampuan untuk meningkatkan proses manufakturnya. PT. XYZ menerapkan langkah-langkah pengendalian kualitas dalam proses produksinya dengan menetapkan

ambang toleransi maksimum sebesar 0,5% untuk kesalahan, sesuai pedoman manajemen mutu perusahaan. Namun, jelas bahwa perusahaan kini menghadapi tantangan dalam memenuhi tujuan memperoleh Rasio Produk Baik sebesar 99,5%. Hal ini dapat disebabkan oleh masalah yang sedang berlangsung dalam proses produksi, yang menyebabkan pembuatan barang cacat dengan tingkat kualitas yang berbeda-beda. Akibatnya, sasaran Mutu yang diinginkan masih belum tercapai. Oleh karena itu, PT. XYZ memerlukan penerapan perbaikan dan peningkatan produksi. Salah satu pendekatan potensial untuk menerapkan langkah-langkah pengendalian kualitas adalah melalui penggunaan metodologi six sigma. Six Sigma adalah metodologi peningkatan kualitas yang bertujuan untuk mencapai tujuan 3,4 cacat per sejuta peluang atau *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) untuk semua produk, termasuk komoditas dan jasa. Tujuan utama penerapan Six Sigma adalah untuk meminimalkan terjadinya cacat [13].

Berdasarkan definisi six sigma di atas, dapat disimpulkan bahwa dari sudut pandang statistik, six sigma merupakan tujuan peningkatan kualitas yang bertujuan untuk mencapai suatu proses dengan tingkat kerusakan 3,4 kejadian per juta unit [14]. peningkatan kualitas six sigma dapat dilaksanakan dengan metode DMAIC (*define, measure, analyze, improve, control*) [15]. Siklus DMAIC, yang digunakan dalam kerangka program peningkatan kualitas six sigma adalah proses metodis yang berupaya menemukan dan mengatasi masalah, memastikan penyebab mendasarnya, dan pada akhirnya merancang solusi efektif untuk perbaikannya [16]. Penggunaan Six Sigma menggabungkan metrik kegagalan yang menguantifikasi kegagalan dalam konteks sejuta peluang. Metrik *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) digunakan dalam metodologi pengukuran six sigma.

Konsep tingkat sigma sering dikaitkan dengan penilaian kemampuan proses, yang biasanya diukur menggunakan metrik cacat per juta peluang (DPMO) [17]. Penelitian yang dilakukan oleh [18]–[22] telah terbukti bahwa penggunaan teknik six sigma secara konsisten untuk pengendalian kualitas dapat secara efektif menghilangkan kesalahan di seluruh proses operasional dalam suatu perusahaan. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metodologi six sigma, yang berupaya memitigasi frekuensi kesalahan produk untuk mencapai tujuan organisasi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ mulai tanggal 27 Maret 2023 sampai dengan 27 April 2023. Penelitian menggunakan data primer antara lain data produksi, data *Critical to Quality* (CTQ) dan data cacat produksi yang diterima dari PT. XYZ. Data yang diperoleh terdiri dari data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif mengacu pada informasi numerik yang mempertahankan kuantitas produksi dan kejadian barang rusak. Data kualitatif mengacu pada informasi tertulis yang mencakup rincian mengenai banyak aspek seperti sifat barang yang cacat, faktor-faktor yang menyebabkan cacat produk, komponen proses pembuatan, dan bahan mentah yang digunakan. Penelitian ini mencakup banyak strategi pengumpulan data, termasuk observasi, wawancara, dan dokumentasi, untuk mengumpulkan informasi yang relevan.

Berdasarkan data historis mengenai proses produksi yang dilakukan di PT. XYZ, terlihat bahwa terjadinya produk cacat pada proses produksi *leaf spring* berkisar antara 0,79% hingga 1,10% selama periode Oktober 2022 hingga Maret 2023. Wawancara yang dilakukan dengan pihak perusahaan mengungkapkan bahwa persentase tersebut melebihi spesifikasi standar perusahaan yang menetapkan target 0,50% untuk produk cacat. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menyelidiki proses produksi *leaf spring*.

Penelitian ini menggunakan metode six sigma untuk mengurangi timbulnya item yang rusak. Pemilihan metode six sigma didasarkan pada rekam jeaknya dalam memitigasi atau menghilangkan kesalahan produk. Proses six sigma mencakup serangkaian langkah, termasuk *Define, Measure, Analysis, Improvement, dan Control* [23]. Berikut merupakan penjelasan. Tahapan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Definisi

Tahapan yang dimaksud merupakan tahap pertama dalam metodologi Six Sigma. Selama fase ini, tujuan akan ditetapkan dan jumlah keseluruhan cacat produk akan dipastikan. Selama fase ini, metrik Kritis terhadap Kualitas (CTQ) juga ditetapkan dengan memasukkan umpan balik dari konsumen terkait kualitas produk [24].

Pengukuran

Dalam langkah ini terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan, khususnya mengidentifikasi cacat yang ada, yang disebut sebagai parameter Kritis terhadap Kualitas (CTQ), melalui penggunaan diagram Pareto, menghitung nilai keseluruhan Cacat Per Juta Peluang (DPMO), dan mengevaluasi tingkat sigma [25].

Analisis

Fase ini melibatkan pemeriksaan, eksplorasi, dan identifikasi sumber yang mendasari suatu masalah. Penggunaan diagram sebab akibat dapat memudahkan penyelesaian pencarian solusi. Diagram sebab akibat digunakan dalam konteks pengendalian proses statistik untuk merepresentasikan secara visual-variabel penyebab dan atribut kualitas (akibat) yang muncul dari faktor penyebab tersebut [26].

Improvement

Selama fase ini, potensi peningkatan kualitas dilakukan melalui penggunaan teknik *brainstorming* dan pertimbangan selanjutnya dengan organisasi. Tahap perbaikan merupakan komponen integral dari keseluruhan proses. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini meliputi peningkatan proses untuk mengurangi atau menghilangkan variansi, serta menghasilkan alternatif inovatif dan rencana perbaikan [27].

Pengendalian

Tahap khusus ini berfungsi sebagai tahap pengawasan terhadap prosedur yang ditingkatkan. Penerapan pengendalian ini dapat dicapai melalui penggunaan alat yang sudah ada atau alat alternatif [28].

3. Hasil dan Pembahasan

Temuan yang diperoleh dari penyelidikan ini sejalan dengan perkembangan berurutan dari metodologi Six Sigma DMAIC, yang mencakup lima fase yang terdefinisi dengan baik dan memberikan hasil sebagai berikut :

Definisi

Pada fase ini, produk yang diselidiki ditentukan dengan tujuan meningkatkan kualitasnya secara keseluruhan. Berdasarkan temuan observasi, teridentifikasi adanya permasalahan yang mengkhawatirkan terhadap barang cacat. Permasalahan produk cacat yang disebabkan oleh cacat material dengan total kecacatan sebanyak 202 pcs, yang mengakibatkan total 202 *defect*. Selain itu, terdapat 182 cacat terkait permukaan gerinda, dan 274 cacat terkait cat yang tidak sempurna secara visual. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan rekapitulasi produk *defect* saat proses produksi yang didapat dari data *history* perusahaan pada periode Oktober 2022 hingga Maret 2023. Pemeriksaan Data Akhir periode Oktober 2022 hingga Maret 2023 ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Langkah selanjutnya adalah identifikasi faktor Kritis terhadap Kualitas (CTQ) yang bergantung pada jenis cacat tertentu yang terlihat pada produk *leaf spring*. Metode penentuan Kritis terhadap Kualitas (CTQ) melibatkan identifikasi kualitas yang memiliki kapasitas untuk terwujud sebagai cacat dalam proses produksi akhir. Identifikasi ini dilakukan dengan menganalisis data kesalahan produksi, mulai dari yang paling signifikan hingga yang paling tidak signifikan. Dalam proses pembuatan pegas daun, ada tiga faktor *Critical-to-Quality* (CTQ) yang menjadi pertimbangan :

1. *Visual Cat Not Good* : Cacat yang disebabkan karena visual cat yang menggumpal ataupun tidak rata
2. *Surface Gerinda Not Good* : Proses repair dengan cara penggerindaan tetapi hasil gerinda yang tidak rata
3. *Cacat Material* : Cacat baja flatbar yang tidak teridentifikasi

Pengukuran

Tahap *measure* yang merupakan langkah operasional kedua dalam penerapan metodologi six sigma bertujuan untuk mengevaluasi dan mendapatkan wawasan tentang keadaan proses organisasi. Pada tahap pengukuran ini, penilaian kinerja proses produksi pada pembuatan *leaf spring* akan dilakukan dengan metrik *Defects Per Million Opportunities* (DPMO), yang kemudian diubah menjadi ukuran sigma. Sebelum melakukan perhitungan yang berkaitan dengan Cacat Per Juta Peluang (DPMO), penting untuk menetapkan atribut kualitas atau elemen Kritis terhadap Kualitas (CTQ) yang terkait dengan proses tertentu. Prosedur pembuatan *leaf spring* memiliki tiga faktor Kritis terhadap Kualitas (CTQ). Selain itu, penentuan kapasitas produksi suatu perusahaan untuk barang *leaf spring* juga dilakukan melalui penggunaan peta kendali atau *control chart*. **Tabel 2** berikut merupakan proporsi terjadinya produk cacat pada proses pembuatan *leaf spring*.

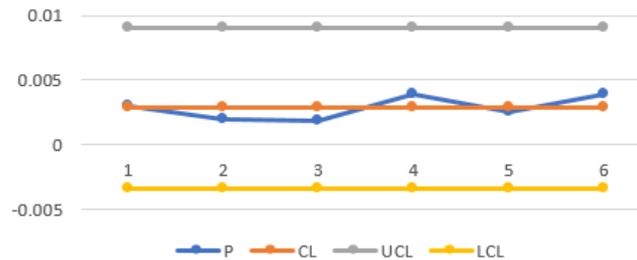
Tabel 2. Rekapitulasi Proporsi Cacat

No.	Periode	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	P	CL	UCL	LCL
Cacat Material							
1.	Oktober 2022	12122	36	0.00297	0.00284	0.00907	-0.00338
2.	November 2022	12232	24	0.001962	0.00284	0.00907	-0.00338
3.	Desember 2022	10545	19	0.00180	0.00284	0.00907	-0.00338

No.	Periode	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	P	CL	UCL	LCL
4.	Januari 2023	12132	47	0.003874	0.00284	0.00907	-0.00338
5.	Februari 2023	12844	32	0.002491	0.00284	0.00907	-0.00338
6.	March 2023	11180	44	0.003936	0.00284	0.00907	-0.00338
<i>Cacat Surface Gerinda Not Goot (NG)</i>							
1	Oktober 2022	12122	22	0.001815	0.00256	0.00847	-0.00335
2	November 2022	12232	39	0.003188	0.00256	0.00847	-0.00335
3	Desember 2022	10545	32	0.00303	0.00256	0.00847	-0.00335
4	Januari 2023	12132	18	0.001484	0.00256	0.00847	-0.00335
5	Februari 2023	12844	43	0.003348	0.00256	0.00847	-0.00335
6	March 2023	11180	28	0.00250	0.00256	0.00847	-0.00335
<i>Cacat Visual Cat Not Goot (NG)</i>							
1	Oktober 2022	12122	54	0.004455	0.00386	0.01110	-0.00339
2	November 2022	12232	57	0.00466	0.00386	0.01110	-0.00339
3	Desember 2022	10545	45	0.00427	0.00386	0.01110	-0.00339
4	Januari 2023	12132	40	0.00330	0.00386	0.01110	-0.00339
5	Februari 2023	12844	27	0.00210	0.00386	0.01110	-0.00339
6	March 2023	11180	51	0.004562	0.00386	0.01110	-0.00339

Sumber : Pengolahan Data Primer, 2023

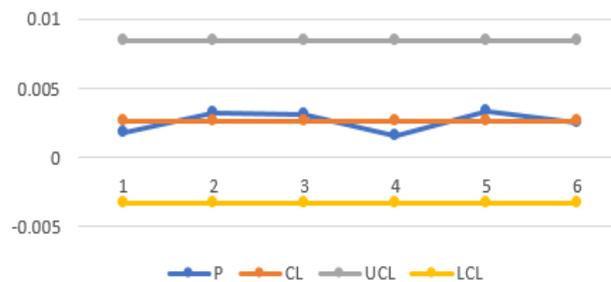
Peta kendali kemudian dibuat berdasarkan data yang ditunjukkan pada **Tabel 2**. Peta kendali adalah representasi grafis yang menggambarkan batas kendali atas dan bawah suatu proses [29]. Tahap ini meliputi pembuatan peta kendali dengan menggunakan metodologi p-chart. Analisis P-Chart adalah metode yang digunakan untuk menilai fraksi komponen cacat di dalam produk jadi, sehingga mendapatkan identifikasi kesalahan sebelum penjualan produk [30]. **Gambar 1** merupakan p-chart pada proses pembuatan *leaf spring*.



Gambar 1. Kendali Cacat Material

Sumber : Pengolahan Data Primer, 2023

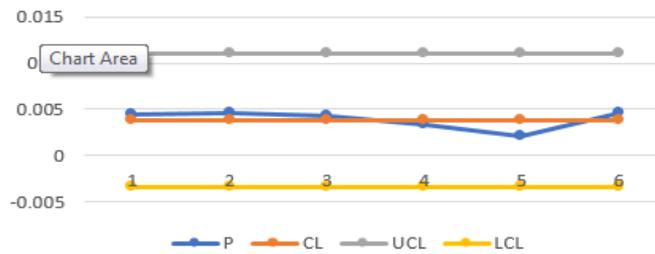
Dalam konteks cacat material diperoleh nilai rata-rata sebesar 0,00284, batas kendali atas (UCL) sebesar 0,00907, dan batas kendali bawah (LCL) sebesar -0,00338. Berdasarkan data pada **Gambar 2**, terlihat bahwa sesar material yang teramati masih berada dalam batas kendali yang telah ditetapkan.



Gambar 2. Kendali Surface Gerinda NG

Sumber : Pengolahan Data Primer, 2023

Pada cacat *surface* gerinda, diketahui bahwa *central line* sebesar 0.00256, UCL sebesar 0.00847, dan LCL sebesar -0.00335. Berdasarkan **Gambar 3** dapat diketahui bahwa *defect* jenis *Surface Gerinda NG* masih dalam batas kendali.



Gambar 3. Kendali Visual Cat NG
Sumber : Pengolahan Data Primer, 2023

Pada cacat *surface* gerinda, diketahui bahwa *central line* sebesar 0.00386, UCL sebesar 0.01110, dan LCL sebesar -0.00339. Berdasarkan **Gambar 3** dapat diketahui bahwa *defect* jenis *Surface Gerinda NG* masih dalam batas kendali

Untuk menilai daya saing suatu perusahaan di sektor industri, perlu dihitung nilai sigma yang menjadi standar penilaian kualitas pembuatan pegas daun. Prosedur selanjutnya dan ekspresi matematis untuk perhitungan *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) dan tingkat sigma sebagai berikut [31] :

$$\begin{aligned} \text{TOP (Total Opportunities)} &= \text{Total Production} \times \text{CTQ} & (1) \\ \text{DPO (Defect Opportunities)} &= \text{Total Defect} / \text{TOP} & (2) \\ \text{Dpmo (Defect Per Million Opportunities)} &= \text{DPO} \times 1000000 & (3) \\ \text{Sigma (Ms. Excel)} &= \text{Norm.S.INV}((1000000-\text{DPMO})/1000000) + 1.5 & (4) \end{aligned}$$

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Nilai Sigma

Periode	Jumlah Produksi (Pcs)	jumlah cacat (Pcs)	CTQ	TOP	DPO	DPMO	Sigma Level
Oktober 2022	12122	112	3	36366	0.0030798	3080	4.24
November 2022	12232	120	3	36696	0.00327011	3270	4.22
Desember 2022	10545	96	3	31635	0.00303461	3035	4.24
Januari 2023	12132	105	3	36396	0.00288493	2885	4.26
Februari 2023	12844	102	3	38532	0.00264715	2647	4.29
March 2023	11180	123	3	33540	0.00366726	3667	4.18
Rata-rata						3097	4.24

Sumber : Pengolahan Data Primer, 2023

Berdasarkan **Tabel 3** terlihat rata-rata nilai DPMO periode Oktober 2022 sampai dengan Maret 2023 adalah sebesar 3097 pcs yang jika dikonversikan ke nilai sigma adalah sebesar 4,24. Hal ini menunjukkan bahwa dalam satu juta peluang terdapat 3097 peluang proses produksi menghasilkan produk cacat.

Analisis

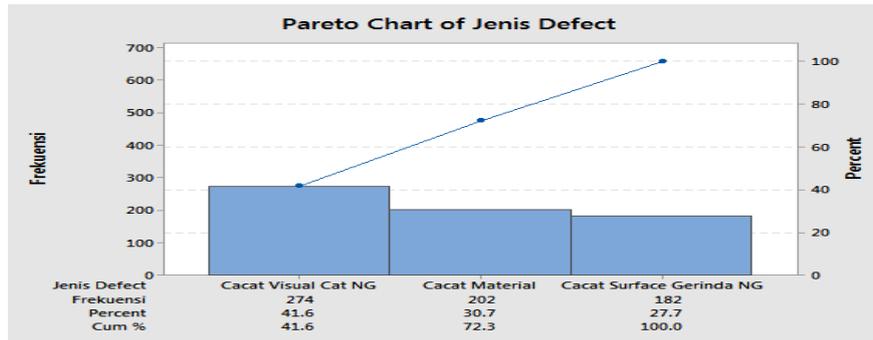
Pada tahap ini, mencakup studi yang dilakukan untuk memastikan jenis cacat yang umum terjadi dalam proses pembuatan *leaf spring*, serta untuk mengidentifikasi faktor-faktor mendasar yang berkontribusi terhadap produksi barang rusak pada komponen tersebut. Pada tahap ini analisis dilakukan dengan menggunakan Diagram Pareto dan Analisis *Root Cause* menggunakan Diagram Tulang Ikan. Selanjutnya disajikan temuan Diagram Pareto dan Diagram Tulang Ikan terkait pada proses pembuatan *spring leaf* seperti pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Frekuensi Cacat Pada Proses Pembuatan Leaf Spring

Jenis Cacat Proses	Frekuensi Cacat	Frekuensi Kumulatif	Persentase cacat	Persentase Kumulatif
Cacat Material	202	202	30.70%	30.70%
Cacat Surface Gerinda NG	182	384	27.66%	58.36%
Cacat Visual Cat NG	274	658	41.64%	100.00%

Sumber : Pengolahan Data Primer, 2023

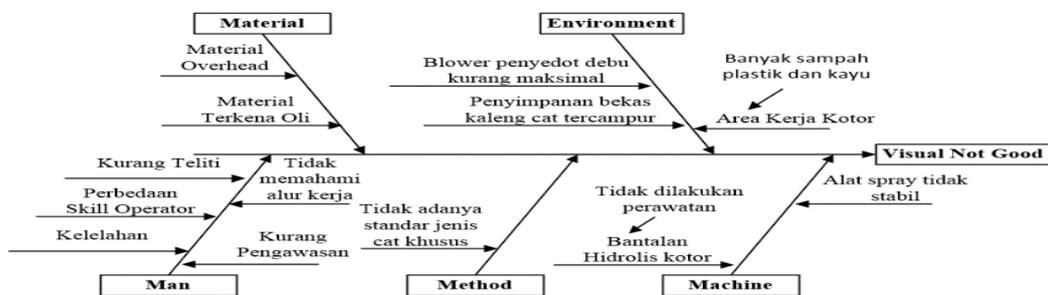
Diagram Pareto kemudian dibuat berdasarkan data yang disajikan pada **Tabel 4**. Data yang ditunjukkan pada **Gambar 4** mengilustrasikan hasil yang diperoleh dari pembuatan diagram Pareto, yang diperoleh dari analisis frekuensi cacat yang diamati dalam proses pembuatan *leaf spring*.



Gambar 4. Diagram Pareto

Berdasarkan **Gambar 4** diagram Pareto terlihat jenis kecacatan yang paling dominan berdasarkan dari nilai kumulatifnya. Prinsip Pareto berpendapat bahwa proporsi yang signifikan, yaitu 80% dari keluaran atau konsekuensi dari fenomena tertentu dapat dikaitkan dengan proporsi yang relatif lebih kecil, yaitu 20%, dari masukan atau penyebab [32]. Berdasarkan prinsip Pareto, yang sering dikenal sebagai aturan 80:20, dikemukakan bahwa 80 persen masalah kualitas dapat disebabkan oleh 20 persen penyebab utama cacat. Oleh karena itu, pemilihan kesalahan dilakukan dengan jumlah keseluruhan sebesar 20 persen, berdasarkan premis bahwa subset ini cukup mewakili semua jenis cacat yang muncul.

Berdasarkan **Gambar 4** tersebut diketahui bahwa cacat produk yang paling menonjol diidentifikasi cacat dikarenakan *visual not good*, yang merupakan persentase total kumulatif tertinggi sebesar 41.6% di antara semua jenis cacat. Selanjutnya, akar penyebab masalah dapat dipastikan dengan menggunakan diagram tulang ikan, yang membantu dalam mengidentifikasi faktor-faktor mendasar yang berkontribusi terhadap cacat produk yang mengakibatkan peningkatan anomali. Di **Gambar 5** ini adalah grafik tulang ikan yang menggambarkan beberapa jenis kegagalan proses.



Gambar 5. Diagram Fishbone Jenis Cacat Visual Cat NG

Gambar 5 mengilustrasikan banyak elemen yang berkontribusi terhadap cacat produk, termasuk cacat estetika seperti cat di bawah standar. Faktor-faktor ini dapat dikategorikan menjadi lima penyebab utama: material, lingkungan, faktor manusia, prosedur, dan mesin. Terjadinya cacat material dapat disebabkan oleh dua faktor utama: paparan bahan mentah atau material terhadap minyak, dan dampak kondisi *overhead* pada material. Cacat dalam produksi dapat disebabkan oleh faktor manusia, termasuk kelelahan pekerja, berkurangnya akurasi, pemahaman yang tidak memadai, variabilitas dalam kemahiran operator, dan kurangnya pengawasan. Cacat pada faktor metode disebabkan oleh tidak adanya SOP dalam penggunaan jenis cat khusus sehingga warna yang dihasilkan berbeda-beda.

Di sisi lain, faktor mesin dapat ditelusuri kembali ke bantalan hidrolis yang tidak bersih akibat praktik perawatan yang tidak teratur, serta ketidakstabilan peralatan lembaran. Permasalahan lingkungan hidup muncul dari tidak optimalnya fungsi blower penyedot debu, penyimpanan kaleng cat campur yang tidak tepat, lingkungan kerja yang tidak bersih akibat penumpukan sampah plastik dan limbah kayu dalam jumlah besar.

Improvement

Tahap ini memerlukan pengembangan dan pelaksanaan tindakan strategis yang bertujuan untuk menerapkan prinsip dan metodologi peningkatan kualitas six sigma secara efektif. Memahami faktor-faktor

mendasar yang berkontribusi terhadap kesalahan produk, usulan atau gagasan selanjutnya untuk menerapkan tindakan perbaikan yang bertujuan mengurangi prevalensi cacat diuraikan di **Tabel 5**.

Tabel 5. Usulan Tindak Perbaikan visual *cat not good*

Unsur	Faktor Penyebab	Usulan Tindak Perbaikan
<i>Environment</i>	Blower penyedot debu kurang maksimal	Dilakukan pengecekan secara berkala tiap pergantian sif agar tidak tersebar ke bilik tempat pengecatan
	Area kerja kurang nyaman	Melakukan 5S agar lingkungan sekitar terlihat bersih
	penyimpanan bekas kaleng cat yang tercampur	Disediakan palet kosong untuk penempatan jenis cat dan juga thinner
<i>Material</i>	Material terkena oli	Melakukan perawatan pada mesin SSP (stress shoot peening) secara rutin untuk menghindari abnormality atau cipratan oli
	Material Overhead (Pemanasan berlebih)	Melakukan penggerindaan pada material yang mengalami terjadinya gelembung akibat overhead, Melakukan <i>adjustable</i> terhadap suhu pemanasan dan waktu pemanasan
<i>Man</i>	Kurang teliti dan kurang fokus	Memberikan pelatihan atau training ke pekerja
	Perbedaan penilaian terhadap skill operator	Memberikan training untuk mengetahui kualitas dari setiap operator
<i>Method</i>	Tidak adanya standar penggunaan	Melakukan <i>trial error</i> untuk menemukan cat terbaik dan dibuatkan SOP untuk penggunaan jenis cat tersebut
<i>Machine</i>	Alat <i>spray</i> cat tidak stabil	Melakukan perawatan terhadap mesin dan dibuatkan <i>daily check</i> mesin untuk mempermudah pengawasan mesin
	Bantalan Hidrolis kotor	Dilakukan <i>maintenance</i> pada bantalan hidrolis atau perlu diganti setiap bulan karena kerak cat yang menumpuk

Sumber : Pengolahan Data Primer, 2023

Berdasarkan temuan yang ditunjukkan pada **Tabel 5**, terlihat jelas bahwa sejumlah rekomendasi perbaikan diperoleh melalui proses *brainstorming* dengan organisasi. Untuk mengatasi masalah lingkungan, inspeksi rutin dilakukan untuk mencegah penempatan bahan berbahaya di area pengecatan. Selain itu, prinsip metodologi 5S digunakan untuk menyediakan lingkungan sekitar yang bersih dan terorganisir. Selain itu, palet kosong juga disediakan untuk menyimpan cat dan bahan pengencer dengan baik. Langkah-langkah yang disarankan untuk restorasi material mencakup dua faktor utama: pertama, menggunakan kombinasi teknik pembersihan canggih dan pengencer untuk secara efektif menghilangkan residu minyak yang ada pada material; dan kedua, melakukan penggilingan pada permukaan atas material.

Mengenai variabel yang berkaitan dengan pelatihan manusia atau pelatihan pekerja, salah satu aspek penting adalah cara penilaian Prosedur Operasi Standar (SOP) dilakukan dan verifikasi penerapan SOP selanjutnya. Dalam rangka pengoperasian mesin, dilakukan prosedur perawatan terhadap mesin yang disertai dengan pemeriksaan harian untuk memudahkan pemantauan kondisi mesin dan penetapan jadwal perawatan rutin.

Pengendalian

Fase ini memiliki aturan yang memprioritaskan upaya perbaikan berkelanjutan. Langkah-langkah berikut mencakup pengendalian yang dapat digunakan selama proses produksi *leaf spring*.

Tabel 6. Counter Measure

No.	Control Subject	Tools	How Often	Checking Criteria	Who
1.	Product control	Control Chart	Daily	Hours	QC Team
2.	Calibration machine	TPM	Pershift Daily	MTBF	Mtc Team
3.	Standarisasi SOP	SOP	Annually	Quality Report	QA Team
4.	Maintenance	OEE	Pershift Daily	Check sheet	Prod Team
5.	Machine Control	RCM	Weekly	MTTR & MTF	Prod Team

Sumber : PT. XYZ, 2023

Pada **Tabel 6** diketahui bahwa terdapat beberapa pengendalian yang harus dilakukan pada proses pembuatan *leaf spring* pada PT. XYZ yaitu pengendalian produk, kalibrasi mesin, standarisasi SOP, pengendalian mesin, dan pemeliharaan. Dalam melaksanakan kegiatan pengendalian tersebut, pihak-pihak yang terlibat adalah bagian kendali mutu, tim pemeliharaan, dan tim produksi.

4. Kesimpulan

Studi ini menemukan bahwa rata-rata tingkat Sigma pada pembuatan *leaf spring* adalah 4,24 dan perhitungan nilai DPMO memprediksi 3097 kesalahan. Dalam produksi *leaf spring*, variabel lingkungan, manusia, teknik, material, dan mesin dapat menimbulkan masalah. Variabel lingkungan yang memerlukan perbaikan diperiksa secara berkala untuk menghindarinya pada area pengecatan, 5S digunakan untuk menjaga kebersihan lingkungan, dan diberikan palet kosong untuk tempat cat dan tiner. Aspek perbaikan material yang dianjurkan antara lain pencucian dengan lebih lanjut yang dipadukan dengan tiner untuk menghilangkan material yang terkena minyak dan penggerindaan material di atasnya. Dalam pelatihan manusia atau pelatihan pekerja, tinjauan SOP dan konfirmasi implementasi sangatlah penting. Perawatan mesin dan pemeriksaan mesin harian, membuat pemantauan mesin dan penjadwalan perawatan berkala menjadi lebih sederhana dalam faktor mesin.

Faktor lingkungan menjadi penyebab permasalahan tersebut, sehingga disarankan beberapa perbaikan antara lain melakukan pengecekan secara berkala agar tidak menjalar ke ruangan tempat pengecatan, menerapkan 5S untuk menjaga kebersihan lingkungan, dan menyediakan palet kosong untuk cat dan cat lebih tipis. Aspek perbaikan material yang dianjurkan antara lain pencucian dengan *advanced* yang dipadukan dengan tiner untuk menghilangkan material yang terkena minyak dan penggerindaan material di atasnya. Dalam pelatihan manusia atau pelatihan pekerja, tinjauan SOP dan konfirmasi implementasi sangatlah penting. Perawatan mesin dan pemeriksaan mesin harian membuat pemantauan mesin dan penjadwalan perawatan berkala menjadi lebih sederhana dalam faktor mesin. Pengendalian produk menggunakan diagram kendali, kalibrasi mesin, standardisasi SOP, pengendalian mesin, dan pemeliharaan diusulkan untuk memperbaiki kesalahan ini. Kontrol ini mencakup departemen kontrol kualitas, tim pemeliharaan, dan tim produksi.

5. Referensi

- [1] A. Widodo and D. Soediantono, "Benefits of the Six Sigma Method (DMAIC) and Implementation Suggestion in the Defense Industry : A Literature Review Manfaat Metode Six Sigma (DMAIC) dan Usulan Penerapan Pada Industri Pertahanan : A Literature Review," ... *J. Soc. Manag. Stud.*, vol. 3, no. 3, pp. 1–12, 2022, [Online]. Available: <https://ijosmas.org/index.php/ijosmas/article/view/138%0Ahttps://ijosmas.org/index.php/ijosmas/article/download/138/104>
- [2] D. Irawan, "Peningkatan Daya Saing Usaha Micro Kecil dan Menengah Melalui Jaringan Usaha," *Coopetition J. Ilm. Manaj.*, vol. X, no. 2, pp. 103–116, 2020.
- [3] S. Sarman and D. Soediantono, "Literature Review of Lean Six Sigma (LSS) Implementation and Recommendations for Implementation in the Defense Industries," *J. Ind. Eng. & Manag. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 24–34, 2022, [Online]. Available: <https://jiemar.org/index.php/jiemar/article/view/273>
- [4] A. Rachman, "Analisis Pengaruh Bukti Fisik dan Jaminan Layanan Terhadap Kepuasan Pelanggan dan Loyalitas Pelanggan Dalam Menggunakan Jasa Peyewa Mobil (Kasus Pada PT Pusaka Prima Transport)," *Univ. Ina.*, vol. 14, no. 3, pp. 17–35, 2015.
- [5] H. Alfadilah, A. F. Hadining, and H. Hamdani, "Pengendalian Kualitas Produk Cacat Piece Pivot pada PT. Trijaya Teknik Karawang Menggunakan Seven tool dan Analisis Kaizen," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2814–2822, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i1.3667.
- [6] E. P. Tagge, A. S. Thirumoorthi, J. Lenart, C. Garberoglio, and K. W. Mitchell, "Improving operating room efficiency in academic children's hospital using Lean Six Sigma methodology," *J. Pediatr. Surg.*, vol. 52, no. 6, pp. 1040–1044, 2017, doi: 10.1016/j.jpedsurg.2017.03.035.
- [7] Y. Trakulsunti and J. Antony, "Can Lean Six Sigma be used to reduce medication errors in the health-care sector?," *Leadersh. Heal. Serv.*, vol. 31, no. 4, pp. 426–433, 2018, doi: 10.1108/LHS-09-2017-0055.
- [8] H. Kartika, "Perbaikan Kualitas Dengan Menggunakan Gugus Kendali Mutu," *J. Ilmu Tek. dan Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 57–65, 2018.
- [9] Catur Desiana and Gde Agus Yudha PrawiraAdistana, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Floordeck dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) pada PT. Mulcindo Steel Industri," *ejournal.unesa.ac.id*, pp. 1–10, 2022.
- [10] M. K. Hadi, "Analisis Quality Control Terhadap Risiko Kerusakan Produk (Study Pada PT.Semen Baturaja (Persero), Tbk Bandar Lampung)," Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2017.
- [11] D. W. Ariani, *Manajemen Operasi*, Edisi ke-3. Universitas Terbuka, 2017.

- [12] N. A. Hasna and R. A. Purnama, "Pengaruh Biaya Produksi dan Biaya Kualitas Terhadap Harga Jual yang Terdapat di PT Akasha Wira International Tbk," *J. Mhs. Akunt.*, vol. 2, no. 1, pp. 214–231, 2021.
- [13] V. Gasperz, *Total Quality Management*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2002.
- [14] D. Lintang Trenggonowati *et al.*, "Pengendalian Kualitas Produk Baja Tulangan Sirip S16 Menggunakan Metode Six Sigma di PT. XYZ Quality Control of S16 Flipper Reinforced Steel Products Using the Six Sigma Method at PT. XYZ," *Integr. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 2, p. 13, 2020.
- [15] H. Sirine, E. P. Kurniawati, S. Pengajar, F. Ekonomika, D. Bisnis, and U. Salatiga, "Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus pada PT Diras Concept Sukoharjo)," *AJIE-Asian J. Innov. Entrep.*, vol. 02, no. 03, pp. 2477–3824, 2017, [Online]. Available: <http://www.dirasfurniture.com>
- [16] A. Irwanto, D. Arifin, and M. M. Arifin, "Peningkatan Kualitas Produk Gearbox Dengan Pendekatan Dmaic Six Sigma Pada PT. X, Y, Z," *J. Kalibr. - Karya Lintas Ilmu Bid. Rekayasa Arsitektur, Sipil, Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–17, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.borobudur.ac.id/index.php/teknik/article/view/638>
- [17] A. Ridwan, F. Arina, and A. Permana, "Peningkatan kualitas dan efisiensi pada proses produksi dunnage menggunakan metode lean six sigma (Studi kasus di PT. XYZ)," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 16, no. 2, p. 186, 2020, doi: 10.36055/tjst.v16i2.9618.
- [18] R. C. Lestari, K. F. Handayani, G. G. Firmansyah, and M. Fauzi, "Upaya Meminimalisasi Cacat Produk Dengan Implementasi Metode Lean Six Sigma (Studi Kasus Perusahaan PT. XYZ)," *J. Ilm. Stat. dan Ekon.*, vol. 2, no. 1, pp. 82–93, 2022.
- [19] M. Jasuli and A. Wahid, "Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Pada Produk AMKDK Cup 220 Ml(POJUR) Dalam Upaya Meminimalisir Terjadinya Reject Pada CV. Lia Tirta Jaya Prigen," *J. Cakrawala Ilm.*, vol. 2, no. 10, pp. 1–7, 2008.
- [20] A. Nancy, "Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Dengan Metode Lean Six Sigma Untuk Meminimalisir Cacat Produk Pada PT Adi Satria Aadi," *SENTRI J. Ris. Ilm.*, vol. 2, no. 7, pp. 2973–2808, 2023.
- [21] F. Rozi and A. J. Nugroho, "Upaya Perbaikan Kualitas Produk Batik Di Batik Allusnan Menggunakan Metode Six Sigma Dan New Seven Tools," *J. Cakrawala Ilm.*, vol. 1, no. 11, pp. 2971–2982, 2022.
- [22] F. Ahmad, "Six Sigma Dmaic Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi Pada Ukm," *Jisi Um*, vol. 6, no. 1, p. 7, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi/article/view/4061>
- [23] V. Gaspersz, *Lean six sigma for manufacturing and service industries : strategi dramatik reduksi cacat /kesalahan, biaya, inventori, dan lead time dalam waktu kurang dari 6 bulan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2007.
- [24] N. R. Nurwulan, A. A. Taghsya, and E. D. Astuti, "Pengendalian Kualitas Hasil Produksi Cetak Buku Dengan Menggunakan Metode Six Sigma," *JIME (Journal Ind. Manuf. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 30–40, 2021.
- [25] A. Bahauddin and M. R. Latif, "Pengendalian kualitas base oil menggunakan metode six sigma," *J. Ind. Serv.*, vol. 7, no. 2, p. 269, 2022, doi: 10.36055/jiss.v7i2.14401.
- [26] T. W. Putri and M. Suryanto, "Penerapan Metode Statistical Process Control sebagai Pengendalian Mutu Bata Ringan," *J. Ilmu Kependidikan*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2020.
- [27] M. R. Wahyudi, I. Baihaqi, and P. Prihananto, "Implementasi Six Sigma untuk Perbaikan Proses Bisnis dan Perancangan Prosedur Operasional Standar: Studi Kasus pada Nasi Krawu Bu Tiban Gresik," *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v9i2.54031.
- [28] D. Cesaron and Tandianto, "Penerapan Metode Six Sigma Dengan Pendekatan Dmaic Pada Proses Handling Painted Body Bmw X3 (Studi Kasus: Pt. Tjahja Sakti Motor)," *J. PASTI*, vol. IX, no. 3, pp. 248–256, 2019.
- [29] D. Saputra and A. S. Slamet, "Implementasi ' Control Chart' Untuk Meningkatkan Mutu Layanan Publik Dibidang Internet Pada Pt. Telkomsel," *J. Sos. dan Humanis Sains*, vol. 5, no. 1, pp. 13–21, 2020.
- [30] G. D. Putra, P. A. Pangestu, and I. Puspitasari, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Analisis P Chart Untuk Mengetahui Penyebab Produk Rusak Di PT. Krakatau Steel," *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory*, vol. 3, no. 1, pp. 7–10, 2022.

-
- [31] R. Agista and S. Imam, “Penerapan Metode DMAIC Six Sigma Dalam Pengendalian Kualitas Kemasan Karton Lipat (KKL) Produk X di PT XYZ,” *Proceeding Seminar Nasional Teknologi Cetak Dan Media Kreatif (Tetamekraf)*, vol. 1, no. 2, pp. 414–421, 2022.
- [32] R. Dunford, Q. Su, E. Tamang, A. Wintour, and Project, “The Pareto Principle Puzzle,” *Plymouth Student Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 140–148, 2014.