

PENERAPAN METODE SIX SIGMA DALAM UPAYA MINIMASI DEFECT INJECTION MOULDING PADA PROSES PRODUKSI MAINAN PLASTIK TUNGGANG ANAK

Shelvi Afrilia¹⁾, Wilson Kosasih²⁾, M. Agung Saryatmo³⁾

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara
e-mail: ¹⁾shelvi.545190050@stu.untar.ac.id, ²⁾wilsonk@ft.untar.ac.id, ³⁾mohammads@ft.untar.ac.id

ABSTRAK

Perusahaan ini merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi mainan tunggang anak dari plastik. Alur produksinya dimulai dari pencampuran bahan baku, proses injeksi, proses perakitan, dan proses packing. Selama proses produksinya, ditemukan defect yang jumlahnya cukup banyak pada proses injeksi. Dengan total sembilan jenis defect yang terjadi yaitu defect short shot, warna tidak sesuai, cloudy, sticking, cracking, black streaks, flashing, voids, dan lain-lain. Dengan tiga jenis defect yang paling mendominasi adalah defect short shot, defect warna tidak sesuai, dan defect cloudy dengan persentase sebesar 51,218%, 37,672%, dan 4,275%. Oleh karena itu, dilakukan analisis menggunakan metode six sigma dengan tahapannya yaitu define, measure, analyze, improve, dan control. Dalam menentukan performa perusahaan, dilakukan perhitungan nilai DPMO yang diperoleh sebesar 2.825,99 dan nilai sigma sebesar 4,267. Setelah dilakukan analisis terhadap masalah yang terjadi, didapatkan usulan dengan pembuatan check sheet per tipe produk, pembuatan check sheet penerimaan bahan baku, dan perbaikan SOP work in process. Pada tahapan control dilakukan perhitungan kembali nilai DPMO dan nilai sigma sesudah implementasi usulan. Dengan nilai DPMO sebesar 2.384,76 dan nilai sigma sebesar 4,32. Artinya terdapat peningkatan dari nilai DPMO dan nilai sigma sehingga analisis six sigma yang digunakan efektif.

Kata kunci: Injeksi, Defect, Six Sigma, DPMO, Check Sheet, SOP

ABSTRACT

This company is a manufacturing company that produces plastic children's riding toys. The production flow starts from mixing the raw materials, the injection process, the assembly process, and the packing process. During the production process, a lot of defects were found in the injection process. With a total of nine types of defects that occur, short shot defects, discoloration, cloudy, sticky, cracking, black streaks, flashing, voids, and others. The most dominating defects are short shot, discoloration, and cloudy defects with a proportion of 51,218%, 37,672%, and 4,275%. Therefore, an analysis was carried out using the six sigma method with its stages namely define, measure, analyze, improve, and control. In determining the company's performance, the calculation of the DPMO value obtained is 2825,99 and the sigma value is 4,267. After analyzing the problems, suggestions are obtained by making inspection sheets per product type, making check sheets for receiving raw materials, and improving SOPs work in process. In the control stage, the DPMO and sigma values were recalculated. With a DPMO value of 2384,76 and sigma value of 4,32. This means that there is an increase in the DPMO value and sigma value so that the six sigma analysis used is effective.

Keywords: Injection, Defect, Six Sigma, DPMO, Check Sheet, SOP

PENDAHULUAN

Perusahaan ini merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi mainan plastik tunggang anak yang didirikan pada tahun 1985 dan merupakan pelopor serta pemimpin pasar mainan plastik tunggang anak di Indonesia. Diawali dengan industri rumahan berskala kecil, kini perusahaan yang berbasis di daerah Jakarta Barat dengan area seluas 1,7 Hektar sudah mampu dan mulai mengembangkan produksi mainan skala internasional. Produk dari perusahaan ini berupa mainan tunggang anak yang komponen-komponennya terbuat dari material biji plastik serta pewarna *masterbatch* dan memiliki alur produksi dari mulai proses *mixing* (pencampuran) bahan baku, proses *injection moulding*, proses *assembly* (perakitan), dan proses *packing*.

Dalam rangka mencapai visinya yaitu menjadikan pelanggan puas dan setia serta membuat produk-produk yang senantiasa dapat bersaing baik di dalam maupun luar negeri dan misinya yaitu melakukan budaya kinerja yang baik melalui proses dan hasil yang berkualitas serta pelayanan yang tepat. Perusahaan ini terus melakukan pengendalian kualitas secara rutin pada setiap komponen mainan untuk mencegah angka *defect* yang berlebihan, Oleh karena itu pengendalian kualitas dilakukan pada setiap proses produksi produk dimulai pada saat penerimaan bahan baku, proses *injection moulding* sampai dengan proses *assembly* atau perakitan komponen-komponen mainan. Namun, berdasarkan hasil observasi lapangan yang telah dilakukan, diketahui bahwa ternyata dalam proses produksinya, masih memiliki beberapa permasalahan *defect* selama proses *injection moulding*.

Proses *injection moulding* merupakan tahapan paling penting dalam proses produksi mainan. Pada tahapan ini, bijih plastik yang telah dicampur dengan *masterbatch* akan melalui proses pelelehan untuk kemudian dilakukan proses pencetakan sehingga menghasilkan komponen mainan. Proses *injection moulding* bisa disebut juga sebagai proses pencetakan biji plastik menjadi bentuk sesuai dengan mold yang digunakan. Proses *injection moulding* umumnya cukup sederhana dan memakan waktu yang relatif cepat. Menurut Bastian Bustami dan Nurlela, *defect* merupakan produk yang dihasilkan dari proses produksi, namun tidak sesuai dengan spesifikasi mutu yang ditetapkan [1]. *Defect* pada proses *injection moulding* umumnya terjadi karena adanya kesalahan dalam pengaturan mesin serta bahan baku yang masih kotor. *Defect* pada proses *injection moulding* dikategorikan ke dalam beberapa jenis. *Defect* produk akibat proses *injection moulding* yang paling sering ditemukan adalah *defect short shot* (kurang isi), *defect* warna tidak sesuai (*discoloration*), dan *defect cloudy* (tidak mengkilap). Dimana ketiga jenis *defect* ini mendominasi sampai 90% dari total seluruh jenis *defect* yang terjadi selama proses *injection moulding*. Ada beberapa jenis *defect* lainnya seperti, *voids* (Rongga), *sticking* (Melekat), *black streaks* (Garis hitam noda bakar), *cracking* (Retak), dan *flashing* (Rembesan), dan lain-lain tetapi jumlahnya tidak sebanyak kecacatan dari tiga jenis cacat yang dihasilkan paling besar.

Perusahaan ini memiliki banyak variasi produk mainan tunggang, salah satu contoh produk dari perusahaan ini seperti pada Gambar 1.



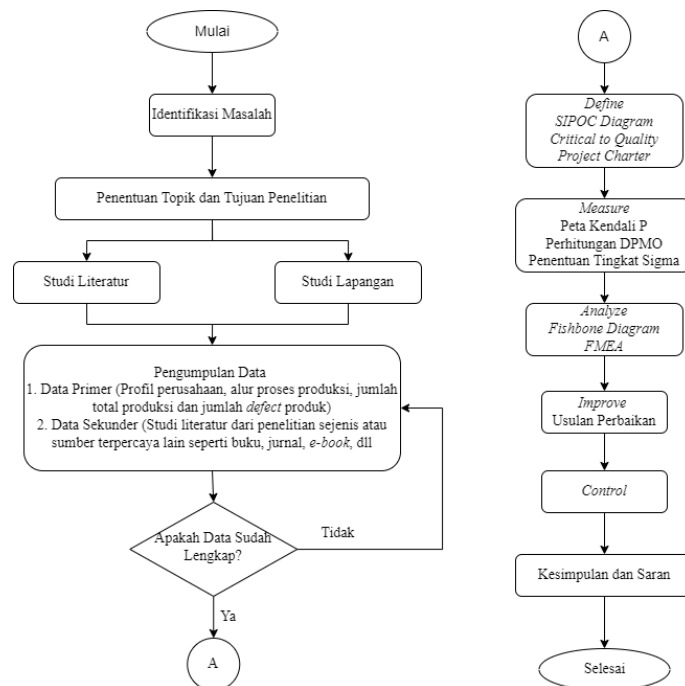
Gambar 1. Produk Mainan Plastik Tunggang Anak (AU)

Alur produksi yang dilalui pun semuanya sama. Namun yang membedakan tipe produk satu dengan yang lainnya adalah bentuk dari mould nya. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini, data yang diambil merupakan data jumlah total produksi yang terjadi di perusahaan. Data akan dianalisis menggunakan metode *six sigma*. Penggunaan metode *six sigma* diyakini merupakan metode yang tepat dikarenakan metode ini merupakan cara untuk mencapai kinerja operasi hanya 3,4 cacat untuk setiap satu juta peluang atau aktivitas yang terjadi

artinya metode *six sigma* bertujuan untuk mengurangi faktor penyebab terjadinya *defect* atau kesalahan pada perusahaan. Menurut Pete dan Holpp, pengendalian kualitas dengan *six sigma* menggunakan metode DMAIC (*define, measure, analyze, improve, control*) [2]. Dengan adanya penerapan metode DMAIC dalam perusahaan dapat melakukan peningkatan kualitas secara terus menerus dalam mencapai target *six sigma*. Metode *six sigma* juga merupakan metode yang lengkap, artinya metode ini memberikan pemahaman fakta, data, dan analisis menggunakan *statistic tools* serta pemberian perbaikan terhadap masalah yang terjadi pada bisnis.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan di perusahaan manufaktur yang berada di Jl. Pergudangan Kapuk Kamal Indah 2, Kecamatan Kalideres, Kota Jakarta Barat, DKI Jakarta. Pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi pada proses pengendalian kualitas selama proses produksi mainan tunggang anak yang berbahan baku plastik sehingga akar penyebab terjadinya *defect* proses *injection moulding* dapat berkurang. Alur pelaksanaan penelitian dibuat dalam bentuk diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada analisis kali ini, dilakukan pengambilan data pada perusahaan manufaktur mainan tunggang. Pengambilan data dilakukan menggunakan *check sheet* dan dilakukan secara manual. Berikut ini merupakan data jumlah *defect* pada setiap jenis *defect injection moulding* beserta total produksinya selama 23 minggu dari bulan April 2022 sampai bulan September 2022 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Jumlah Produksi

Minggu ke-	Jumlah Produksi	Defect (Unit)									Total
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	151.781	1	0	28	371	13	0	0	452	0	865
2	473.891	95	2	50	1385	24	165	0	1041	0	2762
3	503.249	75	0	68	1307	20	110	0	1224	0	2804
4	538.958	100	0	50	1272	0	50	60	1135	5	2672
5	397.123	266	0	435	1163	76	0	91	1045	60	3136
6	974.103	400	0	251	1401	31	11	8	1231	0	3333

Lanjutan Tabel 1. Data Jumlah Produksi

Minggu ke-	Jumlah Produksi	Defect (Unit)									Total
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
7	962.624	268	0	248	2279	146	0	0	1768	0	4709
8	196.103	60	0	40	1022	0	38	10	635	0	1805
9	359.470	50	0	42	868	0	40	6	876	0	1882
10	667.279	200	11	232	2513	45	10	15	1379	70	4475
11	1.096.913	258	0	14	2184	98	20	0	1640	17	4231
12	733.069	451	2	37	3006	70	11	30	1429	0	5036
13	557.275	172	0	55	2022	0	20	24	1630	0	3923
14	199.729	68	0	140	1159	0	20	80	574	0	2041
15	629.959	89	0	38	1735	135	35	0	2289	20	4341
16	879.294	67	0	31	2202	9	83	45	1281	10	3728
17	929.171	65	0	146	1854	40	60	0	1741	0	3906
18	710.939	273	0	140	1929	36	50	39	1361	0	3828
19	778681	148	0	25	2392	40	60	0	2578	0	5243
20	610282	122	0	19	2237	40	160	0	1661	16	4255
21	618721	62	0	370	2689	10	0	70	1370	0	4571
22	1051930	136	0	60	2671	35	240	102	1266	21	4531
23	223850	16	20	59	1574	0	35	0	723	5	2432
Total Jenis Defect		3442	35	2578	41235	868	1218	580	30329	224	

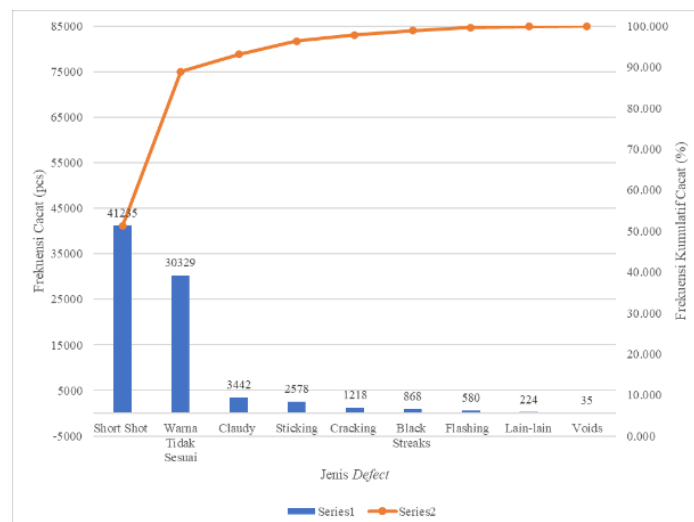
Dengan keterangan *defect* sebagai berikut: A untuk *Cloudy* (Tidak mengkilap), B untuk *Voids* (Rongga); C untuk *Sticking* (Melekat); D untuk *Short shot* (Kurang isi), E untuk *Black streaks* (Garis hitam noda); F untuk *Cracking* (Retak); G untuk *flashing* (rembesan); H untuk warna tidak sesuai; I untuk lain-lain (penyok, *sink mark*).

Tahap Define

Menurut Nasution (2015), Tujuan *define* adalah untuk mengidentifikasi produk atau proses yang akan diperbaiki dan menentukan sumber-sumber apa yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek [3]. Pada tahapan *define*, akan dilakukan identifikasi masalah yang terjadi dengan menghitung terlebih dahulu jumlah persentase produk cacat, kemudian pembuatan SIPOC diagram, pembuatan tabel *critical to quality* (CTQ), dan pembuatan *project charter*.

Jumlah Persentase Produk Cacat

Perhitungan persentase produk cacat dilakukan dengan pembuatan diagram pareto. Dari hasil tabel analisis kumulatif *defect* yang telah dibuat sebelumnya dapat diketahui bahwa frekuensi kumulatif terbesar terjadi pada jenis cacat *short shot* dengan frekuensi sebesar 41,235 pcs dan frekuensi kumulatif sebesar 51,218%. Diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 3.

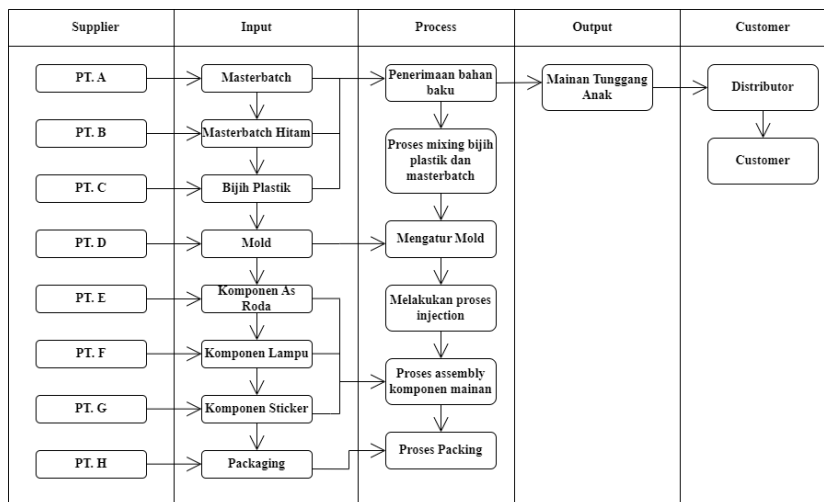


Gambar 3. Diagram Pareto

Berdasarkan diagram pareto diatas, dapat diketahui bahwa jenis cacat yang paling mendominasi pada proses *injection moulding* ini adalah *defect short shot*, *defect* warna tidak sesuai, dan *defect cloudy*.

SIPOC Diagram

Diagram SIPOC digunakan untuk menyajikan sekilas dari aliran kerja. SIPOC digunakan untuk memastikan bahwa semua orang akan melihat proses dalam cara pandang yang sama [4]. Nama SIPOC merupakan akronim dari lima elemen utama dalam sistem kualitas, yaitu: *Suppliers*, *Inputs*, *Process*, *Outputs*, *Customers* [5]. Pada penelitian kali ini, akan dibuat SIPOC diagram yang membantu untuk memberikan pengetahuan mendetail mengenai *supplier*, *input*, *proses*, *output*, dan *customer* pada perusahaan manufaktur mainan tunggang. Berikut ini merupakan gambar SIPOC diagram yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. SIPOC Diagram

Critical to Quality (CTQ)

Tujuan dilakukannya pembuatan tabel *critical to quality* ini adalah untuk menetapkan jenis-jenis *defect* yang terjadi dalam proses *injection moulding* komponen mainan. Penyajian *critical to quality* pada penelitian kali ini dibuat dalam bentuk tabel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Critical to Quality* (CTQ)

Faktor	Voice of Customer	CTQ Description		CTQ Measurements	
		Standar	Item	Standar	Alat Ukur
Appearance (Penampilan)	Tidak terdapat cacat fisik produk	Kondisi fisik mainan baik (tidak terdapat cacat)	Fisik komponen mainan	Kondisi komponen mainan tidak ada defect	Visual Check
	Kesesuaian produk	Bentuk sesuai dengan spesifikasi	Fisik komponen mainan	Sesuai dengan SOP proses injection	Visual Check
	Bahan baku/ material produk	Bahan baku sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan	Fisik produk	Jenis bahan baku yang digunakan adalah polypropylene, trylene propylene, polistirena, dan pewarna <i>masterbatch</i>	Visual Check
Ketahanan produk		Mainan tahan banting, tidak mudah pecah atau retak saat digunakan	Fisik produk	Mampu menahan beban sampai 30 KG (sampai usia anak 96 bulan) dan tidak rusak saat dijatuhkan dari ketinggian 200 cm.	Uji Tekan + Uji Jatuh

Project Charter

Pada penelitian kali ini, *project charter* akan dibuat agar penelitian dapat terfokus pada masalah yang sebelumnya telah dirumuskan agar tujuan penelitian dapat diwujudkan. Beberapa elemen yang termasuk dalam *project charter* menurut Desai dan Shrivastava

adalah *problems statements* yaitu deskripsi singkat dari masalah yang perlu ditangani; *Project goals* yaitu penelitian terhadap suatu masalah harus memiliki tujuan yang jelas yang langsung terkait terhadap solusi dari permasalahan tersebut; *Project scope* yaitu memahami persyaratan dari proyek Six Sigma DMAIC sangat penting terhadap lingkup proyek [6]. *Project Charter* pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.

PROJECT CHARTER					
1.Business Case Perusahaan ini merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang industri mainan tunggang untuk anak. Dalam proses produksinya, terutama pada proses <i>injection moulding</i> , masih banyak ditemukan <i>defect</i> yang terjadi. <i>Defect</i> tersebut dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor. Oleh karena itu, dilakukan analisis <i>defect</i> menggunakan metode <i>six sigma</i> dalam rangka untuk meningkatkan kualitas serta mengurangi angka <i>defect</i> yang terjadi.	3.Constraint & Assumption		4.Project Scope		
	3.1 Constraint Batasan yang dihadapi pada penelitian ini yaitu dari pihak anggota proyek dimana perusahaan mewajibkan karyawan untuk menyelesaikan tugas yang diberikan pihak perusahaan. Sedangkan Batasan pada pihak mahasiswa untuk menjalankan tanggung jawabnya sebagai mahasiswa dan mampu menyelesaikan proyek sesuai dengan waktu yang diberikan.		Penelitian ini dilakukan di perusahaan manufaktur yang memproduksi mainan tunggang untuk anak yang berada di Kawasan Kapuk, Kalideres, Jakarta Barat. Data yang diteliti selama 6 bulan yaitu dari bulan Maret 2022 sampai bulan Agustus 2022		
2.Project Statement	3.2 Assumption		5. Preliminary Plan		
2.1 Problem Statement Dalam proses <i>injection moulding</i> , ditemukan Sembilan jenis <i>defect</i> , yaitu <i>defect short shot</i> (kurang isi), <i>defect discolouration</i> (warna tidak sesuai), <i>defect cloudy</i> (tidak mengkilap), <i>defect voids</i> (Rongga), <i>defect sticking</i> (Melekat), <i>defect black streaks</i> (Garis hitam noda bakar), <i>defect cracking</i> (Retak), dan <i>defect flashing</i> (Rembesan), dan lain-lain	Asumsi dari penelitian yang dilakukan adalah dengan adanya usulan yang diberikan maka angka defect yang terjadi juga akan berkurang dan juga produktifitas pada proses produksi meningkat.		<i>Timeline/ Phase</i>	<i>Start Date</i>	<i>End Date</i>
			<i>Define</i>	02-09-2022	12-09-2022
			<i>Measure</i>	19-09-2022	29-09-2022
			<i>Analyze</i>	1-10-2022	22-10-2022
			<i>Improve</i>	25-10-2022	5-11-2022
			<i>Control</i>	07-11-2022	22-11-2023
2.2 Opportunity Statement	Project Time Schedule				
Melakukan upaya minimasi jumlah defect dengan usulan perbaikan dari tahapan DMAIC <i>six sigma</i> .	<i>Daily</i>	<i>Weekly</i>	<i>Monthly</i>		
2.3 Goal Statement	Signature				
Target dari penelitian ini adalah dapat meminimasi 0-1% defect terutama tiga jenis defect yang mendominasi yaitu short shot, discoloration, dan claudy	<i>Team Leader</i>	<i>Team Member</i>	<i>Process Over</i>		
	Shelvi Afrilia				

Gambar 5. Project Charter

Tahap Measure

Tujuan dari langkah *measure* adalah mencari peluang untuk perbaikan/peningkatan kinerja dan menetapkan ukuran yang akan dijadikan basis pengukuran peningkatan kinerja setelah proyek *six sigma* diimplementasikan [7]. Pada tahap ini akan dilakukan pengambilan data yang akan digunakan untuk mengukur karakteristik serta kapabilitas dari proses untuk menentukan langkah apa yang harus diambil untuk melakukan perbaikan dan peningkatan selanjutnya. Tahapan ini akan dilakukan dengan pengukuran menggunakan peta kendali P, perhitungan nilai DPMO dan nilai sigma serta perhitungan kapabilitas proses.

Peta Kendali P

Pada penelitian kali ini, akan dibuat peta kendali P *chart* berdasarkan data jumlah *defect* yang diperoleh dengan terlebih dahulu menghitung proporsi cacat, batas kendali atas (UCL), batas kendali bawah (LCL), dan garis pusat (CL). Berikut ini merupakan persamaan perhitungan peta kendali P.

$$CL \text{ (Control Limit)} = \hat{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (1)$$

$$UCL \text{ (Upper Control Limit)} = \hat{p} + 3\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \quad (2)$$

$$LCL \text{ (Lower Control Limit)} = \hat{p} - 3\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \quad (3)$$

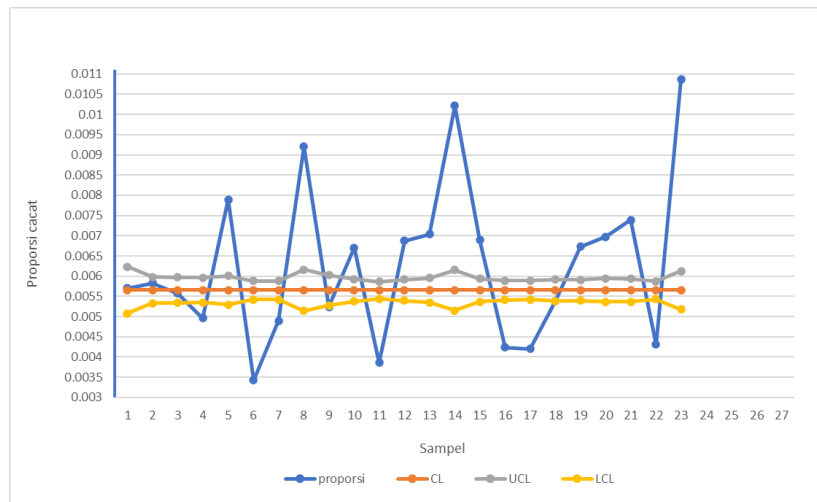
Keterangan:

$\hat{p}$: Rata-rata ketidaksesuaian produk

$\sum np$: Jumlah Total Defect (Cacat)

$\sum n$: Jumlah Total Sampel

Setelah dilakukan perhitungan proporsi cacat, garis pusat, batas kendali atas, dan batas kendali bawah, kemudian dibuat peta kendali *P Chart* yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta Kendali *P Chart*

Berdasarkan peta kendali diatas, dapat diketahui bahwa masih terdapat data yang berada diluar batas kendali, artinya jumlah *defect* pada minggu-minggu tersebut belum memenuhi standard yang telah ada dan masih dapat dilakukan perbaikan sehingga jumlah *defect* dapat berkurang.

Perhitungan Nilai DPMO dan Nilai Sigma

Menurut Salomon (2015), *Defect Per Million Opportunity* atau disingkat DPMO merupakan suatu perhitungan untuk mengukur dan kapabilitas sigma saat ini [8]. Langkah yang perlu dilakukan dalam perhitungan DPMO adalah sebagai berikut:

1. *Defect Per Unit* (DPU): Perhitungan nilai DPU dapat dilihat di bawah ini, yaitu:

$$DPU = D/U \quad (4)$$

2. *Total Opportunities* (TOP): Perhitungan nilai TOP dapat dilihat di bawah ini, yaitu:

$$TOP = U \times OP \quad (5)$$

3. *Defect Per Opportunities* (DPO): Perhitungan nilai DPO dapat dilihat di bawah ini:

$$DPO = D/TOP \quad (6)$$

4. *Defect Per Million Opportunities* (DPMO): Perhitungan nilai DPMO dapat dilihat di bawah ini:

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (7)$$

5. Level Sigma/Tingkat Sigma: Perhitungan konversi nilai sigma dari *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) menjadi nilai sigma dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel* dengan rumus perhitungan konversi *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) sebagai berikut:

$$DPMO = NORMSINV((1.000.000-DPMO)/1.000.000) + 1,5 \quad (8)$$

Keterangan: U untuk unit (Jumlah produk); D untuk *defect* (produk cacat yang terjadi); OP untuk *opportunity* (karakteristik yang berpotensi cacat); dan TOP untuk *total opportunities*

Setelah dibuat peta kendali, langkah selanjutnya dalam tahapan measure adalah menghitung nilai DPMO dan nilai sigma. Perhitungan nilai DPMO dan nilai sigma selama bulan Maret 2022 sampai bulan Agustus 2022 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Nilai DPMO dan Nilai Sigma

Unit	16.730.543
Defect	94.218
Opportunities	2
Defect per Unit	0,00565
Defect per Opportunities	0,00565
DPMO	5651,98
Nilai Sigma	4,267

Kapabilitas Proses

Tahapan terakhir pada tahap *measure* adalah analisis kapabilitas proses. Kapabilitas proses dikatakan baik apabila proses produksi berada di dalam batas spesifikasi mutu yang telah ditentukan. Kapabilitas proses dilakukan dengan menghitung Cp dan Cpk. Perhitungan kapabilitas proses pada penelitian kali ini dapat dilihat sebagai berikut.

Nilai P (Proporsi cacat) = 0,00563 = 0,563%

1. Perhitungan Cp

$$\begin{aligned} \text{a. Menghitung nilai } a &= 1 - \frac{\text{persentase proporsi cacat}}{100 \times \text{opportunities cacat}} \\ &= 1 - \frac{0,563}{100 \times 2} \\ &= 0,9972 \end{aligned} \quad (9)$$

b. Setelah memperoleh nilai a, selanjutnya mencari nilai z berdasarkan pada tabel distribusi normal sehingga diperoleh nilai z = 2,77

$$\begin{aligned} \text{c. Menghitung nilai } Cp &= \frac{\text{Titik Z}}{3} \\ &= \frac{2,77}{3} \\ &= 0,923 \end{aligned} \quad (10)$$

2. Perhitungan Cpk

$$\begin{aligned} \text{a. Menghitung nilai } a &= 1 - \frac{\text{persentase proporsi cacat}}{100} \\ &= 1 - \frac{0,563}{100} \\ &= 0,9943685 \end{aligned} \quad (11)$$

b. Setelah memperoleh nilai a, selanjutnya mencari nilai z berdasarkan pada tabel distribusi normal sehingga diperoleh nilai z = 2,53

$$\begin{aligned} \text{c. Menghitung nilai } Cpk &= \frac{\text{Titik Z}}{3} \\ &= \frac{2,53}{3} \\ &= 0,8433333 \end{aligned} \quad (12)$$

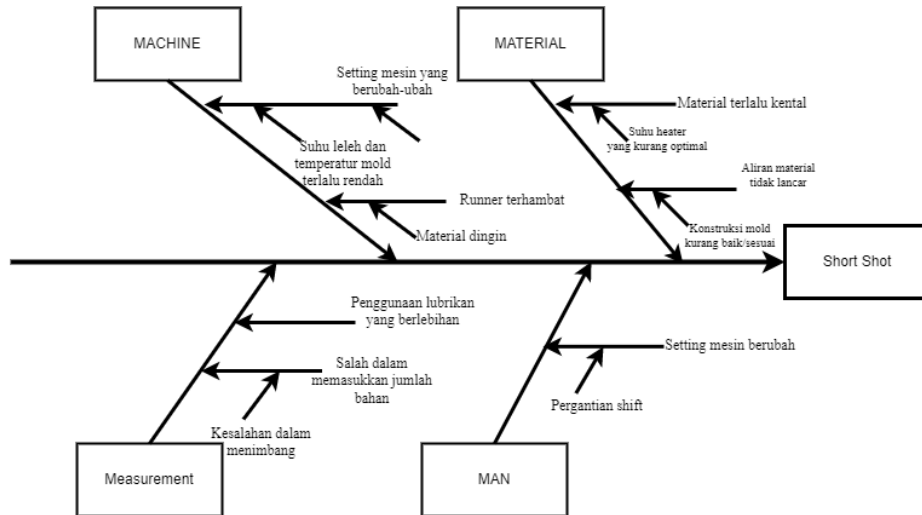
Berdasarkan perhitungan Cp dan Cpk yang telah dilakukan diketahui bahwa nilai Cp diperoleh sebesar 0,9972 dan nilai Cpk yaitu sebesar 0,843. Nilai Cp berada dibawah 1,00. Artinya, kapabilitas proses sudah baik namun masih tetap bisa dilakukan peningkatan. Nilai Cpk berada di bawah 1,00, artinya proses menghasilkan produk belum sesuai dengan spesifikasi sehingga masih bisa diperbaiki.

Tahap Analyze

Tahap *analyze* bertujuan untuk pencarian dan analisis terhadap hal-hal mendasar (*root cause*) yang menyebabkan terjadinya variasi pada sistem atau proses yang berpotensi menimbulkan *defect*. Dari hasil analisis tersebut, selanjutnya dilakukan penyusunan prioritas penyelesaian masalah sesuai dengan kontribusi permasalahan terhadap kepuasan pelanggan dan profitabilitas organisasi. Adapun *tools* yang dapat digunakan adalah *fishbone diagram*, *pareto diagram* dan *FMEA* [7].

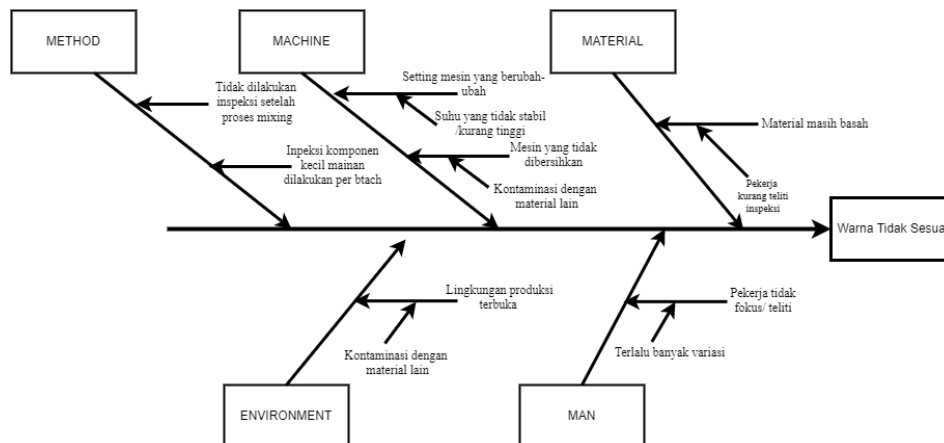
Fishbone Diagram

Dikatakan *fishbone diagram* (Sebab dan Akibat) karena diagram tersebut menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistikal, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu [9]. Analisis akar penyebab masalah akan dilakukan pada jenis *defect* yang paling dominan yaitu *defect short shot* dan *defect* warna tidak sesuai. Gambar 7 dan Gambar 8 merupakan *fishbone diagram* dari *defect* dominan yang dapat dilihat pada gambar-gambar berikut.



Gambar 7. Fishbone Diagram Defect Short Shot

Berdasarkan *fishbone diagram* pada Gambar 7 di atas dapat diketahui bahwa terdapat 4 faktor penyebab terjadinya *defect short shot* yaitu faktor material dimana adanya material yang kental akibat suhu *heater* yang kurang optimal, adanya aliran material yang tidak lancar karena konstruksi mold yang kurang baik. Kemudian pada faktor *machine* dimana suhu leleh dan *temperature mold* terlalu rendah serta *runner* terhambat yang disebabkan oleh material dingin. Pada faktor *measurement* dimana adanya penggunaan lubrikan berlebih serta adanya kesalahan dalam menimbang bahan baku sehingga jumlah bahan yang dimasukkan kurang tepat. Terakhir, pada faktor *man* disebabkan karena adanya pergantian shift pekerja sehingga bisa menyebabkan setting mesin pun berubah.



Gambar 8. Fishbone Diagram Defect Warna Tidak Sesuai

Selanjutnya, *fishbone diagram defect* pada Gambar 8 *discoloration* di atas, dapat diketahui terdapat 5 faktor penyebab terjadinya cacat tersebut. Faktor pertama adalah faktor

material dimana adanya material yang masih basah karena pemeriksaan oleh pekerja kurang teliti. Faktor kedua adalah faktor *machine* dimana pembersihan mesin yang tidak rutin menyebabkan sisa material hasil injeksi menjadi menempel. Selain itu, suhu proses injeksi yang tidak stabil juga menyebabkan terjadinya *defect discoloration*. Kemudian pada faktor ketiga yaitu faktor metode dimana tidak dilakukannya proses inspeksi setelah proses *mixing* selesai dan inspeksi komponen kecil mainan masih dilakukan per *batch*. Faktor keempat yaitu faktor manusia dimana terlalu banyak variasi produk menyebabkan pekerja menjadi kurang fokus dan teliti dalam bekerja. Pada faktor kelima yaitu faktor *environment* dimana lingkungan produksi yang terbuka sehingga bisa menyebabkan adanya kontaminasi material atau mesin dengan material lain seperti debu.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah sebuah teknik rekayasa yang digunakan untuk menetapkan, mengidentifikasi, dan untuk menghilangkan kegagalan yang diketahui, permasalahan, *error*, dan sejenisnya dari sebuah sistem, desain, proses, dan atau jasa sebelum mencapai konsumen [10]. Dalam pengisian FMEA dilakukan dengan pemberian rating terhadap *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). Pengisian tabel FMEA dilakukan berdasarkan hasil diskusi dengan Bapak Siswoyo selaku inspector QC bagian produksi. Berdasarkan hasil identifikasi menggunakan FMEA dapat diketahui bahwa nilai RPN tertinggi terdapat pada material yang masih mengandung air, mesin injeksi yang terus digunakan sehingga tidak sering dibersihkan, dan masterbatch yang masih menempel pada mold.

Tahap Improve

Tahap keempat adalah tahap *improve*. Pada tahap *improve* ini akan diberikan usulan perbaikan atau solusi terhadap masalah *defect* yang terjadi agar dapat meningkatkan kualitas sesuai target yang diinginkan. Berikut merupakan beberapa usulan yang diberikan pada penelitian ini.

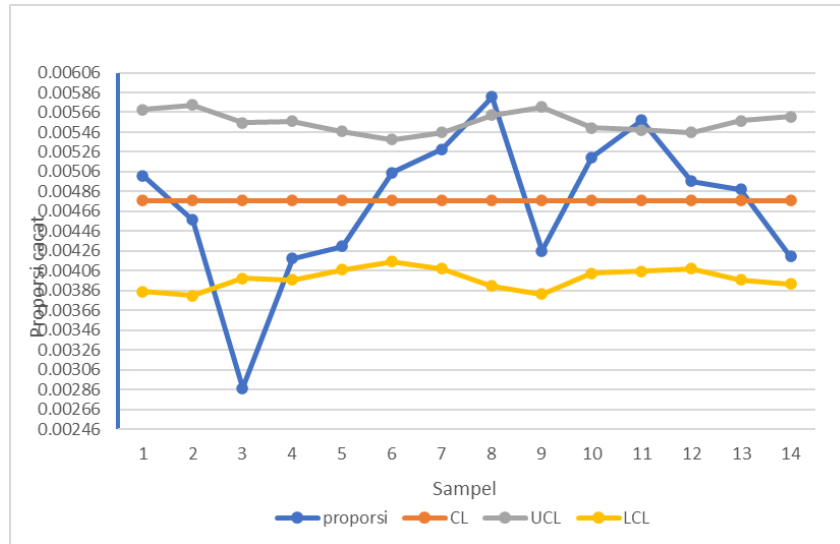
1. Usulan Pengecekan *Defect* Produk per Tipe Produk Menggunakan Excel
Proses pengendalian kualitas yang dilakukan dalam perusahaan menggunakan data akumulasi selama proses produksi. Hal ini berdampak perusahaan tidak dapat fokus pada pemberian solusi dari *defect* yang terjadi. Oleh karena itu, akan diberikan usulan untuk membuat data *defect* per tipe produk untuk mengetahui tipe produk apa dan komponen produk apa yang paling banyak memiliki *defect*.
2. Usulan *Check Sheet* Pemeriksaan Material Bahan Baku
Usulan berikutnya yaitu pembuatan *check sheet* pada proses pemeriksaan material bahan baku. Usulan yang diberikan akan digunakan untuk membantu proses pengendalian kualitas material bahan baku pada saat pertama kali diterima dari supplier.
3. Usulan Perbaikan SOP Proses Injeksi
Usulan selanjutnya adalah dengan melakukan perbaikan terhadap SOP *quality control* proses injeksi dimana awalnya *quality control* hanya dilakukan per batch atau per satu jam sehingga hanya memeriksa satu sampel dari sekian banyak sampel yang telah dihasilkan

Tahap Control

Sesuai dengan namanya, pada tahap *control* akan dilakukan pengecekan terhadap usulan yang telah diberikan dengan membandingkan keadaan sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan. Perbandingan yang akan dilakukan yaitu perbandingan *control chart* (P-Chart), perhitungan nilai DPMO dan nilai sigma perusahaan.

Peta Kendali (P-Chart) Setelah Implementasi

Tahapan selanjutnya melakukan perhitungan jumlah *defect* untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang diberikan terhadap masalah yang dihadapi. Dikarenakan adanya keterbatasan waktu, data yang diambil merupakan data produksi selama 2 minggu dari tanggal 7 November 2022 sampai dengan 22 November 2022. Setelah memperoleh data produksi, selanjutnya membuat P-Chart setelah dilakukannya implementasi yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Peta Kendali P-Chart Setelah Implementasi

Perhitungan Nilai DPMO dan Nilai Sigma Setelah Implementasi

Tahapan *control* selanjutnya adalah dengan menghitung nilai DPMO dan nilai sigma. Perhitungan akumulasi nilai DPMO dan nilai sigma selama 8 minggu. Perhitungan nilai DPMO dan nilai sigma akumulasi diperoleh sebesar 2384,76 dan 4,32. Artinya walaupun waktu implementasi cukup singkat, tetapi terdapat peningkatan dari nilai DPMO dan nilai sigma awal.

Perhitungan Nilai Cp dan Cpk Setelah Implementasi

Tahapan terakhir pada tahap *control* adalah menghitung nilai Cp dan Cpk setelah implementasi usulan. Perhitungan nilai Cp diperoleh sebesar 0,99762 dan nilai Cpk sebesar 0,863. Nilai Cp berada dibawah 1,00 artinya kapabilitas proses dalam perusahaan hampir baik dan masih bisa ditingkatkan. Sedangkan nilai Cpk sebesar 0,863. Nilai Cpk dibawah 1,00 artinya proses menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan masih bisa dilakukan perbaikan untuk meningkatkan kualitasnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian selama proses injeksi pada perusahaan mainan dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat sembilan jenis *defect* yang terjadi. Dimana ketiga jenis *defect* yang paling mendominasi adalah *defect short shot* dengan persentase 51.218%, *defect discolouration* dengan persentase 37.672%, dan *defect claudy* dengan persentase 4.275%. Perhitungan nilai DPMO dilakukan untuk mengetahui nilai sigma dari perusahaan dan perhitungan nilai Cp dan nilai Cpk sebelum dilakukannya penelitian. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diketahui bahwa perusahaan mainan ini memiliki nilai DPU sebesar 0,00565, nilai DPO sebesar 0,00565, nilai DPMO sebesar 5651,98 sehingga diperoleh nilai sigma sebesar 4,267 sigma yang artinya bahwa performa perusahaan berada diatas rata-rata industri di Indonesia yang memiliki nilai sigma 3. Untuk perhitungan nilai

Cp diperoleh sebesar 0,9972 artinya kapabilitas proses dalam perusahaan sudah baik namun masih bisa ditingkatkan. Perhitungan nilai Cpk diperoleh sebesar 0,843 yang artinya proses produksi telah menghasilkan produk sesuai spesifikasi namun masih bisa ditingkatkan.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan tahapan DMAIC, diberikan usulan untuk mengatasi *defect* yaitu dengan pembuatan *check sheet* per tipe produk, pembuatan *check sheet* penerimaan bahan baku, dan perbaikan SOP *work in process* proses injeksi. Setelah dilakukan implementasi terhadap usulan yang diberikan terhadap masalah yang terjadi, diperoleh nilai DPMO sebesar 2384,76 dan sigma perusahaan yaitu sebesar 4,32. Artinya nilai sigma meningkat meskipun waktu implementasi yang diberikan cukup singkat. Perhitungan nilai Cp dan Cpk setelah implementasi adalah 0,94 dan 0,863. Artinya terdapat peningkatan kapabilitas proses produksi setelah implementasi usulan dilakukan.

SARAN

Dalam penelitian, *defect* proses injeksi pada produk mainan anak ini juga memiliki keterbatasan dan dibuat beberapa saran terhadap penelitian. Pada penelitian ini, hanya berfokus pada satu proses saja yaitu proses injeksi sehingga kecacatan pada proses produksi lainnya belum diperhatikan dan bisa dilanjutkan untuk penelitian selanjutnya. Data produksi yang digunakan pada penelitian ini merupakan data akumulasi dari seluruh produksi produk mainan yang ada. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya dapat dispesifikasikan tipe produk yang akan diteliti. Selain itu, akibat adanya keterbatasan waktu, implementasi usulan yang diberikan dapat dilakukan dalam jangka waktu yang lebih lama agar hasil implementasi dapat benar-benar terlihat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurlela and B. Bustami, Akuntansi Biaya, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [2] Pete and Hopp, What Is Six Sigma, Yogyakarta: ANDI, 2002.
- [3] N. M. Nasution, Manajemen Mutu Terpadu, Bogor: Ghalia Indonesia, 2015.
- [4] S. Pande, P. N. Robert and R. C. Roland, "An Implementation Guide for Process Improvement Teams," in *The Six Sigma Way*, New York, McGraw-Hill, 2002, p. 8.
- [5] V. Gaspersz, Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2002.
- [6] T. Desai N and R. Sheivastava D, Six Sigma - sebuah arah baru kualitas dan produktivitas manajemen, Prosiding Kongres Dunia tentang Teknik dan Ilmu Komputer, 2008.
- [7] T. Soemohadiwidjoyo A, Six Sigma: Metode Pengukuran Kinerja Berbasis Statistik, Jakarta: Raih Asa Sukses, 2017.
- [8] L. L. Salomon, A. Ahmad and N. D. Limanjaya, "Strategi Peningkatan Mutu Part Bening Menggunakan Pendekatan Metode Six Sigma (Studi Kasus: Department Injection Di Pt. Kg)," *Jurnal ilmiah teknik industri*, vol. 3, pp. 156-165, 2015.
- [9] I. Kaoru and J. L. David, Pengendalian Mutu Terpadu, Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 1990.
- [10] D. H. Stamatis, Failure Mode Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution, Milwaukee: ASQC Quality, 1995.