



Pengendalian Kualitas Produk Pada Produksi Cable Protector Dengan Metode Six Sigma

Prismawinda Anifanindi^{1*}, Dwi Irwati², Supriyanto³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Universitas Pelita Bangsa, Indonesia

Korespondensi email: wprisma99@gmail.com

Abstraksi

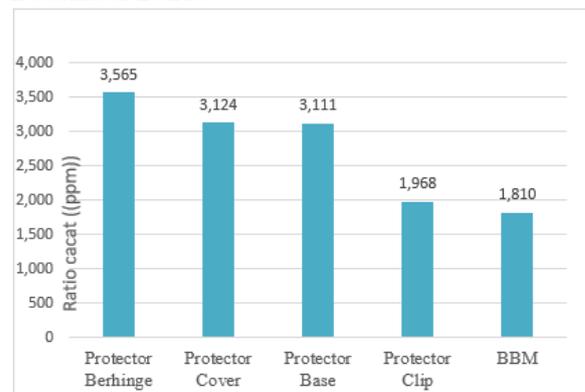
Quality anomalies in the production process cause an increase and decrease in the defect ratio during the current period. During the October-December 2021 period, the production of Berhinge cable protectors resulted in a defect ratio of 3,565 ppm. Defects on cracked hinges are the highest contributor to defect data from the entire production of cable protectors. The hinge cracks on the part are caused by parameter deviation which causes the addition of material so that the part loses flexibility. Six sigma is one of a methodologies for determining the source of problems to produce corrective solutions that can prevent recurring problems. This study used the six sigma method in repairing hinge crack anomaly defects in the production of cable protector berhinge. In the implementation of repair activities using six sigma can show a decrease in the ratio of defects in the production process of cable protector berhinge. In the January-March 2022 period there was a decrease in the initial defects ratio of 3,565 ppm which could decrease to 1,905 ppm.

Keywords: Six sigma, Quality control tools, Quality anomalies

I. Pendahuluan

Proses injeksi plastik tidak terlepas dari produk yang mengalami cacat saat proses produksi sedang berlangsung. Proses injeksi dikatakan cacat apabila tidak memenuhi kualifikasi yang telah ditetapkan seperti *appearance*, *function*, dan *dimension* pada part. Terdapat beberapa cacat produk yang dapat menyebabkan proses produksi berhenti. Pengendalian kualitas dan penanganan *abnormality* adalah aspek penting untuk menjaga kapabilitas proses produksi sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan permintaan customer dan total produk cacat tidak melebihi yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu 3300 ppm selama proses produksi berlangsung. Terdapat beberapa *abnormality* yang terjadi pada rantai produksi diantaranya yaitu

Hinge Crack pada jenis part *Cable protector* berhinge. Pada Gambar 1.1 menggambarkan jumlah penyumbang cacat paling banyak pada periode Oktober-Desember 2021.



Gambar 1 Data Cacat pada bulan Oktober-Desember 2021

Penyebab cacat pada produk harus segera dianalisa guna untuk meningkatkan prduktivitas yang dihasilkan, permasalahan cacat pada proses injeksi dapat menyebabkan target produksi menjadi tidak tercapai. Dalam menganalisa permasalahan diperlukan penanganan yang terstruktur agar mengetahui akar masalah yang sebenarnya dan mencegah terjadinya masalah berulang. Analisa yang digunakan yaitu dengan metode *Six Sigma*.

Menurut Brue (2005), *six sigma* merupakan penerapan metodik dari alat penyelesaian masalah statistik untuk mengidentifikasi dan mengukur pemborosan dan menunjukkan langkah-langkah perbaikan. *Six sigma* bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor-faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, mengurangi waktu siklus dan biaya operasi, meningkatkan produktivitas dan memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik. Standar *six sigma* dalam proses produksi dikenal dengan istilah *defectively rate of process* dengan nilai sebesar 3,4 defektif disetiap juta unit/proses. Artinya, dalam satu juta unit/proses hanya diperkenankan mengalami kegagalan atau cacat produk sebanyak 3,4 unit/proses atau mengharapkan 99.99966 persen dari yang diharapkan pelanggan terdapat dalam produk baik itu berupa barang ataupun jasa. *Six Sigma* secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap kebutuhan pelanggan, pemakaian yang disiplin terhadap fakta, data, dan analisis statistik, dan perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki dan menanamkan kembali proses bisnis. Didefinisikan secara luas sebagai 3,4 DPMO (Gasperz, 2002).

Metode *Six Sigma* sering digunakan oleh perusahaan untuk pengendalian kualitas produk dengan meminimasi jumlah cacat atau *defect*. Metode *Six Sigma* akan

fokus pada cacat dan variasi, dimulai dengan tahap mengidentifikasi unsur-unsur kritis terhadap kualitas (*critical to quality*) dari suatu proses hingga menentukan usulan-usulan perbaikan dari cacat atau *defect* yang terjadi. Langkah-langkah mengurangi cacat atau *defect* tersebut dilakukan secara sistematis dengan melakukan pendefinisian (*define*), pengukuran (*measure*), penganalisaan (*analyze*), perbaikan (*improve*), dan pengendalian (*control*). Langkah sistematis tersebut dikenal dengan 5 fase DMAIC (Paul, 1999).

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengamati dan menganalisa produk yang memiliki kualitas buruk dan meminimalisir jumlah cacat. Serta dapat mengetahui penyebab terjadinya cacat dan cara perbaikannya.

II. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif deskriptif yaitu dengan mencari informasi terkait dengan masalah yang terjadi dan mendeskripsikannya, mengidentifikasi tujuan yang akan tercapai, mengumpulkan data untuk rencana perbaikan. Dalam penelitian ini menggunakan beberapa langkah-langkah yang terdapat pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1 Langkah-langkah pengolahan data

Step	Tools
D	Identifikasi flow proses dan Pareto diagram
M	DPMO dan <i>control chart</i>
A	<i>Fishbone diagram & Why-why analysis</i>
I	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> dan <i>Design of Experiment (DoE)</i>
C	DPMO dan <i>control chart</i>

Tabel 2 Akumulasi jumlah cacat periode Oktober-Desember 2021

Part Name	Total NG	Total OK	Total Check	ppm	Persentase
Protector Berhinge	1,797	502,203	504,000	3,565	0.36%
Protector Cover	984	314,016	315,000	3,124	0.31%
Protector Base	1,176	376,824	378,000	3,111	0.31%
Protector Clip	1,116	565,884	567,000	1,968	0.20%
BBM	342	188,658	189,000	1,810	0.18%

Sumber: Diolah (2021)

Kemudian dari data tersebut yang memiliki rasio cacat paling tinggi diidentifikasi berdasarkan pada periode lot produksi selama periode pengambilan data berlangsung dengan rincian pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3 Rincian data Cable Protector hinge periode Oktober-Desember 2021

Bulan	Lot produksi	Total Produksi	Total Cacat	Proporsi Cacat (ppm)
Oktober	20211011	84,000	322	0.00383333
	20211023	84,000	332	0.00395238
November	20211109	84,000	251	0.00298810
	20211115	84,000	250	0.00297619
Desember	20211205	84,000	430	0.00511905
	20211222	84,000	212	0.00252381

Sumber: Diolah (2021)

Gambar 2 Hinge crack pada part

Kemudian data akumulasi pada periode lot produksi selama pengambilan data berlangsung dilakukan pemilihan cacat pada cable protector pada tahap *define*.

III. Hasil dan Pembahasan

1. Tahap Define

Pada Gambar 2 merupakan gambar cacat *crack* pada *hinge*. *Hinge crack* merupakan cacat dimana permukaan pada area *hinge* tidak sempurna saat hinge ditekuk area pada tekukan terdapat pecahan/terkelupas.



Pada tahap *define* ini merupakan langkah untuk mengetahui dan mengidentifikasi masalah cacat pada *hinge* pada proses produksi *cable protector* yang terjadi pada lantai produksi. Dengan mengidentifikasi dan mengolah data yang telah dikumpulkan menjadi tolak ukur terhadap langkah-langkah perbaikan yang dilakukan, diantaranya adalah:

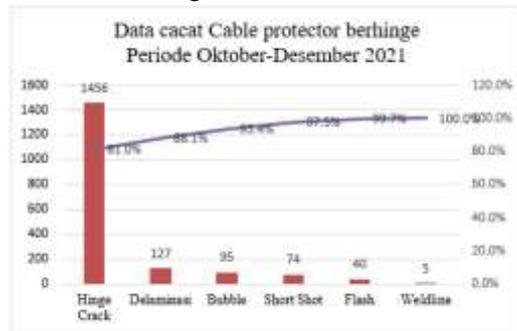
1.1 Identifikasi flow proses



Gambar 3. Flow proses produksi *cable protector*

Berdasarkan alur proses yang ada, cacat yang terjadi adalah cacat yang disebabkan saat proses injeksi, sehingga proses perbaikan berfokus pada proses injeksi.

1.2 Pareto diagram



Gambar 4 Diagram Pareto cacat periode Oktober-Desember 2021

Pada diagram pareto yang ada pada gambar 4 menunjukkan bahwa *hinge crack* merupakan jenis cacat yang paling banyak dengan jumlah 1456 pcs dari total cacat yang dihasilkan oleh *cable protector berhinge* dengan presentase sebesar 81.0%, kemudian dilanjutkan cacat *delaminasi* sebanyak 127 pcs dengan presentase 7.1%, *bubble* sebanyak 95 pcs dengan presentase 5.3%, *short shot* sebanyak 74 pcs dengan presentase 4.1%, *flash* sebanyak 40 pcs dengan presentase 2.2% dan *weldline* sebanyak 5 pcs dengan presentase 0.3%.

2. Tahap Measure

2.1 Perhitungan peta kendali P

Tabel 4 adalah data cacat yang digunakan untuk menghitung peta kendali *p*.

Tabel 4 Data cacat part berhinge periode Oktober-Desember 2021

Bulan	Lot produksi	Total Produksi	Total Cacat	Proporsi Cacat (ppm)
Oktober	20211011	84,000	322	0.00383333
	20211023	84,000	332	0.00395238
November	20211109	84,000	251	0.00298810
	20211115	84,000	250	0.00297619
Desember	20211205	84,000	430	0.00511905
	20211222	84,000	212	0.00252381
Total		504.000	1.797	0.0214

Sumber: Diolah (2021)

Pada Tabel 4 diketahui jumlah $\sum_i = 1 \dots 6$ adalah 1,797 pcs yang mendapati cacat hinge crack, maka nilai *p* adalah:

$$p = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total produksi}} = \frac{1797}{504000}$$

$$= 0,00356$$

Dengan nilai *n* = 84,000 maka nilai *np chart* adalah sebagai berikut:

Nilai CL yang didapat dari sampel yang diukur:

$$CL = n \cdot p$$

$$CL = 84.000 \times 0,00356$$

$$CL = 299,4 = 299$$

Dari perhitungan diatas maka didapat nilai tengah yaitu 299

Nilai UCL yang didapat dari sampel yang diukur:

$$UCL = np + 3\sqrt{np(1-p)}$$

$$UCL = 299 + 3\sqrt{299(1-0,00356)}$$

$$= 350,7$$

Dari perhitungan diatas maka didapat nilai batas kendali atas yaitu 350.7

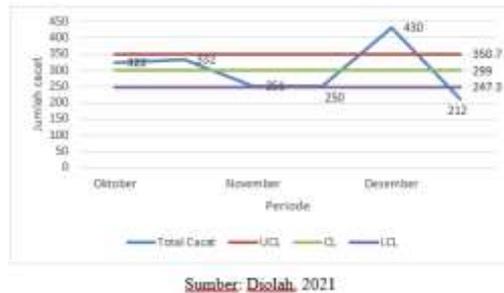
Nilai LCL yang didapat dari sampel yang diukur:

$$LCL = np - 3\sqrt{np(1-p)}$$

$$UCL = 299 - 3\sqrt{299(1 - 0,00356)}$$

$$= 247,3$$

Dari perhitungan diatas maka didapat nilai batas kendali bawah yaitu 247.3. Maka gambar peta kendali np yaitu sebagai berikut:



Gambar 5 Peta kendali cacat periode Oktober-Desember 2021

Berdasarkan data np-chart pada Gambar 5 terdapat 2 titik yang berada diluar batas kendali yaitu pada bulan Desember 2021.

2.2 Perhitungan *Defect per million* (DPMO)

Pada tahap ini dilakukan perhitungan DPO dan DPMO pada produk *cable protector* berhinge.

$$DPO = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total produksi}} = \frac{1797}{504000}$$

$$= 0,00356$$

$$DPMO = \frac{DPO \times 1.000.000}{CTQ}$$

$$= \frac{0,00456 \times 1.000.000}{6}$$

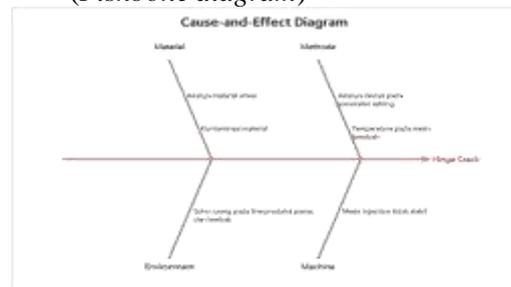
$$= 593$$

Setelah dilakukan perhitungan maka diketahui nilai DPMO sebesar 593. Nilai tersebut dikonversikan ke nilai sigma berdasarkan konsep Motorola yang dikemukakan oleh Gasperz (2002) sehingga didapat nilai sigma sebesar 4.74.

3. Tahap Analyze

Pada tahap ini dilakukan analisis untuk mengetahui akar penyebab dari cacat *hinge crack* dengan melakukan observasi lapangan dan menggunakan alat bantu *fishbone diagram* dan *why-why analysis*.

3.1 Pembuatan diagram tulang ikan (*Fishbone diagram*)



Gambar 6 Fishbone diagram

Dari *fishbone* diagram dapat diketahui cacat *hinge crack* dapat disebabkan karena beberapa faktor seperti material, mesin, metode dan lingkungan pada saat proses produksi.

3.2 Why-why analysis

Why-why analysis dapat digunakan untuk mengumpulkan informasi kondisi aktual yang terjadi, penyebab terjadinya masalah dan cara penanganan sementara terhadap masalah yang terjadi. Dengan mengajukan beberapa pertanyaan terkait cacat *hinge crack* pada produk *cable protector* berhinge. Berikut pertanyaan yang diajukan kepada narasumber:

- 1) Mengapa jumlah cacat hinge crack meningkat?
- 2) Mengapa bisa terjadinya cacat pada hinge?
- 3) Mengapa hal itu dapat terjadi?
- 4) Mengapa bisa seperti itu?

Pertanyaan diatas terus diulang sampai mendapatkan jawaban yang memungkinkan terjadinya cacat *hinge crack* sehingga aktivitas perbaikan menjadi efisien. Maka didapatkan beberapa jawaban yang

didapatkan dari PIC dan dirangkum menjadi satu flow analisa penyebab terjadinya *hinge crack* pada produk *cable protector* berhinge.

Tabel 5 Why-why analysis

Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Hinge crack</i> saat dilakukan pencukukan.	Material yang mengisi area <i>hinge</i> terlalu tebal.	Plastik yang terlalu tebal menyebabkan fleksibilitas berkurang.	Adanya 2 aliran material yang mengisi area <i>hinge</i> dengan volume material yang mengalir sama besar.	Adanya deviasi parameter yang membuat material bertambah karena adanya balancing material.

Sumber: Diolah (2021)

Setelah dilakukan analisa dengan menggunakan why-why analysis dapat diketahui pada proses injection part berhinge terdapat balancing material yang disebabkan oleh deviasi parameter sehingga menyebabkan material bertambah.

4. Tahap Improve

4.1 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Penentuan skala pada FMEA adalah 1-10. Skala penilaian dan parameter masing-masing variabel dapat dilihat pada Tabel 2.1 sampai 2.3. Setelah menentukan skala penilaian untuk masing-masing kriteria *severity*, *occurrence*, *detection* maka didapat nilai RPN (*Risk Priority Number*) dengan cara mengalikan semua kriteria $S \times O \times D$ dari setiap penyebab cacat. Hasil yang didapat dari proses perhitungan ini adalah untuk mengetahui nilai RPN dari masing-masing penyebab. Setelah mendapat nilai RPN dari masing-masing penyebab, maka langkah selanjutnya dilakukan perbaikan untuk penyebab masalah yang memiliki nilai RPN paling tinggi.

Tabel 6 FMEA pada cacat *hinge crack*

CTQ	Potential failure	Cause of failure	Current process control	S	O	D	RPN	Ranking
Hinge crack	Perubahan parameter	Parameter setting tidak sesuai yang dapat membuat material bertambah karena adanya balancing material	Setting temperature pada hot runner, nozzle dan mold	1	7	6	294	1
	Material etren	Lama juga material melentur nozzle	Setting temperature nozzle	1	6	6	252	2
	Momen injection tidak stabil	Dikawatirkan mesin tidak stabil maka dapat membuat parameter berubah	Perawatan maintenance	2	4	4	80	3
	Suhu pada las pendek	Suhu pada liokawan sekitar dapat menyebabkan mesin menjadi tidak stabil	Dinginkan suhu	4	4	3	48	4

Sumber: Diolah (2021)

Pada Tabel 6 dapat diketahui bahwa deviasi parameter memiliki nilai RPN paling tinggi yaitu sebesar 294.

4.2 DoE (*Design of Experiment*)

Berdasarkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) yang sudah dihitung sebelumnya, deviasi parameter memiliki nilai RPN paling tinggi maka pada tahap ini dilakukan *setting* ulang *temperature*. Percobaan perbaikan dengan mengganti parameter *setting* penggunaan *temperature hot runner*, *temperature nozzle* dan *temperature* pada *mold*.

Aktivitas perbaikan dilakukan pada 2 lot produksi pada periode Desember dengan mengganti temperature pada *nozzle*, *hot runner* dan *mold* pada mesin injection. Untuk melakukan perbaikan maka dibuatkan tabel kombinasi antara faktor dan level yang telah ditentukan. Adapun kombinasi faktor dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Tabel faktor

Faktorial	High (+)	Low (-)
Hot Runner	305	295
Mold Temperature	60	40
Nozzle temperature	285	275

Sumber: Diolah. (2022)

Berdasarkan tabel penentuan faktor diatas, maka dilakukan percobaan dengan tabel kombinasi untuk perbaikan yang dilakukan seperti pada tabel berikut:

Tabel 8 Tabel kombinasi level

Ran	Nozzle Temp (°C)	Hot Runner (°C)	Mold Temperature (°C)
1	+	+	+
2	+	+	-
3	+	-	-
4	+	-	+
5	-	+	+
6	-	-	+
7	-	+	-
8	-	-	-

Sumber: Diolah. (2022)

Output yang dihasilkan setelah dilakukan perbaikan dilakukan perhitungan *reject* rasio, dengan rumus:

$$\frac{\text{Total cacat}}{\text{Total produksi}} \times 1.000.000$$

Hasil perhitungan *reject* rasio dijabarkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil percobaan perubahan temperature

Bulan	Lot produksi	Nozzle Temp (°C)	Hot Runner (°C)	Mold Temperature (°C)	Total Produksi (pes)	Total Cacat (pes)	Proporsi cacat (ppm)
Desember	20211205	285	305	60	3000	8	2667
		285	305	40	3000	17	5667
		285	295	40	3000	14	4667
		285	295	60	3000	10	3333
		275	305	60	3000	21	7000
		275	295	60	3000	13	4333
		275	305	40	3000	13	4333
		275	295	40	3000	11	3667
Desember	20211228	285	305	60	3000	6	2000
		285	305	40	3000	13	4333
		285	295	40	3000	16	5333
		285	295	60	3000	22	7333
		275	305	60	3000	14	4667
		275	295	60	3000	12	4000
		275	305	40	3000	10	3333
		275	295	40	3000	14	4667

Sumber: Diolah. (2021)

Berdasarkan hasil percobaan diatas maka dapat diketahui bahwa *nozzle* dengan temperature 285°C, *hot runner* 305°C, dan *mold temperature* 60°C memiliki jumlah proporsi cacat paling rendah. Maka

parameter ini dapat digunakan untuk proses produksi selanjutnya.

5. Tahap Control

Tahap ini menentukan hasil aktivitas yang telah dilakukan pada tahap-tahap sebelumnya

Tabel 10 Data cacat pada periode Januari-Maret 2022

Lot produksi	Total Produksi	Hinge crack	Delaminasi	Bubble	Short shot	Flash	Weldline	Total	ppm
20220110	84,000	9	3	0	0	3	0	15	179
20220123	84,000	4	9	0	0	5	0	18	214
20220125	84,000	0	2	9	0	0	0	11	131
20220128	84,000	3	2	9	0	0	0	14	167
20220205	84,000	4	13	4	0	0	0	21	250
20220214	84,000	0	12	0	2	0	1	15	179
20220221	84,000	7	3	0	0	1	7	18	214
20220303	84,000	0	11	2	1	0	0	14	167
20220305	84,000	5	12	0	3	2	1	23	274
20220317	84,000	5	0	0	0	2	4	11	131
Total		37	67	24	6	13	13	160	1,905
Rata-rata		4	7	2	1	1	1	/	
Persentase cacat		0.004 %	0.008%	0.003%	0.001%	0.002%	0.002%		

Sumber: Diolah (2021)

Untuk mengetahui kapabilitas proses yang terjadi pada produk *cable protector* berhinge setelah dilakukan perbaikan berdasarkan jumlah cacat pada tabel 12 maka digunakan perhitungan data *np-chart*. Adapun proporsi cacat pada *cable protector* berhinge periode Januari-Maret 2022:

Tabel 11 Proporsi cacat periode Januari-Maret 2022

Bulan	Lot produksi	Total Produksi	Total NG	Proporsi NG
Januari	20220110	84,000	15	0.00017857
	20220123	84,000	18	0.00021429
	20220125	84,000	11	0.00013095
	20220128	84,000	14	0.00016667
Februari	20220205	84,000	21	0.00025
	20220214	84,000	15	0.00017857
	20220221	84,000	18	0.00021429
Maret	20220303	84,000	14	0.00016667
	20220305	84,000	23	0.00027381
	20220317	84,000	11	0.00013095
Total		840,000	160	0.00190476

Sumber: Diolah (2022)

Pada Tabel 11 diketahui jumlah sampel $\Sigma i = 1, \dots, 10$ adalah 160 pcs jumlah cacat yang terjadi, maka nilai p adalah:

$$p = \frac{\text{Total Cacat}}{\text{Total Produksi}}$$

$$p = \frac{160}{840000} = 0,00019 = 0,0002$$

Dengan nilai $n = 84,000$ maka nilai *np chart* adalah sebagai berikut:

Nilai CL yang didapat dari sampel yang diukur:

$$CL = n \cdot p = 84,000 \times 0,0002 = 16,8$$

Dari perhitungan diatas maka didapat nilai tengah yaitu 16.8

Nilai UCL yang didapat dari sampel yang diukur:

$$UCL = np + 3\sqrt{np(1-p)}$$

$$UCL = 16,8 + 3\sqrt{16,8(1-0,0002)} = 29,09$$

Dari perhitungan diatas maka didapat nilai batas kendali atas yaitu 29.09

Nilai LCL yang didapat dari sampel yang diukur:

$$LCL = np - 3\sqrt{np(1-p)}$$

$$LCL = 16,8 - 3\sqrt{16,8(1-0,0002)} = 5,51$$

Dari perhitungan diatas maka didapat nilai batas kendali bawah yaitu 4.51

Berdasarkan perhitungan yang diperoleh maka dapat ditentukan batas kendali atas sebesar 29.09, nilai tengah sebesar 16.8 dan batas kendali bawah sebesar 4.51. Maka

gambar peta kendali np yaitu sebagai berikut:



Sumber: Djoalah, 2022

Gambar 7 Peta kendali cacat periode Januari-Maret 2022

Berdasarkan *np-chart* pada Gambar 7 tidak terdapat data yang keluar dari batas kendali. Maka dapat dikatakan kapabilitas proses pada periode Januari-Maret sudah terkendali.

Selanjutnya dihitung nilai DPMO pada produk *cable protector* berhinge setelah dilakukan aktivitas perbaikan dengan menggunakan data yang sudah terkendali. Pada tahap ini dilakukan perhitungan DPO dan DPMO pada produk *cable protector* berhinge.

$$\begin{aligned}
 DPO &= \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total produksi}} \\
 &= \frac{160}{940000} = 0,00019 \\
 &= 0,0002 \\
 DPMO &= \frac{DPO \times 1.000.000}{CTQ} \\
 &= \frac{0,0002 \times 1.000.000}{6} \\
 &= 33,33
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan maka diketahui nilai DPMO sebesar 33.33. Nilai tersebut dikonversikan ke nilai sigma berdasarkan konsep Motorola yang dikemukakan oleh Gasperz (2002) sehingga didapat nilai sigma sebesar 5.48.

IV. Kesimpulan

Setelah melakukan analisis data dapat ditarik kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian, yaitu: Dari hasil analisa dapat diketahui masalah yang sering terjadi pada lantai produksi yaitu pada *cable protector* berhinge. Cacat *hinge crack* menyebabkan peningkatan rasio cacat sebanyak 1,456 pcs atau 81% pada periode Oktober-Desember 2021. Penggunaan metode *six sigma* menunjukkan perbaikan efektif dan efisien, serta merupakan metode yang terstruktur. Aktivitas perbaikan dengan metode *six sigma* dapat meminimalisir serta mengendalikan jumlah cacat *hinge crack*. Dilakukan kontrol terhadap aktivitas perbaikan yang sudah dilakukan agar jumlah cacat pada produk *cable protector* berhinge dapat terkendali dan jumlah cacat yang terjadi dapat menurun secara signifikan. Pada penelitian ini penyebab utama *hinge crack* yaitu adanya deviasi parameter yang menyebabkan material bertambah karena adanya balancing material. Plastik yang tebal dapat mengurangi fleksibilitas sehingga ketika part ditekuk kondisi permukaan plastik sobek. Perbaikan yang dilakukan yaitu merubah parameter suhu pada *nozzle*, *hot runner* dan *modal*. Berdasarkan hasil percobaan maka dapat diketahui bahwa *nozzle* dengan *temperature* 285°C, *hot runner* 305°C, dan *modal remperature* 60°C memiliki jumlah proporsi cacat paling rendah. Maka parameter ini dapat digunakan untuk proses produksi selanjutnya.

Daftar Pustaka

- [1] Gasperz, V. (2002). Pedoman implementasi program *six sigma* terintegrasi dengan ISO 9001: 2000, MBNQA, dan HACCP.
- [2] Gasperz, V. (2006). Continuous [sic] cost reduction through Lean-Sigma

- approach: strategi dramatik reduksi biaya dan pemborosan menggunakan pendekatan Lean-Sigma. Gramedia Pustaka Utama.
- [3] Kazmer, D. O. (2016). Injection mold design engineering. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.
- [4] Kohara, Y. (2011). Why-why analysis with five Layers methodology for IT Projects.
- [5] Irwati, Dwi, and Dwi Indra Prasetya "Mengurangi Cacat Color Out Menggunakan Pendekatan Seven Tools: Studi Kasus Industri Coloring Compound Plastic" JURNAL TEKNIK INDUSTRI 1.2 (2020): 16.21
- [6] Gordon Jr, M. J. (2010). Total quality process control for injection molding (Vol. 5). John Wiley & Sons.
- [7] Montgomery, D. C. (2007). Introduction to statistical quality control. John Wiley & Sons.
- [8] Pyzdek, T., & Keller, P. (2014). Six sigma handbook (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
- [9] Breyfogle III, F. W. (2003). Implementing six sigma: smarter solutions using
- [10] Statistical methods. John Wiley & Sons.
- [11] Chaciński, Tomasz, Piotr Jaskólski, and Michał Pałubicki. (2022). Study of process stability in injection molding based on product weight. Journal of Mechanical and Energy Engineering.
- [12] Dorothea, W. A. (1999). Manajemen Kualitas. Edisi Pertama. Jogjakarta: Universitas Atma Jaya.