

MENGURANGI *DEFECT* GANTI *SIZE* BAN DARI PROSES *TREAD* DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN *SIX SIGMA*

Aod Abdul Jawad

Fakultas Teknik, Prodi Teknik Industri Universitas Pamulang
dosen02273@unpam.co.id

ABSTRAK

Ban merupakan bagian penting dari kendaraan dan digunakan untuk mengurangi getaran yang disebabkan oleh ketidakaturan permukaan jalan, melindungi roda dari kerusakan dan kerusakan, serta memberikan stabilitas antara kendaraan dan tanah untuk meningkatkan kecepatan dan memfasilitasi gerakan. Perusahaan selalu berupaya meningkatkan kualitas produknya agar dapat bersaing dengan produk ban lain dan dapat meningkatkan laba perusahaan. *Tread* adalah bagian dari ban yang berfungsi untuk melindungi ban dari benturan, tusukan dari benda luar yang dapat merusak ban. Dalam proses produksi untuk *tread* ada cacat yang masih tinggi dan di atas target yang ditetapkan oleh perusahaan. Persentase cacat mengubah ukuran yang terjadi saat ini yaitu rata-rata 4,9% sedangkan batas toleransi yang ditetapkan oleh perusahaan adalah maksimal 2,5%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan *tread* cacat tinggi dengan metode DMAIC, mengusulkan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas *tread* dengan menggunakan metode Six Sigma dan menjelaskan hasil perbaikan yang dilakukan dan untuk mengetahui tingkat nilai sigma setelah proses perbaikan. Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, maka nilai sigma yang terungkap sebelum perbaikan, kemudian dilakukan perbaikan dengan alat FMEA dan SMED. Setelah proses perbaikan diketahui ada peningkatan sigma dari 3,16 menjadi 3,46 dan penurunan persentase perubahan ukuran cacat menjadi 2,47%.

Kata Kunci: *Kualitas, Ban, Tread, Cacat, Six Sigma, DMAIC.*

I. PENDAHULUAN

Perusahaan manufaktur tidak hanya memprioritaskan elemen kuantitas, tetapi juga elemen kualitas sebagai tolak ukur keberhasilan yang sangat vital dan penting untuk keberhasilan suatu proses produksi. Konsekuensi positif dalam usaha atau bisnis apabila sisi kualitas menjadi tolak ukur dengan perhatian yang serius yaitu biaya produksi dapat dikurangi dan pendapatan menjadi meningkat. Biaya produksi dapat berkurang dengan pengendalian yang sangat ketat terhadap standar penjaminan kualitas sehingga produk akan terbebas dari reject, defect dan berbagai jenis kerusakan yang terjadi saat produksi. Dalam hal ini ketika produksi dituntut untuk menghasilkan produk sesuai target (jumlah) juga focus terhadap kualitas yang akan berimbas pada turunnya kegagalan proses dan produksi. Produksi yang lebih efisien akan membuat biaya produksi per unit akan lebih rendah, yang berarti harga produk dapat menjadi lebih kompetitif.

Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia), Pengertian Kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu. Kualitas memang tidak terlepas dari manajemen kualitas yang mempelajari setiap era dari manajemen operasi dari perencanaan lini produk dan fasilitas, sampai penjadwalan dan memonitor hasil. Kualitas merupakan bagian dari semua fungsi usaha yang lain (pemasaran, sumber daya manusia, keuangan dan lain-lain). Dalam kenyataannya, penyelidikan kualitas adalah suatu penyebab umum yang alamiah untuk mempersatukan fungsi-fungsi usaha.

Produk yang gagal dan cacat memiliki pengaruh besar pada laba dan biaya produksi. Produk yang rusak akan menyebabkan peningkatan biaya produksi dan peningkatan biaya pengerjaan ulang.

II.DASAR TEORI

Perusahaan Motorola pada sekitar tahun 1980 hingga tahun 1990 kurang lebih, merupakan awal singkat sejarah terjadinya konsep Six Sigma. Motorola merupakan salah satu perusahaan di AS dan Eropa, namun setiap produk yang mereka release ke pasaran selalu kalah bersaing dengan perusahaan Jepang. Kualitas produk mereka sangat buruk dan itu diakui oleh para pimpinan puncak Motorola. Six Sigma pada perusahaan Motorola memiliki cara yang sangat sederhana serta konsisten dalam mencari akar masalah dan melakukan perbandingan kinerja dengan customer requirement yang termuat dalam ukuran six sigma, serta tujuan six sigma yaitu target yang sangat ketat dari kualitas yang sempurna pada pelaksanaannya atau implementasinya. Contoh lain dalam pelaksanaan six sigma dalam sepuluh tahun terakhir yaitu pada perusahaan Allied Signal dan General Electric (Snee, 2010) yang mana six sigma merupakan alat ukur kualitas dari produk dan layanan telah populer berkat keberhasilan penerapan konsep penjamin kualitas pada kedua perusahaan tersebut. Six Sigma adalah suatu system yang lengkap, menyeluruh dan mendalam serta secara tepat dapat menyesuaikan dalam hal meningkatkan proses bisnis yang lebih focus pada apa yang diminta oleh customer. Pada proses six sigma ini digunakan data, fakta yang disertai dengan analisis statistik yang secara berkesinambungan dan menitikberatkan pada perbaikan secara terus menerus dan konsisten dengan tinjauan bisnis.

Perusahaan kelas dunia dalam kategori Fortune 200 seperti Motorola, GE, Bank of America, Honeywell, Boeing, Ford, dan perusahaan lain menggunakan program Six Sigma untuk memaksimalkan keuntungan mereka (Raisinghani, 2005 dan Kabir dkk, 2013). Six sigma sebagai sistem manajemen diterapkan untuk memastikan bahwa upaya dan peluang penting untuk perbaikan dikembangkan dengan baik melalui metodologi metrik dan tingkat yang diterapkan sejalan dengan strategi bisnisnya. Konsep Six Sigma jika diterapkan pada sebuah organisasi dapat meningkatkan kualitas proses. Tahap identifikasi sampai menghilangkan penyebab defect dan kegagalan proses yang bisa ditimbulkan oleh kesalahan proses dengan cara mengurangi tingkat variasi pada proses

produksi dan bisnis (Mittal, 2014). Tahapan untuk meningkatkan kemampuan proses (kapabilitas proses) mengenai metode Six Sigma secara khusus memungkinkan langkah-langkah standar seperti mendefinisikan, mengukur, menganalisis, meningkatkan dan mengendalikan untuk uji statistik yang saling terkait. Untuk proyek tertentu dalam organisasi untuk penerapan Six Sigma, tahapan biasanya terdiri dari langkah-demi-langkah yang diperlukan untuk mendapatkan nilai target yang dapat diukur yaitu periode waktu, mengurangi pencemaran udara, mengurangi tingkat pengeluaran, perbaikan dan inovasi tingkat kepuasan pelanggan dan meningkatkan pendapatan. (Mittal, 2014). Tidak dapat dihindari, untuk mendapatkan manfaat, sebagai akibat dari penerapan Six Sigma dalam organisasi atau perusahaan, akan membutuhkan investasi awal yang relatif tinggi, tetapi mungkin menawarkan manfaat dalam jangka panjang termasuk penghematan biaya, menghasilkan keuntungan, meningkatkan konsistensi kualitas proses, kinerja karyawan yang lebih baik, dan kualitas layanan dan produk yang lebih baik. Elemen-elemen tersebut terutama akan memimpin organisasi atau perusahaan untuk memberikan kepuasan pelanggan yang lebih tinggi serta untuk mendapatkan tujuan akhir dari organisasi (Mittal, 2014). Keberadaan Six Sigma dapat dilihat sebagai filosofi, strategi bisnis, alat perbaikan dan pengukuran statistik. Six Sigma pada umumnya merupakan strategi manajemen, budaya dan perubahan, dan kebutuhan organisasi untuk dibangun secara keseluruhan ke dalam rencana strategi perusahaan. Kegiatan Six Sigma difokuskan untuk mengurangi tingkat cacat / kegagalan produk atau proses (Taneja & Machanda, 2013).

Ban adalah salah satu komponen yang paling penting dari setiap kendaraan karena bersentuhan langsung dengan jalan. Karena tren peningkatan untuk kendaraan *sports* berkecepatan tinggi, kekritisannya semakin meningkat. Oleh karena itu produsen ban mengambil aspek kualitas dari manufaktur yang paling serius karena cacat satu menit di ban apapun dapat menyebabkan kerugian besar dalam hal uang dan citra merek. Produsen ban juga beroperasi di lingkungan yang sangat tidak stabil di mana spesifikasi ban dan permintaan mereka berfluktuasi setiap hari. Proses pembuatan ban, terutama untuk ban

radial sangat kompleks, dan membutuhkan penanganan cacat yang besar. Oleh karena itu setiap perusahaan manufaktur ban perlu menjaga jalur yang sangat dekat dari proses manufaktur mereka, yang melibatkan kegiatan-kegiatan berikut (Gupta et al, 2012):

1. Pengadaan bahan baku dari tempat yang tepat dan pada waktu yang tepat.
2. Proses perencanaan yang efisien.
3. Inventarisasi manajemen secara real-time.
4. Menjaga lingkungan manufaktur bebas dari partikel asing seperti debu, kelembaban, dll.
5. Proses manufaktur yang kuat.
6. Manajemen mutu yang ketat.
7. Sistem logistik dan distribusi yang cepat.

Ban juga sebagai alat keamanan kendaraan dengan *tread* yang dirancang untuk keselamatan pengendara. *Tread* adalah bagian dari ban yang berfungsi untuk melindungi ban dari benturan, tusukan dari benda luar yang dapat merusak ban. *Tread* merupakan bagian penting dari ban karena kinerja ban ditentukan dari kualitas *tread*.

III. METODE DAN TEKNIK PENGUKURAN

Dalam penerapan pengendalian kualitas dengan Six Sigma menggunakan metode DMAIC yaitu Define, Measure, Analyze, Improve, Control. (Thirunavukkarasu et al, 2008). (1) Mendefinisikan operasi dari langkah pertama dalam peningkatan kualitas berdasarkan Six Sigma. Dalam fase ini membutuhkan definisi dari beberapa hal yang terkait dengan kriteria pemilihan proyek dan menentukan peran orang-orang yang terlibat dalam proyek Six Sigma. (2) Mengukur adalah membandingkan suatu besaran dengan besaran lain (sejenis) yang digunakan sebagai patokan dalam menentukan karakteristik kualitas. Dalam pengukuran, pada konsep Six Sigma ini menggunakan satu instrument (alat ukur) atau lebih yang terkait dengan apa yang persyaratkan secara khusus oleh customer/pelanggan., pengukuran kinerja dasar pada tingkat output untuk proyek peningkatan kualitas Six Sigma diatur menjadi berfokus pada peningkatan kualitas terhadap cacat nol sehingga memberikan kepuasan total kepada pelanggan. (3) Analisis adalah langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Ada beberapa hal yang

harus dilakukan pada tahap ini: Menentukan stabilitas dan kapabilitas (kapabilitas) Mengidentifikasi proses dan sumber serta akar penyebab masalah kualitas proyek Six Sigma. (4) Meningkatkan tahap peningkatan kualitas tim Six Sigma menjadi kreatif dalam menemukan cara-cara baru untuk meningkatkan kualitas (berdasarkan target perusahaan) agar lebih baik dan lebih efisien. (5) Kontrol adalah tahap operasional terakhir dalam upaya untuk meningkatkan kualitas berdasarkan Six Sigma. Pada tahap ini hasil dari peningkatan kualitas dokumentasi dan disebarluaskan, praktik terbaik yang berhasil dalam meningkatkan proses standar dan disebarluaskan, prosedur dan standar yang didokumentasikan untuk dijadikan pedoman, serta kepemilikan atau tanggung jawab tim ditransfer ke pemilik atau orang bertanggung jawab atas proses.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tread Extruder Division adalah divisi yang menghasilkan satu bagian ban yaitu *treadnya*. *Tread* adalah bagian dari ban yang berfungsi untuk melindungi ban dari benturan, tusukan dari benda luar yang dapat merusak ban. proses produksi *tread* ada beberapa cacat yang terjadi di luar batas toleransi maksimum yang menghasilkan persentase cacat yang tinggi. Persentase cacat toleransi maksimum dari perusahaan yang ditargetkan sebesar 6,0%, tetapi persentase cacat yang sebenarnya terjadi, yaitu 9,4%, dengan rincian cacat *tread* dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut :

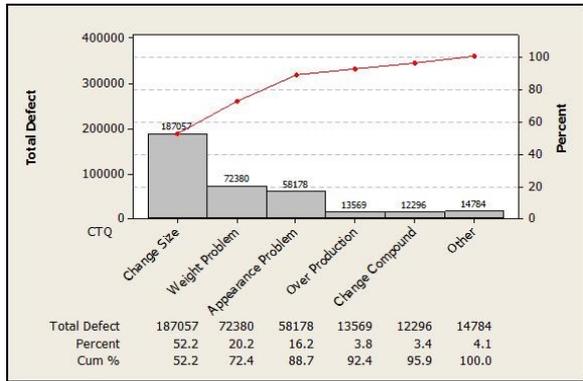
Tabel 1. Problem defect ganti size

No	CTQ	Total Defect (pcs)	Persentase Defect (%)	Kumulatif Defect (%)
1	Change Size	187057	4.90%	52.20%
2	Weight Problem	72380	1.90%	72.40%
3	Appearance Problem	58178	1.50%	88.70%
4	Over Production	13569	0.40%	92.40%
5	Change Compound	12296	0.30%	95.90%
6	Test Technical	9869	0.30%	98.60%
7	Machine Problem	4915	0.10%	100.00%
	Total	358265	9.40%	

(sumber : pengolahan data)

Tampak pada Tabel 1 jenis masalah perubahan ukuran cacat adalah masalah yang paling dominan pada total *tread* cacat yaitu sebesar 4,9%, atau 52,2% dari persen kecacatan kumulatif persen, sedangkan

perubahan ukuran cacat toleransi maksimum adalah 2,5%. Berdasarkan data produk yang tidak sesuai perlu menganalisa faktor penyebab. Faktor penyebab dikelompokkan berdasarkan Diagram Pareto untuk melihat penyebab utama masalah.



(sumber : berdasarkan data diambil)
Gambar 1. Pareto Diagram of Nonconforming Products Causative Factor

Pengukuran DPO (Defects Per Opportunities), DPMO (Defect Per Million Opportunities) dan Sigma Level dimaksudkan untuk menentukan kondisi dasar kinerja perusahaan saat ini adalah dengan melihat berapa banyak tingkat sigma kondisi perusahaan saat ini berada. Pengukuran yang dilakukan adalah untuk ukuran DPO, DPMO dan Sigma Level untuk keseluruhan proses.

$$DPU = \text{Total Defect} / \text{Total Production}$$

$$= 187057 / 3831435$$

$$= 0.048822$$

$$DPO = \text{Total Defect} / (\text{Total Production} \times \text{CTQ Potential})$$

$$= 187057 / (3831435 \times 1)$$

$$= 0.048822$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$= 0.048822 \times 1.000.000$$

$$= 48822$$

$$Y_{RT} = e^{(-dpu)}$$

$$= 2.7183^{(-0.049)}$$

$$= 0.952$$

$$Y_{NA} = (Y_{RT})^{(1/opp)}$$

$$= (0.952)^{(1/1)}$$

$$= 0.952$$

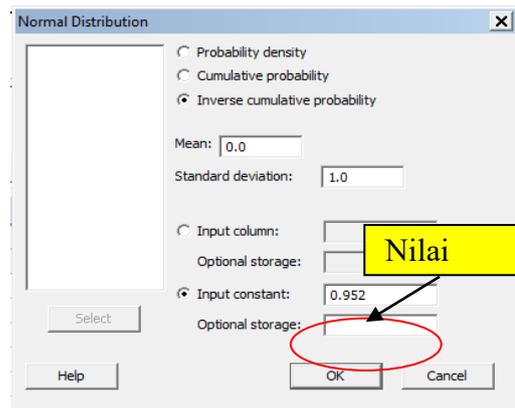
Z_{Lt} = Using MINITAB Software

= Calc > Probability Distribution > Normal

Inverse Cumulative Distribution Function

Normal with mean = 0 and standard deviation = 1

P(X <= x) x
 0.952 1.66456



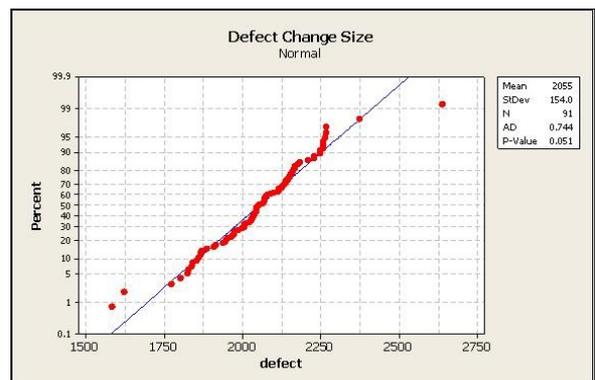
(sumber : berdasarkan data diambil)
Gambar 2. Perhitungan nilai Zlt dengan Minitab.

$$\text{Level Sigma } (Z_{St}) = Z_{Lt} + 1.5$$

$$= 1.66 + 1.5$$

$$= 3.16$$

Dari perhitungan di atas diketahui tingkat nilai sigma perusahaan saat ini berada pada level 3.16



(sumber : berdasarkan data diambil)
Gambar 3. Tes Normality Defect Ganti Size

Hasilnya menunjukkan bahwa nilai P-value lebih dari 0,05, ini menunjukkan bahwa distribusi data normal dan dapat terus diuji menggunakan ANOVA pada tahap Analyze.

Untuk mengevaluasi faktor potensial sebenarnya merupakan faktor penting dan penyebab utama dari tread cacat kemudian

dianalisis menggunakan uji hipotesis terhadap data cacat

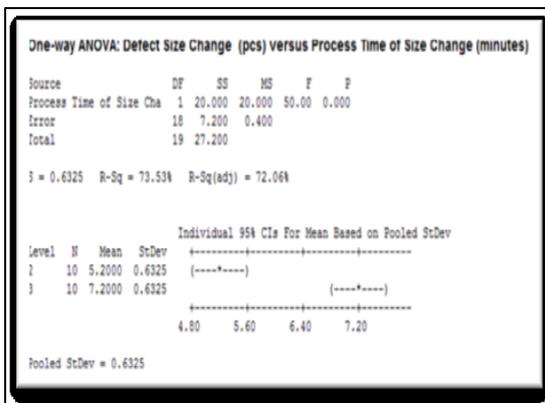
X1: Waktu proses perubahan ukuran vs Perubahan ukuran cacat

Hypothesis :

Ho : Waktu proses ganti *size* tidak berpengaruh terhadap Defect size change

H1 : Waktu proses ganti *size* berpengaruh Defect size change.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Perubahan Ukuran Cacat dengan Waktu Proses 2 menit & 3 menit



(sumber : pengolahan data)

P-Value < 0.05, “Reject Ho” (Waktu proses ganti *size* adalah faktor penting)

X2 : Total size vs Defect size change

Tabel 3. Hasil Pengukuran defect change size dengan Total size 15 pcs & 20 pc

No	Defect of Size Change (pcs)	Pengukuran Lebar tread	No	Defect of Size Change (pcs)	Pengukuran Lebar tread
1	4	Automatic	11	8	Manual
2	6	Automatic	12	7	Manual
3	5	Automatic	13	7	Manual
4	4	Automatic	14	7	Manual
5	5	Automatic	15	8	Manual
6	4	Automatic	16	7	Manual
7	5	Automatic	17	7	Manual
8	5	Automatic	18	7	Manual
9	6	Automatic	19	8	Manual
10	5	Automatic	20	7	Manual

(sumber : pengolahan data)

Hypothesis :

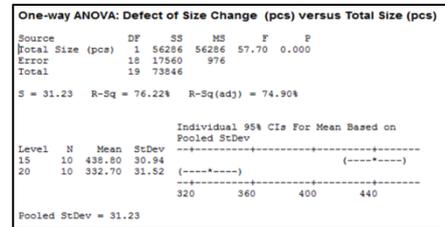
Ho : Total size tidak berpengaruh terhadap Defect size change

H1 : Total size berpengaruh terhadap Defect size change

P-Value < 0.05, “Reject Ho” (Total size adalah faktor penting)

X3 : Measurement tread width vs Defect size

Tabel 4. Hasil Pengukuran defect change size dengan Pengukuran lebar tread Metode otomatis & metode Manual

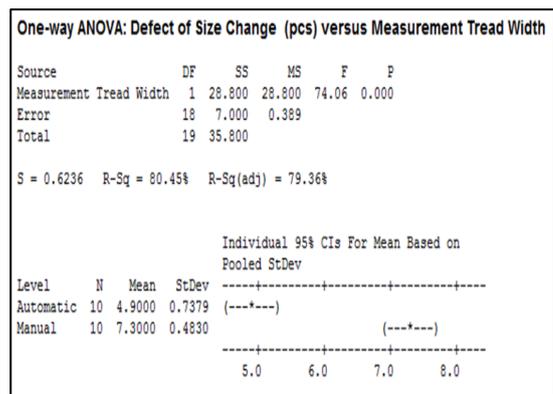


(sumber : pengolahan data)

Hypothesis :

Ho : Pengukuran lebar tread tidak berpengaruh terhadap Defect size change

H1 : Pengukuran lebar tread berpengaruh terhadap Defect size change



(sumber : pengolahan data)

P-Value < 0.05, “Reject Ho” (Pengukuran lebar tread adalah faktor penting)

X4 : MV Compound vs Defect size change

Table 5. Hasil Pengukuran dari Defect Size Change dengan MV Compound 65, 67, 70 & 75

No	MV Compound	Defect of Size Change (pcs)	No	MV Compound	Defect of Size Change (pcs)
1	65	3	11	70	2
2	65	2	12	70	2
3	65	2	13	70	3
4	65	2	14	70	4
5	65	4	15	70	3
6	67	3	16	75	3
7	67	3	17	75	3
8	67	4	18	75	2
9	67	3	19	75	2
10	67	2	20	75	2

(sumber: pengolahan data)

Hypothesis :

Ho : MV Compound tidak berpengaruh terhadap *Defect size change*

H1 : MV Compound berpengaruh terhadap *Defect size change*

One-way ANOVA: Defect of Size Change (pcs) versus MV Compound					
Source	DF	SS	MS	F	P
MV Compound	3	1.000	0.333	0.58	0.637
Error	16	9.200	0.575		
Total	19	10.200			

S = 0.7583 R-Sq = 9.80% R-Sq(adj) = 0.00%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
65	5	2.6000	0.8944	(-----*-----)
67	5	3.0000	0.7071	(-----*-----)
70	5	2.8000	0.8367	(-----*-----)
75	5	2.4000	0.5477	(-----*-----)

Pooled StDev = 0.7583

(sumber : pengolahan data)

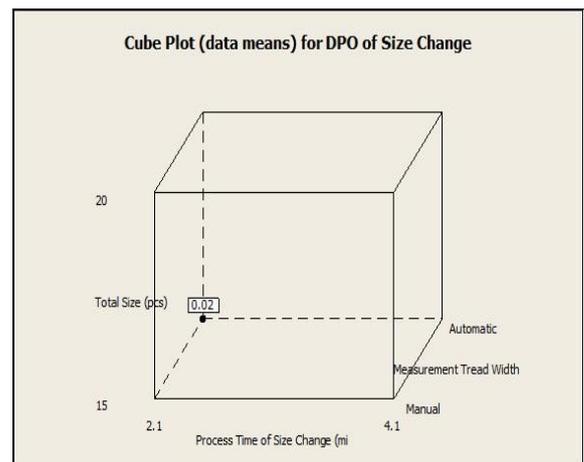
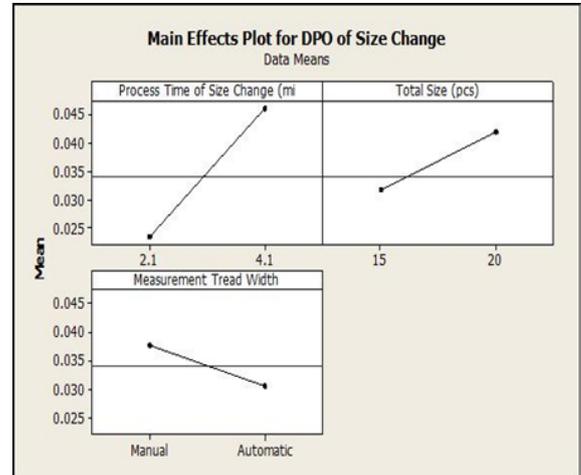
P-Value > 0.05, “Accept Ho” (MV Compound bukan faktor yang penting)

Fase perbaikan dilakukan untuk menentukan pengaturan ideal pada proses perubahan ukuran. Pada tahap ini dilakukan perancangan percobaan menggunakan rancangan faktorial dua tingkat dengan perangkat lunak Minitab.

Melakukan *Design of Experiment* (DOE) pada proses ganti *size*

Variabel independen (X1: Waktu Proses Perubahan *size*, X2: *Size Total*, X3: Pengukuran Lebar *Tread*), Variabel respon (Y: DPO Perubahan *Size*).

Hasil pengolahan data Minitab menunjukkan bahwa nilai R-Square adalah 87,37% dan itu berarti variabel independen memiliki pengaruh yang kuat terhadap perubahan ukuran cacat. Pengaruh variabel independen dengan perubahan ukuran ditunjukkan pada Gambar.



(sumber : berdasarkan data diambil)

Gambar 4. Design of Experiment Pada Proses Ganti *Size*

Plot dari grafik utama menunjukkan bahwa pengaturan ideal dalam perubahan ukuran proses percobaan untuk mengurangi perubahan ukuran cacat adalah sebagai berikut: (i) Waktu proses perubahan ukuran adalah 2,1 menit, (ii) Ukuran total adalah 15 pcs dan (iii) Lebar *tread* pengukuran adalah otomatis .

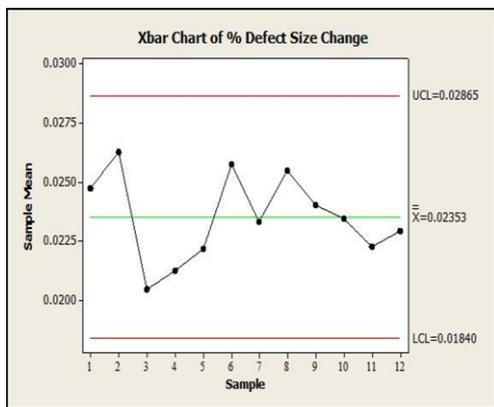
Six Sigma menekankan fase kontrol karena upaya sebelumnya untuk meningkatkan kinerja secara berulang menunjukkan bahwa seluruh proses itu rumit dan keuntungan yang diperoleh dengan susah payah hilang jika prosesnya diserahkan kepada dirinya sendiri. Sebuah proses yang dirancang dengan baik menunjukkan pengendalian diri yang melekat, sementara proses yang dirancang dengan buruk

memerlukan kontrol dan penyesuaian eksternal yang sering untuk memenuhi persyaratan.

Tabel 7. Kontrol Defect ganti size

No	Month	Defect Size Change	Produk si	DPO (unit)	DPMO (unit)	YRT	YNA	Zlt	Level Six Sigma
1	17-Jun	32108	1298240	0.025	24731.95	0.975	0.975	1.96	3.46
2	17-Jul	23256	884016	0.026	26307.22	0.974	0.974	1.944	3.44
3	17-Aug	28448	1390164	0.02	20463.77	0.98	0.98	2.048	3.55
4	17-Sep	28730	1351080	0.021	21264.47	0.979	0.979	2.033	3.53
5	17-Oct	30719	1383654	0.022	22201.36	0.978	0.978	2.015	3.51
6	17-Nov	35592	1381410	0.026	25764.98	0.975	0.975	1.953	3.45
7	17-Dec	30268	1297800	0.023	23322.55	0.977	0.977	1.994	3.49
8	18-Jan	33615	1318680	0.025	25491.4	0.975	0.975	1.957	3.46
9	18-Feb	29643	1232112	0.024	24058.69	0.976	0.976	1.981	3.48
10	18-Mar	33252	1416669	0.023	23471.96	0.977	0.977	1.992	3.49
11	18-Apr	31374	1407060	0.022	22297.56	0.978	0.978	2.013	3.51
12	18-May	33921	1477212	0.023	22962.85	0.977	0.977	2.001	3.5
Average		30910.5	1319841	0.024	23528.23	0.977	0.977	1.992	3.49

(sumber: pengolahan data)



(sumber : berdasarkan data diambil)

Gambar 5. Diagram Proses Kontrol Capability

Tujuan dari proses Six Sigma adalah untuk mengidentifikasi dan mengandung variabel pandangan penting. Untuk melakukan hipotesis, tes diperlukan untuk menyatakan hipotesis penelitian sebagai hipotesis nol dan alternatif. Hipotesis nol dan hipotesis alternatif adalah pernyataan mengenai perbedaan atau efek yang terjadi dalam populasi. Strategi mendesain ulang tujuan desain bukan perbaikan, tetapi menggantikan suatu proses atau bagian dari proses dengan proses baru. Model ini dikaitkan dengan desain produk di mana prinsip Six Sigma digunakan untuk menciptakan produk atau layanan baru yang terkait dengan kebutuhan pelanggan dan divalidasi dengan data dan pengujian.

Perhitungan six sigma setelah proses improvement :

$$\begin{aligned}
 DPU &= \text{Total Defect} / \text{Total Production} \\
 &= 32108 / 1298240 \\
 &= 0.024732
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 DPO &= \text{Total Defect} / (\text{Total Production} \times \text{CTQ Potential}) \\
 &= 32108 / (1298240 \times 1) \\
 &= 0.024732
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 DPMO &= DPO \times 1.000.000 \\
 &= 0.024732 \times 1.000.000 \\
 &= 24732
 \end{aligned}$$

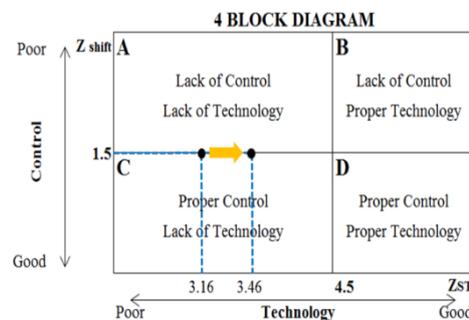
$$\begin{aligned}
 YRT &= e^{(-dpu)} & YNA &= (YRT) \\
 (1/opp) & & & \\
 &= 2.7183^{(-0.025)} & &= (0.975) \\
 (1/1) & & & \\
 &= 0.975 & &= 0.975
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ZLt &= \text{Menggunakan software MINITAB} \\
 &= \text{Calc} > \text{Probability Distribution} >
 \end{aligned}$$

Normal
Inverse Cumulative Distribution Function
Normal dengan mean = 0 dan standard deviation = 1

$$\begin{aligned}
 P(X \leq x) &= x \\
 0.975 &= Zlt = 1.95996
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Level Sigma (ZSt)} &= ZLt + 1.5 \\
 &= 1.96 + 1.5 \\
 &= 3.46
 \end{aligned}$$



Gambar 6. Proses Capability Plotting dalam Four Block Diagram

Jika nilai kapabilitas proses berada dalam kuadran A, itu berarti masalah sangat terkait dengan teknologi yang buruk dan aspek kontrol. Proses kemampuan yang tersisa di kuadran B berarti bahwa teknologi ini tepat tetapi kurang pengontrolan. Sebaliknya, organisasi atau perusahaan dalam kuadran C berarti bahwa ia tidak memiliki implementasi teknologi yang tepat tetapi memiliki kontrol yang sesuai kepada pengguna. Yang ideal diberikan oleh kuadran D (kelas dunia), di mana proses kemampuan yang terkait dengan implementasi teknologi dan langkah-langkah kontrol sepenuhnya terintegrasi. Six Sigma sebagai sistem manajemen dapat dengan

mudah diimplementasikan untuk meningkatkan produktivitas, meningkatkan laba, meningkatkan kualitas dan pengalaman pelanggan, dan meningkatkan penghematan keuangan.

V. KESIMPULAN

Hasil tindakan korektif yang telah dilakukan selama sepuluh bulan terakhir dengan metode Six Sigma menghasilkan persentase penurunan perubahan ukuran cacat sebelumnya sebesar 4,9% menjadi 2,5%. Nilai DPMO diperoleh setelah proses perbaikan 24732 yang menunjukkan peluang kegagalan dalam satu juta produk atau proses sebanyak 24732 pcs. Tingkat sigma menapak produk setelah perbaikan setelah proses perhitungan mengalami peningkatan dari sebelum perbaikan sebesar 3,16 menjadi 3,46 sigma, menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan mempengaruhi nilai sigma. Peningkatan nilai Z.St dalam diagram 4 blok dari sebelumnya 3,16 naik menjadi 3,46, yang berarti ada peningkatan dari teknologi yang mengarah pada peningkatan teknologi yang lebih baik. Sebaliknya, organisasi atau perusahaan dalam kuadran C berarti bahwa ia tidak memiliki implementasi teknologi yang tepat tetapi memiliki kontrol yang sesuai kepada pengguna. Yang ideal diberikan oleh kuadran D (kelas dunia), di mana proses kemampuan yang terkait dengan implementasi teknologi dan langkah-langkah kontrol sepenuhnya terintegrasi (Purba, 2016).

DAFTAR PUSTAKA

- Evans, J., & Lindsay, W. (2014). An introduction to Six Sigma and process improvement. *Cengage Learning*.
- Gijo, E. V., & Scaria, J. (2010). Reducing rejection and rework by application of Six Sigma methodology in manufacturing process. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 6(1-2), 77-90.
- Gupta, V., Acharya, P., & Patwardhan, M. (2012). Monitoring quality goals through lean Six-Sigma insures competitiveness. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(2), 194-203.
- Mittal, M. (2014). Latest Trend in Management - Six Sigma. *Gyan Jyoti E-Journal*, 4(1), 32-38.
- Kabir, M.E., Boby, S.M.M.I., & Lutfi, M. (2013). Productivity Improvement by using Six Sigma. *International Journal of Engineering and Technology*, 3(12), 1506-1084.
- Kairulazam, C. K., Hussain, M. I., Mohd Zain, Z., & Lutpi, N. A. (2014). Reduction of rejection rate for high gloss plastics product using six sigma method. In *Applied Mechanics and Materials*, 606, 141-145.
- Ketan, H., & Nassir, M. (2016). Aluminium hot extrusion process capability improvement using Six Sigma. *Advances in Production Engineering & Management*, 11(1), 59.
- Kumaravadivel, A., & Natarajan, U. (2013). Application of six-sigma DMAIC methodology to sand-casting process with response surface methodology. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 69(5-8), 1403-1420.
- Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation*, 26(5), 708-715.
- Purba H. H. (2016). Reducing the Operational Stop Time of Hauler Komatsu HD465-7 by using the Six Sigma's Approach in PT X. *ComTech*, 7 (2), 91-103.
- Raisinghani, M.S. (2005). Six Sigma: concepts, tools, and applications. *Industrial Management & Data Systems*, 105(4), 491-505.
- Sahoo, A. K., Tiwari, M. K., & Mileham, A. R. (2008). Six Sigma based approach to optimize radial forging operation variables. *Journal of materials processing technology*, 202(1), 125-136.

- Snee, R. D. (2010). Lean Six Sigma-getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(1), 9-29.
- Taneja, M., & Manchanda, A. (2013). Six Sigma an Approach to Improve Productivity in Manufacturing Industry. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 5(6), 281-286.
- Thirunavukkarasu, V., Devadasan, S. R., Prabhushankar, G. V., Muruges, R., & Senthilkumar, K. M. (2008). Conceptualisation of total Six Sigma function deployment through literature snapshots. *International Journal of Applied Management Science*, 1(1), 97-122.
- Wojtaszak, M., & Biały, W. (2015). Problem Solving Techniques as a Part of Implementation of Six Sigma Methodology in Tire Production. Case Study. *Management Systems in Production Engineering*, 3, 133-137.