PENINGKATAN KUALITAS PRODUK *GEARBOX* DENGAN PENDEKATAN DMAIC *SIX SIGMA* PADA PT. X, Y, Z

Ade Irwanto[1], Djauhar Arifin[2], Moh. Mawan Arifin[3]

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Borobudur

Abstrak

PT. X, Y, Z merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi produk *components automotive*. Hasil produksi dari perusahaan adalah produk *Gearbox*, produk *Gearbox* yang sedang diteliti saat ini adalah tipe SI-00093, karena didapatkan jumlah cacat sebanyak 4.532 pcs, jenis cacat tersebut meliputi 5 jenis cacat (*Nest, Scratch, Crack, Chipping, Abnormal Colour*), dan jenis cacat atau *No Good part* yang paling banyak dihasilkan adalah jenis cacat *Nest* sebanyak 2.550 *pcs* pada saat proses *Sizing*. Untuk mendapatkan produk akhir yang baik, maka setiap proses pembuatan komponen produk juga harus berjalan dengan baik. Namun pada kenyataannya, tiap tahun produk cacat mengalami kenaikan sehingga keadaan ini harus dikendalikan supaya didapatkan kegagalan nol (*zero defect*).

Six Sigma merupakan metode peningkatan kualitas dengan konsep menurunkan cacat produk hingga 3,4 cacat dalam satu juta produk yang dihasilkan. *Six Sigma* memiliki lima tahapan yaitu DMAIC yang merupakan kepanjangan dari *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control.* Six Sigma juga memberikan solusi yang tepat mengenai langkah-langkah yang seharusnya dilakukan untuk menghasilkan peningkatan kualitas menuju tingkat kegagalan = 0 (*zero defect*).

Hasil dari penelitian ini diketahui bahwa jenis cacat yang menyebabkan tingginya tingkat kecacatan produk *Gearbox* adalah cacat *Nest* sebanyak 2.550 *pcs.* Nilai rata-rata *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) sebelum perbaikan dari bulan Juli 2018 – Desember 2018 adalah 24.200 DPMO dengan nilai *Sigma* 3,474 dan setelah perbaikan menggunakan metode *Six Sigma* dengan 5 tahapan yaitu DMAIC maka didapatkan hasil perbaikan dari bulan Januari 2019 – Juni 2109 adalah 13.300 DPMO, dengan nilai *Sigma* meningkat menjadi 3,717. Nilai *Cost Of Poor Quality* (COPQ) sebelum perbaikan Rp. 56.100.000,00 setelah adanya perbaikan nilai *Cost of Poor Quality* (COPQ) mengalami penurunan menjadi Rp. 28.050.00,00.

Berdasarkan hasil perbandingan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa dari hasil perbaikan menggunakan metode *Six Sigma* dengan 5 tahapan yaitu DMAIC didapatkan peningkatan kualitas komponen cukup baik dengan parameter hasil dilihat dari menurunnya nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan meningkatnya level *Sigma* serta menurunnya nilai *Cost of Poor Quality* (COPQ).

Kata Kunci : Pengendalian Kualitas, *Six Sigma,* DMAIC, DPMO

Abstract

PT. X, Y, Z is a manufacturing company that manufactures automotive components. The production results of the company are Gearbox products, Gearbox products that are currently being investigated are SI-00093 types, because 4,532 pcs of defects are obtained, these defects include 5 types of defects (Nest, Scratch, Crack, Chipping, Abnormal Color), and the type of defect or No Good part that is most widely produced is NG Nest during the

[1] Alumni Fakultas Teknik Universitas Borobudur, Jakarta
[2] Dosen Fakultas Teknik Universitas Borobudur, Jakarta
[3] Dosen Fakultas Teknik Universitas Borobudur, Jakarta

Sizing process. To get a good final product, every process of making product components must also work well. But in fact, every year the defective product has increased so that this situation must be controlled so that zero failure is obtained.

Six Sigma is a quality improvement method with the concept of reducing product defects to 3.4 defects in one million products produced. Six Sigma has five stages, namely DMAIC which stands for Define, Measure, Analyze, Improve and Control. Six Sigma also provides the right solution regarding the steps that should be taken to produce an increase in quality towards a failure rate = 0 (zero defect).

The results of this study note that the type of defect that causes high defects in Gearbox products is Nest's defects of 2,550 pcs. The average value of Defect Per Million Opportunities (DPMO) before improvement from July 2018 - December 2018 is 24,200 DPMO with a Sigma value of 3,474 and after improvement using the Six Sigma method with 5 stages namely DMAIC, the improvement results from January 2019 - June 2109 was 13,300 DPMO, with Sigma increasing to 3,717. Value of Poor Quality (COPQ) before repairs Rp. 56,100,000.00 after an improvement in the cost of poor quality (COPQ) decreased to Rp. 28,050.00.00.

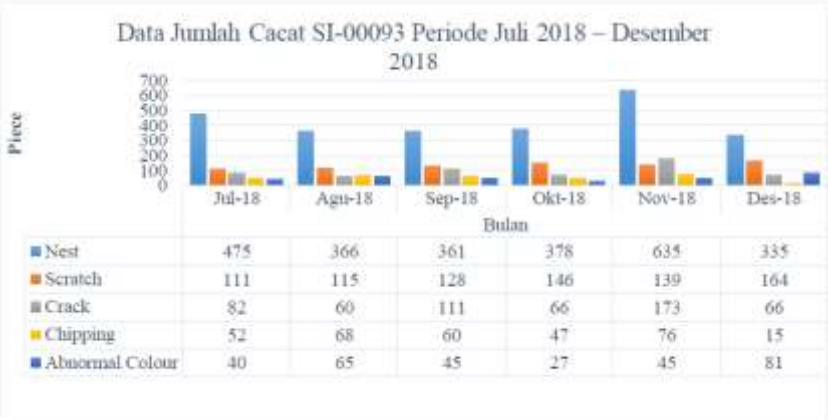
Based on the results of the comparison above, it can be concluded that the results of improvements using the Six Sigma method with 5 stages namely DMAIC obtained an increase in the quality of components quite well with the results parameters seen from the decreasing value of the Defect Per Million Opportunities (DPMO) and increasing the level of Sigma and decreasing the value of Cost of Poor Quality (COPQ).

***Keywords**: Quality Control, Six Sigma, DMAIC, DPMO*

1. Pendahuluan

Secara umum tujuan suatu industri manufaktur adalah memproduksi barang secara ekonomis namun tetap memenuhi kualitas yang dipersyaratkan agar dapat memperoleh keuntungan serta dapat menyerahkan produk tepat waktu dan tepat mutu serta harga. Selain itu industri manufaktur juga ingin agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar dan berkembang sehingga kelangsungan hidup perusahaan terjamin. Sekarang ini perusahaan juga dituntut untuk lebih kompetitif sehingga mampu bersaing merebut pasar yang ada. Oleh karena itu perusahaan harus dapat menjalankan strategi bisnisnya yang tepat agar mampu bertahan dalam menghadapi persaingan yang terjadi.

PT. X, Y, Z merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi produk *components automotive*. Hasil produksi dari perusahaan adalah produk *Gearbox*, produk *Gearbox* yang sedang diteliti saat ini adalah tipe SI-00093, karena didapatkan jumlah cacat sebanyak 4.532 pcs, jenis cacat tersebut meliputi 5 jenis cacat (*Nest, Scratch, Crack, Chipping, Abnormal Colour*), dan jenis cacat atau *No Good part* yang paling banyak dihasilkan adalah jenis cacat *Nest* sebanyak 2.550 pcs pada saat proses *Sizing*. Untuk mendapatkan produk akhir yang baik, maka setiap proses pembuatan komponen produk juga harus berjalan dengan baik. Namun pada kenyataannya, tiap tahun produk cacat mengalami kenaikan sehingga keadaan ini harus dikendalikan supaya didapatkan kegagalan nol (*zero defect*).



Gambar 1.1 Grafik Data Jumlah cacat SI-00093 Periode Juli –Desember 2018

Six Sigma merupakan metode peningkatan kualitas konsep ini berfokus pada kerja yang terukur, penyelesaian masalah berdasarkan fakta dan terdisiplin, serta penyelesaian proyek yang cepat. *Six Sigma* mempunyai banyak aspek yang berbeda dengan TQM yaitu TQM lebih banyak mengandalkan pendayagunaan karyawan dan tim, sedangkan *Six Sigma* adalah proyek andalan pimpinan. Aktivitas TQM biasanya berlangsung di sebuah departemen, proses atau tempat kerja, sedangkan *Six Sigma* berlangsung lintasan fungsi sehingga bersifat lebih strategis. (M. N. Nasution: 2015).

Six Sigma tidak menggunakan ISO 9000 dan *Malcolm Baldrige Criteria* tetapi fokus pada penggunaan alat untuk mencapai hasil yang terukur. *Six Sigma* sebagai salah satu metode baru yang paling popular merupakan salah satu alternatif dalam prinsip-prinsip pengendalian kualitas yang merupakan terobosan dalam bidang manajemen kualitas (Gasperzs, 2005: 303) *Six Sigma* dapat dijadikan ukuran kinerja sistem industri yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan kualitas yang luar biasa dengan terobosan strategi yang aktual. *Six Sigma* juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri yang berfokus pada pelanggan dengan memperhatikan kemampuan proses. Pencapaian *Six Sigma* hanya terdapat 3,4 cacat per sejuta kesempatan. Semakin tinggi target *Sigma* yang dicapai maka pencapaian kinerja kualitas pada perusahan semakin membaik.

Maka dalam penelitian ini akan digunakan untuk peningkatan kualitas produk *Gearbox* SI-00093 menggunakan pendekatan DMAIC *Six Sigma*. Penelitian ini dilakukan pada tahap proses produksi *mixing*, *compacting, sintering*, *sizing* dengan mengunakan data historis periode bulan Januari-Desember tahun 2016, untuk mengukur kinerja proses produksi produk *Gearbox* SI-00093. Tujuannya adalah untuk mengukur tingkat cacat, mengetahui *level sigma*, menemukan penyebab terjadinya cacat, dan memberikan usulan perbaikan untuk meminimalkan cacat pada pembuatan produk *Gearbox* SI-00093. Menganalisa hasil perbandingan DPMO, *level Sigma* dan *Cost of Poor Quali*ty (COPQ) sebelum dan sesudah implementasi pengendalian kualitas pada proses pembuatan produk *Gearbox* SI-00093.

2. Bahan dan Metode

Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. X,Y,Z di Lippo Cikarang–Bekasi (17550), Jawa Barat, Indonesia. Waktu pelaksanaan penelitian mulai dari tanggal 01 Juli 2018 sampai dengan 30 Desember 2018. Penelitian dilakukan pada bagian produksi produk *Gearbox*, produk *Gearbox* yang sedang diteliti saat ini adalah tipe SI-0009.

Metode Penelitian

Metode penelitian adalah suatu cara yang digunakan untuk melakukan kegiatan ilmiah, berupa penelitian secara hati-hati, kritis, terencana, sistematis, dan terarah. Metode ini bertujuan untuk mengumpulkan data yang sesuai untuk memecahkan suatu masalah. Dalam penelitian ini digunakan beberapa metode-metode ilmiah yang akan ditempuh dalam

menyelesaikan permasalahan yang telah diungkap sebelumnya. Tahap awal yang dilakukan adalah pengumpulan data historis produk cacat (NG) produk *Gearbox* tipe SI-0009 pada Juli 2018 sampai dengan Desember 2018 dan data pendukung dari observasi dan wawancara. Setelah data yang diperlukan terkumpul, selanjutnya melakukan pengolahan data dengan pendekatan DMAIC. DMAIC merupakan siklus perbaikan yang terdiri dari 5 fase, yaitu:

Tahap *Define* (Tahap Pendefinisian Masalah)

Tahap *Define* merupakan langkah pertama dalam pendekatan *Six Sigma*. Langkah ini mengidentifikasi masalah penting dalam proses yang sedang berlangsung. Pada tahap ini ditentukan *Critical to Quality* (CTQ) dan mengamati alur produksi melalui diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*). CTQ merupakan batas, karakteristik dan standar kualitas atas dimensi-dimensi kualitas yang harus dijaga dari sebuah produk. Standar atas dimensi ini bisa merupakan masukan yang datang dari konsumen/ pelanggan atau ditetapkan oleh produsen. Sedangkan diagram SIPOC memberikan gambaran menyeluruh terhadap keseluruhan proses kerja. Diagram SIPOC yang baik dapat menampilkan sebuah aliran kerja yang kompleks kedalam visualisasi yang sederhana dan mudah dipahami oleh setiap orang yang berkepentingan terhadap proses kerja atau membuat improvisasi kedalam proses kerja (Tannady 29).

Tahap *Measure* (Tahap Pengukuran)

Tahap *Measure* bertujuan untuk memvalidasi permasalahan, mengukur atau menganalisa permasalahan dari data yang ada. Untuk mengukur permasalahan yang ada dapat dilakukan perhitungan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) untuk mengukur kinerja perusahaan pada saat ini, Perhitungan DPMO dan nilai *Sigma* dilakukan berdasarkan penetuan *Critical to Quality* (CTQ). *Measure* adalah langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*.

Tahap *Analyze* (Tahap Analisa)

Ketika hasil akhir tidak sesuai dengan apa yang telah direncanakan dan ditargetkan, maka diperlukan sebuah analisa atas hasil dan proses yang telah berlangsung, Tahap *Analyze* pada DMAIC berfungsi untuk memberikan masukan atas prioritas dalam upaya penanggulangan penyebab masalah, memperlihatkan dampak dari kegagalan proses dan produk akhir terhadap konsumen, menguraikan penyebab kagagalan hingga sampai akar penyebab permasalahan dan memberikan masukan bagi upaya improvisasi.

Dibutuhkan orang yang kompeten dan mampu menggali jawaban dan mengambil analisa awal ketika melakukan *brainstorming* dengan para pihak terkait. Pemilihan narasumber yang tepat juga memegang peran penting dalam pengambilan analisa (Tannady 32).

Tahap *Improve* (Tahap Perbaikan)

Tahap berikutnya adalah *Improve* atau peningkatan. Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penerapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Hasil analisis harus dikumpulkan untuk mendapatkan ide untuk menghilangkan atau memecahkan masalah serta memperbaiki kinerja pengukuran variabel sehingga memperbaiki *Critical to Quality* (CTQ).

Langkah-langkah yang ditempuh dalam tahap *Improve* adalah memberikan usulan perbaikan dengan metode-metode 5W+1H. Menurut Gasperz (2002), pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas. Harus diputuskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan target yang harus ditetapkan), alasan kegunaan (mengapa) rencana tindakan itu harus dilakukan, dimana rencana itu ditetapkan atau dilakukan, siapa yang akan menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan itu.

Tahap *Control* (Tahap Pengendalian)

Tahap pengendalian memiliki fungsi supervisi atau pengawasan dan *monitoring* terhadap rencana perbaikan yang telah dirancang dan dijadwalkan, dengan kata lain proses *improvement* sedang di maintain pada tahap ini. Tim bertugas memastikan bahwa proses yang tengah berlangsung termasuk langkah-langkah improvisasinya adalah berada pada *range* yang ditetapkan atau tidak keluar dari batas-batas toleransi kualitas.

Tahap pengendalian juga mendokumentasi proses yang berlangsung, terlebih apabila proses tersebut dapat dijadikan sebagai *best practice* dan panduan bagi aktivitas atas problem yang sama dikemudian hari. *Tools* yang umum digunakan pada tahap ini adalah lembar *Check Sheet* (Tannady 33).

Pengendalian Kualitas

Perusahaan membutuhkan suatu cara yang dapat mewujudkan terciptanya kualitas yang baik pada produk yang dihasilkannya serta menjaga konsistensinya agar tetap sesuai dengan tuntutan pasar yaitu dengan menerapkan sistem pengendalian kualitas (*quality control*) atas aktivitas proses yang dijalani. Pengendalian kualitas merupakan alat bagi manajemen untuk memperbaiki kualitas produk bila diperlukan. Dalam menjalankan aktivitas, pengendalian kualitas merupakan salah satu teknik yang perlu dilakukan mulai dari sebelum proses produksi berjalan, pada saat proses produksi, hingga proses produksi berakhir dengan menghasilkan produk akhir. Pengendalian kualitas dilakukan agar dapat menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang sesuai dengan standar yang diinginkan dan direncanakan, serta memperbaiki kualitas produk yang belum sesuai dengan. standar yang telah ditetapkan dan sedapat mungkin mempertahankan kualitas yang telah sesuai.

Konsep *Six Sigma*

Six Sigma paling tepat didefinisikan sebagai metode peningkatan proses bisnis yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor-faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, mengurangi waktu siklus dan biaya operasi, meningkatkan produktivitas, memenuhi kebutuhan pelanggan dengan baik, mencapai tingkat pendayagunaan aset yang lebih tinggi, serta mendapatkan imbal hasil atas investasi yang lebih baik dari segi produksi maupun pelayanan. Metode ini disusun berdasarkan sebuah metodologi penyelesaian masalah sederhana *DMAIC*, yang merupakan singkatan dari *Define* (merumuskan), *Measure* (mengukur), *Analyze* (menganalisis), *Improve* (meningkatkan/ memperbaiki), dan *Control* (mengendalikan) yang menggabungkan bermacam-macam perangkat statistik serta pendekatan perbaikan proses lainnya (Evan & Lindays, 2007).

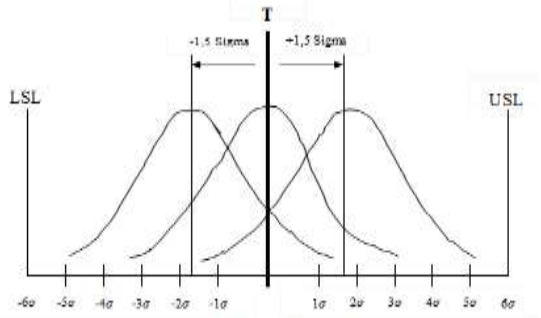
Pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai sebagaimana yang mereka harapkan. Apabila produk (barang atau jasa) diproses pada tingkat kualitas *Six Sigma*, perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada pada produk itu. Dengan demikian *Six Sigma* dapat dijadikan ukuran target kinerja sistem industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok dan pelanggan. Semakin tinggi target *Sigma* yang dicapai, kinerja sistem industri akan semakin baik.

Pendekatan pengendalian proses 6-*Sigma* Motorola (*Motorola's Six Sigma Process Control*) mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (*mean*) setiap CTQ individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target (T) sebesar 1,5-*Sigma*. Konsep *Six Sigma* Motorola berbeda dari konsep *Six Sigma* dalam distribusi normal yang umum dipahami selama ini yang tidak mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata (*mean*) dari proses. Perbedaan ini dapat ditunjukan pada tabel 2.1 dan gambar konsep *Six Sigma* dengan pergeseran distribusi normal 1,5 *Sigma,* pada gambar 2.1:

Tabel 2.1 Perbedaan *True Six Sigma* & Motorola *Six Sigma*

True Six Sigma Process (Normal Distribution Centered)			*Motorola's Six Sigma Process (Normal Distribution Shifted 1,5 Sigma)*		
Batas spesifikasi (LSL-USL)	*Presentation* yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/ sejuta kesempatan)	Batas spesifikasi (LSL-USL)	*Presentation* yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan) sejuta kesempatan)
± 1 *Sigma*	68,27%	317.300	± 1 *Sigma*	30,8538%	691.462
± 2 *Sigma*	95,45%	45.500	± 2 *Sigma*	69,1462%	308.538
± 3 *Sigma*	99,73%	2.700	± 3 *Sigma*	93,3193,%	66.807
± 4 *Sigma*	99,9937%	63	± 4 *Sigma*	93,3790%	6.210
± 5 *Sigma*	99,999943%	0,57	± 5 *Sigma*	99,9767%	233
± 6 *Sigma*	99,9999998%	0,002	± 6 *Sigma*	99,99966%	3.4

Sumber Gaspersz, 2002



Sumber : Gaspersz, 2002

Gambar 2.1 Konsep *Six Sigma*

***Defect Per Million Opportunity* (DPMO)**

Mengidentifikasi beberapa banyak *defect* akan muncul jika ada satu juta peluang. Ukuran-ukuran peluang *defect* yang diterjemahkan dalam format DPMO. Besarnya *Defect Per Million Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$DPMO = \frac{Jumlahprodukyangcacat}{(banyaknyaprodukyangdiperiksa * CTQpotensial)} x\ 1.000.000$$

$$= \frac{4077}{3780\ x\ 18} x\ 1.000.000 = 59.921$$

Nilai *Sigma* = NORMSINV((1000000-59.921)/1000000)+1.5 = 3,055

Keterangan:

CTQ = *Critical to Quality*

DPMO = *Defect Per Million Opportunitie*

***Cost Of Poor Quality* (COPQ)**

Adalah total biaya yang dikeluarkan akibat produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi atau dengan kata lain perusahaan menghasilkan produk cacat. Jenis-jenis *Cost Of Poor Quality* (COPQ) atau biaya yang harus dikeluarkan karena perusahaan menghasilkan produk cacat (*cost of poor quality*).

Tabel 2.2 Uraian *Cost Of Poor Quality* (COPQ)

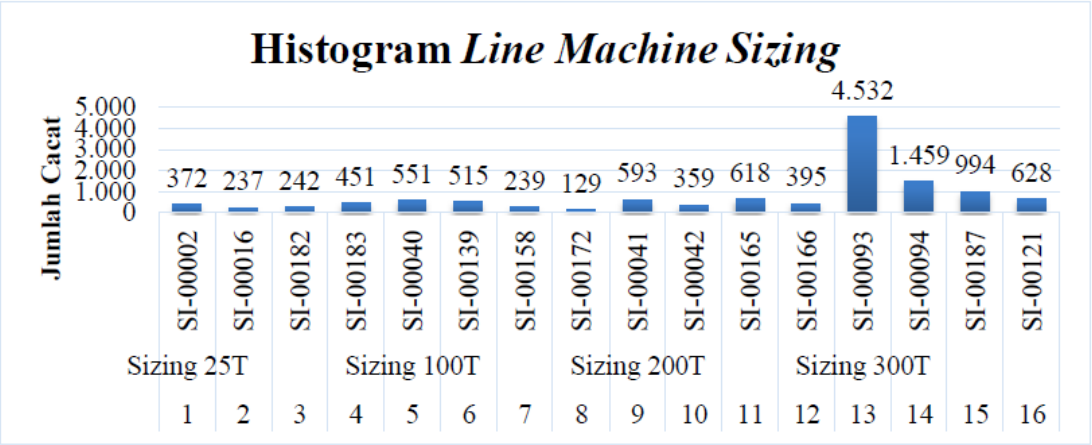
COPQ (*Cost Of Poor Quality*)		
Tingkat Pencapaian *Sigma*	**DPMO**	**COPQ**
1-*Sigma*	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2-*Sigma*	308.538 (rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3-*Sigma*	66.807	25%-40% dari penjualan
4-*Sigma*	6.210 (rata-rata industri USA)	15%-25% dari penjualan
5-*Sigma*	233	5%-15% dari penjualan
6-*Sigma*	3,4 (industri kelas dunia)	<1% penjualan

Sumber : Gaspersz, 2002

3. Pembahasan

Pengumpulan Data

Pemilihan *line* produksi (mesin) bertujuan untuk mengetahui line mesin yang memiliki hasil proses (*output*) dengan jumlah cacat terbesar. *Line* mesin yang memiliki *output* cacat terbesarlah yang dipilih untuk diamati. Pemilihan ini dilakukan berdasarkan jumlah cacat yang ditemukan pada setiap line mesin selama periode enam bulan yaitu Juli 2018 – Desember 2018. Pemilihan line mesin yang akan menjadi prioritas dalam proyek *Six Sigma* ini dilakukan dengan membuat analisis histogram. Hasil analisis histogram ditunjukan pada gambar berikut :



Gambar 3.1 Histogram Pemilihan Line Mesin Sizing 300T

Dari total keseluruhan jumlah cacat, persentase cacat pada line mesin Sizing 300T sebesar 4532 pcs (36,80%) adalah yang terbesar dibandingkan line mesin *Sizing* lainnya. Dengan demikian, penelitian ini akan difokuskan pada line mesin *Sizing* 300T yang diketahui memproduksi produk *Gearbox* SI-00093.
Terdapat lima jenis karakteristik cacat yang ditemukan pada proses produksi *Gearbox* SI-00093, yaitu *Nest, Scratch, Crack, Chipping, Abnormal Colour*.

Untuk jenis cacat yang telah disebutkan di atas dapat diuraikan sebagai berikut :

a. *Nest*
   Problem yang diakibatkan oleh kotoran atau material lain yang menempel pada produk yang terkena proses press pada saat *Sizing.*
b. *Scratch*
   Problem yang diakibatkan oleh *tool* yang kasar berupa garis pada produk yang terbentuk akibat gesekan permukaan produk.
c. *Crack*
   Problem yang diakibatkan perbedaan *density* pada produk yang berbentuk retakan pada sebuah produk yang terlihat pada sinar *ultraviolet.*
d. *Chipping*
   Problem yang diakibatkan akibat handling atau benturan pada produk yang terjadi pada saat proses berjalan.
e. *Abnormal Colour*
   Problem yang diakibatkan karena perbedaan warna pada sebuah produk akibat pembakaran yang terjadi pada saat proses *Sintering.*

Berikut Data Jumlah Cacat SI-00093 Periode Juli – Desember 2018 :

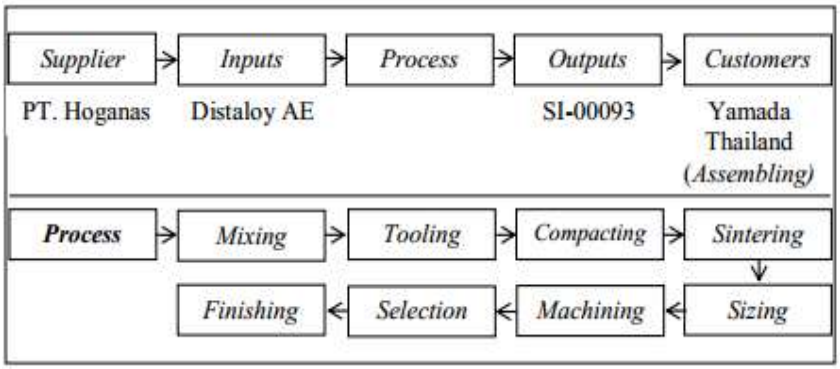
Tabel 3.1 Data Jumlah Cacat SI-00093 Periode Juli – Desember 2018

Tanggal Produksi (pcs)	Jumlah Produksi (pcs)	*Nest*	*Scratch*	*Crack*	*Chipping*	*Abnormal Colour*	Jumlah Defect (pcs)
02/07/2018	3888	129	51	15	31	-	226
09/07/2018	4200	96	-	25	-	15	136
16/07/2018	4264	122	36	-	12	25	195
23/07/2018	4340	128	24	42	9	-	203
06/08/2018	3740	152	-	21	-	15	188
13/08/2018	4450	62	37	-	18	-	117
20/08/2018	4250	67	30	21	21	50	189
27/08/2018	4400	85	48	18	29	-	180
03/09/2018	3566	134	53	-	12	9	208
10/09/2018	4315	64	-	51	21	-	136
17/09/2018	4200	97	51	45	-	36	229
24/09/2018	4500	66	24	15	27	-	132
08/10/2018	3520	143	57	-	-	-	200
15/10/2018	4498	86	-	24	26	12	148
22/10/2018	4475	85	45	42	15	15	202
29/10/2018	4480	64	44	-	6	-	114
05/11/2018	3490	165	48	36	-	24	273
12/11/2018	4250	123	36	48	9	-	216
15/11/2018	4515	73	-	15	-	9	97
19/11/2018	4550	136	55	33	44	12	280
26/11/2018	3622	138	-	41	23	-	202
03/12/2018	4130	100	50	15	-	40	205
10/12/2018	4500	70	45	27	9	18	169
17/12/2018	4578	90	18	24	6	11	149
27/12/2018	4650	75	51	-	-	12	138
Total	105371	2550	803	558	318	303	4532

Pengolahan Data

a. Tahap *Define* (Tahap Pendefinisian Masalah)

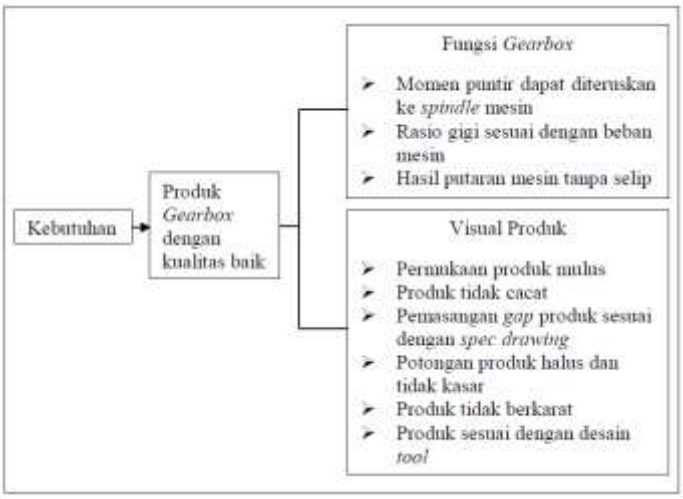
Pada tahap *define* akan dibahas proses produksi *Gearbox* dengan menggunakan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*), kemudian dilanjutkan dengan menentukan *Critical to Quality* (CTQ) yang menjadi karakteristik kualitas produk dan untuk mengetahui hal-hal apa saja yang berpengaruh terhadap kualitas produk. Selanjutnya akan dibuat diagram pareto untuk mengetahui jenis cacat apa saja yang menyebabkan tingginya tingkat kecacatan pada produk *Gearbox*.



Gambar 3.2 Diagram SIPOC Proses Produk *Gearbox* SI-00093

Critical to Quality (CTQ)

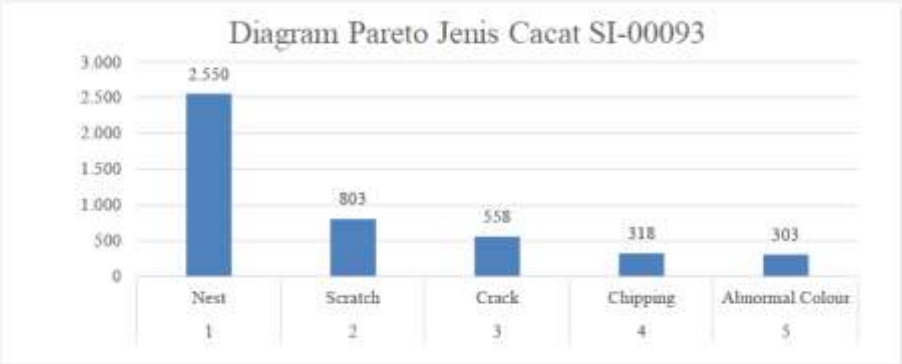
Critical to Quality (CTQ) merupakan batas karakteristik dan standar kualitas atas dimensi kualitas yang harus dijaga dari sebuah produk. Dengan kata lain CTQ adalah hal yang dianggap menjadi point penting dalam menetukan baik buruknya kualitas sebuah produk. Berikut disusun diagram *Critical to Quality* (CTQ) seperti pada gambar 3.3 berikut ini :



Gambar 3.3 *Critical to Quality Tree*

Diagram Pareto

Untuk mengetahui persentase jenis cacat dari yang terkecil hingga yang terbesar digunakan diagram pareto. Diagram pareto merupakan alat statistik yang digunakan untuk mengetahui permasalahan kualitas yang utama dengan cara menghitung frekuensi kejadian cacat. Berikut ini adalah diagram pareto berdasarkan data cacat produk selama bulan Juli – Desember 2018.



Gambar 3.4 Diagram Pareto Jumlah Cacat Juli – Desember 2018

Dari diagram Pareto diatas, dapat diketahui bahwa jenis cacat terbesar adalah *Nest*. Dengan demikian maka CTQ kunci potensial yang ditetapkan pada proyek *Six Sigma* ini adalah *Nest*

b. Tahap *Measure* (Tahap Pengukuran)

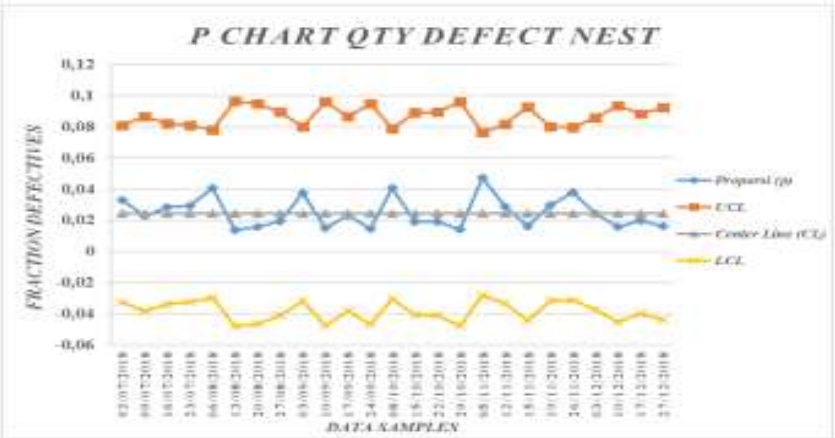
Pada tahap ini dilakukan pengukuran data cacat untuk mengetahui apakah jumlah cacat yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan, perhitungan data cacat tersebut menggunakan peta kendali P. Setelah melakukan pengukuran data cacat dengan peta kendali P, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *sigma* untuk mengetahui kapabilitas proses produksi Gearbox. Peta kendali P adalah grafik yang digunakan untuk menentukan apakah suatu proses berada dalam keadaan *in control* atau *out of control*. Pengukuran dilakukan terhadap data cacat produk jenis *Gearbox* periode Juli – Desember 2018.

Jumlah produk yang dihasilkan selama bulan Juli – Desember 2018 adalah sebanyak 105.371 pcs dan ditemukan jumlah cacat yang muncul sebanyak 4.532 pcs pada periode yang sama yang berasal dari 5 penyebab utama kecacatan yaitu cacat *Nest* 2.550 pcs, cacat *Scratch* 803 pcs, cacat *Crack* 558 pcs, cacat *Chipping* 318 pcs dan cacat *Abnormal Colour* 303 pcs.

Berikut ini adalah tabel pengukuran data cacat pada bulan Juli 2018 - Desember 2018 untuk menetapkan nilai P (Proporsi Cacat), CL (*Center Line*) UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*) pada sebuah produk *Gearbox*. Dan dilengkapi juga Peta kendali P untuk menentukan apakah suatu proses berada dalam keadaan *in control* atau *out of control*.

Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Nilai P, UCL, dan LCL

Tanggal Produksi (pcs)	Jumlah Produksi (pcs)	Nest	Proporsi (p)	UCL	Center Line (CL)	LCL
02/07/2018	3888	129	0,0332	0,08097	0,0242	-0,03257
09/07/2018	4200	96	0,0229	0,08686	0,0242	-0,03846
16/07/2018	4264	120	0,0286	0,08229	0,0242	-0,03389
23/07/2018	4340	130	0,0295	0,08077	0,0242	-0,03237
06/08/2018	3740	152	0,0406	0,07792	0,0242	-0,02952
13/08/2018	4450	62	0,0139	0,09669	0,0242	-0,04829
20/08/2018	4250	67	0,0158	0,09481	0,0242	-0,04641
27/08/2018	4400	85	0,0193	0,08946	0,0242	-0,04106
03/09/2018	3566	134	0,0376	0,08024	0,0242	-0,03184
10/09/2018	4315	64	0,0148	0,09593	0,0242	-0,04753
17/09/2018	4200	97	0,0231	0,0866	0,0242	-0,0382
24/09/2018	4500	66	0,0147	0,095	0,0242	-0,047
08/10/2018	3520	143	0,0406	0,07905	0,0242	-0,03065
15/10/2018	4498	86	0,0191	0,08915	0,0242	-0,04075
22/10/2018	4475	85	0,019	0,08947	0,0242	-0,04107
29/10/2018	4480	64	0,0143	0,09593	0,0242	-0,04753
05/11/2018	3490	165	0,0473	0,07649	0,0242	-0,02809
12/11/2018	4250	123	0,0289	0,08189	0,0242	-0,03349
15/11/2018	4515	73	0,0162	0,09281	0,0242	-0,04441
19/11/2018	4550	136	0,0299	0,08003	0,0242	-0,03163
26/11/2018	3622	138	0,0381	0,0797	0,0242	-0,0313
03/12/2018	4130	100	0,0242	0,086	0,0242	-0,0376
10/12/2018	4500	70	0,0156	0,09379	0,0242	-0,04539
17/12/2018	4578	90	0,0197	0,08819	0,0242	-0,03979
27/12/2018	4650	75	0,0161	0,09224	0,0242	-0,04384
Total	105371	2550	-	-	-	-



Gambar 3.5 Peta Kendali P Produk *Gearbox* SI-00093 Juli – Desember 2018

Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan Tingkat *Sigma

Berikut ini adalah perhitungan nilai DPMO berdasarkan data cacat produk *Gearbox*. DPMO akan dilakukan perhitungan setiap periode: DPMO = DPO x 10^6 = 0,0242 x 1000.000 = 24.200 pcs/ 1000 peluang. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada pembuatan produk SI-00093 adalah 24.200 pcs.

Setelah diketahui DPMO perusahaan, selanjutnya adalah menghitung *level Sigma* perusahaan saat ini. *Level Sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan kedalam tabel *level Sigma* yang ada dilampiran. Dari perhitungan sebelumnya telah diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini untuk pembuatan produk *Gearbox* SI-00093 adalah 24.200 DPMO.

Pada tabel *level Sigma*, nilai 24.200 DPMO berada pada *level Sigma* 3,47 – 3,48. Dari hasil perhitungan di dapat *level Sigma* perusahaan untuk produksi produk *Gearbox* SI-00093 pada saat ini berada pada *level Sigma* 3,474 berarti perusahaan masuk pada kelompok di atas rata-rata industri Indonesia.

c. Tahap *Analyze* (Tahap Analisa)

Tahap *analyze* merupakan tahap untuk peningkatan kualitas dengan mengidentifikasi penyebab kecacatan, yaitu dengan diagram sebab-akibat (Diagram *Fishbone*). Diketahui bahwa jenis cacat tertinggi dari bulan Juli – Desember 2018 yaitu cacat *Nest* sebanyak 2.550 pcs, cacat *Scratch* sebanyak 803 pcs, cacat *Crack* sebanyak 558 pcs, cacat *Chipping* sebanyak 318 pcs dan cacat *Abnormal Colour* sebanyak 303 pcs.

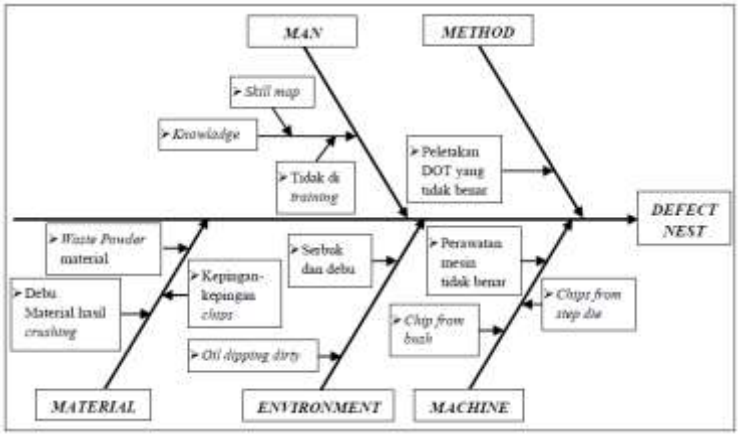
Tabel 3.3 Klasifikasi Jenis Cacat dan Keterangannya

No.	Jenis Cacat	Keterangan
1	*Nest*	Problem yang diakibatkan oleh kotoran atau material lain yang menempel pada produk yang terkena proses *press* pada saat *Sizing*.
2	*Scratch*	Problem yang diakibatkan oleh *tool* yang kasar berupa garis pada produk yang terbentuk akibat gesekan permukaan produk.
3	*Crack*	Problem yang diakibatkan perbedaan *density* pada produk yang berbentuk retakan pada sebuah produk yg terlihat pada sinar ultraviolet.
4	*Chipping*	Problem yang diakibatkan akibat *handling* atau benturan pada produk yang terjadi pada saat proses berjalan.
5	*Abnormal Colour*	Problem yang diakibatkan karena perbedaan warna pada sebuah produk akibat pembakaran yang terjadi pada saat proses *Sintering* .

Berdasarkan jumlah banyaknya jenis cacat, maka perbaikan yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah cacat *Nest.*

Diagram Sebab Akibat (Diagram *Fishbone)*

Diagram sebab akibat merupakan salah satu diagram yang digunakan untuk mencari tahu tentang sumber penyebab dari cacat yang muncul selama proses produksi. Pembuatan diagram sebab akibat ini dilakukan berdasarkan informasi dari pihak perusahaan dan pengamatan yang dilakukan mengenai penyebab kegagalan atau cacat yang muncul pada proses produksi.



Gambar 3.6 Diagram Sebab-Akibat untuk Jenis Cacat *Nest*

Berikut ini adalah faktor-faktor penyebab cacat *Nest* :

- Faktor Manusia *: knowledge* operator berbeda-beda ada yang berpengalaman ada juga yang baru masuk kerja, operator kurang *skill* atau terampil , Operator tidak mengetahui cara kerja *table bush* yang selalu berputar saat proses *sizing.*

- Faktor Metode : metode kerja yang berlangsung di proses *Sizing* yaitu tentang peletakan DOT produk pada bush yang selalu tidak sesuai dengan sensor unit yang menyebabkan banyak sekali terjadi cacat Nest.
- Faktor Mesin : *Die* yang berada dimesin Sizing terdapat banyak kepingan-kepingan (*Chips*) serbuk besi yang menempel, perawatan *maintenance* kurang bagus, tabel bush yang berada dimesin *Sizing* selalu berputar saat proses *sizing* berjalan, hal ini mengganggu kosentrasi dan kemampuan operator yang menyebabkan cacat *Nest.*
- Faktor *Environment : Oil dipping* sebelum diolah dan diantar ke *sizing* tidak dilakukan proses pemisahan antara oli baru dan bekas pakai tujuannya agar produk tersebut tidak berkarat, pada proses crushing *mixer* banyak mengandung serbuk atau debu saat menggunakan produk *green compact* dan produk *crushing*, menimbulkan kotoran pada saat di press sehingga menimbulkan cacat *Nest.*
- Faktor Material : *Waste powder* yang digunakan untuk proses *compact,* langsung dicampur dengan produk hasil *crushing,* dan juga serbuk atau debu tidak dibersihkan dahulu. Akibatnya pada saat proses compacting, tedapat banyak kotoran yang meimbulkan cacat *Nest,* debu hasil *crushing* dan part hasil proses *compacting* yang tidak bagus (*No Good*) langsung dihancurkan saat proses *crushing* tidak dipisahkan dahulu, ternyata setelah diproses *compacting* ternyata menimbulkan *burry* yang menyebabkan cacat *Nest.*

d. Tahap *Improve* (Tahap Perbaikan)

Setelah dilakukan tahap *analyze* kemudian dilanjutkan tahap *improve* yaitu membuat usulan perbaikan terhadap proses yang sudah ada dengan tujuan menghilangkan cacat yang terjadi pada produk *Gearbox*. Sebelum masuk lebih jauh dalam tahap improve, perlu diketahui bahwa penelitian pada tahap improve dan tahap control belum dapat dibuktikan dikarenakan keterbatasan waktu penelitian. Berdasarkan analisa cacat *Nest* pada tahap *improve* terdapat faktor penyebab cacat jenis *Nest* pada *Gearbox*, dari penyebab tersebut maka dibuat usulan perbaikan untuk mengatasi penyebab.

Berdasarkan hasil analisa pada tahap sebelumnya, perbaikan yang dilakukan adalah dengan memperbaiki akar penyebab kelima jenis cacat di atas dengan langkah berikut ini :

- Perbaikan Faktor Manusia
  Dilatih cara mengecek output agar semua operator bisa sigap saat menghadapi masalah, operator harus selalu diberi arahan agar membaca *work instruction*, dan memahami isi *work instruction*, agar bisa mencegah terjadinya cacat *Nest*., operator harus dilakukan *traning* terlebih dahulu sebelum memasuki mesin *Sizing* agar terbiasa bekerja sesuai aturan kerja yang berada di departemen *Sizing*
- Perbaikan Faktor Metode
  Diberi arahan tentang metode kerja yang berlangsung di proses *Sizing* yaitu tentang peletakan DOT yang benar pada bush yang sesuai dengan sensor unit yang berada dimesin *Sizing.*
- Perbaikan Faktor Mesin
  Perbaikan step die dengan membuat grid pada die, berikut ini adalah *Die* yang dipakai untuk membuat produk SI-00093 (*Cvt Rotor Inner*) di PT. X,Y,Z, perbaikan *bush,* dengan menukar *spare bush* yang lain, *bush* yang lama dicopot dan di repair oleh departemen *Tooling* supaya bush tersebut dapat dipergunakan kembali, perbaikan perawatan mesin setiap seminggu sekali dan harus *staff maintenance* yang memperbaikinya
- Perbaikan Faktor *Enviroment*
  Perbaikan Oil dipping dengan cara memisahkan oli yang baru dan oli yang bekas dengan tujuan agar produk tidak berkarat. Setelah di oil dipping barulah produk diantar ke sizing untuk dilakukan proses
  selanjutnya, penulis mencoba *improve* kembali dengan cara tidak mengunakan proses oil dipping dengan tujuan mengurangi tahapan proses dan menghindari cacat *Nest,* ternyata hasilnya tidak maksimal dan produk pun masih banyak mengalami cacat *Nest,* perbaikan serbuk dan debu dengan cara membersihkan tangki *crushing*

dengan *vacum cleaner* agar tidak ada serbuk dan debu saat proses *crushing* berlangsung.

- Perbaikan Faktor Material

Perbaikan *Waste Powder* dengan cara memisahkan mana *powder* yang bagus atau baru dengan *powder* campuran hasil *crushing*, perbaikan debu hasil *crushing* dengan cara memisahkan part *green compact* hasil *crushing* dengan *part* selain *green compact* yang telah tercampur dengan serbuk lainnya, perbaikan *burry* pada produk *compacting* dengan cara di *brush*, perbaikan purry pada produk (*machining*) dengan cara di *brush burry* yang terjadi pada saat proses *machining*, dikarenakan *insert* yang sudah *wear* dan juga settingan mesin yang sudah kendor, untuk menghilangkan *burry*, biasanya operator juga menggunakan *brush*, dan ternyata hasilnya masih mengalami cacat *Nest*. Akhirnya *supervisor* mengadakan perbaikan kembali, perbaikan Chamfer produk compacting (ganti desain tool) Berdasarkan hasil diskusi dengan *supervisor*, teknisi, operator dan staff kualitas departemen produksi *Gearbox,* diketahui bahwa penyebab utama timbulnya *Nest* adalah proses *Compacting* menggunakan *Tool*. Kegunaaan *tool* sangatlah penting, *tool* ini terdiri dari *die,upper punch, lower punch*, dan *core rod, tool-tool* tersebutlah yang bisa membentuk cetakan dan dimensi sebuah *part*, Perbaikan *Chamfer* produk *Sizing* (ganti *desain tool*). Berdasarkan hasil diskusi dengan *supervisor,* teknisi, operator dan staff kualitas departemen produksi *Gearbox,* diketahui bahwa penyebab utama timbulnya *Nest* adalah proses *Sizing* dengan menggunakan *Tool.* Kegunaaan *tool* sangatlah penting, *tool* ini terdiri dari *die, upper punch, lower punch,* dan *core rod, tool-tool* tersebutlah yang bisa membentuk cetakan dan dimensi sebuah *part*

e. Tahap *Control* (Tahap Pengendalian)

Tahap *control* merupakan tahap terakhir dalam tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Setelah usulan perbaikan dilakukan makan proses perlu dikendalikan atau dikontrol agar tetap memiliki performa yang baik dan tidak terjadi lagi jenis kecacatan yang sama. *Six Sigma* merupakan metode yang tidak hanya dilakukan sekali saja, namun harus dilakukan terus menerus secara berkelanjutan untuk mencapai hasil yang memuaskan. Pada tahap ini dijelaskan cara mengendalikan perbaikan-perbaikan yang telah dibuat pada tahap *improve* agar cacat yang terjadi pada proses produksi tidak terulang kembali.

Adapun control atau pengendalikan yang dilakukan adalah :

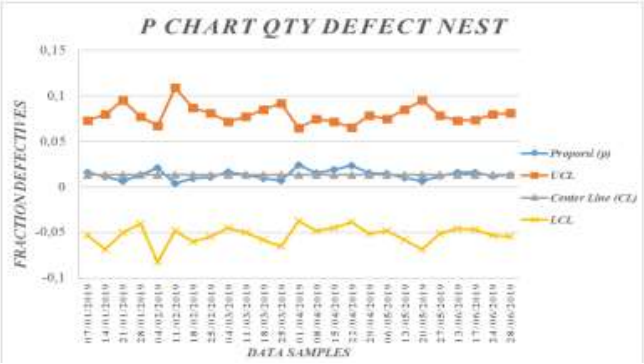
- Melakukan kalibrasi secara berkala terhadap semua alat kerja maupun alat ukur yang digunakan, agar performa dari alat kerja dan alat ukur tetap tejaga sesuai standar yang ditentukan, sehingga tidak menimbulkan masalah yang sama dikemudian hari.
- Melakukan perawatan dan perbaikan alat dan mesin secara berkala serta berkelanjutan.
- Tempatkan *Quality Control* dibagian *Sizing* untuk mencegah timbulnya cacat serupa dan mencegah cacat yang ditimbulkan berlanjut ke proses berikutnya.

Pada tahap ini, dilakukan pengontrolan terhadap hasil perbaikan. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah proses produksi setelah dilakukan implementasi perbaikan dapat menjadi lebih baik dan terkendali secara statistikal atau tidak. Selain itu juga untuk mengetahui apakah nilai DPMO dan level *Sigma*nya meningkat atau tidak setelah dilakukan implementasi.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut :

Peta Kendali P Setelah Perbaikan

Peta kendali bertujuan untuk melihat apakah proses yang berjalan telah berada dalam batas pengendalian statistik. Untuk pembuatan peta p ini, data yang dikumpulkan adalah data produksi dan jumlah cacat produksi *Gearbox* SI-00093 pada mesin *Sizing* setelah implemantasi aktifitas perbaikan.



Gambar 3.7 Peta Kendali P Setelah Perbaikan bulan Januari 2019 – Juni 2019

Nilai DPMO Setelah Perbaikan

Berikut ini adalah perhitungan nilai DPMO berdasarkan data cacat produk *Gearbox,* DPMO akan dilakukan perhitungan setiap periode, untuk menghitung DPMO yang perlu diketahui adalah :

- *Unit* (U) yang dilakukan perhitungan disini adalah jumlah pcs dari bulan Januari 2019 sampai dengan bulan Juni 2019
- *Defect* (D) yang menyatakan jumlah cacat selama yang terjadi dari bulan Januari 2019 sampai dengan bulan Juni 2019
- *Opportunity* (O) adalah potensi terjadinya cacat, disini terdapat 5 jenis

Level Sigma merupakan hasil konversi dari nilai DPMO kedalam tabel *Sigma*. Perhitungan DPMO dan nilai *Sigma* dari proses produksi produk *Gearbox* SI-00093 yaitu sebagai berikut :

DPMO = DPO x 10^6 = 0,0133 pcs x 1000.000 = 13.300 pcs

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada pembuatan produk SI-00093 adalah 13.300 pcs.

***Level Sigma* Setelah Perbaikan**

Setelah diketahui DPMO perusahaan, selanjutnya adalah menghitung *Level Sigma* perusahaan saat ini. *Level Sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan kedalam tabel *Level Sigma* yang ada dilampiran. Dari perhitungan sebelumnya telah diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini untuk produksi produk *Gearbox* SI-00093 adalah 13.300 DPMO. Pada tabel *Level Sigma*, nilai 13.300 DPMO berada pada berada pada *Level Sigma* 3,71 – 3,72, maka untuk mengetahui *Level Sigma* perusahaan dilakukan dengan interpolasi, dimana untuk nilai DPMO 3,71 = 13.553 dan 3,72 = 13.209. Dari hasil perhitungan didapat *level Sigma* perusahaan untuk produksi produk *Gearbox* SI-00093 pada saat ini berada pada *level Sigma* 3,717 berarti perusahaan masuk pada kelompok di atas rata-rata industri Indonesia.

***Cost Of Poor Quality* (COPQ) Setelah Perbaikan**

Pada dasarnya, setiap barang atau produk yang mengalami kecacatan secara tidak langsung akan berdampak besar dalam pengeluaran perusahaan. Namun dari setiap produk yang cacat pasti akan menimbulkan pemborosan pada perusahaan, meskipun perusahaan sebisamungkin memperbaiki produk yang cacat tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan terhadap biaya yang dikeluarkan akibat kualitas yang buruk. jumlah cacat *Nest* pada produk SI-00093 setelah dilakukan perbaikan pada bulan Januari – Juni 2019 adalah sebesar 1.275 pcs. Jadi biaya yang hilang akibat adanya produk SI-00093 yang cacat Nest sebanyak 1.275 pcs adalah :COPQ = 1.275 pcs x Rp. 22.000/ pcs = Rp 28.050.000

Perbandingan DPMO dan Level Sigma

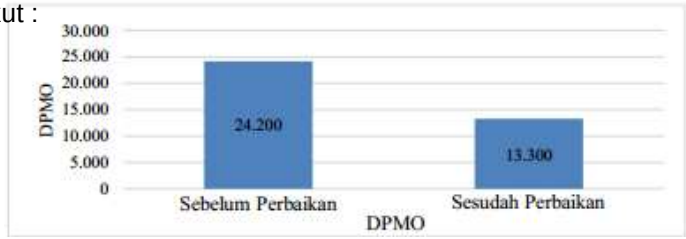
Tujuan dibandingkannya nilai DPMO dan Level Sigma sebelum dan setelah dilakukan perbaikan yaitu untuk mengetahui besarnya penurunan dan peningkatan yang terjadi

setelah tindakan-tindakan perbaikan diimplementasikan terhadap proses. Besarnya DPMO dan level sigma sebelum dan setelah perbaikan diperlihatkan pada tabel berikut :

Tabel 3.4 Perbandingan DPMO dan Level Sigma Sebelum dan Setelah Perbaikan

No.	Baseline Kinerja	Nilai		Selisih	Keterangan
		Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan		
1	DPMO	24.200 *pcs*	13.300 *pcs*	10.900 *pcs*	Turun
2	Level *Sigma*	3,474	3,717	0,243	Naik

Berdasarkan tabel 3.4 diketahui bahwa DPMO mengalami penurunan signifikan setelah perbaikan dilakukan. Besarnya penurunan DPMO setelah dilakukan perbaikan yaitu sebesar 10.900 pcs. Perbandingan DPMO sebelum dan setelah perbaikan dapat dilihat pada gambar 3.8 berikut :



Gambar 3.8 Perbandingan DPMO Sebelum dan Setelah Perbaikan

Diketahui bahwa *level Sigma* mengalami peningkatan setelah perbaikan dilakukan. Besarnya peningkatan *level Sigma* setelah dilakukan perbaikan yaitu sebesar 0,243

Gambar 3.9 Perbandingan Nilai Level Sigma Sebelum dan Setelah perbaikan

Tindakan-tindakan perbaikan yang diterapkan pada proses terbukti mampu menurunkan DPMO, meningkatkan *level Sigma* proses dan menurunkan COPQ meskipun besarnya penurunan dan peningkatan tersebut tidak terlalu signifikan. Hal ini cukup wajar mengingat *Six Sigma* bukanlah pendekatan *instant*, melainkan pendekatan sistematis yang digunakan untuk memperbaiki proses secara terus menerus. Dengan demikian, masih diperlukan perbaikan-perbaikan lanjutan pada proses untuk meningkatkan kinerja proses dimasa yang akan datang.

4. Kesimpulan dan Saran

a. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya produk cacat *Gearbox* SI-00093 di PT. X,Y,Z sebagai berikut :
   - Faktor Manusia : *knowladge*, *skill map*, tidak di *traning*,
   - Faktor Metode : metode kerja
   - Faktor Mesin : *chip form step die, chip from bush*, perawatan *maintenance* kurang bagus
   - Faktor *Enviroment* : *oil dipping dirty*, serbuk dan debu
   - Faktor Material : *waste powder,* debu material hasil *crushing*, kepingan-kepingan *chips*
2. Hasil implementasi produk *Gearbox* SI-00093 dengan menggunakan pendekatan DMAIC *Six Sigma* sebagai berikut :

- Nilai DPMO sebelum perbaikan 24.200 pcs dan setelah perbaikan mengalami penurunan menjadi 13.300 pcs (turun 10.900 pcs)
- *Level Sigma* sebelum perbaikan 3,474 dan setelah perbaikan mengalami peningkatan menjadi 3,717 (naik 0,243)
- COPQ sebelum perbaikan Rp. 56.100.000 dan setelah perbaikan mengalami penurunan menjadi Rp. 28.050.000

Berdasarkan hasil perbandingan di atas, diketahui bahwa peningkatan kualitas komponen cukup baik dengan menurunnya nilai DPMO serta meningkatnya *level Sigma* dan menurunnya COPQ. Dengan demikian, proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* terhadap proses produksi *Gearbox* SI-00093 dinyatakan berhasil. Namun, untuk kedepannya masih diperlukan sejumlah perbaikan lagi agar *level Sigma* dapat meningkat hingga menuju level enam Sigma (6σ) dimasa yang akan datang.

b. **Saran**

Dari hasil pengolahan data, analisis dan kesimpulan penelitian, dapat dikemukakan beberapa saran yang dapat dipertimbangkan oleh perusahaan sebagai berikut :

- Kemampuan hasil kinerja proses dalam memproduksi komponen produk yang dalam hal ini adalah produk *Gearbox* SI-00093 sudah memperlihatkan peningkatan. Walaupun begitu, sebaiknya proyek pengendalian kualitas *Six Sigma* harus terus dilakukan agar hasil yang didapat lebih baik lagi.
- Pengecekan, perawatan serta evaluasi terhadap proses harus dilakukan secara rutin dan berkala.Ini bertujuan agar kondisi proses tersebut selalu dalam keadaan optimal sehingga menghasilkan *output* yang baik. Untuk itu peran *supervisor* dirasa sangatlah penting untuk mengingatkan dan mengawasi proses produksinya dan *output* yang dihasilkan.
- Implementasi perbaikan *Six Sigma* sebaiknya dilanjutkan oleh pihak manajemen secara *continue* dan keseluruhan, yaitu diterapkan pada semua bagian perusahaan tidak hanya dibagian produksi saja. Hal ini guna untuk dapat meningkatkan kualitas secara total hingga menuju level enam *sigma* (6σ)

Daftar Pustaka

Ace Partadiredja. 1980. *Beberapa Masalah Dalam Produksi Bahan Makanan*, Prisma LP3ES, Jakarta.

Agus Irianto. (2010). *Statistika Konsep, Dasar, Aplikasi, dan Pengembangannya*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

Alma, B., Riduwan & Sunarto, 2007. *Pengantar Statistika Untuk Penelitian: Pendidikan, Sosial, Komunikasi, Ekonomi, dan Bisnis.* Bandung: Alfabeta.

Anderson, R. L., and Bancroft, T. A. 1952. Statitical Theory in Research. New York: Mc Graw-Hill.

Anto Dajan, 2010, *Pengantar Metode Statistik Jilid II,* cetakan kedelapan belas,. Pustaka LP3ES, Jakarta.

Assauri, Sofjan., 1998*, Manajemen Produksi*, Edisi 4. Jakarta: Fakult as Ekonomi Universitas Indonesia.

Assauri, Sofjan. 2016. *Manajemen Operasi Produksi (Pencapaian Sasaran Organisasi Berkesinambungan).* Edisi 3. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

Besterfield, Dale H. 2009. *Quality Control. 8thedition*. New Jersey. Pearson Prentice Hall.

Chan, Y. "*Teori Dasar Roda Gigi*", Jurusan Teknik Mesin, Universitas Darma Persada.

Crosby, Philip B. (1979), *Quality is free: The Art of Making Quality Certain*, New York: New American Library.

Croxton, Frederick E dan D. J. Cowden. 1995. *Applied General Statistic*. Pitman and Sons: London.

Deming, W. Edwards. 1982. *Guide to Quality Control.* Cambirdge: Massachussetts Institute Of Technology.

Feigenbaum, A. V. 1986. *Total Quality Control*. 3nd Ed. McGraw-Hill. Singapore.

Garvin, Davids. 1994, *Kualitas Produk: Alat Strategi Yang Penting*, Jakarta:Free Press.

Gasperz, V, (1997), *Manajemen Kualitas: Penerapan Konsep-Konsep Kualitas dalam Manajemen Bisnis Total*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Gaspersz, V. (2002). *Manajemen kualitas dalam Industri Jasa*, Jakarta: PT. *Gramedia*.

Gasperz, Vincent. 2005. *Sistem Manajemen Kinerja Terintegrasi Balanced Scorecard Dengan Six Sigma Untuk Organisasi Bisnis dan Pemerintah*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Ishikawa, Kaoru. (2005). *Pengendalian Mutu Terpadu*, PT Remaja Rosdakarya, *Bandung*.

Juran, J.M. (1993). *Quality Planning and Analysis,3rd Edition*. Mc-Graw Hill Book Inc. New York.

Karl, T. Ulrich & Steven, D. Eppinger. 2001. *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Jakarta: Buku, Salemba Teknik. Diterjemahkan Nora Azmi dan Iveline Ane Marie.

Magfuri. 1987. *Manajemen Produksi*. Jakarta: Rineka Cipta.

Montgomery, Douglas. C. 2009. *Introduction to Statistical Quality Control*. USA: John Wiley & Sons, Inc.

Nasution, M.N. 2015. *Manajemen Mutu Terpadu*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Oden, HW et all, 1993, *Handbook of Material & Capacity Requirement Planning*, Mc. Graw Hill Inc.

Parasuraman, A., Berry, Leonard L, and Zeithaml, Valarie A., "*Reassessment of Expectations as a Comparison Standart in Measurung Service Quality: Implications for Future Research," Journal of Marketing,* vol. 58, pp. 111-124., 1994.

Prishardoyo, Bambang. 2005. *Manajemen Operasi http://www.lepank.com/2012/08/pengertian-produksi-menurut-drs-bambang.html.*

Prof. Dr. Sudjana, M.A., M. Sc. 2004. *Statistika Untuk Ekonomi dan Niaga II*. Bandung: Tarsito.

Sartin. *Analisa faktor-faktor Penyebab Defect pada Produk Bussing dengan Metode Six Sigma di PT. Madju warna Stell Surabaya*. 2008.

Sukanto, Reksohadiprojo. 2000. *Dasar-Dasar Manajemen*. Yogyakarta: BPFEUGM.

Suyadi Prawirosentono. (2009) "*Manajemen Produktivitas*". Jakarta: PT. Bumi Angkasa.

Tannady, Hendy. (2015). *Pengendalian Kualitas*. Jakarta: Graha Ilmu.

Usman, Husaini. (2011). *Manajemen, Teori, Praktek, dan Riset Pendidikan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

Luluk Mukarromah, Haryono, dan Diaz Fitra Aksioma. (2017). Pengendalian dan Peningkatan Kualitas Produk Deo Go! Potato Menggunakan Metode Six Sigma di PT. Siantar Top, Tbk. *Jurnal Sains dan Seni ITS Vo. 6, No. 2 (2017) ISSN: 2337-3520 (2301-928X Print).*

Muhsin Zubair Darmadi (2018). *"Analisis Pengendalian mutu dengan metode Six Sigma pada PT. Sinar Gowa Industri di Makassar".* Fakultas Teknik Universitas Hasanudin, Makasar.

Hani Sirine, Elisabeth Penti Kurniawati (2017). *"Pengendalian Kualitas menggunakan metode Six Sigma pada PT. Diras Concept Sukaharjo".* Fakultas Ekonomika dan Bisnis UKSW Salatiga.