

ANALISA PENGENDALIAN KUALITAS PADA PROSES AZODICARBONAMIDE DENGAN PENDEKATAN METODE SIX SIGMA

Rizki Syahriyanti, Rosihin Rosihin, Gerry Anugrah Dwiputra

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya

Email: syahriyanti.riri@gmail.com; rosihin.hasbullah@wilmar.co.id; gerry.adp@gmail.com

Abstrak – Perusahaan Foaming Agent merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri kimia manufaktur, khususnya industri aditif untuk plastik dan karet sintetis. Dalam proses produksi Perusahaan Foaming Agent memiliki masalah pada salah satu produknya yaitu Azodicarbonamide (ADCA). Banyaknya defect yang ditimbulkan menjadi permasalahan terutama berkaitan dengan jalannya produksi dan hubungan dengan customer. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode Six Sigma dengan cara implementasi DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab defect dan pemilihan opsi yang paling optimal untuk menaikkan level sigma pada proses produksi ADCA. Berdasarkan hasil penelitian aspek terbesar yang menyebabkan defect pada produk ADCA adalah Average Particle Size sebesar 66.77% dari hasil keseluruhan cacat produksi. Level sigma yang di dapat sebelum dan sesudah tahap improvisasi sebesar 3.68 dan 4.03 dengan penghematan yang dicapai perbulan rata-rata adalah Rp.600 juta, Hasil penurunan defect yang bertahap menunjukkan opsi yang diimplementasikan pada tahap improvisasi berhasil, tetapi masih diperlukan tindakan improvisasi sehingga kinerja perusahaan dapat lebih baik lagi.

Kata kunci: *Blowing Agent; DMAIC; Six Sigma*

Abstract -- *Foaming Agent company is a company engaged in the chemical industrial manufacturing, especially the additive industry for plastic and synthetic rubber. In the production process, the Foaming Agent Company has a problem with one of its products, Azodicarbonamide (ADCA). The number of defects caused becomes a problem primarily related to the course of production and the relationship with the customer. The research was conducted using the Six Sigma method by implementing DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). This study aims to identify the factors that cause defects and the most optimal choice of options to increase the level of sigma in the ADCA production process. Based on the results the most significant aspects that cause defects in ADCA products is Average Particle Size; 66.77% of the overall production defects. The sigma level that obtained before and after the improvisation is 3.68 and 4.03 with the average achieved savings per month are Rp.600 million. The results of the gradual decrease in defects showed that the options implemented at the improvisation stage were successful, but still needed improvisation so that the company's performance can be even better.*

Keywords: *Blowing Agent, DMAIC, Six Sigma*

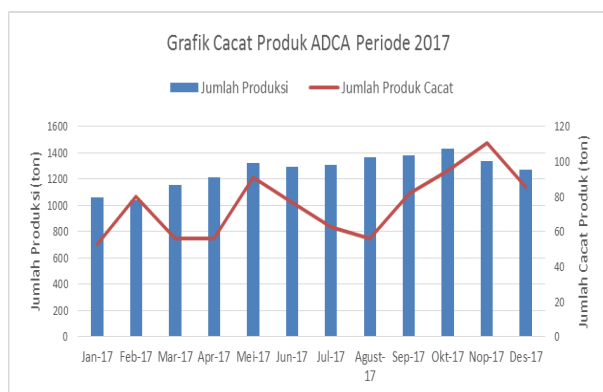
PENDAHULUAN

Kemajuan dan perkembangan zaman mengubah cara pandang konsumen dalam menyeleksi sebuah produk atau jasa yang akan mereka beli. Untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan permintaan konsumen diperlukan pengendalian kualitas yaitu berupa pengawasan dan pengendalian dalam proses produksi. Kualitas menjadi salah satu syarat penting dalam memilih produk disamping faktor harga yang bersaing.

Perusahaan Foaming Agent merupakan perusahaan yang berperan sebagai salah satu produsen dari produk *foaming agent* yang telah memiliki pasar tersendiri baik lokal maupun internasional. Perusahaan ini merupakan perusahaan gabungan antara Indonesia dengan Korea yang mulai beroperasi pada bulan Juni 1991 yang diresmikan pada tanggal 15 Februari 1992. Produk utama dari perusahaan ini adalah *foaming agent* atau bisa juga disebut *blowing agent*, diantaranya yaitu *Azodicarbonamide*

(ADCA), *Dinitroso Pentamethylene Tetramine* (DPT), *Oxybis Benzene Sulfonyl Hydrazide* (OBSh), *Toluene Sulfonyl Hydrazide* (TSH) dan beberapa produk sekunder berupa AD dan Urea Promoter (PII). Pada proses produksi ADCA masih ditemukan permasalahan yang penulis jadikan sebagai fokus penelitian, yaitu adanya beberapa *defect* yang dihasilkan dari beberapa spesifikasi produk sehingga berpengaruh kepada kualitas ADCA. Upaya yang dilakukan dalam mengendalikan kualitas produk adalah berfokus pada metode pemecahan masalah pada proses produksi. Dalam mengatasi permasalahan ini digunakan pendekatan metode *Six Sigma* untuk mengetahui alur dan titik permasalahan yang menjadi penyebab *defect* pada produk ADCA.

Berdasarkan hasil data dari wawancara maupun tindakan observasi ditemukan faktor-faktor penyebab terjadinya permasalahan pada proses produksi ADCA diantaranya yaitu: ketidaksesuaian bahan baku, operator (*man power*), mesin-mesin, proses reaksi dan lingkungan seperti kelembaban udara dan iklim sekitar. Berikut merupakan grafik yang menunjukkan fluktuasi cacat produk pada produk ADCA.



Gambar 1 Grafik Cacat Produk ADCA Periode 2017

Salah satu metode yang sering digunakan untuk menyelesaikan masalah kualitas adalah metode *Six Sigma*. *Six Sigma* didefinisikan sebagai suatu metode yang terorganisir dan sistematis untuk peningkatan proses strategis dan pengembangan produk yang menggunakan metode statistik dan metode ilmiah untuk membuat pengurangan tingkat cacat (Linderman, Schroeder, Zaheer, & Choo, 2003). Menurut salah satu pakar ahli bidang pengendalian kualitas, Gaspersz (2002) *Six Sigma* adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan untuk setiap transaksi produk barang dan jasa. Aplikasi Six Sigma mampu memberikan keuntungan bagi

perusahaan berupa pengurangan jumlah produk yang cacat yang berdampak pada peningkatan produktivitas perusahaan (Supriyadi, Ramayanti, & Roberto, 2017).

Implementasi secara konsisten mampu meningkatkan level sigma perusahaan seperti mampu menghasilkan pengurangan cacat dalam Perusahaan Otomotif dari 16,6% menjadi 1,19%. Metodologi DMAIC memiliki dampak keuangan yang signifikan terhadap profitabilitas perusahaan dalam hal pengurangan biaya *scrap*, penghematan jam kerja pada pengerjaan ulang dan peningkatan output. Penghematan sekitar US \$ 2,4 juta per tahun (Gijo, Scaria, & Antony, 2011). Penerapan *Six Sigma* pada perusahaan manufaktur rantai dapat meningkatkan nilai sigma proses menjadi 5,46 dari 1,40 dengan pengurangan variasi diameter bush dalam proses pembuatan bush rantai sepeda. Peningkatan tingkat sigma ini setara dengan penghematan uang sebesar Rs 0,288 juta per tahun (Kaushik, Khanduja, Mittal, & Jaglan, 2012).

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor paling dominan yang menjadi penyebab turunnya kualitas produk ADCA, analisis dan penjabaran dari implementasi metode *Six Sigma* pada lini produksi serta mengukur tingkat *Sigma* yang didapat sebagai tolak ukur keberhasilan dari penerapan metode *Six Sigma*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif yang diperoleh dari perusahaan selama tahun 2017. Pengolahan data menggunakan tahapan *Six Sigma* dengan phase DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control).

Define

Define merupakan tahapan awal alam kegiatan Six Sigma. Pada langkah ini dilakukan pemilihan masalah berdasarkan Identifikasi dan petakan proses yang relevan, penentuan prioritas kebutuhan dan persyaratan pelanggan (De Mast & Lokkerbol, 2012). Tahapn define merupakan implementasi dari keinginan perusahaan untuk meningkatkan kualitas produk, efisiensi akibat proses perbaikan dan pemborosan material, melalui pemantauan nilai sigma (Hidayatno & Afriansyah, 2014).

Measure

Tahap Measure adalah tahapan pengukuran kinerja yang diperoleh perusahaan. Pada tahapan ini akan dimulai dari penentuan *Critical to Quality* (CTQ) dan perhitungan nilai sigma perusahaan. Faktor CTQ adalah pelanggan dan faktor-faktor produk yang

diidentifikasi sesuai kebutuhan oleh pelanggan (Lech, Hill III, Arvidson, Paddock, & Hussain, 2003).

DPMO (*Defect per Milion*) dan Level Sigma bertujuan untuk mengukur kemampuan dan kapabilitas sigma pada saat ini. Adapun nilai-nilai yang diperlukan untuk menghitung nilai DPMO yang perlu diketahui adalah: Unit (U) yang menyatakan jumlah produk yang diperiksa dalam inspeksi, selama waktu pengamatan. Defect (D) yang menyatakan jumlah produk cacat yang terjadi selama waktu pengamatan. Opportunity (OP) menyatakan karakteristik yang berpotensi menyebabkan cacat. Langkah-langkah yang diperlukan dalam perhitungan DPMO adalah sebagai berikut:

1. *Defect per Unit* (DPU)

Perhitungan nilai DPU dapat dilihat di bawah ini yaitu:

$$DPU = \frac{D}{U} \quad (1)$$

2. *Total Opportunities* (TOP)

Perhitungan nilai TOP dapat dilihat di bawah ini yaitu:

$$TOP = U \times OP \quad (2)$$

3. *Defect per Opportunities* (DPO)

Perhitungan nilai DPO dapat dilihat di bawah ini yaitu:

$$DPO = \frac{D}{TOP} \quad (3)$$

4. *Defect per Million Opportunities* (DPMO)

Perhitungan nilai DPMO dapat dilihat di bawah ini yaitu:

$$DPMO = DPO \times 10^6 \quad (4)$$

5. *Level Sigma*

Perhitungan konversi nilai DPMO menjadi nilai sigma dilakukan dengan menggunakan *microsoft excel* dengan rumus perhitungan:

$$Konversi DPMO = NORMSINV\left(\frac{10^6 - DPMO}{10^6}\right) + 1.5 \quad (5)$$

Analyze

Analyze adalah tahapan identifikasi dan analisa penyebab masalah yang akan diselesaikan. Pada tahapan ini akan dianalisa penyebab potensi cacat yang terjadi yang menjadi dasar dalam tahapan *improve*. Pada tahapan ini menggunakan diagram sebab akibat untuk mempermudah proses analisa penyebab masalah yang terjadi.

Improve

Tahapan *improve* adalah tahapan peningkatan proses dengan cara menghilangkan

sebab akibat cacat (Dewi, 2012). Pada tahapan ini memerlukan kerjasama team untuk mendapatkan solusi terbaik dari masalah yang terjadi.

Control

Tahap *control* merupakan tahapan terakhir dalam proses Six Sigma. Pada tahapan ini akan dihitung hasil *improve* yang telah dilakukan sehingga menjadi tahap evaluasi apakah perubahan yang dilakukan mampu meningkatkan nilai sigma perusahaan. Selain itu pada tahapan ini dilakukan standar operasional baru sehingga diharapkan dengan standar ini mampu meningkatkan produk yang berkualitas atau menurunkan dan mencegah cacat terjadi kembali

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahun 2017 Perusahaan *Foaming Agent* memiliki agenda untuk memfokuskan perbaikan pada aspek *defect* yang sering terjadi pada produk ADCA dengan berfokus pada penelitian kegiatan *Research and Development* menggunakan bantuan metode *Six Sigma*.

Define

lingkungan lapangan maupun proses reaksi pada laboratorium untuk menemukan dan mendefinisikan masalah awal yang menjadi penyebab timbulnya permasalahan pada produk yang dihasilkan. Berikut adalah hal yang dihadapi oleh Perusahaan *Foaming Agent*.

1. Masalah

Terjadinya *defect* dari produk yang diakibatkan karena adanya kenaikan kuantitas produksi

2. Tujuan

Melakukan improvisasi dalam upaya menaikkan kuantitas produksi dan *profit* tanpa disertai dengan kenaikan total *defect*.

3. Produk

- Dalam satu produk mempunyai berbagai macam *defect* yang dihasilkan
- Penyebab *defect* yang terjadi bisa didapat dari berbagai macam kondisi proses dan reaksi selama pembuatan produk.

4. Proses

Proses yang dipelajari adalah proses pembuatan produk dari bahan baku, proses *intermediate* hingga tahap *finish good*.

Selanjutnya identifikasi proses inti dan pelanggan yang berhubungan dengan kegiatan improvisasi dengan alur proses dari *raw material* diterima hingga produk sampai ke tangan pelanggan menggunakan diagram SIPOC (*Suppliers - Input - Process - Output - Customers*) yang ada pada tabel 1.

Tabel 1. Diagram SIPOC ADCA Perusahaan Foaming Agent

<i>Suppliers</i>	<i>Input</i>	<i>Processes</i>	<i>Output</i>	<i>Customers</i>
Bagian penerimaan	Raw material	Analisa raw material	Produk	Pelanggan
Bagian inventori dan gudang	Tenaga operator dan mesin	Proses reaksi produk	Pembayaran	
	<i>Material handling</i>	Proses analisa kualitas	Proses Kirim (<i>material handling</i>)	
		Produk siap kirim	Tanggal pengiriman	

Measure

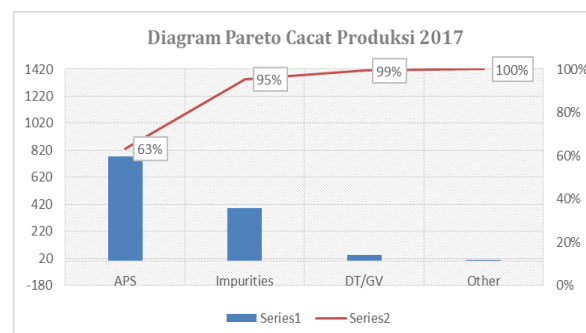
Menetapkan *Critical to Quality* (CTQ) yang krusial sebagai indikator yang digunakan untuk pengukuran serta rencana pengumpulan data. Dari data pada diagram SIPOC tabel ini

digunakan sebagai karakteristik kualitas pada proses, kemudian dilanjutkan dengan menentukan CTQ dan menetapkan indikator setiap poinnya untuk mengukur kinerja dari masing-masing CTQ (Tabel 2).

Tabel 2 CTQ dan Indikator Kerja Proses ADCA

No	CTQ	Indikator Kerja
1	Ketersediaan <i>raw material</i> sesuai dengan spesifikasi untuk setiap <i>grade</i> produksi	Proses produksi produk <i>primer</i> tidak akan memakan waktu karena adanya stok yang memenuhi spesifikasi
2	Proses produksi menyesuaikan SOP dari setiap <i>grade</i> produk yang akan diproses	Spesifikasi yang dihasilkan sesuai
3	Operator dan mesin harus dalam keadaan prima	Sedikitnya cacat produksi yang dihasilkan
4	Menggunakan metode yang sesuai dengan setiap <i>grade</i> yang dianalisa dan penyimpanan sampel yang tepat	Adanya data tertulis maupun <i>online</i> dari setiap produk yang terverifikasi sebagai jaminan kualitas kepada <i>customer</i> .

Pembuatan tabel (*check sheet*) berguna untuk mempermudah proses pengumpulan data serta analisis. Sebagai catatan bahwa 1 ton produksi ADCA dapat memiliki lebih dari satu jenis kerusakan (*defect*). Pada kasus ini peneliti melakukan pengelompokan jenis *defect* menjadi 4 kelompok yaitu *Average Particle Size* (APS), *Decomposition Temperature/ Gas Volume* (DT/GV), *Impurities* dan lain-lain (*Other*). Hasil kemudian diolah dengan menggunakan tabel pareto agar terlihat cacat produksi yang paling mempengaruhi dari kualitas produk.

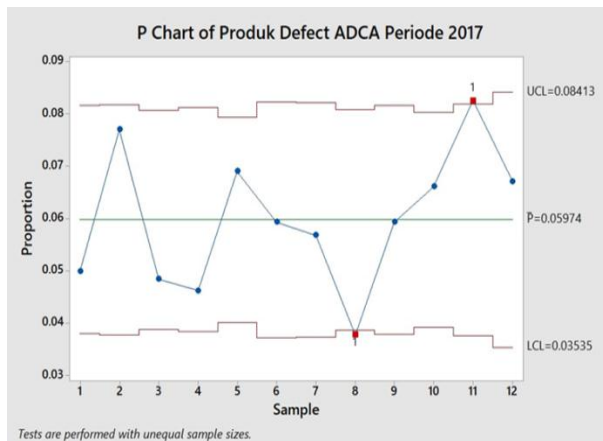


Gambar 2. Diagram Pareto Cacat Produksi ADCA Periode 2017

Berdasarkan gambar 2 Terlihat dari hasil pengolahan menggunakan diagram pareto, cacat produksi yang paling besar adalah APS sebesar 5.97% kemudian diikuti oleh *impurities* sebesar 3.03% lalu DT/GV sebesar 0.37% dan lainnya sebesar 0.07% dari total keseluruhan jumlah produksi.

Berdasarkan hasil perhitungan pada diagram pareto terlihat *defect* yang paling banyak terjadi adalah pada poin APS, oleh karena itu peneliti hanya akan membahas poin *defect* yang paling besar dengan asumsi *defect* tersebut yang paling banyak memberikan pengaruh kualitas dari produk ADCA.

Kemudian analisa dilanjutkan dengan menggunakan peta kendali *p* (peta kendali proporsi kerusakan) sebagai alat untuk pengendalian proses secara statistik. Peta kendali *p* dibuat menggunakan bantuan program *Minitab 18* untuk memudahkan peneliti melihat grup mana sajakah yang keluar dari batas kendali (Gambar 3).



Gambar 3 Grafik Peta Kendali *p*

Perhitungan kapabilitas proses dihitung dengan menggunakan rumus DPMO (*Defect per million opportunities*) dan level *sigma*, hasil dari DPMO yang didapat dikonversikan ke dalam level *sigma* dan di dapat penjabaran hasil seperti pada tabel 3

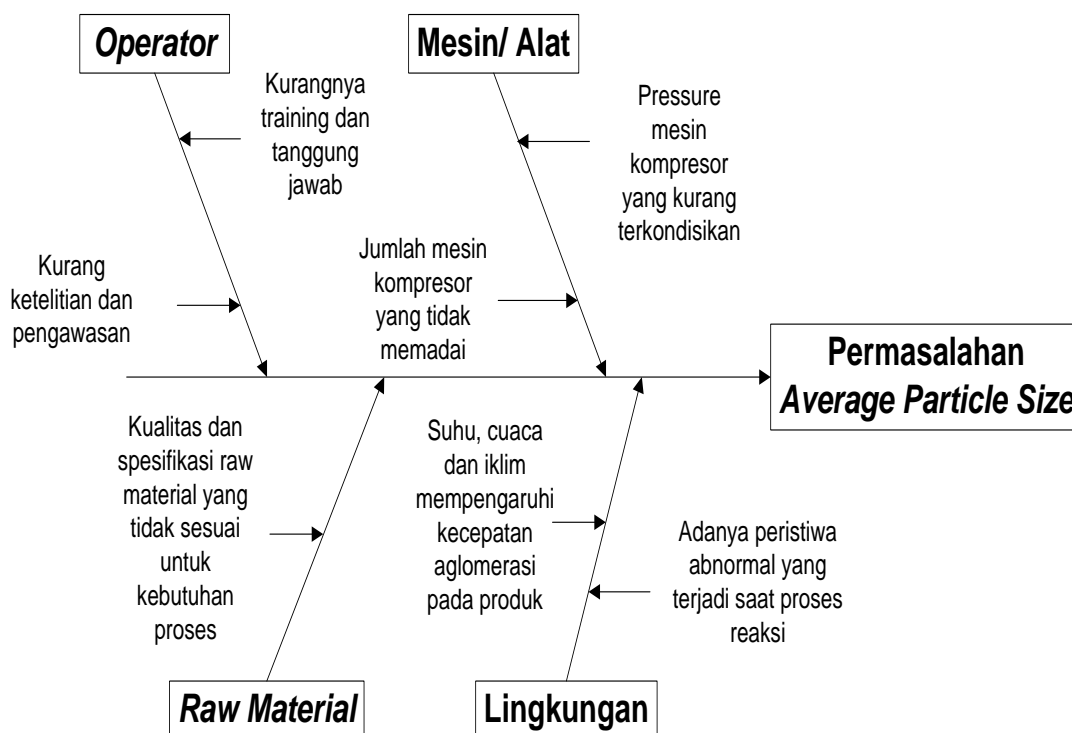
Tabel 3 Hasil perhitungan DPMO dan level *sigma* di tahun 2017

No	Bulan	DPMO	Level Sigma
1	Januari	12464.7	3.74
2	Februari	19249.3	3.57
3	Maret	12100.3	3.75
4	April	11559.4	3.77
5	Mei	17247.9	3.61
6	Juni	14824.1	3.67
7	Juli	12009.7	3.76
8	Agustus	10224.6	3.82
9	September	14830.5	3.67
10	Oktober	16527.2	3.63
11	November	20631.1	3.54
12	Desember	16764.7	3.63
Rata-Rata nilai Sigma			3.68

Didapat kapabilitas produksi dengan harga *sigma* rata-rata sebesar 3.68. Nilai *sigma* yang didapat relatif masih tergolong kecil untuk tahun pasar global 2018.

Analyze

Memasuki tahapan analisa yaitu mengidentifikasi sumber terjadinya masalah dan menetapkan sasaran perbaikan yang tepat untuk perbaikan selanjutnya. Kegiatan mengidentifikasi apa saja yang menjadi sumber permasalahan pada kualitas ADCA dilakukan dengan menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone*) (Gambar 4).



Gambar 4. Diagram *Fishbone* Cacat Produk ADCA pada Permasalahan APS

Dari hasil *fishbone* di atas dapat disimpulkan bahwa permasalahan produk cacat pada aspek APS yang mempengaruhi hasil reaksi disebabkan oleh 4 faktor yaitu Mesin atau Alat, *Operator*, *Raw Material* dan Lingkungan. Faktor utama yang menjadi penyebab adalah mesin dan alat yang digunakan pada lini produksi yang digunakan sudah terhitung tua sehingga *performance* dan keandalannya kurang dapat diandalkan dimulai dari *pressure* mesin hingga

jumlah unit yang dinilai kurang untuk kebutuhan proses produksi. jika ingin mendapatkan spesifikasi kualitas yang bagus

Improve

Pada tahap *improve* kegiatan pengembangan dipusatkan pada pembahasan CTQ dan penyebab kritis yang dapat menyebabkan ketidaksesuaian kualitas yang diharapkan.

Tabel 4. Hubungan CTQ Dengan Penyebab Dominan pada Cacat Produk

No	Critical to Quality	Penyebab Dominan Defect
1	Ketersediaan <i>raw material</i> sesuai dengan spesifikasi untuk setiap <i>grade</i> produksi	Karakteristik <i>raw material</i> yang tidak sesuai
2	Proses produksi menyesuaikan SOP dari setiap <i>grade</i> produk yang akan diproses	Karena antara <i>grade</i> yang satu dengan yang lainnya hampir sama terkadang operator seringkali lupa untuk membedakan SOP
3	Operator dan mesin harus dalam keadaan prima	Manajemen perawatan untuk alat dan mesin kurang diperhatikan
4	Menggunakan metode yang sesuai dengan setiap <i>grade</i> yang dianalisa dan penyimpanan sampel yang tepat	Ketepatan pengiriman dan penyimpanan sampel yang kurang tepat menjadikan data tidak valid

Langkah selanjutnya adalah melakukan *brainstorming* untuk kemudian mengumpulkan opsi tentang pilihan solusi terbaik untuk diimplementasikan pada lini produksi, yaitu:

1. Operator produksi harus diberi pelatihan/ *training* tentang pentingnya SOP pada proses produksi
2. Dibuat penjadwalan *preventive maintenance* untuk setiap mesin dan alat
3. Penambahan unit mesin yang baru untuk dapat mencukupi penanganan beban proses produksi
4. Dibuat ruangan khusus untuk penyimpanan sampel.

Control

Control (tahap pengendalian) berguna sebagai alat untuk evaluasi berkelanjutan agar kinerja proses akan semakin meningkat. Hasil perhitungan *sigma* rata-rata setelah perbaikan didapat sebesar 4.03 yang sebelumnya hanya menghasilkan 3.68. Hal ini membuktikan bahwa jika terus menerus dilakukan improvisasi nilai *sigma* akan terus menerus naik secara bertahap. Dari hasil perhitungan estimasi kasar rata-rata per bulan di atas pada poin laba bruto (keuntungan kasar) yang diperoleh dari hasil improvisasi pada sektor APS didapat selisih sebesar Rp 619.118.762,40,- sebelum dan setelah adanya implementasi perbulannya.

Beberapa kegiatan yang dapat dilakukan untuk meminimalkan penyebab cacat terjadi lagi dengan cara:

1. Mencatat *history* dari perubahan-perubahan yang telah dilakukan sebagai catatan dikemudian hari
2. Membuat dokumen *control plan* di tiap-tiap sektor yang dikenai perubahan
3. Menyusun SOP yang baru dan memantau jalannya proses
4. Melakukan pelatihan berkala per tiga bulan untuk menjaga kualitas dari kinerja *man power*
5. Diadakan *training autonomos maintenace* yang ditujukan kepada para operator sehingga dapat meminimalisir kerusakan-kerusakan *minor* yang terjadi pada alat
6. Menambah kapasitas daya serta unit dari mesin kompresor guna mencukupi untuk proses produksi dan dapat meminimalisir permasalahan pada cacat produksi dari aspek *Average Particle Size*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa dengan menggunakan diagram pareto didapatkan persentase dari tiap-tiap *defect*

sebesar: APS 66.77%, *Impurities* 29.02%, DT/GV 3.55% dan lain-lain 0.67%. Faktor dominan penyebab terjadinya *defect* terletak pada sektor APS. Penerapan metode *Six Sigma* diterapkan dengan mempertimbangkan hasil *brainstorming* pada sektor alat dan mesin, *environment*, *raw material* dan operator (*man power*). Usulan yang kemudian diberikan pada implementasi di lini produksi adalah operator produksi harus diberi pelatihan/ *training* tentang pentingnya SOP pada proses produksi, dibuat penjadwalan *preventive maintenance* untuk setiap mesin dan alat, penambahan unit mesin yang baru untuk dapat mencukupi penanganan beban proses produksi dan dibuat ruangan khusus untuk penyimpanan sampel. Hasil perhitungan *sigma* setelah perbaikan didapat sebesar 4.03 yang sebelumnya hanya menghasilkan 3.68. Dan penghematan yang dicapai perbulan rata-rata sebesar Rp. 600 juta.

DAFTAR PUSTAKA

- De Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An Analysis of The Six Sigma DMAIC Method from The Perspective of Problem Solving. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 604–614.
- Dewi, S. K. (2012). Minimasi defect produk dengan konsep six sigma. *Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 43–50.
- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman implementasi program six sigma terintegrasi dengan ISO 9001: 2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta :PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gijo, E. V, Scaria, J., & Antony, J. (2011). Application of Six Sigma methodology to reduce defects of a grinding process. *Quality and Reliability Engineering International*, 27(8), 1221–1234.
- Hidayatno, A., & Afriansyah, B. (2014). Peningkatan Kualitas Potong Mesin Eye Tracer di PT. United Tractors Pandu Engineering dengan Metode Six Sigma. *Jurnal Teknologi*, 2, 1–11.
- Kaushik, P., Khanduja, D., Mittal, K., & Jaglan, P. (2012). A case study: Application of Six Sigma methodology in a small and medium-sized manufacturing enterprise. *The TQM Journal*, 24(1), 4–16.
- Lech, M. M., Hill III, T. D., Arvidson, A. L., Paddock, S. R., & Hussain, A. (2003, March 25). Quality management system with human-machine interface for industrial automation. U.S. Patent No. 6,539,271.
- Linderman, K., Schroeder, R. G., Zaheer, S., & Choo, A. S. (2003). Six Sigma: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*, 21(2), 193–203.

Supriyadi, S., Ramayanti, G., & Roberto, A. C. (2017). Analisis Kualitas Produk dengan Pendekatan Six Sigma. In *Prosiding SNTI dan SATELIT 2017* (pp. D7-13). Malang: Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya.