Pengendalian Kualitas Produk Cacat *Hollow* Alumunium Menggunakan Metode Six Sigma dengan Tahapan DMAIC (Studi Kasus di PT. XYZ Surabaya)

Dhedy Yuswandi[1] dan Anindya Rachma Dwicahyani[2]
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1, 2]
E-mail: ydhedy12@gmail.com

ABSTRACT

PT. XYZ is a manufacturing company that produces various aluminum products, such as truss, battens, hollow and galvalume. In order to improve and control product quality and minimize product defects, the first step that companies need to do is to find the root of any problems regarding product quality that do not meet specifications. In this study, an analysis of hollow product quality control was carried out using the six sigma method under DMAIC (define, measure, analyze, improve, control) stages to reduce defective products. Six sigma is a quality control method that pays more attention to the creation of high quality products with the smallest possible defect rate. The results showed that there were three types of product defects, namely detached clamp, eroded material and some wavy parts. From the DPMO and sigma calculation of hollow product, it is known that the average level of DPMO is 20,615 and sigma value is 3.6.

Kata kunci: *six sigma, DMAIC, defective product, quality control*

ABSTRAK

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai produk aluminium, seperti *truss*, reng, *hollow* dan galvalum. Dalam rangka mengendalikan kualitas produk dan meminimalkan produk defect, langkah awal yang perlu dilakukan oleh perusahaan adalah mencari akar dari setiap permasalahan terkait kualitas produk yang tidak memenuhi spesifikasi. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis pengendalian kualitas produk *hollow* menggunakan metode *six sigma* dengan tahapan DMAIC (*define*, *measure*, *analyze*, *improve*, *control*). *Six sigma* adalah metode pengendalian kualitas yang lebih memperhatikan kepadanya terciptanya produk berkualitas tinggi dengan tingkat kemungkinan produk cacat sekecil-kecilnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga jenis cacat produk yaitu *clamp* terlepas, material terkikis dan beberapa bagian bergelombang. Dari perhitungan nilai DPMO dan sigma, diketahui bahwa tingkat rata-rata DPMO dari produk *hollow* adalah 20.615 dan nilai sigma sebesar 3,6.

Kata kunci: *six sigma,* DMAIC, produk cacat, pengendalian kualitas

PENDAHULUAN

Pada masa sekarang telah banyak sekali industri manufaktur yang berdiri dan mengalami perkembangan sangat pesat yang dapat menimbulkan persaingan antar perusahaan. Dalam menghadapi persaingan itu, banyak perusahaan yang saling berpacu untuk menciptakan produk yang berkualitas agar mampu bertahan dalam persaingan tersebut. Maka dari itu kualitas produk sangat berpengaruh terhadap kepuasan kosumen. Menurut [1] dan [2] pengendalian kualitas adalah kegiatan yang dilakukan manajemen perusahaan untuk mempertahankan dan mengendalikan supaya kualitas produk atau jasa yang dihasilkan dapat dipertahankan sesuai ketentuan yang telah ditetapkan.

Sebuah produk yang berkualitas baik ditandai dengan tidak adanya cacat yang dihasilkan perusahaan, agar bisa meningkatkan pemasaran produk yang telah dihasilkan. Oleh sebab itu perusahaan harus memberikan perhatian penuh terhadap kualitas produk, agar harapan pelanggan untuk produk yang dihasilkan juga meningkat dari segi kuantitas ataupun kualitas. Maka upaya yang harus dilakukan perusahaan yaitu dengan selalu berusaha untuk meminimalisasi ketidaksesuaian (kecacatan) pada produk yang dihasilkan [3] .

Produk cacat (*defect)* adalah produk yang tidak memenuhi kriteria mutu yang telah ditentukan dari perusahaan. Sebuah kebijakan yang diambil oleh perusahaan untuk menjaga dan meningkatkan kualitas produknya adalah dengan melaksanakan kegiatan pengendalian kualitas. Pengendalian kualitas adalah kegiatan yang penting untuk meningkatkan efisiensi proses produksi karena dapat mendukung perusahaan dalam meningkatkan kualitas produk, menjaga kualitas produk dan meminimalisir produk yang cacat (*defect*) [4]. Maka dari itu perusahaan harus dapat melakukan perbaikan terhadap nilai kecacatan produk sampai ke arah nilai nol (*zero defect*).

PT. XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan aluminium, usaha ini berdiri sejak tahun 1987 dan berlokasi Surabaya, Jawa Timur. Beberapa produk yang telah dihasilkan pada PT. XYZ seperti pembuatan *truss*, reng, *hollow* dan galvalum. Dalam rangka mengendalikan kualitas produk dan meminimalkan produk defect, langkah awal yang perlu dilakukan oleh perusahaan adalah mencari akar dari setiap permasalahan terkait kualitas produk yang tidak memenuhi spesifikasi. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis pengendalian kualitas produk *hollow* menggunakan metode *six sigma* dengan tahapan DMAIC (*define*, *measure*, *analyze*, *improve*, *control*). *Six sigma* adalah metode pengendalian kualitas yang lebih memperhatikan kepadanya terciptanya produk berkualitas tinggi dengan tingkat kemungkinan produk cacat sekecil-kecilnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengendalian Kualitas

Pada perusahaan manufaktur, kualitas produk adalah hal yang cukup krusial karena memiliki pengaruh terhadap penjualan dan biaya produksi. Produk yang berkualitas adalah produk yang tidak memiliki kecacatan fisik dan tidak ada lagi pengerjaan ulang (*rework*), sehingga tidak terjadi pemborosan karena dapat merugikan pihak perusahaan [3]. Tidak hanya menekankan pada kualitas akhir dari produk jadi saja, pengendalian kualitas pada industry manufaktur juga perlu memperhatikan kualitas pada setiap proses produksi, yang berupa bahan baku dan barang setengah jadi. Hal ini disebabkan oleh tingginya biaya terkait kualitas yang diperlukan, termasuk biaya *scrap* atau *rework*, jika inspeksi hanya dilakukan terhadap produk akhir. Biaya *rework* untuk barang setengah jadi relatif lebih murah dibandingkan biaya *rework* terhadap produk jadi.

Agar produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan dan sesuai dengan harapan yang diinginkan konsumen, maka pihak perusahaan harus melakukan pengendalian kualitas produk agar terhindar dari banyaknya produk cacat yang terjual saat dipasarkan [5]. Pengendalian kualitas adalah suatu teknik yang dilakukan perusahaan dari mulai proses awal, yaitu persiapan bahan, hingga akhir, yaitu sampai menghasilkan sebuah produk jadi. Pada pengendalian kualitas, dilakukan proses inspeksi yang merupakan kegiatan untuk mengecek kesesuaian produk terhadap standar atau spesifikasi kualitas yang telah ditetapkan. Jika ditemukan ketidaksesuaian, maka akan dilakukan pencatatan yang nantinya akan dianalisis untuk mengetahui faktor penyebab dan akar masalah dari kecacatan yang terjadi. Hasil analisis akan digunakan untuk merumuskan tindakan perbaikan untuk proses produksi berikutnya [6]. Adapun menurut [7] tujuan dari pengendalian kualitas adalah sebagai berikut:

1. Untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan dapat mencapai standar dan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan.
2. Untuk meminimalkan biaya inspeksi
3. Untuk meminimalkan biaya produksi yang meliputi biaya set-up mesin dan biaya operasi.

Konsep *Six Sigma*

Menurut [8] *six sigma* adalah metode yang digunakan untuk perbaikan kualitas produk dengan cara meminimasi faktor penyebab kecacatan produk dengan 5 (lima) tahapan yaitu *define, measure, analyze, improve, control* (DMAIC). Menurut [9] terdapat enam aspek penting dalam

pengaplikasian *six sigma* yaitu identifikasi pelanggan, identifikasi produk, identifikasi kebutuhan dan keinginan dalam memproduksi produk untuk pelanggan, definisi proses, meminimalkan kesalahan dan pemborosan yang terjadi dalam setiap proses, dan meningkatkan setiap proses agar tercapai target *six sigma*. Menurut [3] terdapat enam aspek dalam konsep *six sigma* yaitu:

1. Menganalisis karakteristik produk seperti apa yang dapat memnuhi keinginan dan kebutuhan konsumen.
2. Mengelompokkan karakteristik kualitas apa saja sehingga dijadikan sebagai CTQ.
3. Menyusun setiap CTQ agar dapat dikendalikan melalui material, mesin dan aktivitas kerja.
4. Menetapkan berapa besar toleransi (*upper specification limit* dan *lower specification limit*) pada setiap CTQ agar sesuai dengan apa yang diinginkan konsumen pada setiap.
5. Menetapkan nilai maksimum jenis proses untuk setiap CTQ.
6. Melakukan pengembangan desain dan proses pada produk untuk mencapai target *six sigma* dengan indeks kemampuan proses, $Cp \geq 2$ atau 3,4 sigma.

Menurut [1], kelebihan dari metode *six sigma* adalah dapat diterapkan pada bidang manufaktur maupun jasa, dapat memahami sistem kontrol letak permasalahan, dan dapat mengakomodir kebutuhan yang dinamis dan dapat berubah seiring berjalannya waktu. Adapun kekurangan dari metode *six sigma* meliputi memerlukan waktu yang lama dalam penerapannya, membutuhkan ketelitian dalam menerapkannya, dan memerlukan sistem kontrol secara teratur dan berkelanjutan. Menurut [10] tahapan dari *six sigma* yaitu:

1. *Define* (Identifikasi Masalah)
   Suatu penentuan target dari setiap kegiatan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas *Six Sigma.* Langkah ini dilakukan untuk perencanaan peningkatan kualitas dari setiap proses ke proses berikutnya.
2. *Measure* (Pengukuran)
   Merupakan langkah lanjutan dari tahap *define* dalam pelaksaan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Menurut [1], hal-hal pokok yang perlu dilakukan pada tahap ini yaitu:
   a. Menentukan karakteristik kualitas CTQ
      Untuk menetapkan CTQ harus disertai dengan pengukuran yang dapat dijadikan dalam bentuk angka-angka. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pemahaman penelitidalam melakukan pengukuran karakteristik pengendalian kualitas *Six Sigma.* Dalam melakukan pengukuran karakteristik kualitas, hal yang harus perlu diperhatikan dapat dilihat dari aspek internal (tingkat kecacatan produk, biaya kualitas) dan aspek eksternal (kepuasan pelanggan dan pangsa pasar).
   b. Mengembangkan Rencana Pengumpulan Data
      Dalam pengukuran karakteristik tingkat kualitas dapat dilakukan dengan cara mengukur setiap aktivitas atau kegiatan dalam proses produksi, mengukur tingkat *output* (*output level*) yaitu dengan membandingkan karakterisitk produk dengan spesifikasi karakterisitik kualitas yang diharapkan oleh *customer*, serta mengukur tingkat *outcome* (*outcome level*) dengan memperkirakan apakah produk yang dihasilkan sudah memenuhi kebutuhan dan keinginan yang diharapkan *customer*.
   c. Pengukuran *baseline* kinerja tingkat *output*
      Pada dasarnya, tujuan utama *six sigma* adalah sebagai upaya peningkatan perbaikan kualitas menuju ke arah *zero defect*. Oleh sebab itu, perusahaan perlu mengetahui proses pada kondisi awal sehingga dapat mengetahui peningkatan yang dihasilkan dari penerapan tahapan DMAIC metode *six sigma*.
3. *Analyze* (Analisis)
   Tahap ini adalah menganalisis dan memeriksa setiap kegiatan produksi dan data yang didapat. Output dari tahapan ini adalah identifikasi akar penyebab masalah yang nantinya akan digunakan untuk merumuskan usulan perbaikan terhadap proses.

4. *Improve* (Perbaikan)
   Pada tahap ini dirumuskan usulan perbaikan untuk menyelesaikan akar permasalahan yang menjadi penyebab masalah kualitas. Usulan perbaikan tersebut perlu mempertimbangkan penggunaan sumber daya yang diperlukan. Perusahaan perlu menyusun target yang ingin dicapai mengenai rencana atau tindakan yang dilakukan, termasuk tempat pelaksanaannya, personil yang memimpin rencana tersebut serta merumuskan rencana operasional perbaikan yang akan dilakukan.
5. *Control* (Pengendalian)
   Tahapan pengendalian adalah tahap terakhir pada metode pengendalian kualitas *six sigma*. Hasil dari tahap ini akan didokumentasikan dan disebarluaskan untuk dijadikan sebagai pedoman standarisasi.

METODE

Obyek kajian dari penelitian ini adalah lini produksi *hollow* pada departemen produksi PT. XYZ yang berlokasi di Surabaya. Jumlah sampel data yang diambil adalah data kecacatan produk *hollow* pada Bulan Juli, Agustus, dan September 2020. Penelitian ini menggunakan metode *six sigma* dengan tahapan DMAIC. Tahapan *six sigma* yang dilakukan diuraikan sebagai berikut:

1. Tahap *define* yaitu mendefinisikan jenis kecacatan produk dan *Critical to Quality* (CTQ) serta deskripsi dari setiap CTQ untuk produk *hollow*. Selain itu, juga dilakukan pengumpulan data jumlah produk cacat untuk setiap CTQ.
2. Tahap *measure* yaitu menghitung nilai DPMO (defect per million opportunity) dan nilai sigma serta menentukan CTQ dominan dengan Diagram Pareto.
3. Tahap *analyze* yaitu menganalisis akar penyebab kecacatan paling dominan berdasarkan faktor manusia, mesin, material, dan metode.

Tahap *improve* yaitu merumuskan usulan perbaikan yang dapat dilakukan perusahaan untuk mengurangi jumlah produk cacat berdasarkan akar masalah yang menjadi penyebab kecacatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Define

Tabel 1. Deskripsi CTQ dalam Produk *Hollow*

No.	CTQ	Gambar	Deskripsi
1.	*Clamp* Terlepas		Saat proses pengunci (*clamp*) tidak bisa merekat dengan sempurna sehingga terlepas.
2.	*Coil* material terkikis		Kesalahan pada saat jalannya plat aluminium di mesin *roll forming* sehingga posisi *coil* aluminium miring.
3.	Bergelombang		Pada saat proses pencetakan (*forming*) *coil* plat tidak pada posisi *center* sehingga beberapa bagian tidak bisa terbentuk dengan sempurna.

Pada tahap *define* yaitu cara untuk mendapatkan solusi perbaikan pada proses produksi dengan menentukan jenis kecacatan suatu produk dan peneliti harus mengetahui proses produksi yang sedang berjalan. Sebelumnya peneliti menentukan jenis kecacatan produk atau CTQ (*Critical To Quality*) dari produk galvalum *hollow* yang diteliti. Pada dasarnya, sebuah produk atau jasa memiliki karateristik untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Namun terdapat beberapa karateristik yang tidak sesuai dengan produk yang telah di produksi. Karakteristik produk yang kritis terhadap kualitas disebut sebagai CTQ. Tabel 1 menguraikan jenis kecacatan dan CTQ beserta deskripsi dari produk *hollow*.

Selanjutnya, dilakukan observasi untuk mengamati jumlah kecacatan untuk ketiga jenis CTQ yang terjadi pada produk *hollow*. Jumlah kecacatan pada setiap CTQ ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Kecacatan pada Setiap CTQ

Critical to Quality	Jumlah (unit)
C*lamp* terlepas	1113
Coil material terkikis	443
Bergelombang	272
Total	1828

Measure

Tahap *measure* adalah langkah kedua dalam tahapan DMAIC yang akan melanjutkan dari tahap *define*. Tujuan dari *six sigma* yaitu untuk pengembangan proses produksi secara terus-menerus sehingga mencapai 6 sigma (3,4 DPMO) dengan mengetahui nilai sigma pada perusahaan saat ini.

a. Perhitungan Nilai *Sigma*

Sigma merupakan tingkat yang menunjukkan suatu indikator dari tingkat variasi dengan mengkonversi nilai dari DPMO ke dalam tabel sigma. Nilai sigma tersebut menunjukkan posisi perusahaan untuk dapat menentukan target perusahaan yang ingin di capai. Perhitungan nilai sigma produksi *hollow* ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Nilai Sigma Produksi *Hollow*

Bulan	Minggu	Produksi (Batang)	Jumlah Cacat (Batang)	CTQ	DPU	DPO	DPMO	Sigma
Jul	1	1633	47	3	0,029	0,010	10.000	3,8
	2	1563	122	3	0,078	0,026	26.000	3,4
	3	1538	133	3	0,086	0,029	29.000	3,4
	4	1795	294	3	0,164	0,055	55.000	3,1
	5	1566	29	3	0,019	0,006	6000	4,0
Agu	1	3956	268	3	0,068	0,023	23.000	3,5
	2	3978	292	3	0,073	0,024	24.000	3,5
	3	3697	196	3	0,053	0,018	18.000	3,6
	4	3602	232	3	0,064	0,021	21.000	3,5
Sep	1	1218	60	3	0,049	0,016	16.000	3,6
	2	1435	67	3	0,047	0,016	16.000	3,6
	3	1267	56	3	0,044	0,015	15.000	3,7
	4	1251	32	3	0,026	0,009	9.000	3,9
Total							268.000	47
Rata-rata							20.615	3,6

Dari hasil rata-rata sigma dapat diketahui bahwa rata-rata nilai DPMO dari proses produksi *hollow* adalah 20.615 dan rata-rata nilai sigma sebesar 3,6.

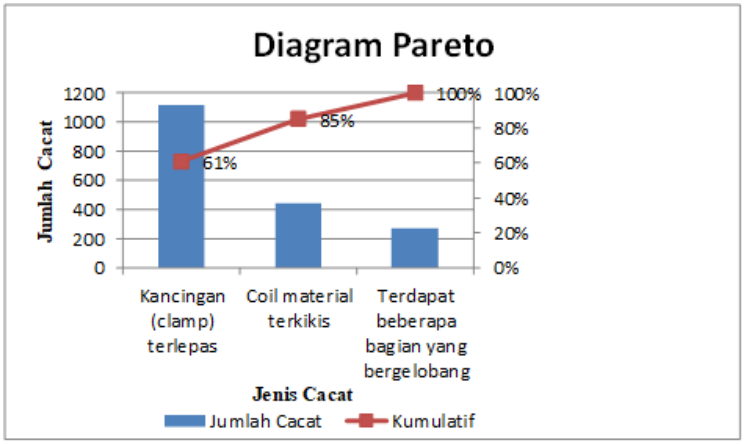
b. Diagram Pareto

Diagram pareto digunakan untuk mengindentifikasi jenis defect atau CTQ dominan yang terjadi pada proses produksi *hollow*. Perhitungan persentase dari setiap CTQ ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Kumulatif

Jenis CTQ	Jumlah Cacat	Prosentase	Kumulatif
Kancingan (*clamp*) terlepas	1113	61%	61%
Coil material terkikis	443	24%	85%
Bergelombang	272	15%	100%

Dari Tabel 4 diketahui persentasi defect jenis kancingan (*clamp*) terlepas sebesar 61%, *coil* material terkikis sebesar 24%, dan bergelombang sebesar 15%. Dari persentase tersebut kemudian dihitung persentase kumulatif yang kemudian digambarkan ke dalam diagram pareto pada Gambar 1.

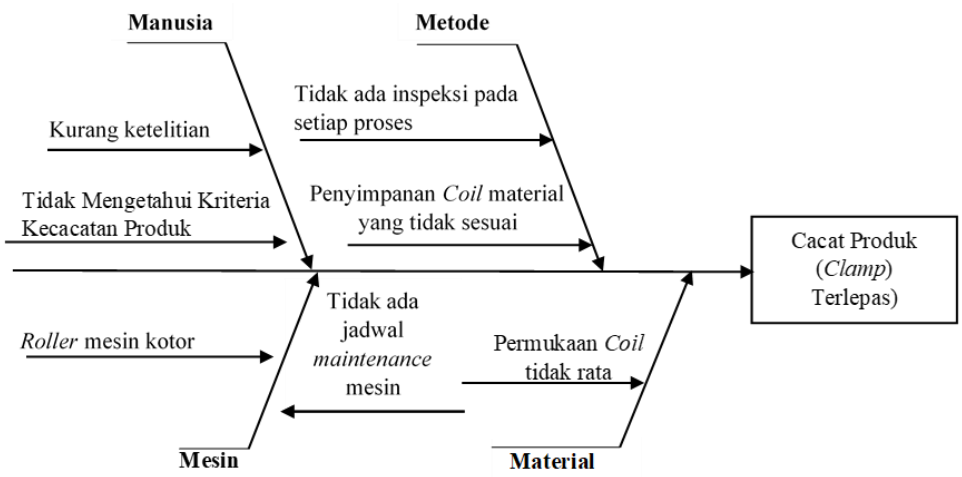


Gambar 1. Diagram Pareto Produk Cacat *Hollow*.

Melalui diagram pareto, dapat diketahui bahwa 80% dari masalah kecacatan pada produk *hollow* di sebabkan oleh 20% dari jenis kecacatan yang terjadi. Dari Gambar 1, dapat dilihat bahwa jenis cacat yang paling dominan terjadi adalah kancingan (*clamp*) yang terlepas, maka selanjutnya peneliti hanya berfokus untuk mencari akar penyebab dari jenis kecacatan tersebut dengan menggunakan diagram sebab akibat.

Analyze

Tahap analisis merupakan tahap ketiga dari DMAIC yang bertujuan untuk mengindentifikasi faktor-faktor yang berpegaruh terhadap proses produksi. Pada tahap analisis, tools yang digunakan adalah diagram sebab akibat atau fishbone. Berdasarkan diagram pareto pada tahap measure, dapat diketahui kecacatan yang paling dominan adalah kancingan (clamp) yang terlepas. Pada diagram fishbone, peneliti mencoba untuk menganalisis akar masalah dari terjadinya jenis kecacatan tersebut ditinjau empat faktor yaitu manusia, mesin, material, dan metode. Diagram fishbone dari akar masalah dari kecacatan jenis kancingan (clamp) ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram *Fishbone*

Improve

Tahap perbaikan (*improve*) ini adalah tahapan yang digunakan untuk memperbaiki kecacatan dari ketiga CTQ. Usulan perbaikan dirumuskan berdasarkan akar masalah yang menjadi penyebab kecacatan dan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Usulan Perbaikan Berdasarkan Faktor Penyebab Kecacatan.

No.	Faktor	Penyebab	Perbaikan
1.	Manusia	Kurangnya ketelitian operator	Melakukan pengawasan secara teliti atau rutin
		Pekerja tidak memahami kriteria kecacatan terhadap SOP yang telah ditetapkan	Melakukan *training* atau pengarahan kepada pekerja agar lebih memperhatikan prosedur kerja yang diterapkan diperusahaan.
2.	Mesin	Mesin *trouble* pada saat proses produksi	Membuat jadwal *maintenance* mesin secara berkala sesuai dengan kapabilitas mesin.
		Kondisi *roller* mesin yang kurang dibersihkan (kotor)	Melakukan pembersihan mesin secara rutin setelah proses selesai
3.	Metode	Tidak ada inspeksi pada setiap proses produksi saat mesin berjalan	Selalu melakukan pengawasan secara teliti terhadap mesin yang sedang beroperasi
		Penyimpanan/penataan bahan baku yang tidak sesuai menyebabkn kualitas material menjadi turun	Menambah area untuk memastikan bahwa material tersebut berada dalam area yang aman
4.	Material	Bentuk permukaan bahan baku yang tidak rata menyebabkan pada saat proses pembentukan tidak bisa merekat dengan sempurna	Memperketat proses inspeksi material secara teliti sebelum masuk ke proses pencetakan (*forming*)

Control

Tahapan terakhir dari DMAIC adalah tahap pengendalian atau *control.* Tahap *control* bertujuan untuk memastikan bahwa perbaikan yang dilakukan pada tahap *improve* telah efektif dilakukan. Namun, pada penelitian ini pengendalian kualitas yang dilakukan tidak sampai pada

tahap *control*, hanya sampai tahap usulan perbaikan saja. Tahap *control* dapat dilakukan jika usulan perbaikan telah diterapkan di perusahaan.

KESIMPULAN

Penelitian ini membahas mengenai pengendalian kualitas produk galvalume jenis *hollow* pada PT. XYZ yang berlokasi di Surabaya. Pengolahan data dilakukan dengan metode *six sigma* dengan tahapan DMAIC (*define*, *measure*, *analyze*, *improve*, *control*). Pada tahap *define* diperoleh identifikasi jenis kecacatan menggunakan konsep CTQ (*Critical to Quality*). Ditemukan tiga CTQ untuk produk *hollow* yang meliputi kancingan (*clamp*) yang terlepas, *coil* material terkikis dan beberapa bagian yang bergelombang. Dengan analisis pareto, diketahui bahwa dari ketiga jenis kecacatan tersebut, jenis kecacatan yang paling dominan adalah kancingan (*clamp*) yang terlepas.

Pada tahap *analyze* diketahui faktor-faktor yang menjadi penyebab kecacatan produk dari empat faktor, yang meliputi faktor manusia, mesin, metode, dan material. Dari faktor manusia, diketahui bahwa cacat produk disebabkan oleh kurangnya ketelitian operator saat pengoperasian mesin dan kurangnya pengetahuan tentang kriteria kecacatan produk. Dari faktor mesin, akar masalahnya yaitu kondisi mesin yang kurang perawatan dan kurang dibersihkan, sehingga mesin kerap mengalami *trouble* pada saat proses produksi. Dari faktor metode, yaitu tidak ada inspeksi pada setiap proses produksi dan penyimpanan atau penataan material yang tidak sesuai. Sedangkan dari faktor material yaitu bentuk permukaan bahan baku yang tidak rata.

Selanjutnya, dirumuskan beberapa usulan perbaikan yang ditinjau dari empat faktor tersebut, yaitu faktor manusia, mesin, material, dan metode. Usulan perbaikan yang diberikan adalah memberikan *training* atau pelatihankepada pekerja agar lebih memahami dan memperhatikan prosedur kerja, memberikan penjadwalan *maintenance* mesin secara berkala, memperketat pengawasan pada proses inspeksi material agar lebih teliti, memperketat proses inspeksi material secara teliti sebelum masuk ke proses pencetakan (*forming*), dan menambahkan area maupun fasilitas khusus untuk gudang material agar kondisi lebih aman dan nyaman. Usulan perbaikan ini perlu diterapkan di perusahaan dalam rangka menurunkan jumlah produk cacat yang terjadi dan meningkatkan nilai sigma. Selanjutnya, perusahaan perlu melakukan tahap pengendalian (*control*) untuk memastikan bahwa perbaikan yang dilakukan telah berjalan secara efektif.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Fitri, P. Studi, A. Bisnis, J. M. Bisnis, dan P. N. Batam, "Pengendalian Kualitas Produk Valve," 2018.

[2] M. S. Hidayatullah Elmas, "Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (Sqc) Untuk Meminimumkan Produk Gagal Pada Toko Roti Barokah Bakery," *Wiga J. Penelit. Ilmu Ekon.*, vol. 7, no. 1, hal. 15–22, 2017.

[3] S. Kusuma Dewi, "Minimasi Defect Produk Dengan Konsep Six Sigma," *J. Tek. Ind.*, vol. 13, no. 1, hal. 43, 2012.

[4] A. F. Sanny, Mustafid, dan A. Hoyyi, "Implementasi Metode Lean Six Sigma Sebagai upaya Meminimalisasi Cacat Produk Kemasan Cup Air Mineral 240ML (Studi Kasus Perusahaan Air Minum)," *J. Gaussian*, vol. 4, no. 2, hal. 227–236, 2015.

[5] Ratnadi dan E. Suprianto, "Pengendalian Kualitas Produksi Menggunakan Alat Bantu Statistik (Seven Tools) Dalam Upaya Menekan Tingkat Kerusakan Produk," *Indept*, vol. 6, no. 2, hal. 10–18, 2016.

[6] P. Wisnubroto, "Dan Analisis Kaizen Serta New Seven Tools Sebagai Usaha Pengurangan Kecacatan Produk," *J. Tek. Ind. IST Akprind*, vol. 8, no. 1, hal. 65–74, 2015.

[7] S. Assauri, *Manajemen Produksi dan Operasi edisi revisi*. 2011.

[8] H. Budiwati, "Pendekatan Lean Six Sigma dalam Penentuan Prioritas Perbaikan Layanan Bank Berdasarkan Persepsi, Harapan dan Kepentingan Nasabah," *J. Manaj.*, 2017.
[9] F. Wulandari, "Evaluasi Prospek Keberlanjutan Pengelolaan Sampah di Bank Sampah Studi Kasus Bank Sampah di Kota Makassar," Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2014.
[10] V. 2002 Gaspersz, "Pedoman implementasi program six sigma terintegrasi dengan ISO 9001: 2000, MBNQA, dan HACCP," *PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta*, 2002.