

Rancangan Penurunan Tingkat Kecacatan Produk Velg dengan Filosofi Six Sigma di PT. X

Alfian Hernawan¹, Jani Rahardjo²

Abstract: Company X is a company engaged in the manufacture of wheels, especially wheels for cars. This research was conducted to reduce the percentage of defects in the production process of wheels at company X. The most common defects in the wheels include leaks on the wheels, the wheels are porous, and the edges of the wheels are not flat. The percentage of defective products on wheels in 2019 was 7.97%. The defect occurs when the wheel manufacturing process takes place so that the wheels may experience defects due to errors in the wheel production process. The fix for the problems that occur in this study uses the six sigma philosophy. In the Six Sigma philosophy, there are methods used to solve problems, namely DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). The DMAIC method helps research by finding out the root problems that occur in the wheel production process. The tool used to find the root of the problem is a fishbone diagram. The results of the fishbone diagram show defects that occur up to the deepest roots so that the main cause of the defect can be identified. The proposed improvement is then determined using the 5 why analysis method. The prioritized design of improvement proposals to be carried out is to supervise the operator, give a dividing mark between the operator and the printing equipment, use a temperature gauge, and provide training for operators.

Keywords: *six sigma*; DMAIC; *fishbone diagram*; 5 *why analysis*

Pendahuluan

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan *velg*, khususnya *velg* mobil. Pembuatan *velg* mobil di PT. X menggunakan bahan baku dasar aluminium yang dileburkan kemudian dibentuk hingga menjadi *velg*. Jenis dan ukuran *velg* yang di produksi oleh perusahaan memiliki variasi yang berbeda-beda dan disesuaikan dengan spesifikasi kendaraan.

Proses produksi *velg* di PT. X melalui beberapa tahapan sebelum akhirnya menjadi produk jadi. Pada proses produksi tersebut terdapat beberapa faktor yang menyebabkan produk *velg* mengalami kecacatan. Persentase kecacatan produk *velg* pada tahun 2019 adalah sebesar 7,97%. Hal ini menyebabkan produk yang diproduksi berkurang dan perusahaan merugi. Penurunan tingkat kecacatan pada proses produksi *velg* merupakan fokus dari perusahaan. Penggunaan filosofi *six sigma* akan membantu perusahaan untuk mengetahui akar penyebab masalah dan menentukan usulan perbaikan dari setiap permasalahan.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada jurnal ini adalah filosofi *six sigma*. Pada filosofi *six sigma* terdapat *tools*, yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) yang membantu menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Dalam setiap tahapan dari DMAIC terdapat *tools* yang digunakan untuk membantu menyelesaikan permasalahan.

Six Sigma

Six sigma (Linderman *et al.* [1]) adalah suatu upaya yang dilakukan secara terus menerus (*continuous improvement*) untuk menurunkan variasi dari proses dalam menghasilkan produk sehingga produk tidak memiliki kecacatan.

Six sigma (Knowles [2]) memiliki tiga definisi elemen, yaitu sebuah pengukuran, target, dan filosofi. Pengukuran dilakukan untuk mengurangi aktivitas yang tidak diperlukan dan menurunkan *variance*. Target dari *six sigma* dapat digunakan untuk target kinerja proses produksi. Filosofi memiliki dua perspektif, yaitu perspektif statistik yang dikenal sebagai standar deviasi, dimana sigma menyatakan nilai simpangan terhadap nilai tengah dan perspektif metodologi. Perspektif metodologi merupakan

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: alvianhernawan@gmail.com, jani@petra.ac.id

pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan peningkatan proses melalui fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). DMAIC merupakan kerangka kerja yang sering digunakan untuk mengimplementasikan metode *six sigma*.

DMAIC digunakan ketika suatu produk atau proses sudah ada tetapi kinerja pada pengerjaannya belum maksimal. DMAIC berfokus untuk menghilangkan langkah-langkah yang tidak produktif dalam pengerjaan, mengembangkan dan menerapkan metrik yang baru, dan menggunakan teknologi untuk melakukan peningkatan (De Feo [3]).

Define

Define (Brue [4]) merupakan tahapan utama yang bertujuan untuk mendefinisikan dan menyeleksi permasalahan yang mempunyai kesempatan untuk bisa dikembangkan lebih baik lagi. Permasalahan yang sudah di definisikan kemudian dijabarkan untuk menentukan *Critical to Quality* (CTQ). Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam menentukan *define* diantaranya tujuan permasalahan yang akan diselesaikan, objek apa saja yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan, dan ruang lingkup yang digunakan untuk batasan permasalahan.

Measure

Measure (Brue [4]) adalah salah satu tahapan untuk mengevaluasi dan memahami kondisi pada proses saat ini. Tahapan *measure* melibatkan pengumpulan data berdasarkan permasalahan yang telah di *define*. Data yang dikumpulkan digunakan sebagai dasar untuk menentukan kondisi saat ini atau kondisi awal proses. Data tersebut kemudian diolah dan diukur sebelum perbaikan dilakukan. Pengukuran dilakukan untuk memastikan data yang digunakan dapat divalidasi. Fokus dari pengukuran untuk mendapatkan data yang akurat dari proses yang sedang berlangsung. Tujuan pengukuran adalah untuk fokus pada upaya peningkatan dengan pengumpulan informasi tentang keadaan sekarang dan dilakukan pengukuran data. *Tools* yang digunakan untuk mengukur data adalah *Defect per Million Opportunities* (DPMO).

Analyze

Analyze (Brue [4]) adalah salah satu tahapan yang digunakan untuk menganalisis akar penyebab dari masalah yang terjadi. Tujuan dari tahap *analyze* dalam beberapa kasus selain

sebagai penentu akar penyebab masalah namun juga untuk mengeksplorasi dan memahami hubungan tentatif diantara variabel-variabel proses dan untuk mengembangkan wawasan tentang peningkatan proses yang dapat dikembangkan. Pada proses *analyze* tools yang digunakan untuk menganalisis permasalahan adalah *fishbone diagram* dan *pareto chart*.

Improve

Improve (Brue [4]) merupakan tahap dilakukannya perbaikan guna meningkatkan kualitas serta mengurangi tingkat kerusakan atau degradasi terhadap kualitas. Perbaikan dilakukan dengan melakukan perubahan spesifik yang dapat dibuat dalam proses dan hal-hal lain yang dapat dilakukan untuk memberikan dampak yang diinginkan pada kinerja proses. Tujuan dari tahapan *improve* adalah untuk mengembangkan solusi untuk masalah dan menguji coba solusi dari permasalahan tersebut. Uji coba dilakukan untuk mengevaluasi dan mendokumentasikan solusi serta mengkonfirmasi solusi telah mencapai tujuan yang ingin dicapai. *Tools* yang digunakan adalah *5 why analysis*.

Control

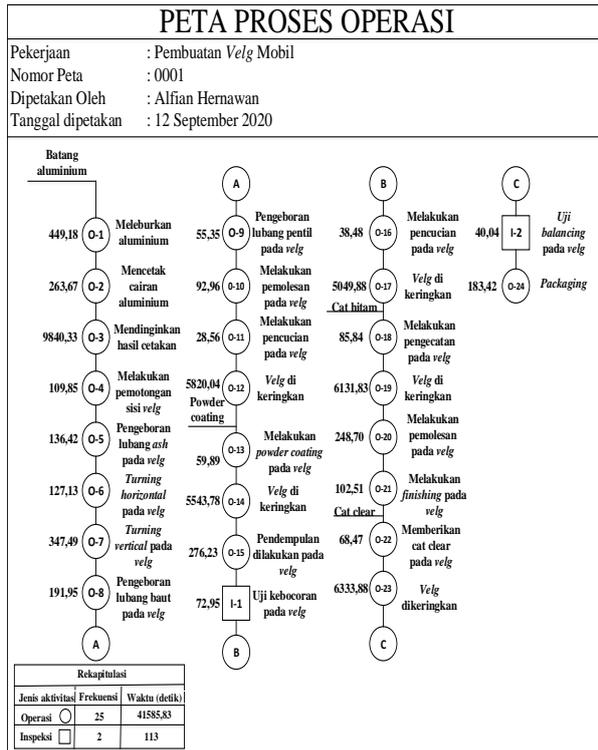
Control (Brue [4]) adalah tahapan untuk memastikan bahwa hasil dari perbaikan yang telah dilakukan dapat membantu dan bisa diimplementasikan pada proses. Pengawasan diperlukan pada tahap *control* untuk meyakinkan bahwa hasil yang diinginkan sedang dalam proses pencapaian. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandarisasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar.

Hasil dan Pembahasan

Permasalahan yang terjadi pada PT. X adalah kecacatan pada produk *velg* yang disebabkan oleh beberapa faktor yang terdapat dalam proses produksi *velg*. Faktor penyebab kecacatan yang menjadi penyebab kecacatan pada produk *velg* dapat diketahui dengan mengimplementasikan DMAIC untuk mengetahui akar permasalahan dan membuat rancangan usulan perbaikan berdasarkan permasalahan yang ada.

Proses Produksi Velg

Pembuatan *velg* melalui beberapa proses produksi dimana setiap proses mempunyai kemungkinan untuk menyebabkan produk mengalami kecacatan. Identifikasi dilakukan dengan membuat alur proses produksi *velg* dan mengamati setiap kegiatan yang dilakukan di dalam proses produksi. Alur proses produksi *velg* dapat diketahui dengan menggunakan *Operation Process Chart (OPC)*.



Gambar 1. Operation Process Chart (OPC) velg

Alur proses produksi velg terdiri dari 24 proses dan 2 inspeksi. Total waktu prosesnya adalah 41.585,83 detik dan total waktu inspeksinya adalah 113 detik. Waktu proses terlama adalah proses pendinginan dengan waktu 9.840,33 detik dan waktu proses tercepat adalah proses pencucian velg dengan waktu 28,56 detik.

Define

Tahapan *define* sebagai tahap awal untuk mendefinisikan proses-proses yang terjadi pada alur pembuatan *velg* untuk menjelaskan hambatan-hambatan yang dialami pada proses produksi *velg* yang dijadikan sebagai penentuan sasaran dan tujuan perbaikan, yaitu menurunkan tingkat kecacatan pada proses produksi *velg* di PT. X. Pengamatan dilakukan pada seluruh proses produksi *velg*. Penggunaan metode DMAIC dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan presentase produk cacat hingga

mencapai presentase yang lebih baik. Jenis kecacatan yang paling sering terjadi pada *velg* adalah *velg* mengalami kebocoran. Kebocoran yang dimaksud adalah terdapat lubang pada *velg* yang menyebabkan *velg* tidak aman saat digunakan. Kecacatan lain yang terjadi pada proses produksi *velg* adalah kesalahan dalam pembubutan yang disebabkan karena kesalahan operator.

Langkah selanjutnya adalah menentukan CTQ. CTQ adalah ketentuan yang berkaitan dengan kebutuhan dan karakteristik yang diinginkan, biasanya berupa elemen dari proses, produk, ataupun aktivitas yang berkaitan dengan pembuatan *velg*. CTQ ditentukan berdasarkan kesesuaian antara kualitas produk dengan standard kualitas yang diinginkan. Semua jenis kecacatan sangat berpotensi untuk menyebabkan produk cacat. Jika salah satu jenis kecacatan saja terdapat pada produk tersebut maka bisa langsung dilakukan *rework* atau dilakukan *reject* tergantung dengan tingkat cacat yang terjadi. Proses pembuatan *velg* memiliki CTQ sebanyak 7.

Tabel 1. Critical To Quality (CTQ)

Karakteristik kualitas	Jenis kecacatan
Velg terbentuk sesuai cetakan	Velg mengalami keropos
Bagian pinggir velg rata	Bagian pinggir velg tidak rata
Bagian sisi dalam velg halus	Bagian sisi dalam velg kasar
Bagian sisi luar velg halus	Bagian sisi luar velg kasar
Kesesuaian lubang pentil dan lubang baut	Penempatan lubang baut dan lubang pentil tidak sesuai
Velg tidak mengalami kebocoran	Kebocoran pada velg
Bagian sisi depan velg rata	Bagian sisi depan velg tidak rata

Measure

Pada tahapan ini dilakukan pengukuran terhadap permasalahan yang telah ditetapkan untuk diselesaikan. Pengukuran dilakukan dengan cara melakukan pengambilan data. Data yang digunakan adalah data jenis kecacatan produk dari bulan Januari-Desember 2019 nantinya akan digunakan untuk mengukur karakteristik serta kapabilitas dari proses untuk menentukan langkah yang harus dilakukan untuk melakukan perbaikan dan peningkatan. Data yang telah didapatkan kemudian dilakukan pengukuran kinerja proses awal untuk menentukan besarnya DPO, DPMO, SQL. Perhitungan DPO dapat dilihat pada persamaan

persamaan sebagai berikut (Gasperz [5]).

$$DPO = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Unit yang diproduksi} \times CTQ} \quad (1)$$

Perhitungan DPMO (*Defect per Million Opportunities*) dapat dilihat pada persamaan berikut (Gasperz [5]).

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (2)$$

Perhitungan SQL (*Sigma Quality Level*) dapat dilihat pada persamaan berikut (Gasperz [5]).

$$SQL = \phi \left[\frac{10^6 - DPMO}{10^6} \right] + 1,5 \quad (3)$$

Hasil dari nilai DPO, DPMO, dan SQL akan menjadi tolak ukur untuk menentukan pencapaian nilai sigma yang dimiliki oleh perusahaan sudah mencapai nilai sigma yang baik atau belum.

Tabel 2. Nilai DPO, DPMO, dan SQL

Bulan	Jumlah produksi produk cacat	Jumlah DPO	DPMO	SQL	
Januari	1228	110	0,01279	12796,25	3,73
Februari	1246	101	0,01157	11579,91	3,77
Maret	1145	98	0,01222	12227,07	3,75
April	1158	91	0,01122	11226,25	3,78
Mei	1182	94	0,01136	11360,89	3,78
Juni	1298	86	0,00946	9465,111	3,85
Juli	1314	103	0,01119	11198,09	3,78
Agustus	1186	91	0,01096	10961,21	3,79
September	1284	103	0,01145	11459,72	3,77
Oktober	1256	109	0,01239	12397,63	3,74
November	1242	105	0,01207	12077,29	3,75
Desember	1174	82	0,00997	9978,097	3,83
Total	14711	1173	0,01139	11390,89	3,78

Hasil perhitungan nilai DPO, DPMO, dan SQL menunjukkan tingkat DPMO dan nilai sigma saling berfluktuasi tiap bulannya. Nilai sigma paling tinggi terdapat pada bulan Juni dengan SQL 3,85. Sedangkan nilai sigma terendah terdapat pada bulan Januari dengan nilai sigma 3,73. Nilai sigma dari proses produksi *velg* mulai dari bulan Januari-Desember tahun 2019 masih belum stabil dan cenderung naik turun. Seharusnya tingkat sigma memiliki kecenderungan meningkat dan tingkat DPMO memiliki kecenderungan menurun, sehingga proses produksi *velg* menjadi lebih baik dan mudah dikendalikan. Hasil rata-rata nilai sigma proses produksi *velg* adalah 3,78 dan rata-rata nilai DPMO proses produksi *velg* adalah 11.390,89 yang berarti dalam satu juta kesempatan masih bisa terjadi kecacatan dalam proses produksi *velg*. Hasil ini bisa dibilang belum cukup baik untuk pencapaian nilai sigma untuk industri kelas dunia namun untuk

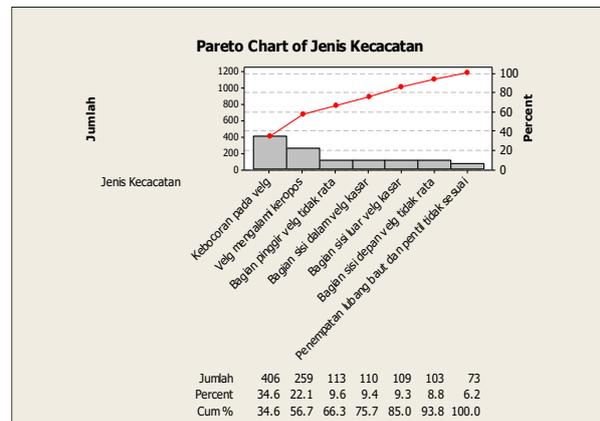
industri dalam indonesia pencapaian nilai sigma ini cukup baik.

Analyze

Tahapan *analyze* berfungsi untuk mengetahui analisis sistem yang mengidentifikasi bagaimana cara untuk mengurangi kecacatan antara kinerja proses dengan tujuan yang diinginkan. Tahapan ini juga sebagai pemecahan permasalahan berdasarkan *root causes* (akar penyebab) yang telah diidentifikasi. Analisis yang digunakan adalah dengan menggunakan *pareto chart* dan *fishbone diagram*.

Pareto Chart

Pareto chart merupakan diagram yang dibuat dengan tujuan untuk mengetahui jenis kecacatan dengan presentase tertinggi dan yang paling penting sehingga perlu diperbaiki terlebih dahulu. Pembuatan *pareto chart* dilakukan menggunakan *software* minitab. Melalui pembuatan *pareto chart* dapat diketahui bahwa terdapat 7 jenis kecacatan, yaitu *velg* mengalami keropos, bagian pinggir *velg* tidak rata, terdapat bagian yang masih kasar pada sisi dalam *velg*, terdapat bagian yang masih kasar pada sisi luar *velg*, pengeboran lubang baut dan pentil tidak sesuai, kebocoran pada *velg*, pemolesan tidak merata. Analisa *pareto chart* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



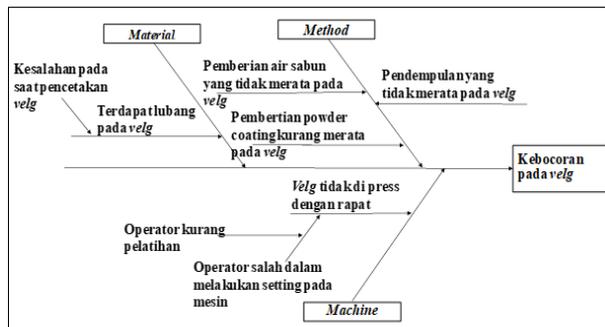
Gambar 2. Pareto chart jumlah kecacatan pada *velg*

Berdasarkan *pareto chart* dapat di ketahui jenis kecacatan tertinggi adalah kebocoran pada *velg* sedangkan jenis kecacatan terendah adalah penempatan lubang baut dan pentil tidak sesuai. Mengetahui hal tersebut maka dapat digunakan prinsip *pareto* untuk menyelesaikan permasalahan dan di peroleh empat jenis kecacatan yang mempunyai persentase tertinggi, yaitu kebocoran pada *velg*, *velg* mengalami keropos, bagian pinggir *velg* tidak rata, dan

bagian sisi dalam *velg* kasar. Namun kecacatan yang akan diperbaiki hanya tiga jenis kecacatan saja, karena tiga jenis kecacatan yang tersebut adalah kecacatan yang paling sering terjadi dan merupakan kecacatan yang berpengaruh paling besar dalam pada proses produksi *velg*.

Fishbone Diagram

Fishbone diagram adalah diagram yang digunakan untuk mencari akar penyebab masalah dan penyebab terjadinya kecacatan berdasarkan jenis kecacatan tertinggi yang terdapat pada *pareto chart*. Pembuatan *fishbone diagram* didasarkan pada faktor-faktor penting yang menjadi penyebab kecacatan tersebut sehingga dapat dikurangi. Hasil *fishbone diagram* dari 3 jenis kecacatan tertinggi pada *velg* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

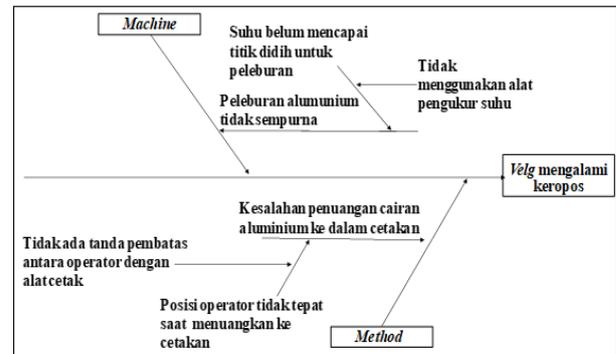


Gambar 3. *Fishbone diagram* kebocoran pada *velg*

Fishbone diagram kebocoran pada *velg* menunjukkan terdapat tiga faktor yang menyebabkan kecacatan kebocoran pada *velg* yaitu, *machine*, *method*, dan *material*. Penyebab terjadinya kecacatan jika dilihat dari faktor *machine* adalah mesin *press* tidak rapat yang disebabkan oleh kesalahan operator dalam mengatur mesin yang menyebabkan saat dilakukan uji kebocoran, ruang pada bagian sisi dalam *velg* terbuka dan membuat angin yang di masukkan kedalam *velg* keluar kembali.

Penyebab terjadinya kecacatan jika dilihat dari faktor *method*, yang pertama adalah pemberian air sabun yang tidak merata pada *velg* dapat menyebabkan tidak diketahuinya letak kebocoran yang saat dilakukan pengujian pada *velg*, yang kedua adalah pendempulan yang kurang teliti sehingga mengakibatkan masih adanya lubang-lubang kecil ataupun bagian *velg* lainnya yang tidak terdempul dengan baik dan memungkinkan udara keluar saat dilakukan uji kebocoran yang menyebabkan *velg* mengalami kebocoran, yang ketiga adalah pemberian *powder coating* yang kurang merata pada *velg* memungkinkan *velg* mengalami kebocoran sebelum

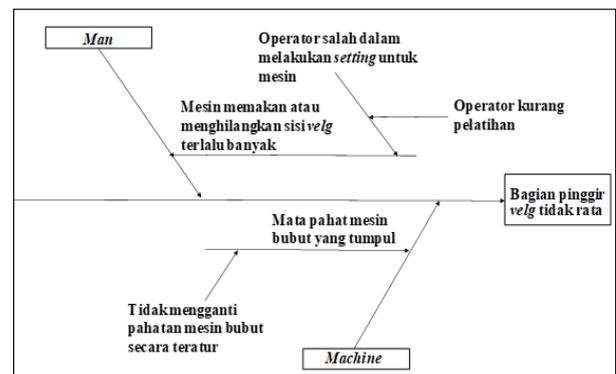
masuk ke proses pendempulan. Penyebab terjadinya kecacatan jika dilihat dari faktor material adalah terdapat lubang pada *velg* yang disebabkan karena kesalahan pada saat pencetakan *velg*. Kesalahan pencetakan menyebabkan *velg* memiliki lubang-lubang kecil yang menyebabkan keropos pada *velg* dan menimbulkan kebocoran pada *velg*.



Gambar 4. *Fishbone diagram* *velg* mengalami keropos

Fishbone diagram penyebab terjadinya kecacatan *velg* mengalami keropos menunjukkan terdapat dua faktor yang menyebabkan kecacatan *velg* mengalami keropos, yaitu *machine* dan *method*. Penyebab terjadinya kecacatan jika dilihat dari faktor *machine* adalah peleburan aluminium yang tidak sempurna disebabkan karena suhu untuk peleburan belum mencapai titik didih untuk meleburkan aluminium, yaitu 700-750 C. Hal ini disebabkan karena tidak adanya alat pengukur suhu untuk memastikan suhu sudah mencapai suhu yang optimal.

Jika dilihat dari faktor *method*, penyebab terjadinya kecacatan adalah kesalahan penuangan cairan aluminium ke dalam cetakan disebabkan karena posisi operator yang tidak tepat dengan cetakan yang berpengaruh pada penuangan cairan ke dalam cetakan, karena cairan yang dituang ke dalam cetakan tidak boleh terputus yang menyebabkan aluminium tidak terbentuk dengan sempurna.



Gambar 5. *Fishbone diagram* bagian pinggir *velg* tidak rata

Fishbone diagram yang berisi akar penyebab terjadinya kecacatan bagian pinggir *velg* tidak rata menunjukkan terdapat dua faktor yang menjadi penyebab kecacatan, yaitu *man* dan *machine*. Penyebab terjadinya kecacatan jika dilihat dari faktor *man* adalah mesin memakan atau menghilangkan bagian *velg* terlalu banyak yang disebabkan karena kesalahan pengaturan pada mesin yang dilakukan oleh operator. Penyebab terjadinya kecacatan jika dilihat dari faktor *machine* adalah mata pahat mesin bubut yang tumpul disebabkan karena tidak dilakukannya *maintenance* pada mesin secara teratur.

Improve

Improve merupakan tahap dilakukannya perbaikan guna meningkatkan kualitas serta mengurangi tingkat kerusakan atau degradasi terhadap kualitas. Penelitian yang dilakukan hanya sampai tahap pembuatan rancangan usulan perbaikan. Pembuatan rancangan usulan perbaikan menggunakan 5 *why analysis* untuk menentukan alternatif usulan yang terbaik. Hasil penjabaran 5 *why analysis* diperoleh empat alternatif usulan perbaikan, yaitu memberikan pelatihan untuk operator, melakukan pengawasan pada operator, memberikan tanda pembatas antara operator dengan alat cetak, dan menggunakan alat pengukur suhu. Alternatif usulan yang telah dibuat kemudian diseleksi berdasarkan tiga kriteria, yaitu waktu, biaya, dan kemudahan

Penilaian pada setiap kriteria ditentukan menggunakan angka 1-3. Angka "1" berarti waktu yang dibutuhkan untuk menerapkan perbaikan cukup lama, biaya yang dikeluarkan untuk melakukan perbaikan cukup banyak, dan perbaikan sulit untuk dilakukan. Angka "2" berarti waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan tidak terlalu lama atau terlalu cepat, biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan tidak terlalu banyak atau terlalu sedikit, dan kemudahan dalam melakukan perbaikan tidak terlalu mudah atau terlalu sulit. Angka "3" berarti waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan tidak lama, biaya yang dikeluarkan untuk melakukan perbaikan sedikit, dan perbaikan mudah untuk dilakukan. Kriteria untuk usulan perbaikan yang sudah dibuat kemudian didiskusikan dengan bagian produksi untuk menentukan prioritas usulan perbaikan. Pengelompokan alternatif perbaikan berdasarkan kriteria yang sudah ditentukan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Kriteria alternatif usulan perbaikan

Usulan perbaikan	Kriteria		
	Waktu	Biaya	Kemudahan
Memberikan pelatihan operator	1	1	1
Melakukan pengawasan pada operator	3	3	3
Memberikan tanda pembatas antara operator dengan alat cetak	3	3	3
Penggunaan alat pengukur suhu	3	2	3

Pengelompokan alternatif usulan perbaikan menunjukkan usulan perbaikan melakukan pengawasan pada operator dan memberikan tanda batas antar operator dengan alat cetak memiliki nilai 9 karena kriteria perbaikan tidak memerlukan waktu yang lama, biaya yang diperlukan sedikit, dan perbaikan mudah untuk dilakukan. Usulan perbaikan melakukan pelatihan pada operator memiliki nilai 3 karena memakan banyak waktu untuk melakukan pelatihan, biaya yang mahal, dan untuk melakukan pelatihan tidak terlalu mudah atau terlalu susah. Prioritas pertama adalah melakukan pengawasan pada operator. Prioritas kedua adalah memberikan tanda batas antara operator dengan alat cetak. Prioritas ketiga adalah menggunakan alat pengukur suhu. Prioritas keempat adalah memberikan pelatihan untuk operator.

Rancangan Usulan Perbaikan Melakukan Pengawasan Pada Operator

Rancangan usulan melakukan pengawasan pada operator dilakukan dengan pengawasan secara langsung atau menggunakan form kontrol instruksi kerja. Form kontrol instruksi kerja berisi langkah-langkah yang perlu diperhatikan oleh operator dalam melakukan pekerjaannya. Selain itu form juga berisi berapa jumlah produk reject atau produk lolos uji dalam 1 hari kerja. Pengawasan pada operator dilakukan pada proses uji kebocoran dan *powder coating*. Form kontrol instruksi kerja dapat dilihat pada Gambar 6.

Jika dilihat secara keseluruhan rancangan usulan melakukan pengawasan pada operator, jika dilihat dari segi waktu dan kemudahan, perbaikan dapat diterapkan secara langsung pada saat proses

Tanggal :	Aktivitas yang dilakukan	Nama Operator :		
		Produk reject	Produk rework	Keterangan
	Memeriksa mesin untuk uji kebocoran			
	Menyiapkan mesin untuk uji kebocoran			
	Menyiapkan velg untuk di uji			
	Meletakkan velg pada mesin			
	Membasahi seluruh bagian velg dengan air sabun (terutama bagian luar velg)			
	Melakukan pengaturan pada mesin			
	Velg di press dengan rapat			
	Memasukkan angin ke velg			
	Memeriksa apakah ada gelembung dibagian luar velg (jika ada berarti velg mengalami kebocoran, jika tidak ada berarti velg lolos uji)			
	Mengeluarkan velg dari mesin			
	Mencuci seluruh bagian velg			
	Mengeringkan velg			
Keterangan :				
1. Pengisian form dilakukan setiap ada produk reject atau rework				
2. Jika ada produk reject atau rework diberi tanda centang "v" pada kolom produk reject atau rework				
3. Pada kolom keterangan dituliskan penyebab produk reject atau rework				

Gambar 6. Form kontrol instruksi kerja

produksi berlangsung dengan menaruh form disetiap stasiun kerja dan menghimbau operator untuk memperhatikan dan mengisi form kontrol instruksi kerja. Jika dilihat dari segi biaya, biaya yang diperlukan seperti biaya untuk pencetakan form sehingga tidak memerlukan banyak biaya.

Rancangan Usulan Perbaikan Memberikan Tanda Batas antara Operator Dengan Alat Cetak

Rancangan usulan memberikan tanda batas antara operator dengan alat cetak diterapkan pada proses pencetakan. Pemberian garis batas untuk jarak tempat berdiri antara operator dengan cetakan aluminium adalah sekitar 50 cm sedangkan untuk garis batas ketinggian penuangan adalah 60 cm dari tinggi pencetakan. Penetapan batas jarak operator dengan cetakan velg adalah 50 cm karena mempertimbangkan luas stasiun kerja dan juga ukuran cetakan *velg*. Penetapan batas ketinggian penuangan adalah 60 cm, karena memperhitungkan tinggi dari cetakan *velg* sehingga sebisa mungkin saat melakukan penuangan ketinggian penuangan dengan alat cetak agar saat menuangkan aliran cairan tidak terputus-putus. Pemberian tanda batas menggunakan cat *pylox* untuk tandanya dan diberikan dihimbaukan kepada operator untuk memperhatikan tanda batas ini saat bekerja. Estimasi biaya untuk satu kaleng cat sekitar Rp. 25.000,00. Estimasi biaya cat *pylox* berdasarkan harga jual cat yang berada dipasaran.

Jika dilihat secara keseluruhan rancangan usulan memberikan tanda batas antar operator dan cetakan *velg*, jika dilihat dari segi waktu dan kemudahan, perbaikan tidak membutuhkan banyak waktu untuk

melakukan perbaikannya karena dapat dilakukan langsung pada saat proses produksi berlangsung dan diberikan himbauan kepada operator untuk memperhatikan tanda batas saat bekerja. Jika dilihat dari segi biaya, biaya yang dibutuhkan juga sedikit karena hanya memberikan tanda batas dengan cat *pylox*.

Rancangan Usulan Perbaikan Penggunaan Alat Pengukur Suhu

Rancangan usulan menggunakan alat pengukur suhu diterapkan pada proses peleburan aluminium. Pengukuran suhu bertujuan untuk mengetahui apakah tungku untuk peleburan sudah mencapai titik didih untuk aluminium atau belum. Titik didih untuk peleburan aluminium adalah 700-750 C. PT.X pada awalnya menggunakan alat pengukur suhu untuk mengukur suhu dari tungku namun lama kelamaan tidak menggunakannya lagi dan menggunakan perkiraan dari operator untuk memastikan suhu dari tungku peleburan. Hal ini menyebabkan peleburan aluminium tidak sempurna yang menyebabkan kecacatan pada proses pencetakan. Penggunaan alat pengukur suhu peru digunakan kembali untuk mengurangi kecacatan pada aluminium dan proses pencetakan *velg*.

Jika dilihat secara keseluruhan, rancangan usulan perbaikan menggunakan alat pengukur suhu jika dilihat dari segi waktu dan kemudahan, perbaikan bisa diterapkan secara langsung pada saat proses produksi berlangsung untuk mengontrol suhu dan bisa mengetahui derajat suhu secara tepat. Jika dilihat dari segi biaya, estimasi biaya untuk penggunaan alat pengukur suhu cukup mahal karena menggunakan *thermometer laser gun*. Estimasi biaya untuk penggunaan *thermometer laser gun* adalah sekitar Rp. 250.000,00 – Rp. 400.000,00.

Proses	Materi	Indikator Keberhasilan
Pendempulan	Penjelasan bahan baku untuk pendempulan	Operator mengetahui bahan baku yang digunakan untuk pendempulan
	Penjelasan bagian velg yang wajib di dempul	Operator mengetahui bagian velg yang perlu di dempul
Uji kebocoran	Cara penggunaan mesin uji kebocoran	Operator teliti dalam menemukan lubang-lubang pada velg
	Cara pengaturan mesin uji kebocoran	Operator mampu mengoperasikan mesin uji kebocoran
	Cara pengujian kebocoran	Operator mampu melakukan maintenance pada mesin kebocoran
Pemotongan sisi velg	Cara penggunaan mesin bubut	Operator mengetahui cara melakukan pengujian kebocoran
	Cara melakukan pengaturan mesin bubut	Operator mampu mengoperasikan mesin bubut
		Operator mampu melakukan maintenance pada mesin bubut

Gambar 7. Materi pelatihan operator

Rancangan Usulan Perbaikan Memberikan Pelatihan Untuk Operator

Rancangan usulan melakukan pelatihan untuk operator diterapkan pada beberapa proses, yaitu proses pendempulan, proses uji kebocoran, dan proses pemotongan sisi *velg*. Materi untuk pelatihan disesuaikan dengan kebutuhan dari setiap proses kerja. Materi untuk pelatihan dapat dilihat pada Gambar 7.

Pelatihan dilakukan selama tiga hari. Pelatihan dilakukan selama tiga hari, dimana satu hari pelatihan untuk satu proses kerja. Penetapan tiga hari jangka waktu pekatihan dirasa cukup karena pelatihan dilakukan secara bersamaan dengan proses produksi sehingga jika waktu pelatihan terlalu lama, maka *output* yang dihasilkan bisa berkurang dan tidak memenuhi target produksi. Operator yang sudah melakukan pelatihan kemudian akan dinilai kinerjanya untuk menunjukkan hasil dari pelatihan yang telah dilakukan dan melihat keahlian dari operator. Penilaian dilakukan per bulan untuk melihat hasil kinerja dari operator. Penetapan jangka waktu sebulan untuk melakukan penilaian berdasarkan kemampuan operator untuk beradaptasi dalam melakukan pekerjaan karena operator butuh terbiasa untuk melakukan pekerjaannya dan butuh waktu melatih kemampuan dan ketrampilan operator saat bekerja.

Jika dilihat secara keseluruhan, rancangan usulan perbaikan melakukan pelatihan kepada operator jika dilihat dari segi waktu, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pelatihan cukup lama karena pelatihan untuk operator membutuhkan waktu sekitar 3 hari dan saat operator sudah selesai pelatihan, operator akan mulai bekerja dan akan dilakukan penilaian sebulan kemudian untuk mengetahui kinerja operator. Jika dilihat dari segi biaya, biaya yang digunakan untuk melakukan pelatihan cukup banyak dan pelatihan juga butuh menggunakan operator tambahan yang bertugas sebagai pembimbing saat pelatihan. Biaya yang perlu

dikeluarkan untuk pelatihan adalah biaya bahan baku dan biaya operator tambahan. Estimasi biaya yang dikeluarkan untuk pelatihan adalah:

- 1) Biaya bahan baku terdiri dari:
 - Dempul : Rp. 40.000,00/Kg
 - Aluminium keras : Rp. 22.500,00/Kg
 - Aluminium lembek : Rp. 23.750,00/Kg
- 2) Operator tambahan : Rp. 1.500.000,00/Org

Jika dilihat dari segi kemudahan, untuk melakukan pelatihan tidak mudah karena perlu memberikan pelatihan yang dilatih langsung oleh seorang ahli dan membutuhkan waktu untuk operator terbiasa dengan pekerjaan yang dilakukannya.

Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah penggunaan metode DMAIC yang berfungsi untuk menganalisis permasalahan yang terjadi dan dapat mengetahui akar penyebab masalah yang terjadi pada proses produksi *velg* sehingga dapat diperoleh rancangan usulan perbaikan yang diperoleh dari penjabaran setiap permasalahan yang terjadi pada proses produksi *velg*. Rancangan usulan perbaikan ini diharapkan dapat mengurangi tingkat kecacatan pada proses produksi *velg* yang memiliki persentase kecacatan sebesar 7,97%.

Daftar Pustaka

1. Linderman, K., Schroeder, R. G., Zaheer, S., & Choo, A. S., *Six Sigma : a goal theoretic perspective*. *Journal of Operation Management*, 21(2), 2003, pp. 193-203.
2. Knowles, G. *Six Sigma*, Ventus Publishing Unites States of America, 2011.
3. De Feo, J., and Barnard, W., *Juran Institute's Six Sigma : Breakthrough and Beyond*, McGraw-Hill, New York, 2004.
4. Brue, G., and Howes, R., *The McGraw-Hill 36 Hours Course Six Sigma*, McGraw-Hill, United State of America, 2006.
5. Gasperz, V., *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACPP*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2002.