

INTEGRASI MODEL *LEAN SIGMA* UNTUK PENINGKATAN KUALITAS PRODUK

PREGIWATI PUSPORINI¹ DAN DENY ANDESTA²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Gresik

ABSTRAK

Dalam perkembangan bisnisnya, perusahaan memiliki permasalahan yang berhubungan dengan waste. Penelitian ini menitikberatkan pada penggabungan konsep lean thinking dan konsep six sigma yaitu lean six sigma untuk memperbaiki kualitas. Tools lean six sigma yang dipakai pada penelitian ini adalah Big Picture Mapping, Pareto Chart, Root Cause Analysis, Fishbone Diagram, dan Failure Mode and Effect Analysis. Tools yang digunakan diatas akan mendukung hasil tahapan improve untuk menentukan prioritas perbaikan. Dari hasil penelitian diperoleh 3 waste terkritis adalah defect, overproduction dan inventory dan hasil tahap improve fokus pada masalah yang paling kritis yaitu untuk waste defect, perbaikan metode proses primary paint, urutan proses pre assy dan alat ukur plug gage untuk proses eye reaming. Sedangkan untuk waste overproduction dan inventory fokus pada Master Production Schedule (MPS). Dengan perbaikan ini diharapkan dapat menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan eliminasi terjadinya defect, overproduction dan inventory.

Kata kunci: *lean six sigma, root cause analysis (RCA), pareto diagram, failure mode and effect analysis (FMEA), fishbone diagram, leaf spring*

ABSTRACT

In order to develop business, the company has problems associated with waste. This research focuses on the incorporation of the concept of lean thinking and six sigma concept which is lean six sigma to improve quality. Lean six sigma tools which used in this study is Big Picture Mapping, Pareto Chart, Root Cause Analysis, Fishbone Diagram, and Failure Mode and Effect Analysis. Tools used above will support the improve stage to determine the priority of repair. From the results found that 3 critically waste were defect, overproduction and inventory. Improve stage focus on the most critical waste issue is defect, primary process improvement method of paint, the process sequence and pre assy plug gage to measure eye reaming process. Waste overproduction and inventory focused on the Master Production Schedule (MPS). These improvements were expected to resolve issues relating to the elimination of defects, overproduction and inventory.

Key words: *lean six sigma, root cause analysis (RCA), pareto diagrams, failure mode effect and analysis (FMEA), fishbone diagram, leaf spring*

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan saat ini mendorong munculnya berbagai teknologi baru dan inovasi produk. Seiring dengan perkembangan yang tersebut mendorong industri meningkatkan daya saing terhadap kompetitor. Hal penting untuk pengembangan daya saing perusahaan adalah melakukan peningkatan kualitas produk. Kualitas suatu produk mutlak harus dijaga dan dikontrol agar konsumen mendapatkan produk yang baik, dan perusahaan dapat memenangkan kompetisi dalam menarik pelanggan. Produk berkualitas bagus adalah produk yang memiliki karakteristik-karakteristik sesuai keinginan dan kebutuhan konsumen. Produk juga dikatakan berkualitas bila variabilitas *output* kecil.

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan spring untuk komponen kendaraan bermotor dan industri. Jenis

produk yang dihasilkan antara lain *Leaf Spring, Hot Coil Spring, Cold Coil Spring, Valve Spring, dan Wire Ring*. Berdasarkan hasil *brainstorming* dengan pihak manajemen, maka dipilihlah produk *leaf spring* sebagai objek amatan. Alasannya karena produk *leaf spring* merupakan produk yang memberikan kontribusi atau *income* terbesar untuk perusahaan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi *value added activities, non-value added activities, dan necessary but non-value added activities* yang berpengaruh terhadap proses produksi objek amatan, mengidentifikasi dan mencari penyebab terjadinya *waste* kritis dan memberikan rekomendasi perbaikan (*improvement*) terhadap penyebab *waste* kritis.

Lean adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Tujuan utama

Lean adalah meningkatkan terus-menerus *customer value* melalui peningkatan terus-menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value-to-waste ratio*). *Six sigma* merupakan suatu metode pengendalian dan peningkatan kualitas yang diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. *Six sigma* adalah sebuah sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, mempertahankan dan memaksimalkan sukses bisnis. *Six sigma* secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap kebutuhan pelanggan, pemakaian yang disiplin terhadap fakta, data dan analisis statistik dan perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki dan menanamkan kembali proses bisnis. (Pande et al., 2000).

METODE

Terdapat lima prinsip dasar *Lean* (1) Mengidentifikasi nilai produk (barang atau jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk (barang atau jasa) berkualitas superior, dengan harga yang kompetitif dan penyerahan yang tepat waktu. (2) Mengidentifikasi *value stream process mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk. (3) Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream*. (4) Mengorganisasikan agar material, informasi dan produk mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik (*pull system*). (5) Terus-menerus mencari berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and technique*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus-menerus.

Definisi lain dari *six sigma* adalah sebuah proses yang mengaplikasikan alat-alat statistik dan teknik mereduksi cacat sampai didefinisikan tidak lebih dari 3,4 cacat dari satu juta kesempatan untuk mencapai kepuasan untuk mencapai kepuasan pelanggan secara total. *Six sigma* memberikan nilai lebih pada pelanggan dan shareholders dengan memfokuskan pada perbaikan kualitas dan produktivitas perusahaan (Gaspersz, 2002). Metodologi *Six Sigma* menggunakan alat statistik untuk mengidentifikasi beberapa faktor vital. Faktor-faktor yang paling menentukan untuk memperbaiki kualitas proses dan menghasilkan laba terdiri dari 5 tahap yang disebut dengan metode DMAIC, yaitu: (1) Mendefinisikan (*Define*) proyek, (2) Mengukur (*Measurement*) kinerja sekarang dari proses-proses itu. (3) Menganalisa (*Analyze*) dan menetapkan akar penyebab cacat itu. (4) Memperbaiki (*Improve*) proses untuk menghilangkan cacat. (5) Mengendalikan (*Control*) kinerja proses-proses itu.

DMAIC merupakan proses peningkatan terus-menerus menuju target *six sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta. DMAIC merupakan suatu proses *closed-loop* yang menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif, sering berfokus pada pengukuran-pengukuran baru dan menerapkan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *six sigma*. Tahapan dalam penelitian ini meliputi:

Tahapan Identifikasi

Tahapan identifikasi berisi fase *define* yang meliputi mendefinisikan objek penelitian, Mendefinisikan proses pemetaan pemenuhan *order* dari objek amatan, Mendefinisikan alur proses produksi, Pendefinisian *waste* (E-DOWNTIME)

Tahapan pengumpulan dan pengolahan data

Berisi fase *measure* dan *analyze*, pada *measure* meliputi identifikasi *waste* paling berpengaruh terhadap peningkatan kualitas produk, mengidentifikasi CTQ dan CTC dan pengukuran kapabilitas proses perusahaan saat ini. Sedangkan pada *analyze* meliputi Analisa *waste* paling berpengaruh, analisa kapabilitas proses (level sigma), analisa faktor penyebab terjadinya *waste* kritis tiap urutan proses dengan RCA (*Root Cause Analysis*) dan Fishbone diagram dan perancangan FMEA berdasarkan RCA yang dibuat.

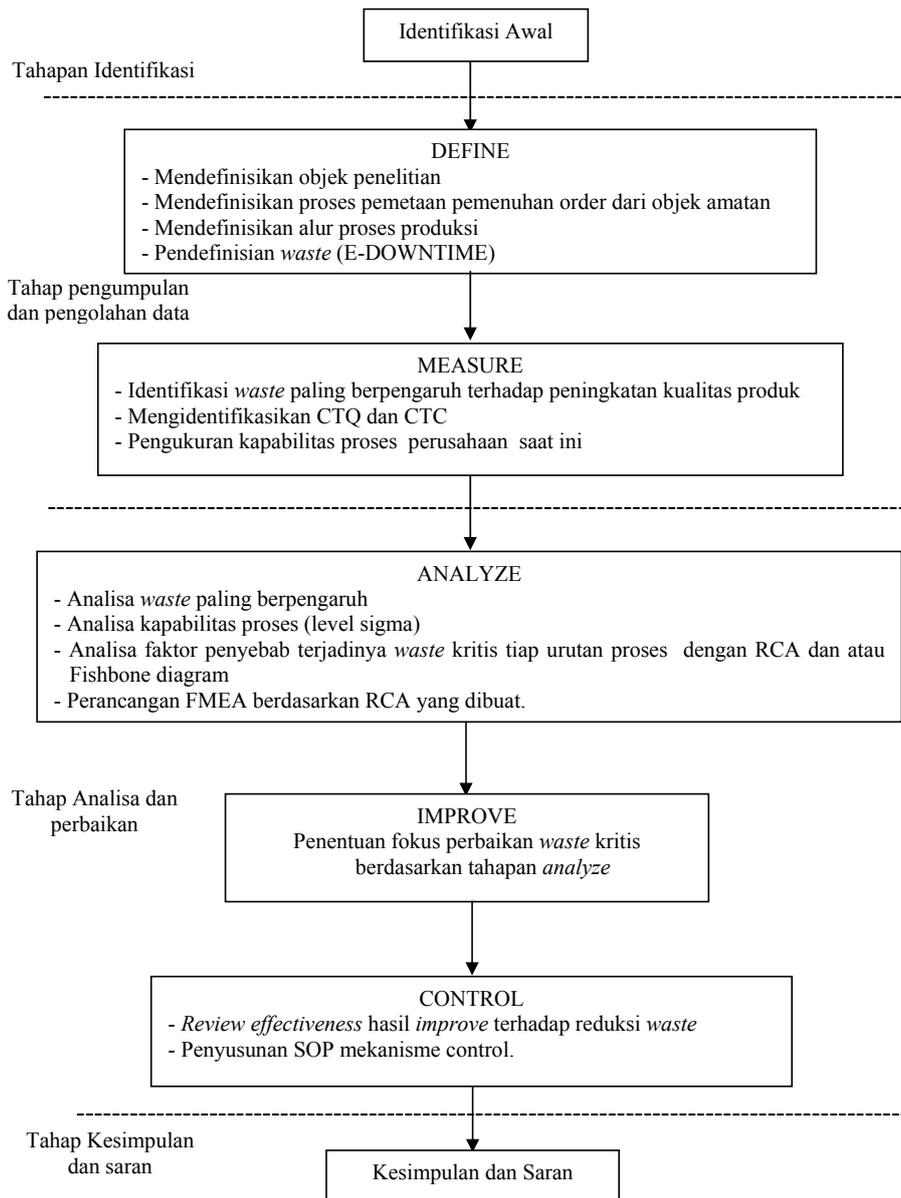
Tahap Analisa dan perbaikan

Berisi fase *improve* dan *control*, pada *improve* meliputi Penentuan fokus perbaikan *waste* kritis berdasarkan tahapan *analyze*. Sedangkan pada *control* meliputi *Review effectiveness* hasil *improve* terhadap reduksi *waste* dan penyusunan SOP mekanisme control.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Define

Berdasarkan keseluruhan aktivitas pada proses pembuatan produk *Leaf Spring* didapatkan 29,47% merupakan *value added activity*, 80,00% merupakan *necessary but non value added activity*, dan 10,00% merupakan *non value added activity*. Adanya *non value added activity* mengakibatkan kinerja perusahaan dalam proses produksi *leaf spring* kurang efektif dan efisien. Identifikasi tipe aktivitas diperlukan untuk mengetahui apakah sub proses produksi yang dilakukan memberikan nilai tambah bagi *customer*. Identifikasi proses produksi juga diperlukan untuk mengetahui *waste* potensial yang mungkin terjadi untuk setiap proses produksi. Dengan mengetahui



Gambar 1. Flowchart Penelitian

waste potensial tiap proses, maka dapat digunakan untuk proses pengamatan data langsung di lapangan mengenai tingkat keseringan terjadinya waste.

Measure

Pengukuran Waste paling berpengaruh

Identifikasi waste paling berpengaruh menurut konsep lean dilakukan dengan penyebaran kuesioner. Kuesioner dilakukan untuk mengetahui tingkat keseringan waste yang terjadi pada proses produksi. Semakin besar frekuensinya maka semakin sering pula waste tersebut terjadi pada proses produksi leaf spring.

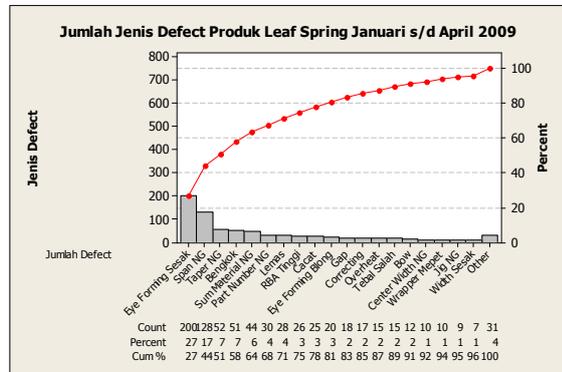
Tabel 1. Urutan waste proses produksi leaf spring

No	Waste	Rata-rata
1	Defect	4,25
2	Overproduction	2,94
3	Inventory	2,35
4	Excess Processing	2,29
5	Waiting	2,24
6	Motion	2,24
7	Transportation	2,18
8	Environmental, Health and Safety	2,06
9	Not Utilizing Employees, Knowledge, Skill and Abilities	1,53

Dalam penelitian ini waste yang akan dilakukan perbaikan adalah 3 waste terkritis yaitu Defect, Overproduction dan Inventory.

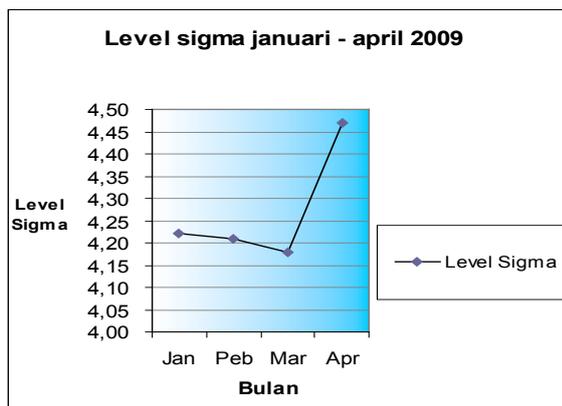
Defect

Critical to Quality dari *waste defect* adalah jenis ketidaksesuaian produk dengan spesifikasi *customer*. Jumlah *defect* untuk *leaf spring* nilainya selalu berubah dan memiliki jumlah yang relatif banyak.



Gambar 2. Diagram pareto jumlah jenis *defect leaf spring*

Berdasarkan *pareto chart* bisa didapat bahwa prioritas perbaikan untuk *waste defect* berada pada *defect Eye forming sesak*.



Gambar 3. *Level sigma*

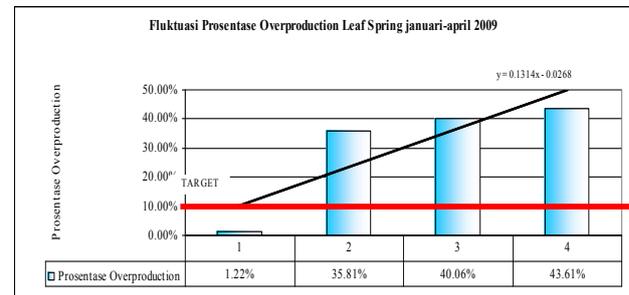
Overproduction

Waste overproduction adalah banyaknya produk *leaf spring* yang diproduksi melebihi dari yang dipesan

Tabel 2. Data prosentase terjadinya kelebihan inventory produk *leaf spring*

Bulan	Jumlah Material masuk (ton)	Jumlah material yang keluar (ton)	Kelebihan inventory material	Prosentase kelebihan inventory material	Jumlah produk jadi yang harus disimpan	Produk tersimpan	Kelebihan inventory	Prosentase kelebihan inventory produk jadi	Prosentase kelebihan inventory (material + produk jadi)
Jan	1,843.25	1,736.65	106.60	6.14%	1,715.68	1,736.65	20.97	1.22%	7.36%
Peb	1,854.43	1,748.09	106.34	6.08%	1,287.17	1,748.09	460.92	35.81%	41.89%
Mar	2,182.97	2,031.14	151.83	7.48%	1,450.50	2,031.14	581.07	40.06%	47.54%
Apr	2,313.36	2,142.57	170.79	7.97%	1,491.94	2,142.57	650.63	43.61%	51.58%

oleh *customer*. Pendefinisian *waste overproduction* dapat dilihat dari indikator perbandingan antara jumlah *demand* dengan produk yang diproduksi tiap bulannya.



Gambar 4. Fluktuasi *overproduction*

Dengan melakukan perhitungan kapabilitas proses menunjukkan seberapa bagus proses produksi *leaf spring* terjadi. Dari prosentase *overproduction* secara

Inventory

Waste kategori ini meliputi persediaan yang berlebih, di mana terdapat bahan baku/material *flat bar* yang berlebih dan barang jadi di gudang *finished good* yang berlebih. *Flat bar* dan produk jadi berlebih ini merupakan pemborosan karena menahan uang yang ada di perusahaan.

Analyze

Root Cause Analysis (RCA)

Melalui hasil wawancara identifikasi akar penyebab diketahui dari pengamatan langsung dapat diperoleh identifikasi RCA sebagai berikut:

Failure Mode Effect Analyze (FMEA)

Secara umum, dijabarkan untuk *waste defect*, di mana pada *waste defect* terbagi ke dalam *subwaste defect* yaitu *eye forming sesak*, yang dilakukan untuk tiap fungsi proses produksi yang menyebabkan terjadinya *eye forming sesak*. Berikut adalah

Tabel 3. RCA Proses *eye forming*, *heating*, *eye reaming*, *shot peening*, *primary paint* dan *finish paint*

Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	
Defect	<i>Eye forming</i> rusak	<i>Inside</i> diameter terlalu kecil	Proses penekukan proses III kurang sempurna	Material kurang panas	Lama pemanasan kurang	
			Jarak <i>stopper</i> tidak sesuai	<i>Stopper</i> bergeser	Baut pengunci kurang kencang	
			Mandrel yang digunakan salah	Tidak ada identitas pada mandrel		
	Proses <i>heating</i> error	<i>Leafspring</i> over heat	Pemanasan material terlalu lama	Kesalahan operator pemilihan spesifikasi diameter <i>eye forming</i>		
			Suhu temperatur <i>heating</i> terlalu panas	Mandrel tidak ditempatkan pada tempatnya	Tidak ada tempat peletakan mandrel yang berbeda ukuran	
				<i>Plug gage</i> tidak ada	Persediaan terbatas	
	Proses <i>eye reaming</i> error	<i>Inside</i> diameter terlalu kecil	Pisau <i>reamer</i> yang dipakai terlalu kecil	Pisau <i>reamer</i> aus	Masa pakai melebihi batas	
			<i>Plug gage</i> yang dipakai ukurannya terlalu kecil	Pisau <i>reamer</i> aus	Masa pakai melebihi batas	
			Hasil <i>reamer</i> tidak rata	Pada proses <i>eye reaming</i>	Kurang pemahaman operator dalam proses <i>eye reaming</i> yang benar	
	Proses <i>shoot peening</i> error	<i>Inside</i> diameter terlalu kecil	Proses <i>shoot peening</i> dilakukan setelah <i>eye reaming</i>			
	Proses <i>primary paint</i> error	Cat terlalu tebal	Operator mengecat pada <i>eye forming</i> terlalu banyak	Proses pengecatan dilakukan dengan cara dicelup		
			Kekentalan cat tidak sesuai	Tidak dilakukan pengecekan kekentalan cat dengan <i>iwata cup</i>		
Proses <i>finish paint</i> error	Cat terlalu tebal	Operator mengecat pada <i>eye forming</i> terlalu banyak	Mesin dijalankan secara manual oleh operator			
		Kekentalan cat tidak sesuai	Tidak dilakukan pengecekan kekentalan cat dengan <i>iwata cup</i>			

pendefinisian kriteria RPN untuk rancangan FMEA yang telah disesuaikan dengan kondisi lapangan.

Improve

Berdasarkan urutan FMEA ada 3 fungsi proses yang menjadi potensial kegagalan dan berpotensi menimbulkan *defect eye forming* sesak dan dari ketiga fungsi proses tersebut akan dilakukan *improve* untuk mengurangi *waste* yang diakibatkan oleh *defect eye forming* sesak.

1. Proses *primary paint*

Dilakukan perubahan prosedur pengecatan dasar. Prosedur pengecatan dasar (*primary paint*) dirubah dari pengecatan dengan proses celup

(*dipping*) dirubah menjadi pengecatan dengan menggunakan *spray gun* dan kompresor. Hal ini bertujuan agar cat dasar bisa merata dan tidak menggumpal pada bibir *eye forming* yang dapat mengakibatkan *eye forming* sesak.

2. Proses *shot peening*

Seperti yang telah dijelaskan pada tahapan *analyze* bahwa fungsi proses *shot peening* berpotensi menimbulkan *defect eye forming* sesak. Hal ini karena terjadi permasalahan pada urutan proses dimana seharusnya berdasarkan *leaf spring production process flow* yaitu proses *eye reaming* dilakukan setelah proses *shot peening*. Tetapi pada aplikasi di lapangan proses *shot peening*

Tabel 4. FMEA Proses produksi *leaf spring*

<i>Process Function</i>	<i>Potential Failure</i>	<i>Potential Effect (s) of Failure</i>	<i>s</i> <i>e</i> <i>v</i>	<i>Potential Cause(s)/ Mechanism of Failure</i>	<i>O</i> <i>c</i> <i>c</i> <i>u</i> <i>r</i>	<i>Current Process Control</i>	<i>Det</i>	<i>RPN</i>
<i>Incoming inspection</i>	Proses <i>incoming inspection</i> tidak berjalan dengan lancar	<i>Plug gage</i> NG	3	Kesalahan dari <i>supplier</i>	2	<i>Caliper</i>	9	54
		Pisau <i>reamer</i> NG	3	Kesalahan dari <i>supplier</i>	2	<i>Caliper</i>	9	54
<i>Eye forming</i>	<i>Inside</i> diameter terlalu kecil	Proses penekukan proses III kurang sempurna	3	Lama pemanasan kurang	4	<i>Stopwatch</i>	6	72
		Jarak <i>stopper</i> tidak sesuai	4	Baut pengunci kurang kencang	4	Visual	6	96
		Mandrel yang digunakan salah	7	Kartu pemakaian <i>tool</i> tidak ada	7	Visual	7	343
			6	Kurang pemahaman operator dalam membaca acuan kerja	6	Visual	7	294
4	Tidak ada tempat peletakan mandrel	4	Visual	7	196			
<i>Heating</i>	Proses <i>heating error</i>	<i>Leafspring over heat</i>	8	Pemanasan material terlalu lama	4	<i>Stopwatch</i>	6	192
			5	Suhu temperatur <i>heating</i> terlalu panas	5	Visual	7	280
<i>Reaming</i>	<i>Eye forming</i> sesak setelah proses <i>reaming</i>	Pisau <i>reamer</i> yang dipakai terlalu kecil	8	Masa pakai melebihi batas	5	<i>Caliper</i>	9	360
		<i>Plug gage</i> yang dipakai ukurannya terlalu kecil	8	Masa pakai melebihi batas	6	<i>Caliper</i>	9	432
		Hasil <i>reamer</i> tidak rata	5	<i>Eye forming</i> oval	3	Visual	7	105
			3	Kurang pemahanan operator dalam proses <i>eye reaming</i> yang benar	3	Visual	7	105
<i>Shoot Peening</i>	Proses <i>shoot peening error</i>	<i>Inside</i> diameter terlalu kecil	8	Proses <i>shoot peening</i> dilakukan setelah <i>eye reaming</i>	10	<i>Caliper</i>	6	480
<i>Primary Paint</i>	Proses <i>primary paint error</i>	Cat terlalu tebal	8	Proses pengecatan dilakukan dengan cara dicelup	10	Visual	7	560
		Tidak dilakukan pengecekan ketebalan cat dengan <i>iwata cup</i>	8	<i>Iwata Cup</i>	6	384		
<i>Finish Paint</i>	Operator mengecat pada <i>eye forming</i> terlalu banyak	Cat terlalu tebal	8	Mesin dijalankan secara manual oleh operator	7	<i>Delta Scope</i>	6	336
		Tidak dilakukan pengecekan ketebalan cat dengan <i>iwata cup</i>	8	<i>Iwata Cup</i>	6	384		

dilakukan setelah proses *eye reaming* dan hal ini mengakibatkan *diameter* yang sudah sesuai dengan spesifikasi *drawing* yang dihasilkan pada proses *eye reaming*, memungkinkan berubah menjadi lebih kecil setelah proses *shot peening* karena pada proses *shot peening leaf spring* mengalami penembakan *shot ball*, dimana dalam proses ini *eye forming* akan mendapatkan lapisan *shot ball* dan secara tidak langsung akan mengurangi dimensi dari *inside diameter eye forming*.

3. Proses *eye reaming*

Dilakukan perbaikan dengan memodifikasi *diameter plug gage* menjadi lebih besar untuk mencegah hasil proses *eye reaming* yang

mendekati *diameter* minimal dari spesifikasi *drawing customer*.

4. Pembuatan MPS (*Master Production Schedulle*)

Berdasarkan analisa permasalahan ada beberapa hal yang menjadi penyebab potensial terjadinya *waste overproduction* dan *waste Inventory*. Oleh karena itu akan dilakukan *improve* untuk mengurangi *waste* yang diakibatkan oleh *overproduction* dan *inventory*.

Dari semua penyebab yang dapat menimbulkan *waste overproduction* dan *inventory* hal terbesar dapat dilakukan adanya perbaikan pembuatan MPS (*Master*

Production Schedule). Karena dengan perbaikan MPS diharapkan masalah yang berhubungan dengan kelebihan hasil produksi dan *inventory* dapat diminimalisasi.

Control

Pada tahap ini akan dilakukan *review* terhadap hasil *improve* dan membuat *Standard Operational Procedure* sesuai dengan tahap *improve*.

Pembuatan *Standard Operational Procedure* (SOP)

Dari hasil *review*, dapat disimpulkan bahwa usulan perbaikan dapat diimplementasikan untuk mereduksi *waste* kritis. Oleh karena itu akan dibuatkan SOP untuk *preventive action* agar kejadian yang sama tidak terulang lagi. Berikut adalah beberapa SOP usulan yang dapat diimplementasikan dan dapat dijadikan sebagai acuan standar kerja, yaitu SOP Penggunaan *Plug gage* di area *Eye Reaming*, urutan proses *pre assy* dan standar metode *primary paint*, SOP Pemberian identitas produk *leaf spring*, SOP Pemberian cara pembuatan MPS produk *leaf spring*.

SIMPULAN

Dari hasil identifikasi proses pemenuhan *order* produk *leaf spring* diketahui bahwa terdapat 3 tipe aktivitas dengan prosentase masing-masing 29,47% merupakan *value added activity*, 80,00% merupakan *necessary but non value added activity*, dan 10,00% merupakan *non value added activity*. Berdasarkan perhitungan bobot *waste* didapatkan 3 *waste* yang paling sering muncul adalah *defect*, *overproduction*, dan *inventory*. *Sub waste* kritis *waste defect* adalah *eye forming* sesak, *sub waste* kritis *waste overproduction* adalah kelebihan produk jadi yang harus disimpan di gudang *finish good* dan *sub waste* kritis *waste inventory* adalah menumpuknya persediaan *raw material flat bar* di gudang *raw material* dan produk jadi di gudang *finish good*. Rekomendasi *improvement* yang diberikan untuk mereduksi 3 *waste* terkritis diantaranya: perubahan metode proses *primary paint* dengan *dipping* menjadi *spray*, urutan proses *pre assy* dirubah yang semula proses *shot peening* dilakukan setelah proses *eye reaming*, dirubah menjadi proses *shot peening* dilakukan sebelum proses *eye reaming*, alat ukur *plug gage* pada proses *eye reaming* yang ukuran dimensi diameter luar mendekati standar minimal dimensi *eye inside diameter eye forming* diganti menjadi lebih besar mendekati standar maksimal dimensi *eye inside diameter eye forming*, menambahkan item

tipe produksi dan *quantity* pada SOP kelengkapan identitas produk *leaf spring*, *retraining* operator mengenai SOP kelengkapan identitas produk *leaf spring*, membuat ketentuan tentang tata cara pembuatan MPS.

DAFTAR PUSTAKA

- Aft PE, Larry S., 2001. Six Sigma Implementation, Champion and Green Belt Training, Course Instruction, Center for Quality Excellence, Southern Polytechnic State University.
- Antony, J., Kumar, M., Labib, A., 2007. Gearing Six Sigma into UK manufacturing SMEs: result from a pilot study. Journal of the Operation Research Society.
- Brett C., Queen, P., 2005. Streamlining Enterprise Records Management with Lean Six Sigma, The Information management Journal, November–December.
- Ferrin, D. M., Miller, M. J., and Muthler, D., 2005. Lean Six Sigma and Simulation, So What's the Correlation?. Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference.
- Gaspersz, V., 2002. Pedoman Implementasi Program Six Sigma, PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Gaspersz, V., 2006. Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries, PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V., 2002. Pedoman Implementasi Program Six Sigma terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP, PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V., 2006. Continuous Cost Reduction Through Lean Sigma Approach, Strategi Dramatik Reduksi Biaya dan pemborosan menggunakan Pendekatan Lean Sigma, PT Gramedia Pustaka Utama.
- General Electric Company, 2005. What is Six Sigma? The Roadmap To Customer Impact. <http://www.ge.com/sixsigma/>
- Dunstan, K., Lavin, B., Sanford, R., 2006. The Application of Lean manufacturing in a Mining Environment, International Mine Management Conference, Melbourne.
- Kai Yang basem El-Haik, 2003. Design For Six Sigma, A Roadmap for Product Development, McGraw-Hill, USA.
- Loyd, N., 1990. Application of Lean Enterprise and Six Sigma as an Amalgamated Improvement Strategy, Universitas Alabama, Huntsville.
- Pande, P., Newman, R., and Cavanagh, R., 2000. The Six Sigma Way, How GE, Motorola and Other Top Companies are Honing Their Performance. McGraw-Hill Professional: NY, USA.
- Pusporini, P., Salim, S. D., 2005. "Pengendalian Kualitas Produk Finger Joint Laminating Board Dengan Pendekatan Six Sigma." Jurnal Sistem teknik Industri, Jurusan teknik Industri, fakultas teknik, Universitas Sumatra Utara.