

Modifikasi *Material Handling* untuk Mengurangi *Defect* dan *Lead Time* pada Lini Pengecatan dalam Rangka Menerapkan *Lean Six Sigma*

Material Handling Modification to Minimize Defect and Painting Line Lead Time in order to Applying Lean Six Sigma

Irma Agustiningsih Imdam¹, Ahmad Fariz Rizki²

^{1,2}Politeknik STMI Jakarta

Jalan Letjen Suprpto Nomor 26 Cempaka Putih, Jakarta Pusat 10510

E-mail: irma_ai72@yahoo.com

Abstrak - Aktivitas pemindahan barang atau *material handling* merupakan bagian dari kegiatan produksi yang tidak dapat dihindarkan. Setiap kegiatan produksi, sedikit banyaknya akan selalu melibatkan *material handling*. *Material handling* yang tidak tepat, dapat menimbulkan berbagai macam permasalahan, salah satunya adalah permasalahan mengenai kecacatan produk. Hal tersebut dapat dilihat pada proses pengecatan komponen sepeda motor di *section plastic painting*, dimana *material handling* yang kurang tepat dapat menyebabkan *part* yang dicat mengalami cacat. Pada proses pengecatannya, *material handling* dilakukan menggunakan *hanger* dengan sistem konveyor. Kondisi *sub hanger* yang kurang tepat menyebabkan cat keluar dari *spray gun* menempel secara tidak merata, sehingga menyebabkan *part* yang dihasilkan cacat. Hal tersebut menyebabkan tingginya persentase *part* yang cacat. Tingginya persentase cacat, dapat dikurangi dengan menerapkan *lean six sigma*. Oleh karena itu, maka dilakukan tindakan perbaikan dengan melakukan modifikasi *sub hanger*. Modifikasi *sub hanger* dilakukan dengan penambahan *plate* besi untuk menarik sebagian cat yang keluar dari *spray gun*, sehingga cat tidak menumpuk pada *part* dan menyebabkan cacat. Hasil dari tindakan perbaikan tersebut tidak hanya menurunkan persentase cacat pada *part* saja, namun juga menyebabkan berkurangnya satu stasiun kerja sehingga dapat mengurangi *manufacturing lead time*. Turunnya persentase cacat, menyebabkan nilai *Defect Per Million Opportunity* berkurang, sehingga Level *Sigma* meningkat. Selain itu, turunnya *Manufacturing Lead Time* menyebabkan *Process Cycle Efficiency* turut mengalami peningkatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa melalui penerapan *lean six sigma*, kecepatan proses dan kualitas produksi akan meningkat sehingga didapatkan keakuratan dan kecepatan produksi.

Kata Kunci : *material handling, manufacturing lead time, waste assessment model, process cycle efficiency, level sigma.*

Abstract - *Material handling is a part of production activity that couldn't be avoided. Every production activity, a little more will always involve material handling. Inappropriate material handling can cause many problems, one of them is a problem about defect product. That could be seen on a painting process of motorcycle part in section plastic painting, where the inappropriate material handling could cause a defect to a part that being painted. On it painting process, the material handling is done using a hanger with the conveyor system. The inappropriate sub hanger condition causing the paint out of the spray gun to stick unevenly, causing the defect product. That causes a high percentage of defect product. A high percentage of defect product could be minimized by applying lean six sigma. Therefore, the corrective action is done by modifying the sub hanger. The sub hanger modification is done by adding the iron plate to pull some paint out of the spray gun, so the paint does not accumulate on the part and cause defects. The results of these corrective actions not only reduce the percentage of defects in part only, but also lead to the reduction of one workstation so as to reduce manufacturing lead time. A decrease in the percentage of defects causes the value of Defect Per Million Opportunity to decrease, resulting in increased Sigma Level. In addition, the decline in Manufacturing Lead Time causes Process Cycle Efficiency to increase. It shows that through the application of lean six sigma, the speed of production process and quality will increase to obtain the accuracy and speed of production.*

Keyword : *material handling, manufacturing lead time, waste assessment model, process cycle efficiency, level sigma.*

I. PENDAHULUAN

Material handling merupakan bagian dari kegiatan produksi yang tidak dapat dihindarkan. *Material handling* atau perpindahan bahan [1] merupakan aktivitas memindahkan bahan/material dari suatu titik ke titik lainnya (dengan jarak tertentu). Perpindahan

merupakan gerakan yang tidak produktif. Hal ini disebabkan karena tidak adanya *value added* yang diberikan pada produk, selain hanya perpindahan. Oleh karena itu, maka *material handling* dapat digolongkan ke dalam bentuk pemborosan (*waste*). Kegiatan *material handling* mencapai 50% - 70% dari total

keseluruhan waktu produksi [2]. PT XYZ merupakan salah satu perusahaan otomotif terkemuka yang memproduksi kendaraan bermotor roda dua. Kegiatan produksi pada PT XYZ tidak akan terlepas dari aktivitas *material handling*. Kegiatan *material handling* pada proses pengecatan di PT XYZ menggunakan sistem konveyor berupa *hanger*, yang terdiri atas *main hanger* dan *sub hanger*, dimana kegiatan *material handling* saat ini masih tidak produktif. Tingginya persentase aktivitas *material handling* yang tidak produktif, memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap tingginya angka *manufacturing lead time*. Selain menyebabkan tingginya *manufacturing lead time*, proses *material handling* yang tidak tepat dapat menyebabkan terjadinya *defect* pada produk yang dihasilkan. *Defect* merupakan suatu kondisi dimana produk tidak mampu memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Dalam dunia industri yang kompetitif saat ini, setiap perusahaan dituntut untuk dapat memproduksi produk dengan tingkat kecacatan seminimal mungkin secara cepat. Perusahaan harus mampu meminimalkan cacat untuk mencapai kecepatan produksi yang maksimum. Saat ini, PT XYZ sedang dihadapkan oleh permasalahan mengenai tingginya persentase cacat yang terjadi pada proses pengecatan komponen sepeda motor di *section plastic painting* yang disebabkan karena ketidaktepatan kegiatan *material handling* yang dilakukan. Kondisi *sub hanger* yang digunakan pada proses pengecatan saat ini, menyebabkan cat yang keluar dari *spray gun* memiliki kecenderungan untuk menempel pada bagian tertentu *part* dengan jumlah yang berlebihan. Hal tersebut menyebabkan cat menumpuk pada *part* dan membuat cat turun secara vertikal ke bawah membentuk lelehan atau gelombang. Saat ini, upaya yang dilakukan untuk meminimasi jumlah cacat yang terjadi adalah dengan melakukan proses penempelan *masking electrostatic* pada bagian ujung *part* yang akan dicat. Hal ini masih kurang maksimal, karena dengan adanya proses penempelan *masking electrostatic*, maka jumlah proses akan bertambah yang akan berdampak pada penambahan jumlah operator. Hal tersebut tentu akan berdampak pada semakin panjangnya *manufacturing lead time* dari proses pengecatan di *section plastic painting* secara keseluruhan. Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya satu proses, maka elemen kerja dari proses produksi pun akan bertambah, sehingga waktu penyelesaian akan ikut bertambah pula. Oleh karena itu, proses penempelan *masking electrostatic* yang dilakukan saat ini, perlu dilakukan perbaikan, sehingga aktivitas yang ada diproses *painting* tersebut dapat dihilangkan. Gambar dari proses penempelan *masking* dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Penempelan *Masking*

Tingginya persentase cacat, membuat PT XYZ harus melakukan *rework* yang berpengaruh pada semakin tingginya *manufacturing lead time*. Tingginya persentase cacat dan *manufacturing lead time*, memberikan ancaman yang sangat besar bagi PT XYZ. Tingginya persentase cacat dan *manufacturing lead time* dapat membuat PT XYZ tidak dapat memenuhi target produksi yang telah ditetapkan. Kecepatan produksi sangat identik dengan *Lean Manufacturing*. *Lean Manufacturing* merupakan pendekatan sistematis untuk mengeliminasi pemborosan dan mengubah proses. Hal ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dengan perbaikan kontinu [3]. *Lean Manufacturing* bertujuan menciptakan aliran produksi sepanjang *value stream* dengan menghilangkan segala bentuk pemborosan serta meningkatkan nilai tambah produk kepada pelanggan [4].

Pada proses produksinya, perusahaan diharapkan dapat menghasilkan suatu produk dengan kualitas yang baik. Salah satu metode pengendalian kualitas yang sangat populer adalah *Six Sigma*. *Six Sigma* secara lengkap dan jelas adalah suatu sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, memberi dukungan dan memaksimalkan proses usaha yang berfokus pada pemahaman akan kebutuhan pelanggan dengan menggunakan fakta, data dan analisis statistik serta terus-menerus memperhatikan pengaturan, perbaikan dan mengkaji ulang proses usaha [5].

Lean six sigma merupakan *tools* yang sangat tepat digunakan oleh perusahaan ataupun organisasi yang mempunyai masalah *waste* sekaligus *defect*. Metode ini sangat ampuh untuk menangani permasalahan tersebut. *Lean six sigma* merupakan aplikasi dengan mengkombinasikan metodologi *lean* ke dalam metodologi *six sigma* [6]. Di dunia industri manufaktur, berbagai penelitian telah menyebutkan keunggulan *lean six sigma*. *Lean six sigma* dapat memaksimalkan *shareholder value* melalui percepatan peningkatan dan perbaikan di dalam kepuasan konsumen, biaya, kualitas, kecepatan proses, dan biaya modal. Metodologi *lean six sigma* telah dapat diterapkan di industri penerbangan. Penelitian ini menghasilkan penurunan *lead time* dari 26 hari menjadi 10 hari. Selain itu, peluang terjadinya *defect* dapat dikurangi hingga sebesar 30% [6].

Lead time dapat didefinisikan sebagai penggunaan waktu yang tidak sesuai antara *order placement* dan *order receipt*, dimana *lead time* dapat mempengaruhi

layanan pelanggan dan berdampak pada biaya inventori [7]. Sebagai upaya untuk mengurangi *lead time*, perusahaan mendapatkan informasi bahwa pada kenyataannya 90% aktivitas yang ada merupakan aktivitas yang tidak penting dan dapat dieliminasi. Harrington memberikan suatu usulan untuk menghilangkan *non-value added activities* dari proses dan kemudian menyederhanakan serta memperlancar arus informasi secara optimal [8].

Oleh karena itu, diperlukan strategi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan tindakan perbaikan adalah dengan menggunakan pendekatan *lean six sigma*, yang merupakan perpaduan antara konsep *lean manufacturing* dan *six sigma*. Melalui penerapan konsep *lean* maka perusahaan dapat mengurangi berbagai macam bentuk pemborosan yang terjadi, sedangkan melalui penerapan filosofi *six sigma*, perusahaan dapat menghilangkan berbagai macam penyimpangan yang terjadi pada produk. Diharapkan melalui penerapan *lean six sigma*, maka kecepatan proses dan kualitas produksi di *section plastic painting* PT XYZ akan meningkat.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahap pertama dalam penelitian ini, dimulai dengan melakukan pengamatan di lini painting untuk mengetahui proses dan permasalahan yang terjadi di lapangan. Pengumpulan datanya, meliputi: jumlah produksi, data cacat, jenis cacat, aliran proses, waktu siklus setiap proses, aktivitas dalam setiap proses, material handling pada proses berjalan.

Tahap kedua adalah mengidentifikasi permasalahan berdasarkan jenis cacat, waktu proses, dan aktivitas di setiap proses di lini pengecatan. Berdasarkan jenis cacat, menggunakan tools diagram Pareto sehingga akan didapat jenis cacat yang paling dominan. yang digunakan adalah yang terjadi di yang terjadi dan dicari yang paling dominan.

Tahap ketiga mengukur baseline kinerja *lean* kondisi awal yang dimulai dari menghitung total lead time. Tahap berikutnya dilakukan pengklasifikasian aktivitas ke dalam *value added (VA)*, *Non Necessary Value Added (NNVA)*, dan *Non Value Added (NVA)*. VA merupakan segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang memberikan nilai tambah dimata konsumen, NVA merupakan segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen dan NNVA merupakan segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen tetapi diperlukan kecuali apabila sudah ada perubahan pada proses yang ada [9]. Berdasarkan kalsifikasi tersebut dapat dihitung Process Cycle Efficiency (PCE).

Tahap keempat adalah melakukan pengukuran baseline kinerja *six sigma* kondisi awal yaitu menentukan nilai DPMO dan level sigma. Langkah awal adalah menghitung nilai *Total Opportunity*

(TOP), *Defect Per Opportunity (DPO)*, sehingga akan didapat nilai Defect Per Million Opportunity dan level sigma setelah dilakukan konversi menggunakan tabel dan interpolasi.

Tahap kelima adalah membuat rencana perbaikan yang dimulai dari brainstorming untuk mencari akar permasalahan dengan menggunakan *fishbone diagram* dan menyusun rencana perbaikan.

Tahap keenam mengimplementasikan rencana perbaikan. Pada tahap ini ada persiapan material yang akan digunakan pada modifikasi material handling, yaitu plat besi yang akan ditambahkan di sub hanger pada saat proses pengecatan menggunakan *spray gun*. Aktivitas yang termasuk kedalam non value added juga dilakukan eliminasi dengan maksud untuk mengurangi lead time proses pengecatan.

Tahap terakhir adalah tahap kontrol hasil pelaksanaan implementasi dengan melakukan pengukuran baseline kinerja setelah perbaikan, yaitu Lead time, PCE, DPMO dan Level Sigma, Kemudian dilakukan perbandingan sehingga akan diketahui manfaat setelah dilakukan perbaikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan informasi yang dijelaskan pada metodologi penelitian, dapat diketahui bahwa terdapat beberapa data yang akan digunakan pada proses pengolahan data, yaitu jumlah produksi, data cacat, jenis cacat, aliran proses, waktu siklus setiap proses, aktivitas dalam setiap proses, *material handling* pada proses berjalan. Adapun data waktu standar pada masing-masing proses dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Waktu Standar Tiap Proses

Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja	Waktu Standar (detik)
1	Setting Hanger	Mengambil <i>sub hanger</i>	6,26
		Memasang <i>sub hanger</i>	
2	Loading	Mengambil <i>part</i> dari <i>box</i>	7,10
		Memasang <i>part</i> pada <i>sub hanger</i>	
3	Masking	Memotong <i>masking</i>	4,06
		Menempelkan <i>masking</i>	
4	Wiping IPA	Mengelap <i>part</i>	9,65
5	Setting Room 1	Mendiamkan <i>part</i> agar IPA menguap	170,52
6	Wiping Tagrak	Mengelap <i>part</i>	8,24
7	Air Blow	Melakukan <i>air blow</i>	9,71
8	Primer Coat	Melakukan proses pengecatan	9,50
9	Under Coat	Melakukan proses pengecatan	13,43
10	Flash Off	Mendiamkan <i>part</i> agar cat mengering	142,52
11	Top Coat	Melakukan proses pengecatan	12,80
12	Setting Room 2	Mendiamkan <i>part</i> agar <i>thinner</i> menguap	541,42
13	Bake Oven	Memberikan perlakuan panas pada <i>part</i>	2102,50
14	Unloading	Melepas <i>part</i> dari <i>hanger</i>	18,54
		Melakukan cek <i>part</i> secara visual	
		Melepas <i>masking</i>	
		Memberikan <i>marking</i>	
15	Polishing	Meletakkan <i>part</i> pada rak	147,53
		Mengambil <i>part</i> dari rak	
		Melakukan cek <i>part</i> secara visual	
		Lakukan <i>polish</i> pada <i>part</i> NG	
		Melakukan cek <i>part</i> secara visual	
16	Stripping	Membersihkan <i>part</i> dengan lap	63,56
		Meletakkan <i>part</i> pada rak	
		Mengambil <i>part</i> dari rak	
		Melakukan cek <i>part</i> secara visual	
		Melakukan cek <i>stripping</i> secara visual	

Berdasarkan **Tabel 1**, dapat diketahui bahwa terdapat 16 proses yang dilalui oleh material, yang terdiri atas proses *Setting Hanger, Loading, Masking, Wiping IPA, Setting Room 1, Wiping Tagrak, Air Blow, Primer Coat, Under Coat, Flash Off, Top Coat, Setting Room 2, Bake Oven, Unloading, Polishing, dan Stripping*. Seluruh elemen kerja yang dilalui adalah sejumlah 34 aktivitas.

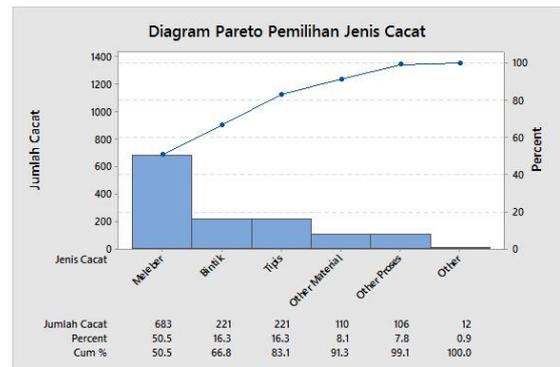
Selain itu, dibutuhkan pula data produksi di *section plastic painting* untuk menghitung *baseline* kinerja dari perusahaan. Adapun data produksi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Produksi *Cowling Side Upper*

Komponen	Jumlah Produksi (part)	Jenis Cacat	Frekuensi Cacat (part)
Cowling Side Upper	17.856	Meleber	683
		Bintik	221
		Tipis	221
		Other Material	110
		Other Proses	106
		Flowmark	12
		Crater	0
		Baritory	0
Total		1.353	

Tahap pengolahan data diawali dengan melakukan pemilihan terhadap fokus proyek *lean six sigma* yang akan dilakukan dengan bantuan diagram Pareto. Diagram Pareto adalah suatu cara untuk membobot aneka jenis peristiwa atau masalah yang beredar dalam suatu proses produksi, yang didasarkan atau bertitik tolak pada kenyataan bahwa segala permasalahan dapat digolongkan pada suatu yang vital, yang jumlahnya sedikit, dan suatu yang trivial atau tidak sulit yang jumlahnya banyak [10]. Perbaikan atas tindakan koreksi pada faktor penyebab yang dominan akan membawa pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan penyelesaian penyebab yang tidak berarti [11]. Pada tahap ini ditentukan bahwa penelitian dilakukan pada *Booth J section plastic painting*, dan produk yang diamati adalah tipe XE-631 pada komponen *cowling side upper*. Berdasarkan pembuatan diagram Pareto yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa cacat meleber merupakan salah satu jenis cacat dominan yang muncul pada *part*. Oleh karena itu, maka proyek peningkatan kualitas akan difokuskan pada permasalahan meleber. Diagram Pareto permasalahan di atas dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Berdasarkan diagram Pareto dapat dilihat bahwa cacat meleber merupakan jenis cacat yang paling dominan dengan persentase sebesar 50,5%. Oleh karena itu, cacat meleber dipilih untuk dijadikan sebagai fokus proyek peningkatan kualitas, dimana *section assembling* memiliki beberapa spesifikasi produk yang terbebas dari cacat.



Gambar 2. Diagram Pareto Pemilihan Jenis Cacat

Selain itu, terdapat beberapa spesifikasi dan kebutuhan (*voice of customer*) yang diharapkan oleh *section assembling* selaku pelanggan (*customer*) dari hasil proses pengecatan, yaitu cat yang mengkilap, permukaan cat yang halus dan rata, warna merata pada komponen, dan daya tahan cat dan *stripping* tidak mudah pudar.

Setelah spesifikasi dan kebutuhan pelanggan diketahui, maka langkah selanjutnya adalah melakukan penentuan *critical to quality*. Penentuan *critical to quality* didasarkan atas identifikasi *voice of customer* dan diagram Pareto. Oleh karena itu, maka permasalahan yang dijadikan sebagai fokus perbaikan adalah permasalahan meleber.

Setelah menentukan *critical to quality*, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan terhadap metrik *lean* pada kondisi awal. Indikator pertama yang digunakan adalah *manufacturing lead time*. *Manufacturing lead time* didapat dengan menjumlahkan *lead time* proses, *lead time* transportasi, *lead time* stagnansi, dan *lead time* informasi [12]. Rekapitulasi hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan *Lead Time*

Stasiun Kerja	Proses	Lead Time Proses (detik)	Lead Time Transportasi (detik)	Lead Time Stagansi (detik)
1	Setting Hanger	87,63	137,48	-
2	Loading	70,97	32,12	261,02
3	Masking	32,51	69,28	-
4	Wiping IPA	77,21	20,43	-
5	Setting Room 1	2.046,24	179,55	-
6	Wiping Tagrak	32,97	35,69	-
7	Air Blow	38,82	69,1	-
8	Primer Coat	56,98	18,2	-
9	Under Coat	80,58	71,28	-
10	Flash Off	1.425,17	142,5	-
11	Top Coat	179,20	139,78	-
12	Setting Room 2	20.573,96	-	-
13	Bake Oven	50.460,00	342,47	-
14	Unloading	111,23	20,82	-
15	Polishing	2.950,67	18,46	885,18
16	Stripping	1.271,14	14,56	-
Total		79.495,27	1311,72	1146,20

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, didapat bahwa *lead time* proses adalah sebesar 79.495,27 detik; *lead time* transportasi adalah sebesar 1.311,72 detik; *lead time* stagnansi adalah sebesar 1.146,20 detik; dan *lead time* informasi adalah 0 detik, karena waktu penginformasian RJP dilakukan dalam waktu yang sangat singkat (mendekati 0 detik). Maka, *manufacturing lead time* yang didapat adalah sebesar 81.953,19 detik.

Setelah itu dilakukan inventarisir terhadap aktivitas yang terdapat sepanjang proses produksi. Hasil dari analisis aktivitas yang dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Analisis Aktivitas

Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)
VA	18	3095,59
NNVA	15	47,53
NVA	1	124,21
Total Waktu (detik)		3267,33

Berdasarkan **Tabel 4**, dapat diketahui bahwa terdapat 18 aktivitas VA dengan waktu sebesar 3.095,59 detik, aktivitas NNVA dengan waktu sebesar 47,53 detik dan waktu NVA dengan waktu sebesar 124,21 detik. Hasil dari ringkasan waktu tersebut akan dijadikan sebagai dasar untuk menghitung nilai *process cycle efficiency* (PCE). PCE dihitung dengan cara:

$$PCE = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Processing Time}} \times 100\%$$

$$PCE = \frac{3.095,59}{3.267,33} \times 100\% = 94,74\%$$

Setelah nilai metrik *lean* diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menghitung *baseline* kinerja yang terdiri atas nilai DPMO dan level *Sigma*. DPMO dihitung melalui beberapa tahap perhitungan. Jumlah unit yang diproduksi (U) adalah sejumlah 17.856 unit dengan cacat sejumlah 1.353 unit, yang terbagi ke dalam 8 jenis cacat (OP). Perhitungan diawali dengan menghitung nilai *Total Opportunity*, dengan cara:

$$\begin{aligned} TOP &= U \times OP \\ &= 17.856 \times 8 = 142.848 \end{aligned}$$

Setelah nilai TOP dihitung, selanjutnya melakukan perhitungan nilai *Defect per Oportunities* (DPO) dengan cara:

$$DPO = \frac{D}{TOP} = \frac{1.353}{142.848} = 0,0095$$

Selanjutnya, nilai DPMO dihitung dengan cara mengalikan nilai DPO yang telah didapat dengan satu juta [13]. Adapun perhitungan dari nilai DPMO secara lebih jelas, yaitu:

$$\begin{aligned} DPMO &= DPO \times 10^6 \\ &= 0,0095 \times 1.000.000 \\ &= 9.500 \text{ part} \end{aligned}$$

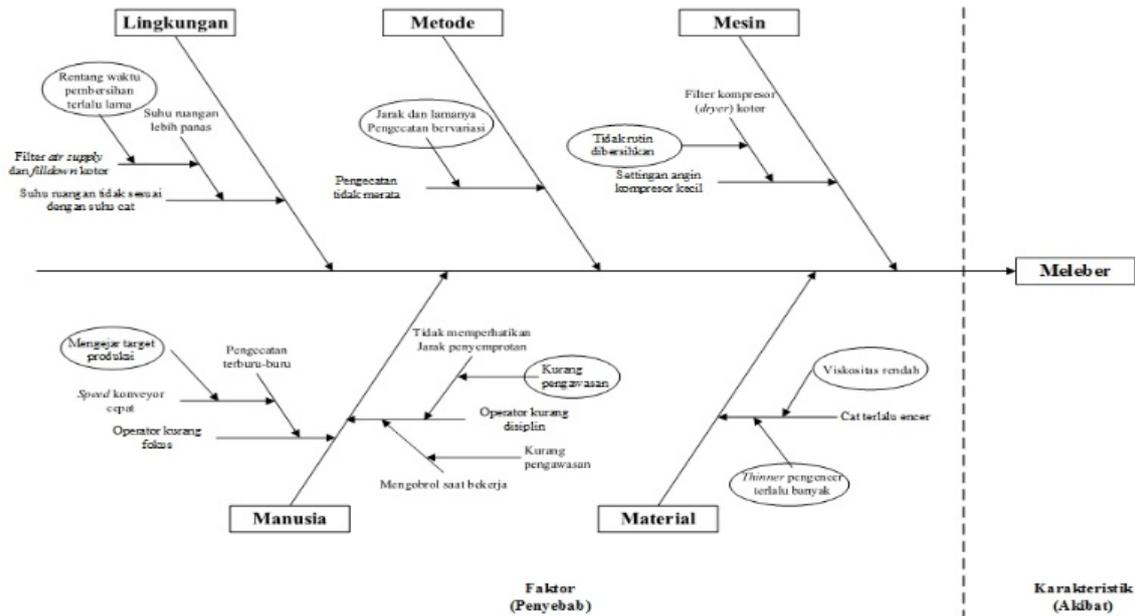
Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa nilai DPMO perusahaan adalah sebesar 9.500 unit. Selanjutnya dilakukan konversi dari nilai DPMO ke level *sigma*, sehingga diketahui nilai level *Sigma* dari PT XYZ sebesar 3,844 yang didapat dari hasil interpolasi level *Sigma* 3,84 dan 3,85.

Setelah dilakukan perhitungan terhadap indikator kinerja yang digunakan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dan identifikasi terhadap sumber dan akar penyebab terjadinya pemborosan cacat yang terjadi di *section plastic painting* PT XYZ, dimana detail proses akan diperiksa dengan cermat untuk menemukan peluang-peluang tindakan perbaikan yang akan dilakukan.

Guna mengidentifikasi penyebab utama dari jenis cacat meleber, dipilih teknik perbaikan kualitas dengan menggunakan diagram sebab akibat (*cause-and-effect diagram*) atau lebih dikenal dengan diagram *fishbone*. Diagram sebab-akibat berguna untuk menganalisis dan menemukan faktor yang berpengaruh secara signifikan di dalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja. Selain itu, diagram sebab-akibat juga digunakan untuk mencari penyebab-penyebab sesungguhnya dari suatu masalah. Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja, maka akan selalu ada lima faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu Manusia, Metode, Mesin, Bahan Baku dan Lingkungan Kerja [11]. Gambar dari diagram sebab-akibat dari permasalahan cacat meleber terdapat pada **Gambar 3**.

Berdasarkan **Gambar 3**, dapat diketahui bahwa jenis cacat meleber disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu: pada faktor manusia disebabkan oleh mengejar target produksi dan kurangnya pengawasan, pada faktor mesin disebabkan oleh *filter* kompresor (*dryer*) yang tidak rutin dibersihkan, pada faktor material disebabkan oleh *thinner* pengencer terlalu banyak dan viskositas rendah, pada faktor metode disebabkan oleh jarak dan lama pengecatan yang bervariasi, dan pada faktor lingkungan disebabkan oleh filter *air supply* dan *fillidown* kotor karena standar waktu pembersihan yang terlalu lama.

Setelah faktor-faktor utama penyebab terjadinya cacat meleber pada *part cowling side upper* yang dicat pada *Booth J* diketahui, maka langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi tindakan perbaikan yang harus dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi dengan menggunakan Tabel 5W+1H.



Gambar 3. Diagram Sebab Akibat Cacat Meleber

Berdasarkan seluruh akar penyebab yang ada, maka tindakan perbaikan yang dilakukan adalah melakukan modifikasi *sub hanger* dengan penambahan *plate* pengganti *aluminium foil*. Tindakan yang masih menjadi usulan, yaitu pada faktor manusia, pemberian pengarahan pada saat *briefing* agar tidak terjadi cacat. Pada faktor mesin usulan perbaikannya adalah dengan melakukan pembersihan *filter* kompresor (*dryer*) secara rutin, pada faktor material adalah dengan melakukan peninjauan ulang terhadap standar ISOS viskositas cat dan *mixing thinner*, pada faktor metode dilakukan dengan membuat standar arah dan jumlah penyemprotan pada *part*, dan pada faktor lingkungan adalah melakukan pembersihan *filter air supply* dan *filldown* selama 2 minggu sekali atau minimal 1 bulan sekali. Adapun dokumentasi dari kondisi sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Perbandingan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan modifikasi *sub hanger*



Perbaikan yang dilakukan pada cacat meleber berdampak pada hilangnya proses *Masking* pada Stasiun Kerja 2 dan hilangnya aktivitas melepas *masking* pada proses *Unloading*. Pengurangan aktivitas pada proses *Masking* dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Pengurangan Aktivitas Pada Proses *Masking*

Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja	Waktu Standar (detik)
3	<i>Masking</i>	Memotong <i>masking</i>	1,63
		Menempelkan <i>masking</i>	2,43
14	<i>Unloading</i>	Melepas <i>masking</i>	0,30
Total			4,36

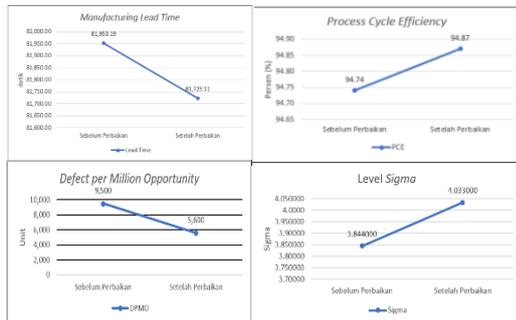
Berdasarkan **Tabel 6** dapat diketahui bahwa terdapat 2 elemen kerja pada proses *Masking* yang akan dihilangkan, yaitu aktivitas memotong *masking* dan menempelkan *masking*. Selain itu, terdapat 1 elemen kerja pada proses *Unloading* yang akan dihilangkan, yaitu aktivitas melepas *masking*. Perubahan waktu pada stasiun kerja ini akan mengurangi total waktu proses sebesar 4,36 detik per *part*. Hal ini menyebabkan terjadinya pengurangan total waktu proses dari 3.267,33 detik per *part* menjadi 3.262,97 detik per *part* dengan operator sejumlah 18 orang. Selain itu, terjadi pengurangan jumlah elemen kerja dari yang semula berjumlah 34 elemen kerja, berkurang menjadi 31 elemen kerja. Di sini terjadi pengurangan *total processing time* sebesar 4,36 detik per *part*, pengurangan operator sejumlah 1 orang, dan pengurangan elemen kerja sejumlah 3 aktivitas.

Untuk mendapatkan gambaran secara lebih mudah, maka dibuatlah tabel dan grafik perbandingan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan untuk masing-masing indikator kinerja yang digunakan, yaitu:

Tabel 7. Perbandingan Kondisi Awal dan Setelah Perbaikan

Indikator	Sebelum	Sesudah	Selisih
<i>Manufacturing Lead Time</i>	81.953,19 detik	81.723,11 detik	230,08 detik
<i>Process Cycle Efficiency</i>	94,74 %	94,87 %	0,13 %
DPMO	9.500 unit	5.600 unit	3.900 unit
Level <i>Sigma</i>	3,844 <i>Sigma</i>	4,033 <i>Sigma</i>	0,189 <i>Sigma</i>

Adapun untuk analisis dan penggambaran secara grafis terhadap perbandingan kondisi sebelum dan setelah perbaikan dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

IV. PENUTUP

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, diolah dan dianalisis pada bab sebelumnya, maka dapat Tindakan perbaikan yang telah dilakukan memberikan dampak terhadap *manufacturing lead time*, *process cycle efficiency*, nilai DPMO dan Level Sigma. Secara umum dengan memodifikasi *sub hanger* dapat menurunkan nilai *manufacturing lead time* dan DPMO, sedangkan untuk nilai PCE dan level sigma mengalami kenaikan. Nilai *manufacturing lead time* mengalami penurunan sebesar 230,08 detik, dari 81.953,19 detik menjadi 81.723,11 detik. Nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) mengalami penurunan sebesar 3.900 DPMO, dari 9.500 DPMO menjadi 5.600 DPMO. Nilai *Process Cycle Efficiency* meningkat dari 94,74% menjadi 94,87%. Level Sigma mengalami peningkatan sebesar 0,189 Sigma, dari 3,844 menjadi 4,033 Sigma.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andriani, D.P. 2014. *Material Handling – Pemindahan Bahan*. Teknik Industri, Universitas Brawijaya, <http://debrina.lecture.ub.ac.id/files/2014/09/13-Pemindahan-Bahan.pdf>.
- [2] Apple, James M. 1997. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Edisi ke – 3. ITB, Bandung
- [3] Alaca, H., & Ceylan, C. *Value Chain Analysis using Value Stream Mapping: White Good Industry Application Department of Industrial Engineering* (p. 6). Kuala Lumpur: International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, (2011).
- [4] Sabta Adi, Kusuma. *Penerapan Lean Manufacturing Dalam Mengidentifikasi Dan Meminimasi Waste Di PT. Hilton Surabaya*. Undergraduate Thesis. UPN Jatim: Surabaya, (2010).
- [5] Ekoanindiyo, F.A. 2015. *Pengendalian Cacat Produk Dengan Pendekatan Six Sigma*. Universitas Stikubank, Semarang.
- [6] Ramaswamy, R. *Integrating Lean and Six Sigma Methodologies For Business Excellence*. ORIEL, 2007.
- [7] Silver E.A, Pyke, D.F and Peterson R. 1998. *Inventory Management And Production Planning And Scheduling*, New York, Wiley
- [8] Harrington, *The Complete Benchmarking Implementation Guide*, New York, 1996.
- [9] Hines, P., and Taylor, D., 2000. *Going Lean, Lean Enterprise Research Center*, Cardiff Business School.
- [10] Ishikawa, Kaoru.. *Pengendalian Mutu Terpadu*. PT Remaja Rosdakarya, Bandung, 1992
- [11] Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Yogyakarta: Guna Widya, 2003
- [12] Groover, P. M., 2001. *Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing 2nd Edition*. New Jersey:PrenticeHall
- [13] Pande, S. Peter, dkk. 2003. *The Six Sigma Way: Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Edisi Kesatu. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.

