

STRATEGI MENGURANGI PRODUK CACAT PADA PENGECATAN *BOILER STEEL STRUCTURE* DENGAN METODE *SIX SIGMA* DI PT. CIGADING HABEAM CENTER

Erni Krisnaningsih¹, Fadli Hadi²

*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Banten Jaya
Jl. Ciwaru Raya II No. 73, Kel. Cipare, Kec. Serang, Kota Serang 42117*

ernikrisnaningsihpaidi@unbaja.ac.id, fadli_hadi354@yahoo.com

ABSTRACT

Quality control is an important thing that must be done by a company to reduce or minimize defective products. Companies can analyze defects in a product by using one of the quality control methods, namely Six Sigma as one method to improve quality by prioritizing the concept that there will only be 3.4 product defects for every 1 (one) million products produced. The concept stage will be formulated with the DMAIC concept (Define, Measure, Analyze, Improve and Control). This study aims to improve the quality of PT. Cigading Habeam Center, especially in the process of final painting of Boiler Steel Structure (Finish coat) products which often occur painting defects. The results of this study found 7 (seven) painting defects in the Boiler Steel Structure during the period February 2018 to March 2019 namely Sagging, Orange Peel, Low DFT, Cracking, Dust Spray, Not Uniform and Pinhole. Based on the results of identifying sources of occurrence of defects that occur due to human factors, methods, materials and tools. From the calculation of sigma and DPMO levels, are obtained by the average sigma level of 3.92 with the DPMO value 13166.43. Based on the Pareto Diagram, improvements are focused on 3 types of defects that occur with the percentage of problems to be resolved 80% according to Pareto law namely Sagging with percentage (38.16%), Orange Peel with percentage (25.65%) and Low DFT with percentage (19.06%). The three defects were analyzed using Fishbone Diagrams to describe the causes of defects. In the Improve phase (improvement) proposed improvements with the 5W+ 1H method as a method for consideration of the company in implementing better quality with the help of statistical tools to simplify the stage of control. It is attempted that the company can implement Six Sigma with the DMAIC stage (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) in the future to improve quality with the hope that there is no defect or zero defect that is beneficial for the ideal condition of the company.

Keywords: *Defect, DMAIC, Quality Control, Six Sigma*

ABSTRAK

Pengendalian kualitas merupakan hal penting yang harus dilakukan oleh suatu perusahaan untuk mengurangi ataupun meminimalisasi produk yang cacat. Perusahaan dapat menganalisis cacat pada suatu produk dengan menggunakan salah satu metode pengendalian kualitas yaitu Six Sigma sebagai salah satu metode untuk meningkatkan kualitas dengan mengedepankan konsep bahwa hanya akan ada 3,4 cacat produk untuk setiap 1 (satu) juta produk yang di produksi. Tahap konsep yang akan dirumuskan dengan

konsep DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve dan Control). Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas pada PT. Cigading Habeam Center, terutama dalam proses hasil akhir pengecatan produk Boiler Steel Structure (Finish Coat) yang sering terjadi cacat pengecatan. Hasil penelitian ini ditemukan 7 (tujuh) cacat pengecatan pada Boiler Steel Structure selama periode Februari 2018 sampai dengan Maret 2019 yaitu Sagging, Orange Peel, Low DFT, Cracking, Dust Spray, Not Uniform dan Pinhole. Berdasarkan hasil dari identifikasi sumber terjadinya dari cacat yang terjadi dikarenakan faktor manusia, metode, material dan tools. Dari perhitungan tingkat sigma dan DPMO didapatkan hasil rata-rata level sigma yaitu 3,92 dengan nilai DPMO 13166,43. Berdasarkan Pareto Diagram, perbaikan difokuskan pada 3 jenis cacat yang terjadi dengan persentase masalah yang harus dituntaskan 80% sesuai hukum pareto yaitu Sagging dengan persentase (38,16%), Orange Peel dengan persentase (25,65%) dan Low DFT dengan persentase (19,06%). Ketiga cacat tersebut di analisis menggunakan Fishbone Diagram untuk menggambarkan penyebab terjadinya cacat. Pada tahap Improve (perbaikan) dilakukan usulan perbaikan dengan metode 5W+1H sebagai metode untuk pertimbangan perusahaan dalam menerapkan kualitas yang lebih baik dengan dibantu alat statistik untuk mempermudah dalam tahap pengontrolan. Diusahakan perusahaan dapat melakukan penerapan Six Sigma dengan tahap DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve dan Control) kedepannya untuk meningkatkan kualitas dengan harapan yaitu tidak terjadinya cacat atau zero defect yang bermanfaat bagi kondisi ideal perusahaan.

Kata Kunci: *Defect, DMAIC, Quality Control, Six Sigma*

1. PENDAHULUAN

Cigading Habeam Center untuk *Project Tanjung Jati B Expansion (Jawa-4) Coal Fired Steam Power Plant 2×1,000 Megawatt (MW)* pada *Unit 5 dan 6*. Dalam pekerjaan *Steel Structure* (struktur baja) khususnya *Boiler Steel Structure* didesain untuk menahan panasnya uap yang dihasilkan dengan melakukan pengecatan pada material tersebut untuk mencegah terjadinya kekeroposan (korosi) yang mana langsung terindikasi antara *Steel Structure* dengan *Boiler Equipment*. Pekerjaan *Steel Structure* pada *Boiler* terdapat beberapa bagian atau rangkaian struktur yang terdiri atas : *Beam, Girder, Column, Vertical Bracing, Horizontal Bracing, Hanger, Monorail, Monorail Support, Box dan Post*. Semua komponen struktur baja tersebut ini tidak terlepas dari pengendalian kualitas yang mana melalui pengendalian kualitas diharapkan bahwa perusahaan dapat meningkatkan efektifitas pengendalian dalam mencegah terjadinya produk cacat (*defect prevention*), sehingga dapat menekan terjadinya pemborosan dari segi material, waktu maupun tenaga kerja yang akhirnya dapat meningkatkan produktifitas sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan agar mengurangi hal-hal yang tidak diinginkan kedepannya. Perbaikan dan peningkatan kualitas produk dengan harapan tercapainya tingkat cacat produk mendekati *zero defect* membutuhkan biaya tidak sedikit. Maka dari itu akan dibahas permasalahan yang terjadi pada *Boiler Steel Structure* dalam hal kualitas pengecatan. Pengecatan pada struktur baja khususnya *Boiler Steel Structure* ini harus bisa mengetahui peruntukan cat yang digunakannya memiliki karakteristik cat yang baik agar bisa bertahan dengan baik sesuai jangka waktu yang telah ditentukan pada spesifikasi cat tersebut. Hasil yang dikeluarkan dari *Boiler* yaitu uap panas dengan temperatur 600°C, yang mana uap termasuk gas yang terjadi dari proses pemanasan air (H₂O) dan merupakan unsur yang mengakibatkan korosi terutama pada material yang akan diteliti yaitu *Steel Structure*. Maka dari itu harus dilakukan suatu proses pelapisan pada *material* tersebut dengan proses pengecatan agar dapat mencegah terjadinya korosi yang dapat merusak ataupun membuat keropos material dengan perlahan-lahan yang dapat berdampak

robohnya struktur baja tersebut serta merugikan secara materi dan non-materi. Berdasarkan hasil inspeksi atau pemeriksaan yang telah dilakukan oleh *Quality Control Blasting & Painting* PT. Cigading Habeam Center dengan data yang sudah diambil pada periode Februari 2018 sampai dengan Maret 2019, ditemukan adanya *painting defects*/cacat. pengecatan yang terjadi selama proses pengecatan *Boiler Steel Structure* yaitu *Sagging* (2715 pcs), *Orange Peel* (1825 pcs), *Low DFT (Dry Film Thickness)* (1356 pcs), *Dust Spray* (595 pcs), *Cracking* (442 pcs), *Not Uniform* (94 pcs) dan *Pinhole* (88 pcs), dengan jumlah produksi sebesar 11024 pcs. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu penelitian untuk pemecahan masalah tersebut dengan menggunakan metode penelitian yaitu *Six Sigma*, yang mana metode *Six Sigma* merupakan metode pengendalian kualitas untuk mengurangi terjadinya cacat (*defect*) pada suatu produk yang dihasilkan dengan konsep DMAIC.

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Apa saja jenis *Painting Defects* (cacat pengecatan) pada *Boiler Steel Structure* ?
- b. Apa faktor-faktor penyebab terjadinya *Painting Defects* (cacat pengecatan) pada *Boiler Steel Structure* ?
- c. Apa dampak yang terjadi akibat *Painting Defects* (cacat pengecatan) pada *Boiler Steel Structure* ?
- d. Bagaimana langkah-langkah perbaikan untuk mengurangi *Painting Defects* (cacat pengecatan) pada *Boiler Steel Structure* dengan metode *Six Sigma*?

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Boiler Steel Structure*

Boiler Steel Structure adalah suatu rangkaian susunan beberapa struktur baja yang tersusun dalam membentuk suatu rangkaian bangunan baja yang digunakan untuk meletakkan beberapa *Boiler Equipment (Steam)* yang akan menghasilkan uap panas dalam memasok kapasitas energi listrik. Susunan dalam rangkaian struktur baja yaitu *Beam, Girder, Column, Vertical Bracing, Horizontal Bracing, Hanger, Monorail, Monorail Support, Box* dan *Post*.

2.2 Pengecatan

Pengecatan adalah sebuah proses untuk membuat lapisan cat tipis (cair atau bubuk) di atas sebuah benda dan kemudian membuat lapisan cat ini mengeras dengan cara mengeringkannya secara alami yang mana pelapisan dalam suatu material yang berfungsi untuk melindungi material tersebut dari karat/korosi.

Secara umum cat harus mempunyai daya lekat yang baik dan mudah dilapiskan pada permukaan secara merata, memiliki ketebalan dan waktu pengeringan yang tertentu, tahan terhadap pengaruh sifat kimia dan fisik cuaca (Pedoman Perlindungan Komponen Baja Jembatan dengan Cara Pengecatan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015).

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah aktivitas Keteknikan dan Manajemen, yang dengan aktivitas itu kita ukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar.

2.4 Cacat

Cacat (*defect*) adalah salah satu masalah yang dapat menurunkan hasil produk dan kepuasan atau kepercayaan pelanggan terhadap hasilnya serta dapat menambah biaya semakin tinggi akibat cacat tersebut. Khususnya dalam pengerjaan pengecatan ditemukan

beberapa cacat yang terjadi pada pengecatan struktur baja. Beberapa *painting defects* pada pengecatan diantaranya: lapisan cat menggelembung (*blistering/bubbling*), perubahan warna hasil pengecatan (*discoloration*), berbutir/berbintik (*brittiness*), cat tidak menempel (*cissing*), sukar mengering (*drying troubles*), penyabunan (*saponification*), lapisan cat turun pada beberapa tempat (*sagging*), lapisan seperti kulit jeruk (*orange peel*), lapisan cat seperti lubang jarum (*pinhole*), ketebalan cat yang kurang dari standar (*low DFT*), permukaan kasar di cat akhir (*dust spray*), hasil pengecatan yang tidak seragam (*not uniform*), lapisan cat retak (*cracking*), dan garis-garis kuas (*brushmarks*).

2.5 Six Sigma

Menurut Gasperz (2005) *Six Sigma* adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan untuk setiap transaksi produk barang dan jasa. Apabila produk diproses pada tingkat kualitas *Six Sigma*, maka perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu.

Six Sigma sebagai metode pengukuran atas perbaikan kualitas proses, sehingga dari sana dapat diketahui penyebab atau variasi-variasi dari cacat proses dan dapat diminimumkan penyebab dan dampaknya terhadap proses yang akan berlangsung dengan beberapa penerapan yaitu dengan konsep DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*). (Tannady, Hendy 2015).

Define adalah penetapan sasaran dari aktifitas peningkatan kualitas *Six Sigma*. Langkah ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci (Gasperz, 2005).

Measure merupakan tindak lanjut logis terhadap langkah *define* dan merupakan sebuah jembatan untuk langkah berikutnya. Didalam tahap *Measure* (pengukuran) dilakukan *tools* pengendalian kualitas dengan *P-Chart* yang mana bagan untuk proporsi unit yang ditolak dalam suatu sampel karena tidak sesuai terhadap spesifikasi.

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, dengan mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan dalam proses (Gasperz, 2002). Analisis dilakukan dengan menggunakan *Pareto Diagram* dan *Fishbone Diagram*. *Pareto Diagram* ini menunjukkan seberapa besar frekuensi berbagai permasalahan yang terjadi dengan daftar masalah pada sumbu x dan jumlah/frekuensi kejadian pada sumbu y (Prihantoro, 2012). *Fishbone Diagram* merupakan suatu alat yang menunjukkan hubungan sistematis antara efek dan kemungkinan penyebabnya. Menurut Prihantoro (2012), kegunaan dari *diagram* sebab akibat ini adalah sebagai berikut :

- a. Menganalisis sebab dan akibat suatu masalah
- b. Menentukan penyebab permasalahan
- c. Menyediakan tampilan yang jelas untuk mengetahui sumber-sumber variasi.

Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma* dengan metode 5W+1H. Metode 5W+1H adalah metode yang digunakan untuk mencari tahu permasalahan yang terjadi secara *detail* sebagai tahap perbaikan yang menunjang proses agar dapat terkendali dengan baik kedepannya. Berupa beberapa pertanyaan, yaitu : *What, Who, Where, When, Why* dan *How* (apa, siapa, dimana, kapan, mengapa dan bagaimana) dan biasanya disajikan dalam bentuk tabel.

Tahap terakhir dalam penerapan *Six Sigma* yaitu *control*. Menurut Susetyo (2011), *Control* merupakan tahap operasional terakhir dalam upaya peningkatan kualitas berdasarkan *Six Sigma*. Dalam menentukan nilai *Sigma*, ada beberapa komponen yang terlebih dahulu harus ditentukan nilainya, yakni jumlah produk cacat (*defect/D*), jumlah produksi (*unit/U*) dan

peluang terjadinya produk cacat dan cacat pada produk (*opportunity/OP*) dapat dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut (Tannady, Hendy 2015) :

- Hitung *Defect per Unit (DPU)* = D/U
- Hitung *Total Opportunites (TOP)* = $U \times OP$
- Hitung *Defect per Opportunites (DPO)* = D/TOP
- Hitung *Defect per Million Opportunites (DPMO)* = $DPO \times 1.000.000$
- Hitung Tingkat *Sigma* = $NORMSINV(1-DPMO/1000000) + 1,5$

(Hassan, 2013) Dalam jurnal penelitiannya menjelaskan setelah menghitung *DPMO* maka dapat dihitung pula tingkat *sigma* dengan mengkonversi nilai *DPMO* dengan menggunakan tabel konversi *Six Sigma*. Berikut ini merupakan tabel hubungan tingkat *sigma* dan *DPMO*.

Tabel 1. Level Sigma dan Nilai DPMO

Level Sigma	DPMO
1 Sigma	691.462 (sangat tidak kompetitif)
2 Sigma	308.538 (rata-rata industri di Indonesia)
3 Sigma	66.807
4 Sigma	6.210 (rata-rata industri USA)
5 Sigma	233
5 Sigma	3.4 (industri kelas dunia)

Sumber : Gazpersz , 2002)

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan sebagai alat analisis adalah penerapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*). Dengan mengidentifikasi masalah dan identifikasi cacat produk, melakukan perhitungan dan analisis produk cacat yang terjadi selama proses pengecatan, membuat *pareto diagram* untuk mengetahui persentase cacat tertinggi pada suatu produk serta mengetahui sebab akibat dari cacat produk tersebut, sebagai tahap *improve* yaitu berupa usulan perbaikan pada masalah yang terjadi untuk meminimalisir cacat pada produk dengan harapan dapat terwujudnya *zero defect* dengan pengecekan secara berkala dari semua unsur terkait, serta dapat melakukan pengontrolan dengan baik dengan mempunyai lembar *check sheet* secara terus menerus. Dalam melakukan analisis data digunakan *tools* pencegahan (pengendalian) kualitas yang meliputi *Diagram Control (P-Chart)*, *Pareto Diagram*, *Fishbone Diagram (Ishikawa)*, *Check Sheet* dan *5W+1H*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Menentukan (*Define*)

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, Selama rentang waktu Februari 2018 hingga Maret 2019, terdapat 7 *defects painting* pada hasil pengecatan akhir *Boiler Steel Structure*.

Tabel 2.
Jenis Cacat Proses Pengecatan *Boiler Steel Structure*

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat (Unit)
1	<i>Sagging</i>	2715
2	<i>Orange Peel</i>	1825
3	<i>Low DFT</i>	1356
4	<i>Dust Spray</i>	595
5	<i>Cracking</i>	442
6	<i>Not Uniform</i>	94
7	<i>Pinhole</i>	88

Perhitungan persentase produk cacat untuk subgroup adalah :

$$= \frac{\text{Jumlah Produk Cacat}}{\text{Jumlah Produk}} \times 100 \%$$

$$= \frac{78}{193} \times 100 \%$$

$$= 40,41 \%$$

Dari hasil perhitungan persentase produk cacat dengan jumlah produksi dari masing-masing *defect* yang terjadi pada pengecatan dengan persentase rata-rata pada *Painting Defect* yaitu *Sagging* (25,83%), *Orange Peel* (17,49%), *Low DFT* (12,49%), *Dust Spray* (7,42%), *Cracking* (5,73%), *Not Uniform* (1,26%), dan *Pinhole* (0,65%).

Berdasarkan persentase produk cacat tersebut dapat diketahui cacat yang terjadi di tiap bulannya dengan kumulasi data periode Februari 2018 sampai dengan Maret 2019 atau 1 tahun 2 bulan per masing-masing cacat yang terjadi pada pengecatan dengan jumlah produksi yang didapat pada tiap bulannya.

4.2 Pengukuran (*Measure*)

a. Perhitungan Nilai *Defect Per Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{\text{Total Product Cacat (D)}}{\text{Total Produksi (U)}}$$

Tabel 3. Data Hasil Perhitungan *Defect per Unit* (DPU)

No	Jenis Cacat	DPU
1	<i>Sagging</i>	0,246
2	<i>Orange Peel</i>	0,165
3	<i>Low DFT</i>	0,165
4	<i>Dust Spray</i>	0,053

No	Jenis Cacat	DPU
5	<i>Cracking</i>	0,04
6	<i>Not Uniform</i>	0,008
7	<i>Pinhole</i>	0,07

b. Menentukan *Total Opportunities (TOP)*

$$TOP = \text{Total Produksi} \times \text{Jumlah CTQ}$$

Data Total Keseluruhan Jumlah Produksi dengan Karakteristik yang Diperiksa:

$$TOP = 11024 \times 7 = 77168$$

c. Perhitungan Nilai *Defect Per Opportunity (DPO)*

$$DPO = \frac{\text{Total Produk Cacat (D)}}{TOP}$$

Tabel 4. Nilai *Defect Per Opportunity (DPO)*

No	Jenis Cacat	DPO
1	<i>Sagging</i>	0,0352
2	<i>Orange Peel</i>	0,0236
3	<i>Low DFT</i>	0,1757
4	<i>Dust Spray</i>	0,007710
5	<i>Cracking</i>	0,005727
6	<i>Not Uniform</i>	0,001218
7	<i>Pinhole</i>	0,001140

d. Perhitungan *Defect Per Million Opportunities (DPMO)*

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

Tabel 5. Nilai DPMO

No	Jenis Cacat	DPO
1	<i>Sagging</i>	35200
2	<i>Orange Peel</i>	23600
3	<i>Low DFT</i>	175700
4	<i>Dust Spray</i>	7710
5	<i>Cracking</i>	5727

Lanjutan Tabel 5. Nilai DPMO

No	Jenis Cacat	DPO
6	<i>Not Uniform</i>	1218
7	<i>Pinhole</i>	1140

e. **Perhitungan Tingkat Sigma**

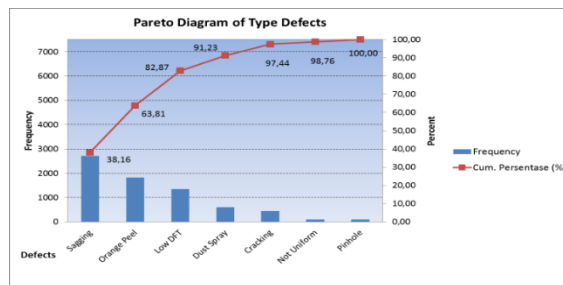
$$Tingkat\ Sigma = Normsinv\left(1 - \frac{DPMO}{1.000.000}\right) + 1,5$$

Tabel 6. Hasil Perhitungan Tingkat Sigma

No	Jenis Cacat	DPO
1	<i>Sagging</i>	3,309
2	<i>Orange Peel</i>	3,485
3	<i>Low DFT</i>	3,607
4	<i>Dust Spray</i>	3,922
5	<i>Cracking</i>	4,029
6	<i>Not Uniform</i>	4,351
7	<i>Pinhole</i>	4,551

4.3 Analisa (Analyze)

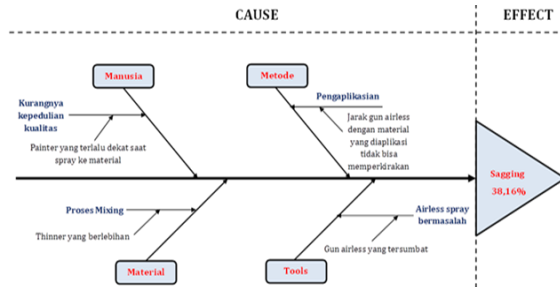
Analisis data dengan Pareto Diagram. Berdasarkan tingkat sigma pada masing-masing jenis cacat maka langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan berdasarkan prioritas.



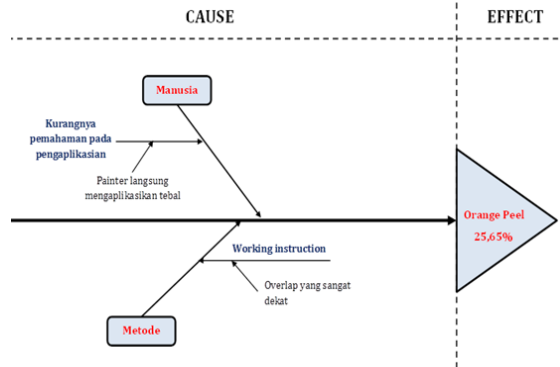
Gambar 1. Diagram of Type Detect

Berdasarkan Pareto Diagram, maka langkah perbaikan memprioritaskan pada 3 jenis cacat yang paling dominan yaitu : *Sagging* dengan persentase cacat sebesar 38,16%, *Orange Peel* dengan persentase sebanyak 26,65% dan *Low DFT (Dry Film Thickness)* dengan persentase sebanyak 19,06%.

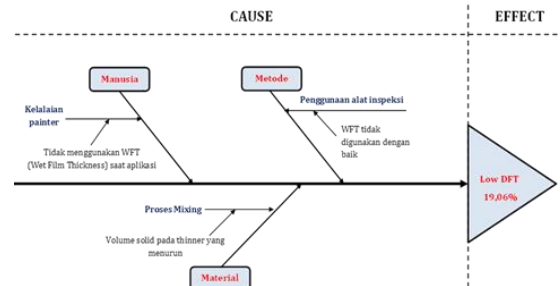
Berdasarkan ketiga jenis cacat yang paling dominan tersebut, langkah selanjutnya adalah analisis dengan menggunakan *Fishbone*.



Gambar 2. Fishbone Jenis Cacat Sagging



Gambar 3. Fishbone Jenis Cacat Orange Peel



Gambar 4. Fishbone Jenis Cacat Low DFT (Dry Film Thickness)

4.4 Perbaikan (Improve)

Pada tahap perbaikan dilakukan usulan perbaikan dengan menggunakan metode 5W dan 1H.

Tabel 7. 5W + 1 H

Waktu Terjadi (When)	Defect Yang Terjadi (What)	Sumber Terjadinya Defect (Where)	Akar Permasalahan (Why)		PIC (Who)	Usulan Perbaikan (How)
			Faktor Penyebab	Penyebab Terjadinya Defect		
Selesai aplikasi proses pengecatan	Sagging	Terjadi pada saat pengecatan akhir	Manusia	Kurang peduli akan kualitas dari painter, terlalu dekat dengan spray pada saat proses pengecatan	Painter	Perlu adanya uji coba pengecatan dengan menggunakan mock up test sebelum aplikasi di material

Lanjutan Tabel 7. 5W + 1 H

Waktu Terjadi (When)	Deffect Yang Terjadi (What)	Sumber Terjadinya Defect (Where)	Akar Permasalahan (Why)		PIC (Who)	Usulan Perbaikan (How)
			Faktor Penyebab	Penyebab Terjadinya Defect		
			Metode	Pada saat pengaplikasian jarak antara <i>gun airless</i> dengan material yang diaplikasikan tidak bisa diperkirakan	<i>Painter</i> dan <i>Ka-sie blasting</i> dan <i>painting</i>	Perlu adanya prosedur pelaksanaan yang kompleks agar dapat diaplikasikan dilapangan oleh <i>painter</i> dengan kendala yang ada di lapangan
			Material	Penggunaan <i>tinner</i> secara berlebihan pada saat proses <i>mixing</i>	<i>Helper</i> dan <i>Painter</i>	Dilakukannya pengontrolan berkala dari QC pada saat <i>mixing</i> yang dilakukan oleh <i>Helper</i> dan <i>Painter</i>
			Tools	Pada proses <i>Airless Spray</i> , alat <i>Gun airless</i> tersumbat	<i>Painter</i>	Dilakukannya pengecekan secara berkala terhadap <i>tools</i> yang akan digunakan sebelum pelaksanaan proses pengecatan
	<i>Orange Peel</i>	Terjadi pada saat pengecatan akhir (<i>Finishing</i>)	Manusia	Kurangnya pemahaman pada pengaplikasian, terutama pada tebal tipisnya proses pengecatan	HRD dan <i>Ka-sie Blasting</i> dan <i>Painting</i>	Perlu adanya pelatihan bagi <i>painter</i> dan perlu dilakukan pengarahan dan pengawasan dari kepala bagian <i>Blasting</i> dan <i>Painting</i> mengenai karakteristik cat pada saat pengaplikasian
			Metode	<i>Working Intruktion</i> yang tidak dijalankan dengan baik sehingga pada saat pelaksanaan terjadi <i>overlap</i>	<i>Painter</i>	Dilaksanakannya prosedur dan spesifikasi yang telah ditetapkan

Lanjutan Tabel 7. 5W + 1 H

Waktu Terjadi (When)	Deffect Yang Terjadi (What)	Sumber Terjadinya Defect (Where)	Akar Permasalahan (Why)		PIC (Who)	Usulan Perbaikan (How)
			Faktor Penyebab	Penyebab Terjadinya Defect		
Selesai aplikasi proses pengecatan	<i>Low DFT</i>	Terjadi pada saat proses pengecatan akhir (<i>finishing</i>)	Manusia	Kelalaian <i>Painter</i> pada saat proses pengecatan, tidak dilakukannya WFT (<i>Wet Film Thickness</i>) secara berkala	<i>Painter</i>	Pengecekan secara berkala WFT pada saat proses pengecatan berlangsung
			Metode	Alat pemeriksaan WFT tidak digunakan sesuai prosedur	<i>Painter</i>	Pengontrolan dan pengarahan penggunaan alat pemeriksaan dari QC secara kontinyu pada saat dilakukan proses pengecekan dengan <i>Printer</i>
			Material	Proses <i>mixing</i> dengan kondisi volume <i>solid</i> pada <i>thinner</i> menurun	<i>Helper</i> dan <i>Painter</i>	Perlu adanya pengarahan dari QC pada saat <i>mixing</i> yang mengacu pada <i>technical data sheet manufacture</i>

4.5 Pengendalian (Control)

Pada tahap *control* ini akan dijelaskan dalam bentuk masukan untuk perusahaan dalam hal yang diharapkan dengan tanpa adanya cacat yang terjadi atau *zero defect* yang akan dapat membantu perusahaan dalam melakukan pengendalian kualitas.

Setelah dilakukan perbaikan dari hasil yang didapatkan, masih perlu dilakukan pengendalian kualitas secara terus menerus agar dapat tercipta suatu kondisi ideal bagi perusahaan untuk mencapai harapan *zero defect*.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah:

- a. Hasil penelitian ini ditemukan 7 jenis *defect* yang terjadi pada pengecatan *Boiler Steel Structure* yaitu *Sagging, Orange Peel, Low DFT, Cracking, Dust Spray, Not Uniform* dan *Pinhole*.
- b. Faktor-faktor penyebab terjadinya cacat pengecatan pada *Boiler Steel Structure* yaitu disebabkan karena faktor manusia, metode, *material* dan *tools*.

- c. Dampak yang akan terjadi kedepannya akibat cacat pengecatan dari 7 jenis cacat adalah:
- 1) *Sagging* akan terjadi *crack* dan juga dari sisi *decorative* tidak sesuai spesifikasi.
 - 2) *Orange Peel* akan terjadi *crack* dan juga dari sisi *decorative* tidak sesuai spesifikasi.
 - 3) *Pinhole* akan mempercepat terjadinya korosi pada suatu pengecatan dikarenakan adanya lubang kecil pada hasil akhir pengecatan yang mana akan mengalami *material* tidak tahan terhadap lingkungan.
 - 4) *Low DFT* akan mempengaruhi pada kualitas catnya tersebut seperti tidak akan mendapat garansi dari manufaktur dikarenakan tidak sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan.
 - 5) *Dust Spray* dampaknya tidak bagus untuk sisi *decorative* karena hasil *painting* akhir yang harusnya *glossy* tampak seperti kusam.
 - 6) *Not Uniform* dampaknya akan menurunkan hasil akhir pengecatan dikarenakan tidak terjadi keseragaman yang disebabkan pada saat aplikasi pengecatan tidak sempurna.
 - 7) *Cracking* akan mempercepat terjadinya korosi dikarenakan adanya celah pada lapisan terakhir.
 - 8) Langkah-langkah yang akan diambil menggunakan tahap DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*).

DAFTAR PUSTAKA

Aribowo, Budi., Kushandayati. 2010. *Analisis Pengendalian Kualitas Cacat Bintik untuk Produk Hyundai Atoz (Type Mx) di PT. Hyundai Indonesia Motor*. Vol. V No. 3, September 2010. Jakarta: Universitas Bina Nusantara.

Charles G. Salmon., E. Johnson. 1991. *Struktur Baja (Desain dan Perilaku Jilid 2)*. Jakarta: Erlangga.

Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBANQA & HACCP*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Gaspersz, Vincent. 2005. *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Ginting, Meriastuti., Chandra, Elisa. 2010. *Penerapan Metode Six Sigma untuk Menurunkan Jumlah Cacat pada Divisi Painting PT. Roda Prima Lancar Tangerang*. Vol. 9 No. 17, Mei-Agustus 2010. Jakarta: Universitas Kristen Krida Wacana.

Hassan, M. K. (2013). Applying Lean Six Sigma for Waste Reduction in a Manufacturing Environment. *American Journal of Industrial Engineering* <https://doi.org/10.12691/AJIE-1-2-4>

Heizer, Jay., Render, Barry. 2013. *Operations Management-Manajemen Operasi*. Edisi 11. Jakarta: Salemba Empat.

Irwan., Haryono, Didi. 2015. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif)*. Bandung.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2015. *Pedoman Perlindungan Komponen Baja Jembatan dengan Cara Pengecatan*. Jakarta.

Krisnaningsih, Erni. 2019. Pengantar Teknik Industri (*Introduction to Industrial and Systems Engineering*). Serang.

Munawaroh, Munjiati. 2015. *Manajemen Mutu Terpadu*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Pande, Neumann., Roland R. Cavanagh. 2002. *The Six Sigma Way Bagaimana GE, Motorola dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Yogyakarta: ANDI.

Parwati, Cyrilla Indri., Sakti, Rian Mandar. 2012. *Pengendalian Kualitas Produk Cacat dengan Pendekatan Kaizen dan Analisis Masalah dengan Seven Tools*. Yogyakarta.

Pete dan Holpp. 2002. *What is Six Sigma*. Yogyakarta: ANDI.

Prihantoro, C. Rudy. 2012. *Konsep Pengendalian Mutu*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Sachin S. dan Dileepal J. 2017. *Six Sigma Methodology for Improving Manufacturing Process in a Foundry Industry*. Vol. 4, Issue 5, May 2017 *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*: College of Engineering and Management. India.

Siallagan, Icen Ritme Parlindungan., Redantan, Dadang., Arifin, Zaenal. 2016. *Pengendalian Reject Contamination on Marking pada Proses Marks Scan Pack (MSP) dengan Pendekatan Six Sigma*. Vol. 4, No. 1: 37-46. Pekanbaru: Universitas Riau.

Sirine, Hani., Kurniawati, Elisabeth Penti. 2017. *Pengendalian Kualitas menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus pada PT. Diras Concept Sukoharjo)*. Vol. 02 No. 03, September 2017. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.

Susetyo, Joko. 2011. *Aplikasi Six Sigma DMAIC dan Kaizen sebagai Metode Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Produk*. *Jurnal Teknologi*. Volume 4 No. 1 61-53. Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi AKPRIND.

Tannady, Hendy. 2015. *Pengendalian Kualitas*. Yogyakarta.

Tannady, Hendy., Chandra, Calvin. 2016. *Analisis Pengendalian Kualitas dan Usulan Perbaikan pada Proses Edging di PT. Rackindo Setara Perkasa dengan Metode Six Sigma*. *Journal of Industrial Engineering & Management Systems*. Vol. 9 No. 2, August 2016.

Wahyuningtyas, Ayudya Tri., Mustafid., Prahutama, Alan. 2016. *Implementasi Metode Six Sigma menggunakan Grafik Pengendali EWMA sebagai Upaya Meminimalisasi Cacat Produk Kain Grei*. Vol. 5 No. 1, 2016: 61-70. Semarang: Universitas Diponegoro.

Widiyawati, Sri., Assyahlaifi, Sebtian. 2017. *Perbaikan Produktivitas Perusahaan Rokok Melalui Pengendalian Kualitas Produk dengan Metode Six Sigma*. *JIEM* Vol. 2 No. 2, Desember 2017. Malang: Universitas Brawijaya.

Windarti, Tantri. 2014. *Pengendalian Kualitas untuk Meminimasi Produk Cacat pada Proses Produksi Besi Beton*. Vol IX No. 3, September 2014. Surabaya: STMIK.