

Penerapan Metode Six Sigma dalam Menganalisis dan Menanggulangi *Defect Rate* pada Pengelasan Tubular

Febriansyah, Nurul Ilmi, Ansarullah Lawi

Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Batam, Batam

Penulis Korespondensi: nurul@iteba.ac.id

Abstract

PT XYZ merupakan perusahaan general contractor untuk manufacturing, refinery, industrial, marine, oil and gas, yang menjalankan proyek welding tubular. Target untuk mencapai sasaran mutu perusahaan menjadikan PT XYZ selalu berusaha untuk mencapai dan menghasilkan produk yang berkualitas, aman, dan dapat memenuhi persyaratan pelanggan dengan harga yang kompetitif. Diketahui PT XYZ memiliki tingkat repair rate yang sangat tinggi berdasarkan record data per welder yang dilakukan pada pengujian ultrasonic test (UT). Hal ini sangat merugikan perusahaan karena tingginya biaya dan waktu yang diperlukan untuk repair. Usaha untuk menurunkan defect rate hingga mencapai zero defect, dilakukan dengan menerapkan metode Six Sigma dalam sistem welding produksi. Tingkat proporsi defect yang terjadi dalam pengelasan tubular ini adalah sebesar 21% pada periode pengelasan selama 6 (enam) minggu. Pada penelitian ini dilakukan 5 (lima) tahapan analisis six sigma yaitu DMAIC atau define, measure, analyze, improve dan control. Hasilnya diketahui penyebab terjadinya tingginya defect, hasil analisis, dan tindakan-tindakan yang perlu dilakukan dalam menanggulangi defect serta mengetahui nilai rata-rata sigma sebesar 3.30 setelah dilakukannya analisis.

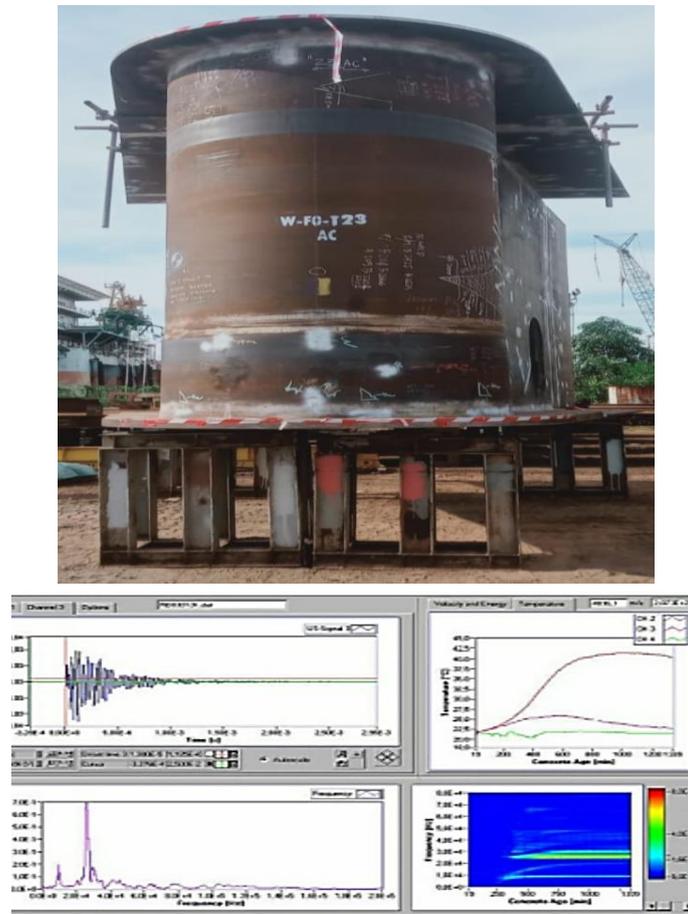
Kata kunci: *Defect rate*, DMAIC, Six Sigma, Pengelasan tubular

1. PENDAHULUAN

Barometer yang ditentukan klien atau konsumen dalam memberikan suatu pekerjaan kepada pelaku bisnis salah satunya adalah kualitas produksi, sehingga kualitas yang baik akan hasil produksi merupakan target yang harus dicapai pelaku bisnis dalam mengembangkan usaha dan dalam menjaga kepercayaan dari konsumen [1]. Pengendalian kualitas menjadi usaha yang konkret dalam memberikan layanan yang baik untuk memberikan kepuasan bagi konsumen. Pengendalian kualitas mempunyai tujuan untuk mengurangi jumlah produk cacat atau rusak dan memastikan produk sesuai dengan standar yang telah ditentukan serta menghindari adanya produk cacat yang sampai ke tangan konsumen [2]. Di kota Batam terdapat banyak perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi baja sehingga kompetisinya cukup tinggi dalam menyajikan mutu terbaik, setiap perusahaan harus selalu menjaga kualitas dari pekerjaan yang dilaksanakan.

PT XYZ bergerak sebagai general contractor untuk manufacturing, refinery, industrial, marine, oil and gas, dan supplier. Saat ini perusahaan sedang mengerjakan pekerjaan pengelasan tubular yang dirancang dan di rakit menggunakan plat dengan tebal 80 mm dan plat dengan ketebalan 40 mm. Plat ini dibengkokkan dan di sambung dengan bottom dan top plate dengan melakukan pengelasan sesuai dengan standard dan prosedur yang berlaku. Setelah proses penyambungan tersebut, dilakukan inspeksi dan pengetesan dengan melakukan visual test oleh welding inspector, dan Non Destructive Test (NDT) dengan Ultrasonic Test (UT). Hasil dari ultrasonic test inilah yang banyak ditemukan defect. Defect ini perlu ditanggulangi karena mengakibatkan tingginya biaya dan sangat merugikan perusahaan. Berdasarkan data tingkat Key Performance Indicator (KPI) dari defect ini juga melebihi toleransi cacat yang sebesar 10 persen. Diketahui defect yang paling besar terdapat pada ultrasonic test. Ultrasonic test merupakan suatu bentuk non destructive test dengan menggunakan gelombang suara frekuensi tinggi dalam mendeteksi defect atau perubahan dari sifat material [3]. Pengujian ini juga bisa diaplikasikan sebagai pengukur dari thickness setiap tipe material logam ataupun non logam dengan melakukan pemeriksaan dari satu sisi saja, dan pada proyek welding tubular dilakukan

pengujian dengan *ultrasonic test*, karena ketebalan material mencapai 80 mm dengan *T-Joint* dan pemeriksannya juga hanya bisa dilakukan dari satu sisi saja, seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tubular dan *ultrasonic test*

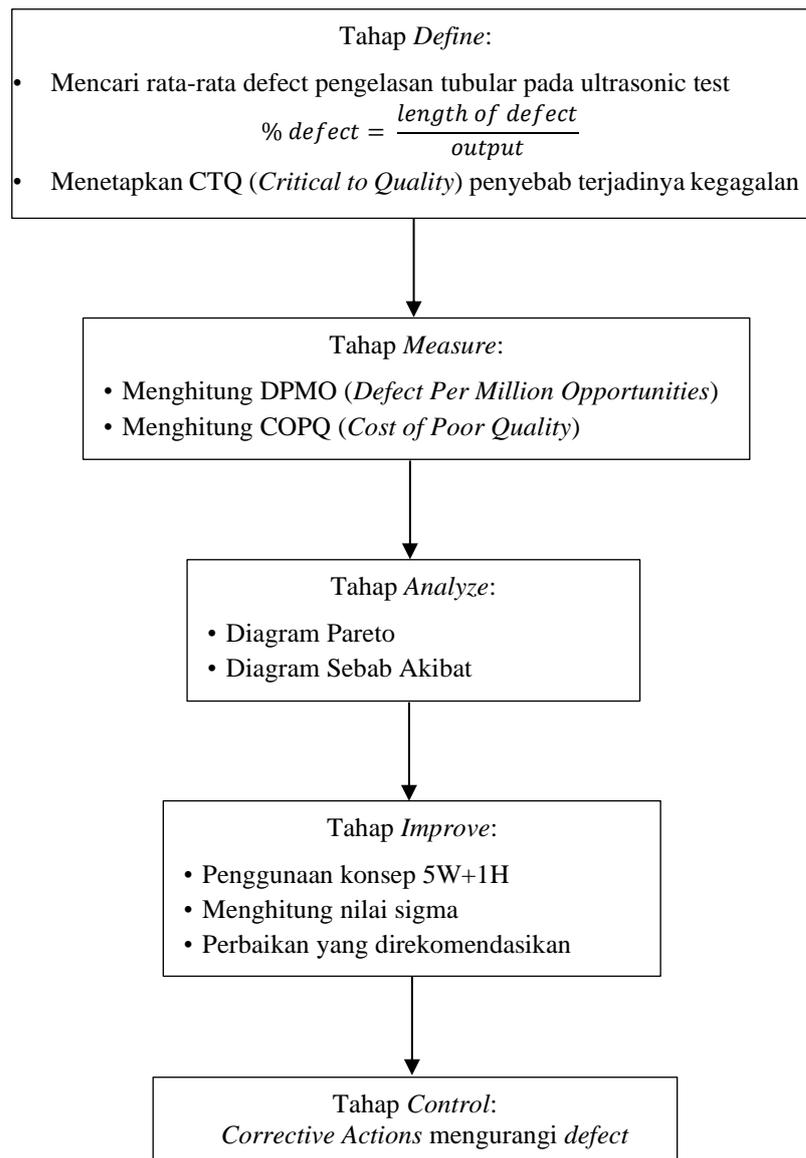
Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi cacat produk adalah metode six sigma [4]. Six sigma merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah dalam proses produksi dan menguraikan cacat yang membebani dalam hal waktu, uang, pelanggan dan peluang [5]. Six Sigma dilakukan dengan pendekatan menyeluruh dalam meningkatkan proses melalui metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) [6]. DMAIC adalah rangkaian proses analisis six sigma yang menjamin *voice of customer* berjalan dalam keseluruhan proses sehingga produk yang dihasilkan memuaskan keinginan pelanggan [7]. Six sigma mempunyai tujuan untuk memperbaiki sistem manajemen perusahaan atau instansi lain yang berkaitan dengan pelanggan. Hasil six sigma digunakan untuk memperbaiki proses produksi yang difokuskan pada usaha memperbaiki proses dan mengurangi cacat [8]. Six Sigma meningkatkan margin keuntungan, memperbaiki kondisi keuangan dengan meminimalkan tingkat cacat produk. Ini meningkatkan kepuasan pelanggan, mempertahankan dan menghasilkan produk kelas terbaik dari kinerja proses terbaik [9]. Penggunaan Six Sigma mampu mendeteksi penyebab cacat kualitas klongsong yaitu kualitas material tidak standar, karyawan kurang disiplin, lingkungan kotor, kondisi mesin yang sudah tua dan interval pengecekan kualitas produk [10].

2. METODE PENELITIAN

Studi kasus pada penelitian ini adalah *ultrasonic test* pada proyek pengelasan tubular dengan proses pengelasan kombinasi *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) untuk bagian *root* dan *hotpass* kemudian *Flux Core Arc Welding* (FCAW) pada *feeler* dan *caping*, dengan ketebalan *plate tubular* 40 mm dan *plate* 80 mm. Material tubular yang digunakan adalah *carbon steel* dengan standar material EN 10025: 2004 dan EN 10225: 2009. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode sig sigma dimana menggunakan data kuantitatif jumlah *defect* dan *output* pengelasan tubular pada *ultrasonic test*.

Tahapan implementasi sig sigma yang dilakukan yaitu tahap *define, measure, analyze, improve*, dan *control*. Penjelasan mengenai tahapan DMAIC pada penelitian ini dijelaskan pada Gambar 2 dibawah ini.

Penerapan Metode Six Sigma Dalam Menganalisis Dan Menanggulangi Defect Rate Pada Pengelasan Tubular (Febriansyah)



Gambar 2. Tahapan Sig Sigma

3. HASIL DAN ANALISA

Hasil penelitian adalah penerapan dari metode sig sigma yang dilakukan dengan tahapan *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control*.

3.1. Define

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan persentase *defect* dan bahwa rata-rata *defect* pengelasan adalah sebesar 21% berdasarkan data yang didapatkan dari record UT yang telah dilakukan dari pengelasan tubular selama lebih kurang 6 minggu yaitu pada bulan September dan Oktober 2021. Berdasarkan data tersebut diketahui jumlah total panjang pengelasan dan jumlah total *defect* pengelasan dan juga perhitungan persentase *defect* pengelasannya. Sasaran yang mau dicapai adalah bagaimana mengurangi dan meminimalkan jumlah *defect* pengelasan supaya tingkat kualitas produk yang diinginkan pelanggan akan dapat dengan mudah dicapai dan *cost of poor quality* dapat diminimalkan.

Tabel 1. Data jumlah *output* dan *defect*

Minggu	Output (mm)	Jumlah Defect (Length of Defect / mm)
Ke-1	23,890	5,300
Ke-2	23,905	5,420
Ke-3	23,885	5,329
Ke-4	23,885	5,004
Ke-5	23,860	5,005
Ke-6	23,743	4,666

Total	30,723.71
-------	-----------

Tabel 2. Data proporsi *defect*

Minggu	Output (mm)	Jumlah Defect (Length of Defect/mm)	Proporsi
Ke-1	23,890	5,300	22%
Ke-2	23,905	5,420	23%
Ke-3	23,885	5,329	22%
Ke-4	23,885	5,004	21%
Ke-5	23,860	5,005	21%
Ke-6	23,743	4,666	20%
Total	143,168	30,723.71	21%

Tabel 1 menunjukkan data jumlah *output* dan *defect* dan tabel 2 menunjukkan data proporsi *defect*. Merujuk kepada kedua tabel di atas diketahui bahwa total jumlah panjang *defect* pengelasan adalah 30723,71 mm dan proporsi *defect* sebesar 21%.

CTQ (*Critical to Quality*) memiliki karakter dengan menentukan volume atau ukuran untuk meminimasi *defect* atau cacat yang memiliki pengaruh terhadap kualitas barang atau produk dan membuat kepuasan pelanggan menjadi berkurang. Alasan yang tepat yang menjadikan CTQ (*Critical to Quality*) perusahaan, yaitu semua penyebab yang memberikan pengaruh terhadap terpenuhinya kepuasan dan kebutuhan pelanggan adalah *zero defect welding*. Setelah itu CTQ menjadi faktor untuk mencari nilai DPMO. Jumlah CTQ dari perusahaan ini ada 6 (enam) pada 6 (enam) lokasi *depth of defect* yaitu *porosity, slag inclusion, lack of fusion, lack of penetration, root concavity, dan undercut*.

Faktor-faktor yang mempengaruhi timbulnya atau meningkatnya jumlah *defect* pengelasan dibahas dan harus segera dilakukan tindakan perbaikan terhadap faktor-faktor tersebut. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses minimalisasi *weld defect*, atau disebut juga sebagai Critical to Process (CTP) atau hal-hal yang mempengaruhi Critical to Quality (CTQ). Faktor-faktor tersebut memungkinkan atau mempengaruhi timbulnya *defect* pengelasan atau CTQ adalah:

a. Tenaga Kerja

Tingkat kemampuan Manpower, Welder, dalam proses pekerjaan pengelasan di PT. Ampera Jaya Bersama, merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan, karena dalam proses pekerjaan pengelasan tubular yang memakai proses pengelasan SMAW + FCAW sangat membutuhkan ketekunan dan ketelitian dari welder.

b. Mesin

Mesin las merupakan salah satu alat kerja yang krusial dalam proses pengelasan. Semua mesin las ini harus selalu dalam kondisi yang bagus agar *welding process* dapat terkendali, dan juga perlu dilakukan kalibrasi dengan jangka waktu yang telah ditentukan.

c. Supplier

Supplier atau pemasok bahan baku dan kawat berperan yang sangat penting dalam *welding process*. Pemeliharaan yang khusus untuk kawat las harus sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh produsen kawat las, yaitu seperti perlakuan baking, holding, re-baking dan menjaga agar kawat las tetap panas terutama pada saat pengelasan proses SMAW. Kesalahan dalam penanganan bahan baku dan kawat las akan mempengaruhi kualitas dari hasil pengelasan dan menyebabkan terjadinya *defect*.

d. Tools

Tools atau peralatan kerja seperti mesin gerinda, dryer, wire brush, chipping hammer, merupakan peralatan yang dibutuhkan dalam pengelasan yaitu untuk membersihkan pengelasan dari *defects slags* dan *impurities*. Kurangnya persediaan peralatan kerja atau tidak digunakannya peralatan kerja dengan benar akan mempengaruhi kualitas pengelasan dan menyebabkan terjadinya *defect*.

3.2. Measure

Tahapan kedua dari metode six sigma adalah kegiatan mengukur (*measure*) dan berperan penting untuk peningkatan mutu atau kualitas karena kinerja perusahaan dapat diketahui dengan pengkalkulasian data yang menjadi sebagai elemen dalam mengerjakan analisis dan *improvement* dari permasalahan yang dihadapi. Berikut ini perhitungan yang dilakukan dalam tahap *measure*:

1. Mengkalkulasikan DPO (*Defect per Opportunity*) jumlah defect per minggu

$$DPO = \frac{\text{Total Defect}}{\text{Total Output} \times CTQ}$$

$$\text{Minggu ke-1 : DPO} = \frac{5300}{23890 \times 6} = 0.03698$$

$$\text{Minggu ke-2 : DPO} = \frac{5420}{23905 \times 6} = 0.03779$$

$$\text{Minggu ke-3 : DPO} = \frac{5328,50}{23885 \times 6} = 0.03718$$

$$\text{Minggu ke-4 : DPO} = \frac{5004}{23885 \times 6} = 0.03492$$

$$\text{Minggu ke-5 : DPO} = \frac{5005}{23860 \times 6} = 0.03496$$

$$\text{Minggu ke-6 : DPO} = \frac{4666,21}{23743 \times 6} = 0.03275$$

2. Mengkalkulasi DPMO (*Defect per Million Opportunities*)

$$DPMO = \frac{\text{Total Defect}}{\text{Total Output} \times CTQ} \times 1.000.000 \text{ [4]}$$

$$\text{Minggu ke-1 : DPMO} = \frac{5300}{23890 \times 6} \times 1000000 = 36975.02$$

$$\text{Minggu ke-2 : DPMO} = \frac{5420}{23905 \times 6} \times 1000000 = 37788.47$$

$$\text{Minggu ke-3 : DPMO} = \frac{5328,50}{23885 \times 6} \times 1000000 = 37181.63$$

$$\text{Minggu ke-4 : DPMO} = \frac{5004}{23885 \times 6} \times 1000000 = 34917.31$$

$$\text{Minggu ke-5 : DPMO} = \frac{5005}{23860 \times 6} \times 1000000 = 34960.88$$

$$\text{Minggu ke-6 : DPMO} = \frac{4666,21}{23743 \times 6} \times 1000000 = 32754.99$$

3. Menghitung persentase *yield*

Yield merupakan besarnya probabilitas produk yang tidak cacat pada proses yang diinspeksi

$$\text{Yield} = 100\% - \left[\frac{\text{Total Defect}}{\text{Total Output} \times CTQ} \times 100\% \right] \text{ [4]}$$

$$\text{Minggu ke-1 : Yield} = 100\% - \left[\frac{5300}{23890 \times 6} \times 100\% \right] = 100\% - 3.698\% = 96.302\%$$

$$\text{Minggu ke-2 : Yield} = 100\% - \left[\frac{5420}{23905 \times 6} \times 100\% \right] = 100\% - 3.779\% = 96.221\%$$

$$\text{Minggu ke-3 : Yield} = 100\% - \left[\frac{5328,50}{23885 \times 6} \times 100\% \right] = 100\% - 3.718\% = 96.282\%$$

$$\text{Minggu ke-4 : Yield} = 100\% - \left[\frac{5004}{23885 \times 6} \times 100\% \right] = 100\% - 3.492\% = 96.508\%$$

$$\text{Minggu ke-5 : Yield} = 100\% - \left[\frac{5005}{23860 \times 6} \times 100\% \right] = 100\% - 3.496\% = 96.504\%$$

$$\text{Minggu ke-6 : Yield} = 100\% - \left[\frac{4666,21}{23743 \times 6} \times 100\% \right] = 100\% - 3.275\% = 96.725\%$$

4. Mengkonversikan hasil perhitungan DPMO

Perhitungan konversi nilai *sigma* dari *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) menjadi nilai *sigma* dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel* dengan rumus perhitungan konversi *Defect Per Million Opportunities* (DPMO).

Rumus perhitungan tingkat sigmanya adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai Sigma (SQL)} = \text{NORMSINV}((1.000.000 - \text{DPMO}) / 1.000.000) + 1,5 \text{ [4]}$$

Untuk melihat hasil DPMO dan level Sigmanya dapat dilihat pada table 3 di bawah ini.

Tabel 3. Nilai Sigma

Minggu	Output (mm)	Jumlah Defect (Length of Defect / mm)	DPO	Yield	DPMO	Nilai Sigma
Ke-1	23,890	5,300	0.03698	96.302%	36975.02	3.29
Ke-2	23,905	5,420	0.03779	96.221%	37788.47	3.28
Ke-3	23,885	5,328.50	0.03718	96.282%	37181.63	3.28
Ke-4	23,885	5,004	0.03492	96.508%	34917.31	3.31
Ke-5	23,860	5,005	0.03496	96.504%	34960.88	3.31
Ke-6	23,743	4,666.21	0.03275	96.725%	32754.99	3.34
Rata-Rata					35763.05	3.30

Berdasarkan data dari Tabel 3 di atas, bagian produksi pengelasan PT XYZ memiliki nilai rata-rata Sigma (Sigma level) sebesar 3,30 dengan nilai rata-rata DPMO sebesar 35763,05.

3.3. Analyze

Pada tahapan ini menganalisis dan mengidentifikasi penyebab timbulnya permasalahan agar bisa mengambil langkah penanggulangan terhadap penyebab yang ada. Tools Six Sigma yang dipergunakan pada tahapan ini yaitu diagram Pareto dan Fishbone. Hasil akhir yang ingin dicapai dari tahapan ini adalah berupa pernyataan mengenai penyebab timbulnya *defect* dari *welding* yang dilakukan.

a. Analisis diagram pareto

Data yang diolah untuk mengetahui persentase *defect* berdasarkan jenisnya dikalkulasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Jenis Defect} = \frac{\text{Jumlah Defect Sejenis}}{\text{Jumlah Keseluruhan defect}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan rumus di atas didapatkan data sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4 sebagai berikut:

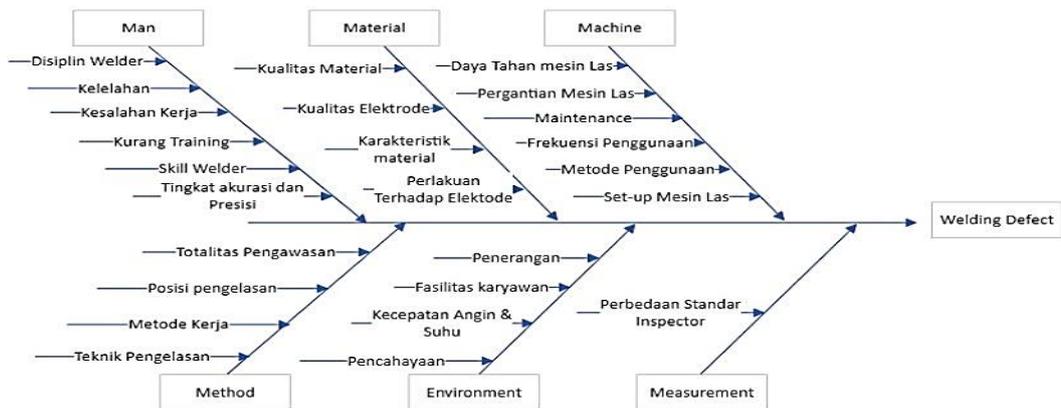
Tabel 4 Analisis *Depth Of Defect*

	Depth of Defect (mm)					
	0-15	16-30	31-40	41-50	51-70	71-80
Length of Defect (mm)	6822.5	4998.6	5475	6112	5024.6	2291.01
Total Length of Defect (mm)	30723.71	30723.71	30723.71	30723.71	30723.71	30723.71
Persentase	22%	16%	18%	20%	16%	7%

Berdasarkan tabel di atas didapatkan terjadinya penyebaran *length of defect* pada tingkat kedalaman dari ketebalan tubular dan masih sangat tinggi sehingga memerlukan perbaikan-perbaikan.

b. Analisis diagram sebab akibat

Diagram sebab akibat menunjukkan koneksi dari problem yang dihadapi dengan hal-hal yang menyebabkannya serta faktor-faktor pendorongnya. Adapun faktor-faktor yang mendorong dan menjadi penyebab terjadinya *welding defect* dapat digolongkan seperti pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Diagram sebab akibat *welding defect*

3.4. Improve

Proses selanjutnya yang dilakukan dalam menentukan suatu teknik perbaikan untuk tiap penyebab yang ada setelah diketahui. Hal yang dilakukan adalah diskusi dan *brainstorming* bersama tim supervisi yang terkait dengan proyek tersebut. Hal ini mempunyai tujuan untuk memperoleh solusi yang tepat dan dapat diterapkan pihak perusahaan untuk mengurangi persentase *welding defect*. Setelah itu usulan-usulan tersebut di implementasikan ke dalam metode 5W-1H, Cause-effect Diagram, dan FMEA. Tahapan dari proses-prosesnya antara lain adalah :

a. Penggunaan konsep 5W+1H

Konsep 5W-1H bertujuan untuk mendefinisikan defect-defect yang terjadi yang akan dicarikan usulan perbaikannya dan diaplikasikan pada tiap karakteristik defect. Tabel 5 berikut ini merupakan identifikasi penggunaan konsep 5W+1H.

Tabel 5. Analisis 5W+1H

Penyebab Cacat	5W-1H	Deskripsi
Manusia	What (Apa)	Operasi Welding
	Why (Kenapa)	Kurangnya penerapan hasil training dan kurang peduli terhadap prosedur
	Where (Dimana)	Workshop
	When (Kapan)	Shift Siang
	Who (Siapa)	Welder
	How (Bagaimana)	Kurang peduli dalam pembersihan slag selama pengelasan, kawat tidak panas
Mesin	What (Apa)	Welding Mesin
	Why (Kenapa)	Kondisi mesin tua dan kurang terawat
	Where (Dimana)	Workshop
	When (Kapan)	Shift Siang dan Shift Malam
	Who (Siapa)	Tenaga Mekanik
	How (Bagaimana)	Kurangnya perawatan preventif (preventive maintenance) dan kurangnya tenaga Maintenance
Lingkungan	What (Apa)	Operasi Welding
	Why (Kenapa)	Penerangan tidak cukup dan banyak angin
	Where (Dimana)	Workshop
	When (Kapan)	Shift Siang dan Shift Malam
	Who (Siapa)	Foreman/Supervisor/Tim QC
	How (Bagaimana)	Jumlah lampu kurang, tidak ada proteksi angin (windshield)

b. Rekomendasi Perbaikan

Adapun rekomendasi pada bagian pemeliharaan mesin adalah sebagai berikut:

- 1) Rekomendasi pada bagian pemeliharaan mesin
 - Melakukan perawatan berkala terhadap mesin dan perbaikan mesin yang rusak secara terus menerus dan efektif
 - Pengaturan mesin dilakukan secara berkala sesuai dengan SOP dan secara kontinyu melakukan pemeriksaan terhadap mesin
 - Penambahan jumlah tenaga *maintenance*
 - Melakukan kalibrasi mesin secara berkala
 - Melakukan kontrol dan pengawasan terhadap mesin yang dioperasikan oleh *welder*
- 2) Rekomendasi pada bagian material
 - *Welding Consumable* seperti elektode/kawat las harus di tempatkan di gudang khusus kawat las dan terpisah dari gudang material lainnya
 - Melakukan prosedur yang sesuai terhadap *welding consumable* dengan rekomendasi pabrik atau pembuat.
 - Pemberian kode warna pada material sebagai identifikasi status dari material tersebut, misalnya pemberian warna yang telah ditentukan pada material yang sudah di inspeksi.
- 3) Rekomendasi pada Personel Pengelasan
 - Disiplin pada saat sebelum pengelasan, selama pengelasan berlangsung dan setelah pengelasan (*Before, during and after welding*).
 - Mengikuti pelatihan *welding* dengan baik dan mengaplikasikan ilmu yang didapat pada saat *welding* proses.
 - Peduli dan mematuhi *welding* Prosedur standar yang berlaku
 - Melakukan koordinasi yang baik dengan tim QC
 - Mengikuti dan mematuhi Instruksi Kerja dari proses *welding* yang berlaku
 - Melakukan pembersihan dari setiap layer (lapisan) las selama *welding* untuk mencegah terperangkapnya slag dalam lapisan las yang bisa menimbulkan *welding defect*.
 - Fokus pada saat melakukan *Welding* dan menjaga stamina dan kesehatan dengan memakai APD yang telah disediakan
- 4) Rekomendasi pada Metode
 - Melakukan pengawasan dari pengimplementasian prosedur atau metode secara langsung oleh tim supervisi
 - Mengimplementasikan dan menerapkan hasil training dengan baik dan benar
 - Pekerja harus lebih memahami dari metode dan prosedur yang telah ditentukan
- 5) Rekomendasi pada Lingkungan
 - Penggunaan dan pemakaian dari fasilitas kerja yang diberikan kepada *Welder* harus digunakan sebaik mungkin

- Penambahan *lighting* atau penerangan untuk memperjelas jarak pandang welder dengan benda yang akan diwelding, terutama untuk shift malam ataupun welder yang melakukan kerja *overtime*
 - Penyesuaian yard layout dengan kebutuhan kerja dan proyek
 - Penyediaan kipas angin atau exhaust fan untuk menstabilkan suhu di lokasi pekerjaan dan juga sebagai upaya mengurangi asap ataupun debu di lokasi tersebut
- 6) Rekomendasi pada Pengukuran
Supaya menerapkan sistem *quality planning* dimana setiap QC dan Tim Pengawas memahami *acceptance criteria* dalam *welding process* dan menerapkannya dengan menginformasikan kepada tim produksi.

3.5. Control

Kontrol atau pengendalian merupakan tahapan terakhir dari analisis metode Six Sigma dengan melakukan penekanan dalam mendokumentasikan dan menyebarluaskan dari *corrective action* yang sudah dilakukan, adapun hal-hal tersebut yaitu sebagai berikut:

- 1) Melaksanakan training-training secara berkala pada staff supervisi (foreman dan supervisor) serta welder dengan pelajaran yang disesuaikan dengan tingkat pemahaman dan tingkat jabatan personel.
- 2) Melaksanakan internal supervisi dari departemen produksi kepada pekerjanya dan juga pengawasan oleh departemen QC/QA dengan bekerjasama dengan departemen produksi dalam melakukan audit-audit secara berkala terhadap produksi.
- 3) Memperketat pengawasan dan pengamatan terhadap hasil dari welding inspeksi oleh dengan inspeksi visual dan Ultrasonic Test (UT) dan juga menganalisa penyebab welding defect tersebut.
- 4) Membuat *weekly* dan *Monthly report* kepada top management akan kinerja di bidang *welding production* supaya menjadi acua Perusahaan dalam melakukan *corrective action* yang harus dilakukan
- 5) Melakukan short daily meeting dengan staff supervisi (Foreman atau supervisor), weekly meeting, dan monthly meeting sebagai upaya menyerap informasi untuk pengendalian akan permasalahan yang dihadapi.
- 6) Memberikan program bonus/rewards bagi pekerja yang berprestasi dan memberikan warning bagi pekerja dengan kinerja yang rendah sebagai bentuk motivasi agar pekerja beraktivitas dengan lebih baik lagi.

4. KESIMPULAN

Metode Six Sigma yang diterapkan di PT XYZ diketahui memiliki *defect rate* sebesar 21% dan memiliki nilai rata-rata Sigma (Sigma level) sebesar 3,30. Sedangkan nilai DPMO (*Defect per Million Opportunities*) sebesar 35763,05. Nilai ini cukup tinggi sehingga diberikan rekomendasi-rekomendasi perbaikan, hasil analisis, dan langkah-langkah tindakan perbaikan yang harus dilakukan untuk mengurangi tingkat *welding repair rate*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ait-El-Cadi, A. Gharbi, K. Dhouib, and A. Artiba, "Integrated production, maintenance and quality control policy for unreliable manufacturing systems under dynamic inspection," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 236, no. February, p. 108140, 2021, doi: 10.1016/j.ijpe.2021.108140.
- [2] E. Prihastono and H. Amirudin, "Pengendalian Kualitas Sewing di PT. Bina Busana Internusa III Semarang," *J. Ilm. Din. Tek.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–15, 2017.
- [3] D. A. Kifta, "Welding Defect Rate Analysis And Its Rectification Using Six Sigma Method Dan Fmea At Pt Xyz," *Ina. Pap.*, no. September, pp. 1–11, 2018, doi: 10.31227/osf.io/8m9r2.
- [4] V. Gaspersz, *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001: 2000, MBNQA, dan HACCP*. 2002.
- [5] A. Pugna, R. Negrea, and S. Miclea, "Using Six Sigma Methodology to Improve the Assembly Process in an Automotive Company," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 221, pp. 308–316, 2016, doi: 10.1016/j.sbspro.2016.05.120.
- [6] M. Bhargava and S. Gaur, "Process Improvement Using Six-Sigma (DMAIC Process) in Bearing Manufacturing Industry: A Case Study," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1017, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1017/1/012034.
- [7] A. K. Akmal, R. Irawan, K. Hadi, H. T. Irawan, I. Pamungkas, and K. Kasmawati, "Pengendalian Kualitas Produk Paving Block untuk Meminimalkan Cacat Menggunakan Six Sigma pada UD. Meurah Mulia," *J. Optim.*, vol. 7, no. 2, p. 236, 2021, doi: 10.35308/jopt.v7i2.4435.
- [8] D. Agustiandi, S. Madelan, and A. B. Saluy, "Quality Control Analysis Using Six Sigma Method to Reduce Post Pin Isolator Riject in Natural Drying Pt Xyz," *Int. J. Innov. Sci. Res. Technol.*, vol. 6,

- no. 1, pp. 1417–1426, ISSN 2456-2165, 2021.
- [9] S. Dheyaa and T. Mahmood, “The Effect Of Applying The Six-Sigma Approach On The Costs Of Activities Of The General Company For Textile And Leather Industries,” *J. Posit. Behav. Interv.*, vol. 6, no. 5, pp. 3971–3990, 2022.
- [10] T. U. Hasanah, T. Wulansari, T. Putra, and M. Fauzi, “Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Takt Time dan FMEA untuk Mengidentifikasi Waste pada Proses Produksi Steril PT.XYZ,” *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 07, p. 89, 2020, doi: 10.25124/jrsi.v7i2.435.