E-ISSN : 2614-8382
Jurnal Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri)
Vol. 5 No. 1 (2022)

ANALISIS *WELDING DEFECT RATE* DAN PENANGANANNYA DENGAN METODE SIX SIGMA DAN FMEA (STUDI KASUS: PT. MEINDO ELANG INDAH, MUARA JAWA, KUTAI KARTANEGARA, KALTIM)

Fajar Kurniadi[1)], Fourry Handoko[2)], Thomas Priyasmanu[3)]
[1,3)] Program Studi Teknik Industri S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
[2)] Program Studi Teknik Industri S-2, Program Pascasarjana, Institut Teknologi Nasional Malang
Email : fajarkurniadi19@gmail.com

Abstrak, PT Meindo Elang Indah adalah salah satu kontraktor EPCI (Engineering, Procurement, Construction, Instalation) untuk industri petrokimia, energi, hulu minyak dan gas. Proses pengelasan merupakan salah satu proses atau tugas yang paling kritis dalam pelaksanaan proyek oil & Gas industri. Dalam pengerjaannya peneliti banyak menemukan pengelasan yang defect. Hal ini memotivasi penulis untuk melakukan penelitian mengenai kinerja kualitas pengelasan di Perusahaan tersebut, terutama pada bagian fabrikasi. Adapun alternatif penyelesaian masalah mengenai kualitas pengelasan dapat dilakukan dengan analisis metode Six Sigma. Berdasarkan hasil survei ditemukan *Welding Defect Rate* yang terjadi selama bulan Agustus hingga Oktober 2020 yaitu rata-rata sebesar 7.58%, nilai tersebut jauh dari target *welding defect* yang sudah ditentukan yaitu sebesar 1%, sehingga perlu dilakukan tindakan perbaikan. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah: Upaya dalam memberikan rekomendasi perbaikan dalam menurunkan tingkat *defect rate* proses pengelasan yang tinggi dalam rangka mencapai *on time delivery* pada perusahaan PT. Meindo Elang Indah. Penelitian ini dilakukan dengan cara observasi, wawancara dan dokumentasi untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Analisis data dilakukan dengan menghitung persentase jumlah defect setiap bulannya selama tiga bulan, setelah mendapatkan hasil persentase dilakukan perhitungan DPMO dan nilai level Sigma yang diperoleh. Setelah mendapatkan nilai sigma dilakukan analisis diagram pareto dan diagram sebab-akibat untuk mengetahui karakteristik defect apa saja yang paling banyak diidentifikasi. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa diperoleh Sigma level yang dicapai rata-rata sebesar 3.67 level sigma, hasil dari diagram pareto ditemukan bahwa karakteristik *defect Undercut* dan Porosity merupakan jenis defect yang paling banyak terjadi yaitu sebesar 27%, mengikuti Incomplete Penetran 19%, Slag Inclusion 17%, Incomplete Fusion 10%. Pada analisis FMEA didapat bahwa faktor Manusia dan Metode merupakan faktor yang paling berdampak pada defect rate pengelasan, yaitu dengan RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 252 & 315.

Kata Kunci : *Welding Defect Rate*, DPMO, *Sigma Level*

PENDAHULUAN

Dengan adanya penurunan secara alamiah produksi di tiap lapangan migas dan belum ditemukannya lapangan-lapangan baru yang memiliki cadangan besar, target produksi migas nasional satu juta barel minyak dan 12 miliar meter kubik gas per hari pada 2030 memerlukan kerja keras dan mendapat perhatian (kebijakan) khusus. Menghadapi target produksi migas nasional yang sungguh bukan hal yang mudah ini membuat persaingan didalamnya semakin kompetitif. Sehingga perusahaan-perusahaan yang bergerak didalam industri tersebut berusaha untuk memenangkan persaingan dengan cara meningkatkan kualitas produk guna mencapai kepuasan pelanggan. Selain itu, untuk mendapatkan market share yang besar di industri oil & gas, perusahan mulai memperbaiki dan meningkatkan kualitas jasa yang ditawarkan kepada pelanggan.

PT Meindo Elang Indah adalah salah satu kontraktor EPCI (Engineering, Procurement, Construction, Instalation) terkemuka di Indonesia, memberikan solusi yang terintegrasi penuh dengan layanan engineering, pengadaan, konstruksi dan instalasi untuk industri petrokimia, energi dan hulu minyak dan gas. Sistem Manajemen Meindo telah diaudit dan disertifikasi oleh Bureau Veritas Certification untuk memenuhi persyaratan standar sistem manajemen ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 dan OHSAS 18001:2007 untuk bidang desain, teknik, pengadaan, konstruksi, manufaktur, instalasi, commissioning dan pengelolaan proyek-proyek pabrik minyak, gas dan

petrokimia darat dan lepas pantai, dengan pekerjaan perakitan, peralatan proses, perpipaan, mekanik, elektrikal dan instrumentasi. Dalam rangka memenuhi kebutuhan pelanggan, perusahaan melakukan kegiatan operasional dengan sistem perjanjian atau kontrak proyek konstruksi dengan pelanggan. Berdasarkan data deadline proyek, proses pengelasan merupakan proses paling inti dan penting di proyek, merupakan salah satu proses atau tugas yang paling kritis dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Dalam pelaksanaan pekerjaan pengelasan peneliti banyak menemukan banyaknya terjadi *defect* pengelasan yang melebihi batas toleransi yang ditentukan client yaitu sebesar 1%. Berikut data pengelasan pada bulan Agustus – Oktober 2020:

Tabel 1 Welding Defect Rate pada bulan Agustus – Oktober 2020

Bulan	***Weld Defect***		**Persentase (%)**
	Jumlah Film	**Jumlah *Defect***	
Agustus	228	16	7.02
September	220	19	8.64
November	240	17	7.08
Jumlah	**688**	**52**	

Hal ini memotivasi penulis untuk melakukan penelitian mengenai kinerja kualitas pengelasan di PT Meindo Elang Indah, terutama pada bagian pengelasan. Adapun alternatif penyelesaian masalah mengenai kualitas pengelasan yang juga mempengaruhi kualitas produk dapat dilakukan dengan analisis *defect* pengelasan dengan menggunakan metode *Six Sigma*.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah upaya dalam memberikan rekomendasi perbaikan dalam menurunkan tingkat *defect rate* proses pengelasan yang tinggi dalam rangka mencapai *on time delivery* pada perusahaan PT. Meindo Elang Indah.

METODE

Penelitian skripsi ini dilakukan mulai dari awal bulan Oktober sampai akhir bulan Desember 2021, atau kurang lebih 12 Minggu (3 bulan), dengan tempat penelitian dimana peneliti pernah bekerja dan menemukan permasalahan yang akan dibahas yaitu di PT Meindo Elang Indah.

Sumber Data

1. Jenis Data
   Jenis Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang merupakan data sebelumnya yang sudah ada di PT Meindo yang menjadi tempat penelitian. Data yang diperoleh berupa data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif yaitu data yang berupa angka-angka mengenai output jumlah pengelasan yang dilakukan uji radiografi dan data pengelasan yang mengalami *defect*. Data kualitatif yaitu data yang berupa informasi mengenai jenis cacat las, penyebab terjadinya cacat las, proses las yang digunakan dan bahan baku yang digunakan.
2. Sumber Data
   Sumber data secara keseluruhan diperoleh dari institusi yang menjadi tempat penelitian. Data yang bersifat kuantitatif diperoleh dari dokumen/arsip bagian *quality control*. Data yang bersifat kualitatif diperoleh dari wawancara dan pengamatan secara langsung di perusahaan.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung pada perusahaan yang diteliti. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Wawancara
   Merupakan cara memperoleh data atau informasi dengan mengajukan pertanyaan secara langsung kepada orang yang mengetahui tentang objek yang diteliti. Dalam hal ini manajemen dan karyawan PT Meindo Elang Indah mencatat data jenis produk cacat dan penyebabnya, proses produksi dan bahan baku yang digunakan.
2. Pengamatan
   Pengamatan atau verifikasi langsung di lokasi penelitian PT Meindo Elang Indah dengan mengamati sistem atau cara kerja perusahaan, pengamatan proses produksi dari awal sampai akhir dan inspeksi produk akhir.
3. Dokumentasi
   Yaitu dengan mempelajari dokumen perusahaan berupa laporan kegiatan produksi, laporan jumlah las yang diperiksa dengan metode sinar-X dan jumlah las yang cacat, rencana kerja dan dokumen lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

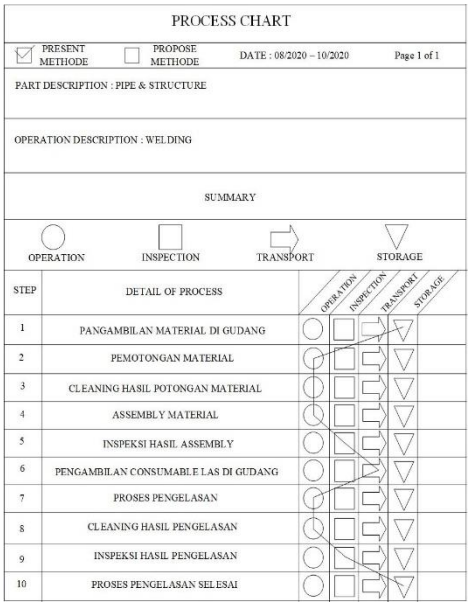
Pengumpulan Data

Data-data informasi dari tinjauan ini diperoleh dari persepsi langsung di lokasi penelitian saat peneliti bekerja di perusahaan tersebut dan hasil dari wawancara dengan QC dan Welder di perusahaan. Informasi yang didapat pada tahap pengolahan data juga akan ditangani dengan menggunakan pedoman Six Sigma. Informasi yang diperlukan adalah informasi yang mengambil ketidaksempurnaan pengelasan dan pemeriksaan penyebab *defect* yang berbeda.

Pengolahan Data

Define

Pada tahap ini, sangat terlihat bahwa jumlah normal *defect* pengelasan yang ditentukan dari jumlah film radiografi yang ditemukan pada bulan Agustus-Oktober 2020 lebih dari target *welding repair rate* yaitu 1%, data ini diambil dari rumus jumlah *defect* per jumlah out film radiografi. Sebelum melakukan perbaikan pada suatu proses maka terlebih dahulu kita harus mengerti bagaimana proses itu sebenarnya berjalan. *Process mapping* atau peta proses memberikan gambaran bagaimana langkah-langkah proses pengelasan dilakukan dan ketergantungannya pada proses-proses sebelumnya dan pengaruhnya pada proses-proses setelahnya. Pada *Flow Process Chart* ini dijelaskan secara lengkap alur proses mulai dari pemotongan material mentah sampai pada QC WI (*Welding Inspector*).


PROCESS CHART

PRESENT METHODE ☑ PROPOSE METHODE ☐ DATE : 08/2020 – 10/2020 Page 1 of 1

PART DESCRIPTION : PIPE & STRUCTURE

OPERATION DESCRIPTION : WELDING

SUMMARY

OPERATION INSPECTION TRANSPORT STORAGE

STEP	DETAIL OF PROCESS
1	PANGAMBILAN MATERIAL DI GUDANG
2	PEMOTONGAN MATERIAL
3	CLEANING HASIL POTONGAN MATERIAL
4	ASSEMBLY MATERIAL
5	INSPEKSI HASIL ASSEMBLY
6	PENGAMBILAN CONSUMABLE LAS DI GUDANG
7	PROSES PENGELASAN
8	CLEANING HASIL PENGELASAN
9	INSPEKSI HASIL PENGELASAN
10	PROSES PENGELASAN SELESAI

Gambar 1 *Flow Process Chart* Pengelasan

a. Penentuan CTQ (*Critical to Quality*)
   Pada tahap ini menentukan *Critical to Quality* (CTQ) untuk mengetahui apa saja yang menjadi karakteristik *welding repair rate*. Berdasarkan tabel 1 diperoleh karakteristik *welding repair rate* adalah:
   1. Porosity (P)
      Defect yang timbul akibat terperangkapnya gas di area pengelasan yang melebihi syarat batas.
   2. Undercut (U)
      Defect yang timbul akibat geometri sambungan las yang tidak baik (tidak sempurna).
   3. Slag Inclusion (SI)
      Munculnya rongga memanjang pada hasil pengelasan (weldment) yang mengandung slag (benda asing).
   4. Incomplete Penetration (IP)
      Sebuah defect pengelasan yang terjadi pada daerah root atau akar las, sebuah pengelasan dikatakan IP jika pengelasan pada daerah roor tidak tembus.
   5. Incomplete Fusion (IF)
      Sebuah hasil pengelasan yang tidak dikehendaki karena ketidaksempurnaan proses penyambungan antara logam las dan logam induk.

   Setelah mengetahui jenis *defect* pengelasan dan apa yang *client* butuhkan untuk kualitas pengelasan perusahaan, serta dari informasi *Voice of Client* yang diperoleh, dengan demikian, CTQ (*Critical to Quality*) perusahaan adalah variabel yang mempengaruhi kepuasan kebutuhan client adalah pengelasan yang terhindar dari *weld defect*. Selanjutnya CTQ akan menjadi komponen dalam melacak ukuran DPMO dan dari informasi di atas diketahui bahwa jumlah CTQ adalah 5.

Measure

a. Perhitungan DPMO

Tabel 2 Data Jumlah Output dan defect

Bulan	Jumlah Output (Film Radiografi)	Jumlah *defect* (Film Radiografi)
Agustus	228	16
September	220	19
Oktober	240	17

$$\text{DPMO} = \frac{Total\ defect}{jumlah\ output \times CTQ} \times 1.000.000$$

$$\text{Agustus} = \frac{16}{228 \times 5} \times 1.000.000 = 14.035$$

$$\text{September} = \frac{19}{220 \times 5} \times 1.000.000 = 17.273$$

$$\text{Oktober} = \frac{17}{240 \times 5} \times 1.000.000 = 14.167$$

Maka dapat diketahui sigma level sebagai berikut :

Tabel 3 Data Nilai DPMO dan Sigma Level

Bulan	Jumlah Output	Total *defect*	DPMO	Sigma Level
Agustus	228	16	14035	3.70
September	220	19	17273	3.61
Oktober	240	17	14167	3.69
Total	688	52	45475	
Rata-rata	229	16.7	15158.33	3.67

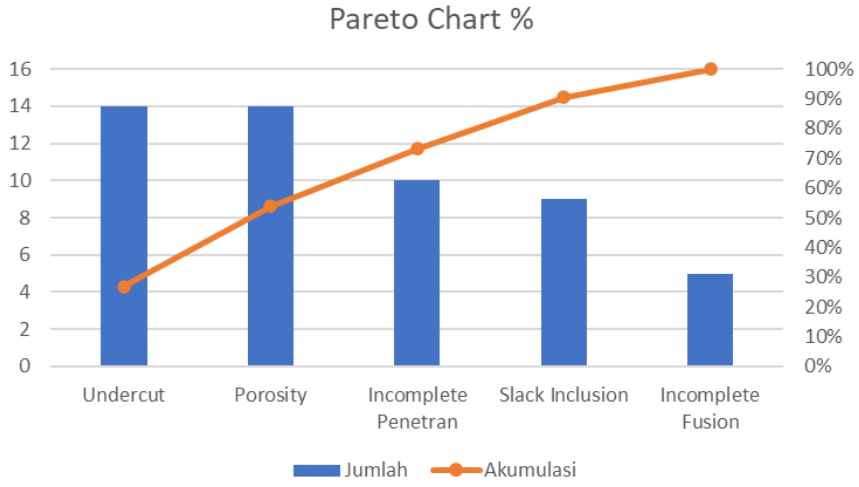
Berdasarkan tabel 3 untuk mengetahui *level sigma* dari nilai DPMO kita bisa menggunakan 2 (dua) cara yaitu dengan tabel *sigma* level motorola dengan cara mengambil nilai DPMO yang paling mendekati dari hasil yang kita dapat lalu diambil nilai sigmanya (lihat Lampiran Tabel Level Sigma Motorola), yang kedua menggunakan kalkulator *six sigma* dapat ditemui melalui browser atau aplikasi, hanya dengan memasukkan nilai DPMO yang kita dapat maka hasil *level sigma* akan muncul.

Analysis

a. Diagram Pareto

Tabel 4 Klasifikasi *Defect* untuk Analisa Diagram Pareto

No	Atribut *defect*	Jumlah *defect*	Proporsi *defect*	(%)	Akumulasi (%)
1	Undercut	14	0.269	27	27
2	Porosity	14	0.269	27	54
3	Incomplete Penetran	10	0.192	19	73
4	Slag Inclusion	9	0.173	17	90
5	Incomplete fusion	5	0.096	10	100
	Total	**52**	**1.000**	**100**	



Gambar 2 Diagram Pareto

Dari gambar 2, Diagram Pareto *Weld Defect* dapat diketahui persentase *undercut* sebesar 27%, *Porosity* 27%, *Incomplete Penetran* 19%, *Slag Inclusion* 17%, *Incomplete Fusion* 10%. Jadi berdasarkan diagram pareto permasalahan yang harus ditangani terlebih dahulu adalah jenis *defect undercut* dan *Porosity* yang mempunyai persentase *defect* terbesar yaitu sebesar 27% dari keseluruhan *defect*, kemudian disusul dengan *defect Incomplete Penetran*, *Slag Inclusion* dan *Incomplete Fusion*.

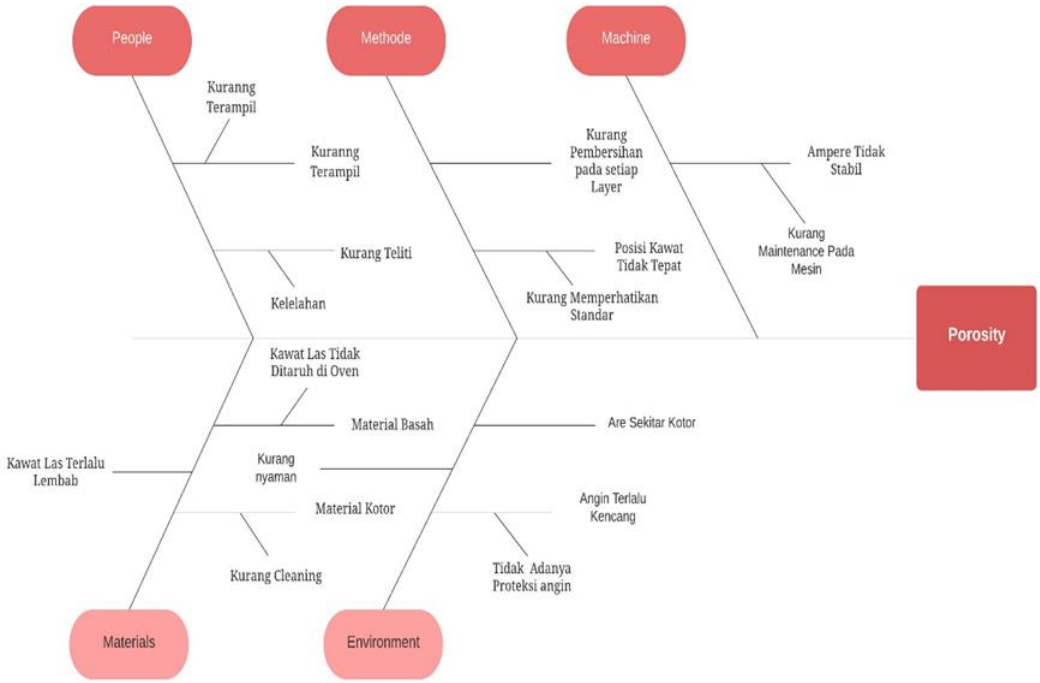
b. Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat memperlihatkan hubungan antara permasalahan yang dihadapi dengan kemungkinan penyebabnya serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi dan menjadi penyebab kerusakan hasil las secara umum dapat digolongkan sebagai berikut:

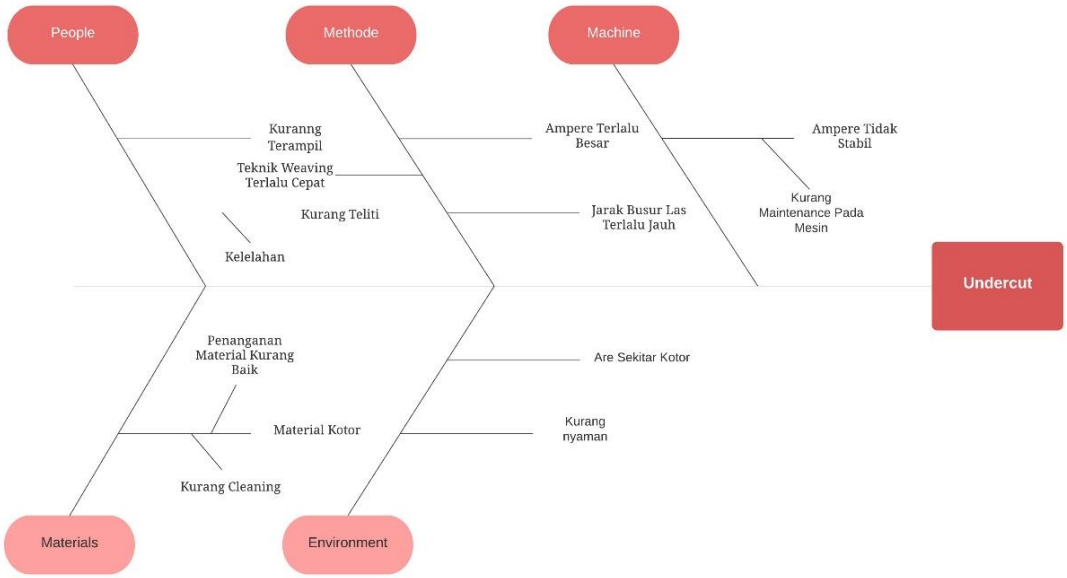
a. Manusia
b. Mesin

c. Metode
d. Material
e. Lingkungan

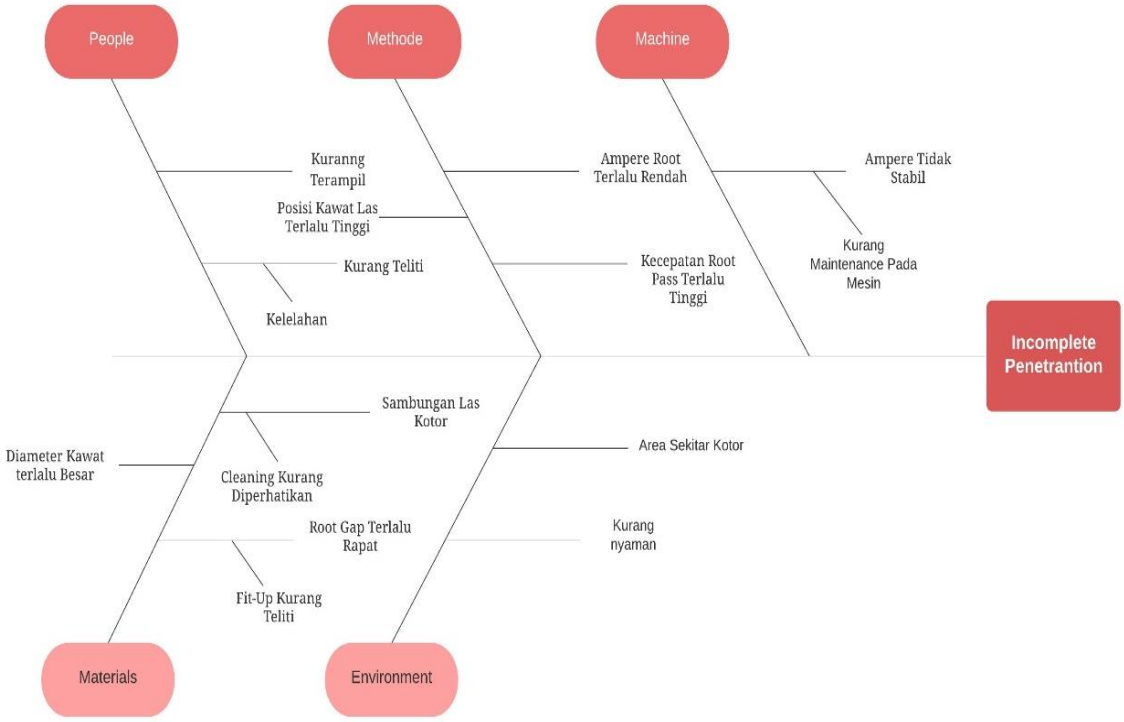
Setelah mengetahui sifat cacat las yang terjadi, PT Meindo Elang Indah perlu melakukan tindakan perbaikan untuk mencegah terjadinya cacat serupa. Hal terpenting yang perlu dilakukan dan dilacak adalah menemukan akar penyebab cacat las. Oleh karena itu, bisa juga dikenal sebagai diagram kausal atau diagram tulang ikan. Berkaitan dengan analisis defect pengelasan secara statistik, diagram sebab-akibat digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan adanya masalah kualitas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat cause-effect diagram berikut:



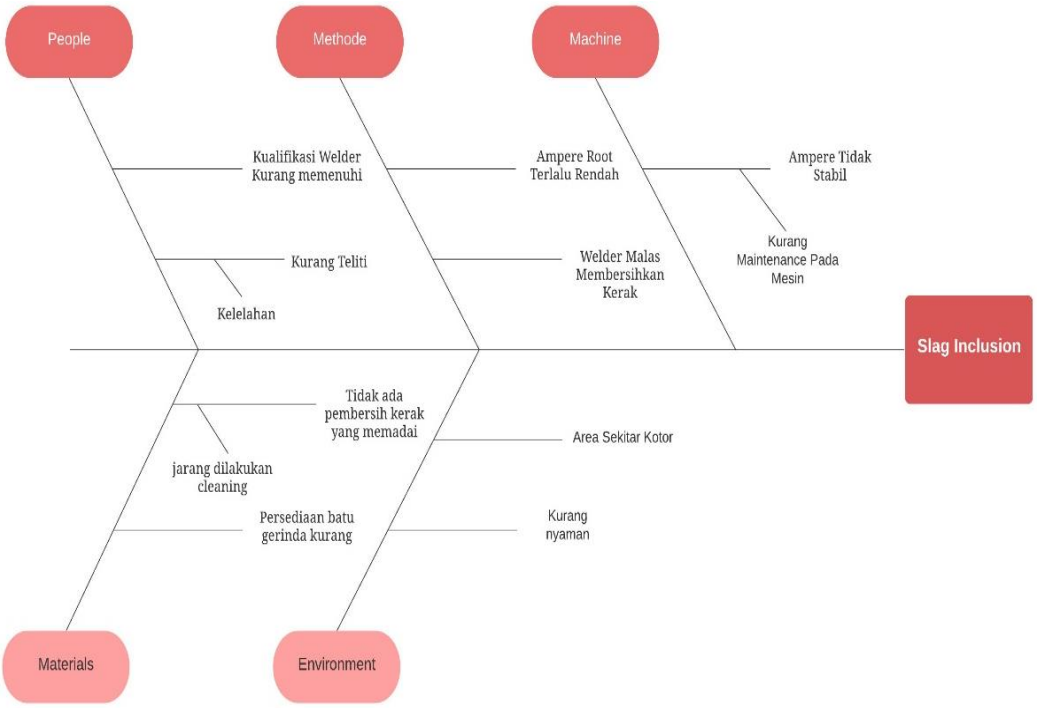
Gambar 3 *Cause and Effect Diagram Porosity*



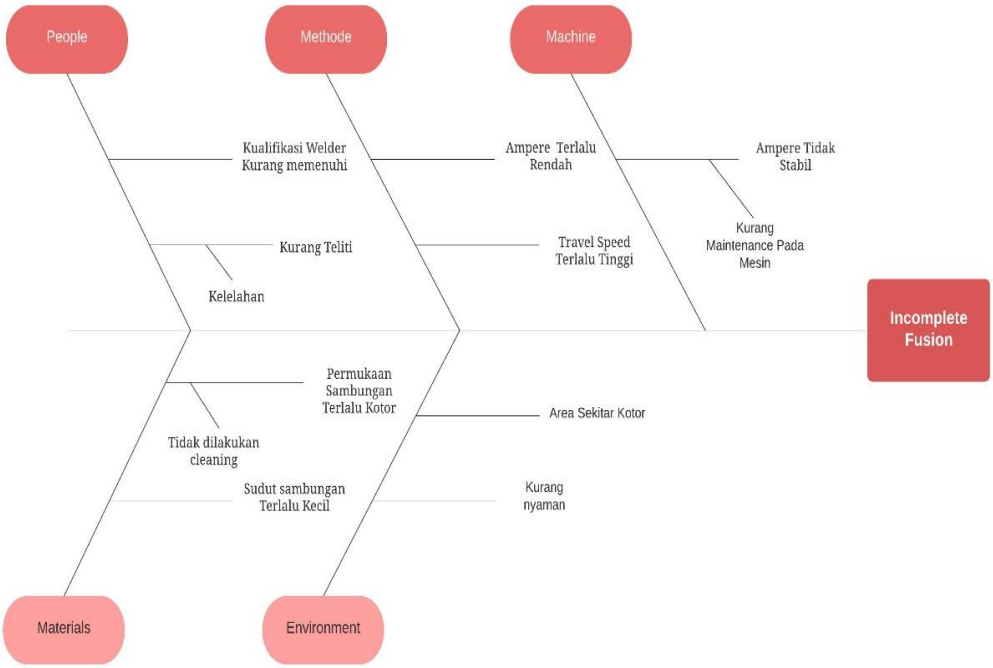
Gambar 4 *Cause and Effect Diagram Undercut*



Gambar 5 *Cause and Effect Diagram Incomplete Penetran*



Gambar 6 *Cause and Effect Diagram Slag Inclusion*



Gambar 7 *Cause and Effect Diagram Incomplete Fusion*

Diagram sebab dan akibat yang ditunjukkan pada Gambar 3 sampai 7 menunjukkan bahwa penyebab potensial dari cacat las termasuk juru las, metode kerja, dan lingkungan kerja.

Improve

Setelah mengetahui akar penyebab tingginya kecacatan las, maka langkah selanjutnya adalah menentukan suatu usulan perbaikan untuk tiap penyebab yang ada. Penentuan usulan perbaikan dilakukan dengan melakukan brainstorming bersama foreman, supervisor dan welding manager. Brainstorming tersebut bertujuan untuk mendapatkan usulan perbaikan yang tepat dan dapat diterapkan oleh perusahaan sehingga dapat mengurangi prosentase cacat pada proses pengelasan. Dari akar-akar penyebab tersebut kemudian dimasukkan ke dalam rumusan perbaikan Cause-effect Diagram, dan FMEA.

1. Penggunaan Metode FMEA
   Analisis FMEA adalah analisis yang digunakan untuk menentukan atau untuk mengamati apakah tindakan kesalahan dapat dianalisis atau diukur. Ini memungkinkan Anda untuk memprediksi, mengurangi, atau menghindari tingkat kesalahan dan memprediksi kerusakan atau efek buruk yang ditimbulkannya. Sebagai faktor keluaran. Pada kenyataannya terdapat persamaan antara metode FMEA dengan analisis grafik sebelumnya, seperti bobot atau nilai yang dikenal sebagai masalah, dan yang dikenal sebagai bobot prioritas masalah. Pada FMEA, tindakan korektif adalah, dimulai dengan nilai prioritas tertinggi dan diikuti oleh masalah dengan nilai prioritas terendah. FMEA oleh Arini T. Soemohadwidjojo (Arini T. S, 2017: 50) memberikan tiga faktor penilaian risiko: Dampak (Tingkat keparahan/kerumitan permasalahan) atau disebut *Severity*, Probabilitas (Kemungkinan frekuensi terjadinya masalah) atau disebut *Occurance*, dan Detektabilitas (kemungkinan deteksi kegagalan berdasarkan efektivitas metode pengendalian eksisting) atau disebut *Detection*. Ketiga faktor penilaian risiko ini kemudian membentuk angka prioritas risiko atau risk priority number (RPN) yang diperoleh dengan mengalikan nilai keparahan, kejadian, dan perkembangan. secara bersamaan atau jika diformulasikan akan menjadi S x O x D = RPN. Semakin tinggi nilai RPN maka semakin tinggi maka semakin besar resiko kegagalan, dan semakin mempengaruhi kualitas produk atau proses, sehingga penanganan atau perbaikan harus segera dilakukan. Di bawah

ini adalah rincian dari masing-masing faktor penilaian risiko yang membentuk RPN:

1) *Severity* (S)
   Menunjukkan seberapa parah suatu masalah dan seberapa besar masalah itu mempengaruhi kualitas produk atau proses. Hal ini ditandai dengan nilai 1 sampai 10, dimana nilai 1 adalah yang paling ringan atau kecil tingkat keparahannya, sedangkan nilai 10 adalah yang paling tinggi atau paling berat keparahannya.
2) *Occurrence* (O)
   Menunjukkan seberapa sering masalah itu terjadi atau akan terjadi dalam satu waktu proses produksi. Hal ini ditandai dengan nilai 1 sampai 10. Dimana nilai 1 adalah yang paling jarang terjadi dan nilai 10 adalah yang paling sering terjadi.
3) *Detection* (D)
   Menunjukkan seberapa mudah suatu persoalan/masalah dideteksi atau diketahui dalam suatu proses produksi. Hal ini ditandai dengan nilai 1 sampai 10, dimana nilai 1 adalah yang paling mudah dideteksi atau diketahui dan nilai 10 adalah permasalahan yang paling sulit untuk dideteksi atau diprediksi sebelumnya.

Berikut ini adalah analisis FMEA yang dilakukan PT. Meindo Elang Indah dalam mencari solusi terhadap permasalahan tingkat cacatnya:

Tabel 5 Analisis FMEA Pada Faktor Manusia

I	**Manusia**	
	Mode Kegagalan	1. Pekerja tidak terampil
		2. Pekerja tidak berkualifikasi
		3. Pekerja malas
		4. Pekerja kurang tanggung jawab
	Akibat kegagalan	1. Hasil pengelasan tidak bagus
		2. Timbulnya banyak *defect* terutama *slag inclusion*
	Nilai *severity*	9
	Penyebab	*Skill* pekerjaan di bawah standar
	Nilai *Occurance*	7
	Pengawasan	*Foreman* dan *Welding Inspector*
	Nilai *Detection*	4
	Nilai RPN	9 x 7 x 4 = 252
I	**Manusia**	
	Tindakan korektif mitigasi	1. Pekerja yang malas diberikan surat peringatan/*warning letter* 2. Pekerja yang tidak terampil diberikan tambahan training
	Penanggungjawab	*Foreman* dan *Welding Inspector*

Tabel 6 Analisis FMEA Pada Faktor Mesin

II	**Mesin**	
	Mode Kegagalan	1.Pekerja tidak terampil 2.Mesin kurang maintenance
	Akibat kegagalan	1.Hasil pengelasan tidak bagus 2.Timbulnya banyak *defect*
	Nilai *severity*	6
	Penyebab	Mesin tidak stabil
	Nilai *Occurance*	5
	Pengawasan	Mekanik *Electric*
	Nilai *Detection*	3
	Nilai RPN	6 x 5 x 3 = 90
	Tindakan korektif mitigasi	1. Sebelum pekerjaan dimulai, dilakukan pengecekan kelayakan mesin oleh mekanik 2. Rutin dilakukannya maintenance terhadap mesin 3. Mengganti mesin yang rusak atau sudah terlalu tua pemakaian dengan yang baru
	Penanggungjawab	*Welding Inspector* dan HSE

Tabel 7 Analisis FMEA Pada Faktor Metode

III	**Metode**	
	Mode Kegagalan	1. Kurang melakukan pembersihan pada setiap layer 2. Travel speed terlalu tinggi 3. Posisi kawat las terlalu tinggi 4. Ampere terlalu besar
	Akibat kegagalan	Banyak *defect* pengelasan berupa *slag inclusion, undercut*
	Nilai *severity*	9
	Penyebab	Skill *welder* rendah, *welder* malas melakukan pembersihan kerak
	Nilai *Occurance*	7
	Pengawasan	*Welding Inspector*
	Nilai *Detection*	5
	Nilai RPN	9 x 7 x 5 = 315
	Tindakan korektif mitigasi	1. *Welder* yang malas membersihkan kerak diberi peringatan atau arahan 2. *Welder* yang kurang berskill diberi pelatihan tambahan

III	**Metode**	
	Penanggungjawab	*Foreman* dan *Welding Inspector*

Tabel 8 Analisis FMEA Pada Faktor Material

IV	**Material**	
	Mode Kegagalan	1. Root gap terlalu rapat 2. Sambungan las kotor atau berkarat 3. Kawat las lembab
	Akibat kegagalan	Banyak *defect* berupa *incomplete penetran, porosity*
	Nilai *severity*	6
	Penyebab	1. *Cleaning material* kurang diperhatikan 2. *Fit up* kurang teliti 3. Kawat las tidak ditaruh di oven
	Nilai *Occurance*	4
	Pengawasan	*Foreman* dan *Storeman*
	Nilai *Detection*	5
	Nilai RPN	6 x 4 x 5 = 120
	Tindakan korektif mitigasi	1. Sebelum di *fit-up* fitter memastikan bibir sambungan las dalam keadaan bersih dan bebas karat 2. Foreman selalu mengingatkan kepada fitter-fitter untuk selalu teliti dalam melakukan *fit-up* 3. Melakukan *treatment* pada kawat las sesuai rekomendasi QC
	Penanggungjawab	*Foreman* dan *Welding Inspector*

Tabel 9 Analisis FMEA Pada Faktor Lingkungan

V	**Lingkungan**	
	Mode Kegagalan	1. Cuaca ekstrim untuk pengelasan 2. Angin terlalu kencang 3. Lingkungan sekitar pengelasan terlalu kotor atau tidak nyaman
	Akibat kegagalan	Banyak *defect* pengelasan berupa *porosity* dan *incomplete fusion*
	Nilai *severity*	6
	Penyebab	Pengaruh cuaca terhadap pengelasan sangat besar
	Nilai *Occurance*	5
	Pengawasan	*Foreman* dan *Welding Inspector*
	Nilai *Detection*	5
	Nilai RPN	6 x 5 x 5 = 150
	Tindakan korektif mitigasi	1. Sebelum di *fit-up* fitter memastikan bibir sambungan las dalam keadaan bersih dan bebas karat 2. Foreman selalu mengingatkan kepada fitter-fitter untuk selalu teliti dalam melakukan *fit-up* 3. Melakukan *treatment* pada kawat las sesuai rekomendasi QC
	Penanggungjawab	*Foreman* dan *Welding Inspector*

Control

Ini adalah tahap pemeriksaan akhir dari proyek Six Sigma dan menguraikan dokumentasi dan penyebaran yang dilakukan, termasuk:

a. Mengadakan kursus pelatihan secara berkala bagi juru las dengan tingkat pemahaman dan materi yang disesuaikan dengan tingkat masing-masing.
b. Sebagai produsen eksternal, kami akan menerapkan pengendalian internal baik oleh departemen produksi maupun departemen QC dan QA. Ini juga dapat berupa audit reguler oleh sisi QA produksi.
c. Hasil pemeriksaan las dimonitor secara terus-menerus dengan visual dan radiografi. Mengklasifikasikan jenis kesalahan dan memantau kemunculannya.
d. Menyiapkan laporan bulanan kepada manajemen puncak atas kinerja departemen produksi pengelasan sehingga perusahaan dapat memperhatikan tindakan korektif yang diperlukan.
e. Menerapkan program penghargaan dan hukuman. Dalam program ini, karyawan yang berkinerja tinggi menerima kompensasi dan karyawan yang berkinerja rendah menerima peringatan atau alert untuk memotivasi mereka untuk meningkatkan kinerjanya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil dalam penelitian adalah memberikan rekomendasi perbaikan dalam menurunkan tingkat *defect* pengelasan yaitu Improvement difokuskan pada CTQ (*Critiqal to Quality*) *Porosity dan Undercut* yang memiliki persentase sebesar 27%.
2. Faktor metode yang diperoleh dari analisis FMEA, mempengaruhi terjadinya *defect* dengan RPN (*Risk Priority Number*) sebesar

315, maka direkomendasikan perlu dilakukan penekanan tindakan mitigasi terhadap faktor metode sehingga *output* yang dihasilkan menjadi lebih baik.

3. Faktor Manusia, juga sangat mempengaruhi terjadinya defect dengan RPN (Risk Priority Number) sebesar 252, maka perlu juga dilakukan penekanan tindakan mitigasi terhadap faktor manusia.

Saran

Dari pembahasan dan kesimpulan penelitian, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. PT. Meindo sebaiknya menggunakan metode six sigma agar dapat mengurangi tingkat defect pada pengelasan secara terus-menerus setiap bulannya, hingga mencapai level Sigma yang terbaik.
2. Pengukuran ulang nilai sigma sebaiknya dilakukan secara rutin pada setiap bulannya untuk perbaikan kualitas secara terus menerus.
3. Untuk mempermudah perusahaan dalam melakukan tindakan perbaikan sebaiknya penekanan tindakan perbaikan difokuskan pada hasil pareto yang tinggi terlebih dahulu.
4. Fishbone diagram sebaiknya difokuskan pada CTQ dengan hasil pareto yang tinggi agar perusahaan bisa berfokus pada CTQ yang paling mempengaruhi banyaknya Defect.
5. Sebaiknya penelitian seperti ini menggunakan data yang lebih up to date lagi.

DAFTAR PUSTAKA

Alfian H, Sri W. 2018. *Analisis Pengendalian Kualitas Proses Pengelasan (Welding) Dengan Pendekatan Six Sigma Pada Proyek PT. XYZ.* Journal Wacana Ekonomi, 17 (02): 066-078.

Arini S, T. 2017. *Six Sigma, Metode Pengukuran Kinerja Perusahaan Berbasis Statistik.* Raih Asa Sukses, Jakarta.

Haizer, J., & Render, B. 2015. *Manajemen Operasi*. Salemba Empat, Jakarta Selatan.

Ibrahim, Djauhar A, Annita K. 2020. *Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Dengan Tahapan DMAIC Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Pada Produk Vibrating Roller Compactor Di PT. Sakai Indonesia*. Jurnal KALIBRASI, 03 (01): 18-36.

Indi F, D. 2019. *Perbaikan Kualitas Kue Kering Untuk Mengurangi Defect Dengan Metode Six Sigma Di Home Industry Idola Rasa*. Tidak Dipublikasikan. Prodi Teknik Industri S1, Institut Teknologi Nasional Malang.

Rohimudin, Gerry A.D, Supriyadi. 2016. *Analisis Defect Pada Hasil Pengelasan Plate Konstruksi Baja Dengan Metode Six Sigma*. Journal INTECH, 02 (01): 01-10.