

ANALISA TINGKAT CACAT PADA PROSES PENGELASAN DENGAN METODE SIX SIGMA DAN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)

Hery Irwan¹⁾, Vera Methalina Afma²⁾, Gilang Ramadhan³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan, Batu Aji,
Batam, Indonesia

Corresponding Author: vera.afma@gmail.com

ABSTRAK

Pengelasan merupakan proses penting dalam industri perkapalan yang mempengaruhi kekuatan dan keselamatan struktur kapal. Pada PT. BVS, proses pengelasan *Flux Cored Arc Welding* (FCAW) masih menghasilkan tingkat cacat (*defect rate*) yang tinggi, khususnya jenis cacat *porosity*, *slag inclusion*, *undercut*, *root concavity*, dan *lack of fusion*. Berdasarkan data Januari–Mei 2025, tingkat reject mencapai 56%, jauh melebihi standar perusahaan sebesar 10%. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan penyebab cacat pengelasan FCAW, serta memberikan usulan perbaikan menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Hasil analisis menunjukkan tiga penyebab dengan nilai RPN tertinggi berasal dari faktor manusia, metode, dan mesin. Usulan perbaikan meliputi pelatihan operator, penyusunan *Standard Operating Procedure* (SOP) pengelasan, pengecekan kondisi peralatan secara berkala, serta penyesuaian parameter pengelasan. Implementasi usulan perbaikan ini diharapkan dapat menurunkan *defect rate*, meningkatkan kualitas hasil pengelasan, serta mengurangi biaya rework dan keterlambatan produksi. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi perusahaan dalam meningkatkan mutu pengelasan dan menjadi acuan untuk pengendalian kualitas di industri perkapalan.

Kata kunci: FCAW Kecacatan, FMEA, 6-Sigma

ABSTRACT

Welding is an important process in the shipbuilding industry that affects the strength and safety of ship structures. At PT BVS, the Flux Cored Arc Welding (FCAW) process still produces a high defect rate, particularly types of defects such as porosity, slag inclusion, undercut, root concavity, and lack of fusion. Based on data from January to May 2025, the reject rate reached 56%, far exceeding the company's standard of 10%. This study aims to identify the types and causes of defects in FCAW welding, as well as provide improvement proposals using the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) method. The analysis show that the three causes with the highest RPN values come from human factors, methods, and machines. Improvement proposals include operator training, preparation of welding Standard Operating Procedures (SOP), regular equipment condition checks, and adjustment of welding parameters. The implementation of these improvement proposals is expected to reduce the defect rate, improve the quality of welding results, and minimize rework costs and production delays. This study provides practical contributions for companies in enhancing welding quality and serves as a reference for quality control in the shipbuilding industry.

Keywords: FCAW Defects, FMEA, 6-Sigma

1. PENDAHULUAN

Industri perkapalan merupakan salah satu sektor manufaktur yang sangat bergantung pada teknik pengelasan dalam proses produksinya. Pengelasan tidak hanya berperan dalam penyambungan material, tetapi juga menjadi faktor utama dalam menentukan kekuatan struktural kapal. Kualitas pengelasan yang buruk dapat menyebabkan berbagai masalah struktural seperti retak, deformasi, bahkan kegagalan total pada struktur kapal, yang dapat berakibat fatal terhadap keselamatan pelayaran. Oleh karena itu, pemilihan parameter pengelasan yang tepat sangat penting untuk memastikan kualitas, efisiensi, dan ketahanan dari hasil pengelasan.

PT. BVS merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di industri pembangunan kapal dan peralatan lepas pantai. Dalam proses pembuatan kapal, berbagai metode pengelasan digunakan untuk menyambungkan berbagai komponen struktural. Salah satu metode yang paling umum digunakan dalam industri perkapalan adalah *Flux Cored Arc Welding* (FCAW). FCAW merupakan proses pengelasan yang menggunakan elektroda berbentuk kawat berinti fluks yang dapat menghasilkan sambungan las yang kuat dengan penetrasi yang baik.

Berdasarkan data reject dari bulan Januari – Mei 2025 didapatkan total panel reject 44 unit atau 31% dari hasil produksi. Hal ini menyebabkan proses welding pada 1 panel memakan waktu 8 jam, dikarenakan proses rework 1 panel membutuhkan waktu pengerjaan selama 15 jam. Satu panel memiliki panjang las lasan 100 m. Suatu panel dikatakan cacat jika melebihi *reject acceptance* yang sudah ditentukan oleh perusahaan yaitu 0,1% dari panjang las-lasan. Data cacat dari bulan Januari – Mei dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Cacat Pada Januari - Mei 2025

No	Bulan	Output	Jumlah defect	Proporsi
1	Januari	28	8	29%
2	Februari	28	10	36%
3	Maret	28	9	32%
4	April	28	7	25%
5	Mei	28	10	36%
Total		140	44	31%

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat jumlah cacat yang terjadi adalah 44 unit. Deskripsi tentang jenis cacat yang terjadi dapat dilihat pada tabel sebagai berikut

Tabel 2. Detail Jumlah dan Jenis Cacat

No	Jenis Defect	Jumlah Defect	Total defect	Persentase
1	<i>Porosity</i>	22	78	28%
2	<i>Slag Inclusion</i>	9	78	12%
3	<i>Undercut</i>	6	78	8%
4	<i>Root concavity</i>	4	78	5%
5	<i>Lack of Fusion</i>	3	78	4%
Total		44	78	177%

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kualitas

Pengertian kualitas menurut Warman (2017) kualitas sebagai “derajat di mana seperangkat karakteristik melekat memenuhi persyaratan”. Definisi ini menunjukkan bahwa kualitas terkait dengan bagaimana karakteristik produk atau jasa sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan.

Adapun tujuan dari pengendalian kualitas adalah (Tannady, 2020):

- Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar mutu yang telah ditetapkan
- Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin
- Mengusahakan agar biaya design dari produk dan proses dengan menggunakan mutu produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin
- mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin

2.2. Pengelasan

Pengelasan merupakan suatu proses penyambungan dua atau lebih material

dengan cara melelehkan sebagian bahan dasar dengan atau tanpa bahan tambah untuk menciptakan sambungan yang permanen (Saputra, 2021). Proses ini dilakukan dengan menerapkan panas atau tekanan sehingga material dapat menyatu dan membentuk ikatan yang kuat. Menurut Prasmono (2020), pengelasan adalah metode manufaktur yang berperan penting dalam berbagai industri, termasuk industri kapal, otomotif, dan konstruksi baja.

2.3. Flux-Cored Arc Welding (FCAW)

Flux-Cored Arc Welding (FCAW) merupakan salah satu metode pengelasan yang banyak digunakan dalam industri manufaktur, terutama untuk pengerjaan struktur baja dan pembuatan kapal. Metode ini menggunakan kawat las berinti fluks sebagai bahan tambah, yang dapat menghasilkan gas pelindung sendiri atau menggunakan gas eksternal untuk mencegah kontaminasi udara selama proses pengelasan (Harjono, 2024).

FCAW pertama kali dikembangkan sebagai alternatif dari *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam proses penyambungan logam (Kim & Lee, 2022). Dalam praktiknya, proses FCAW memiliki kesamaan dengan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW), terutama dalam penggunaan kawat elektroda kontinu, namun berbeda dalam mekanisme perlindungan lasnya.

2.4. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui atau mengamati apakah suatu tingkat kegagalan dapat dianalisis atau diukur sehingga dapat diantisipasi dan diminimalisasi baik tingkat kegagalannya ataupun efek negatifnya yang berdampak pada faktor-faktor lain ataupun pada output proses. Suatu proses yang spesial/khusus dan yang rentan terhadap kegagalan dan mempengaruhi mutu produk,

perlu untuk dievaluasi atau dianalisis dengan menggunakan metode ini. Metode ini juga memberikan tingkatan resiko pada aktivitas-aktivitas ataupun sub-proses atau elemen proses.

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode Six Sigma FMEA pada produksi pengelasan (*welding*) di PT. BVS sebagai metode dan *tools* untuk menganalisis cacat las pada proses produksi pengelasan

Six Sigma merupakan salah satu alat yang berfungsi untuk menjaga, memperbaiki dan mempertahankan kualitas produk guna mencapai peningkatan kualitas menuju *zero defect*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengolahan Data

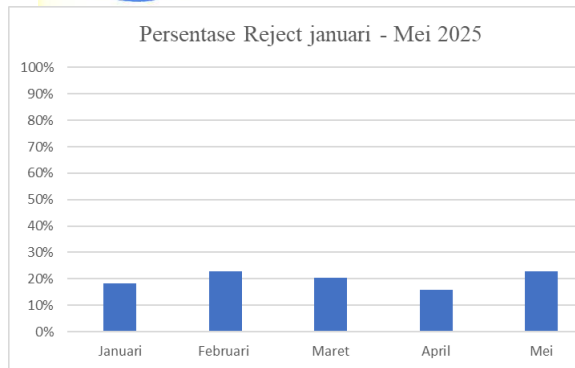
Dalam penelitian ini pengumpulan data cacat yang terjadi menggunakan metode six sigma melalui lima tahap analisis DMAIC

1. *Define* (Menentukan)

Pada tahap *define* terdapat rata-rata jumlah cacat yang dihitung dari hasil pengecekan QC pada bulan Januari – Mei 2025 yaitu sebesar 56%. Didapatkan dari rumus jumlah defect per jumlah sampling pengecekan QC.

$$\% \text{ defect} = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{jumlah sampling QC (Output)}} (1)$$

Berdasarkan rumus 1 dapat dihitung persentase cacat welding FCAW bulan Januari – Mei 2025 seperti pada Tabel 3.



Gambar 1. Persentase Cacat pada bulan Januari - Mei 2025

Berdasarkan Gambar 1 didapatkan rata – rata cacat pada enam bulan terakhir yaitu 20% melebihi standar perusahaan yang hanya 10%.

2. Proses *mapping* dengan konsep SIPOC

Proses *mapping* atau peta proses memberikan gambaran bagaimana langkah – dalam proses pengelasan dilakukan kemudian kegiatan – kegiatan lain yang memengaruhi hasilnya. Pada diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) ini dijelaskan secara lengkap alur proses mulai dari pemasok (*supplier*) sampai pada pelanggan (*customer*). Diagram SIPOC untuk kegiatan proses pengelasan FCAW dapat dilihat pada table sebagai berikut :

Tabel 3. Diagram SIPOC Proses Pengelasan

Supplier	Input	Proses	Output	Customer
PT Sumber teknik	Kawat las	Proses pengelasan	Hasil pengelasan (Panel)	Owner kapal
	Material			

3. Penentuan CTQ (*Critical to Quality*)

Kepuasan pelanggan dapat dipenuhi jika semua kriteria yang diinginkan oleh pelanggan dapat dicapai. Six sigma menegaskan bahwa keinginan pelanggan harus dipenuhi dengan cara mengukur dan menyempurnakan proses dan produk, dan karakteristik CTQ (*Critical to Quality*)

dengan menetapkan ukuran untuk mengurangi defect yang mempengaruhi mutu produk dan mengurangi kepuasan pelanggan.

Setelah diketahui jenis-jenis cacat pengelasan ini dan apa yang menjadi keinginan pelanggan terhadap mutu pengelasan perusahaan, serta dari data *Voice of Customer* yang didapat, maka perusahaan menyimpulkan untuk dapat meminimalisasikan *weld defect* (cacat las) dalam setiap produksi pengelasannya, karena dengan berkurangnya cacat las dalam produk pengelasan maka kualitas produk PT. BVS di mata pelanggan akan meningkat. Oleh sebab itu yang menjadi CTQ (*Critical to Quality*) perusahaan, yaitu faktor yang mempengaruhi terpenuhinya kebutuhan pelanggan adalah pengelasan yang bebas dari *weld defects*. CTQ selanjutnya akan menjadi elemen dalam mencari besarnya DPMO dan dari data di atas diketahui jumlah CTQ adalah 5.

4. *Critical to Process* (CTP)

Pada bagian ini akan ditentukan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi timbulnya atau meningkatnya jumlah pengelasan yang cacat sehingga dapat dengan segera dilakukan tindakan perbaikan terhadap faktor-faktor tersebut. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi proses minimalisasi *weld defect*, atau disebut juga sebagai *Critical to Process* (CTP) yaitu hal-hal yang mempengaruhi *Critical to Quality* (CTQ). Faktor-faktor yang memungkinkan atau mempengaruhi timbulnya defect pengelasan atau CTQ adalah:

a) Tenaga Kerja

Kemampuan dari tenaga kerja, juru las, dalam proses produksi pengelasan di PT. BVS, merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas produk yang diproduksi oleh perusahaan. Hal ini membutuhkan ketekunan dan ketelitian yang lebih dalam proses pengelasan. Pelatihan dan pengujian juru las secara terus-menerus perlu

dilakukan untuk meningkatkan ketrampilan dan keahlian juru las.

b) Mesin

Mesin las merupakan salah satu faktor penting dalam proses pengelasan. Mesin-mesin las ini harus selalu dalam kondisi yang prima agar proses pengelasan dapat berjalan dengan baik. Pengetahuan tentang penggunaan mesin dengan baik oleh para pekerja (juru las) juga merupakan hal yang penting.

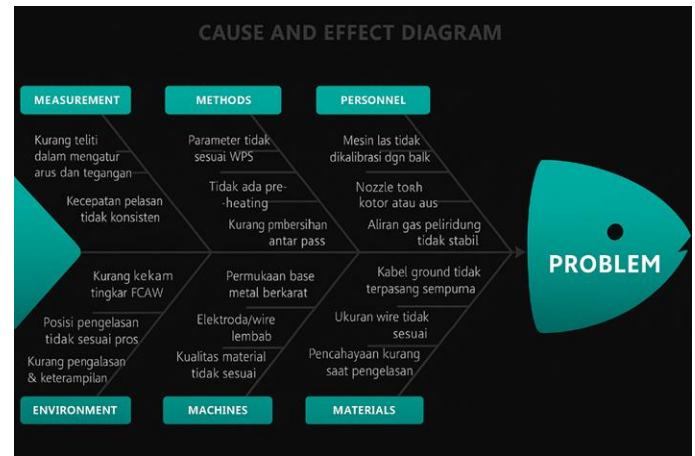
c) Supplier

Supplier bahan baku dan kawat las juga memegang peranan yang penting dalam proses pengelasan. Perlakuan khusus untuk beberapa kawat las sesuai dengan yang disyaratkan oleh produsen kawat las, harus dilakukan, yaitu seperti perlakuan *re-baking* dan menjaga agar kawat las tetap panas. Kesalahan dalam penanganan bahan baku dan kawat las akan mempengaruhi kualitas dari hasil pengelasan dan menyebabkan terjadinya defect.

d) Tools

Peralatan kerja (*tools*) seperti mesin gerinda, *jig chisel*, *wire brush*, *chipping hammer*, merupakan alat-alat yang diperlukan dalam pengelasan terutama dalam usaha 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.

Maka keempat faktor tersebut dapat dikatakan sebagai *Critical to Process* (CTP) terhadap proses pengelasan, dimana cacat las dalam setiap produksi pengelasan bergantung pada keempat faktor tersebut dan akan mempengaruhi kepuasan pelanggan. Selain itu faktor – faktor yang mempengaruhi hasil las-lasan dapat dilihat pada diagram *fishbone* di Gambar 2.



Gambar 1. Diagram *Fishbone*

3. Measure (mengukur)

Pada Tabel 4 merupakan perhitungan proporsi cacat dalam tiap bulan inspeksinya.

Tabel 4. Proporsi Cacat Januari - Mei 2025

No	Bulan	Output	Jumlah defect	Proporsi
1	Januari	28	8	29%
2	Februari	28	10	36%
3	Maret	28	9	32%
4	April	28	7	25%
5	Mei	28	10	36%
Total		140	44	31%

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa total jumlah cacat selama bulan Januari – Mei adalah sebanyak 44. Di bawah ini adalah tabel rekapitulasi cacat berdasarkan jenisnya.

Tabel 5. Tabel Rekapitulasi Cacat Januari - Mei 2025

No	Jenis Defect	Jumlah Defect	Total defect	Persentase
1	<i>Porosity</i>	22	78	28%
2	<i>Slag Inclusion</i>	9	78	12%
3	<i>Undercut</i>	6	78	8%
4	<i>Root concavity</i>	4	78	5%
5	<i>Lack of Fusion</i>	3	78	4%
Total		44	78	177%

Dari data rekapitulasi di atas didapat bahwa jenis defect porosity menjadi defect yang paling banyak ditemukan dalam inspeksi pengelasan. Kemudian dilakukan



perhitungan DPMO dengan table six sigma. Hasil perhitungan dapat dilihat pada table sebagai berikut

Tabel 5. Perhitungan Nilai 6-Sigma Januari - Mei 2025

Bulan	Output	Jumlah defect	DPU	Yield	DPMO	N
Januari	28	8	0,05714	71%	57142,85714	
februari	28	10	0,07143	64%	71428,57	
maret	28	9	0,06429	68%	64285,71	
april	28	7	0,05	75%	50000,00	
mei	28	10	0,07143	64%	71428,57	
rata-rata					62857,14286	

4. Analyze (Menganalisis)

Pada tahap ini menggunakan metode FMEA untuk mengetahui apakah penyebab tingginya cacat. Berikut ini adalah analisis FMEA yang dilakukan PT. BVS dalam mencari solusi terhadap permasalahan rata-rata cacatnya.

Tabel 6. FMEA

No	Faktor	Mode kegagalan	akibat kegagalan	Sebelum perbaikan			Tindakan korektif
				Severity	Occurrence	Detection	
1	Mesin	Pekerja banyak yang baru Kualifikasi tidak sesuai dengan keterampilan diperlukan	hasil pengelasan tidak bagus tingginya porosity	8	6	5	240 tes praktik sebelum penempatan karyawan baru memilih karyawan yang sudah berpengalaman
2	Mesin dan alat	Mesin sering mati tidak Mekanis modifikasi lama	Mesin kurang perawatan terdapat banyak defect	7	5	4	140 Jadwal Maintenance mesin Calibrasi mesin setiap sebelum digunakan
3	Mesin Kerja	pengaturan parameter las sangat salah Kurang pelindung angin menyebabkan kontaminasi udara	Banyak defect pengelasan banyak porosity	8	6	6	288 Ceklist parameter sesuai spesifikasi las dan posisi las
4	Bahan Pengisi Las	Kawat FCAW lembab atau terkontaminasi	banyaknya reject porosity	8	6	5	240 Material disimpan dalam kondisi kering dan tertutup
5	Lingkungan	Cuaca yang ekstrim untuk pengelasan (banyak hujan, angin, dan sebaliknya)	Banyak defect pengelasan banyak porosity	7	6	5	210 Menggunakan workshop tertutup atau kanopi sehingga pengaruh lingkungan terbuang

5. Improve (Perbaikan)

Tahap perbaikan fokus pada tindakan nyata yang diusulkan untuk mengurangi tingkat cacat pengelasan yaitu:

- 1) Peningkatan Kualitas Operator
 - a. Melakukan proses rekrutmen tenaga las yang kompeten.
 - b. Menyelenggarakan tes kompetensi pengelasan secara berkala.
 - c. Memberikan pelatihan (training) untuk meningkatkan keterampilan pengelasan sesuai standar AWS/ASME.
- 2) Standarisasi Proses Pengelasan
 - a. Menyusun dan menerapkan Standard Operating Procedure (SOP) pengelasan.
 - b. Menentukan parameter las (arus, tegangan, kecepatan) sesuai standar kualitas.

Sigma Teknika, Vol. 8 No.2: 288-297
November 2025
E-ISSN 2599-0616
P-ISSN 2614-5979

- 3) Perawatan Mesin dan Peralatan
 - a. Melakukan preventive maintenance terhadap mesin las.
 - b. Mengecek dan mengganti contact tip atau nozzle secara berkala.
 - c. Melakukan kalibrasi mesin secara rutin.
- 4) Pengendalian Material
 - a. Menyediakan gudang khusus untuk penyimpanan kawat las agar terhindar dari kelembaban.
 - b. Membersihkan permukaan material sebelum proses pengelasan.

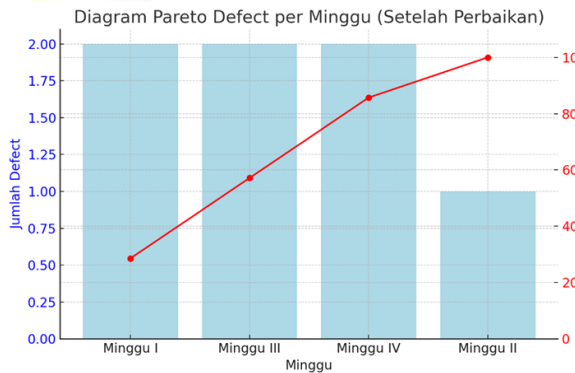
6. Control (Pengendalian)

Tahap *control* bertujuan untuk memastikan bahwa perbaikan yang dilakukan pada tahap *improve* dapat dipertahankan secara konsisten. Setelah implementasi usulan perbaikan (rekrutmen tenaga las, pelatihan, penyusunan SOP, perawatan mesin, dan pengendalian material), dilakukan evaluasi *defect rate* pada periode Juni 2025 pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-Rata Cacat Setelah Perbaikan

Jenis Cacat	Jumlah Kasus	Persentase (%)
Porosity	2	29%
Slag Inclusion	2	29%
Undercut	1	14%
Root Concavity	1	14%
Lack of Fusion	1	14%
Total	7	100%

Dibandingkan dengan kondisi sebelum perbaikan (Januari–Mei 2025) dengan total rata-rata cacat 56%, setelah perbaikan cacat turun menjadi 5%, jauh melewati standar perusahaan sebesar 10%, dapat dilihat pada diagram sebagai berikut



Gambar 2. Diagram Pareto Setelah perbaikan

Daro Diagram Pareto dapat dilihat Minggu I, Minggu III, dan Minggu IV masing-masing menghasilkan 2 jenis cacat. Minggu II hanya menghasilkan 1 jenis cacat dengan total 7 unit dari total output 140 unit, atau sekitar 5%, yang menunjukkan penurunan signifikan dibandingkan kondisi sebelum perbaikan (56%).

4.2 Hasil Setelah Perbaikan

4.2.1 Perbaikan Six Sigma

Untuk nilai Six Sigma setelah perbaikan dapat dilihat dari Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Six Sigma Setelah Perbaikan

Minggu ke	Output	Jumlah defect	DPU	Yield	DPMO	Nilai sigma
Minggu I	35	2	0,01429	99%	14285,71429	3.70
Minggu II	35	1	0,00714	99%	7142,86	3.95
Minggu III	35	2	0,01429	99%	14285,71	3.70
Minggu IV	35	2	0,01429	99%	14285,71	3.70
rata-rata					12500	3.74

Berdasarkan Tabel 8 didapatkan peningkatan nilai six sigma dari 3,036 menjadi 3.74. Peningkatan nilai six sigma membuktikan bahwa proses perbaikan yang dilakukan dapat meningkatkan hasil produksi dengan sangat baik dengan *yield* sekitar 98,75% jauh lebih mendekati standar kualitas tinggi.

4.2.2 Perbandingan FMEA

Setelah dilakukan perbaikan kemudian dilakukan perhitungan kembali menggunakan FMEA yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut

Tabel 9. Perbandingan FMEA sebelum dan setelah perbaikan

No	Faktor	Mode kegagalan	akibat kegagalan	Sebelum perbaikan			Setelah perbaikan			Tindakan korektif	Sebelum perbaikan			Setelah perbaikan			RPN
				Severity	Occurance	Detection	Severity	Occurance	Detection		Severity	Occurance	Detection	Severity	Occurance	Detection	
1	Manusia	Pekerja banyak yang baru Kualifikasi tidak sesuai dengan keterampilan dilapangan	hasil pengelasan tidak bagus tingginya porositi	8	6	5	7	5	4	tes praktek sebelum penerimaan karyawan baru	3	3	5	4	3	3	45
2	Mesin dan alat	Mesin sering mati hidup Mesin model lama pengaturan parameter las yang salah	Mesin kurang perawatan timbulnya banyak defect	7	5	4	7	5	4	memilih karyawan yang sudah berpengalaman	4	3	3	3	3	3	36
3	Metode Kerja	Kurang pelindung angin menyebabkan kontaminasi udara.	Banyak defect pengelasan berupa porositi	8	6	6	8	6	6	Jadwal Maintenance mesin Calibrasi mesin setiap sebelum digunakan	3	3	4	2	3	3	36
4	Bahan Pengisi Las	Kawat FCA W lembab atau terkontaminasi	Banyak defect pengelasan berupa porositi	7	6	6	7	6	6	Gurukan parameter sesuai spesifikasi kawat dan posisi las	4	3	5	4	3	5	60
5	Lingkungan	Cuaca yang ekstrim untuk pengelasan (banyak hujan, angin, dan sebagainya)	banyaknya reject porositi Banyak defect pengelasan berupa porositi	8	6	5	8	6	5	Material disimpan dalam kondisi kering dan tertutup	3	3	5	2	2	5	45
										Menggunakan workshop tertutup atau kanopi sehingga mengurangi lingkungan luar terbuka	2	2	5				20



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisis pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, maka didapat Kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PT. BVS dari bulan Januari – Mei 2025 didapatkan lima jenis cacat terbesar yaitu *porosity*, *slag inclusion*, *undercut*, *root concavity*, dan *lack of Fusion*. Pada enam bulan terakhir didapatkan jumlah reject sebanyak 44 dari 140 unit panel yang dihasilkan
2. Setelah dilakukan pengolahan data menggunakan metode six sigma dan FMEA didapatkan beberapa penyebab tingginya cacat yang terjadi adalah sebagai berikut :
 - a. Banyaknya pekerja baru yang tidak memiliki keterampilan yang memadai
 - b. Kendala pada mesin yang sering mati dan *maintenance* mesin yang jarang dilakukan
 - c. Pengaturan parameter las yang tidak sesuai dengan WI serta kurangnya pelindung angin menyebabkan kontaminasi udara
 - d. Penggunaan material yang lembab atau telah terkontaminasi
 - e. Cuaca yang ekstrim dan berubah – ubah.
3. Cara untuk mengurangi penyebab defect pada proses pengelasan FCAW di PT. BVS, yaitu:
 - a. Peningkatan kompetensi operator melalui proses rekrutmen tenaga las yang lebih selektif, pelaksanaan tes kompetensi pengelasan, serta pelatihan rutin sesuai standar AWS/ASME.
 - b. Standarisasi proses pengelasan dengan penyusunan dan penerapan Standard Operating Procedure (SOP) yang

memuat parameter las (arus, tegangan, kecepatan) agar lebih konsisten.

- c. Perawatan mesin dan peralatan dengan melakukan preventive maintenance, pengecekan contact tip/nozzle, serta kalibrasi mesin las secara berkala.
- d. Pengendalian material dengan menyediakan gudang khusus penyimpanan kawat las agar terhindar dari kelembaban dan membersihkan material sebelum pengelasan.
- e. Monitoring kualitas hasil las menggunakan control chart serta audit internal secara berkala untuk menjaga agar defect rate tetap berada di bawah standar perusahaan.

Upaya perbaikan tersebut terbukti mampu menurunkan tingkat cacat dari kondisi awal 56% menjadi rata-rata 5% setelah perbaikan, sehingga sudah berada di bawah batas standar perusahaan sebesar 10%.

5.2. Saran

Berikut adalah beberapa saran yang dapat dibuat dari penelitian ini yang mungkin bermanfaat bagi perusahaan:

1. Perlunya pelatihan atau refresh training bagi karyawan lama agar dapat membantu pekerja mengingat kembali poin – poin penting pada saat pelatihan terdahulu
2. Tetap melanjutkan penelitian agar dapat mencapai zero defect pada proses pengelasan PT Bandar Victory shipyard

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baihaqie, M. I. (2022). Identifikasi dan Evaluasi Risiko Operasional Logistik dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Studi Kasus: PT. ABC Gresik). *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4), 3684-3691



- [2] Dewi, S. K. (2012). Minimasi defect produk dengan konsep six sigma. *Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 43-50
- [3] Famoesa, M. A. P., Santosa, P. I., & Pranatal, E. (2020, July). Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V pada Sambungan Las FCAW dari Material Baja SS 400. In *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan (SEMITAN)* (Vol. 2, No. 1, pp. 85-93)
- [4] Firmansyah, A. R. (2022). Analisis Penyebab Kecacatan dan Usulan Perbaikan Produk Tepung Crispy dengan Metode Failure Mode Effect Analysis. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(2), 3135-3143
- [5] Hamdani, M. F. (2017). Analisa Resiko dan Biaya Pengelasan Pelat Kapal pada Proses Replating (*Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*)
- [6] Indriani, S., Primasanti, Y., & Indriastiningsih, E. (2024). Analisis Pengendalian Kualitas untuk Mengurangi Cacat Produk 3D VR (Virtual Reality) Garment dengan Menggunakan Metode Six Sigma (*Doctoral dissertation, Universitas Sahid Surakarta*)
- [7] Khalilurrahman, A. A., Santoso, D. T., Setiawan, R., & Aripin, A. (2021). Analisis Defect Hasil Pengelasan Pada Suspensi Belakang Ertiga Di PT. XYZ. *Sigma*, 308(69), 2
- [8] Khatammi, A. (2022). Analisis Kecacatan Produk Pada Hasil Pengelasan Dengan Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode Effect Analysis). *Jurnal Serambi Engineering*, 7(2), 2922-2928
- [9] Khrisdamara, B. (2022). Analisis Penyebab Kerusakan Head Truck-B44 Menggunakan Metode FMEA dan FTA (Studi Kasus: PT. Bima, Site Pelabuhan Berlian). *Jurnal Serambi Engineering*, 7(3), 3303-3313
- [10] Kifta, D. A., & Munzir, T. (2018). Analisis Defect Rate Pengelasan Dan Penanggulangannya Dengan Metode Six Sigma Dan Fmea Di PT. Profab Indonesia. *Jurnal Dimensi*, 7(1), 162-174
- [11] Nugroho, m. i. (2025). Pengaruh Pengelasan Flux Cored Arc Welding (FCAW) dengan variasi plate terhadap kekerasan uji bending dan kekuatan tarik pad tumbler excavator hitachi 3600 (*doctoral dissertation, universitas pancasakti tegal*)
- [12] Prasmoro, A. V. (2020). Analisa sistem perawatan pada mesin las MIG dengan metode Failure Mode and Effect Analysis: Studi kasus di PT. TE. *Jurnal Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 12(1), 13-27
- [13] Ramadhan, A. (2021). Penerapan six sigma dengan menggunakan failure mode effect analysis untuk meminimasi produk cacat (*Doctoral dissertation, UNIVERSITAS HASANUDDIN*)
- [14] Rislamy, A. F., Mahbubah, N. A., & Widyaningrum, D. (2020). Analisis Risiko Kerusakan Pada Alat Berat Grab Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Study Kasus: Pt Siam Maspion Terminal Gresik). *PROFISIENSI: Jurnal Program Studi Teknik Industri*, 8(1), 36-43



- [15] Saputra, R., & Santoso, D. T. (2021). Analisis Kegagalan Proses Produksi Plastik Pada Mesin Cutting Di PT. FKP Dengan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis Dan Diagram Pareto. *Barometer*, 6(1), 322-327
- [16] Warman, S. P. P. (2017). Analisis Faktor Penyebab Cacat Pengelasan Pada Pipa (Study Kasus Pada Pipa Distribusi PDAM Kabupaten Kutai Barat). *Jurnal Mekanikal*, 8(2), 730-736
- [17] Zaidan, F. H. (2024). Analisis Efektivitas Mesin Welding Menggunakan Six Big Losses Pada PT. XYZ. *Jurnal Baut dan Manufaktur: Jurnal Keilmuan Teknik Mesin dan Teknik Industri*, 6(2), 40-48