

# Analisa Kecacatan pada Produk Hasil Pengelasan dengan Metode FMEA dan Diagram Pareto Studi Kasus di Perusahaan PT. Aneka Jasa Teknik Gresik

Wahyu Aditya Setya Putra<sup>1</sup>, Elang Mulya Saputra<sup>1</sup>, Mochammad Miftakhurrohman<sup>1</sup>,  
Wahyu Dwi Lestari<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
JL Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294, Indonesia

\* Penulis korespondensi; E-mail: [wahyu.dwi.tm@upnjatim.ac.id](mailto:wahyu.dwi.tm@upnjatim.ac.id)

---

## ABSTRAK

PT. Aneka Jasa Teknik merupakan sebuah perusahaan industri yang beralokasi di jalan raya dungus km 3 cerme kabupaten Gresik dan aktif dalam bidang *fabricator*, *general contractor*, dan *supplier*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis jenis serta tingkat kecacatan yang sering terjadi pada berbagai produk yang telah melewati hasil pengelasan dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan Diagram Pareto. Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi serta mengevaluasi potensi terjadinya cacat produk selama proses pengelasan, sedangkan Diagram Pareto sendiri digunakan untuk memprioritaskan jumlah cacat yang paling umum. Studi penelitian ini diawali dengan mengumpulkan data kegagalan selama periode waktu tertentu. Kemudian hasil analisa digunakan sebagai pengembangan atas tindakan perbaikan yang dimana dapat membantu sebuah perusahaan dalam mengurangi resiko atas kegagalan serta meningkatkan kualitas produk, selanjutnya mengidentifikasi kembali tingkat kecacatan yang paling utama sehingga memiliki kontribusi secara signifikan terhadap hasil kecacatan secara keseluruhan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ditemukan tiga jenis serta presentase tertinggi pada kecacatan produk dimulai dari jenis kecacatan meleset sebesar 26,34%, jenis kecacatan *spatter* sebesar 25,19%, dan jenis cacat proses pengelasan kurang sebesar 22,90%. Adapun dari hasil RPN (*Residual Risk Priority Number*) tertinggi yaitu terdapat pada lubang *nozzle* dengan perolehan *point* sebesar 245. Dari berbagai penyebab kecacatan produk hasil pengelasan dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kurangnya perawatan pada alat yang digunakan sehingga berdampak pada aliran gas yang terlalu rendah saat proses pengelasan terjadi. Pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar perbaikan berkelanjutan dan penerapan praktik terbaik dalam pengendalian kualitas di industri terutama proses pengelasan.

**Kata Kunci** : kualitas produk, RPN, FMEA, diagram Pareto.

## ABSTRACT

*PT. Aneka Jasa Teknik is an industrial company located on the Dungus highway km 3 Cerme, Gresik district, and is active in the fields of fabricator, general contractor, and supplier. This research aims to analyze the types and levels of defects that often occur in various products that have undergone welding using the FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) method and the Pareto Diagram. The FMEA method is used to identify and evaluate the potential for product defects to occur during the welding process, while the Pareto Diagram itself is used to prioritize the number of most common defects. This research study begins by collecting failure data over a certain period. Then the results of the analysis are used to develop corrective actions that can help a company reduce the risk of failure and improve product quality, then re-identify the most important levels of defects so that they have a significant contribution to the overall defect results. The results of this research show that three types and the highest percentage of product defects were found, starting from the missing type at 26.34%, the spatter defect at 25.19%, and the welding process defect at 22.90%. The highest RPN (Residual Risk Priority Number) results are found in the nozzle hole with a point gain of 245. Of the various causes of defects in welding products, they can be caused by several factors, namely lack of maintenance on the tools used which results in the gas flow being too low when the welding process occurs. It is hoped that this research can become the basis for continuous improvement and application of best practices in quality control in industry, especially welding processes.*

**Keywords**: produk quality, RPN, FMEA, pareto diagram.

---

## PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya kemajuan dunia industri yang sangat pesat dan berkembangnya teknologi zaman *modern* ini, sehingga semua industri yang ada saat ini terutama industri manufaktur pasti akan memajukan usahanya, berkembang dengan cepat dan berdaya saing dibandingkan dengan industri lainnya. Industri manufaktur, termasuk pada sektor pengelasan merupakan sektor kritis yang memegang peranan penting dalam penyediaan berbagai produk keteknikan [1]. Perusahaan PT. Aneka Jasa Teknik merupakan sebuah perusahaan industri yang bergerak di bidang *fabricator*, *general contractor*, dan *supplier*. PT. Aneka Jasa Teknik sebagai perusahaan di bidang ini menghadapi tantangan untuk memastikan bahwasannya produk – produk yang dihasilkan memenuhi standard kualitas yang tinggi. Dalam konteks ini, proses pengelasan menjadi faktor penting yang dapat mempengaruhi kualitas produk akhir [2].

Proses pengelasan melibatkan serangkaian langkah yang kompleks dan presisi tinggi [3]. Sekalipun standard dan prosedur pengendalian diterapkan, kualitas dan cacat produk masih dapat terjadi [4]. Kecacatan ini tidak hanya menyebabkan kerugian yang finansial bagi sebuah Perusahaan, akan tetapi juga dapat mempengaruhi reputasi dan kepercayaan pelanggan, serta kerjasama antar Perusahaan di industri apapun. Oleh karena itu, diperlukan sebuah upaya terus – menerus untuk menganalisis dan memperbaiki proses pengelasan serta mengidentifikasi berbagai faktor penyebab cacat produk.

Produk yang tidak memenuhi spesifikasi standar disebut juga sebagai produk cacat. Meskipun produk tersebut merupakan produk akhir yang sehat secara finansial, biaya perbaikan dan pemeliharaan harus dibayar selama proses produksi [5]. Produk yang diproduksi dapat rusak karena berbagai alasan, antara lain hal, mesin, metode, bahan, manusia, pengukuran, dan lingkungan [6]. Hal tersebut menghambat proses produksi. Apabila permasalahan tersebut tidak diatasi dengan ceat dan tepat maka, kemungkinan terjadinya kesalahan pada hasil pengelasan akan semakin besar [7].

Teknik analisis seperti FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan Diagram Pareto, telah terbukti untuk mengidentifikasi sebuah potensi cacat produk dan memprioritaskan perbaikan [8][9][10]. Metode FMEA merupakan suatu metode yang digunakan untuk menentukan tiga hal yaitu dampak kesalahan (*severity*), penemuan potensi, desain, produk, dan proses (*occurrence*), dan pemantauan kesalahan (*detection*)[11][12]. Adapun Diagram Pareto yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan, memprioritaskan tindakan perbaikan dan mengukur efektivitas atas tindakan dalam perbaikan [13].

## METODE

Pada objek penelitian ini melibatkan analisa dengan metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) serta metode Diagram Pareto secara mendalam terhadap alur pada proses produksi dan hasil produksi yang ada di Perusahaan PT. Aneka Jasa Teknik Gresik. Metode penelitian ini mencakup dengan cara survey atau menggali informasi dengan wawancara dengan beberapa pegawai dan pemilik PT. Aneka Jasa Teknik Gresik, serta pengamatan secara langsung pada saat proses produksi dan hasil responden dari pihak produksi. Kemudian data yang telah didapatkan merupakan sebuah data historis produk dan data *defect* (kecacatan).

Langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah menyebarkan kusioner metodologi FMEA kepada seluruh karyawan di PT. Aneka Jasa Teknik, termasuk berbagai layanan teknik untuk manajer, pekerja produksi, dan sebagainya. Setelah hasil kusioner dikumpulkan, dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai dari keparahan (*severity*), nilai kejadian (*occurrence*), dan nilai deteksi (*detection*) dengan menggunakan metode perkalian, yang pada akhirnya menghasilkan nilai *Residual Risk Priority Number* (RPN) [14]. Tujuan dari langkah ini yaitu untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi resiko yang terjadi dalam proses produksi, dan memprioritaskan tindakan perbaikan yang diperlukan berdasarkan tingkat kepentingan dan tingkat keparahan dari setiap resiko. Kriteria tingkat keparahan (*severity*), yang menentukan intensitas kejadian yang mempengaruhi kinerja atau *output* proses, merupakan langkah pertama

dalam analisis resiko. Kriteria keparahan (*severity*) ditampilkan pada tabel 1. Kemudian pada tabel 2, memberikan kriteria untuk meniali frekuensi penyebab spesifik kesalahan pada proses dengan skala 1 hingga 10. Adapun pada tabel 3, berisi kriteria deteksi yang dimana digunakan untuk mengidentifikasi pada alat kontrol pada sumber kesalahan.

Tabel 1. Kriteria *Severity* (S)

Tingkatan Efek	Efek <i>Severity</i> untuk <i>FMEA</i>	Peringkat
Tidak mengandung resiko / Tidak ada Rendah	Jenis kegagalan tidak berdampak	1
	Tidak ada dampak langsung	2
Moderat	Dampak terbatas	3
	Diperlukan perbaikan ringan	4
	Diperlukan beberapa perbaikan bertahap	5
	Produk rusak	6
Tinggi	Mengganggu peralatan	7
	Fungsionalitas mesin menjadi bergantung pada kegagalan kritis	8
Sangat Tinggi	Menghentikan pengoperasian mesin	9
	Dapat mengakibatkan kerusakan mesin dan membahayakan operator	10

Tabel 2. Kriteria *Occurrence* (O)

Kemungkinan Kegagalan	Tingkat Kegagalan	Tingkatan
Kemungkinan sangat besar	1 sampai 2	10
	1 sampai 3	9
Tinggi	1 sampai 8	8
	1 sampai 20	7
	1 sampai 80	6
Sedang	1 sampai 400	5
	1 sampai 2000	4
Kecil	1 sampai 1500	3
	1 sampai 150000	2
Peluang kecil	1 sampai 1500000	1

Tabel 3. Kriteria *Detection* (D)

Deteksi	Kriteria Deteksi berdasarkan Proses	Peringkat
Sangat Rendah	Tidak ada alat kontrol yang dapat menentukan penyebab kegagalan	10
	alat kontrol tidak dapat menentukan penyebab kegagalan	9
Sedang	Sangat sulit bagi alat kontrol untuk menentukan faktor penyebab kegagalan	8
	Kinerja alat kontrol sangat buruk	7
	Kemampuan alat kontrol untuk mengimplementasikan identifikasi akar permasalahan buruk	6
	Kemampuan alat kontrol untuk menerapkan deteksi akar penyebab moderat rendah	5
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mengimplementasikan deteksi akar permasalahan atau keandalan deteksi lebih dari 98%.	4
		3
		2
Sangat Tinggi	Alat kontrol dapat mendeteksi penyebab kegagalan	1

Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) melibatkan delapan tahap. Masing – masing fase ini memberikan prespektif sistematis untuk mengidentifikasi, menilai, dan megelolah resiko dalam proses produksi, dengan tujuan untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi secara menyeluruh. Fase – fase tersebut antara lain [12]:

1. Mengidentifikasi proses pembuatannya.
2. Memasukkan potensi *mode* kegagalan ke dalam proses produksi.
3. Pemetaan kemungkinan implikasi dari *mode* kegagalan potensial.
4. Identifikasi penyebab *mode* kegagalan potensial sepanjang proses produksi.
5. Menentukan *mode* deteksi selama proses pembuatan.
6. Evaluasi nilai *severity* (S), *occurance* (O), dan *detection* (D).
7. Menghitung nilai RPN (*Residual Risk Priority Number*) ( $RPN = S \times O \times D$ ).
8. Memberikan rekomendasi perbaikan mengenai penyebab kesalahan, peralatan pengendalian, dan dampak yang mungkin terjadi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Observasi dan wawancara yang dilakukan di PT. Aneka Jasa Teknik menyajikan beberapa tahapan proses produksi secara detail. Kemudian menggabungkan pengamatan langsung produksi dengan data historis seperti, jumlah produk dan jumlah cacat untuk fokus pada *point* utama dalam data penelitian pada bulan Agustus sampai dengan Bulan November tahun 2023. Proses selanjutnya meliputi analisis untuk menentukan skor RPN (*Residual Risk Priority Number*) angka ini berdasarkan pada tingkat keparahan (*severity*), skor kejadian (*occurrence*), dan skor deteksi (*detection*) yang diperoleh dari data yang ada. Oleh karena itu, pendekatan ini memberikan dasar yang kuat untuk menilai potensi resiko terhadap produksi dan menentukan tindakan perbaikan yang tepat.



Gambar 1. Produksi *Handril* (sebelah kiri) dan Produksi *Platform for Reformer* (sebelah kanan)

Pada gambar 1 proses pembuatan produk di PT. Aneka Jasa Teknik diawali dengan mempersiapkan material. Material yang digunakan berupa pelat baja sebagai material dasarnya. Langkah selanjutnya adalah proses penandaan atau juga disebut dengan proses *marking*, dimana proses tersebut merupakan langkah yang paling umum digunakan oleh seorang mekanik dalam pemberian tanda pada area yang akan diolah baik dipotong maupun disambung. Kemudian, plat baja yang telah ditandai akan di proses pemotongan dengan mesin *cutting* manual, sehingga akan menghasilkan beberapa potongan – potongan yang nantinya akan diassembli pada proses pengelasan. Akan tetapi hasil dari pemotongan dengan alat *cutting* tidak lupa untuk diperhalus pada bagian yang kasar supaya pada proses selanjutnya tidak memberikan dampak bahaya bagi seorang mekanik. Tahap selanjutnya, dilakukan proses *FIT -UP* atau proses penggabungan antara material pelat 1 dengan plat berikutnya, sehingga hasil yang telah disambung sesuai dengan desain yang di inginkan oleh konsumen, setelah tahap pengelasan atau penyambungan pelat selesai, di lanjutkan dengan proses penghalusan, dimana untuk memastikan hasil akhir agar terlihat rapi dan halus sebelum proses pengecatan atau *finishing*. Langkah selanjutnya pada

tahap pengecatan, produk yang telah *diassembly* dan diperhalus kemudian dihiasi warna yang sesuai dengan fungsi produk yang akan ditempatkan. Setelah proses pengecatan selesai dan proses pengeringan cat, dilakukan pengecekan ulang secara menyeluruh sebelum produk dikirim kepada pelanggan oleh *quality control*. Setelah proses pengecekan, menghasilkan data produk dan *defect* pada produksi yang telah dikerjakan pada tahun 2023 dimana bisa menjadi arsip maupun pertimbangan nantinya antara konsumen dan perusahaan. dapat dilihat pada tabel 4, dimana untuk memberikan gambaran lebih lanjut mengenai hasil produksi.

Tabel 4. Data kusioner produk dan *defect* pada bulan Agustus sampai dengan bulan November

No	Jenis Cacat	Bulan				Total
		Agustus	September	Oktober	November	
1	<i>Welding</i> kropos / porositas	-	-	2	3	5
2	<i>Welding</i> tembus	5	11	5	5	26
3	<i>Welding undercut</i>	7	5	13	7	32
4	<i>Welding spatter</i>	22	19	11	14	66
5	<i>Welding</i> meleset	18	26	15	10	69
6	<i>Welding</i> kurang	24	16	9	12	60
7	<i>Bart</i> cacat	-	-	-	4	4
8	<i>Nut</i> lepas	-	-	-	-	-
9	<i>Part</i> tidak masuk	-	-	-	-	-
10	<i>Clamp</i> tidak tepat dengan posisi	-	-	-	-	-
11	<i>Pin</i> tidak masuk	-	-	-	-	-
Total keseluruhan		76	76	55	55	262

Berdasarkan pada tabel 4, dapat dilihat perkembangan data kusioner produk dan *defect* pada bulan Agustus sampai dengan bulan November tahun 2023 total *defect* yang terjadi sebanyak 262 titik pada jumlah total keseluruhan jenis cacat. Jumlah produksi selama bulan Agustus sampai dengan November sebanyak 60 pcs dengan 2 jenis produk yang berbeda, antara lain produksi *handril* dan produksi *furnace struktur*. Selanjutnya hasil kusioner ini diolah kembali untuk mengetahui nilai dari *failure mode*. Dari beberapa jenis kecacatan yang terjadi, hasil perhitungan dari nilai SOD (*severity, occurrence, dan detection*) dapat dilihat pada tabel 5.

Berdasarkan penilaian SOD (*severity, occurrence, dan detection*) pada tabel 5, dapat dilihat bahwa nilai RPN (*Residual Risk Priority Number*) tertinggi terjadi pada penyebab ujung lubang *nozzle* yang kotor dengan perolehan nilai sebesar 245 point. Oleh karena itu, hal ini menjadi faktor utama terhadap kurangnya perawatan pada alat atau mesin yang digunakan sehingga akan berdampak pada laju aliran gas pada saat proses *welding* dan menjadikan aliran gas tersebut terlalu rendah [15]. Selanjutnya dari nilai *Residual Risk Priority Number* yang paling tertinggi, akan diberikan sebuah rekomendasi untuk mencari tindakan pencegahan atau perbaikan agar faktor tersebut tidak terulang kembali yang nantinya dari hasil pengelasan pada produk menjadi lebih bagus.

Tahapan selanjutnya, melibatkan analisis terkait penyebab dan pengendalian terhadap jenis *defect* berdasarkan perhitungan yang telah diperoleh sebelumnya. Pada tahap ini, memfokuskan untuk mengevaluasi sejauh mana dampak serius pada *mode* kegagalan, seberapa sering kegagalan terjadi, dan bagaimana pengendalian dapat diterapkan untuk mengatasi penyebab kegagalan pada *mode* kegagalan sampai proses produksi. Analisis ini bertujuan untuk memberikan wawasan mengenai faktor – faktor yang dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi dengan mengidentifikasi dan mengatasi potensia akar penyebab dari jenis *defect* yang terjadi. Penentuan cacat dominan dapat dilihat pada tabel 6.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, presentasi jenis cacat dominan yang terdapat pada tabel 6, langkah selanjutnya adalah melibatkan analisis dengan menggunakan Diagram Pareto untuk mengidentifikasi jenis cacat pada produksi yang sering terjadi di lingkungan produksi. Analisis ini menerapkan prinsip dasar dari diagram pareto 80/20. Ini berarti 80% penyebab masalah yang diharapkan telah teratasi dan 20% masalah lain atau jenis kesalahan

lainnya telah teratasi. Hal ini memberikan pemahaman secara visual mengenai jenis cacat mana yang memiliki dampak terbesar pada produksi *Handrill* dan *Platform for Reformer* yang ada di PT. Aneka Jasa Teknik. Kemudian hasil dari diagram pareto mengenai jenis – jenis cacat pada produksi tersebut akan memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai prioritas dan fokus perbaikan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas secara keseluruhan seperti pada gambar 2.

Tabel 5. Hasil kusioner SOD (*Severity, Occurrence, Detection*) di PT. Aneka Jasa Teknik

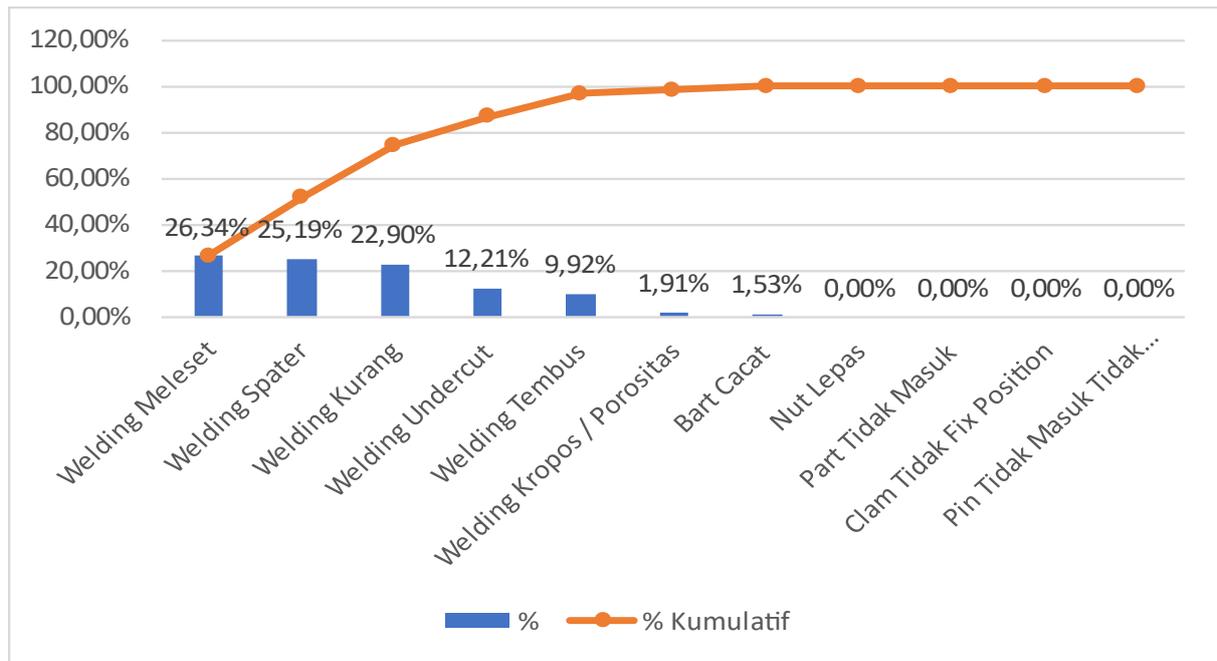
Proses	Jenis Cacat	Mode Gagal	Efek mode kegagalan	Penyebab mode kegagalan	S	O	D	RPN (SxOxD)
Welding		Ujung lubang nozzle kotor	Laju aliran gas pelindung terlalu rendah	Tidak ada perawatan terhadap nozzle	5	7	7	245
		Material belum diolah secara khusus	Material sudah diproses	Material telah lolos inspeksi	4	5	5	100
		Kropos, meleset, spatter, kurang, dll	Operator teridentifikasi inspeksi tidak menyeluruh	Pengecekan secara sampling	2	3	4	24
			Operator kurang konsentrasi	Pelatihan kepada teknisi yang kurang	2	3	3	18
			Tidak ada pos pemeriksaan.	Produk lolos proses pengujian	5	4	6	120
				Item pemeriksaan tampilan perintah kerja tidak lengkap				

Tabel 6. Penentuan jenis cacat domain pada *analysis* FMEA

No	Jenis Cacat	Jumlah	%	% Kumulatif
1	Welding Kropos / Porositas	5	1,90	1,90
2	Welding Tembus	26	9,90	11,80
3	Welding Undercut	32	12,21	24,01
4	Welding Spatter	66	25,19	49,20
5	Welding Meleset	69	26,34	75,54
6	Welding Kurang	60	22,90	98,44
7	Bar Cacat	4	1,56	100,00
8	Nut Lepas	-	-	-
9	Part Tidak Masuk	-	-	-
10	Clamp Tidak Fix Position	-	-	-
11	Pin Tidak Masuk / Tidak Berputar	-	-	-
Total Keseluruhan		262	100	

Hasil analisis diagram pareto pada gambar 2 mempunyai tiga jenis *error* yang mewakili *domain* terbesar atau terbanyak dengan persentase lebih besar dari 20%. Semua jenis cacat dapat ditentukan bahwa jenis cacat berikut paling sering terjadi selama proses pengelasan:

1. Jenis *welding* meleset dengan presentase nilai sebesar 26,34%
2. Jenis *welding spatter* dengan presentase nilai sebesar 25,19%
3. Jenis *welding* kurang dengan presentase nilai sebesar 22,90%



Gambar 2. Diagram Pareto Jenis Cacat Hasil Produksi di PT. Aneka Jasa Teknik

Hal ini dapat digunakan sebagai dasar sampai menentukan prioritas dan *focus* pada tindakan perbaikan (*maintenance*), dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas serta efisien sampai proses *welding* pada produksi di Perusahaan PT. Aneka Jasa Teknik.

## KESIMPULAN

Analisa dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Metode Effect Analysis*), dapat disimpulkan bahwa *mode* kegagalan pada proses pengelasan yang terjadi di PT. Aneka Jasa Teknik terkait dengan lubang *nozzle* yang kotor, mengakibatkan aliran gas pelindung menjadi rendah. Akar penyebab utama dari kegagalan ini adalah kurangnya perawatan pada *nozzle* yang memiliki nilai *Residual Risk Priority Number* (RPN) sebesar 245, sehingga menjadi prioritas perbaikan. Analisis lebih lanjut dari Diagram Pareto yang kemudian memperlihatkan dimana peristiwa yang menonjol sebagai peristiwa puncak permasalahan dalam proses pengelasan. Sebagai usulan perbaikan, ada dalam tiga langkah yaitu:

1. Pertama, perlu disediakan peralatan yang memadai untuk menunjang kenyamanan kerja karyawan.
2. Kedua, perlunya penguatan pengawasan terhadap pekerja pada setiap tahapan produksi agar selalu dapat konsentrasi dalam pekerjaannya.
3. Ketiga, pemilik usaha diharapkan segera melakukan perbaikan terhadap kendala yang ditemukan, guna meningkatkan secara berkelanjutan kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. R. D. Agustina, "Pengaruh Pengendalian Internal Pembelian Terhadap Rancangan Proses Produksi (Studi Kasus Pada PT. Evoluzione Tyres Purwadadi – Subang)," *Universitas Widyatama*, 2018.
- [2]. S. Wahyu, "Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode C-Chart Guna Mengurangi Produk Cacat Pada Pabrik Roti Herrios Jl. Kawung.No 23, Ponorogo," *Universitas Muhammadiyah Ponorogo*, 2019.
- [3]. A. Khatammi and A. R. Wasiur, "Analisis Kecacatan Produk Pada Hasil Pengelasan Dengan Menggunakan Metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 2922–2928, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i2.3853.
- [4]. E. Krisnaningsih, P. Gautama, and M. F. K. Syams, "Usulan Perbaikan Kualitas Dengan Menggunakan Metode Fta Dan Fmea," *J. InTent*, vol. 4, no. 1, pp. 41–54, 2021.

- [5]. R. Ratnadi and E. Suprianto, “Pengendalian Kualitas Produksi Menggunakan Alat Bantu Statistik (Seven Tools) Sampai Upaya Menekan Tingkat Kerusakan Produk,” *J. Indept*, vol. 6, no. 2, p. 11, 2016.
- [6]. Suharyanto, R. L. Herlina and A. Mulyana, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Waring Dengan Metode Seven Tools Di Cv. Kas Sumedang,” *J. TEDC*, vol. 16, no. 1, pp. 37–49, 2022.
- [7]. M. S. Safitri, C. Anwar, and I. Muliastari, “Analisis Pengaruh Biaya Kualitas Terhadap Produk Cacat (Studi Kasus Pada PT. XYZ Aspal Tahun 2018-2020),” *J. Akuntansi, Perpajak. dan Audit.*, vol. 2, no. 3, pp. 695–709, 2021, doi: 10.21009/japa.0203.12.
- [8]. T. Annafi, “Analisis potensi resiko penyebab terjadinya,” 2022.
- [9]. M. H. Aiman and M. Nuruddin, “Analisis Kecacatan Produk Pada Mesin Pemotongan Dengan Menggunakan Metode FMEA di UD. Abdi Rakyat,” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. sampai Bid. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, p. 577, 2023, doi: 10.24014/jti.v9i2.23835.
- [10]. M. N. Hasyim, “Analisa Nilai Overall Equipment Effectiveness Pada Mixing Machine Type B (Studi Kasus : Pt. Hanampi Sejahtera Kahuripan),” 2017.
- [11]. K. R. Ririh, A. S. Sundari, and D. P. Wulandari, “Analisis Resiko Pada Area Finishing Menggunakan Metode Failure Mode Effect And Analysis (Fmea) Di Pt. Indokarlo Perkasa,” *Semin. Rekayasa Teknol. SEMRESTEK*, pp. 631–640, 2018.
- [12]. W. Amalia, D. Ramadian, and S. N. Hidayat, “Analisis Kerusakan Mesin Sterilizer Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Failure Modes and Effect Analysis (FMEA),” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. sampai Bid. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, p. 369, 2022, doi: 10.24014/jti.v8i2.19179.
- [13]. R. Meliyandini, “Pengendalian Kualitas Proses Pengelasan Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) (Studi Kasus: Umkm Cipta Utama),” 2022.
- [14]. D. Radyarini, “Mitigasi Resiko Rantai Pasok Enting Geti Dengan Metode Fuzzy Failure Mode And Effect Analysis (Fuzzy Fmea) Dan Analytical Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus Di Ud Kuda Terbang Kabupaten Blitar),” *Universitas Brawijaya*, 2018.
- [15]. M. B. Saputro and M. Basuki, “Risk Assessment K3 Pada Divisi Kapal Niaga Pt. Pal Indonesia Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis),” *J. Sumberd. Bumi Berkelanjutan*, vol. 1, no. 1, pp. 203–213, 2022, doi: 10.31284/j.semitan.2022.3240.