

Penerapan FMEA untuk peningkatan keandalan perawatan mesin las MIG di Perusahaan XYZ

Application of FMEA to improve the reliability of MIG welding machine maintenance at XYZ company

Dimas Hamang Saputra*, Rindra Yusianto

* Universitas Dian Nuswantoro, Jl. Nakula I No.5 – 11, Kota Semarang, Indonesia

* Email: dimashamang4@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

- Histori Artikel
- Artikel dikirim 28/02/2026
 - Artikel diperbaiki 30/03/2026
 - Artikel diterima 22/04/2026

ABSTRAK

Keandalan mesin produksi menjadi faktor krusial dalam menjaga kelancaran proses, efisiensi operasional, dan keselamatan kerja di industri manufaktur. Permasalahan yang terjadi di Perusahaan XYZ adalah tingginya frekuensi kerusakan mesin las Metal Inert Gas (MIG) akibat belum diterapkannya sistem preventive maintenance yang terjadwal, sehingga menyebabkan downtime produksi dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan potensi kegagalan mesin menggunakan metode *failure mode and effects analysis* (FMEA). Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif melalui observasi, wawancara, dan analisis data historis kerusakan. Setiap mode kegagalan dinilai berdasarkan parameter Severity, Occurrence, dan Detection untuk memperoleh nilai *risk priority number* (RPN). Hasil analisis menunjukkan terdapat delapan mode kegagalan utama, dengan nilai RPN tertinggi pada kabel daya terkelupas (RPN = 360), suhu torch berlebih (RPN = 315), dan kontaminasi permukaan benda kerja (RPN = 280). Ketiga kegagalan tersebut memiliki dampak signifikan terhadap keselamatan operator dan kontinuitas produksi. Rekomendasi perbaikan difokuskan pada inspeksi rutin kabel, pemasangan sistem pendingin torch, serta penerapan standar operasional prosedur pembersihan area kerja. Implementasi FMEA terbukti efektif dalam memprioritaskan risiko secara sistematis dan mendukung transisi dari *corrective maintenance* menuju *preventive maintenance*. Implikasi penelitian ini adalah peningkatan keandalan mesin, pengurangan potensi kegagalan, serta penguatan budaya keselamatan kerja dan efisiensi operasional perusahaan.

Kata Kunci: Efisiensi perawatan; keselamatan kerja; mesin las Metal Inert Gas; perawatan preventif; *risk priority number*

ABSTRACT

Reliability of production machinery is a crucial factor in ensuring smooth processes, operational efficiency, and workplace safety in the manufacturing industry. The issue faced by Company XYZ is the high frequency of breakdowns in Metal Inert Gas (MIG) welding machines due to the lack of a scheduled preventive maintenance system, which results in production downtime and increases the risk of workplace accidents. This study aims to identify and prioritize potential machine failures using the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) method. The method employed is quantitative descriptive analysis through observation, interviews, and analysis of historical failure data. Each failure mode is evaluated based on the Severity,

Occurrence, and Detection parameters to obtain a Risk Priority Number (RPN) value. The analysis results indicate eight primary failure modes, with the highest RPN values for frayed power cables (RPN = 360), excessive torch temperature (RPN = 315), and workpiece surface contamination (RPN = 280). These three failures have significant impacts on operator safety and production continuity. Improvement recommendations focused on routine cable inspections, the installation of a torch cooling system, and the implementation of standard operating procedures for cleaning the work area. The implementation of FMEA proved effective in systematically prioritizing risks and supporting the transition from corrective maintenance to preventive maintenance. Research implications.

Keywords: Maintenance efficiency; Metal Inert Gas welding machine; preventive maintenance; risk priority number; work safety

1. Pendahuluan

Dalam era industri modern, keandalan mesin produksi menjadi faktor kunci dalam menentukan efektivitas, produktivitas, serta keselamatan kerja di lingkungan manufaktur. Kinerja mesin yang optimal dan memastikan proses produksi berjalan lancar serta mempertahankan kualitas produk sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Sebaliknya, kerusakan mesin yang tidak terprediksi dapat menyebabkan *downtime*, peningkatan biaya perawatan, dan menurunnya produktivitas perusahaan [1]. Oleh karena itu, sistem perawatan yang terencana dan sistematis menjadi bagian penting dalam manajemen operasional industri [2].

Secara umum, sistem perawatan mesin dibagi menjadi dua pendekatan utama, yaitu *corrective maintenance* dan *preventive maintenance*. Pendekatan *corrective maintenance* dilakukan setelah terjadi kerusakan, sedangkan *preventive maintenance* bertujuan mencegah terjadinya kegagalan melalui inspeksi dan perawatan berkala [3]. Peralihan dari sistem reaktif menuju sistem *preventif* memerlukan metode analisis risiko yang mampu mengidentifikasi serta memprioritaskan potensi kegagalan secara terstruktur.

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam analisis risiko kegagalan adalah *failure mode and effects analysis* (FMEA). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan, menganalisis dampaknya terhadap sistem, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *risk priority number* (RPN) yang diperoleh dari perkalian nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Penerapan FMEA terbukti efektif dalam meningkatkan keandalan sistem produksi serta mendukung implementasi *preventive Maintenance* di berbagai sektor industri manufaktur [4].

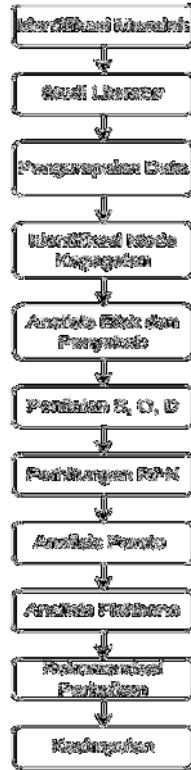
Di Perusahaan XYZ, mesin las *metal inert gas* (MIG) merupakan peralatan utama dalam proses penyambungan logam. Mesin ini memiliki peran penting dalam menghasilkan sambungan yang presisi, kuat, dan berkualitas tinggi. Namun, berdasarkan hasil observasi awal, ditemukan bahwa frekuensi kerusakan mesin las MIG relatif tinggi, seperti kabel daya terkelupas, suhu torch berlebih, serta kontaminasi pada permukaan benda kerja. Permasalahan tersebut tidak hanya menghambat kelancaran proses produksi, tetapi juga meningkatkan potensi risiko keselamatan kerja operator [5]. Sistem perawatan yang diterapkan saat ini masih bersifat reaktif, sehingga perbaikan baru dilakukan setelah kerusakan terjadi. Kondisi ini menyebabkan *downtime* yang tidak terencana serta meningkatnya biaya operasional [6].

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan yang mampu mengidentifikasi potensi kegagalan sejak dini sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan secara sistematis. Research gap: hingga saat ini belum terdapat analisis sistematis menggunakan metode FMEA pada perawatan mesin las MIG di perusahaan XYZ, sehingga prioritas perbaikan belum terstruktur. Tujuan penelitian ini menerapkan metode FMEA pada sistem perawatan mesin las MIG di perusahaan XYZ untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan potensi kegagalan mesin berdasarkan nilai (RPN).

2. Metode

Penelitian ini menerapkan metode deskriptif kuantitatif untuk menganalisis potensi kegagalan pada mesin las *metal inert gas* (MIG) di Perusahaan XYZ. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan pengukuran tingkat risiko kegagalan secara numerik melalui parameter *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan

Detection (D), sehingga dapat ditentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai risiko tertinggi. Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan, yaitu Februari–April 2025, dengan objek penelitian berupa mesin las MIG yang digunakan dalam proses produksi. Penjelasan alur pada proses penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur proses penelitian

Objek penelitian: Objek penelitian adalah mesin las MIG yang digunakan pada proses pengelasan logam di Perusahaan XYZ. Komponen yang dianalisis meliputi kabel daya, torch, regulator gas, wire feeder, roller pengumpan, *nozzle*, dan saklar. Data yang digunakan terdiri dari: a) Data primer: Diperoleh melalui observasi langsung di area produksi serta wawancara dengan operator dan teknisi perawatan. Data meliputi jenis kerusakan, frekuensi kejadian, serta dampaknya terhadap keselamatan dan produksi. b) Data sekunder: Diperoleh dari dokumen perusahaan berupa laporan perawatan mesin, catatan *downtime*, serta referensi jurnal terkait penerapan metode FMEA.

Prosedur penelitian dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan. Tahap pertama adalah melakukan observasi terhadap kondisi mesin las MIG serta lingkungan kerja di Perusahaan XYZ. Selanjutnya dilakukan identifikasi terhadap mode kegagalan yang terjadi pada setiap komponen mesin. Setelah itu, dilakukan analisis terhadap efek dan penyebab dari setiap kegagalan yang teridentifikasi. Tahap berikutnya adalah memberikan penilaian terhadap nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* berdasarkan hasil wawancara dengan operator serta data historis kerusakan mesin. Nilai-nilai tersebut kemudian digunakan untuk menghitung *risk priority number* (RPN) guna menentukan tingkat prioritas risiko. Tahap terakhir adalah menetapkan prioritas perbaikan serta menyusun rekomendasi tindakan preventif yang dapat diterapkan untuk meminimalkan potensi kegagalan di masa mendatang.

Maintenance: Keandalan mesin produksi sangat dipengaruhi oleh sistem perawatan yang diterapkan, di mana *maintenance* yang tidak terencana dapat menyebabkan peningkatan *downtime*, biaya operasional, serta penurunan produktivitas perusahaan [7]. *Maintenance* didefinisikan sebagai proses yang terdiri dari berbagai tindakan yang dilakukan secara sistematis untuk mempertahankan atau mengembalikan suatu peralatan ke kondisi semula agar dapat beroperasi secara optimal [8]. Pemeliharaan tidak hanya mencakup kegiatan perbaikan setelah kerusakan terjadi, tetapi juga melibatkan tindakan pencegahan agar kegagalan tidak muncul

selama proses produksi berlangsung. Kegiatan *maintenance* dilakukan untuk menjaga performa mesin, melakukan perbaikan atau penggantian komponen yang diperlukan, serta meminimalkan potensi gangguan terhadap jalannya operasi produksi [9]. Sementara itu, pemeliharaan merupakan aktivitas yang diperlukan untuk mempertahankan fasilitas atau mesin agar tetap berada pada kondisi yang dapat berfungsi dengan baik seperti kondisi awalnya [10].

Metode *failure mode and effects analysis* (FMEA) banyak digunakan dalam industri manufaktur karena mampu mengidentifikasi potensi kegagalan secara sistematis serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai Risk Priority Number [11]. Analisis dilakukan dengan menilai setiap mode kegagalan berdasarkan tiga parameter utama yang diperoleh dari hasil observasi, wawancara, dan data historis. Pendekatan ini dipilih karena FMEA mampu memberikan dasar kuantitatif bagi pengambilan keputusan dalam kegiatan *preventive Maintenance*, sekaligus mempermudah perusahaan dalam melakukan sistem perawatan reaktif menuju sistem perawatan yang bersifat proaktif. Prosedur analisis seperti ini juga digunakan pada berbagai penelitian di industri manufaktur Indonesia, seperti penelitian yang menerapkan FMEA pada mesin pendingin kapal penangkap ikan dan berhasil mengidentifikasi komponen kritis yang paling berpotensi mengalami kerusakan [12], contoh lain yaitu memanfaatkan FMEA dan pendekatan 5W1H dalam analisis perawatan mesin petik teh untuk menekan risiko downtime [13]. Kemudian beberapa tahapan analisis FMEA yang digunakan dalam penelitian ini.

- a) Penilaian *Severity* (S): Nilai *Severity* menunjukkan seberapa parah dampak dari kegagalan terhadap kinerja sistem. Skala penilaian digunakan dari 1 (tidak berdampak) hingga 10 (sangat berbahaya atau mengancam keselamatan kerja).
- b) Penilaian *Occurrence* (O): Nilai *Occurrence* menunjukkan seberapa sering kegagalan terjadi. Skala penilaian digunakan dari 1 (sangat jarang) hingga 10 (sangat sering). Data diperoleh dari catatan frekuensi kerusakan dan pengamatan lapangan.
- c) Penilaian *Detection* (D): Nilai *Detection* menggambarkan kemampuan sistem atau operator dalam mendeteksi kegagalan sebelum menimbulkan dampak. Skala penilaian digunakan dari 1 (mudah dideteksi) hingga 10 (sulit dideteksi).
- d) Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN): Setelah ketiga nilai (S, O, D) ditentukan, dilakukan perhitungan nilai RPN menggunakan rumus:

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

Nilai RPN digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan. Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi pula risiko kegagalan yang harus segera ditangani.

- e) Penentuan prioritas perbaikan: Mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi menjadi fokus utama dalam penyusunan rekomendasi perawatan. Tindakan perbaikan difokuskan pada upaya *preventif* seperti inspeksi rutin, penggantian komponen kritis, dan penerapan sistem pendingin.

Alasan pemilihan metode

Metode FMEA dipilih karena mampu memberikan prioritas risiko secara kuantitatif melalui nilai *risk priority number* (RPN), sehingga memudahkan dalam menentukan fokus perbaikan. Selain itu, metode ini relatif mudah diterapkan pada industri skala kecil dan menengah, serta terbukti efektif dalam meningkatkan keselamatan kerja dan keandalan mesin. Penerapan FMEA juga mendukung transisi dari sistem *corrective maintenance* menuju *preventive maintenance*. Dengan demikian, diharapkan perusahaan dapat beralih dari sistem perawatan yang bersifat reaktif menjadi sistem preventif dan prediktif yang lebih efisien dan berkelanjutan.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh melalui studi lapangan dan diskusi dengan para operator serta teknisi, diperoleh delapan mode kegagalan utama pada mesin mig, yaitu kabel daya terkelupas, suhu torch berlebih, kontaminasi permukaan benda kerja, roller pengumpan aus, regulator gas bocor, nozzle tersumbat, kawat las macet, dan saklar tidak berfungsi. Sistem perawatan yang diterapkan perusahaan masih bersifat *corrective maintenance*, yaitu perbaikan dilakukan setelah terjadi kerusakan. Pendekatan ini menyebabkan tingginya frekuensi gangguan produksi karena tidak adanya sistem *preventive maintenance* yang terjadwal.

Hasil analisis FMEA

Analisis FMEA dilakukan terhadap delapan mode kegagalan utama pada mesin las MIG. Nilai *severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) diperoleh dari hasil wawancara dan pengamatan di lapangan, kemudian dikalikan untuk menentukan nilai *risk priority number* (RPN). Adapun pedoman nilai rating, hasil dari wawancara dan perhitungan nilai RPN.

Tabel 1. Acuan Nilai *Severity* [14]

Nilai	Kriteria keparahan (<i>severity</i>)	Deskripsi efek
10	Kritis/Fatal	Kegagalan menyebabkan bahaya serius bagi operator atau pelanggan, tanpa peringatan terlebih dahulu.
9	Sangat Berat	Potensi membahayakan keselamatan dengan adanya peringatan; menghentikan produksi total.
8	Berat	Produk tidak dapat berfungsi; menyebabkan <i>downtime</i> besar.
7	Tinggi	Fungsi produk menurun signifikan, memerlukan perbaikan segera.
6	Sedang Tinggi	Produk masih berfungsi namun dengan performa rendah.
5	Sedang	Efek menyebabkan cacat minor atau rework, tidak mempengaruhi keselamatan.
4	Cukup Rendah	Pengaruh terhadap kualitas minor, tidak memengaruhi fungsi utama.
3	Rendah	Efek hanya tampak secara visual, tidak memengaruhi operasi.
2	Sangat Rendah	Tidak berpengaruh terhadap kinerja, hanya kosmetik.
1	Tidak Signifikan	Tidak ada efek terhadap fungsi maupun pelanggan.

Tabel 1 pedoman penilaian *Severity* (S) menggambarkan tingkat keparahan akibat dari suatu kegagalan terhadap sistem, operator, atau hasil produksi. Semakin tinggi nilai *Severity*, maka semakin besar dampak yang ditimbulkan terhadap keselamatan maupun performa mesin. Sebagai contoh, nilai *severity* sebesar 10 menunjukkan bahwa kegagalan bersifat kritis dan dapat menyebabkan kecelakaan serius, sedangkan nilai 1 menunjukkan dampak yang sangat kecil dan tidak berpengaruh pada kinerja sistem.

Tabel 2. Acuan Nilai *Occurrence* [14]

Nilai	Tingkat kemungkinan terjadi	Frekuensi atau estimasi
10	Sangat Sering	Kegagalan hampir pasti terjadi (>1 kali dalam 3 operasi).
9	Sangat Tinggi	Kegagalan terjadi hampir setiap minggu.
8	Tinggi	Kegagalan terjadi setiap bulan.
7	Agak Tinggi	Kegagalan sering muncul dalam beberapa bulan.
6	Sedang Tinggi	Kegagalan kadang terjadi (setahun beberapa kali).
5	Sedang	Kegagalan jarang terjadi, tetapi pernah dilaporkan.
4	Cukup Rendah	Kegagalan jarang terjadi, namun masih mungkin.
3	Rendah	Kegagalan sangat jarang, mungkin sekali dalam beberapa tahun.
2	Sangat Rendah	Kegagalan hampir tidak pernah terjadi.
1	Hampir Tidak Pernah	Tidak ada riwayat kegagalan pada sistem serupa.

Tabel 2 pedoman penilaian *occurrence* (O) menunjukkan kemungkinan terjadinya suatu penyebab kegagalan berdasarkan frekuensi kejadian atau catatan historis perawatan. Skala penilaian dimulai dari 1 untuk kejadian yang hampir tidak pernah terjadi, hingga 10 untuk kejadian yang sangat sering atau hampir pasti terjadi. Dengan demikian, nilai *Occurrence* memberikan gambaran mengenai seberapa sering penyebab kegagalan dapat muncul selama proses operasi berlangsung.

Tabel 3. Acuan nilai detaction [14]

Nilai	Kemampuan deteksi	Deskripsi kondisi
10	Tidak Dapat Dideteksi	Tidak ada sistem kontrol; kegagalan hampir pasti lolos deteksi.
9	Sangat Rendah	Kemungkinan deteksi sangat kecil; sistem kontrol manual dan tidak teratur.
8	Rendah	Inspeksi dilakukan namun tidak efektif mendeteksi akar masalah.
7	Agak Rendah	Deteksi mungkin terjadi tetapi tidak konsisten.
6	Sedang Rendah	Deteksi dilakukan hanya setelah efek terjadi (reaktif).
5	Sedang	Kontrol ada tetapi bergantung pada operator manusia.
4	Cukup Baik	Kontrol semi-otomatis; kemungkinan deteksi cukup tinggi.
3	Baik	Sistem inspeksi rutin mampu mendeteksi sebagian besar kegagalan.
2	Sangat Baik	Kontrol otomatis dengan alarm dan sistem pencegahan aktif.
1	Hampir Pasti Terdeteksi	Sistem kontrol otomatis dapat mendeteksi dan mencegah kegagalan sebelum terjadi.

Tabel 3 pedoman penilaian *detection (D)* digunakan untuk menilai kemampuan sistem atau prosedur yang ada dalam mendeteksi kegagalan sebelum menimbulkan dampak terhadap proses atau pelanggan. Nilai *detection* yang rendah (mendekati 1) menandakan bahwa sistem pengendalian sangat efektif dalam menemukan potensi kegagalan, sedangkan nilai tinggi (mendekati 10) menunjukkan bahwa sistem deteksi lemah atau bahkan tidak mampu mendeteksi kegagalan sebelum terjadi.

Tabel 4. Hasil wawancara

No	Pertanyaan wawancara	Ringkasan jawaban
1	Seberapa sering mesin las MIG mengalami kerusakan dalam sebulan terakhir?	Sekitar 4–5 kali, terutama pada kabel daya dan torch.
2	Jenis kerusakan apa yang paling sering terjadi?	Kabel terkelupas, suhu torch terlalu panas, dan nozzle tersumbat.
3	Apa penyebab utama kerusakan tersebut?	Karena mesin digunakan terus-menerus tanpa pendinginan dan lingkungan kerja berdebu.
4	Apakah perusahaan memiliki jadwal perawatan rutin?	Belum ada jadwal rutin, perawatan dilakukan jika sudah rusak.
5	Bagaimana sistem deteksi atau pemeriksaan kerusakan saat ini?	Hanya visual check oleh operator sebelum digunakan. Tidak ada alat deteksi otomatis.
6	Dampak apa yang terjadi bila mesin rusak?	Proses pengelasan berhenti, hasil las cacat, dan target produksi terlambat.
7	Apakah pernah terjadi kecelakaan akibat kerusakan mesin?	Pernah tersengat listrik karena kabel isolasi terkelupas.
8	Menurut Anda, apa solusi yang paling efektif untuk mencegah kerusakan?	Diperlukan inspeksi harian, sistem pendingin tambahan, dan SOP pembersihan area kerja.

Tabel 4 merupakan hasil dari wawancara yang dilakukan kepada beberapa responden yang terdiri dari operator produksi dan teknisi *Maintenance*. Tujuan utama wawancara ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai kondisi mesin las MIG, frekuensi kerusakan, penyebab utama, serta sistem perawatan yang diterapkan di perusahaan XYZ. Dari tabel tersebut dilakukan perhitungan nilai RPN, adapun hasil pengolahannya.

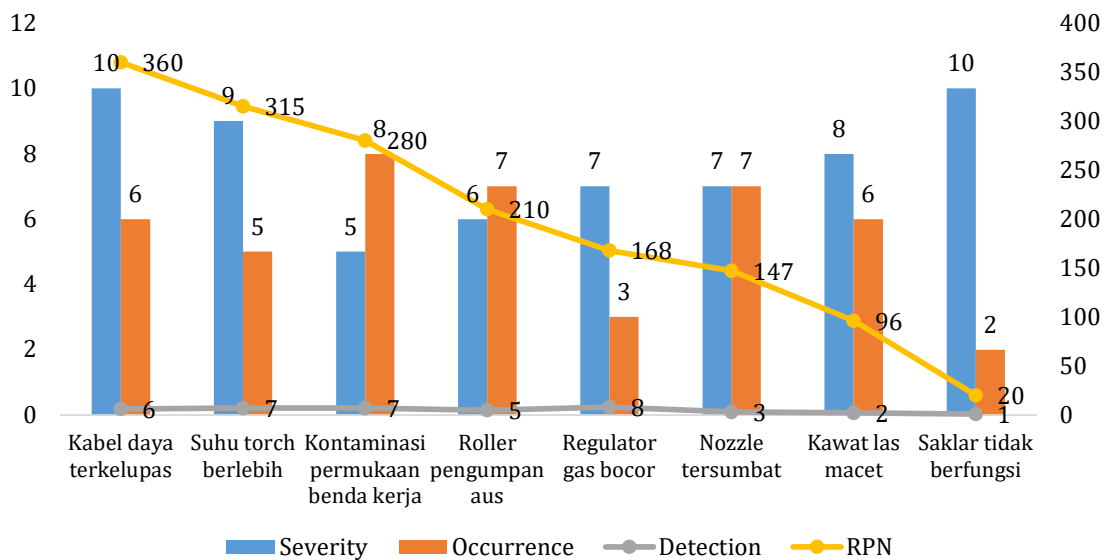
Tabel 5. Hasil perhitungan analisis FMEA

Mode Kegagalan	Severity	Occurrence	Detection	RPN
Kabel daya terkelupas	10	6	6	360
Suhu torch berlebih	9	5	7	315
Kontaminasi permukaan benda kerja	5	8	7	280
Roller pengumpan aus	6	7	5	210
Regulator gas bocor	7	3	8	168
Nozzle tersumbat	7	7	3	147
Kawat las macet	8	6	2	96
Saklar tidak berfungsi	10	2	1	20

Tabel 5 perhitungan nilai RPN, diperoleh bahwa mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi adalah kabel daya terkelupas dengan nilai RPN sebesar 360, nilai *severity* 10 diberikan karena kegagalan bersifat fatal dan membahayakan keselamatan operator, sedangkan *detection* 6 menunjukkan deteksi masih terbatas karena hanya dilakukan secara visual. Nilai RPN tergolong tinggi dibanding yang lain, menandakan sistem perawatan belum optimal. Implikasinya, perusahaan perlu beralih ke preventive maintenance, meningkatkan sistem deteksi, dan memperkuat keselamatan kerja. Kemudian suhu torch berlebih dengan nilai RPN sebesar 315, Severity 9 diberikan karena overheat berdampak serius pada kualitas las dan kerusakan alat, sedangkan *detection* 7 menunjukkan deteksi masih rendah karena tidak ada monitoring suhu otomatis. Nilai RPN tergolong tinggi, menandakan risiko kritis. Implikasinya, perlu sistem pendingin, SOP penggunaan, dan peningkatan monitoring serta pelatihan operator.

Analisis diagram pareto

Penerapan diagram Pareto sangat efektif apabila dikombinasikan dengan metode FMEA, karena metode ini mampu memberikan arah prioritas dalam menentukan tindakan perbaikan yang paling berdampak terhadap peningkatan efisiensi dan kualitas sistem produksi. Dengan demikian, penggunaan diagram Pareto dapat membantu dalam mengoptimalkan sumber daya, menurunkan tingkat kegagalan, serta meningkatkan efektivitas kegiatan perawatan secara keseluruhan [15]. Berdasarkan hasil pengolahan data yang terdapat pada Tabel 5. Selanjutnya, dengan menerapkan diagram pareto, dilakukan analisis untuk menemukan tipe kegagalan yang dominan dan sering muncul. Adapun hasil pengolahannya sebagai berikut:



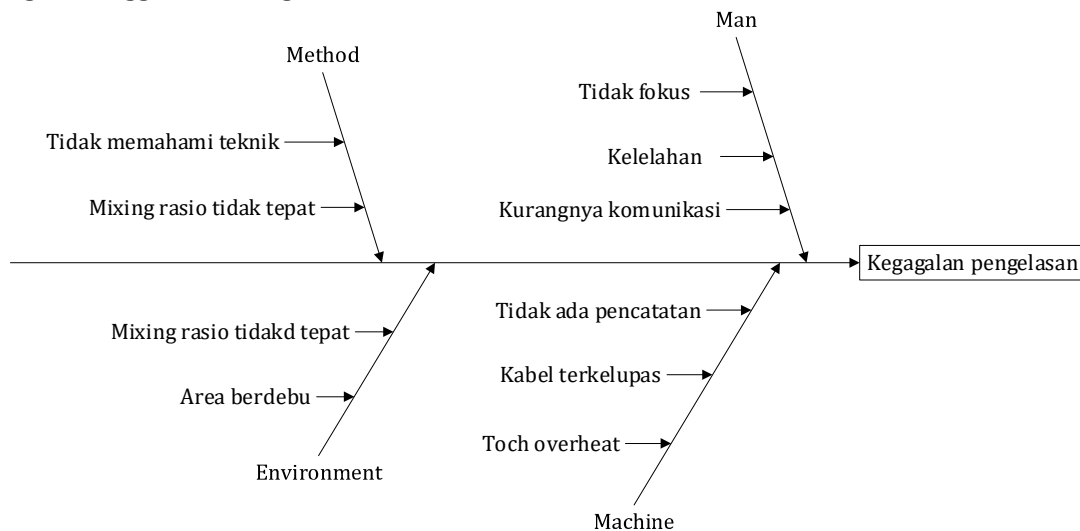
Gambar 2. Diagram pareto

Pada Gambar 2 dijelaskan bahwa tiga mode kegagalan utama yang memiliki nilai RPN tertinggi adalah kabel daya terkelupas (RPN = 360), suhu torch berlebih (RPN = 315), dan

kontaminasi permukaan benda kerja (RPN = 280). Selain itu, terlihat bahwa nilai severity tinggi tidak selalu menghasilkan risiko terbesar jika frekuensi kejadian rendah dan mudah dideteksi. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa perusahaan perlu menerapkan preventive maintenance, meningkatkan sistem deteksi, serta memperbaiki prosedur kerja agar dapat mengurangi kegagalan, meningkatkan keselamatan, dan menjaga efisiensi produksi.

Analisis diagram fishbone

Diagram *fishbone* sangat membantu dalam mengidentifikasi akar penyebab masalah di lingkungan manufaktur karena dapat menggambarkan hubungan antar faktor yang memengaruhi kinerja mesin dan proses kerja secara visual [16]. Penggunaan diagram Fishbone dalam analisis perawatan mesin memberikan kejelasan dalam menentukan prioritas tindakan korektif dan preventif, sehingga proses perbaikan menjadi lebih terarah dan efisien [17]. Setelah mengetahui jenis kegagalan yang paling dominan, yaitu kabel daya terkelupas dengan (RPN = 360), suhu torch berlebih dengan (RPN = 315), dan kontaminasi permukaan benda kerja dengan (RPN = 280). Dari mode kegagalan potensial tersebut akan diketahui faktor apa yang menyebabkan *defect* pada mesin las MIG. Diagram ini membagi penyebab defect menjadi empat kategori utama yaitu *Man*, *Method*, *Machine*, and *Environment*. Berikut merupakan analisis jenis kegagalan pada las MIG dengan menggunakan diagram *Fishbone*.



Gambar 3. Diagram Fishbone

Gambar 3 diagram *Fishbone* tersebut diketahui, pada faktor *Man* (manusia), penyebab masalah antara lain pekerja tidak fokus, mengalami kelelahan, serta kurangnya komunikasi antar tim yang dapat menurunkan efektivitas kerja. Faktor *Method* (metode) menunjukkan bahwa ketidaktepatan dalam teknik kerja dan kesalahan pada *mixing ratio* turut menyebabkan hasil yang tidak optimal. Selanjutnya, faktor *Machine* (mesin) mencakup tidak adanya pencatatan perawatan, kabel yang terkelupas, serta kondisi *torch* yang mengalami panas berlebih (*overheat*), yang dapat mengganggu kelancaran operasi mesin. Sedangkan pada faktor *Environment* (lingkungan), penyebabnya meliputi area kerja yang berdebu, serta kondisi lingkungan yang tidak mendukung proses kerja dengan baik secara keseluruhan.

Solusi dan rekomendasi perbaikan mesin las MIG berdasarkan analisis FMEA

Berdasarkan hasil analisis FMEA, *diagram Pareto*, dan *diagram Fishbone*, terdapat beberapa langkah perbaikan yang dapat diterapkan oleh Perusahaan XYZ untuk meningkatkan keselamatan kerja serta efisiensi perawatan mesin las MIG. Solusi ini disusun berdasarkan mode kegagalan dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi dan faktor penyebab yang paling dominan, baik dari aspek manusia, mesin, metode, maupun lingkungan kerja. Rekomendasi perbaikan sesuai Tabel 6.

Tabel 6. Rekomendasi perbaikan

No.	Mode Kegagalan/Permasalahan	Penyebab Utama	Solusi/Rekomendasi Tindakan Perbaikan	Tujuan/Dampak yang Diharapkan
1	Kabel daya terkelupas (RPN = 360)	Gesekan kabel dengan benda kerja, usia pakai lama, tidak ada inspeksi rutin	- Melakukan pemeriksaan kabel setiap awal dan akhir shift. - Mengganti kabel yang aus atau terkelupas.	- Mencegah sengatan listrik dan kebakaran. - Meningkatkan keselamatan kerja operator.
2	Suhu torch berlebih (RPN = 315)	Tidak ada sistem pendingin, penggunaan mesin terus-menerus tanpa jeda	- Menambahkan sistem pendingin udara/air pada <i>torch</i> . - Melatih operator untuk mengenali tanda <i>overheat</i> .	- Menjaga suhu torch tetap stabil. - Memperpanjang umur pakai torch.
3	Kontaminasi permukaan benda kerja (RPN = 280)	Lingkungan kerja berdebu, tidak ada SOP pembersihan	- Menetapkan SOP pembersihan area kerja setiap shift. - Menyediakan alat pembersih (sikat baja, blower).	- Mengurangi cacat hasil las - Meningkatkan kualitas produk
4	Kedisiplinan operator rendah	Kurangnya pelatihan dan kesadaran terhadap keselamatan kerja	- Menyelenggarakan pelatihan rutin bagi operator. - Memberikan pengarahan teknis mengenai prosedur perawatan.	- Meningkatkan kesadaran keselamatan kerja - Mendorong budaya kerja aman dan produktif.
5	Sistem perawatan reaktif (<i>corrective maintenance</i>)	Tidak ada jadwal <i>preventive Maintenance</i> dan dokumentasi	- Membuat jadwal <i>preventive Maintenance</i> mingguan & bulanan. - Menggunakan checklist perawatan.	- Mengurangi <i>downtime</i> produksi - Meningkatkan keandalan mesin
6	Lingkungan kerja tidak mendukung	Area kerja panas, berdebu, dan sirkulasi udara buruk	- Menyediakan alat kebersihan dan APD di area kerja. - Melakukan inspeksi lingkungan secara berkala.	- Menciptakan lingkungan kerja aman & nyaman. - Mengurangi risiko kontaminasi dan kelelahan operator.

Pada perawatan reaktif, permasalahan utamanya adalah tidak adanya jadwal *preventive maintenance* dan dokumentasi. Hal ini menyebabkan perawatan hanya dilakukan saat mesin rusak, sehingga meningkatkan *downtime*. Solusi yang diberikan berupa pembuatan jadwal perawatan rutin, penggunaan checklist, dan pencatatan jam operasi mesin dinilai tepat karena dapat meningkatkan keandalan mesin dan menekan gangguan produksi. Sementara itu, pada aspek lingkungan kerja, kondisi area yang panas, berdebu, dan memiliki sirkulasi udara buruk menjadi penyebab utama gangguan. Untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman, diperlukan penyediaan alat kebersihan, APD, serta pemeriksaan lingkungan secara rutin. Dampaknya tidak hanya pada mesin, tetapi juga pada kesehatan dan produktivitas operator.

4. Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode FMEA pada perawatan mesin las MIG di Perusahaan XYZ berhasil mengidentifikasi delapan mode kegagalan utama dan menentukan prioritas risiko secara sistematis melalui nilai *risk priority number* (RPN). Temuan utama menunjukkan bahwa kegagalan paling kritis adalah kabel daya terkelupas (RPN 360), suhu torch berlebih (RPN 315), dan kontaminasi permukaan benda kerja (RPN 280). Ketiga kegagalan ini berdampak signifikan terhadap keselamatan kerja, kualitas hasil pengelasan, serta kelancaran produksi. Selain itu, hasil analisis menegaskan bahwa sistem perawatan yang masih bersifat *corrective maintenance* menjadi penyebab utama tingginya frekuensi kerusakan dan *downtime*. Berdasarkan hasil tersebut, direkomendasikan penerapan strategi *preventive maintenance* melalui inspeksi rutin kabel, pemasangan sistem pendingin pada torch, serta penerapan SOP pembersihan area kerja. Selain itu, diperlukan peningkatan pelatihan operator, penyusunan jadwal perawatan berkala, serta perbaikan sistem deteksi kegagalan. Implementasi rekomendasi ini diharapkan mampu meningkatkan keandalan mesin, mengurangi risiko kecelakaan kerja, serta meningkatkan efisiensi operasional. Temuan ini juga didukung oleh berbagai penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa FMEA efektif dalam meningkatkan keandalan sistem perawatan dan mengoptimalkan strategi *maintenance* di industri manufaktur.

Referensi

- [1] D. Sari, R. Prabowo, and M. Nugraha, "Analysis of equipment failure using FMEA in production system," *J. Rekayasa dan Manaj. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 133–142, 2019.
- [2] W. Putra and R. Widodo, "Maintenance strategy optimization for welding equipment using reliability-centered maintenance," *Indones. J. Ind. Eng.*, vol. 6, no. 4, pp. 241–249, 2020.
- [3] M. M. Rahman, S. Alam, and P. Singh, "FMEA-based approach for maintenance improvement in manufacturing plants," *J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 16, no. 9, pp. 220–229, 2021.
- [4] R. Hidayat and A. Kurniawan, "Analisis penerapan preventive maintenance untuk mengurangi downtime mesin produksi," *J. Rekayasa Ind. dan Manufaktur*, vol. 9, no. 3, pp. 211–219, 2021.
- [5] H. Prasetyo, D. Nurul, and A. Firmansyah, "Transition from corrective to preventive maintenance using FMEA: A case study in metal manufacturing," *J. Teknol. dan Sist. Ind.*, vol. 11, no. 2, pp. 89–98, 2022.
- [6] M. Hasan, F. Abdullah, and N. Rahman, "Integration of FMEA in preventive maintenance for manufacturing equipment reliability," *Procedia Manuf.*, vol. 51, pp. 101–108, 2020.
- [7] A. Sastriawan, "Penjadwalan Maintenance Berbasis Reliability Engineering pada Sistem Produksi," *J. Teknol. Ind.*, 2024.
- [8] U. H. Nasution, C. Zahri, and R. Pratama, "Analisis maintenance mesin dalam meningkatkan jam produksi pada PT. Cerestar Flour Mills Medan," *War. Dharmawangsa*, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.dharmawangsa.ac.id/index.php/juwarta/article/view/5841>
<https://doi.org/10.46576/wdw.v19i1.5841>
- [9] F. C. E. Paath, A. Sutrisno, and J. S. C. Neyland, "Analisis Reduksi Waste dalam Industri Jasa Pemeliharaan Mesin dengan Metode Lean Six Sigma," *J. Tekno Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 11–20, 2025, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jtmu/article/view/62286>
<https://doi.org/10.35793/jtm.v11i1.62286>
- [10] Ansori and Mustajib, "Konsep Dasar Perawatan dan Pemeliharaan Mesin," *J. Matriks*, 2013, [Online]. Available: <https://journal.umg.ac.id/index.php/matriks/article/download/576/479/1505>
- [11] J. Simanullang and others, "Evaluasi Sistem Maintenance Menggunakan Metode FMEA untuk Mengurangi Downtime Mesin," *J. Rekayasa dan Proses Ind. Terap.*, 2024.
- [12] H. I. Madyantoro, "Penerapan Metode FMEA untuk Menentukan Strategi Perawatan pada Mesin Pendingin Kapal Penangkap Ikan," *Aurelia J.*, 2022.

- [13] C. A. Rakhmadina, "Penerapan Metode FMEA dan 5W1H dalam Analisis Perawatan Mesin Petik Teh Double," in *Prosiding PNACIA*, 2024.
- [14] StatStuff, "Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Severity, Occurrence, and Detection Rating Guidelines," 2023.
- [15] E. Rahmawati, R. Prabowo, and H. Santoso, "Integrasi Metode FMEA dan Diagram Pareto dalam Penentuan Prioritas Perbaikan Kualitas Produksi," *J. Rekayasa dan Manaj. Ind.*, vol. 10, no. 3, pp. 155–162, 2022.
- [16] C. A. Rakhmadina, "Penerapan Metode FMEA dan Diagram Fishbone dalam Analisis Perawatan Mesin Petik Teh Double," *Pros. PNACIA*, 2024.
- [17] D. Sari and R. Prabowo, "Analisis Penyebab Kegagalan Mesin Produksi Menggunakan Diagram Fishbone pada Industri Manufaktur," *J. Rekayasa dan Manaj. Ind.*, vol. 9, no. 2, pp. 112–119, 2021.