

Pengembangan Sistem Kerja Berbasis *Kaizen* Untuk Mencegah Kecelakaan Kerja Berulang Pada Mesin *Spot Welding* di Perusahaan Manufaktur Indonesia

Muhammad Faiz Abdullah^{1*}, Gigih Hapsak Pradipto², Ade Nurul Hidayat³

¹ Teknik Industri, Universitas Pelita Bangsa ; email : muhammadaabdullah206@gmail.com

² Teknik Industri, Universitas Pelita Bangsa ; email : gigih.pradipto@pelitabangsa.ac.id

³ Teknik Industri, Universitas Pelita Bangsa ; email : adeupb@pelitabangsa.ac.id

Jl. Inspeksi Kalimantan No.9, Cibatu, Cikarang Sel., Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530

*Penulis : Muhammad Faiz Abdullah

Abstract: Occupational health and safety (OHS) is a critical aspect of the manufacturing industry, especially in processes involving high-risk equipment such as spot welding machines. This research aims to analyze the root causes of a workplace accident involving a spot welding machine at a manufacturing company in Indonesia and to develop a safer work system using the Kaizen approach. A case study with a descriptive-analytical method was employed. Data were collected through direct observation, document analysis, and interviews. Risk analysis was conducted using the HIRARC method (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control), and the root causes were identified using a fishbone diagram. The findings indicate that the accident was caused by non-compliance with standard operating procedures, the absence of automatic safety features, and weak supervision. As a solution, a double-hand operation system was implemented, ensuring that both operator hands are occupied and away from the hazardous zone during operation. This poka-yoke-based modification is simple yet effective in technically eliminating the risk. The application of the Kaizen-based work system has proven to significantly improve workplace safety and prevent similar accidents from recurring.

Keywords: OHS, spot welding, Kaizen, HIRARC, work system.

Abstrak: Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan aspek penting dalam industri manufaktur, khususnya pada proses yang melibatkan mesin berisiko tinggi seperti *spot welding*. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penyebab kecelakaan kerja yang terjadi pada mesin *spot welding* di salah satu perusahaan manufaktur, serta merancang sistem kerja yang lebih aman dengan pendekatan *Kaizen*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus dengan pendekatan deskriptif-analitis. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, studi dokumen, dan wawancara. Analisis risiko dilakukan menggunakan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*), dan akar masalah diidentifikasi menggunakan diagram *fishbone*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecelakaan kerja terjadi akibat ketidakpatuhan operator terhadap prosedur kerja, tidak adanya sistem pengaman otomatis, serta lemahnya pengawasan. Sebagai solusi, dirancang perbaikan sistem kerja dengan menerapkan *double-hand operation system* untuk mencegah tangan operator berada di area berbahaya saat mesin beroperasi. Modifikasi ini dinilai efektif karena merupakan bentuk *poka-yoke* yang sederhana namun mampu menghilangkan risiko secara teknis. Penerapan sistem kerja berbasis *Kaizen* terbukti dapat meningkatkan keselamatan kerja secara signifikan dan mencegah terulangnya kecelakaan serupa di masa mendatang.

Kata kunci: K3, spot welding, Kaizen, HIRARC, sistem kerja.

Diterima: Mei 07, 2025

Direvisi: Mei 27, 2025

Diterima: Juni 09, 2025

Diterbitkan: Juni 11, 2025

Versi sekarang: Juni 17, 2025



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.

Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka

berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons

Attribution (CC BY SA) (

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan aspek krusial dalam industri manufaktur, terutama pada area kerja yang melibatkan penggunaan mesin berisiko tinggi seperti *spot welding*. Mesin ini bekerja dengan menggabungkan dua permukaan logam menggunakan tekanan dan arus listrik tinggi dalam waktu singkat. Meski efisien, proses ini menyimpan potensi bahaya serius apabila prosedur kerja tidak diikuti dengan ketat[1].

Salah satu kasus kecelakaan yang terjadi di perusahaan ini yang menjadi objek penelitian ini adalah insiden terjepitnya ibu jari operator mesin *spot welding* hingga menyebabkan cedera serius. Hasil investigasi menunjukkan bahwa kecelakaan tersebut disebabkan oleh pelanggaran prosedur operasional standar (SOP), tidak tersedianya sistem pengaman otomatis pada mesin, dan lemahnya supervisi di area kerja.

Dalam upaya menciptakan sistem kerja yang lebih aman dan mencegah terulangnya kecelakaan serupa, pendekatan *Kaizen* dipilih sebagai metode perbaikan. *Kaizen* adalah filosofi perbaikan berkelanjutan yang melibatkan seluruh lini organisasi dan menekankan perubahan kecil namun konsisten untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja. Salah satu implementasi dari *Kaizen* adalah penerapan *poka-yoke*, yaitu sistem pencegahan kesalahan berbasis desain.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kecelakaan kerja menggunakan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) dan merancang perbaikan sistem kerja berbasis *Kaizen* guna mengurangi risiko kerja di mesin *spot welding*. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi industri dalam merancang sistem kerja yang lebih aman dan humanistik

2. Tinjauan Literatur

2.1. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Kualitas Berdasarkan UU No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, PP No. 50 Tahun 2012 mengenai Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3), serta Permenaker No. 38 Tahun 2016 yang mengatur keselamatan kerja pada mesin produksi[2], pelaksanaan standar keselamatan kerja menjadi kewajiban utama di lingkungan industri. Selain itu, standar internasional seperti ISO 45001:2018 yang mengatur Sistem Manajemen K3 dan ISO 12100:2013 tentang prinsip umum keselamatan mesin dan penilaian risiko turut menyediakan pedoman penting dalam meningkatkan keamanan dan kesehatan kerja pada penggunaan alat produksi[3].

K3, yang merupakan singkatan dari Kesehatan dan Keselamatan Kerja, adalah kebijakan yang diterapkan oleh pemerintah dan pengusaha untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja serta meminimalkan risiko yang timbul akibat kegiatan kerja[4]. Penerapan K3 dalam industri sangatlah krusial. Setiap tahunnya, banyak kecelakaan dan insiden yang menyebabkan cedera parah di kalangan pekerja[5].

2.2. Potensi Bahaya di Lingkungan Kerja

Potensi bahaya kerja adalah segala sesuatu di lingkungan kerja yang memiliki kemungkinan menyebabkan cedera, penyakit, atau kerugian baik terhadap pekerja, peralatan, maupun proses produksi. Dalam perspektif teknik industri, pengelolaan potensi bahaya kerja sangat penting untuk menciptakan sistem kerja yang aman, efisien, dan produktif dengan menggunakan pendekatan identifikasi risiko dan penerapan kontrol keselamatan. Potensi bahaya kerja adalah semua kondisi atau faktor di tempat kerja yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, dan kerusakan harta benda[6]. Pengendalian bahaya sangat penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat.

Lingkungan kerja yang aman adalah prasyarat penting untuk produktivitas dan kesejahteraan karyawan. Namun, berbagai potensi bahaya (*hazards*) dapat timbul di tempat kerja, baik dari faktor fisik, kimia, biologis, ergonomis, maupun psikososial. Identifikasi dan mitigasi terhadap bahaya ini penting untuk mencegah kecelakaan kerja serta dampak buruk lainnya[7]. Lingkungan kerja yang sehat mencakup faktor-faktor seperti pencahayaan, ventilasi, suhu, kebisingan, getaran, hingga kondisi psikososial yang semuanya harus memenuhi standar agar pekerja tetap dalam kondisi prima dan tidak mengalami gangguan kesehatan[8].

2.3 Mesin *Spot Welding*

Spot welding adalah salah satu jenis proses pengelasan resistansi listrik (*resistance welding*) yang digunakan untuk menggabungkan dua atau lebih lembaran logam dengan menekan elektroda pada titik tertentu, lalu mengalirkan arus listrik sehingga logam meleleh di titik tersebut dan membentuk sambungan saat mendingin. Proses ini umum digunakan dalam industri otomotif dan manufaktur lembaran logam karena efisiensinya untuk produksi massal[9].



Gambar 2. 1 Mesin *Spot Welding*

2.4 Sistem Kerja

Sistem kerja merupakan susunan terorganisasi dari berbagai elemen sumber daya, seperti manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan kerja, yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan produksi secara efektif dan efisien. Dalam konteks teknik industri, sistem kerja dirancang untuk mengoptimalkan produktivitas dengan tetap memperhatikan faktor ergonomi guna mendukung keselamatan dan kenyamanan pekerja. Sistem kerja adalah gabungan elemen-elemen sumber daya yang terorganisasi secara sistematis untuk mencapai efisiensi dan produktivitas dalam proses produksi. Dengan rancangan sistem kerja yang baik, perusahaan dapat meningkatkan output sekaligus meminimalkan risiko kecelakaan dan kelelahan kerja[10].

2.5 HIRARC

HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengenali bahaya, menilai risiko yang terkait, serta menerapkan tindakan pengendalian guna mengurangi atau menghilangkan risiko tersebut di lingkungan kerja. Pendekatan ini sangat penting dalam manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (K3) karena dapat membantu menciptakan kondisi kerja yang lebih aman dan mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja[11]. Menurut J.M. Green, HIRARC merupakan metode untuk mengenali bahaya potensial dan menilai risiko guna menerapkan langkah-langkah pengendalian yang sesuai dalam suatu sistem kerja demi melindungi pekerja dari bahaya yang mungkin terjadi[12]. Sementara itu, J.R. Heinrich menekankan bahwa HIRARC memainkan peran penting dalam mencegah kecelakaan kerja dengan menghilangkan atau mengurangi bahaya yang ada sebelum menimbulkan kerugian, sejalan dengan pandangannya bahwa prosedur keselamatan harus mencakup koreksi atau penghilangan bahaya fisik[13].

Untuk menerapkan HIRARC secara efektif, diperlukan pemahaman yang sistematis mengenai tiga tahapan utama dalam proses analisisnya, yaitu identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), dan pengendalian risiko (*risk control*). Ketiga tahapan ini saling berkaitan dan membentuk satu kesatuan dalam upaya menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat. *Hazard Identification* adalah proses sistematis untuk mengenali potensi sumber bahaya yang dapat menyebabkan cedera, penyakit akibat kerja, kerusakan aset, atau gangguan terhadap proses kerja[14]. Selanjutnya, *Risk Assessment* merupakan proses mengevaluasi kemungkinan (probabilitas) dan dampak (konsekuensi) dari

bahaya yang telah diidentifikasi, guna menentukan tingkat risiko dan memutuskan apakah tindakan pengendalian diperlukan[15]. Setelah bahaya dikenali dan risikonya dinilai, langkah terakhir adalah *Risk Control*, yaitu tindakan strategis untuk menghilangkan atau meminimalkan tingkat risiko ke tingkat yang dapat diterima. Menurut Altomonte (2024), pengendalian risiko merupakan upaya sistematis untuk menurunkan kemungkinan dan dampak risiko yang dihadapi perusahaan selama kegiatan operasional[16]. Sementara itu, CCOHS (2023) menekankan pentingnya mengevaluasi efektivitas dari kontrol yang diterapkan agar tetap relevan dan berfungsi optimal dalam jangka panjang[17].

2.6 Kaizen

Kaizen adalah konsep dari Jepang yang mengacu pada upaya perbaikan proses yang dilakukan secara berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas hasil kerja. Dalam dunia bisnis dan manajemen, *kaizen* menekankan peningkatan berkelanjutan pada proses, produk, atau layanan melalui langkah-langkah kecil namun konsisten. Pendekatan ini tidak hanya mengutamakan perubahan besar, tetapi juga penyesuaian kecil yang dilakukan secara rutin untuk menghasilkan dampak positif dalam jangka panjang. *Kaizen* melibatkan seluruh anggota organisasi, mulai dari manajemen hingga pekerja di lini produksi[18].

2.7 Fishbone

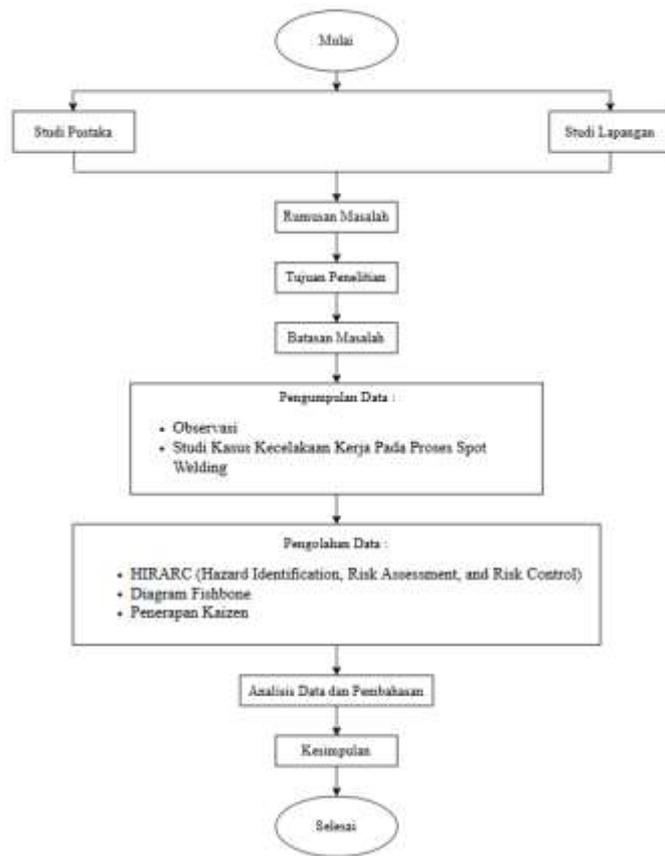
Fishbone Diagram, yang juga disebut sebagai Diagram *Ishikawa* atau *Cause-and-Effect* Diagram, adalah alat yang digunakan dalam manajemen untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan potensi penyebab dari suatu masalah atau dampak tertentu. Diagram ini memiliki bentuk menyerupai tulang ikan, dengan masalah utama atau efek berada di bagian kepala ikan, sementara berbagai kategori penyebab tersebar sepanjang tulang-tulang ikan[19].

Diagram *fishbone* umumnya digunakan pada tahap identifikasi permasalahan dan untuk menentukan penyebab dari timbulnya masalah tersebut[20]. Fungsi utamanya adalah untuk membantu tim dalam memetakan berbagai faktor yang dapat memengaruhi hasil, serta memberikan gambaran komprehensif mengenai elemen-elemen yang perlu diperbaiki. Diagram ini banyak diterapkan di berbagai bidang, seperti manufaktur, layanan, dan teknik, untuk meningkatkan pemahaman terhadap masalah yang ada dan mencari solusi yang lebih efisien[21].

3. Metode

Penelitian ini menggunakan metode *deskriptif-analitis* dengan pendekatan studi kasus. Pendekatan ini bertujuan untuk memahami secara mendalam penyebab kecelakaan kerja pada mesin *spot welding* dan mengembangkan solusi perbaikan berbasis *Kaizen*. Metode ini cocok untuk menggali informasi detail mengenai masalah, menganalisis akar penyebabnya, dan merancang langkah-langkah mitigasi yang dapat diimplementasikan di tempat kerja.

Tempat penelitian ini dilakukan pada salah satu perusahaan manufaktur di Indonesia yang bergerak dibidang *spare part* otomotif. Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai pada tanggal 1-30 November 2024. Objek penelitian ini adalah mesin *spot welding* yang digunakan dalam proses produksi di salah satu perusahaan manufaktur di Indonesia. Mesin ini berfungsi untuk menyambungkan material logam dengan menggunakan tekanan dan arus listrik. Penggunaan mesin ini sangat penting untuk mendukung efisiensi produksi, tetapi juga memiliki potensi risiko keselamatan kerja yang signifikan. Penelitian ini difokuskan pada aspek keselamatan kerja operator mesin *spot welding*, terutama setelah terjadinya kecelakaan yang mengakibatkan ibu jari tangan operator terjepit hingga terpotong. Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan cara observasi langsung, peneliti melakukan observasi terhadap proses kerja operator mesin *spot welding*, terutama pada aspek yang berkaitan dengan keselamatan kerja. Dalam melaksanakan pengolahan data ini, penulis akan mengidentifikasi masalah menggunakan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) untuk mengenali potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan mengidentifikasi kontrol yang ada, menganalisis penyebab menggunakan *Fishbone* Diagram (Diagram Tulang Ikan): Menganalisis faktor penyebab berdasarkan kategori (manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan) serta pengembangan Sistem Kerja Berbasis *Kaizen*.



Gambar 2. 2 Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan observasi lapangan dan data laporan kecelakaan kerja di perusahaan, diketahui bahwa telah terjadi insiden serius pada operator mesin *spot welding*. Kecelakaan ini menyebabkan cedera berat pada ibu jari tangan kanan operator yang terjepit saat proses pengelasan sedang berlangsung.

Berdasarkan hasil pengamatan, ditemukan beberapa temuan penting yang berkaitan dengan aspek keselamatan kerja, baik dari sisi perilaku operator, kondisi mesin, prosedur kerja, hingga lingkungan kerja. Hasil observasi disajikan dalam Tabel 4.1 berikut :

Tabel 4. 1 Hasil Observasi Lapangan

No	Aspek	Indikator yang Diamati	Hasil Observasi	Keterangan
1	Manusia	Operator menggunakan APD lengkap	Ya	Operator memakai semua APD
2	Manusia	Operator mengikuti SOP kerja	Tidak	Operator melanggar membetulkan posisi NUT dengan tangan kiri
3	Mesin	Mesin memiliki tombol <i>emergency stop</i>	Ya	Tombol berfungsi
4	Mesin	Mesin memiliki pelindung/sensor otomatis	Tidak	Tidak tersedia sensor atau <i>interlock</i> pengaman
5	Metode	SOP tertulis tersedia di area kerja	Ya	SOP terdapat di mesin

6	Metode	Operator melakukan pengecekan mesin	Ya	Operator telah melakukan pengecekan awal
7	Material	Material stabil saat proses pengelasan	Ya	Material kokoh di atas <i>fixture</i>
8	Material	Posisi kerja aman dari jepitan	Tidak	Tangan mendekati area titik las
9	Lingkungan	Area kerja rapi dan bebas hambatan	Ya	Area cukup bersih
10	Lingkungan	Pencahayaannya area kerja cukup	Tidak	Area agak gelap di sisi kiri mesin

Pengolahan data akan dilakukan dengan metode HIRARC, Langkah tersebut yang nantinya akan diterapkan sebagai acuan untuk menentukan langkah penanggulangan kecelakaan kerja yang terjadi.

4.1 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Proses ini adalah langkah pertama dalam metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*). Identifikasi bahaya (*Hazard identification*) mempunyai tujuan yaitu untuk mengetahui potensi bahaya pada aktifitas pekerjaan. Berikut ini adalah hasil identifikasi bahaya dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4. 2 *Hazard Identification*

No	Aktivitas / Tahapan Kerja	Potensi Bahaya	Dampak Potensial
1	Mengambil dan memasang part pada JIG	Terjepit, tergores	Cedera tangan, luka ringan/sedang
2	Mengambil dan memasang NUT pada <i>Alvalog</i>	Tertusuk atau tergores dari part logam tajam	Luka ringan/sedang
3	Menekan tombol <i>start</i> , tangan kiri dekat elektroda	Kesetrum	Sengatan listrik
4	Proses pengelasan berlangsung (mesin aktif)	Pancaran sinar panas dan percikan logam	Luka bakar, kerusakan mata
5	Mengambil part hasil las dari JIG	Panas berlebih dari part	Luka bakar ringan/sedang
6	Meletakkan part ke dalam box <i>finish</i>	Tergores, terkena sudut tajam	Luka ringan
7	Mengoperasikan mesin tanpa APD lengkap (larangan)	Semua risiko meningkat	Cedera berat atau fatal
8	Meninggalkan mesin dalam keadaan menyala (larangan)	Mesin aktif tanpa pengawasan	Potensi kebakaran atau kecelakaan lainnya
9	Membetulan posisi part saat mesin beroperasi (larangan)	Terjepit elektroda, kesetrum, luka serius	Cedera berat, amputasi, bahkan fatal

4.2 Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Untuk menganalisis risiko menggunakan kemungkinan dan keparahan dalam metode kualitatif, keputusan dalam matriks risiko merupakan suatu cara efektif untuk mendistribusikan di galangan dan area sekitar tempat kerja . risiko dapat dihitung menggunakan formulasi berikut:

Keterangan :

L : kemungkinan

S : keparahan

Berikut adalah penilaian risiko aktifitas yaitu dari setiap sumber bahaya yang terdapat pada setiap keparahan dan kemungkinan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 3 Penilaian Kemungkinan

Skor	Tingkat Kemungkinan	Contoh
4	Sangat Mungkin	Kejadian yang dapat terjadi setiap saat
3	Mungkin	Kejadian yang mungkin terjadi
2	Jarang	Dapat terjadi sekali-kali
1	Sangat Jarang	Jarang terjadi

Menentukan potensi bahaya nilai keparahan dengan skor dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut :

Tabel 4. 4 Nilai Keparahahan

Skor	Tingkat Keparahahan	Contoh
4	Sangat Parah	Fatal >1 orang, kerugian sangat besar, terhentinya seluruh kegiatan
3	Parah	Cedera berat pada 1 orang, kerugian besar, gangguan produksi
2	Sedang	Cedera sedang, perlu penanganan medis, kerugian finansial besar
1	Ringan	Cedera ringan, kerugian finansial kecil

Setelah menentukan tingkat kemungkinan terjadinya suatu bahaya (*likelihood*), langkah selanjutnya dalam metode HIRARC adalah menentukan tingkat keparahan (*severity*) dari dampak yang ditimbulkan apabila bahaya tersebut benar-benar terjadi.

Severity menunjukkan tingkat berat atau ringannya konsekuensi dari sebuah kecelakaan kerja terhadap pekerja, alat, proses produksi, atau lingkungan. Penilaian ini bersifat kualitatif, namun ditetapkan melalui kategori yang sistematis dan diberi skor untuk memudahkan proses kuantifikasi risiko.

Tabel 4.5 berikut menjelaskan klasifikasi tingkat keparahan yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 4. 5 Tingkat Keparahahan

Kemungkinan (L)	Keparahan (S)			
	1	2	3	4
4	4	8	12	16
3	3	6	9	12
2	2	4	6	8
1	1	2	3	4

Penilaian risiko dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat bahaya, yang diklasifikasikan ke dalam kategori rendah, sedang, atau tinggi. Nilai *likelihood* dan *severity* ditentukan berdasarkan standar AS/NZS 4360 melalui wawancara langsung dengan pekerja. Hasil penilaian kemudian dievaluasi menggunakan indikator kategori warna merah, kuning, dan hijau sesuai dengan Permenaker No. PER.05/MEN/1996 tentang Sistem Lampu Lalu Lintas (*Traffic Light System*).

Proses ini diterapkan pada seluruh potensi bahaya di Perusahaan ini. Rincian hasil penilaian disajikan pada Tabel 4.6 berikut :

Tabel 4. 6 Hasil Penilaian *Risk Assessment*

No	Aktivitas / Tahapan kerja	Potensi Bahaya	Severity (S)	Likelihood (L)	Risk (R)	Level Risiko
1	Memasang part pada JIG	Terjepit, tergores	2	2	4	Rendah
2	Memasang NUT pada <i>Ahwalog</i>	Tertusuk/tergores	2	2	4	Rendah
3	Menekan tombol <i>start</i>	Kesetrum	4	3	12	Tinggi
4	Proses pengelasan	Sinar panas & percikan logam	4	4	16	Tinggi
5	Mengambil part setelah las	Luka bakar dari part panas	2	3	6	Sedang
6	Meletakkan part ke box <i>finish</i>	Tergores	2	2	4	Rendah
7	Mengoperasikan mesin tanpa APD (larangan)	Semua risiko meningkat	4	4	16	Tinggi
8	Meninggalkan mesin menyala (larangan)	Kebakaran / kecelakaan	4	2	8	Sedang
9	Membetulkan posisi part saat mesin aktif	Terjepit, kesetrum, fatal	4	4	16	Tinggi

4.3 Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

Risk control atau pengendalian risiko adalah langkah strategis dalam proses manajemen risiko yang bertujuan untuk menghilangkan atau meminimalkan tingkat risiko ke tingkat yang dapat diterima. Proses ini dilakukan setelah bahaya berhasil diidentifikasi dan risiko dinilai.

Rincian hasil pengendalian risiko disajikan dalam tabel 4.7 berikut.

Tabel 4. 7 Hasil Pengendalian Risiko

No	Aktivitas / Risiko Utama	Level Risiko	Pengendalian Risiko
1	Terjepit saat memasang part di JIG	Rendah	Pelatihan prosedur aman, SOP yang jelas
2	Tergores saat memasang NUT	Rendah	Gunakan sarung tangan anti gores, perbaiki desain <i>fixture</i> jika perlu
3	kesetrum	Tinggi	Perawatan mesin secara berkala.

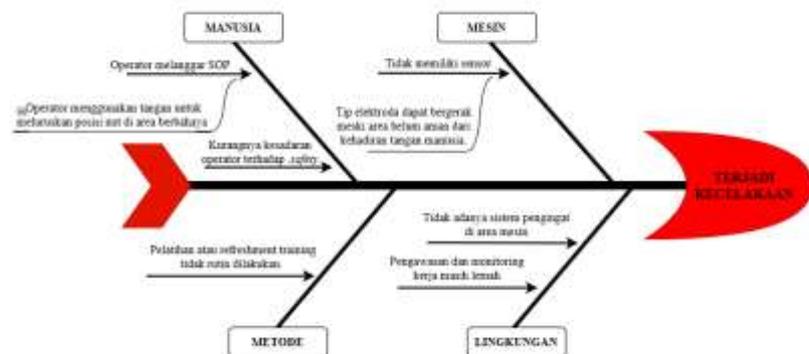
4	Cedera dari percikan logam/sinar panas selama pengelasan	Tinggi	Gunakan kacamata pelindung dan pelindung wajah, pemasangan pelindung/ cover mesin.
5	Luka bakar saat mengambil part hasil las	Sedang	Gunakan sarung tangan tahan panas.
6	Cedera ringan saat meletakkan part ke box <i>finish</i>	Rendah	Atur posisi box secara ergonomis, gunakan APD tangan
7	Risiko tinggi saat mesin dioperasikan tanpa APD	Tinggi	<i>Safety briefing</i> rutin.
8	Meninggalkan mesin menyala tanpa pengawasan	Sedang	Menambahkan SOP wajib matikan mesin, pasang label peringatan
9	Membetulkan posisi part/NUT saat mesin aktif (larangan)	Tinggi	Modifikasi mesin, pelatihan ketat.

4.4 Diangrsm *Fishbone*

Setelah dilakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode HIRARC, diketahui bahwa salah satu risiko tertinggi berada pada aktivitas pengelasan dengan mesin *spot welding*. Risiko ini terbukti nyata dengan terjadinya kecelakaan kerja yang menimpa salah satu operator, di mana ibu jari tangan kirinya terjepit elektroda mesin hingga putus.

Penelitian ini secara khusus berfokus pada kasus kecelakaan tersebut, dengan tujuan untuk menganalisis akar permasalahan yang menyebabkan kejadian itu terjadi, sehingga dapat dirumuskan solusi perbaikan agar tidak terulang di masa mendatang.

Untuk mengidentifikasi penyebab utama dari kecelakaan tersebut secara sistematis, digunakan alat bantu *Fishbone* Diagram atau Diagram Sebab-Akibat. Diagram ini mengelompokkan potensi penyebab ke dalam lima kategori utama, yaitu: manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), dan lingkungan (*environment*). Hasil analisis ini akan menjadi dasar dalam merancang sistem kerja baru yang lebih aman berbasis *Kaizen*. Adapun hasil analisis diagram *fishbone* tersebut adalah seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Diagram *Fishbone*

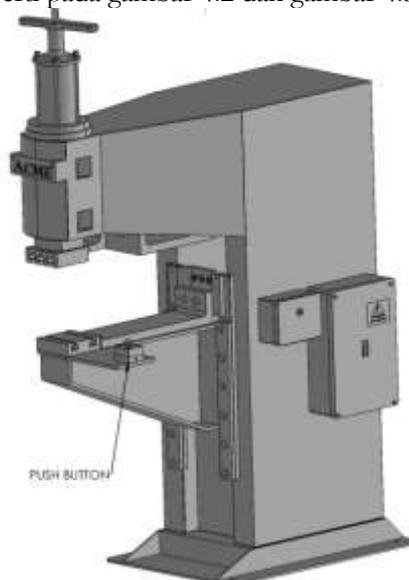
Dari hasil analisis, ditemukan bahwa faktor manusia merupakan penyebab paling dominan dari kecelakaan kerja ini. Faktor-faktor pada kategori manusia meliputi operator melanggar SOP yaitu melakukan pembetulan pada posisi nut menggunakan tangan saat mesin dalam keadaan berjalan, kurangnya kesadaran operator terhadap *safety*. Kondisi ini menunjukkan adanya kelemahan signifikan dalam pengendalian perilaku kerja yang

seharusnya menjadi perhatian utama dalam sistem keselamatan kerja. Hasil fishbone diagram ini kemudian dijadikan dasar dalam perancangan *Kaizen* yang akan dijelaskan pada subbab berikutnya.

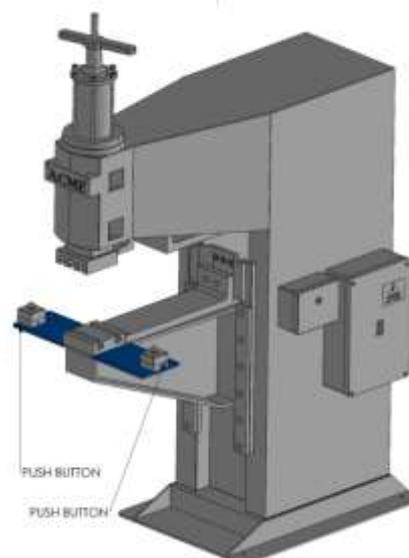
4.5 Rancangan Perbaikan Sistem Kerja Berbasis *Kaizen*

Berdasarkan hasil analisis akar penyebab kecelakaan kerja pada mesin *spot welding*, diketahui bahwa salah satu faktor utama yang menyebabkan ibu jari tangan operator terjepit adalah kebiasaan operator menggunakan tangan kirinya untuk menahan atau membetulkan posisi nut saat proses pengelasan berlangsung. Hal ini terjadi karena desain mesin memungkinkan proses pengelasan tetap berjalan hanya dengan menekan satu tombol menggunakan tangan kanan, sehingga tangan kiri tetap bebas dan rentan berada di area berbahaya.

Sebagai bentuk penerapan prinsip *Kaizen*, yaitu perbaikan untuk mencegah terulangnya kecelakaan ini, maka dilakukan modifikasi pada sistem kendali mesin *spot welding*. Perbaikan yang dirancang adalah mengganti sistem satu tombol menjadi dua tombol pengoperasian (*double-hand operation system*) seperti pada gambar 4.2 dan gambar 4.3.



Gambar 4. 2 Desain Awal Mesin



Gambar 4. 3 Desain Mesin Setelah *Kaizen*

Dengan sistem baru ini, mesin hanya akan bekerja jika kedua tombol ditekan secara bersamaan dengan kedua tangan operator, sehingga secara otomatis tangan kiri tidak akan berada di dekat elektroda saat proses pengelasan berlangsung. Modifikasi ini sekaligus merupakan bentuk penerapan konsep *poka-yoke*, yaitu upaya pencegahan kesalahan secara mekanis agar kecelakaan serupa tidak terjadi di masa yang akan datang.

Kaizen ini dinilai sederhana namun efektif, karena tidak membutuhkan pelatihan kompleks dan tidak bergantung pada kedisiplinan operator semata. Dengan pendekatan ini, risiko terjepit dapat dieliminasi secara teknis melalui desain sistem yang lebih aman dan manusiawi.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai kecelakaan kerja pada mesin *spot welding*, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penyebab utama kecelakaan kerja pada operator mesin *spot welding* adalah pelanggaran terhadap prosedur operasional standar (SOP), khususnya saat operator menggunakan tangan untuk membetulkan posisi nut saat proses pengelasan sedang berlangsung. Hal ini diperparah oleh tidak tersedianya sistem pengaman otomatis (*sensor/interlock*) dan lemahnya pengawasan serta pelatihan ulang terkait K3. Melalui analisis HIRARC, teridentifikasi beberapa aktivitas kerja yang memiliki tingkat risiko tinggi, terutama pada proses pengelasan, penggunaan mesin tanpa APD, dan kebiasaan membetulkan posisi nut secara manual saat mesin beroperasi.
2. Hasil analisis akar masalah (*fishbone diagram*) menunjukkan bahwa faktor manusia merupakan kontributor dominan terhadap kecelakaan kerja, diikuti oleh kelemahan pada mesin, metode kerja, dan lingkungan. Perbaikan sistem kerja berbasis *Kaizen* yang dirancang berupa penerapan sistem dua tombol (*double-hand operation system*) terbukti menjadi solusi teknis yang efektif. Sistem ini mencegah tangan operator masuk ke area berbahaya saat proses pengelasan berlangsung, sehingga menghilangkan potensi kecelakaan secara mekanis (*poka-yoke*). Pendekatan *Kaizen* dinilai berhasil karena bersifat preventif, sederhana, tidak memerlukan pelatihan yang kompleks, dan dapat langsung diimplementasikan dalam sistem kerja tanpa bergantung pada kedisiplinan operator semata.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar perusahaan segera menerapkan sistem dua tombol (*double-hand operation system*) pada seluruh mesin *spot welding* untuk mencegah kecelakaan serupa. Selain itu, pengawasan dan pelatihan ulang terhadap operator perlu ditingkatkan secara berkala guna memastikan kepatuhan terhadap SOP. Evaluasi terhadap SOP yang ada juga perlu dilakukan dengan melibatkan berbagai pihak terkait agar tetap relevan dan aplikatif. Penambahan sistem pengingat visual seperti lampu peringatan atau alarm dapat membantu meningkatkan kewaspadaan operator. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan evaluasi kuantitatif terhadap efektivitas sistem kerja baru guna memperoleh data yang lebih terukur.

Referensi

- [1] M. Imai, *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. New York: McGraw-Hill, 1986.
- [2] kementrian ketenagakerjaan, "Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Mesin Produksi," jakarta, 2016. [Online]. Available: <https://www.peraturan.go.id/>
- [3] International Organization for Standardization, "Occupational Health and Safety Management Systems – Requirements with Guidance for Use," Geneva, 2018. [Online]. Available: <https://www.iso.org/>
- [4] I. S. Muthalib, "Sosialisasi Budaya K3 (Kesehatan Keselamatan Kerja) untuk Usia Dini di Tingkat Sekolah Dasar IKIP 2 Kota Makassar," *J. TEPAT Appl. Technol. J. Community Engagem. Serv.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–22, 2018, doi: 10.25042/jurnal_tepat.v1i1.22.
- [5] T. Arianti, "Strategi Peningkatan Kesadaran dan Implementasi K3 di Industri Konstruksi: Upaya Menjaga Kesehatan dan Keselamatan Kerja," *ARRAZI Sci. J. Heal.*, vol. 1, pp. 113–121, 2023.
- [6] M. Hasibuan, *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. jakarta: RajaGrafindo Persada, 2016. [Online]. Available: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=654321>
- [7] D. L. Goetsch, *Occupational safety and health for technologists, engineers, and managers*. london, inggris: pearson, 2019.
- [8] P. K. Suma'mur, *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. jakarta: Sagung Seto, 2009. [Online]. Available: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=109594>
- [9] American Welding Society, *Welding Handbook: Resistance and Solid-State Welding Processes*. Miami: American Welding Society, 2012. [Online]. Available: <https://pubs.aws.org/p/1394/welding-handbook-volume-4-resistance-and-solidstate-welding-processes-2012>
- [10] A. Situmorang, *Teknik Industri: Prinsip dan Aplikasi*. jakarta: Erlangga, 2015. [Online]. Available: <https://www.erlanga.co.id/produk/teknik-industri-prinsip-dan-aplikasi-andi-situmorang>

-
- [11] Department of Occupational Safety and Health (DOSH) Malaysia, "Guidelines for Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)," 2008.
- [12] J.M. Green, *The Handbook of Safety Engineering*. New York, USA: Wiley, 1999.
- [13] H. W. Heinrich, *Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach*, 1st ed. McGraw-Hill, 1931. [Online]. Available: https://archive.org/details/industrialaccide0000hwhe_p0b1
- [14] Department of Occupational Safety and Health (DOSH), *Guidelines for Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)*. Putrajaya, Malaysia: Ministry of Human Resources Malaysia, 2008. [Online]. Available: <https://www.dosh.gov.my/index.php/publication/129-guidelines/1356-guidelines-on-hirarc-2008/file>
- [15] Occupational Safety and Health Administration (OSHA), "Recommended Practices for Safety and Health Programs," 2016.
- [16] L. Altomonte, "Risk Control: What It Is and How It Works," *Safety Culture*, 2024.
- [17] Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS), "Hazard and Risk – Hazard Control," 2023.
- [18] R. Puspita, "Kaizen, Konsep Meningkatkan, Untuk Secara, Kualitas Menerus, Terus Sarung, Pada Industri Kesehatan, Tangan," *Malikussaleh Ind. Eng. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 4–9, 2014.
- [19] K. KIANGIE, "Fishbone Diagram: Alat Analisis untuk Mengidentifikasi Penyebab Masalah," INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA KWIK KIAN GIE. [Online]. Available: <https://kwikkiangie.ac.id/2024/05/22/fishbone-diagram-alat-analisis-untuk-mengidentifikasi-penyebab-masalah/>
- [20] H. Asmoko, "Teknik Ilustrasi Masalah - Diagram Fishbone," *J. Acad.*, pp. 1–8, 2013, [Online]. Available: <http://www.bppk.depkeu.go.id/>
- [21] W. M. Evans, J. R., & Lindsay, *Operations Management: An Integrated Approach*. USA: Cengage Learning, 2011.