



# Analisa Penyebab Mesin Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2 Mengalami Kegagalan Pada Saat Produksi Di PT X

Damar Prasetyo<sup>1\*</sup>, Azwardi<sup>1</sup>, dan Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Diploma III, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

---

## Abstrak

*Perusahaan membutuhkan mesin Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2 dalam proses produksi untuk melakukan proses pengelasan material tuas rem tangan tersebut. Mesin tersebut memiliki beberapa jenis potensi penyebab kegagalan pada proses produksi. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis moda kegagalan menggunakan metode FMEA. Selanjutnya, dilakukan penentuan prioritas pencegahan dan perbaikan terhadap penyebab kegagalan berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi. Untuk menemukan akar penyebab masalah tersebut, dilakukan analisa dengan menggunakan fishbone diagram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prioritas perbaikan penyebab kegagalan proses produksi pada mesin Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2 adalah sensor pendeteksi terkena spatter pengelasan dengan nilai RPN 210. Tindakan perbaikan dan pencegahan yang dapat dilakukan adalah memberikan pelindung tahan panas pada kabel sensor, menambahkan poin penyemprotan cairan anti-spatter pada checksheet harian dan Standard Operating Procedure (SOP) mesin Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2, dan mencelupkan kawat las ke cairan anti-spatter sebelum menyentuh benda kerja.*

*Kata-kata kunci: Analisa Kegagalan, Diagram Fishbone, FMEA, RCA, RPN*

## Abstract

*The company needs an Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2 machine in the production process to carry out the welding process on the handbrake lever material. The machine has several types of potential causes of failure in the production process. The purpose of this study is to analyze the failure mode using the FMEA method. Furthermore, the priority of prevention and repair of the causes of failure is determined based on the highest Risk Priority Number (RPN). To find the root cause of the problem, an analysis was carried out using a fishbone diagram. The results showed that the priority of repairing the cause of the failure of the production process on the Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2 machine is the detection sensor for welding spatter with an RPN value of 210. Corrective and preventive actions that can be taken are to provide heat-resistant protection to the sensor cable, add points of spraying anti-spatter liquid on the daily checksheet and Standard Operating Procedure (SOP) of the Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2 machine, and dipping the welding wire into the anti-spatter liquid before touching the workpiece.*

*Keywords: Failure Analysis, Fishbone Diagram, FMEA, RCA, RPN*

---

\* Corresponding author E-mail address: damar.prasetyo.tm18@mhsw.pnj.ac.id

## 1. PENDAHULUAN

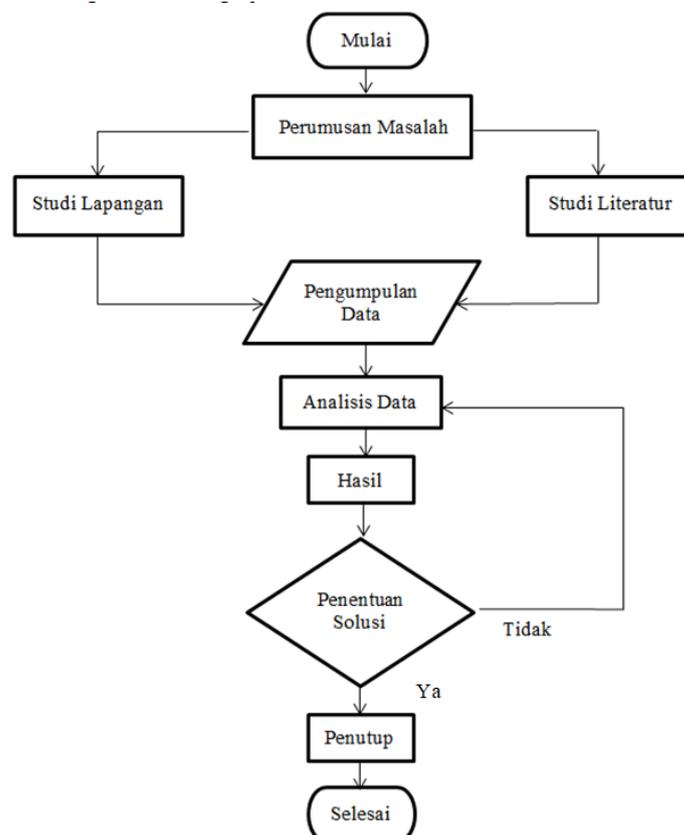
Untuk mencapai keberhasilan dalam menghasilkan produk berkualitas, harus melewati berbagai tahapan proses produksi, salah satunya adalah *assembling* atau perakitan. Pada proses ini, semua komponen dari tuas rem tangan akan dirakit hingga menjadi produk jadi berupa *parking brake lever assy*.

Dalam proses produksi sehari-hari, terdapat berbagai masalah pada alat-alat *assembling*, salah satunya adalah mesin *Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2* yang mengalami kegagalan pada saat proses produksi. Mesin tersebut digunakan hanya untuk proses pengelasan komponen tuas rem tangan model Y4L berupa *console braket* dan *stay braket* dengan *base ratchet* menghasilkan komponen *sub-assembling* berupa *base ratchet assy* yang akan diteruskan ke proses selanjutnya. Akibat dari kegagalan tersebut, *sub-assembling base ratchet assy* tidak dapat dihasilkan dan akan mengakibatkan keterlambatan *supply* ke proses *assembling* selanjutnya sampai mesin dapat berfungsi kembali.

Keterlambatan tersebut dapat mengakibatkan produksi *parking brake lever assy* model Y4L tidak tercapai sesuai target yang telah ditetapkan. Selain itu, kegagalan tersebut juga menimbulkan kerugian lain untuk perusahaan berupa biaya tambahan untuk *overtime* karyawan.

Berdasarkan hal tersebut, dilakukan analisa penyebab mesin *Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2* mengalami kegagalan pada saat produksi di PT X berdasarkan *Risk Priority Number (RPN)* dan menentukan akar penyebab masalah menggunakan analisa *fishbone diagram* yang diharapkan dapat mengurangi potensi kegagalan produksi.

## 2. METODE



Gambar 1. Diagram alir metode analisis kegagalan mesin *arc co<sub>2</sub> welding robot*

Berdasarkan Gambar 1, maka metode yang digunakan sebagai berikut.

Pertama, merumuskan masalah berdasarkan hasil observasi lapangan. Pada penelitian ini, yang menjadi sumber masalah adalah kegagalan pada saat proses produksi yang dapat mempengaruhi target produksi perusahaan.

Studi lapangan dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan berupa data primer yaitu data histori kerusakan mesin (*form repair*), dan data sekunder yaitu hasil observasi dan wawancara dengan bagian *engineering*

PT X. Sedangkan studi literatur bertujuan untuk mencari pedoman untuk pemecahan masalah yang diperoleh dari internet, buku, jurnal, maupun segala jenis laporan yang berkaitan dengan topik penelitian.

Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data dari hasil studi lapangan dan studi literatur tersebut untuk menganalisis penyebab kegagalan proses produksi yang terjadi. Teknik analisis data yang digunakan dengan menggunakan pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* untuk mendapatkan mode kegagalan dan menentukan besaran nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk dijadikan prioritas perbaikan dan pencegahan dengan mencari akar permasalahannya dengan pendekatan *Root Cause Analysis* menggunakan metode *fishbone diagram*. Setelah hasil analisis diperoleh, kemudian menentukan solusi untuk penyelesaian permasalahan. Jika solusi yang ditentukan dirasa belum sesuai, maka dilakukan analisa kembali agar mendapatkan hasil yang tepat. Namun, apabila penentuan solusi telah sesuai, maka dapat ditarik kesimpulan dan saran dari solusi yang diperoleh.

### **Root Cause Analysis (RCA)**

*Root Cause Analysis* (RCA) merupakan suatu metode untuk mengatasi masalah atau ketidaksesuaian yang bertujuan untuk mendapatkan akar penyebab masalah dan mencegah masalah terulang kembali. Terdapat lima metode yang populer untuk mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*), yaitu:

#### 1. *Is/Is Not Comparative Analysis*

Metode komparatif yang digunakan untuk permasalahan sederhana yang memberikan detail untuk menginvestigasi akar masalah.

#### 2. *5 Why Method*

Merupakan metode *analysis* sederhana yang memungkinkan dalam mengobservasi penyebab masalah dalam jumlah besar.

#### 3. *Fishbone Diagram*

Alat *analysis* yang paling sering digunakan dan cocok untuk menginvestigasi penyebab masalah dalam jumlah besar.

#### 4. *Cause an Effect Matrix*

Merupakan matriks sebab akibat yang dipaparkan dalam bentuk tabel dan memberikan bobot pada setiap faktor penyebab masalah.

#### 5. *Root Cause Tree*

Alat *analysis* sebab akibat yang relevan untuk permasalahan rumit.

### **Failure Modes and Effect Analysis**

FMEA adalah metode sistematis dalam mengidentifikasi dan mencegah masalah dari suatu produk atau proses sebelum terjadi. Selain itu, dapat disebut juga sebagai suatu grup aktivitas tersistem yang bertujuan untuk mengenali dan mengevaluasi potensi kegagalan suatu proses atau produk dan akibatnya, mengidentifikasi tindakan yang dapat mengurangi atau mencegah potensi timbulnya kegagalan, dan mendokumentasikan suatu proses.

### **Tipe Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

FMEA dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu:

#### 1. *Design FMEA*

Dapat digunakan untuk menganalisis produk sebelum dilakukan proses produksi. FMEA ini berfokus pada jenis-jenis kegagalan pada suatu produk yang diakibatkan oleh defisiensi *design*.

#### 2. *Process FMEA*

Dapat digunakan untuk menganalisis proses manufaktur dan perakitan. FMEA ini berfokus pada jenis-jenis kegagalan potensial yang diakibatkan oleh defisiensi desain proses manufaktur atau perakitan. FMEA ini dapat membantu perusahaan untuk menganalisis proses manufaktur baru, menambah pemahaman untuk mempertimbangkan berbagai kegagalan potensial pada proses manufaktur, dan menetapkan prioritas tindakan perbaikan pada proses.

### **Langkah Implementasi FMEA**

Adapun langkah untuk mengimplementasikan FMEA sebagai berikut:

1. Review proses atau produk.
2. *Brainstorm* potensi mode kegagalan, yaitu dengan menemukan ide-ide terhadap potensi mode kegagalan dan mengelompokkan jenis mode kegagalan agar memudahkan proses pembuatan,
3. Kelompokkan efek potensial dari setiap mode kegagalan.
4. Tetapkan peringkat *severity* (keparahan) untuk setiap efek kegagalan.

5. Tetapkan peringkat *occurrence* (kejadian) untuk setiap efek kegagalan.
6. Tetapkan peringkat *detection* (deteksi) untuk setiap efek kegagalan.
7. Hitung *Risk Priority Number* (RPN) untuk setiap mode kegagalan.
8. Menentukan prioritas tindakan untuk mode kegagalan.
9. Melakukan tindakan untuk mengurangi resiko mode kegagalan.
10. Hitung kembali RPN setelah tindakan perbaikan dilakukan.

### Menentukan Nilai *Severity*, *Occurance*, *Detection*

Untuk mengetahui level resiko mode kegagalan, penggunaan *Risk Priority Number* (RPN) akan sangat membantu, Indeks, RPN dapat ditemukan berdasarkan variabel utama FMEA, yaitu:

#### 1. *Severity* (S)

Indikator untuk mengidentifikasi dampak potensial dari suatu kegagalan dengan cara meranking kegagalan berdasarkan akibat yang ditimbulkan. Penjelasan terhadap tingkat keseriusan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Peringkat *severity*

Skala	<i>Severity</i>	Deskripsi
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek sangat berbahaya.
9	Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya.
8	Sangat Tinggi	Sistem tidak beroperasi.
7	Tinggi	Sistem beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh.
6	Sedang	Sistem beroperasi dan aman tetapi mengalami penurunan performa sehingga mempengaruhi output.
5	Rendah	Mengalami penurunan kinerja secara bertahap.
4	Sangat Rendah	Efek yang kecil pada performa sistem.
3	Kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja sistem.
2	Sangat Kecil	Efek yang diabaikan pada kinerja sistem.
1	Tidak ada efek	Tidak ada efek.

#### 2. *Occurance* (O)

Suatu pengukuran dalam memperkirakan tingkat probabilitas penyebab dari kemungkinan terjadinya masalah/risiko. Penjelasan terhadap peringkat *occurrence* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Peringkat *occurrence*

Skala	Kemungkinan Terjadinya Insiden
10	Insiden tidak bisa dihindari dengan frekuensi sekali sehari.
9	Insiden selalu terjadi dengan frekuensi tiga hari sekali.
8	Insiden terjadi berulang kali dengan frekuensi sekali dalam seminggu.
7	Insiden sering terjadi dengan frekuensi sekali sebulan.
6	Insiden terjadi saat waktu tertentu dengan frekuensi sekali dalam enam bulan.
5	Insiden terjadi sesekali waktu dengan frekuensi dua kali dalam setahun.
4	Insiden terjadi sesekali waktu dengan frekuensi satu kali dalam setahun.
3	Insiden terjadi sesekali waktu dengan frekuensi sekali dalam tiga tahun.
2	Insiden terjadi relatif kecil dan sangat jarang terjadi dengan frekuensi sekali dalam lima tahun.
1	Insiden tidak pernah terjadi lebih dari 5 tahun.

### 3. Detection (D)

Tingkat deteksi merupakan seberapa besar tingkat risiko tersebut dapat dideteksi sebelumnya. Pengukuran tersebut merupakan penilaian subjektif *numeric* untuk melakukan pendeteksian dari penyebab sebuah risiko. Penjelasan terhadap peringkat *detection* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Peringkat *detection*

Skala	Kriteria
10	Tidak dapat mendeteksi adanya insiden dikarenakan tidak memiliki standard prosedur.
9	Kemungkinan mendeteksi adanya insiden sangat jauh.
8	Kemungkinan mendeteksi adanya insiden jarang.
7	Kemungkinan mendeteksi adanya insiden sangat rendah.
6	Kemungkinan mendeteksi adanya insiden rendah.
5	Kemungkinan mendeteksi adanya insiden sedang.
4	Kemungkinan mendeteksi adanya insiden cukup tinggi.
3	Kemungkinan mendeteksi adanya insiden tinggi.
2	Kemungkinan mendeteksi adanya insiden sangat tinggi.
1	Insiden tidak dapat terjadi karena telah dicegah melalui adanya standard prosedur yang sangat efektif.

### Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number (RPN) dapat ditentukan dengan mengalikan peringkat *severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D), yang dirumuskan sebagai berikut:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection$$

Tujuan dari penentuan RPN untuk mempertimbangkan tindakan dalam upaya mengurangi risiko mode kegagalan. Penelitian ini berfokus untuk mencari akar penyebab masalah berdasarkan perolehan nilai RPN tertinggi dari setiap mode kegagalan.

### Diagram Sebab Akibat (Diagram *Fishbone*)

Diagram *fishbone* dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kemungkinan penyebab masalah yang berkaitan dengan beberapa faktor, yaitu manusia, material, mesin, metode, *environment*. Setiap katagori mempunyai sebab-sebab yang perlu diuraikan melalui sesi *brainstorming*.

## 3. ISI DAN PEMBAHASAN

### Data Penelitian

#### Data Observasi

Berdasarkan hasil observasi, didapatkan data telah yang diolah berupa hasil observasi, data historis kerusakan dan hasil wawancara, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Persentase kumulatif penyebab kegagalan

No.	Masalah	Jumlah	%
1	Sensor Pendeteksi	10	32.26%
2	Clamp	3	9.68%
3	Silinder Jig	2	6.45%
4	Robot Error	2	6.45%

No.	Masalah	Jumlah	%
5	Jig	1	3.23%
6	Pin Jig	1	3.23%
7	Selang Angin Jjig	1	3.23%
8	Tombol Start	1	3.23%
9	Pin Console	1	3.23%
10	Silinder Pendorong	1	3.23%
11	Kawat Las dan Pin Sensor	1	3.23%
12	Silinder Shaft	1	3.23%
13	Pin Datum	1	3.23%
14	Sensor Datum	1	3.23%
15	Selang Silinder	1	3.23%
16	Pin Locator Jig	1	3.23%
17	Baut Jig	1	3.23%
18	Pin Teaching	1	3.23%
Total		31	

Data pada Tabel 4 didapatkan dari bagian *engineering* PT X, dan berdasarkan data tersebut diperoleh hasil persentase terhadap penyebab kegagalan. Selanjutnya, akan ditentukan nilai RPN untuk masing-masing penyebab kegagalan tersebut dan mencari akar penyebab masalah terhadap kegagalan dengan nilai RPN tertinggi untuk dijadikan prioritas pencegahan dan perbaikan.

#### Data Hasil Wawancara

Berdasarkan hasil wawancara dengan *senior staff engineering*, mesin Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2 hanya diperuntukkan untuk melakukan pengelasan *raw material* menjadi *sub-assembly* dengan waktu sekali proses sekitar 66.88 detik. Jika terjadi kegagalan pada mesin tersebut, akan terjadi keterlambatan suplai material ke proses *assembling* selanjutnya.

Efek buruk yang dirasakan oleh perusahaan jika terjadi masalah akibat mesin Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2 mengalami kegagalan pada proses produksi antara lain menghambat proses produksi dan berpotensi mengurangi jumlah *output* produksi, ketersediaan suplai material proses *assembling* selanjutnya akan terhambat berakibat target produksi tuas rem tangan Suzuki Carry *Pick Up* tidak tercapai, menambah *downtime* mesin, dan menambah *overtime* karyawan untuk memenuhi target produksi yang tidak tercapai.

#### Hasil Analisa

Dalam melakukan analisa penyebab kegagalan proses produksi pada mesin tersebut, digunakan metode *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan nilai RPN tertinggi, penentuan nilai S,O,D ini merupakan hasil diskusi dan wawancara dengan bagian *engineering* PT X serta analisis terhadap data histori kerusakan yang ditemukan. Hasil analisis dengan perolehan nilai RPN terbesar akan dilakukan analisis dengan metode *fishbone diagram* dalam mencari akar penyebab permasalahan.

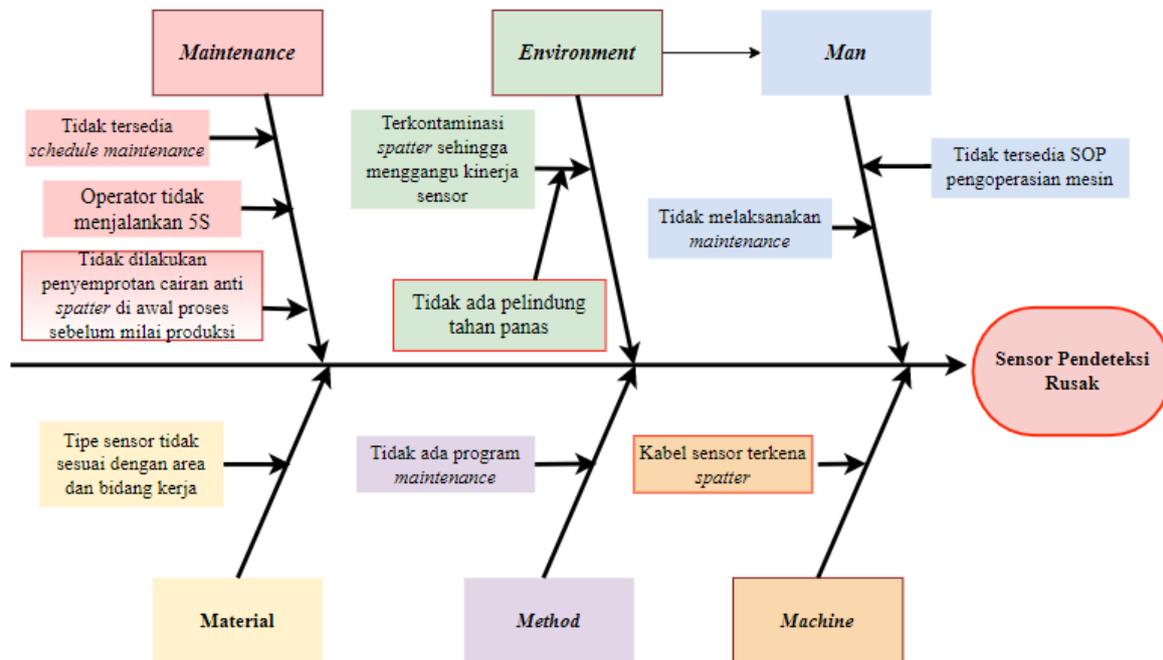
Berikut adalah hasil perhitungan nilai RPN yang didapatkan dengan menggunakan metode FMEA

Tabel 5. Perhitungan nilai RPN

No.	Komponen	Potensi Mode Kegagalan	Efek Potensi Kegagalan	Penyebab	S	O	D	RPN
1	Sensor Pendeteksi	Rusak	Proses Pengelasan Tidak Berlangsung	Terkena <i>Spatter</i>	7	6	5	210
2	Silinder Jig	Bocor	Silinder tidak bisa <i>protect</i> bagian <i>part</i> yang tidak boleh terkena <i>spatter</i>	<i>Seal</i> silinder aus	8	3	6	144
		Seret	Sequensial program mesin terganggu	Terdapat <i>spatter</i> yang menempel pada as silinder	7	3	6	126

No.	Komponen	Potensi Mode Kegagalan	Efek Potensi Kegagalan	Penyebab	S	O	D	RPN
3	Clamp	Tidak Fungsi	Tidak bisa <i>clamping</i> material	Solenoid valve rusak	7	3	3	63
		Kurang Menjepit	Hasil <i>welding</i> bergeser	Material clamp terkikis berakibat tidak rata	6	3	3	54
		Aus	<i>Clamping</i> tidak optimal	<i>Seal</i> sudah aus	3	3	3	27
4	Robot	Mendadak Berhenti	Berhenti mendadak saat <i>running</i>	Terdapat kabel power yang terbakar	7	3	7	147
		<i>Error</i> (tidak ada <i>part</i> bisa <i>welding</i> )	Berpotensi <i>mewelding jig</i>	Setting program belum optimal	9	3	4	108
5	Jig	Macet	Sequensial program mesin terganggu	Terkena percikan <i>spatter</i>	7	3	6	126
6	Pin Jig	Macet	Posisi pin jig tidak kembali ke <i>home</i>	Area pin jig tertutup <i>spatter</i>	5	3	3	45
7	Selang Angin Jig	Bocor	Terdengar bising	Kain pelindung selang sudah rapuh	4	3	2	24
8	Tombol Start	Rusak	Mesin tidak dapat beroperasi	Rangkaian listrik meleleh akibat short circuit	8	3	3	72
9	Pin Console	Tidak Masuk	Hasil <i>welding</i> tidak maksimal	<i>Clamping console</i> tidak menjepit maksimal	6	3	3	54
10	Silinder Pendorong	Bocor	Gerakan tidak <i>smooth</i>	<i>Seal</i> silinder aus	5	3	4	60
11	Kawat Las dan Pin Sensor	Tidak Center	Tidak bisa proses <i>welding (stuck)</i>	Ujung nozzle aus sehingga kawat tidak center	8	3	2	48
12	Silinder Shaft	Bocor	Pergerakan silinder tidak lancar	<i>Seal</i> silinder sudah aus	5	3	4	60
13	Pin Datum	Patah	Tidak bisa proses <i>welding (stuck)</i>	Ujung nozzle tidak center, pin tertabrak nozzle	8	3	2	48
14	Sensor Datum	Mati	Robot tidak bisa dioperasikan	Sensor mengalami short dan terdapat komponen yang terbakar	8	3	4	96
15	Selang Silinder	Bocor	Hasil <i>welding</i> keropos	Kebocoran angin	9	3	5	135
16	Pin Locator Jig	Tidak turun	Part tidak bisa <i>dieject</i>	baut pin locator kendur	7	3	4	84
17	Baut Jig	Kendor	Cover bisa lepas dari pengikat dan bisa tertabrak pergerakan robot saat proses	Pergerakan terus menerus dan getaran	5	3	6	90
18	Pin Teaching	Patah	Tidak bisa proses <i>welding (stuck)</i>	Ujung nozzle tidak center, pin tertabrak nozzle	8	3	2	48

Berdasarkan Tabel 5. Hasil analisa perhitungan nilai RPN, diketahui bahwa perolehan nilai RPN tertinggi terdapat pada masalah sensor pendeteksi dengan nilai 210. Oleh karena itu, permasalahan tersebut akan dijadikan prioritas perbaikan dan pencegahan dengan menentukan akar masalah tersebut menggunakan *fishbone diagram*. *Fishbone diagram* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Analisis *fishbone diagram* akar masalah sensor pendeteksi rusak

Pembahasan dari hasil *fishbone diagram* tersebut sebagai berikut:

#### 1. Man (SDM)

Kompetensi SDM dalam mengoperasikan serta merawat mesin dan peralatan merupakan hal yang sangat penting. Berdasarkan hasil dari data wawancara dan observasi langsung ke lapangan, operator sudah melakukan pekerjaan sesuai standar operasional prosedur (SOP) yang telah tersedia. Selain itu, teknisi juga telah melaksanakan kegiatan *maintenance* sesuai jadwal yang telah ditetapkan. Hal ini dinilai sudah cukup baik dalam upaya merawat dan menjaga performa dan kondisi dari mesin dan peralatan.

#### 2. Machine

Kondisi mesin dan peralatan yang baik akan sangat berpengaruh untuk memenuhi proses produksi. Dalam hal ini, apabila mesin dan peralatan dalam kondisi yang baik maka proses produksi akan berlangsung dengan baik dan sesuai dengan harapan. Sayangnya, berdasarkan hasil observasi dan wawancara, terdapat masalah yaitu kabel sensor pendeteksi yang terkena *spatter* hasil pengelasan. Berdasarkan permasalahan tersebut, timbul potensi kerusakan sehingga dapat mengurangi kinerja sensor dan mengakibatkan proses produksi terganggu atau tidak maksimal.

#### 3. Method

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan kegiatan perawatan mesin dan peralatan adalah hal yang vital. Dalam hal perawatan mesin dan peralatan, program *maintenance* harus tersedia untuk memonitor kondisi dan performa mesin. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi langsung ke lapangan, program *maintenance* mesin Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2 telah tersedia dan sudah diterapkan. Apabila pelaksanaan program *maintenance* dilaksanakan dengan baik dan sesuai jadwal yang ada, mesin dan peralatan akan tetap terjaga kondisinya.

#### 4. Environment

Kondisi lingkungan kerja sangat berpengaruh pada kondisi mesin dan peralatan. Jika mesin dan peralatan ditempatkan pada suatu tempat yang tidak tepat, akan mempengaruhi kinerja dari mesin dan peralatan itu sendiri. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi langsung ke lapangan, terdapat kondisi dimana sensor terkontaminasi *spatter* sehingga akan mengganggu kinerja dari sensor tersebut. Selain itu, tidak terdapat pelindung tahan panas pada sensor dapat meningkatkan potensi sensor rusak jika terkontaminasi *spatter* secara terus menerus.

#### 5. Maintenance

Apabila ingin menjaga kondisi dan performa suatu mesin dan peralatan, kegiatan *maintenance* harus diterapkan dengan benar sesuai jadwal. Pelaksanaan *Maintenance* berupaya mencegah potensi kerusakan dan masalah. Berdasarkan analisa *fishbone diagram*, walaupun sudah tersedia *schedule maintenance* dan operator telah

melaksanakan kegiatan 5S, sayangnya terdapat unsur yang kurang dalam penerapan *maintenance* tersebut yaitu tidak dilakukan penyemprotan cairan anti *spatter* di awal proses sebelum memulai produksi.

Dalam upaya penerapan *maintenance*, tindakan penyemprotan cairan anti *spatter* diharapkan dapat membuat kondisi sensor dan peralatan lain menjadi lebih awet, menjaga performa, dan kinerja-nya.

#### 6. Material

Banyaknya tipe sensor harus disesuaikan dengan jenis dan lingkungan pekerjaan. Sensor pendeteksi yang digunakan untuk proses pengerjaan pengelasan merupakan alat bantu yang aman dan telah memiliki standar tertentu untuk diaplikasikan untuk pekerjaan tersebut. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan, tipe sensor yang digunakan sudah sesuai dengan jenis dan area pekerjaan. Walaupun tipe sensor sudah sesuai, tetapi tetap harus dilakukan monitor secara berkala untuk mengetahui kondisi sensor tersebut, maka dari itu harus diimbangi dengan pemeliharaan dan perawatannya.

#### Usulan Perbaikan

Mode kegagalan atau masalah dengan nilai RPN yang melebihi 100 diberikan *countermeasure* (saran perbaikan) untuk mencegah atau mengurangi potensi masalah. Penentuan usulan perbaikan berdasarkan perolehan nilai RPN yang melebihi 100 merupakan permintaan dari *engineering* PT X Penjelasannya dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Usulan perbaikan terhadap mode kegagalan

No.	Komponen	Potensi Mode Kegagalan	Efek Potensi Kegagalan	Penyebab	S	O	D	RPN	Countermeasure
1	Sensor Pendeteksi	Rusak	Proses Pengelasan Tidak Berlangsung	Terkena <i>Spatter</i>	7	6	5	210	Melapisi sensor dengan selongsong anti panas dan menyemprotkan anti <i>spatter</i>
2	Silinder Jig	Bocor	Silinder tidak bisa <i>protect</i> bagian <i>part</i> yang tidak boleh terkena <i>spatter</i>	<i>Seal</i> silinder aus	8	3	6	144	Dilakukan pengecekan berkala dan menyediakan <i>sparepart</i> agar dapat dilakukan penggantian sebelum mengalami aus (periodik)
		Seret	Sequensial program mesin terganggu	Terdapat <i>spatter</i> yang menempel pada as silinder	7	3	6	126	Sebelum kawat las menyentuh benda kerja, sebaiknya dicelupkan ke cairan anti <i>spatter</i>
4	Robot	Mendadak Berhenti	Berhenti mendadak saat <i>running</i>	Terdapat kabel power yang terbakar	7	3	7	147	Dilakukan pengecekan berkala terhadap voltase yang masuk ke mesin atau tegangan dari panel induk perusahaan
		<i>Error</i> (tidak ada <i>part</i> bisa <i>welding</i> )	Berpotensi <i>welding</i> jig	Setting program belum optimal	9	3	4	108	Pada saat proses, sebaiknya dilakukan pengecekan program sesuai sesi awal, tengah, dan akhir proses
5	Jig	Macet	Sequensial program mesin terganggu	Terkena percikan <i>spatter</i>	7	3	6	126	Kawat las sebaiknya dicelupkan ke cairan anti <i>spatter</i> sebelum memulai proses pengelasan
15	Selang Silinder	Bocor	Hasil <i>welding</i> keropos	Kebocoran angin	9	3	5	135	Selang diberi lapisan hose tahan panas dan dilapisi anti <i>spatter</i> agar mengurangi potensi kebocoran

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Terdapat 18 (delapan belas) jenis faktor penyebab kegagalan produksi pada mesin *Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2*, dan prioritas perbaikan dilakukan terhadap masalah pada sensor pendeteksi karena memperoleh nilai RPN tertinggi yaitu 210.
2. Faktor penyebab permasalahan adalah kabel sensor terkena *spatter*, tidak menyemprotkan cairan anti *spatter* sebelum memulai proses produksi, dan sensor terkontaminasi *spatter* karena tidak ada pelindung tahan panas.
3. Diperlukan *cover* tahan panas pada kabel sensor, menerapkan SOP penyemprotan cairan anti *spatter* sebelum memulai proses produksi, serta mencelupkan kawat las ke cairan anti *spatter* sebelum menyentuh benda kerja sehingga dapat mengurangi potensi kerusakan pada sensor pendeteksi.

### Saran

1. Melindungi sensor menggunakan *cover* tahan panas (Saran merek ZFR merek KEYUACE karena memiliki karakteristik tahan terhadap panas, api, percikan besi panas, abrasi, minyak, asam, dan alkali dengan suhu maksimal 1690 derajat celcius).
2. Menambahkan poin penyemprotan cairan anti *spatter* pada *checksheet* harian dan SOP mesin *Arc CO<sub>2</sub> Welding Robot 2*.
3. Menceleupkan kawat las ke cairan anti *spatter* sebelum menyentuh benda kerja agar mengurangi jumlah *spatter* yang dihasilkan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT X serta seluruh pihak terkait yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

### REFERENSI

1. Ford Motor Company, 2011. *Failure Mode and Effect Analysis Handbook Version 4.2*.
2. Ghivaris, G. Al, Soemadi, K., & Desrianty, A. 2015. Usulan Perbaikan Kualitas Proses Produksi Rudder Tiller Di PT . Pindad Bandung Menggunakan FMEA dan FTA. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 3(4), 73–84.
3. Jing G.G. 2008. *Digging For The Root Cause*. *ASQ Six Sigma Magazine* 7(3): 19-24.
4. Kusnadi, Eris. 2011. *Fishbone Diagram dan Langkah-Langkah Pembuatannya*. <https://eriskusnadi.com/2011/12/24/fishbone-diagram-dan-langkah-langkah-pembuatannya/>
5. McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. 2009. *The Basics Of FMEA 2nd Edition*. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
6. Rachman, A., Adianto, H., & Liansari, G. 2016. Metode, Perbaikan Kualitas Produk Ubin Semen Menggunakan Keramik, *Failure Mode and Effect Analysis Dan Failure Tree Analysis Di Institusi*. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4(2), 24–35.
7. Sari, Widya Kartika. 2016. Pembuatan *Standard Operating Procedure* Dan Solusi Penanganan Insiden Kritis Untuk Jurusan Berdasarkan Incident Management ITIL V3 (Studi Kasus: Sistem Informasi, Teknik Perkapalan, Teknik Informatika) Jurusan Sistem Informasi. Institut Teknologi Sepuluh November.
8. Vorley, G., 2008. *Mini Guide to Root Cause Analysis*. Quality Management & Training Limited, London.
9. Widiyanti, T. 2016. *Failure Mode and Effect Anaylsis*. AMTeQ 2015 Annual Meeting on Testing and Quality. October 2015.