

FMEA METHOD AS A QUALITY SOLUTION OF WELDING MACHINE SMAW TYPE 400 SX

METODE FMEA SEBAGAI SOLUSI KUALITAS HASIL PENGELASAN MESIN SMAW TYPE 400 SX

Roberth M. Ratlalan^{1*}

¹Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Indonesia

*e-Mail Corresponding Author: roberthmratlalan@gmail.com

ABSTRACT

Maintenance is a series of activities to maintain facilities and equipment so that they are always ready to use to carry out production effectively and efficiently according to a predetermined schedule and based on standards (functional and quality). FMEA (Failure Mode Effect Analysis) is a method of evaluating the possibility of a failure of a system, design, process or service to make steps to deal with it. SMAW welding where heat from welding is generated by an electric arc between a flux-shielded supplied electrode and the workpiece. The results of calculations using the FMEA table to determine the critical components of the SMAW Type 400 SX Welding machine obtained 1 critical component, then calculating the impact score (Severity), possibility (Occuration), Detection. Then, Intermediate Decision Tree (IDT) and Logic Tree Analysis (LTA) analyzes were carried out. In the final stage, a Standard Operating Procedure (SOP) was determined to determine the maintenance of the SMAW Type 400 SX Welding machine.

Keywords: FMEA, maintenance, SMAW welding

ABSTRAK

Perawatan merupakan serangkaian aktivitas untuk menjaga fasilitas dan peralatan agar senantiasa dalam keadaan siap pakai untuk melaksanakan produksi secara efektif dan efisien sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan dan berdasarkan standar (fungsional dan kualitas). FMEA (Failure Mode Effect Analysis) merupakan sebuah metode evaluasi kemungkinan terjadinya sebuah kegagalan dari sebuah sistem, desain, proses atau servis untuk dibuat langkah penanganannya. Pengelasan SMAW dimana panas dari pengelasan dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda terumpan berpelindung flux dengan benda kerja. Hasil perhitungan menggunakan tabel FMEA untuk menentukan komponen kritis dari mesin Las SMAW Type 400 SX diperoleh 1 komponen kritis, selanjutnya dilakukan perhitungan skor dampak (Severity), kemungkinan (Occuration), Deteksi (Detection). Selanjutnya dilakukan Analisa Intermediate Decision Tree (IDT) dan Logic Tree Analysis (LTA). Ditahap akhir dilakukan penentuan Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk menentukan perawatan mesin Las SMAW Type 400 SX.

Kata kunci: FMEA, maintenance, las SMAW

1. PENDAHULUAN

Pemeliharaan atau perawatan (*maintenance*) merupakan serangkaian aktivitas untuk menjaga fasilitas dan peralatan agar senantiasa dalam keadaan siap pakai untuk melaksanakan produksi secara efektif dan efisien sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan dan berdasarkan standar (fungsional dan kualitas) (Andiyanto et al., 2017). Pemeliharaan merupakan kombinasi dari tindakan mencegah kesalahan yang mungkin terjadi di masa depan dan perencanaan yang dilakukan untuk menjaga suatu mesin atau peralatan, untuk memperbaiki sampai suatu kondisi yang mampu diterima, sehingga masa pakai dari mesin itu sendiri dapat bertambah. Salah satu hal yang mendukung untuk meningkatkan kualitas mesin dan peralatan tentu membutuhkan perawatan demi menjaga mesin dan peralatan tersebut tetap dalam kondisi optimal dan berjalan dengan normal.

Mesin las *SMAW* (*Shielded Metal Arc Welding*) sendiri diperlukan perhatian yang lebih dalam perawatannya karena apabila penggunaan Mesin Las tidak sesuai dengan Prosedur yang ada dapat mengakibatkan kerusakan yang fatal bagi mesin tersebut. Oleh karena itu diperlukan metode pencegahan kegagalan apabila Mesin Las mengalami kerusakan. Salah satu jenis mesin produksi yang berada di Workshop Produksi Teknik Perawatan Mesin memerlukan jadwal pencegahan kegagalan untuk mengurangi potensi terjadinya kerusakan fatal yaitu mesin *welding*.

Mesin las arus DC dapat digunakan dengan dua cara yaitu polaritas lurus dan polaritas terbalik. Mesin las DC polaritas lurus (DC-) digunakan bila titik cair bahan induk tinggi dan kapasitas besar, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub *negative* dan logam induk dihubungkan dengan kutub *positif*, sedangkan untuk mesin las DC polaritas terbalik (DC+) digunakan bila titik cair bahan induk rendah dan kapasitas kecil, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub positif dan logam induk dihubungkan dengan kutub *negative* (Chin, 2008).

FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) sebuah metode evaluasi kemungkinan terjadinya sebuah kegagalan dari sebuah sistem, desain, proses atau servis untuk dibuat langkah penanganannya (Yumaida. 2011). Dalam *FMEA*, setiap kemungkinan kegagalan yang terjadi dikuantifikasi untuk dibuat prioritas penanganan Solusi untuk las *SMAW* (*Shielded Metal Arc Welding*) mempermudah pekerjaan untuk menyambung suatu logam sedangkan *FMEA* (*Failure Mode Effect Analysis*) memiliki fungsi sebagai mengurangi terjadinya kerusakan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah studi lapangan dilaksanakan untuk mengamati objek yang akan diteliti. Dari hasil pengamatan di lapangan akan diketahui aliran proses produksi, serta kondisi sebenarnya dari Mesin Las *SMAW Type 400 SX*. Dari studi lapangan diharapkan dapat diperoleh gambaran tentang pendekatan yang sesuai untuk pelaksanaan penelitian.

2.1 Spesifikasi Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini digunakan alat dan bahan sebagai penunjang untuk berlangsungnya penelitian. Alat dan bahan tersebut dapat dilihat pada spesifikasi sebagai berikut:

2.1.1 Mesin Las SMAW Type 400 SX

Mesin Las SMAW Type 400 SX merupakan salah satu jenis mesin las yang digunakan untuk mengelas dengan menggunakan elektroda yang dilindungi oleh lapisan fluks. Proses las SMAW juga dikenal sebagai proses las stick atau las batang, karena elektroda yang digunakan memiliki bentuk seperti batang. Gambar mesin las SMAW Type 400 SX dapat diamati pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin las SMAW type 400 SX

2.1.2 Elektroda

Elektroda satu komponen utama dalam proses las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*). Elektroda merupakan batang logam yang dilapisi oleh lapisan fluks. Fluks adalah bahan kimia yang terdapat di sekitar elektroda dan berfungsi untuk melindungi busur las, menghasilkan gas pelindung, serta membantu membersihkan dan menghilangkan kontaminasi dari daerah las. Elektroda yang digunakan dapat diamati pada Gambar 2.



Gambar 2. Elektroda

2.1.3 Besi plat strip

Besi plat strip adalah jenis material logam yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi dan industri. Ini mengacu pada lembaran logam tipis yang biasanya memiliki lebar yang lebih besar daripada ketebalannya. Biasanya, besi plat strip terbuat dari baja karbon atau baja paduan. Besi plat strip yang digunakan dapat diamati pada Gambar 3.



Gambar 3. Besi plat strip

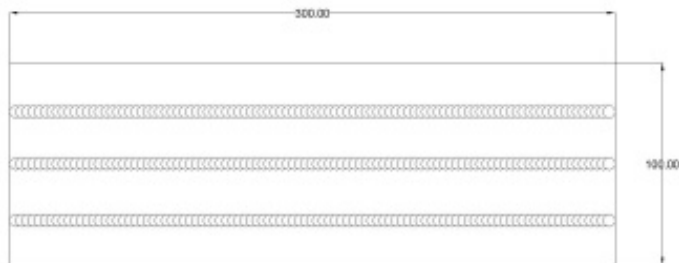
2.2 Dimensi Benda Kerja

Dimensi benda kerja mengacu pada ukuran dan bentuk fisik dari sebuah objek yang sedang dikerjakan atau diproses. Pada penelitian ini memiliki dimensi dengan gambar plat (a) yaitu dimensi plat sebelum pengelasan dan memiliki ukuran dengan panjang 300 cm dan lebar 100 cm, (b) dimensi plat rigi-rigi dengan ukuran 300 cm dan lebar 100 cm, (c) dimensi plat T-Joint dengan ukuran 300 cm, panjang 100 cm, dan ketebalan 8 mm dapat dilihat pada Gambar 4.

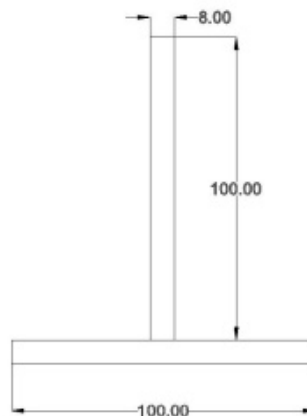
a. Dimensi Plat Sebelum Pengelesan



b. Dimensi Plat Rigi-Rigi



c. Dimensi T- Joint



Gambar 4. Dimensi benda kerja

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikas kegagalan

3.1.1 Identifikasi penyebab kegagalan (*failure mode*)

Identifikasi kegagalan di tentukan sebagai cara dimana proses dapat secara potensial gagal untuk memenuhi fungsi yang di maksud, moda kegagalan kadang-kadang dijelaskan sebagai kategori kerusakan. *FMEA* mengidentifikasi setiap mode kegagalan yang berpotensi menjadi penyebab kegagalan fungsi pada komponen sistem mesin Las *SMAW Type 400 SX* dan perhitungan *RPN FMEA*.

Tabel 1. Hasil pengolahan data

No.	Kategori	Daftar	Penyebab Kegagalan	Gambar Komponen
1	Cacat pada permukaan	Cacat plat	<i>Travel speed</i> terlalu tinggi. Busur las terlalu Panjang. Arus pengelasan terlalu rendah.	
2	<i>Over spatter</i> (bunga alas)	Cacat plat	Amper terlalu tinggi. Jarak elektroda dengan base metal terlalu jauh. Elektroda lembab.	
3	<i>Arc strike</i> (as)	Cacat plat	Menempelnya ujung kawat las secara singkat senggga terjadi goresan.	

3.1.2 Identifikasi efek dari kegagalan

Efek kegagalan merupakan efek yang ditimbulkan oleh adanya kegagalan potensial pada konsumen. efek kegagalan pada produk bisa menimpa produk sendiri, komponen produk, komponen lainnya.

Tabel 2. Hasil pengolahan data

No.	Kategori	Daftar	Efek	Komponen
1	Cacat pada permukaan	Cacat plat	Permukaan benda menjadi tidak rata sehingga mengurangi value pada benda kerja	
2	Over spatter (bunga alas)	Cacat plat	Permukaan benda menjadi tidak rata sehingga mengurangi value pada benda ker	
3	Arc strike (as)	Cacat plat	Permukaan benda menjadi tidak rata sehingga mengurangi value pada benda ker	

3.2 Perhitungan SOD FMEA

3.2.1 Perhitungan severity of failure mode

Petunjuk pemberian skor pada kategori Severity (Impact) bertujuan untuk melihat dampak atau pengaruh besar risiko terhadap aspek-aspek tujuan proyek, meliputi jadwal (*timeline*), biaya (*cost*) dan teknis (*technical/operational*) (Cahyabuana, 2015).

Tabel 3. Perhitungan severity of failure mode

Sistem: <i>Investigation and Manufacture Conections</i> Sub system: <i>Intervec 400 SX</i>				
FMEA WORKSHEET	Potencial Failure Mode (Mode Kegagalan Potensial)	Potencial Effect Of Failure (Efek Kegagalan Potensial)	Severity Ranking	Severity Of Effect
	Travel speed terlalu tinggi.			
Cacat pada permukaan	Busur las terlalu panjang. Arus pengelasan terlalu rendah	Permukaan benda menjadi tidak rata	3	Minor: Penurunan efek
	Amper terlalu tinggi.			
Over spatter (Bunga las)	Jarak elektroda dengan base metal terlalu jauh. Elektroda lembab.	Permukaan benda menjadi tidak rata	1	None: Tidak ada memiliki efek
	Menempelnya ujung kawat las secara singkat sehingga terjadi goresan.	Permukaan benda menjadi tidak rata	1	None: Tidak ada memiliki efek

Berdasarkan dari hasil pengolahan data pada Tabel 3 didapatkan *severity ranking* untuk cacat pada permukaan benda kerja yaitu 3 (*Minor*: Penurunan efek), untuk *Over spatter* (Bunga las) yaitu 1 (*None*: Tidak ada memiliki efek), untuk *Arc strike* (As) yaitu 1 (*None*: Tidak ada memiliki efek), karena masing masing part memiliki efek kegagalan potensial mengakibatkan permukaan benda kerja menjadi tidak rata.

3.2.2 Perhitungan *occurance of failure rate*

Petunjuk pemberian skor pada kategori *Occurance (Likelihood)* bertujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan terjadinya sebuah risiko (Cahyabuana, 2015).

Tabel 4. Perhitungan *occurance of failure rate*

FMEA WORKSHEET		Sistem: Investigation and Manufacture Conections Sub system: Intervec 400 SX		
PART	Potencial Failure Mode (Mode Kegagalan Potensial)	Potensial Cause Of Failure (Potensi Penyebab Kegagalan)	Occurance Ranking	Occurance Failure Rate
Cacat pada permukaan	Travel speed terlalu tinggi.	Mengurangi value pada benda kerja	10	<i>Very High: Failure is almost ineviTabel</i> (Lebih dari 1 kali terjadi setiap harinya)
	Busur las terlalu panjang.			
	Arus pengelasan terlalu rendah			
<i>Over spatter</i> (Bunga alas)	Amper terlalu tinggi.	Mengurangi value pada benda kerja	10	<i>Very High: Failure is almost ineviTabel</i> (Lebih dari 1 kali terjadi setiap harinya)
	Jarak elektroda dengan base metal terlalu jauh.			
	Elektroda lembab.			
<i>Arc strike</i> (as)	Menempelnya ujung kawat las secara singkat sehingga terjadi goresan.	Mengurangi value pada benda kerja	10	<i>Very High: Failure is almost ineviTabel</i> (Lebih dari 1 kali terjadi setiap harinya)

Berdasarkan dari hasil pengolahan data pada Tabel 4 didapatkan *Occurance ranking* untuk cacat pada permukaan benda kerja yaitu 10 (*Very High: Failure is almost ineviTabel* = Lebih dari 1 kali terjadi setiap harinya), untuk *Over spatter* (Bunga las) yaitu 10 (*Very High: Failure is almost ineviTabel* = Lebih dari 1 kali terjadi setiap harinya), untuk *Arc strike* (As) yaitu 10 (*Very High: Failure is almost ineviTabel* = Lebih dari 1 kali terjadi setiap harinya), karena masing masing part memiliki potensi penyebab kegagalan mengakibatkan pengurangan value pada benda kerja.

3.2.3 Perhitungan *detection of current controls*

Petunjuk pemberian skor pada kategori *Detection* bertujuan untuk mengukur tingkat efektivitas metode atau kemampuan untuk mendeteksi terjadinya suatu risiko (Cahyabuana, 2015). Berdasarkan dari hasil pengolahan data pada Tabel 5 didapatkan *detection ranking* untuk cacat pada permukaan benda kerja yaitu 10 (*Absolutely Certainty*: Kekurangan tidak dapat dideteksi kekurangannya), untuk *Over spatter* (Bunga las) yaitu 10 (*Absolutely Certainty*: Kekurangan tidak dapat dideteksi

kekurangannya), untuk *Arc strike* (As) yaitu 10 (*Absolutely Certainty*: Kekurangan tidak dapat dideteksi kekurangannya).

Tabel 5. Perhitungan *detection of current controls*

FMEA WORKSHEET		Sistem: Investigation and Manufacture Conections Sub system: Intervec 400 SX		
PART	Potencial Failure Mode (Mode Kegagalan Potensial)	Current Controls	Detection Ranking	Likelihood of Detection
Cacat pada permukaan	Travel speed terlalu tinggi. Busur las terlalu panjang. Arus pengelasan terlalu rendah Amper terlalu tinggi.	Sesuaikan travel speed ke normal. Atur posisi busur las 45 derajat.	10	<i>Absolutely Certainty</i> : Kekurangan tidak dapat dideteksi kekurangannya.
Over spatter (Bunga alas)	Jarak elektroda dengan base metal terlalu jauh. Elektroda lembab.	Optimalkan amper rata rata penggunaan 80-90.	10	<i>Absolutely Certainty</i> : Kekurangan tidak dapat dideteksi kekurangannya.
Arc strike (as)	Menempelnya ujung kawat las secara singkat sehingga terjadi goresan.	Jarak anantara busur las dan benda kerja harus mempunyai jarak sesuai besar busur las.	10	<i>Absolutely Certainty</i> : Kekurangan tidak dapat dideteksi kekurangannya.

3.3 Perhitungan RPN (*Risk Priority Number*)

Metode *FMEA* memberikan metode perhitungan resiko dengan cara membuat nilai prioritasi resiko, *Risk Priority Number* (RPN) (Setiawan, 2014). Tahapan ini setelah menentukan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* maka didapatkan nilai RPN untuk masing masing resiko yang ada (Cahyabuana, 2015)

Tabel 6. Penentuan level resiko (RPN)

Level Risiko	Skala Nilai RPN
<i>Very low</i>	$x < 20$
<i>Low</i>	$20 \leq x < 80$
<i>Medium</i>	$80 \leq x < 120$
<i>High</i>	$120 \leq x < 200$
<i>Very high</i>	$x > 200$

a. Perhitungan Cacat Pada Permukaan Benda Kerja.

Rumus dalam perhitungan *FMEA*:

$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurance} \times \text{Detection}$$

$$\text{RPN} = 3 \times 10 \times 10$$

$$\text{RPN} = 300$$

Dari perhitungan di atas didapatkan bahwa perhitungan pada cacat permukaan benda kerja RPN 300 ditentukan level resiko *Very High*.

b. Perhitungan *Over Spatter* (Bunga Alas).

Rumus dalam perhitungan *FMEA*:

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

$$RPN = 1 \times 10 \times 10$$

$$RPN = 100$$

Dari perhitungan di atas didapatkan bahwa perhitungan pada *over spatter* (Bung alas) RPN 100 ditentukan level resiko *Medium*.

c. Perhitungan *Arc strike* (as).

Rumus dalam perhitungan *FMEA*:

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

$$RPN = 1 \times 10 \times 10$$

$$RPN = 100$$

Dari perhitungan di atas didapatkan bahwa perhitungan pada *Arc strike* (as) RPN 100 ditentukan level resiko *Medium*.

3.4 Analisa LDT dan LTA

Analisa sistem perawatan pada mesin las *SMAW type 400* sx meliputi Analisa fungsi sistem dan kegagalan sistem untuk mengetahui fungsi komponen beserta kegagalan yang dapat terjadi, Analisa IDT (*Intermediate Decision Tree*) untuk mengetahui kegagalan termasuk yang Nampak atau tersembunyi, untuk menentukan tugas perawatan dilakukan Analisa LTA (*Logic Tree Analysis*) (Puspitasari & Martanto, 2014) ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis LDT dan LTA

Komponen Sistem	Kegagalan Sistem	Kategori	IDT	LTA	
			Dampak Kegagalan (Nampak / Tersembunyi)	Pemilihan Maintenance Task Kategori	Keterangan
Transformator DC/AC	kecacatan pada permukaan benda kerja	B	Permukaan benda kerja menjadi tidak rata	E	<i>Condition monitoring</i> (pemantauan kondisi)
Kabel massa dan kabel elektroda	Terlalu panasnya kabel dan merusak struktur isolasi kabel	A	Jika jarak kabel las dan benda kerja terlalu berjarak dapat menimbulkan bung alas dan merusak permukaan benda kerja	A	Pengujian/inspeksi berkala
Holder dan klem massa	Klem longgar menimbulkan hasil las tidak stabil	B	menimbulkan arc strike (as) sehingga menempelnya ujung las secara singkat dan menimbulkan goresan dan kecatatan pada permukaan benda kerja	E	<i>Condition monitoring</i> (pemantauan kondisi)

Dari hasil pengolahan Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa kegagalan yang nampak pada masalah Transformator DC/AC yaitu kecacatan pada benda kerja sehingga di beri nilai B untuk IDT dan memerlukan pemantauan kondisi (*Condition monitoring*) pada komponen Transformer DC/AC. Untuk kabel massa dan kabel elektroda kegagalan yang terjadi yaitu terlalu panasnya kabel dan dapaterusak struktur dan isolasi kabel sehingga di beri nilai A pada IDT dan memerlukan pengujian dan inspeksi secara berkala. Untuk holder dan klem masalah yang terjadi yaitu klem yang longgar menimbulkan hasil las tidak stabil sehingga di beri nilai B pada IDT dan memerlukan pemantauan kondisi (*Condition monitoring*) pada komponen holder dan klem.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

- a. Untuk menentukan perawatan yang optimal pada mesin las SMAW 400 SX yaitu dengan membuat Analisa kegagalan sistem (*Failure mode*) dan efek dari kegagalan (*Effect analysis*), selanjutnya ditentukan masing masing skor pada *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* sehingga diperoleh nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi yaitu perhitungan pada cacat permukaan benda kerja RPN 300 ditentukan level resiko *Very High*, bahwa perhitungan pada *over spatter* (Bunga alas) dan perhitungan pada *Arc strike* (as) masing masing RPN 100 ditentukan level resiko *Medium*. Dimana nilai RPN tersebut didapatkan dari perkalian nilai *ranking severity x occurance x detection*.
- b. Kemudian dilakukan Analisa *Intermediate Decision Tree* (IDT) untuk mengetahui kegagalan yang tampak atau tersembunyi dari hasil IDT dilanjutkan dengan dengan *Logic Tree Analysis* (LTA) untuk menentukan tugas perawatan yang applicable dan effective yaitu: *Condition monitoring* (pemantauan kondisi) dan Pengujian/inspeksi berkala Setelah ditentukan IDT dan LTA selanjutnya dilakukan form perawatan mesin dan dibuat SOP pada mesin Las SMAW 400 SX sebagai acuan untuk jadwal perawatan.

REFERENSI

- Andiyanto, S., Sutrisno, A., & Punuhsingon, C. (2017). Penerapan Metode FMEA (Failure Measure and Effect Analysis) Untuk Kuantifikasi dan Pencegahan Risiko Akibat Terjadinya Lean Waste. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 6(1), 45-57.
- Cahyabuana, B. D. (2015). Tugas Akhir. Konsistensi Penggunaan Metode FMEA Terhadap Penilaian Risiko Teknologi Informasi (Studi Kasus: Bank XYZ), 19-24.
- Chin, A. C. (2008). Development of a fuzzy FMEA based product design system. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 633- 649.
- Puspitasari, N. B., & Martanto, A. (2014). Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Risiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus PT. Asaputex Jaya Tegal, 93-98.
- Setiawan, Iwan (2014). Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Sebagai Alat Analisa Resiko Moda Kegagalan Pada Magnetic Force Welding Machine ME-27.1. PIN Pengelolaan Instalasi Nuklir (13). Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir Kawasan Puspitek Serpong.