

horas

by mti26umb 1

Submission date: 03-Feb-2023 03:46AM (UTC-0600)

Submission ID: 2005440964

File name: Horas_tur.docx (115.06K)

Word count: 2431

Character count: 15167

Analisis Penyebab Cacat Sambungan Las Di Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap Dengan FMEA dan AHP

15

Horas Canman, Hasbullah
Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta
horascanmans@gmail.com

Abstrak

Intensitas pengelasan yang tinggi merupakan bagian integral dari proses konstruksi Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU). Adanya cacat pengelasan berpotensi besar untuk pengerjaan ulang, penambahan biaya konstruksi dan keterlambatan penyelesaian proyek. Pada fabrikasi sambungan perpipaan dengan pengelasan di proyek konstruksi tambahan PLTGU berkapasitas 650 MW di Muara Tawar ditemukan sambungan-sambungan las yang ditolak sebesar 22,44%. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan menentukan faktor penyebab utama pada sambungan Las. Metode yang digunakan adalah FMEA dan AHP. Berdasarkan diagram Pareto diketahui ada dua jenis cacat las yang dominan terjadi dalam sambungan las yang selanjutnya menjadi prioritas perbaikan yang dilakukan kontraktor yaitu *porosity* dan *cluster porosity*. Berdasarkan metoda FMEA diketahui ada dua kelompok nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang perbedaannya cukup jauh yaitu kelompok dengan nilai RPN rendah (1-140) dan kelompok dengan nilai RPN tinggi (245-392). Berdasarkan metoda FMEA dan AHP diketahui bahwa mode kegagalan atau faktor-faktor yang paling dominan menjadi penyebab terjadinya cacat porositas yang ditolak adalah kinerja mesin las sudah menurun atau mesin las mengalami kerusakan dan arus listrik pada mesin las tidak stabil karena genset sebagai sumber tenaga listrik berbeban tinggi.

Kata kunci: AHP, cacat, FMEA, porosity, welding

1. Pendahuluan

Perkembangan jumlah penduduk, bidang ekonomi, dan perkembangan teknologi membuat permintaan pasokan listrik terus meningkat. Menurut *International Energy Agency* (IEA), hingga tahun 2020 total konsumsi akhir listrik dunia mencapai 22.315 TWh, 4,0% lebih tinggi dari tahun 2019. Hal ini meningkatkan pangsa listrik dalam total konsumsi energi final dari 19% pada tahun 2018 menjadi 24% pada tahun 2040. Pertumbuhan permintaan listrik diperkirakan akan sangat kuat di negara berkembang. Sementara itu di Indonesia dalam kurun waktu lima tahun kedepan (2020-2024) pembangunan infrastruktur pembangkitan tenaga listrik sudah direncanakan untuk mencapai kapasitas total 27,28 GW. Dalam stasiun pembangkit energi listrik ini, sistem perpipaan adalah bagian penting yang digunakan untuk mengalirkan air, uap air, larutan kimia, minyak bahan bakar, minyak pelumas, udara, dan gas dari suatu peralatan ke peralatan lainnya dimana beberapa diantaranya mengalami tekanan dan temperatur tinggi selama operasi (Hafiz Abdul Ghaffar et al., 2014).

Intensitas pengelasan yang tinggi merupakan bagian integral dari proses konstruksi PLTGU. Adanya cacat pengelasan berpotensi besar untuk pengerjaan ulang, penambahan biaya konstruksi dan keterlambatan penyelesaian proyek. Proyek

konstruksi tambahan PLTGU berkapasitas 650 MW di Muara Tawar (Muara Tawar Combine Cycle Power Plant Block 2, 3 & 4 Add-On Project). Selain melaksanakan pekerjaan konstruksi, juga dilakukan fungsi pengawasan. Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi cacat lasan tersebut agar memenuhi harapan pemilik proyek akan kehandalan sistem perpipaan sesuai dengan *acceptance criteria* yang sudah ditetapkan (Trimarjoko et al., 2019).

Berdasarkan kelemahan tersebut, untuk mengatasinya menurut (Aprianto et al., 2021) pada penelitiannya dilakukan evaluasi faktor risiko dengan menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). FMEA merupakan metode yang dapat menentukan prioritas masalah (Aini, 2021) (Rozak et al., 2020). Selain itu metode ini menganalisis resiko severity, detection dan occurrence (Qin et al., 2020) (Hernadewita et al., 2022). Selain diperlukan prioritas dari akar masalah juga dilakukan pengambilan keputusan terkait faktor paling besar yaitu dengan Analytical Hierarchy Process (AHP) (Wang et al., 2018). AHP merupakan metode untuk membuat suatu keputusan, yang didesain dan dilakukan dengan membuat penyeleksian terhadap beberapa alternatif yang dievaluasi dengan multikriteria (Wahid et al., 2022) (Sequeira & Adlemo, 2021). Kerusakan pada sistem perpipaan dapat menyebabkan kegagalan operasi pada unit (stasiun pembangkit energi listrik). Selain oleh karena kerusakan pada materialnya akibat mengalami tekanan dan temperatur yang tinggi, korosi, dan lainnya kerusakan dapat juga disebabkan karena bocornya sambungan las pada komponen perpipaan tersebut akibat kualitas lasan yang kurang bagus (Tešić, 2020) (Berrekia et al., 2019). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan menentukan faktor penyebab utama pada sambungan Las

2. Metoda

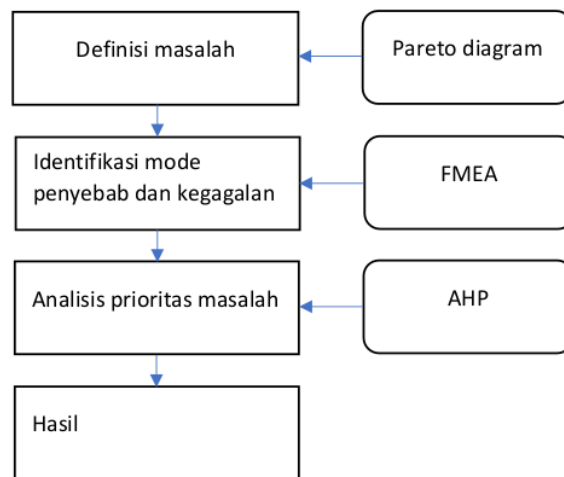
Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan menentukan faktor penyebab utama pada sambungan Las di PLTGU. Data primer yang didapatkan bersumber dari observasi dan hasil Focus Grup Discussion. Observasi dilakukan dengan pengamatan pada lingkungan kerja konstruksi, pengamatan pada alat kerja, pengamatan pada bahan kerja, pemeriksaan pada dokumen kerja, pengamatan pada administrasi tenaga kerja. Sedangkan sumber data primer lainnya didapatkan dari hasil Focus Group Discussion (FGD) (Aprianto et al., 2022). FGD dilakukan dengan mengadakan forum diskusi resmi yang dipimpin oleh fasilitator atau moderator dengan melibatkan peserta sekurang-kurangnya 9 orang yang memang terlibat langsung dalam proses produksi, berkompeten dan termasuk yang tersertifikasi (*authorize*) yang terdiri dari: juru las, supervisor pengelasan, inspektur QA/QC, inspektur pengelasan, teknisi radiografi tingkat II, dan manager QA/QC. Data sekunder didapatkan dari laporan perusahaan, artikel dan laporan kelembagaan.

Data – data yang diperoleh dari hasil pengumpulan data kemudian dilakukan perhitungan dan pengolahan data dengan tahapan sebagai berikut:

1. Tahapan awal yaitu melakukan analisis data temuan cacat lasan kemudian dilakukan analisis cacat tertinggi menggunakan diagram pareto (Setiawan & Setiawan, 2020).
2. Melakukan identifikasi *failure mode*. Pada tahap ini digunakan metode FMEA dengan menggunakan data-data yang telah terkumpul (Mutlu &

Altuntas, 2019). Langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi *potensial failure mode*
 - b. Menentukan parameter-parameter pada kriteria severity, occurrence, dan detection.
 - c. Membuat penilaian dari parameter-parameter yang ada dalam *severity (S), occurrence (O), dan detection (D)*.
3. Menentukan bobot kriteria S, O, D. Pada tahap ini dilakukan metode AHP dengan langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut (Yu & Liu, 2021):
- a. Penyusunan kriteria atau pembuatan hierarki
 - b. Pembobotan terhadap kriteria dengan cara
 - c. Mengukur konsistensi bobot kriteria
- $$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n} \quad (1)$$
- $$CR = \frac{CI}{RC} \quad (2)$$
- $$RPN \text{ Baru} = (W_s \times S) + (W_o \times O) + (W_D \times D) \quad (3)$$
4. Konfirmasi penghitungan RPN
 5. Mengidentifikasi akar penyebab masalah



Gambar 1 Tahapan pemecahan masalah

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Dengan Diagram Pareto

Tahap awal dilakukan analisis cacat terbesar dengan diagram pareto. Berdasarkan diagram pareto didapatkan permasalahan 80:20 untuk perbaikan. Berikut hasil olah data dengan diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 2.

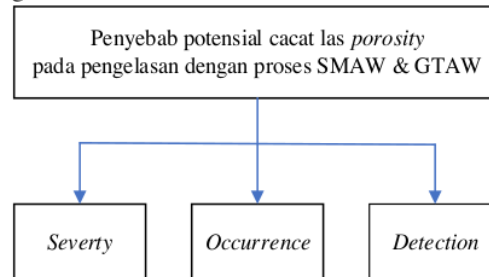
Porosity	Arus listrik pada mesin las tidak stabil karena <i>genset</i> sebagai sumber tenaga listrik sedang berbeban tinggi.	<i>Genset</i> dipakai juga sebagai sumber tenaga peralatan listrik untuk pekerjaan konstruksi lainnya	7	Mengganggu kinerja mesin las	7	Menyediakan <i>genset</i> khusus untuk sumber tenaga listrik mesin las	8	392
	Kinerja mesin las sudah menurun atau mesin las mengalami kerusakan.	- Karena faktor umur pakai - Karena kurangnya perawatan sehingga terjadi kerusakan	7	Aliran arus listrik menjadi naik turun atau arus keluar (<i>output</i>) menjadi tidak stabil atau nilai arus setel (<i>setting</i>) tidak sesuai dengan nilai arus keluar (<i>output</i>)	7	Memperbaiki mesin las atau menggantinya dengan yang baru.	8	392
	Tenda (<i>shelter</i>) rusak dan desain yang tidak baik.	Desain yang tidak kokoh, bahan <i>shelter</i> yang tidak bagus	8	Angin masuk ke dalam ruang pengelasan	7	Memperbaiki tenda (<i>shelter</i>) yang rusak dan memodifikasinya (tenda harus menutup atau menghalangi gerakan angin dari arah axial. Berhenti mengelas sejenak ketika angin bertiup kencang, menggunakan tenda pelindung yang benar	6	336
	Kecepatan angin yang tinggi.	Angin laut bergerak kencang	7	Udara masuk ke dalam kolam las (<i>weld pool</i>)	7		6	294

3.3. Analisis Dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

1. Penyusunan hirarki

Setelah didapatkan nilai *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) dari masing-masing mode kegagalan (*failure mode*) kemudian dilakukan pembobotan dari kriteria S, O, dan D menggunakan AHP. Pembobotan ini dilakukan untuk melihat kemungkinan adanya resiko yang tersembunyi dari dua atau lebih mode kegagalan yang berbeda tetapi dengan RPN yang sama atau dengan kata lain mencari nilai RPN tertinggi yang sebenarnya

Hierarki dari penyebab potensial cacat las porositas pada proses pengelasan yang sebelumnya telah disusun kemudian diajukan dalam sesi wawancara dengan informan yang *expert*. Susunan hierarki dari penyebab cacat las *porosity* ditunjukkan pada gambar 4



Gambar 4. Hierarki penyebab cacat las *porosity*

2. Pembobotan terhadap kriteria/ perhitungan bobot AHP

Untuk mengetahui bobot dari setiap kriteria dilakukan diskusi dengan informan yang cukup berpengalaman, bersertifikasi dan terlibat langsung dalam fungsi pengawasan pekerjaan pengelasan sambungan pipa. Diskusi dimulai dengan memberikan pertanyaan mengenai bobot dari setiap kriteria dan perbandingan antar kriteria tersebut. Berikut ini adalah hasil dari pembobotan kriteria yang diberikan oleh informan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2

¹
Tabel 2 Hasil Diskusi Bobot Kriteria

Kriteria	Penilaian Bobot	Kriteria
Severity	3	Occurrence
Severity	1/3	Detection
Occurrence	1/5	Detection

²
Berdasarkan Tabel 42 informan berpendapat bahwa *severity* sedikit lebih penting dibandingkan *occurrence*, ini berarti tingkat keparahan yang ditimbulkan dari cacat las *porosity* sedikit lebih penting dibandingkan jumlah sambungan las yang cacat. Menurut informan kemampuan deteksi dari pengawas dan alat ukur yang digunakannya sedikit lebih penting daripada tingkat keparahannya dan lebih penting daripada jumlah sambungan las yang cacat, ini sesuai dengan keadaan sebenarnya bahwa pengawas tidak dibekali oleh manajemen perusahaan dengan alat ukur *electrical* yaitu tang amper (*clamp ampere*).

3. Penyusunan konsistensi bobot kriteria

Langkah selanjutnya dengan pembuatan matriks perbandingan berpasangan yaitu perbandingan berpasangan antar kriteria disertai dengan jumlah nilai bobotnya untuk setiap kriteria tersebut seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

Kriteria	Severity	Occurrence	Detection
Severity	1	3	1/3
Occurrence	1/3	1	1/5
Detection	3	5	1
Jumlah	4,33	9	1,53

4. Normalisasi setiap nilai kriteria untuk mendapatkan nilai *Eigen Vector*

Normalisasi dilakukan dengan membagi masing-masing nilai bobot kriteria dengan jumlah bobot kriteria tersebut pada setiap kolom kemudian menghitung nilai bobot kriteria rata-rata pada setiap baris untuk mendapatkan nilai *eigen vector*. Hasil dari perhitungan normalisasi matriks perbandingan masing-masing nilai kriteria ditunjukkan pada Tabel 4

Tabel 4 Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Severity	Occurrence	Detection	Eigen Vector
Severity	0,23	0,33	0,22	0,26
Occurrence	0,08	0,11	0,13	0,11
Detection	0,69	0,56	0,65	0,63
Total	1,00	1,00	1,00	1,00

5. Menghitung Consistency Ratio.

Untuk mengetahui konsistensi perbandingan berpasangan antar kriteria kemudian dilakukan uji konsistensi dengan persamaan 1 dan 2. Nilai *Index Random Consistency* dengan ukuran matriks 3 berdasarkan tabel 2.5 adalah 0,58. Berikut ini perhitungan uji *Index Random Consistency*.

$$\lambda_{\max} = (4,33 \times 0,26) + (9 \times 0,11) + (1,53 \times 0,63)$$

$$\lambda_{\max} = 3,0797$$

$$CI = \frac{3,0797-3}{3} = 0,027$$

$$CR = \frac{0,027}{0,58} = 0,047$$

Hasil perhitungan didapatkan nilai *Consistency Ratio* (CR) sebesar 0,047, karena nilai $CR \leq 10\%$ maka matriks perbandingan berpasangan antar kriteria dikatakan konsisten atau dapat dibenarkan.

6. Konfirmasi perhitungan RPN

Untuk memvalidasi atau mengatasi kelemahan FMEA karena adanya kesamaan nilai pada bobot kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection* maka dilakukan perhitungan RPN yang baru yaitu dengan cara menjumlahkan hasil perkalian *eigen vector* dengan masing-masing bobot nilai mode kegagalan dengan persamaan (3). W_s , W_o , dan W_D berturut-turut adalah bobot kriteria rata-rata/ relatif dari kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Hasil perhitungan RPN yang baru terhadap masing-masing nilai mode kegagalan disajikan pada Tabel 5

Tabel 5 Hasil Analisis FMEA-AHP

CTQ	Proses Las	Failure Cause	S 0,26	Failure Effect	O 0,11	Current Improve	D 0,63	RPN
Porosity	Arus listrik pada mesin las tidak stabil karena <i>genset</i> sebagai sumber tenaga listrik sedang berbeban tinggi.	<i>Genset</i> dipakai juga sebagai sumber tenaga peralatan listrik untuk pekerjaan konstruksi lainnya	7	Mengganggu kinerja mesin las	7	Menyediakan <i>genset</i> khusus untuk sumber tenaga listrik mesin las	8	7,63
	Kinerja mesin las sudah menurun atau mesin las mengalami kerusakan.	- Karena faktor umur pakai - Karena kurangnya perawatan sehingga terjadi kerusakan	7	Aliran arus listrik menjadi naik turun atau arus keluar (<i>output</i>) menjadi tidak stabil atau nilai arus setel (<i>setting</i>) tidak sesuai dengan nilai arus keluar (<i>output</i>)	7	Memperbaiki mesin las atau menggantinya dengan yang baru.	8	7,63

	Tenda (<i>shelter</i>) rusak dan desain yang tidak baik.	Desain yang tidak kokoh, bahan <i>shelter</i> yang tidak bagus	8	Angin masuk ke dalam ruang pengelasan	7	Memperbaiki tenda (<i>shelter</i>) yang rusak dan memodifikasinya (tenda harus menutup atau menghalangi gerakan angin dari arah axial).	6	6,63
	Kecepatan angin yang tinggi.	Angin laut bergerak kencang	7	Udara masuk ke dalam kolam las (weld pool)	7	Berhenti mengelas sejenak ketika angin bertiup kencang, menggunakan tenda pelindung yang benar	6	294

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa mode kegagalan untuk *ranking* 1 (RPN tertinggi pertama) dari perhitungan FMEA dan FMEA-AHP adalah sama persis yaitu kinerja mesin las sudah menurun atau mesin las mengalami kerusakan dan arus listrik pada mesin las tidak stabil karena genset sebagai sumber tenaga listrik sedang berbeban tinggi. Begitu juga dengan mode kegagalan untuk *ranking* 2 (RPN tertinggi kedua) dari perhitungan FMEA dan FMEA-AHP adalah sama persis yaitu tenda (*shelter*) rusak dan desain yang tidak baik dan begitu juga dengan mode kegagalan untuk *ranking* 3 (RPN tertinggi ketiga) dari perhitungan FMEA dan FMEA-AHP juga sama persis yaitu kecepatan angin yang tinggi. Namun mode kegagalan untuk *ranking* 4 (RPN tertinggi keempat) dari perhitungan FMEA dan FMEA-AHP adalah berbeda.

Setelah didapatkan nilai RPN tertinggi dari hasil perhitungan FMEA-AHP diketahui bahwa mode kegagalan (*failure mode*) yang paling potensial menyebabkan sambungan las menjadi ditolak (*reject*) adalah kinerja mesin las sudah menurun atau mesin las mengalami kerusakan dan arus listrik pada mesin las tidak stabil karena genset sebagai sumber tenaga listrik sedang berbeban tinggi tetapi kontraktor juga ingin memperbaiki mode kegagalan tertinggi kedua yaitu tenda (*shelter*) rusak dan desain yang tidak baik

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis pemecahan masalah, didapatkan kesimpulan bahwa mode kegagalan atau faktor-faktor yang paling dominan menjadi penyebab terjadinya cacat porositas yang ditolak adalah mode kegagalan yang memiliki nilai RPN sebesar 392 dari hasil analisa dengan FMEA atau yang memiliki nilai RPN sebesar 6,63 dari hasil analisa dengan AHP. Mode kegagalan ini yaitu kinerja mesin las sudah menurun atau mesin las mengalami kerusakan dan arus listrik pada mesin las tidak stabil karena genset sebagai sumber tenaga listrik berbeban tinggi. Jadi disimpulkan terdapat 3 mode kegagalan yang menjadi target utama perbaikan yaitu kinerja mesin las sudah menurun atau mesin las mengalami kerusakan, arus listrik pada mesin las tidak stabil karena genset sebagai sumber tenaga listrik sedang berbeban tinggi dan tenda rusak dan desain yang tidak baik. Karena hampir semua umur pakai mesin las sudah cukup lama maka pemeriksaan yang intensif dan peremajaan pada komponen-komponen internal dari mesin las tersebut perlu dilakukan sehingga perlu penelitian lanjutan terkait perawatan mesin untuk meningkatkan performa dan masa pakai.

horas

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.ub.ac.id Internet Source	7%
2	eprints.akprind.ac.id Internet Source	2%
3	ejournal.uika-bogor.ac.id Internet Source	1%
4	ejournal.akprind.ac.id Internet Source	1%
5	docplayer.info Internet Source	<1%
6	Ella Dewi Krisnanti, Annisa Kesy Garside. "Penerapan Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste Percetakan Box", Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya, 2022 Publication	<1%
7	www.slideshare.net Internet Source	<1%
8	publikasiilmiah.ums.ac.id Internet Source	

<1 %

9

Verro Ratuwalangon, Laurens T. B. Kalesaran, Jimmy Panelewen, Heber B. Sapan.

"International Normalizing Ratio (INR) pada pasien multitrauma di RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado", JURNAL BIOMEDIK (JBM), 2016

Publication

<1 %

10

ejournal.unesa.ac.id

Internet Source

<1 %

11

jurnal.unsil.ac.id

Internet Source

<1 %

12

vdocuments.site

Internet Source

<1 %

13

eprints.perbanas.ac.id

Internet Source

<1 %

14

id.scribd.com

Internet Source

<1 %

15

jurnal.utb.ac.id

Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off