

Inspeksi Pipa Low Pressure Evaporator HRSG Kapasitas 200 Ton/Jam

ABDILLAH FARIS MUJAHID¹, TRI SIGIT PURWANTO¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Itenas Bandung

Email : abdillahfarism5@gmail.com

Received 21 08 2021 | Revised 01 09 2021 | Accepted 01 09 2021

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU), merupakan gabungan antara Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). PLTU beroperasi memanfaatkan gas buang PLTG yang kemudian digunakan untuk memanaskan air di HRSG dan kemudian menghasilkan steam untuk menggerakkan turbin uap. Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) yang memiliki HRSG berkapasitas 200 ton/jam mengalami kerusakan pada bagian pipa low pressure evaporator yaitu pipa mengalami pecah. Root Cause Analysis digunakan untuk mengetahui penyebab kegagalan yg terjadi dan menentukan metode inspeksi. Inspeksi yang dilakukan berupa ut thickness, metalografi, sem eds, uji tarik, thermography, dye penetrant test dan uji keras. Dari penelitian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penyebab kegagalan yang terjadi pada pipa low pressure evaporator HRSG kapasitas 200 ton/jam adalah fatigue dan thermal stress dilihat dari hasil root cause analysis.

Kata kunci: PLTGU, HRSG, Root Cause Analysis

ABSTRACT

Steam Gas Power Plant (PLTGU), is a combination of Gas Power Plant (PLTG) and Steam Power Plant (PLTU). The power plant operates utilizing the exhaust gas of the PLTG which is then used to heat the water in HRSG and then produce steam to move the steam turbine. At the PLTGU which has an HRSG capacity of 200 tons / hour suffered damage to the low pressure evaporator pipe section, namely the pipe ruptured. Root Cause Analysis is used to determine the cause of the failure and determine the inspection method. Inspections are carried out in the form of ut thickness, metallography, sem eds, tensile test, thermography, dye penetrant test and hard test. From the research that has been done, it can be concluded that the cause of failure that occurs in the low pressure evaporator HRSG pipe capacity of 200 tons / hour is fatigue and thermal stress judging from the results of root cause analysis.

Keywords: Steam Gas Power Plant, HRSG, Root Cause Analysis

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU), merupakan gabungan antara Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). PLTU beroperasi dengan cara memanfaatkan gas buang dari PLTG yang kemudian digunakan untuk memanaskan air yang berada di HRSG dan kemudian menghasilkan steam untuk menggerakkan turbin uap. **(Burlian & Ghafara, 2013)**

HRSG pada PLTGU memiliki peranan penting karena HRSG merupakan komponen yang digunakan untuk menghasilkan uap dari air yang dipanaskan menggunakan gas buang dari PLTG yang kemudian uap tersebut dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin uap pada PLTU, di mana jika ada kerusakan pada salah satu komponen HRSG maka PLTU tidak dapat beroperasi dan hal tersebut mengakibatkan kerugian. **(Prayudi et al., 2017)**

Pada salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) yang memiliki HRSG berkapasitas 200 ton/jam mengalami kerusakan pada bagian pipa low pressure evaporator, kerusakan yang terjadi adalah pipa tersebut mengalami pecah



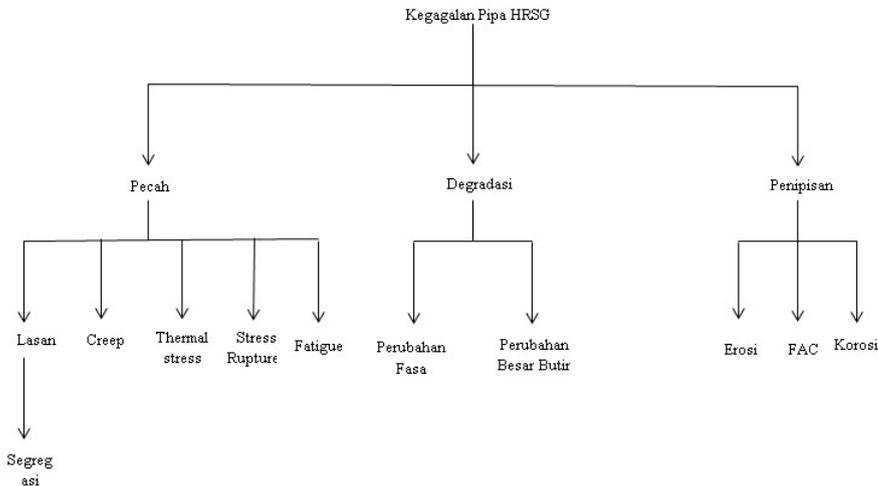
Gambar 1. Kerusakan Pipa HRSG Kapasitas 200 Ton/Jam

Dalam kasus ini pentingnya melakukan Root Cause Analysis dari data yang sudah ada, yaitu untuk mengetahui penyebab kerusakan pada pipa HRSG dan kemudian hasil Root Cause Analysis digunakan untuk menentukan metode inspeksi apa saja yang diperlukan agar mengetahui penyebab dari kerusakan tersebut sehingga, kedepannya dapat dilakukan penanggulangan sejak dini untuk menghindari kegagalan yang sama.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dari mengumpulkan data berupa data desain, data operasi dan data inspeksi yang telah dilakukan berupa UT thickness, metalografi, SEM EDS, uji tarik, thermography, dye penetrant test dan uji keras. Setelah selesai mengumpulkan data, langkah selanjutnya adalah melakukan analisa, analisa yang dilakukan adalah analisa mode kegagalan pipa berdasarkan data inspeksi yang telah diperoleh, analisa struktur pipa (analisa tegangan dan ekspansi termal pipa) dan analisa penyebab terjadinya kegagalan. Data dari hasil semua analisa yang telah dilakukan kemudian dipelajari hingga mendapatkan kesimpulan dan saran yang tepat untuk dilakukan sehingga tidak akan terjadi kegagalan yang sama dikemudian hari.

Metoda yang dilakukan untuk mengetahui penyebab kegagalan pipa low pressure evaporator HRSG kapasitas 200 ton/jam adalah dengan membuat root cause analysis dari data inspeksi yang telah dilakukan, dari hasil root cause tersebut ditentukan lah metode inspeksi apa saja yang diperlukan untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan pipa low pressure evaporator HRSG kapasitas 200 ton/jam.



Gambar 2. Hasil Root Cause Analysis

Dari hasil root cause analysis yang telah dibuat, dapat dilihat berbagai macam kemungkinan mekanisme kegagalan yang terjadi pada pipa low pressure evaporator HRSG kapasitas 200 ton/jam. Dari berbagai macam kemungkinan mekanisme kegagalan yang terjadi disusun metode inspeksi untuk mengetahui penyebab kegagalan yang terjadi pada pipa.

3. HASIL DAN ANALISA

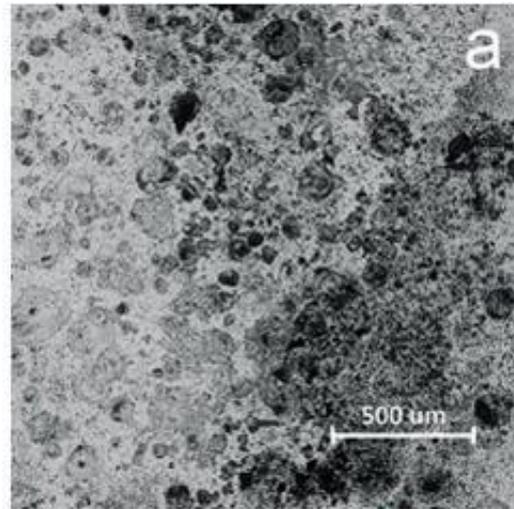
3.1 Analisa Mode Kegagalan Pipa Berdasarkan Data Inspeksi

Kegagalan pipa yang terjadi dapat diketahui dengan cara menganalisa hasil inspeksi yang telah dilakukan. Inspeksi yang dilakukan meliputi UT thickness, metalografi, SEM EDS, uji tarik, thermography, dye penetrant test dan uji keras. Berikut adalah data hasil inspeksi yang dilakukan.

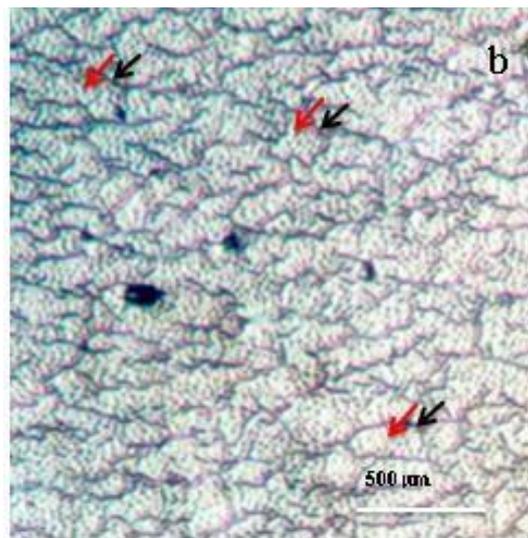
Tabel 1. Hasil pengujian UT Thickness

POSISI	Tebal Desain (mm)	Tebal Terukur Minimum (mm)	Tebal Minimum Standar (mm)	Tebal Sisa (mm)	Corrosion Rate (mm/tahun)	Umur Sisa (Tahun)
C1	2,9	2,62	1	1,62	0,034	47,79
C2		2,7		1,7		50,14
C3		2,15		1,15		33,97
C39		2,67		1,67		49,26
C40		2,5		1,5		44,26

Dari tabel hasil pengukuran yang dilakukan dapat dilihat bahwa ketebalan pada pipa pada bagian C3(outlet) memiliki ketebalan yang paling kecil sebesar 2,15 mm. Namun dari hasil pengukuran tersebut penipisan yang terjadi tidak terlalu signifikan sehingga kemungkinan erosi pada pipa economizer low pressure evaporator tidak terlalu berpengaruh.



Gambar 3. Hasil Metalografi ASTM A178 (a)

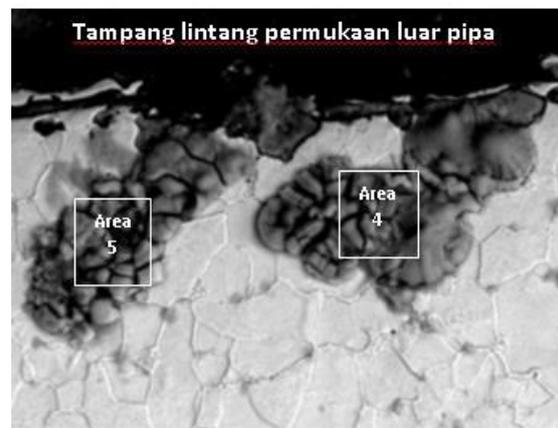


Gambar 4. Hasil Inspeksi Pengujian Metalografi (b)

Dapat dilihat bahwa hasil inspeksi dan standar ASTM A178 memiliki fasa yang sama yaitu fasa ferit yg ditunjukkan oleh panah berwarna merah dan perlit ditunjukkan oleh panah berwarna hitam.Indikasi kegagalan creep pada struktur mikro dapat dilihat jika ada titik hitam pada batas butir, namun untuk kegagalan creep tidak ditemukan baik secara makro maupun mikro, struktur mikro tidak mengalami perubahan yang signifikan, dan bentuk butir berukuran kasar.



Gambar 5. Hasil Pengujian SEM EDS Area 1, 2, dan 3

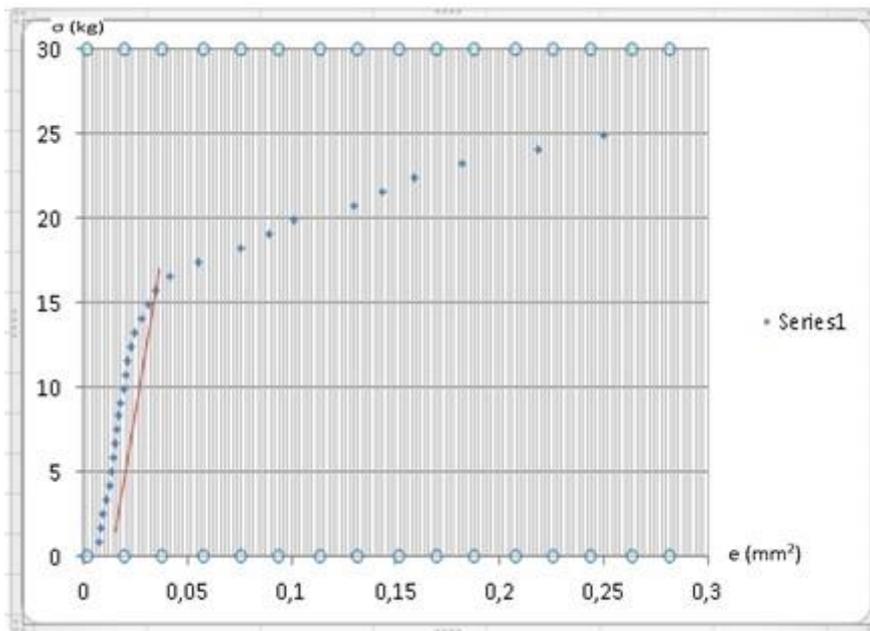


Gambar 6. Hasil Pengujian SEM EDS Area 4 dan 5

Tabel 2. Hasil Pengujian SEM EDS

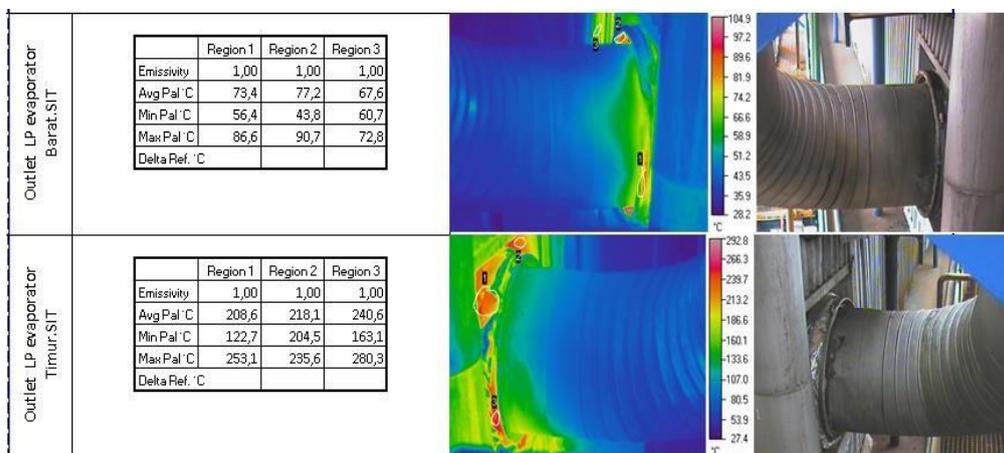
Unsur	Komposisi kimia (% berat)				
	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5
C	19.10	20.24	20.06	20.77	22.97
O	---	27.37	29.33	28.62	28.15
Si	0.18	0.30	0.13	0.10	0.13
Cl	---	---	---	0.23	0.03
S	---	---	0.30	---	---
Ca	---	0.16	0.14	--	---
Fe	80.72	51.93	50.04	50.28	48.72

Dapat dilihat pada area 4 dan 5 terdapat pitting corrosion dikarenakan adanya unsur clor yang berasal dari udara laut. Unsur sulfur yang berada pada pipa berasal dari gas hasil pembakaran bahan bakar PLTU. Untuk bentuk busir kasar. Hal itu dapat terjadi karena pengaruh temperatur operasi yang tinggi yang menyebabkan pembesaran bentuk butir.



Gambar 7. Hasil Uji Tarik

Dari hasil pengujian tarik yang dilakukan pada bagian inlet pipa memiliki kekuatan tarik maksimum sebesar 25 kg/mm² atau 245,166 Mpa. Untuk standar kekuatan tarik material st 37.8 yaitu 47 ksi atau 324,054 Mpa. Dilihat dari perbedaan antara hasil pengujian dengan standar yang ada, kemungkinan besar diakibatkan oleh fatigue yang berasal dari beban HRSG saat turn on dan turn off. Hal tersebut menyebabkan pipa mengalami mulur dan susut berkali kali, sehingga pipa mengalami penurunan kekuatan pada daerah dekat belokan



Gambar 8. Hasil Thermography

Dilihat dari hasil pengujian thermography bagian outlet terkena panas lebih tinggi dibandingkan bagian inlet. Hal itu disebabkan karena pola aliran gas yang tidak merata menyebabkan bagian outlet menerima panas yang lebih besar sehingga kerusakan sering dialami pada bagian outlet. Region 3 bagian outlet merupakan daerah yang paling panas hal tersebut dikarenakan region 3 merupakan bagian lasan dimana pada bagian lasan memiliki massa yang lebih besar dibandingkan region yang lain, dikarenakan memiliki maasa yang lebih besar maka region 3 memiliki serapan energi yg lebih besar dibandingkan dengan region yang lain. Dan karena region 3 berada pada bagian bawah dan flow gas nya mengalir dari bawah ke atas mengakibatkan panas yang diterima lebih besar dibandingkan region 1 dan region 2 yang berada pada bagian atas.



Gambar 9. Hasil Dye Penetrant Test

Tabel 3. Hasil pengujian Dye Penetrant Test

No.	Indikasi			Hasil		Keterangan
	Location Identification	Rounded	Linear	Tolak	Diterima	
1	C1-8a	-	-		√	
2	C1-7a	-	-		√	
3	C1-6a	-	-		√	
4	C1-5a	-	-		√	
5	C1-4a	-	-		√	
6	C1-3a	-	-		√	
7	C1-2a	-	-		√	
8	C1-1a	-	-		√	

Dapat dilihat dari hasil dye penetrant test yang telah dilakukan bahwa tidak ada indikasi crack maupun cacat pada permukaan pipa.

Tabel 4. Hasil Uji Keras

	NAMA TTIK	NILAI KEKERASAN (HRB)		Standar Kekerasan Material ST 37.8 (HRB)
		1	2	
1	T1	67,5	71	77
2	T2 Kiri	70,5	81	
3	T3 In	80,5	73,5	
4	T3 Out	78,5	65	
5	B1 Out	64,5	70,5	
6	B3 In	64	70,5	

Dapat dilihat dari tabel hasil pengujian kekerasan bahwa ada beberapa titik memiliki nilai kekerasan dibawah standarnya, hal ini diakibatkan oleh material yang mengalami fatigue dari beban HRSG saat turn on dan turn off. Hal tersebut menyebabkan pipa mengalami penurunan kekerasan.

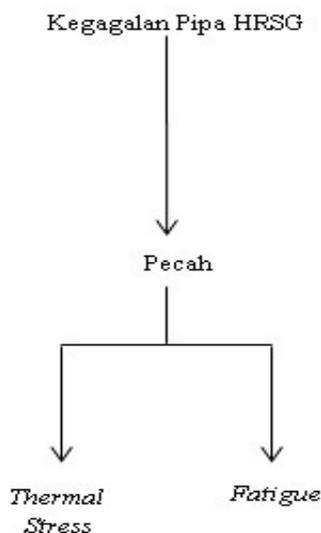
3.2 Pola Data Operasi HRSG

Dari data operai HRSG selama 1 bulan yaitu bulan Desember 2019, HRSG mengalami shutdown sebanyak 16 kali dimana hal itu menyebabkan terjadinya muai susut material secara berulang. Muai susut tersebut akan berdampak pada penurunan kekuatan material

pada belokan pipa, yg disebabkan terjadinya fatigue, hal ini ditandai dengan penurunan kekerasan dan kekuatan tarik material.

3.3 Hasil Root Cause Analysis

Dari hasil pengecekan antara hasil root cause analysis dengan hasil inspeksi yang telah dilakukan ditemukan hasil bahwa hal yang paling mungkin menjadi penyebab kegagalan ialah thermal stress dan fatigue. Berikut adalah hasil root cause analysis setelah dilakukan proses pengecekan dengan hasil inspeksi yang dilakukan.



Gambar 10. Hasil Root Cause Analysis

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan, penulis dapat menyimpulkan bahwa penyebab kegagalan yang terjadi pada pipa low pressure evaporator HRSG kapasitas 200 ton/jam adalah fatigue dilihat dari penurunan kekuatan tarik dan penurunan kekerasan pipa dan thermal stress dilihat dari data operasi HRSG selama 1 bulan, HRSG mengalami shutdown sebanyak 16 kali dimana hal itu menyebabkan terjadinya muai susut material secara berulang. Muai susut tersebut akan berdampak pada penurunan kekuatan material pada belokan pipa.

DAFTAR PUSTAKA

- Burlian, F & Ghafara, A. 2013. Perancangan Ulang Heat Recovery Steam Generator Dengan Sistem Dual Pressure Melalui Pemanfaatan Gas Buang Sebuah Turbin Gas Berdaya 160 Mw. Universitas Sriwijaya. Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 13 No. 1.
- Elian A. 2017. Perancangan Termal Heat Recovery Steam Generator Sistem Tekanan Dua Tingkat Dengan Variasi Beban Gas Turbin. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Irmayanti J. 2017. Studi Numerik Variasi Sudut Inlet Duct Terhadap Karakteristik Aliran Dan Perpindahan Panas Pada Heat Recovery Steam Generator Tipe Vertikal

Menggunakan Metode Komputasi Dinamika Fluida Di PT PJB UP GRESIK.
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

- Kain V. 2014. Flow Accelerate Corrosion: Forms, Mechanisms and Case Studies.
- Prayudi, Hendri, Nurhasanah R, dan Amiadi B. 2017. Analisis Pengaruh Penurunan Temperatur LMTD Terhadap Unjuk Kerja HRSG pada PLTGU.
- Reza F.M, Mardiansah D, dan Jannus P. 2019. Analisa Peforma PLTGU Kapasitas 740 MW Terhadap Pola Operasi Dan Pembebanan Menggunakan Heat Rate Gap Analysis.
- Santoso A.A. 2017. Analisis Kebocoran Belokan Pipa Evaporator Pada Sebuah Heat Recovery Steam Generator Akibat Fleksibilitas Termal.
- Sitepu T dan Silaban S.H.P. 2014. Perancangan Heat Recovery Steam Generator (Hrsg) Yang Memanfaatkan Gas Buang Turbin Gas Di Pltg Pt. Pln (Persero) Pembangkitan Dan Penyaluran Sumatera Bagian Utara Sektor Belawan. Universitas Sumatera Utara. Volume : 8, No.4.
- Wahyuni A.F. 2017. Analisis Termodinamika Dan Thermal Stress Pada Generator Termoelektrik Dengan Variasi Geometri.
- Wibowo K, Sugiyarto, dan Setiono. 2018. Analisa dan Evaluasi : Akar Penyebab dan Biaya Sisa Material Kontruksi Proyek Pembangunan Kantor Kelurahan di Kota Solo, Sekolah, dan Pasar Menggunakan Root Cause Analysis (RCA) dan Tree Analysis (FTA).
- Yohana E dan Priambodo A. 2012. Analisa Efisiensi Low Pressure HRSG (Heat Recovery Steam Generator) pada PLTGU PT. Indonesia Power UBP Semarang, Rotasi – Vol.14, No.1: 7-9.