

Pemeriksaan Serangan Korosi Pada Struktur *Conveyor* Pengangkut Batu Bara Di PLTU

RIO DWIKUSUMAH¹, MEILINDA NURBANASARI¹

¹PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN, INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG

Email: riodwi42411@gmail.com

Received 05 09 2021 | *Revised* 10 09 2021 | *Accepted* 13 09 2021

ABSTRAK

PLTU Batu bara yang berada di tepi pantai memiliki lingkungan kerja yang bersifat sangat korosif. Unsur yang paling berperan dalam proses korosi yaitu ion klorida yang terkandung di dalam air laut memiliki konsentrasi yang tinggi dan bersifat agresif. Jenis baja yang digunakan pada struktur conveyor tersebut masuk kedalam kategori AISI 1020 dimana untuk menentukan jenis baja tersebut melalui proses verifikasi jenis material didasarkan pada uji komposisi kimia & uji kekerasan. Dan juga jenis pelapis yang tidak menggunakan standar ISO 12944-6 untuk di lingkungan korosif seperti pantai/labuan dengan salinitas yang tinggi. Untuk strategi perbaikan mengacu pada tingkat kerusakan yang didasarkan pada reduksi ketebalan dan luas permukaan.

Kata kunci: *PLTU; Conveyor; Korosi.*

ABSTRACT

The Coal Fired Power Plant which is located on the beach has a very corrosive working environment. The element that most plays a role in the corrosion process, namely chloride ions contained in sea water, has a high concentration and is aggressive. The type of steel used in the conveyor structure is included in the AISI 1020 category where determine the type of steel through a verification process the type of material is based on chemical composition tests & hardness tests. And also the types of coatings that o not use the ISO 12944-6 standard for corrosive environments such as high salinity beaches/labs. The repair strategy refers to the level of damage based on the reduction in thickness and surface area.

Keywords: *The1 Coal Fired Power Plant; Conveyor; Corrosion.*

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) batu bara mempunyai beberapa sistem yang menunjang keberlangsungan operasi dari pembangkit tersebut. Sistem perlu dipelihara dan diproteksi, sehingga pembangkit listrik tersebut tetap handal dalam beroperasi. Batu bara pada PLTU umumnya disuplai dari pulau Sumatera dan Kalimantan melalui moda transportasi laut yaitu menggunakan kapal tongkang. PLTU Batu bara yang berada di tepi pantai memiliki lingkungan kerja yang bersifat sangat korosif. Unsur yang paling berperan dalam proses korosi yaitu ion klorida yang terkandung di dalam air laut memiliki konsentrasi yang tinggi dan bersifat agresif. Dengan demikian tidak mengherankan jika konstruksi baja yang berada di kawasan tersebut sangat mudah dan cepat terserang korosi. Ditambah lagi, tingkat kelembaban di daerah tepi pantai yang berkisar 74% (www.worldweatheronline.com, diakses pada bulan desember 2020). Kondisi ini jika dibiarkan, dikhawatirkan dalam waktu dekat struktur baja tidak mampu menumpu beban konveyor yang mengangkat batu bara dari stok pile ke ruang bakar boiler yang pada akhirnya dapat membahayakan keselamatan pekerja dan berdampak pada gangguan operasional kerja PLTU (Utomo, Budi. 2012).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan terdiri atas verifikasi jenis material dan pemeriksaan serangan korosi yang terjadi pada struktur. Verifikasi jenis material dilakukan didasarkan pada uji komposisi kimia dan uji keras. Uji komposisi kimia menggunakan metoda *Positive Material Identification (PMI)* dan mengambil 2 sample yang di uji pada lokasi 1 dan 10 A pada struktur conveyor. Standar uji yang digunakan mengikuti ASTM E415 – 08. Uji keras pada lokasi yang belum terkena korosi menggunakan metode Vickers dengan beban 200 gram dan dwelling time 15 detik.



a. PMI



b. Alat uji keras Vickers

Gambar 1. Alat Uji Komposisi Kimia dan Uji Keras

Pemeriksaan serangan korosi struktur conveyor terdiri dari inspeksi visual, pengukuran ketebalan dan uji Scanning Electron Microscopy (SEM) dan dilengkapi Energy Dispersive Spectrometry (EDS) yang bertujuan melihat bagaimana deposit dan cat pelapis pada struktur conveyor. Alat yang digunakan adalah SEM-EDS JEOL versi 610-LA yang dioperasikan pada 20 kV. Pengujian Ketebalan menggunakan alat *ultrasonic thickness gauge*. Pengukuran ketebalan pelat baja sangat penting karena ketebalan sangat mempengaruhi kekuatan konstruksi sistem. Perbandingan ketebalan pelat yang sudah terkorosi dengan ketebalan yang terdapat dalam spesifikasi teknis merupakan hal yang mutlak harus dilakukan.



Gambar 2. Alat Uji Ketebalan

3. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Komposisi Kimia

Penentuan komposisi kimia dari struktur conveyor ini bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon rata-rata dari Proses yang dilakukan untuk mengetahui kandungan komposisi kimia yang terdapat pada struktur conveyor dengan cara pengujian uji PMI. Pengujian PMI bertujuan untuk mengetahui komposisi yang terdapat pada material. Dari hasil pengujian PMI diperoleh unsur-unsur kimia yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Uji Komposisi Kimia (Nurbanasari, 2015)

Alat	Lokasi	Komposisi (%wt)				
		C	Si	Mn	P	S
Struktur	1	0,169	0,314	1,3	0,0035	0,0061
Struktur	10A	0,170	0,185	0,446	0,035	0,0251

3.2 Hasil Pengujian Kekerasan

Uji keras pada struktur conveyor dilakukan pada 2 lokasi yang berbeda dan masing-masing dilakukan 5 pengujian. Permukaan daerah yang diuji harus dalam keadaan bersih.

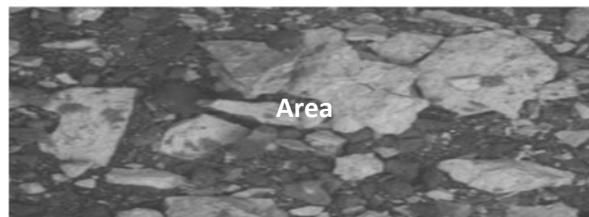
Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan Pada Baja (Nurbanasari, 2015)

Nomor Tiang	Kekerasan (HV)
1	133
10A	124

Kekerasan AISI 1020 menurut standar adalah (115 HV). Hasil pengujian kekerasan pada 2 lokasi, menunjukkan harga kekerasan dalam rentang 124 & 133 HV. Jika dibandingkan dengan kekerasan pada standar AISI 1020 maka kekerasan baja ke 2 lokasi tersebut masuk ke dalam standar. Sehingga dapat dipastikan bahwa baja ini adalah AISI 1020.

3.3 Hasil Pengujian Kimia Deposit Dan Pelapis

Pengujian komposisi kimia deposit dilakukan untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung di dalamnya termasuk keberadaan ion Cl^- yang akan mempercepat serangan korosi. Pengujian struktur mikro menggunakan mikroskop optik. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5. Daerah Penembakan EDS

Hasil analisa kuantitatif pengujian SEM-EDS pada deposit conveyor ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Analisa Kuantitatif SEM-EDS pada Deposit Conveyor (Nurbanasari, 2015)

Unsur	%berat				
	Conveyor 13A	Conveyor A18	Conveyor 16B	Conveyor 6B	<u>Coneyor 23A</u>
C	36,53	45,43	26,36	22,97	19,46
O	29,37	35,38	33,36	38,83	26,68
Na	-	0,16	-	0,27	0,28
Mg	-	0,19	0,10	0,15	0,22
AL	1,92	2,29	0,93	2,26	1,35
Si	3,86	2,86	1,15	2,94	1,73
S	0,19	0,40	-	-	0,12
Cl	-	0,03	0,46	0,36	0,18
K	0,11	0,22	-	0,13	0,10
Ca	0,85	0,40	0,16	0,17	0,21
Ti	0,12	0,09	0,31	-	0,07
Fe	10,60	10,89	36,77	31,93	49,09

Hasil analisa kuantitatif itu memperlihatkan bahwa hasil uji komposisi kimia dan senyawa pada deposit baik pada struktur baja conveyor menunjukkan adanya produk korosi oksida besi yaitu $Fe(OH)_3$ dan Fe_3O_4 . Adanya senyawa selain oksida besi pada deposit yaitu seperti CaO , TiO_2 , SiO_2 dll disebabkan deposit yang diambil sudah tercampur dengan cat/pelapis. Senyawa selain oksida besi tersebut berasal dari pelapis dan hal ini didukung dengan hasil uji komposisi/senyawa pada cat/pelapis.

Pengujian komposisi kimia terhadap lapisan pelindung korosi (cat) juga perlu dilakukan untuk mengetahui jenis pelapis yang digunakan.



Gambar 6. Daerah Penembakan EDS Cat Biru

Hasil analisa kuantitatif pengujian SEM-EDS pada sampel pelapis ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Analisa Kuantitatif SEM-EDS Pada Sampel Pelapis (Nurbanasari, 2015)

Unsur	%berat					
	Cat Conveyor 6B	Biru Conveyor 13A	Cat Biru Conveyor 16B	Cat Biru Conveyor A18	Cat Conveyor 23 A	Biru
C	4,28	61,64	48,47	32,04	34,02	
O	40,99	26,94	38,35	46,32	44,00	
Na	-	-	0,20	-	0,13	
Mg	0,70	1,13	0,49	0,71	0,62	
Al	1,71	0,77	2,13	2,51	3,02	
Si	1,92	0,72	2,32	3,65	4,32	
S	-	-	0,13	0,23	0,20	
Cl	0,24	0,16	0,10	0,16	0,30	
K	-	-	0,15	0,23	0,12	
Ca	1,81	2,76	3,31	2,08	1,53	
Ti	8,39	4,54	3,71	10,14	10,02	
Fe	-	-	0,63	1,92	1,00	
Cu	0,32	1,34	-	-	0,72	

Hasil analisa kuantitatif itu memperlihatkan bahwa hasil uji komposisi pada pelapis (cat biru), tidak dapat menentukan dengan tepat jenis pelapis yang digunakan. Namun demikian, hasil uji komposisi kimia dalam skala micron tersebut tidak mengindikasikan adanya unsur metal coating (seperti Zn) yang harusnya dilakukan sebagai pelapis utama untuk meningkatkan ketahanan korosi baja. Tidak adanya unsur tersebut bisa jadi menunjukkan bahwa struktur baja pada conveyor dan crane hanya diberikan lapisan cat biasa dan tidak sesuai dengan lingkungan yang agresif seperti di Labuan.

3.3 Hasil Pengujian Ketebalan

Hasil pengukuran ketebalan diperoleh dari 96 lokasi (64 tiang & 32 portal) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Pengukuran Ketebalan Pada Baja (Nurbanasari, 2015)

Pengukuran Baja Tiang				Ketebalan Awal (mm)	Laju Penipisan (A) (mmpy)	Laju Penipisan (B) (mmpy)	Pengukuran Baja		Ketebalan Awal (mm)	Laju Penipisan (mmpy)
No Tiang (A)	Hasil Ukur (mm)	No Tiang (B)	Hasil Ukur (mm)				No Tiang	Hasil Ukur		
1A	19,8	1B	19,6	20	0,05	0,10	1	14,5	15	0,10
2A	14,7	2B	14,3	15	0,08	0,18	2	7,4	10	0,65
3A	14,3	3B	14,20	15	0,08	0,20	3	8,5	10	0,38
	13,4									
	14,7									
	14,4									
7A	14,1	7B	13,9	15	0,22	0,28	7	7,6	10	0,60
8A	13,8	8B	14,2	15	0,30	0,20	8	7,8	10	0,55
9A	14,2	9B	14	15	0,20	0,25	9	9,8	10	0,05
10A	14,3	10B	13,9	15	0,08	0,28	10	5,7	10	1,08
11A	13,8	11B	13,4	15	0,30	0,40	11	7,9	10	0,53
12A	13,4	12B	13,9	15	0,40	0,28	12	5,8	10	1,05
13A	13,8	13B	13,9	15	0,30	0,28	13	6,5	10	0,88
14A	14	14B	14,2	15	0,25	0,20	14	7	10	0,75
15A	13,5	15B	13,9	15	0,38	0,28	15	6,4	10	0,90
16A	13,6	16B	13,8	15	0,35	0,30	16	7	10	0,75
17A	13,7	17B	13,9	15	0,30	0,28	17	6,9	10	0,78
	13,6									
19A	13,4	19B	13,6	15	0,40	0,30	19	6,8	10	0,80
20A	13,7	20B	13,8	15	0,30	0,35	20	7	10	0,75
21A	13,6	21B	13,5	15	0,35	0,30	21	5,9	10	1,03
22A	14	22B	13,9	15	0,25	0,38	22	6,6	10	0,85
23A	13,7	23B	13,8	15	0,30	0,28	23	6,9	10	0,78
24A	14,3	24B	14,4	15	0,18	0,30	24	7,4	10	0,65
25A	13,8	25B	13,9	15	0,30	0,15	25	7	10	0,75
	13,6									
27A	13,9	27B	13,6	15	0,28	0,35	27	5,6	10	1,10
28A	13,7	28B	13,7	15	0,30	0,30	28	5,6	10	1,10
29A	13,7	29B	17,7	15	0,30	0,08	29	6	10	1,00
30A	13,8	30B	13,7	15	0,30	0,30	30	6,9	10	0,78
31A	13,9	31B	13,8	15	0,28	0,30	31	7,4	10	0,65
32A	14,9	32B	14,6	15	0,10	0,10	32	6	10	0,10
4A		4B	13,2	15	0,40	0,30	4	6,9	10	0,78
5A		5B	13,5	15	0,08	0,08	5	9,2	10	0,20
6A		6B	13,9	15	0,15	0,28	6	7,8	10	0,55
18A		18B	13,7	15	0,35	0,28	18	6,6	10	0,85
26A		26B	13,9	15	0,35	0,28	26	7,7	10	0,58

Jika dihitung laju penipisan tercepat yang terjadi pada baja tersebut (dihitung berdasarkan pada hasil pengukuran ketebalan terendah: 5,6 mm), maka laju penipisan adalah 1,1 mmpy. Laju penipisan ini masuk dalam kategori sangat cepat. Hal ini sesuai dengan kondisi di lapangan dimana banyak baja yang sudah mengalami serangan korosi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi terhadap hasil pemeriksaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan penilaian kondisi fisik struktur baja, yaitu:

1. Jenis korosi yang terjadi pada baja struktur conveyor merupakan jenis korosi filiform yaitu serangan korosi yang diawali pada bagian bawah lapisan pelindung (cat). Serangan yang terus terjadi pada akhirnya menimbulkan korosi yang diindikasikan dengan adanya lembaran-lembaran cat yang terkelupas yang disebut dengan blistering (pengelupasan).
2. Baja AISI 1020 yang digunakan pada struktur conveyor merupakan jenis baja karbon rendah dengan ketahanan korosi yang rendah pada lingkungan agresif.
3. Usia proteksi pelapis pada struktur baja conveyor masuk dalam kategori pendek yaitu 2-5 tahun berdasarkan ISO 12944-1.
4. Hasil pengujian deposit menunjukkan adanya oksida besi sebagai produk korosi dan senyawa lainnya yang sudah bereaksi dengan lingkungan.
5. Hasil uji senyawa/unsur pada pelapis (cat) menunjukkan tidak ditemukannya unsur metal coating Zn (zinc coating) tidak sesuai dengan lingkungan kerja.
6. Strategi perbaikan mengacu pada tingkat kerusakan yang didasarkan pada reduksi ketebalan dan luas permukaan.

DAFTAR RUJUKAN

- Azom, 2012. AISI 1020 low carbon diakses pada 27 november 2020. <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6114>
- Cilegon Historical Weather, <https://www.worldweatheronline.com/cilegon-weatherhistory/banten/id.aspx>
- Corus Construction & Industrial: A corrosion protection guide, For steelwork exposed to atmospheric environments, CC&I:JP:C:2000:UK:05/2004.
- Logam Ceper. 2018. Klasifikasi baja Karbon diakses pada 27 september 2020. <https://logamceper.com/klasifikasi-baja-karbon-carbon-steel/>
- M Nurbanasari. 2015. In Situ Damage Assessment on Supporting Structure of Coal Conveyor. *Applied Mechanics and Materials*, vol. 763, pp. 129-133
- Muchlisin, Riadi. 2019. Pengertian, unsur, jenis dan pembentukan baja diakses pada 29 september 2020. <https://www.kajianpustaka.com/2019/12/pengertian-unsur-jenis-danpembentukan-baja.html>
- Olabisi, Olagoke. 2014. Classification of general corrosion diakses pada 27 november 2020. https://www.researchgate.net/figure/Classification-of-General-and-PittingCorrosion-Rates_tbl3_264863512
- Prayudha, D., Moralista, E., & Ashari, Y. (2019). Penentuan Laju Korosi dan Sisa Umur Pakai (Remaining Service Life/Rsl) pada Jalur Pipa Transportasi Crude Oil dari Spu-A Mundu ke Terminal Balongan di PT Pertamina Ep Asset 3 Jatibarang Field, Kabupaten Indramayu Provinsi Jawa Barat.
- Utomo, Budi. 2012. "JENIS KOROSI DAN PENANGGULANGANNYA," *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, vol. 6, no. 2, pp. 138-141