

Remaining Service Life Struktur Conveyor A pada Tambang Batubara PT XYZ di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan

Rihhadatul Aisyi Alfafa^{*}, Elfida Moralista, Zaenal

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

^{*}aisyalfafa@gmail.com, elfidamoralista95@gmail.com, zaenal.mq66@gmail.com

Abstract. Coal transportation at PT XYZ in Tanah Laut Regency, South Kalimantan Province uses a transportation equipment such conveyors. The conveyor structure is made of low carbon steel which is susceptible to corrosion. Corrosion that occurs in the conveyor structure is caused by damage to the coating due to contact with the environment. Therefore this research was carried out on the conveyor structure with the aim of knowing the type of corrosion and corrosion control methods applied to the conveyor structure. The measurement methodology used on the conveyor structure with a length of 90 meters and 25 test points is based on thickness reduction of the conveyor structure using Ultrasonic Thickness Gauge TT 130. This measurement obtain information about the actual thickness of the conveyor structure which then becomes the input for calculating the Corrosion Rate and Remaining Life of the conveyor structure. The research conditions from 2015-2019 showed rainfall of 206.78 mm/year, air temperature of 28.09OC, and humidity of 78.78%. These environmental conditions will cause corrosion when interacting with the conveyor structure. Corrosion that occurs on the conveyor structure is a type of uniform corrosion. Corrosion control is carried out on the conveyor structure by using the three layers system coating method. This system consists of primary coating using Seaguard 5000, intermediate coating using Sherglass FF, and top coating using Aliphatic acrylic modified polyurethane.

Keywords: *Conveyor Structure, Carbon Steel, Coating.*

Abstrak. Pengangkutan batubara di PT XYZ di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan menggunakan alat angkut berupa conveyor. Struktur conveyor yang digunakan berbahan dasar baja karbon (low carbon steel) yang rentan terjadi korosi. Korosi yang terjadi pada struktur conveyor disebabkan karena adanya kerusakan pada coating akibat kontak dengan lingkungan. Oleh karena itu dilakukanlah penelitian pada struktur conveyor dengan tujuan untuk mengetahui jenis korosi dan metode pengendalian korosi yang diaplikasikan pada struktur conveyor. Metodologi pengukuran yang digunakan pada struktur conveyor sepanjang 90 meter dan 25 test point ini berdasarkan pengurangan ketebalan struktur conveyor menggunakan Ultrasonic Thickness Gauge TT 130. Pengukuran ini membantu dalam mengetahui tebal aktual struktur conveyor yang selanjutnya menjadi input untuk perhitungan Corrosion Rate dan Remaining Service Life struktur conveyor. Kondisi penelitian dari tahun 2015-2019 menunjukkan curah hujan sebesar 206,78 mm/tahun, temperatur udara sebesar 28,09OC, dan kelembapan udara sebesar 78,78%. Kondisi lingkungan ini akan menyebabkan korosi ketika berinteraksi dengan struktur conveyor. Korosi yang terjadi pada struktur conveyor merupakan jenis korosi merata. Metode pengendalian korosi yang diaplikasikan pada struktur conveyor adalah metode coating three layers system. Sistem ini terdiri dari primer coating menggunakan Seaguard 5000, intermediate coating menggunakan Sherglass FF, dan top coating menggunakan Aliphatic acrylic modified polyurethane.

Kata Kunci: *Struktur Conveyor, Baja Karbon, Coating.*

A. Pendahuluan

Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah khususnya batubara. Penggunaan batubara saat ini banyak digunakan untuk kebutuhan sektor industri dan sumber energi pembangkit listrik. Akibat permintaan dan penggunaan batubara yang tinggi, sehingga banyak perusahaan tambang batubara yang memanfaatkan alat mekanis untuk mempermudah proses pengangkutan batubara. Alat mekanis yang digunakan salah satunya berupa struktur conveyor yang diyakini mampu meningkatkan efisiensi kerja tambang batubara.

Conveyor digunakan sebagai alat untuk memindahkan batubara dari suatu tempat ke tempat lain. Penggunaan struktur conveyor berbahan dasar logam (baja karbon) diyakini memiliki sifat ketahanan terhadap tekanan dan temperatur yang baik. Meskipun demikian, penggunaan struktur conveyor baja karbon ini rentan mengalami oksidasi sehingga terjadi korosi yakni ketika terjadinya kontak langsung antara struktur conveyor dengan lingkungannya.

Korosi merupakan degradasi logam akibat berinteraksi dengan lingkungannya sehingga mampu menurunkan kualitas struktur conveyor dan mempengaruhi ketahanannya. Oleh karena beberapa pertimbangan di atas, maka dilakukanlah pengendalian dan pengawasan korosi pada struktur conveyor. Penggunaan coating merupakan salah satu pengendalian korosi untuk memproteksi struktur conveyor agar mencegah terjadinya korosi dan pengukuran pengurangan ketebalan struktur conveyor dilakukan untuk mengetahui Corrosion Rate dan Remaining Service Life.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat tujuan dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Mengetahui jenis korosi yang terjadi pada struktur conveyor.
2. Mengetahui metode pengendalian korosi berupa coating yang diaplikasikan pada struktur conveyor.
3. Mengetahui Corrosion Rate dan Remaining Service Life struktur conveyor.

B. Metodologi Penelitian

Conveyor merupakan alat angkut yang biasa digunakan pada industri pertambangan. Menurut Partanto (1993), conveyor merupakan salah satu alat angkut yang dapat bekerja secara berkesinambungan (*continuous transportation*) baik pada keadaan miring, tegak, maupun mendatar. Cara kerja conveyor yaitu dengan mengangkut barang atau material dalam jumlah yang banyak secara *continue* dari suatu tempat ke tempat lain. Pemakaian conveyor diyakini lebih praktis, efisien, serta ekonomis dalam hal pengangkutan dan pemindahan barang terlebih conveyor tidak dipengaruhi oleh faktor cuaca. Untuk itu suatu conveyor perlu dibuatkan sistem atau rangkaian yang telah diatur sedemikian rupa dan disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Desain conveyor pun tergantung dari material yang akan diangkut untuk itu perlu dipertimbangkan sesuai dengan jarak pemindahan dan kapasitas pengangkutan.

Conveyor pada industri tambang khususnya tambang batubara memindahkan batubara dari lokasi tertentu misalnya pada area crushing plant dari jaw crusher ke area penimbunan. Sumber penggerak dari conveyor yaitu menggunakan tenaga listrik. Motor mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang menyebarkan energi untuk menggerakkan roda sehingga terjadi perputaran menerus.

Material struktur conveyor berupa baja karbon yaitu baja menurut ASTM A36. Baja karbon merupakan campuran dari unsur besi (Fe) dan unsur karbon (C). Campuran karbon pada baja memiliki fungsi sebagai unsur penguat struktur baja dan menguatkan kekuatan tariknya. Selain karbon, unsur lain biasa ditambahkan pada baja karbon yaitu sulfur (S), fosfor (P), silika (Si) dan tembaga (Cu).

Baja karbon diklasifikasikan menjadi tiga jenis berdasarkan kandungan karbonnya, yaitu:

1. Baja karbon rendah (Low Carbon Steel), memiliki kandungan karbon $< 0,3\%$.
2. Baja karbon medium (Medium Carbon Steel), memiliki kandungan karbon $0,3\%-0,6\%$.
3. Baja karbon tinggi (High Carbon Steel), memiliki kandungan karbon $> 0,6\%$.

Tabel 1. Komposisi Kimia Material Struktur Conveyor (ASTM A36)

Jenis Unsur	Kadar (%)
<i>Ferrum (Fe), max</i>	99,06
<i>Carbon (C), max</i>	0,25
<i>Silicon (Si), max</i>	0,40
<i>Copper (Cu), min</i>	0,20
<i>Sulfur (S), max</i>	0,05
<i>Phosphorous (P), max</i>	0,04

Sumber: ASTM A36, 2004

Korosi merupakan degradasi logam yang menyebabkan sifat fisik dan sifat mekanik suatu logam berubah. Istilah korosi merupakan sebutan umum tentang pengkaratan pada logam yang merupakan hasil dari reaksi kimia bahan logam ketika berinteraksi dengan kondisi lingkungan. Artinya ketika suatu logam mengalami reaksi elektrokimia secara spontan, maka akan terjadi korosi dan mampu merusak permukaan logam. Faktor lingkungan ini dapat berupa uap air, oksigen, atau oksidasi asam yang terlarut. Korosi dapat diartikan pula sebagai sistem termodinamika logam dengan lingkungannya untuk mencapai kesetimbangan yang lebih stabil. Hasil redoks antara logam dan suatu zat di lingkungannya akan membentuk korosi dan menghasilkan senyawa yang tidak terkendali. Artinya oksidasi terjadi pada logam sementara reduksi terjadi pada oksigen.

Jenis-jenis korosi menurut Budi Utomo (2009) yaitu: korosi seragam (uniform corrosion), korosi sumur (pitting corrosion), korosi erosi (erosion corrosion), korosi galvanis (galvanic corrosion), korosi tegangan (stress corrosion), dan korosi celah (crevice corrosion). Kerugian yang timbul akibat terjadinya korosi diantaranya mampu menurunkan efisiensi alat, menurunkan kekuatan jaringan, serta menambah biaya perawatan. Faktor-faktor yang mempengaruhi Corrosion Rate atau laju korosi menurut Jones, et al (1996) yaitu terdiri dari faktor internal yang dipengaruhi oleh komposisi logam dan faktor eksternal

Untuk melindungi lapisan baja agar terhindar dari korosi maka diperlukan perlindungan. Perlindungan pada baja berupa lapisan coating digunakan untuk melindungi permukaan logam agar terhindar dari korosi. Selain coating, metode pengendalian korosi dapat dilakukan dengan cara pemilihan bahan yang sesuai, perancangan konstruksi, proteksi katodik, dan penambahan inhibitor. Inspeksi dan pengawasan korosi dilakukan untuk mengukur korosi dan memberikan peringatan dini sehingga mampu mengevaluasi pencegahan yang tepat. Teknik pengawasan korosi yang dilakukan oleh industri yaitu metode pengukuran pengurangan ketebalan, metode kehilangan berat, electrical resistance, dan metode elektrokimia.

Corrosion rate yaitu penurunan kualitas logam terhadap waktu (mm/tahun). Corrosion rate dipengaruhi oleh tebal nominal, tebal aktual, dan selisih waktu inspeksi dengan waktu pemasangan awal. Tebal nominal merupakan tebal saat pemasangan awal dari pabrikasinya (mm), sementara tebal aktual merupakan tebal material logam saat inspeksi (mm). Ketahanan korosi relatif berkaitan dengan klasifikasi berdasarkan hasil laju korosi yang artinya ketahanan material logam terhadap terjadinya korosi. Ketahanan korosi relatif baja dapat digolongkan menjadi enam kategori yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ketahanan Korosi Relatif Baja

Ketahanan Korosi Relatif	<i>mils/year</i>	<i>mm/year</i>	<i>µm/year</i>	<i>Nm/h</i>	<i>Pm/s</i>
<i>Outstanding</i>	<1	<0,02	<25	<2	<1
<i>Excelent</i>	1-5	0,02-0,1	25-100	2-10	1-5
<i>Good</i>	5-20	0,1-0,5	100-500	10-50	20-50
<i>Fair</i>	20-50	0,5-1	500-1000	50-150	20-50
<i>Poor</i>	50-200	0,1-5	1000-5000	150-500	50-200
<i>Unacceptable</i>	>200	>5	>5000	>500	>200

Sumber: Jones, Danny A., 1996

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Material struktur conveyor berupa baja ASTM A36 dan termasuk ke dalam jenis baja low carbon steel dengan kandungan karbon $<0,3\%$. Tebal aktual struktur conveyor yang dicatat di lapangan didapatkan dari pengukuran menggunakan alat digital Ultrasonic Thickness Gauge TT 130 yang membantu mempermudah dalam pengukuran. Alat ini memudahkan dalam pengaplikasian khususnya untuk pengukuran ketebalan sehingga memberikan efektivitas dalam hal waktu dan ruang.



Sumber: Rahmad Azly, 2017

Gambar 1. Ultrasonic Thickness Gauge TT 130

Sebanyak 25 test point dari 90 meter dan 3 segmen struktur conveyor didapatkan hasil pengukuran tebal aktual selama waktu inspeksi yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tebal Nominal dan Tebal Aktual Struktur Conveyor

Segmen Conveyor	Test point	Jenis Struktur	Tebal Nominal (mm)	Tebal Aktual (mm)	Pengurangan Ketebalan (mm)
Segmen 1 (1-30 m)	1	Support Roller Column	11	9,41	1,59
	2	a. flang	14,5	12,33	2,17
	3	b. web	11	9,52	1,48
	4	Girder	13	10,89	2,11
	5	b. web	9	7,58	1,42
	6	Support Roller Girder	11	9,36	1,64
	7	a. flang	13	10,88	2,12
	8	b. web	9	7,78	1,22
Segmen 2 (31-60 m)	9	Girder	13	10,81	2,19
	10	b. web	9	7,59	1,41
	11	Support Roller Girder	11	9,43	1,57
	12	a. flang	13	10,76	2,24
	13	b. web	9	7,39	1,61
	14	Girder	13	10,85	2,15

Segmen Conveyor	Test point	Jenis Struktur	Tebal Nominal (mm)	Tebal Aktual (mm)	Pengurangan Ketebalan (mm)
Segmen 3 (61-90 m)	15	b. web	9	7,79	1,21
	16	Bracing	12,7	10,57	2,13
		Girder			
	17	a. flang	13	11,13	1,87
	18	b. web	9	7,78	1,22
		Column			
	19	a. flang	14,5	12,42	2,08
	20	b. web	11	9,45	1,55
	21	Bracing	12,7	10,49	2,21
		Girder			
	22	a. flang	13	11,06	1,94
	23	b. web	9	7,72	1,28
		Girder			
	24	a. flang	13	11,07	1,93
	25	b. web	9	7,64	1,36

Hasil yang didapatkan dari pengukuran menggunakan Ultrasonic Thickness Gauge TT 130 pada 3 (tiga) segmen struktur conveyor yang terdiri dari 25 test point. Tebal aktual terendah yaitu sebesar 7,39 mm dan tebal aktual tertinggi yaitu 12,42 mm. Jenis korosi yang terjadi pada struktur conveyor A di Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan yaitu korosi merata (uniform corrosion) ditandai dengan hampir seluruh bagian permukaan struktur conveyor mengalami korosi secara merata. Pengurangan ketebalan pada test point sebesar 1,21-2,24 mm. Faktor lingkungan mempengaruhi terjadinya kerusakan pada coating sehingga permukaan logam mengalami korosi. Terlebih perlu diperhatikan pula bahwa struktur conveyor di daerah penelitian merupakan alat angkut material di perusahaan tambang komoditas batubara. Batubara sendiri memiliki kandungan pengotor berupa sulfur maupun chlor yang bersifat korosif.

Metode pengendalian korosi yang diaplikasikan yaitu metode coating three layers system yang terdiri dari primer coating, intermediate coating, dan top coating. Macam-macam coating yang diaplikasikan lebih jelasnya yaitu:

1. Primer Coating

Primer coating yang digunakan berupa *Seaguard 5000* memiliki fungsi untuk mencegah terjadinya korosi serta melekatkan struktur conveyor ketika ingin dilakukan coating lanjutan. Penggunaan *primer coating* dilakukan pada permukaan dengan temperatur udara 1,7°C (*minimum*) dan 43°C (*maximum*) serta berada pada kelembapan udara di bawah 85%.



Sumber: Sherwin William, 2009

Gambar 2. Seaguard 5000

2. Intermediate Coating

Intermediate coating yang digunakan berupa *Sherglass FF* memiliki fungsi untuk

menambah ketebalan hasil *coating* sebagai perlindungan baja sesuai dengan yang disarankan. Pemakaiannya dapat dilakukan pada permukaan dengan temperatur udara 13°C (*minimum*) dan 49°C (*maximum*) serta berada pada kelembapan udara di bawah 85%.



Sumber: Sherwin William, 2009

Gambar 3. Sherglass FF

3. Top Coating

Top coating yang digunakan yaitu *Aliphatic acrylic modified polyurethane* memiliki fungsi untuk melindungi permukaan sehingga tidak mengalami pengelupasan. Pemakaiannya dapat dilakukan pada permukaan dengan temperatur udara $4,4^{\circ}\text{C}$ (*minimum*) dan $37,8^{\circ}\text{C}$ (*maximum*) serta berada pada kelembapan udara di bawah 85%.



Sumber: Sherwin William, 2009

Gambar 4. Aliphatic Acrylic Modified Polyurethane

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian struktur conveyor pengangkut batubara di daerah penelitian didapatkan beberapa poin kesimpulan, diantaranya:

1. Jenis korosi yang terjadi pada struktur conveyor di daerah penelitian yaitu korosi merata (*uniform corrosion*).
2. Metode pengendalian korosi yang diaplikasikan pada struktur conveyor yaitu metode *coating three layers system*. Sistem ini terdiri dari primer coating menggunakan Seaguard 5000, intermediate coating menggunakan Sherglass FF, dan top coating menggunakan Aliphatic acrylic modified polyurethane.
3. Corrosion Rate memiliki nilai sebesar 0,1729-0,3200 mm/tahun dan berdasarkan ketahanan korosi relatif baja masuk ke dalam kategori *good*. Sedangkan Remaining service life memiliki nilai sebesar 6,03-10,34 tahun dari umur desain 15 tahun dan umur pakai 7 tahun artinya terdapat 10 test point atau setara dengan 40% struktur conveyor yang diprediksi tidak dapat mencapai umur desainnya.

Acknowledge

1. Keluarga Tercinta, teruntuk kedua orangtuayang menjadi panutan, penyusun ucapkan terima kasih telah mendidik dan memberikan semangat hidup. Teruntuk keluarga besar di Tasikmalaya dan di Ciamis, terima kasih telah memberikan dukungan serta doa terbaik yang ditujukan kepada penyusun dalam pembuatan skripsi maupun saat

- menempuh perkuliahan.
2. Dosen Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung, terima kasih kepada dosen Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung atas segala dedikasi serta ilmu yang bermanfaat.
 3. Teknik Pertambangan Angkatan 2018 Universitas Islam Bandung, terima kasih atas doa, waktu, ilmu, nasihat, canda tawa, dan semangat dari rekan-rekan seperjuangan angkatan 2018. Terutama untuk Team Korosi yang telah berjuang bersama selama penyusunan skripsi.
 4. Keluarga Laboratorium Tambang, Teruntuk Bu Elfida, Pak Zaenal, Pak Iswandaru, dan Pak Aang yang telah memberikan ilmu, motivasi, dan kasih sayang. Terima kasih kepada teman-teman asisten Laboratorium Tambang atas ilmu, motivasi, cerita, dan dukungannya selama ini. Terima kasih kepada abang kakak yang telah memberikan pengalaman serta ilmu yang bermanfaat.

Daftar Pustaka

- [1] Aji Sasongko, Yudistira. 2014. "Analisis Fasies Batuan Sedimen Serta Hubungannya Dengan Parameter Kualitas Batubara Berdasarkan Analisis Uji Proksimat Pada Lapangan Eksplorasi Pt Anugerah Lumbung Energi, Tambang Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan". Geological Engineering E-Journal, Vol. 6, No. 2, pp. 353-369.
- [2] Anonim. 2004. "ASTM A36 Steel". United States: American Society for Testing Material.
- [3] Anonim. 2013. "Seaguard 5000 HS Epoxy". Sherwin Williams Protective & Marine Coatings.
- [4] Anonim. 2014. "Inspector's Examination, Pressure Piping Inspector (API 570)". Washington DC: American Petroleum Institute.
- [5] Anonim. 2015. "Kabupaten Tanah Laut Dalam Angka 2015". Kabupaten Tanah Laut: Badan Pusat Statistik.
- [6] Anonim. 2016. "Kabupaten Tanah Laut Dalam Angka 2016". Kabupaten Tanah Laut: Badan Pusat Statistik.
- [7] Anonim. 2017. "Kabupaten Tanah Laut Dalam Angka 2017". Kabupaten Tanah Laut: Badan Pusat Statistik.
- [8] Anonim. 2018. "Kabupaten Tanah Laut Dalam Angka 2018". Kabupaten Tanah Laut: Badan Pusat Statistik.
- [9] Anonim. 2019. "Kabupaten Tanah Laut Dalam Angka 2019". Kabupaten Tanah Laut: Badan Pusat Statistik.
- [10] Anonim. 2022. "Kabupaten Tanah Laut Dalam Angka 2022". Kabupaten Tanah Laut: Badan Pusat Statistik.
- [11] Anonim. 2019. "VOC Aliphatic Polyurethane". Sherwin Williams Protective & Marine Coatings.
- [12] Anonim. 2020. "Sher-Glass FF Glass Flake Reinforced Epoxy". Sherwin Williams Protective & Marine Coatings.
- [13] Halepoto, Irfan Ahmed. 2016. "Modeling of an Integrated Energy Efficient Conveyor System Model Using Belt Loading Dynamics". Indian Journal of Science and Technology, Vol 9 (47).
- [14] Jones, Danny A. 1996. "Principal and Prevention of Corrosion". New Jersey: Prentice Hall.
- [15] Yulmansyah, Rizky. 2021. Kajian Korosi Struktur Conveyor B Pada Tambang Batubara PT XYZ Di Kabupaten Merangin Provinsi Jambi. Jurnal Riset Teknik Pertambangan, Volume 1 No. 1.
- [16] Pasyimi. 2008. "Batubara" Padang: Universitas Bung Hatta.
- [17] Projosumarto, Ir. Partanto. 1993. "Pemindahan Tanah Mekanis". Bandung: Institut

Teknologi Bandung.

- [18] Sidiq, Fajar. 2013. “Analisa Korosi dan Pengendaliannya”. *Journal Foundry*, Vol. 3, No.1.
- [19] Sukandarrumidi. 1995. “Batubara dan Gambut”. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- [20] Sutjipto, Rachmat Heryanto. 2020. “Karakteristik dan Lingkungan Pengendapan Batubara Formasi Tanjung di Daerah Batulicin, Kalimantan Selatan” *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, Vol. 21, No.3 Agustus 2020 hal 157-164.
- [21] Utomo, Budi. 2009. “Jenis Korosi dan Penanggulangannya”. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, Vol. 6, No. 2, Pp. 138-141.
- [22] Yunus, Azwar. 2011. “Korosi Logam dan Pengendaliannya”. *E-journal Politeknik Negeri Lhoksumawe* Vol. 9, No. 11.