

## Penentuan Sisa Umur Pakai Struktur Conveyor D pada Tambang Batubara PT XYZ di Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan

Padli Ahmad\*, Elfida Moralista, Yuliadi

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

\*padliahmad046@gmail.com, elfidamoralista95@gmail.com, yuliadibejo@gmail.com

**Abstract.** Conveyor is a means of transportation that is generally used in the coal mining industry which serves to move coal. The structure of the conveyor is made of carbon steel which is prone to corrosion and one of the causes is interacting with the environment. Therefore, it is necessary to monitor and control corrosion in order to achieve the design life of the conveyor structure. The research was conducted on a 90 meter long conveyor structure which is divided into 3 segments with 25 test points. This study aims to determine the type of corrosion, corrosion control, corrosion rate and the remaining service life of the conveyor structure. The research methodology is thickness reduction measurement. The instrument used for measurement is ultrasonic thickness gauge TT 130. The research location has an air temperature ranging from 26.3°C-28.1°C with annual rainfall of 2,219,782 mm/year and relative humidity of 90.9%. Based on the results of data processing, it is found that the type of corrosion that occurs in the conveyor structure is uniform corrosion. Corrosion control is carried out using a coating method with a three layer system with the coating used in the form of a Seaguard 5000 primer coating, an intermediate sherglass FF coating and aliphatic acrylic modified polyurethane top coating. The corrosion rate that occurs in the conveyor structure ranges from 0.1688-0.3100 mm/year with a good category based on the relative corrosion resistance of steel. The service life of the conveyor structure is 8 years with the remaining service life ranging from 5.75 years to 9.76 years. Thus, there are 28% test points that are predicted not to reach its design life of 15 years.

**Keywords:** *Conveyor Structure, Corrosion Rate, Remaining Life.*

**Abstrak.** Conveyor adalah alat transportasi yang umumnya digunakan di industri pertambangan batubara yang berfungsi untuk memindahkan batubara. Struktur conveyor terbuat dari bahan dasar baja karbon yang rawan mengalami korosi dan salah satu penyebabnya adalah berinteraksi dengan lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan kegiatan monitoring dan pengendalian korosi agar dapat mencapai umur desain dari struktur conveyor. Penelitian dilakukan pada struktur conveyor sepanjang 90 meter yang terbagi menjadi 3 segmen dengan 25 test point. Penelitian bertujuan untuk mengetahui jenis korosi, pengendalian korosi, laju korosi dan sisa umur pakai struktur conveyor. Metodologi penelitian adalah pengukuran pengurangan ketebalan. Alat yang digunakan untuk pengukuran adalah ultrasonic thickness gauge TT 130. Lokasi penelitian memiliki temperatur udara berkisar antara 26,3°C-28,1°C dengan curah hujan per tahun sebesar 2.219,782 mm/tahun dan kelembaban relatif sebesar 90,9%. Berdasarkan hasil pengolahan data maka didapatkan jenis korosi yang terjadi pada struktur conveyor adalah korosi merata. Pengendalian korosi yang dilakukan menggunakan metode coating dengan sistem three layer dengan coating yang digunakan berupa primer coating Seaguard 5000, intermediate coating sherglass FF dan top coating aliphatic acrylic modified polyurethane. Laju korosi yang terjadi pada struktur conveyor berkisar antara 0,1688-0,3100 mm/tahun dengan kategori good berdasarkan ketahanan korosi relatif baja. Umur pakai struktur conveyor 8 tahun dengan sisa umur pakai berkisar antara 5,75 tahun sampai 9,76 tahun. Dengan demikian maka terdapat 28% test point yang diprediksi tidak dapat mencapai umur desain nya yaitu 15 tahun.

**Kata Kunci:** *Struktur Conveyor, Laju Korosi, Sisa Umur Pakai*

## A. Pendahuluan

Dalam kegiatan pertambangan diperlukan alat pendukung untuk memindahkan material dari lokasi galian ke lokasi pengolahan atau ke tempat lain. Alat yang digunakan adalah belt conveyor. Struktur dari conveyor berbahan dasar baja karbon, yang mana masalah yang akan timbul adalah korosi. Struktur conveyor yang terkena korosi, apabila dibiarkan dalam waktu yang lama akan mengakibatkan struktur conveyor nya rusak. Kerusakan dari struktur conveyor ini akan mengakibatkan terhenti nya kegiatan pertambangan dan akan menjadi kerugian.

Struktur conveyor yang terdapat di perusahaan sudah terpasang sebelumnya dengan pengendalian korosi menggunakan metode coating. Setelah dilakukan inspeksi kembali, struktur conveyor yang sudah dilakukan coating mengalami kerusakan, sehingga ketebalan nya berkurang dari saat pemasangan awal. Ini terjadi karena korosi yang diakibatkan oleh pengaruh lingkungan eksternal.

Dilihat dari kondisi struktur conveyor yang sudah mengalami korosi, maka diprediksi umur struktur conveyor tidak akan dapat mencapai umur desain. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian mengenai korosi, untuk mengetahui apakah struktur conveyor dapat mencapai umur desain nya dan juga untuk mengetahui laju korosi yang terjadi, sehingga dapat diketahui tindakan selanjutnya yang perlu dilakukan perusahaan. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui jenis korosi yang terjadi pada struktur Conveyor.
2. Mengetahui metode pengendalian yaitu coating diaplikasikan pada struktur conveyor.
3. Mengetahui laju korosi (Corrosion Rate/CR) dan sisa umur pakai (Remaining Service Life) struktur conveyor.

## B. Metodologi Penelitian

### Batubara

Batubara adalah bahan bakar hidro-karbon padat yang terbentuk dari tumbuh-tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen dan terkena pengaruh temperatur serta tekanan yang berlangsung sangat lama (Achmad Prijono *et al*, 1992)

### Conveyor

*Conveyor* adalah sebuah mesin transportasi sepanjang arah horizontal yang memiliki kemiringan tertentu dan bergerak secara terus menerus (*continue*).

*Conveyor* merupakan salah satu alat angkut *raw material* yang paling banyak digunakan di industri, hal ini dikarenakan *belt conveyor* memiliki kapasitas angkut yang besar berkisar antara 500-5.000 m<sup>3</sup>/jam atau bahkan lebih. Selain kapasitas angkut yang cukup besar jarak pemindahan material cukup jauh berkisar 500-1.000m atau lebih.

### Bagian-bagian Struktur Conveyor

Bagian-bagian struktur conveyor adalah girder, support roller, bracing, support conveyor, column. Sedangkan komponen utama yaitu drive pulley, head pulley, tail pulley, belt, impact idlers, return idlers, take up unit, skirtsboards, cleaner.

### Baja Karbon

Baja karbon adalah salah satu jenis baja yang terbentuk dari campuran unsur besi (Fe) dan karbon (C). Dimana besi merupakan unsur dasar dan karbon merupakan paduan utamanya. Baja karbon terbagi menjadi tiga, yaitu:

1. Baja Karbon Rendah (Low Carbon Steel) mempunyai kandungan karbon < 0,3%.
2. Baja Karbon Medium (Medium Carbon Steel) mempunyai kandungan karbon 0,3% - 0,6%.
3. Baja Karbon Tinggi (High Carbon Steel) mempunyai kandungan karbon sebesar > 0,6%.

### Korosi

Korosi merupakan suatu penurunan kualitas logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia

antara logam dengan lingkungan sekitarnya (Trethewey, 1991).

### Jenis Korosi

1. Korosi Merata atau Uniform Corrosion
2. Korosi Erosi atau Erosion Corrosion
3. Korosi Sumuran atau Pitting Corrosion
4. Korosi Galvanik atau Galvanic Corrosion
5. Korosi Retak Tegang atau Stress Corrosion Cracking
6. Korosi Celah atau Crevice Corrosion
7. Korosi Lelah atau Fatigue Corrosion

### Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Korosi

1. Faktor Internal  
Merupakan faktor komposisi paduan logam (faktor metalurgi) yang berada dalam struktur *conveyor* tersebut dikarenakan setiap bahan logam dan paduan logam memiliki sifat dan karakteristik baik secara kimia maupun fisika yang berbeda dalam kondisi lingkungan kerja tertentu.
2. Faktor Lingkungan (Eksternal)  
Merupakan faktor dari lingkungan sekitar struktur *conveyor* yang korosif. Keadaan lingkungan yang korosif akan mengakibatkan laju korosi yang tinggi.

### Inspeksi dan Pengawasan

1. Metode pengukuran pengurangan ketebalan
2. Metode *weight loss* atau kehilangan berat
3. Metode elektrokimia

### Metode Pengendalian Korosi

1. Seleksi material
2. Pelapisan atau *Coating*
3. Proteksi katodik
4. Inhibitor

### Ketahanan Korosi Relatif Baja

Ketahanan korosi relatif adalah suatu ketahanan material logam terhadap korosi yang terjadi pada lingkungan tertentu. Ketahanan korosi relatif ini dapat digolongkan menjadi 6 kategori, seperti pada Tabel 1 berikut (Jones, et al, 1996):

**Tabel 1.** Ketahanan Korosi Relatif Baja

<i>Relative Corrosion Resistance</i> *	mpy	mm/yr	µm/yr	nm/hr	pm/sec
<i>Outstanding</i>	< 1	< 0,02	< 25	< 2	< 1
<i>Excellent</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	5 - 20
<i>Fair</i>	20 - 50	0,5 - 1	500 - 1000	50 - 150	20 - 50
<i>Poor</i>	50 - 200	1 - 5	1000 - 5000	150 - 500	50 - 200
<i>Unacceptable</i>	200 +	5 +	5000 +	500 +	200 +

Sumber: Jones et al, 1991

**C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

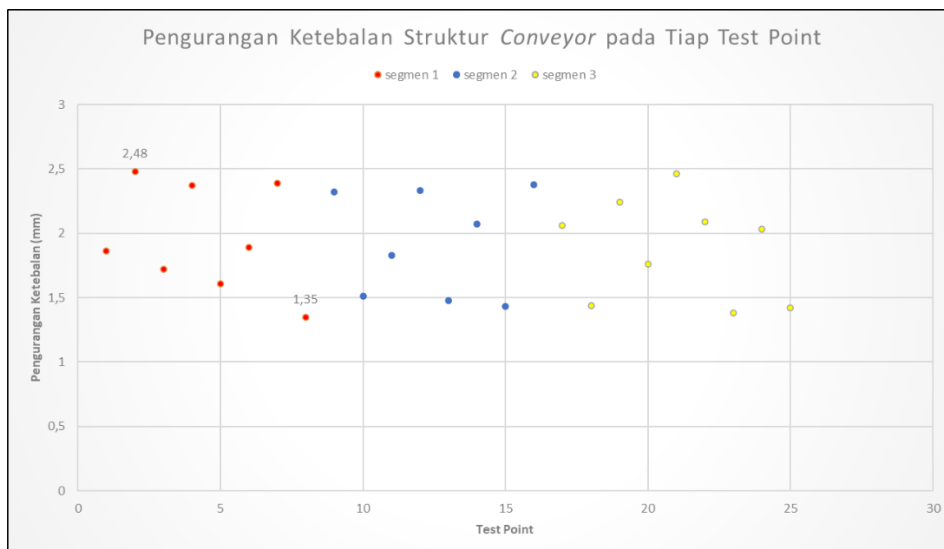
Material Struktur conveyor menggunakan baja ASTM A36 dengan kandungan karbon <0,3%. Berdasarkan kandungan karbon yang dimiliki, maka struktur conveyor ini termasuk kedalam jenis baja low carbon steel. Tebal nominal dan aktual akan digunakan untuk menghitung laju korosi dan juga sisa umur pakai struktur conveyor dengan menggunakan alat ultrasonic thickness gauge TT 130.



**Gambar 1.** Ultrasonic Thickness Gauge TT 130

**Jenis Korosi**

Berdasarkan data pengurangan ketebalan pada struktur conveyor material baja ASTM A36 jenis korosi yang terjadi adalah korosi merata. Besar pengurangan ketebalan yang hampir merata atau seragam yang terjadi pada test point hasil penelitian berkisar antara 1,35 mm – 2,48 mm dengan rata-rata sebesar 1,9 mm.



**Gambar 2.** Grafik Pengurangan Ketebalan Struktur Conveyor pada Tiap Test Point

**Perhitungan Thickness Required, Corrosion Rate dan Remaining Service Life**

Rumus yang digunakan untuk menghitung *thickness required* yaitu:

$$T_r = 0,667 \times T_n \dots\dots\dots(1)$$

Rumus yang digunakan untuk menghitung *corrosion rate* yaitu:

$$CR = \frac{T_{nominal} - T_{aktual}}{\text{Umur Pakai}} \dots\dots\dots(2)$$

Rumus yang digunakan untuk menghitung *remaining service life* yaitu:

$$RSL = \frac{T_{aktual} - T_r}{CR} \dots\dots\dots(3)$$

Hasil perhitungan *thickness required* ( $T_r$ ), laju korosi (*Corrosion rate* /  $CR$ ) dan sisa umur pakai (*Remaining Service Life*/ $RSL$ ) struktur *conveyor* dapat dilihat pada Tabel 3

**Tabel 3.** Laju Korosi dan Sisa Umur Pakai Struktur *Conveyor*

Segmen Conveyor	Test Point	Jenis Struktur	Tebal Nominal (mm)	Tebal Aktual (mm)	Pengurangan Ketebalan (mm)	Thickness Required (mm)	Laju Korosi (mm/tahun)	RSL (tahun)	
Segmen 1	1	Support Roller	11	9,14	1,86	7,34	0,2325	7,75	
	2	Column a. flang	14,5	12,02	2,48	9,67	0,3100	7,58	
					1,72				
	3	b. web	11	9,28	1,72	7,34	0,2150	9,04	
			Girder						
	4	a. flang	13	10,63	2,37	8,67	0,2963	6,61	
	5	b. web	9	7,39	1,61	6,00	0,2013	6,89	
	6	Support Roller	11	9,11	1,89	7,34	0,2363	7,50	
7	Girder a. flang	13	10,61	2,39	8,67	0,2900	6,49		
				1,35					
8	b. web	9	7,65	1,35	6,00	0,1688	9,76		
Segmen 2	9	Girder a. flang	13	10,68	2,32	8,67	0,2900	6,93	
					1,51				
	10	b. web	9	7,49	1,51	6,00	0,1888	7,88	
	11	Support Roller	11	9,17	1,83	7,34	0,2288	8,01	
	12	Girder a. flang	13	10,67	2,33	8,67	0,2913	6,86	
					1,48				
	13	b. web	9	7,52	1,48	6,00	0,1850	8,20	
14	Girder a. flang	13	10,93	2,07	8,67	0,2588	8,73		
				1,43					
15	b. web	9	7,57	1,43	6,00	0,1788	8,77		
16	Bracing	12,7	10,32	2,38	8,47	0,2975	6,22		
Segmen 3	17	Girder a. flang	13	10,94	2,06	8,67	0,2575	8,81	
					1,44				
	18	b. web	9	7,56	1,44	6,00	0,1800	8,65	
	19	Column a. flang	14,5	12,26	2,24	9,67	0,2800	9,24	
					1,76				
	20	b. web	11	9,24	1,76	7,34	0,2200	8,65	
	21	Bracing	12,7	10,24	2,46	8,47	0,3075	5,75	
	22	Girder a. flang	13	10,91	2,09	8,67	0,2613	8,57	
					1,38				
23	b. web	9	7,62	1,38	6,00	0,1725	9,37		
24	Girder a. flang	13	10,97	2,03	8,67	0,2538	9,06		
				1,42					
25	b. web	9	7,58	1,42	6,00	0,1775	8,88		

Segmen Conveyor	Test Point	Jenis Struktur	Tebal Nominal (mm)	Tebal Aktual (mm)
Segmen 1 (1 – 30 m)	1	Support Roller	11,00	9,14
	2 3	Column		
		a. flang b. web	14,50 11,00	12,02 9,28
	4 5	Girder		
		a. flang b. web	13,00 9,00	10,63 7,39
	6	Support Roller	11,00	9,11
	7 8	Girder		
		a. flang b. web	13,00 9,00	10,61 7,65
Segmen 2 (31 – 60 m)	9 10	Girder		
		a. flang b. web	13,00 9,00	10,68 7,49
	11	Support Roller	11,00	9,17
	12 13	Girder		
		a. flang b. web	13,00 9,00	10,67 7,52
	14 15	Girder		
		a. flang b. web	13,00 9,00	10,93 7,57
	16	Bracing	12,70	10,32
Segmen 3 (61 – 90 m)	17 18	Girder		
		a. flang b. web	13,00 9,00	10,94 7,56
	19 20	Column		
		a. flang b. web	14,50 11,00	12,26 9,24
	21	Bracing	12,70	10,24
	22 23	Girder		
		a. flang b. web	13,00 9,00	10,91 7,62
	24 25	Girder		
		a. flang b. web	13,00 9,00	10,97 7,58

**Metode Pengendalian**

Pengendalian korosi yang dilakukan menggunakan metode coating atau pelapisan. Pemilihan metode ini karena efektif dan cukup umum digunakan sehingga memudahkan dalam pengaplikasian pada struktur conveyor baik sebelum konstruksi terpasang, pada saat fabrikasi dan atau setelah konstruksi selesai. Coating yang digunakan terdiri dari lapisan dasar menggunakan primer coating seaguard 5000 yang berguna untuk menjadi pelapis struktur logam, lapisan kedua menggunakan intermediate coating sherglass FF yang berfungsi sebagai

lapisan kedap air dan untuk menciptakan tebal lapisan tertentu dan lapisan terakhir menggunakan top coating aliphatic acrylic modified polyurethane yang berfungsi sebagai pelindung paling luar yang tahan terhadap kondisi lingkungan.

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Jenis korosi yang terjadi pada struktur conveyor adalah korosi merata.
2. Pengendalian korosi yang dilakukan pada struktur conveyor adalah dengan coating menggunakan primer coating seaguard 5000, intermediate coating sherglass FF dan top coating aliphatic acrylic modified polyurethane.
3. Laju korosi struktur conveyor berkisar antara 0,1688-0,3100 mm/tahun dan termasuk ke dalam kategori good berdasarkan ketahanan korosi relatif baja. Sisa umur pakai yang didapat adalah 5,75 sampai 9,76 tahun dengan 28% test point yang diprediksi tidak dapat mencapai umur desain struktur conveyor yaitu 15 tahun.

#### Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 2015, "Inspector's Examination, Pressure Piping Inspector (API 570)", American Petroleum Institute, Washington DC.
- [2] Anonim.2004. "Standard Specification for Carbon Struktural Steel". ASTM A 36A/A 36M-04. New York: American Society for Testing and Material.
- [3] Franks M. Daniel, Boger V. David, Mulligan R. Davis. 2010 "Sustainable Development Principles for the disposal of mining and mineral Processing Waste". Australia
- [4] Gapsari, Femiana, 2017, "Pengantar Korosi", Universitas Brawijaya, Malang. ISBN: 978-602-432-193-2.
- [5] Jones, A. Denny, 1996, "Principles and Prevention of Corrosion", Prentice Hall, New Jersey.
- [6] J.R. Davis Davis & Associates, 2000, "Corrosion Understanding The Basics", ASM International.
- [7] Kenneth, R., Trethewey, 1991, "Korosi untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa", PT Gramedia Pustakan Utama, Jakarta
- [8] Novita, Dian. 2016. "Karakteristik dan Lingkungan Pengendapan Batubara Formasi Warukin di Desa Kalumpang, Binuang, Kalimantan Selatan". Jurnal Penelitian Vol. 17 No. 3 Hal. 139-152. Pusat Survei Geologi, Bandung
- [9] Nurjumanah, Ai., Moralista, Elfida., dan Yuliadi. 2021. "Penentuan Laju Korosi dan Sisa Umur Pakai (Remaining Service Life/RSL) Discharge Conveyor di PT Ganesa Korosi Indonesia Pada Site PT Amman Mineral Nusa Tenggara, Kabupaten Sumbawa Barat Provinsi Nusa Tenggara Barat". Bandung. Prosiding Teknik Pertambangan. Universitas Islam Bandung. ISSN: 2460-6499. Universitas Islam Bandung.
- [10] Pasyimi, 2008, "Batubara" Penerbit: Bung Hatta University Press, Padang.
- [11] Priyono, dkk. 2015. Penyelidikan Batubara Daerah Batusawar dan Sekitarnya Kab. Tebo dan Batanghari, Provinsi Jambi. Jambi : Pusat Sumber Daya Geologi
- [12] Santoso, Binarko, 2015. "Petrologi Batu Bara Sumatra dan Kalimantan: Jenis, Peringkat dan Aplikasi" Penerbit: LIPI Press, Jakarta.
- [13] Roberge, Pierre, 2008, "Corrosion Engineering: Principles and Practice", New York, Mc Grawhil.
- [14] Wibisono, Sigit, dan Subroto, Eddy, 2018, "Hubungan Peringkat Batubara Terhadap Kandungan Gas Metana Batubara Formasi Warukin Bagian Tengah Pada Sumur BSCBM-01 Jurnal Penelitian dan Pengabdian Volume II No. 2, e-ISSN : 2580-0752, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [15] Widharto,S. 2001, "Karat dan Pencegahannya", P.T. Pradnya Paramita, Jakarta.