

## Remaining Service Life Struktur Conveyor D pada Tambang Batubara PT XYZ di Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan

Dwiki Zulkifly Ardiansa<sup>\*</sup>, Elfida Moralista, Iswandaru

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

<sup>\*</sup>dwikyzulkfiy61@gmail.com, elfidamoralista95@gmail.com, iswandaru@unisba.ac.id

**Abstract.** Activity moving products requires the help of mechanical devices that are able to deliver materials efficiently and condicively, beside there are mechanical devices called Conveyor. Conveyors made from a carbon steel with the prone condition oxidation due to direct contact with the surrounding environment. As a result, the metal composition based conveyor structure will be experience a process a loss material composition called Corrosion. The methodoly research in that case using the method reduction thickness of the conveyor structure with the dvice Ultrasonic Thickness Gauge TT 130. Environmental conditions in the conveyor structure are have an average highest rainfall in 2020 is 292,08mm/year, average relative highest humidity in 2021 is 86,75%, and average highest air temperature in 2020 is 27.53°C, the research was conducted on 90m long Conveyor structure which have divided into a 3 segments with 25 test points. The goal of research was find out the type of Corrosion, Corrosion Control, Remaining Service Life structure and the Corrosion rate of the conveyor stucture

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

**Abstrak.** Kegiatan pemindahan material-material hasil tambang memerlukan bantuan alat mekanis yang mampu mengantarkan material secara efisien dan kondusif, diantara alat mekanis tersebut adalah Conveyor. Conveyor berbahan baja karbon yang rawan mengalami oksidasi akibat bersentuhan langsung dengan lingkungan sekitar. Akibatnya Struktur Conveyor yang berbahan dasar logam akan mengalami proses kerusakan yang dinamakan korosi. Metedologi penelitian yang gunakan ialah metoda pengurangan ketebalan struktur Conveyor dengan menggunakan alat Ultrasonic Thickness Gauge TT 130. Kondisi lingkungan daerah Struktur Conveyor memiliki jumlah curah hujan rata-rata tertinggi tahun 2020 sebesar 292,08 mm/ tahun, kelembapan relatif rata-rata tertinggi tahun 2021 sebesar 86,75%, dan temperatur udara rata-rata tertinggi tahun 2020 sebesar 27,53°C. Penelitian dilakukan terhadap Struktur Conveyor D sepanjang 90m yang terbagi atas 3 segmen dengan 25 Test point. Penelitian bertujuan untuk mencari tahu jenis korosi, pengendalian korosi, Sisa Umur pakai Struktur Conveyor dan laju korosi.

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

## A. Pendahuluan

Korosi dapat dikatakan sebuah gejala kerusakan material yang disebabkan oleh adanya faktor dari eksternal lingkungan ataupun dari faktor sekelilingnya. Didalam bahasa sehari-hari, korosi dikatakan pengkaratan. Contoh yang paling umum di temui ialah korosi pada besi. didalam dunia industri batubara adanya proses korosi menjadi salah satu kerugian yang dapat mengakibatkan penurunan dari kekuatan material sehingga logam atau besi akan menjadi rusak lebih cepat. sebagai contoh didalam kegiatan perpindahan material batubara umumnya menggunakan peralatan berbahan dasar logam, salah satu contohnya adalah conveyor.

Conveyor merupakan sebuah alat transportasi material raw yang banyak dipergunakan didalam industri pertambangan untuk mengangkut material-material hasil bahan galian dari satu tempat ke tempat lainnya. Penggunaan bahan dasar logam didalam suatu struktur conveyor dilakukan karena logam memiliki sifat ketahanan yang baik terhadap faktor suhu dan tekanan. Akan tetapi material logam umumnya akan mengalami proses oksidasi sehingga logam tersebut akan mengalami korosi akibat kontak langsung lingkungan luar sehingga material logam yang mengalami proses korosi terkena dampak penurunan kualitas serta kemampuan logam tersebut, oleh sebab itu pengendalian menggunakan metode pengurangan ketebalan dilakukan untuk menunjang Remaining service life dan Corrosion rate sehingga dapat meningkatkan produksi pada struktur conveyor.

## B. Metodologi Penelitian

### Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada penelitian ini dibagi menjadi 2 metode, yaitu:

1. Data Primer yang meliputi data dari umur desain struktur conveyor 15 tahun, umur pakai struktur conveyor 6 tahun dan tebal nominal serta tebal aktual struktur conveyor
2. Data Sekunder data yang diambil meliputi data dari hasil penelitian lokasi penelitian seperti data curah hujan, suhu udara dan kelembaban relatif yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik daerah kegiatan penelitian, serta data spesifikasi coating berdasarkan American Society for Testing and Materials (ASTM), data komposisi kimia dari material struktur suatu conveyor

### Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk menentukan nilai dari thickness required (TR), corrosion rate (CR), dan juga nilai dari remaining service life (RSL). Berdasarkan data tebal nominal dan data tebal aktual hasil dari metode pengurangan ketebalan pada suatu struktur conveyor. hasil pengolahan data tersebut disusun secara sistematis.

### Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan cara membandingkan data dari hasil perhitungan terhadap tabel standard. Adapun analisis yang dilakukan seperti analisis corrosion rate terhadap ketahanan korosi pada material logam conveyor, analisis remaining service life terhadap umur desain suatu struktur conveyor yaitu 15 tahun, dan juga analisis faktor lingkungan yang mempengaruhi terhadap nilai corrosion rate dan remaining service life pada suatu Struktur conveyor.

## C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

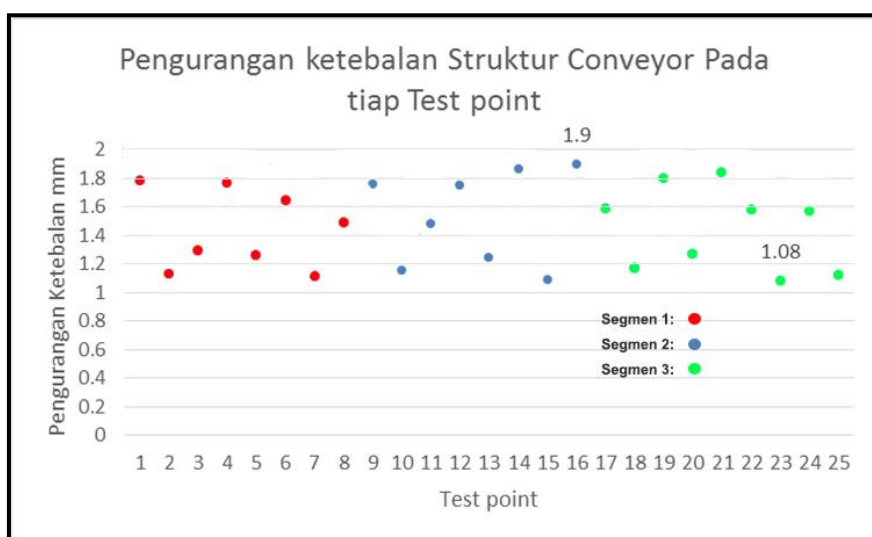
Jenis korosi yang terjadi pada struktur Conveyor D dapat dikatakan korosi merata (uniform Corrosion) mengapa dinamakan demikian dikarenakan korosi yang terjadi pada struktur Conveyor tersebut dipengaruhi atau diakibatkan oleh adanya faktor eksternal luar lingkungan antara lain seperti faktor curah hujan didalam lokasi Conveyor daerah penelitian. Adapun kategori curah hujan yang terdapat pada lokasi daerah penelitian Conveyor D termasuk kedalam curah hujan yang sedang dengan rata rata curah hujan terbesar pada tahun 2020 sebesar 292,08mm /tahun, lalu untuk kategori temperatur suhu tertinggi tahun 2020 sebesar 27,53°C/tahun dan untuk kelembapan tertinggi tahun 2021 sebesar 86,75%/tahun. Dengan melihat data yang tersedia kondisi eksternal daerah penelitian akan sangat berpengaruh aktif

didalam terjadinya proses kimia diantara permukaan logam yang terdapat pada struktur Conveyor daerah penelitian. Kemudian, berdasarkan data tebal aktual dan data tebal nominal.

Pengurangan ketebalan pada setiap test point terjadi antara kisaran 1,08- 1,90 mm yang dimana hasil ini menunjukkan hasil yang hampir merata pada setiap test point struktur conveyor Tersebut. Faktor dari batubara daerah penelitian yang banyak mengandung sulfur akan sangat berpengaruh terhadap laju korosi yang terjadi pada struktur conveyor yang dimana batubara daerah penelitian masuk kedalam anak dari cekungan pasir dan juga bagian dari cekungan kutai anak asam-asam bagian dari cekungan barito mangkalihat di bagian selatan cekungan kutai dengan banyak cekungan-cekungan asam yang dimana daerah ini akan menghasilkan batubara yang memiliki kandungan sulfur yang begitu tinggi yang akan berdampak didalam proses pengkaratan di struktur conveyor.

Pengendalian korosi pada Struktur conveyor daerah penelitian dilakukan Metode coating yang dimana coating yang digunakan pada Struktur conveyor daerah penelitian terdiri dari tiga jenis coating yaitu Primer coating, Intermediate coating, dan Top coating. Coating yang dipergunakan pada Primer coating yaitu Seaguard 5000 yang berguna sebagai lapisan paling dasar pada struktur conveyor tersebut dan juga menambahkan daya rekat untuk penggunaan, Coating Selanjutnya ialah Intermediete coating yang digunakan yaitu Sherglass FF sebagai lapisan lanjutan dari Primer Coating yang berguna sebagai ketebalan tambahan dan meningkatkan daya kedap air sedangkan pada bagian Top Coatingnya yaitu Aliphatic Acrylic Modified Polyurethane yang berguna sebagai lapisan pelindung paling luar terhadap interaksi dengan lingkungan eksternal dan juga menambahkan kesan lebih bagus didalam warna yang lebih mengkilap. Pengendalian Korosi dengan mempergunakan Metode coating yang antara lain Primer coating, intermediate coating, dan Top coating pada suatu Struktur conveyor dipergunakan guna menghambat terjadi proses pengkaratan atau korosi supaya Struktur conveyor dapat berkerja dengan efisien hingga mencapai umur desainnya.

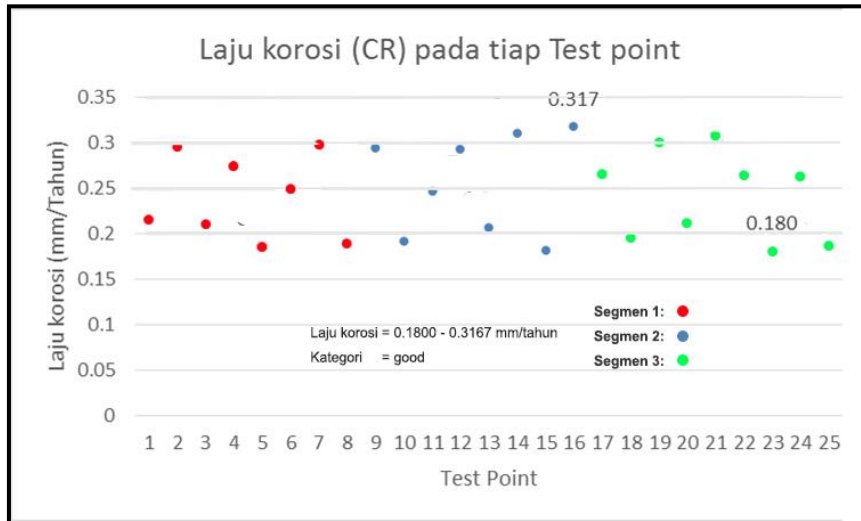
Berdasarkan hasil pengolahan data tebal nomal dan data tebal aktual didapatkan data pengurangan ketebalan yang berada dikisaran range 1,08–1,90 mm . Adapun nilai ketebalan tertinggi sebesar 1,90 mm yang berada pada test point 16 pada segmen 2 dan pengurangan ketebalan terkecil sebesar 1,08 mm yang berada pada test point 23 segmen 2.



**Gambar 1.** Grafik Pengurangan Ketebalan Struktur Conveyor pada Tiap Test Point

Hasil pengolahan data Corossion Rate yang didapatkan nilai Corossion Rate tertinggi berkisar 0,180–0,317 mm/tahun. Nilai dari Corrosion Rate tertinggi terdapat sebesar 0,317 mm/tahun terdapat pada test point 16 pada segmen 2 dan Corrosion Rate terendah sebesar 0,180 mm/tahun terdapat pada test point 23 segmen 3. Berdasarkan data hasil perhitungan Corossion Rate pada Struktur Conveyor D berkisar 0,1800–0,3167 mm/tahun tergolong kedalam range 0,1 hingga 0,5 mm/tahun yang dimana masuk kedalam parameter korosi relatif

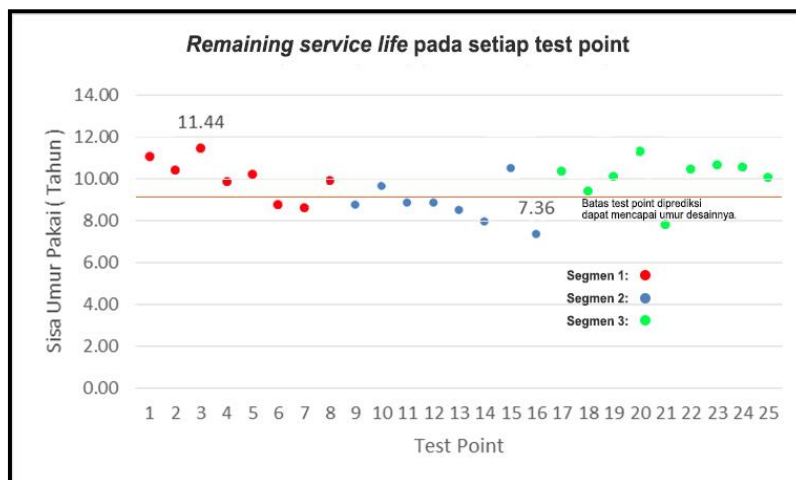
baja dan berkategori Baik ( Good ). Berikut ialah grafik Corrosion Rate pada Struktur Conveyor pada setiap Test Point yang terdapat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik Corrosion Rate Pada Setiap Test Point

Proses korosi yang terjadi pada struktur conveyor dapat dipengaruhi oleh adanya faktor eksternal seperti faktor curah hujan, temperatur udara dan faktor dari kelembaban udara . Adapun curah hujan daerah penelitian tergolong kedalam curah hujan sedang dengan curah hujan rata-rata terendah sebesar 215,34 mm/tahun, temperatur udara rata rata terendah daerah penelitian sebesar 26,49°C/tahun dan juga kelembaban udara daerah penelitian tergolong tinggi dengan rata-rata terendah sebesar 81,75 %/tahun. Lalu bila melihat karakteristik batubara cekungan- cekungan kutai anak asam-asam yang akan menghasilkan kualitas kadar sulfur batubara yang tinggi dan juga kualitas dari pencoatingan yang kurang baik secara terus menerus akan menyebabkan Remaining Service Life Struktur Conveyor menjadi turun dan akan mengakibatkan conveyor tidak akan mencapai umur desainnya.

Berdasarkan Hasil perhitungan Remaining Service Life (RSL) pada Struktur conveyor D dari segmen 1 hingga segmen 3 dengan terdapat 25 test point pada Tabel 4.3 didapatkan range nilai Remaining Service Life pada Struktur Conveyor D sekitar 7,36–11,44 tahun. Berikut ialah data grafik Remaining Service Life pada setiap test point yang dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik Remaining Service Life pada Tiap Test Point

Berdasarkan hasil Remaining Service Life didapatkan Remaining Service Life

tertinggi sebesar 11,44 tahun pada struktur conveyor D Segmen 1 test point 3 dan Remaining Service Life terendah sebesar 7,36 tahun yang berada pada struktur Bracing test point 16 segmen 2.

Berdasarkan pada hasil pengamatan dan perhitungan Remaining Service Life (RSL) Struktur Conveyor D yang dilakukan pada segmen 1 hingga segmen 3 dengan 25 test point yang Pemasangan Struktur conveyor D dilakukan pada tahun 2013 dengan nilai umur desain sebesar 15 tahun. Lalu bila melihat dari grafik diatas terdapat beberapa test point yang tidak dapat mencapai Remaining Service Life antara lain Test point 6, test point 7, test point 9, test point 11, test point 12, test point 13, test point 14, test point 16 dan test point 21, Sehingga untuk menanggulangi test point yang tidak dapat mencapai Remaining Service Life perlu dilakukan pengendalian korosi yaitu dengan menggunakan metode Coating agar Struktur-Strukturanya diharapkan dapat mencapai umur desainnya.

Pengaruh dari kondisi lingkungan daerah penelitian menjadi faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya Corrosion rate pada Struktur conveyor yang dimana dengan adanya interaksi lingkungan sekitar dengan Struktur conveyor akan mempengaruhi Remaining Service Life pada Struktur conveyor tersebut. Berikut faktor-faktor yang dapat mempengaruhi Corrosion Rate dan juga Remaining Service Life Struktur conveyor ialah antara lain:

Faktor lingkungan daerah penelitian akan sangat berpengaruh didalam Proses Corrosion Rate antara lain yaitu Curah hujan, temperatur udara dan kelembaban relatif. Didalam daerah penelitian memiliki nilai curah hujan rata-rata 215,34 mm/tahun, nilai temperature udara rata-rata sebesar 26,49°C/tahun dan nilai dari kelembaban relatif rata-rata berkisar 86,67 %/tahun. Bila melihat dari nilai kelembaban relatif yang cukup tinggi yakni 86,67 %/tahun akan mengakibatkan daerah penelitian sekitar menjadi basah dan lembab dengan melihat kondisi lingkungan seperti itu maka dapat meningkatkan Corrosion Rate menjadi lebih cepat yang nantinya akan berdampak terhadap Nilai dari Remaining Service Life pada Struktur conveyor daerah penelitian.

Pada Struktur conveyor D daerah penelitian bahan material yang diangkut berupa material batubara yang dimana batubara daerah penelitian disini memiliki nilai unsur sulfur yang bersifat korosif dan juga termasuk kedalam jenis batubara cekungan- cekungan kutai anak asam-asam formasi cekungan kutai yang akan berdampak terhadap Struktur Conveyor sehingga akan sangat berpengaruh terhadap nilai dari Corrosion Rate dan juga nilai dari Remaining Service Life pada struktur conveyor tersebut. Batubara yang memiliki nilai sulfur yang tinggi apabila terdapat kejadian suhu udara rendah dan juga keadaan kelembaban udaranya tinggi maka kegiatan reaksi kimianya akan terjadi secara cepat pada struktur conveyor tersebut. Oleh karena itu bila ada material batubara yang memiliki nilai kandungan sulfur yang tinggi akan sangat berpengaruh terhadap nilai akhir dari Remaining Service Life (RSL) pada Suatu Struktur conveyor tersebut.

Data dari tebal nominal dan juga data tebal aktual yang terdapat pada struktur Conveyor dipergunakan didalam menghitung laju dari korosi dan juga sisa umur pakai suatu struktur conveyor. Adapun alat yang dipergunakan ialah alat Ultrasonic Thickness Gauge TT130 yang akan menghasilkan nilai dari tebal aktual. Berikut cara pengukuran tebal aktual menggunakan alat Ultrasonic Thickness Gauge TT130:

1. Langkah pertama lakukan kalibrasi alat Ultrasonic Thickness Gauge TT130.
2. Bersihkan Struktur permukaan pada conveyor yang akan di uji dari material material hasil transportasi yang dapat mengganggu aktivitas pengukuran.
3. Lakukan pengolesan grease pada permukaan conveyor uji.
4. Selanjutnya lakukan test probe pada permukaan conveyor yang diuji dengan cara menempelkan alat Ultrasonic Thickness Gauge TT130.
5. Lalu data dari hasil pengukuran menggunakan alat Ultrasonic Thickness Gauge TT130 akan muncul pada layar alat tersebut lalu catat hasil pengukuran tersebut.



Sumber: Anonim, 2019

**Gambar 4.** Smart Sensor Ultrasonic Thickness Gauge TT 130

Berdasarkan data hasil pengukuran ketebalan pada struktur conveyor uji yang menggunakan alat Ultrasonic Thickness Gauge TT 130 pengukuran pada setiap test point menunjukkan nilai dari ketebalan struktur conveyor yang dipergunakan sebagai data tebal aktual. Berikut data yang dihasilkan dari alat Ultrasonic Thickness Gauge TT 130 tebal aktual pada conveyor dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Tebal Nominal dan Tebal Aktual Struktur Conveyor

Segmen Conveyor	Test Point	Jenis Struktur	Tebal Nominal (mm)	Tebal Aktual (mm)	Pengurangan Ketebalan (mm)	Thickness Required (mm)	Corrosion Rate (mm/tahun)	RSL (tahun)
Segmen 1 (1 – 30 m)	1	Support Roller	11,00	9,71	1,29	7,34	0,215	11,04
		Column						
	2	a. flang	14,5	12,73	1,77	9,67	0,295	10,37
	3	b. web	11	9,74	1,26	7,34	0,21	11,44
		Girder						
	4	a. flang	13	11,36	1,64	8,67	0,273	9,84
	5	b. web	9	7,89	1,11	6,00	0,185	10,20
	6	Support Roller	11	9,51	1,49	7,34	0,248	8,75
	Girder							

	7	a. flang	13	11,22	1,78	8,67	0,297	8,59
	8	b. web	9	7,87	1,13	6,00	0,188	9,91
<b>Segmen 2</b> <b>(31 – 60 m)</b>		<i>Girder</i>						
	9	a. flang	13	11,24	1,76	8,67	0,293	8,76
	10	b. web	9	7,85	1,15	6,00	0,192	9,64
	11	<i>Support Roller</i>	11	9,52	1,48	7,34	0,247	8,85
		<i>Girder</i>						
	12	a. flang	13	11,25	1,75	8,67	0,292	8,84
	13	b. web	9	7,76	1,24	6,00	0,207	8,50
		<i>Girder</i>						
	14	a. flang	13	11,14	1,86	8,67	0,310	7,96
	15	b. web	9	7,91	1,09	6,00	0,182	10,50
	16	<i>Bracing</i>	12,7	10,8	1,9	8,47	0,3167	7,36
	<b>Segmen 3</b> <b>(61 – 90 m)</b>		<i>Girder</i>					
17		a. flang	13	11,41	1,59	8,67	0,265	10,34
18		b. web	9	7,83	1,17	6,00	0,195	9,37
		<i>Column</i>						
19		a. flang	14,5	12,7	1,8	9,67	0,300	10,10
20		b. web	11	9,73	1,27	7,34	0,212	11,31
21		<i>Bracing</i>	12,7	10,86	1,84	8,47	0,307	7,79
		<i>Girder</i>						
22		a. flang	13	11,42	1,58	8,67	0,263	10,44
23		b. web	9	7,92	1,08	6,00	0,180	10,65
		<i>Girder</i>						
24		a. flang	13	11,43	1,57	8,67	0,262	10,54
25	b. web	9	7,88	1,12	6,00	0,187	10,06	

Struktur Conveyor Lokasi kegiatan penelitian memiliki umur pakai 6 tahun, berdasarkan hasil perhitungan Remaining Service Life pada setiap test point didapatkan

Remaining Service Life Berkisar antara 7,36 – 11,44 tahun. Dengan demikian terdapat 36% atau 9 test point dari 25 test point yang diprediksi tidak mencapai umur desainnya yaitu 15 tahun. Berikut adalah hasil perhitungan Thickness Required (TR) struktur Conveyor A.Flang pada test point 24:

Lokasi : Struktur Girder A. Flang ( Segmen 3 )

Material : ASTM A36

Tebal Nominal ( mm ) : 13,00 mm

Berdasarkan data di atas dapat dilakukan dengan perhitungan Thickness Required sebagai berikut:

Thickness Required

: 0,667 x Tebal Nominal

: 0,667 x 13,00 mm

: 8,67 mm

Sehingga dari data hasil perhitungan di atas, Struktur Conveyor A. Flang pada test point 24 memiliki nilai thickness Required sebesar 8,67 mm. Berikut adalah hasil perhitungan Corrosion Rate ( CR ) Struktur Conveyor A Flang pada test point 24

Lokasi : Struktur Conveyor A Flang ( Segmen 3 )

Material : ASTM A36

Tebal Nominal : 13 mm

Tebal Aktual : 11,43 mm

Umur Pakai ( Tahun ) : 6 Tahun

Berdasarkan data di atas dapat dilakukan dengan perhitungan Corrosion Rate sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Corrosion Rate} &= \frac{\text{Tebal Nominal} - \text{Tebal Aktual}}{\text{Umur Pakai}} = \frac{13.00 \text{ mm} - 11.43 \text{ mm}}{6 \text{ tahun}} \\ &= 0.262 \text{ mm/tahun} \end{aligned}$$

Sehingga dari hasil perhitungan di atas, Struktur Conveyor A. Flang pada test point 24 memiliki Corrosion Rate sebesar 0,262mm/tahun. Berikut Merupakan Hasil dari perhitungan Remaining Service Life ( RSL) struktur Conveyor A Flang Pada test point 24

Lokasi : Struktur Conveyor A Flang ( Segmen 3 )

Material : ASTM A36

Thickness Required (mm) : 8,67 mm

Tebal Aktual : 11,43 mm

Corrosion Rate(mm/tahun) : 0,262 mm/tahun

Berdasarkan data di atas dapat dilakukan perhitungan Remaining Service life Struktur Conveyor sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Remaining Service Life} &= \frac{\text{Tebal Aktual} - \text{Thickness Required}}{\text{Corrosion Rate}} \\ &= \frac{11.43 \text{ mm} - 8.67 \text{ mm}}{0.262 \text{ mm/tahun}} = 10.54 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan data dari hasil perhitungan di atas pada struktur Conveyor Girder A Flang memiliki nilai sisa umur pakai sebesar 10,54 tahun sedangkan untuk melihat hasil perhitungan Thickness Required (TR), Corrosion Rate (CR) dan Remaining Service Life (RSL) pada Struktur Girder A Flang Conveyor pada setiap segmen.

#### D. Kesimpulan

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

1. Jenis korosi yang terjadi pada daerah penelitian Struktur Conveyor D dikabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan ialah Korosi Merata ( Uniform Corrosion ) dapat dilihat dari pengurangan ketebalan yang hampir merata.
2. Metode pengendalian korosi yang dilakukan pada Struktur Conveyor menggunakan metode Coating sistem 3 layer yaitu Primer Coating digunakan Seaguard 5000 yang berfungsi sebagai peningkat daya rekat terhadap material, Intermediate Coating



menggunakan Sherglass FF berguna sebagai kedap air dan menambah ketebalan dan top coating yang digunakan Aliphatic Acrylic Modified Polyurethane guna memperindah tampilan pada conveyor.

3. Untuk nilai dari Corossion Rate pada Struktur conveyor dari hasil penelitian dan perhitungan didapat kisaran range 0,1800–0,3167 mm/tahun dan termasuk kedalam jenis kategori baik (Good) lalu didalam pemasangan Struktur conveyor dilakukan pada tahun 2013 dengan masa umur desain sebesar 15 tahun dengan inspeksi yang dilakukan pada tahun 2019 sehingga diperlukan 9 tahun lagi untuk struktur conveyor mencapai umur desainnya. lalu data hasil perhitungan dari nilai Remaining Service Life didapatkan nilai dari Remaining Service Life berkisar antara 7,36–11,44 tahun, terdapat 9 test point atau 36% dari 25 test point yang diprediksi tidak mencapai umur desainnya yaitu 15 tahun.

### Acknowledge

1. Kedua orangtua yang sudah mendukung dalam mengerjakan skripsi ini baik secara moril maupun materil sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
2. Ibu Elfida. Moralista, S.Si., M.T. selaku Dosen pembimbing yang senantiasa sabar dalam membimbing, memberikan saran, memberikan masukan serta arahan-arahan yang baik sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Iswandar, S.T., M.T. selaku dosen co-pembimbing yang senantiasa membimbing dan membantu penyusun dalam menyelesaikan skripsi.
4. Skripsi ini juga penyusun persembahkan untuk kawan seperjuangan yang telah membantu banyak secara langsung dalam pelaksanaan kegiatan skripsi ini.

### Daftar Pustaka

- [1] Ahmad, 2017 “Faktor–Faktor yang mempengaruhi Korosi“ [ahmadrozaki.my.id/2012/04/Faktor–Faktor yang mempengaruhi korosi.html](http://ahmadrozaki.my.id/2012/04/Faktor–Faktor%20yang%20mempengaruhi%20korosi.html)
- [2] Anonim,2019, “Kabupaten Kotabaru Dalam Angka 2017 “, Badan Pusat Statistik Kabupaten Kotabaru, Kotabaru
- [3] Arifin, Jaenal, Purwanto, Helmy, dan syafa’at, Imam,2017 “Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan SWAM baja ASTM A36 “Univesitas Wahid Hasyim Semarang, Semarang
- [4] ASM, Handbook.1990. “Properties Aand Selection: Irons Steel and High Performace Alloy Vol 1 “ASM International.The Materials Information Company
- [5] Fontana, Mars G, 1987 “Corrosion Engineering 3rd Edition “Mc Graw-Hill Book Company.Singapore
- [6] 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.
- [7] Franks M. Daniel, Boger V. David, Mulligan R. Davis. 2010 “Sustainable Development Principles for The Disposal of Mining and Mineral Processing Waste” Australia.
- [8] Gapsari, Femiana, 2017 “Pengantar Korosi” Malang. Universitas Brawijawa.UB Press Malang.
- [9] Groover, P, 2002, “Fundamentals of Modern Manufacturing” John Wiley & Sons, Inc, New Jersey.
- [10] Gupta, R, 2007 “Advanced Coal Characterization: a Review” Energy Fuels 21(2):451-460.
- [11] Jonnes, Danny A. 1991. “Principles And Prevention of Corrosion “New York Machmillan Publishing Company
- [12] Moralista, Elfida, Zaenal, dan Chamid, Chusharini, 2005 “Studi Upaya Peningkatan Umur Pakai Konstruksi Bangundan Melalui Penghambatan Korosi Baja Tulangan Beton Dengan Menggunakan Inhibitor Korosi “Jurnal Penelitian dan Pengabdian (2 Juli – Desember 2005) ISSN: 1693-699X; P104 112, Universitan Islam Bandung, Bandung.

