

Monitoring Korosi Discharge Conveyor F pada Tambang Batubara PT XYZ di Kabupaten Merangin Provinsi Jambi

Muhammad Rizky Picauly*, Elfida Moralista, Zaenal

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

*picaulyrizky@gmail.com, elfidamoralista95@gmail.com, zaenalmq66@gmail.com

Abstract. Conveyors are the most widely used means of transporting raw materials in the mining industry, which are used to move excavated materials from the previous location to the next location, such as a stockpile. The conveyor structure used is made of carbon steel which is susceptible to corrosion. This research was conducted on the structure conveyor along 114 meters divided into 3 segments with 25 test points. This study aims to determine the type of corrosion, corrosion control, corrosion rate and the remaining life of the structure conveyor. The research was conducted on a 114 meter long conveyor structure which was divided into 3 segments and 25 test points, with a service life of 7 years and a design life of 15 years. The research methodology is the measurement of the thickness reduction of the conveyor structure. The actual thickness has a value ranging from 7.66-12.19mm measured with the Ultrasonic Thickness Gauge TT 130. Environmental data is in the form of rainfall data for 2015-2019 with an average of 236.83 mm/year, average air temperature of 27.83°C and an average relative humidity of 85.60 %. The type of corrosion that occurs in the structure conveyor is uniform corrosion. The corrosion control method applied to the conveyor structure is the coating method with a primer coating Seaguard 5000, Intermediate coating Sherglass FF and top coating Aliphatic acrylic modified polyurethane. The corrosion rate of the structure conveyor ranges from 0.186-0.334 mm/year.

Keywords: *Carbon Steel, Coating, Corrosion Rate.*

Abstrak. Conveyor merupakan alat angkut raw material yang paling banyak dipakai di industri pertambangan yang digunakan untuk memindahkan material bahan galian dari tempat sebelumnya ke tempatnya selanjutnya seperti stockpile. Struktur conveyor yang digunakan adalah berbahan dasar baja karbon yang rentan terhadap korosi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis korosi, metode pengendalian korosi, laju korosi dan sisa umur pakai struktur conveyor. Penelitian dilakukan pada struktur conveyor sepanjang 114 meter yang dibagi menjadi 3 segmen dan 25 test point, dengan umur pakai 7 tahun dan umur desain 15 tahun. Metodologi penelitian adalah pengukuran pengurangan ketebalan struktur conveyor. Tebal aktual mempunyai nilai berkisar 7,66-12,19mm diukur dengan alat ukur Ultrasonic Thickness Gauge TT 130. Data lingkungan berupa data curah hujan tahun 2015-2019 dengan rata-rata 236,83 mm/tahun, suhu udara rata-rata 27,83°C dan kelembaban relatif rata-rata 85,60 %. Pada penelitian ini jenis korosi yang terjadi pada struktur conveyor yaitu korosi merata. Metode pelapisan ini menggunakan sistem 3 lapisan anti korosi yang terdiri dari lapisan primer Seaguard 5000, lapisan antara Sherglass FF dan lapisan atas Aliphatic acrylic modified polyurethane. Laju korosi struktur conveyor yaitu 0,186-0,334 mm/tahun.

Kata Kunci: *Baja Karbon, Coating, Laju Korosi.*

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di Indonesia saat ini semakin meningkat khususnya tambang batubara di industri pertambangan dalam memenuhi kebutuhan pengolahan bahan galiannya. Pengolahan dibutuhkan suatu proses pemindahan material dari suatu tempat penggalian ke tempat pengolahan maupun ketempat yang lainnya. Proses pemindahan material ini menggunakan alat berbahan dasar logam yaitu Struktur *conveyor*.

Conveyor merupakan alat angkut raw material yang paling banyak dipakai di industri pertambangan yang digunakan untuk memindahkan material bahan galian dari tempat sebelumnya ke tempatnya selanjutnya seperti *stockpile*. Struktur *conveyor* berbahan dasar logam ini banyak masalah yang timbul seperti karatan atau korosi yang akan mengganggu dalam proses produksi suatu industri pertambangan.

Korosi merupakan suatu proses logam dimana bereaksi dengan lingkungan yang menyebabkan suatu kerusakan dan penurunan kualitas. Dengan adanya unsur sulfur maupun ion sulfida akan mengakibatkan korosi lubang (*pitting corrosion*) pada struktur *conveyor*. Oleh karena itu perlu dilakukannya inspeksi dan *monitoring* korosi dengan pengukuran pengurangan ketebalan yang dilakukan untuk mengetahui laju korosi dan sisa umur pakai pada material logam struktur *conveyor*.

Tujuan dilakukannya penelitian ini, adalah:

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

B. Metodologi Penelitian

Teknik pengambilan data yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Data primer yang diambil meliputi : data umur desain struktur *conveyor* 15 tahun, umur pakai struktur *conveyor* 7 tahun, tebal nominal dan tebal aktual struktur *conveyor*.
2. Data sekunder, terdiri dari:
 - a. Data Lingkungan seperti curah hujan, temperatur dan juga kelembaban yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Badan Meteorologi Klimatologi (BMKG).
 - b. Data Komposisi Kimia Material Struktur *Conveyor* dari ASTM A36
 - c. Data Spesifikasi *coating* yang dapatkan bersumber dari Sherwim Williams yang meliputi *primer coating*, *intermediet coating* dan *top coating*.

Teknik pengolahan data dilakukan untuk menentukan Tebal Minimal (*Thickness Required/Tr*), laju korosi (*Corrosion Rate/CR*) dan sisa umur pakai (*Remaining Service Life/RSL*) berdasarkan metode pengurangan ketebalan struktur *conveyor*.

Tabel 1. Komposisi Kimia Material Struktur *Conveyor* ASTM A36

Unsur	Kadar
<i>Iron (Fe), Max</i>	97,85%
<i>Carbon (C), Max</i>	0,25%
<i>Silicon (Si), Max</i>	0,40%
<i>Manganese (Mn), Max</i>	1,20%
<i>Copper (Cu), Max</i>	0,20%
<i>Sulphur (S), Max</i>	0,05%
<i>Phosphorous (P),Max</i>	0,04%

Sumber : ASTM A36, 2004

Korosi menurut Trethewey merupakan salah satu peristiwa yang sering terjadi pada logam yang berasal dari reaksinya dengan lingkungan sekitar yang akan menyebabkan suatu kerusakan dan penurunan kualitas dari suatu material logam tersebut yang digunakan. Pada umumnya di dalam korosi reaksi yang terjadi adalah reaksi reduksi oksidasi dengan H^+ yang mana medium yang terjadi ini merupakan korosi yang bersifat asam dan reaksi reduksi di dalam suasana yang asam dan cenderung lebih spontan.

Studi dari korosi adalah usaha pengendalian kualitas material logam agar laju korosinya dapat serendah mungkin dan dapat melampaui nilai ekonomisnya. Pengendalian secara preventif agar dapat menghambat korosi, cara ini lebih baik daripada memperbaiki secara represif yang biayanya akan menjadi lebih besar.

Tabel 2. Ketahanan Korosi Relatif Baja

Ketahanan Korosi Relatif	Mpy	mm/yr	$\mu\text{m/yr}$	Nm/h	Pm/s
<i>Outstanding</i>	<1	<0,02	<25	<2	<1
<i>Excelent</i>	1 – 5	0,02 – 0,1	25 – 100	02 – 10	1 - 5
<i>Good</i>	1 – 5	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	0,5 – 1	1000 – 5000	150 – 500	50 – 200
<i>Unacceptable</i>	200+	5+	5000+	500+	200+

Sumber : D,A. Jones, 1991

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Material yang digunakan pada struktur *conveyor* F yaitu baja ASTM A36 yang memiliki kandungan karbon <0,3%. Berdasarkan kandungan karbon yang dimiliki struktur *conveyor* ini, maka termasuk ke dalam jenis *low carbon steel* (baja karbon rendah). Baja karbon merupakan material logam yang terdiri dari unsur utama besi (Fe) dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Material yang digunakan pada struktur *conveyor* F yaitu baja ASTM A36 yang memiliki kandungan karbon <0,3%. Berdasarkan kandungan karbon yang dimiliki struktur *conveyor* ini, maka termasuk ke dalam jenis *low carbon steel* (baja karbon rendah). Untuk komposisi kimia material struktur *conveyor* dapat dilihat pada Tabel 1.

Pengambilan data ketebalan pada struktur *conveyor* F dilakukan pada 3 segmen dengan 25 *test point* sepanjang 114 meter yang berada diatas permukaan tanah, pengukuran ketebalan struktur dibantu menggunakan alat *Ultrasonic Thickness Gauge TT 130*.



Gambar 1. Smart Sensor Ultrasonic Thickness Gauge TT 130

Korosi yang dihasilkan menyebabkan kerugian tidak langsung dan mempengaruhi efisiensi kerja sehingga timbul biaya tambahan. Metode pencegahan korosi pada struktur *conveyor* untuk mencegah korosi yang disebabkan oleh faktor eksternal, terutama faktor lingkungan, dapat dikendalikan dengan metode *coating* sistem 3 layer.

Tabel 3. Perhitungan Thickness Required (T_r), Corrosion Rate (CR) dan Remaining Service Life (RSL)

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 (1-35 m)	1	Support Roller	10,9	9,24	1,68	7,27	0,240	8,207
		Column						
	2	a. flang	14,5	12,16	2,34	9,67	0,334	7,444
	3	b. web	11	9,27	1,73	7,34	0,247	7,821
		Girder						
	4	a. flang	13	10,96	2,04	8,67	0,291	7,854
	5	b. web	9	7,68	1,32	6,00	0,189	8,893
	6	Support Roller	10,9	9,27	1,63	7,27	0,233	8,588
		Girder						
	7	a. flang	13	10,99	2,01	8,67	0,287	8,076
	8	b. web	9	7,7	1,30	6,00	0,186	9,138
		Girder						
	9	a. flang	13	10,95	2,05	8,67	0,293	7,782
	10	b. web	9	7,67	1,33	6,00	0,190	8,774

Segmen 2 (36-72 m)	11	Support Roller	10,9	9,28	1,62	7,27	0,231	8,684
		Girder						
	12	a. flang	13	10,91	2,09	8,67	0,299	7,499
	13	b. web	9	7,68	1,32	6,00	0,189	8,893
		Girder						
	14	a. flang	13	10,95	2,05	8,67	0,293	7,782
	15	b. web	9	7,65	1,35	6,00	0,193	8,540
	16	Bracing	12,7	10,59	2,11	8,47	0,301	7,030
Segmen 3 (73-114 m)		Girder						
	17	a. flang	13	10,92	2,08	8,67	0,297	7,569
	18	b. web	9	7,65	1,35	6,00	0,193	8,540
		Column						
	19	a. flang	14,5	12,19	2,31	9,67	0,330	7,632
	20	b. web	11	9,27	1,73	7,34	0,247	7,821
	21	Bracing	12,7	10,56	2,14	8,47	0,306	6,834
		Girder						
	22	a. flang	13	10,96	2,04	8,67	0,291	7,854
	23	b. web	9	7,67	1,33	6,00	0,190	8,774
		Girder						
	24	a. flang	13	10,93	2,07	8,67	0,296	7,639
	25	b. web	9	7,68	1,32	6,00	0,189	8,893

Struktur *conveyor* F di Kabupaten Merangin Provinsi Jambi memiliki material baja karbon rendah dengan kandungan karbon <0,3%, memiliki panjang 114 meter dengan umur desain 15 tahun dan umur pakai selama 7 tahun. Berdasarkan data hasil perhitungan menunjukkan ada beberapa *test point* yang memiliki *corrosion rate* paling tinggi yaitu terletak pada jenis struktur *flang test point* 2 dengan nilai 0,334 mm/tahun dan jenis struktur *flang test point* 19 dengan nilai *corrosion rate* 0,330 mm/tahun sedangkan paling rendah berada di *test point* 25 pada jenis struktur *web* dengan nilai *corrosion rate* 0,182 mm/tahun.

Contoh Perhitungan

Perhitungan *Thickness Required* (Tr)

Lokasi= Girder (Segmen 1)

Material= ASTM A36

Tr= 0,667 x Tebal Nominal

= 0,667 x 9,00

= 6,00 mm

Perhitungan *Corrosion Rate* (CR)

Lokasi= *Girder* (Segmen 1)

Material= ASTM A36

$$CR = \frac{\text{Tebal Nominal} - \text{Tebal Aktual}}{\text{Umur Pakai}}$$

$$= \frac{9,00 \text{ mm} - 7,68 \text{ mm}}{7 \text{ Tahun}}$$

$$= 0,189 \text{ mm/tahun}$$

Perhitungan *Remaining Service Life* (RSL)

Lokasi= *Girder* (Segmen 1)

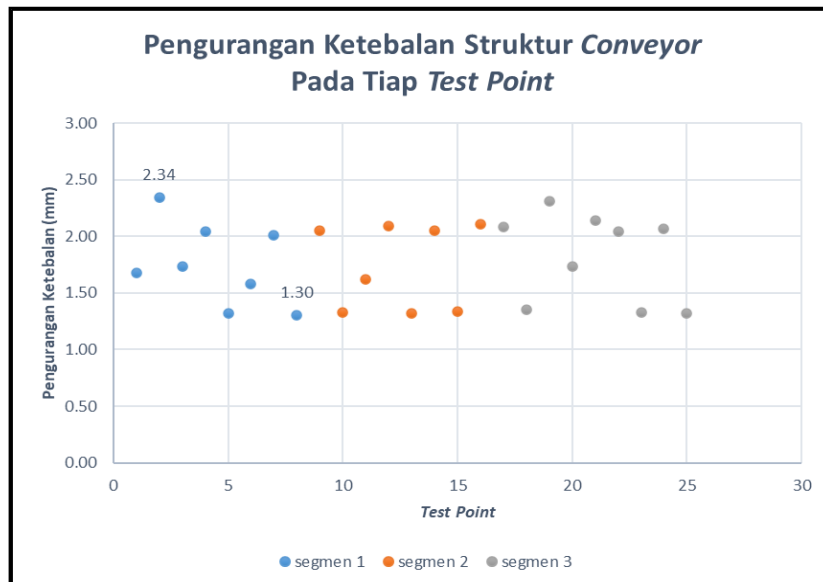
Material= ASTM A36

$$RSL = \frac{\text{Tebal Aktual} - Tr}{CR}$$

$$= \frac{7,68 \text{ mm} - 6,00 \text{ mm}}{0,189 \text{ mm/tahun}}$$

$$= 8,88 \text{ tahun}$$

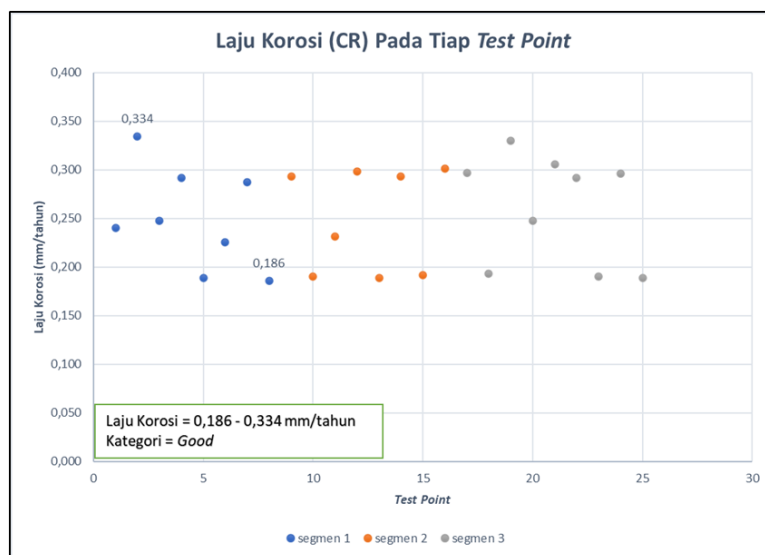
Jenis korosi yang terjadi pada struktur *conveyor* F adalah korosi berdasarkan data pengurangan ketebalan yang dapat dilihat pada tabel **Tabel 3**. Ketebalan *conveyor* berkurang secara merata dan pada seluruh test point. Struktur *conveyor* pada segmen 1 - 3 di beberapa titik antara 1,30 dan 2,34 mm. Batubara sebagai material yang diangkut di daerah penelitian termasuk ke jenis batubara sub-bituminous. Unsur klorida dan sulfur yang berada pada kandungan material batubara yang merupakan unsur yang sangat korosif sifatnya terhadap logam pada struktur *conveyor* tersebut. Faktor lain menyebabkan terjadinya korosi yaitu faktor eksternal seperti air hujan yang bersifat asam terkena logam baja dan sulfur serta klorida semakin mempercepat terjadi suatu reaksi korosi pada struktur *conveyor*.



Gambar 2. Pengurangan Ketebalan Struktur *Conveyor* Pada Tiap *Test Point*

Laju pada korosi pada berkisar antara 0,186 mm – 0,334 mm/tahun, yang paling kecil terjadi pada segmen 3 *test point* 25 pada struktur *web* sedangkan yang paling besar terjadi pada segmen 1 *test point* 2 pada struktur *flang* dan segmen 3 *test point* 19 pada struktur *flang*. Pengurangan ketebalan material pada struktur conveyor akan berbanding lurus dengan laju korosi yaitu apabila nilai dari pengurangan ketebalan semakin tinggi maka nilai dari laju korosi tersebut akan meningkat sebaliknya apabila nilai pengurangan pada ketebalan semakin kecil maka nilai dari laju korosi juga akan mengecil atau rendah.

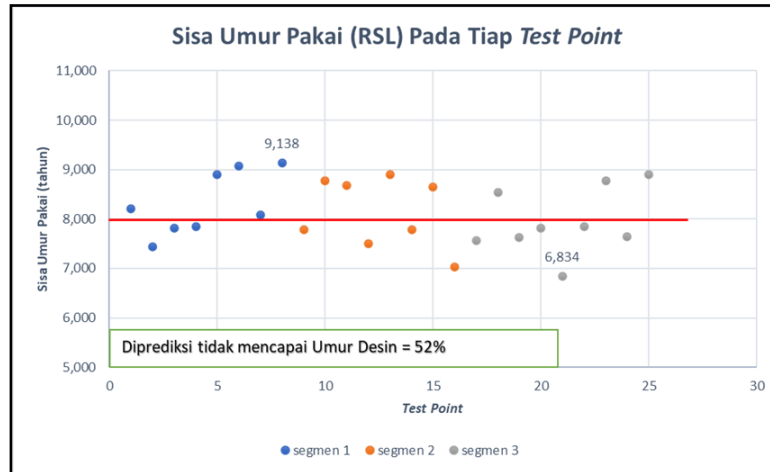
dapat dilihat dan dibuktikan dari hasil pengolahan data pada **Tabel 3**, dimana hasil pengurangan ketebalan material terbesar terletak pada segmen 1 *test point* 2 pada struktur *flang* dan segmen 3 *test point* 19 pada struktur *flang* juga memiliki laju korosi tertinggi. Semakin tinggi tingkat korosi di lingkungan sekitar maka akan semakin tinggi juga laju korosi yang terjadi pada struktur conveyor. Hal ini juga dapat diakibatkan dari kondisi atau kualitas *coating* pada struktur conveyor tersebut yang sudah tidak baik lagi untuk kondisinya, jika dibiarkan maka nilai dari sisa umur pakai struktur conveyor akan semakin menurun atau tidak akan mencapai umur desainnya.



Gambar 3. Laju Korosi (CR) pada Tiap *Test Point*

Masa pakai atau sisa umur yang tersisa dari struktur conveyor sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti faktor lingkungan dan kandungan bahan yang diangkut material hingga laju korosi, laju korosi yang lebih tinggi atau lebih rendah menentukan masa pakai struktur pengangkutan, sehingga perlindungan korosi. Metode pelapisan sangat besar pengaruhnya dalam pencegahan dan pencegahan korosi, sehingga umur struktur angkut dapat panjang sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

Pada **Gambar 4** dapat dilihat bahwa sisa umur pada setiap test point berada pada titik terendah dan tertinggi yaitu yang terendah pada segmen 3 *test point* 21 jenis struktur *bracing* dengan nilai 6,834 tahun sedangkan tertinggi pada segmen 1 *test point* 8 jenis struktur *web* dengan nilai 9,138 tahun. Pemasangan struktur yang dilakukan pada tahun 2012 dengan Panjang 114meter mempunyai umur pakai 7 tahun dengan umur desain 15 tahun. dapat dilihat dari **Gambar 4** dan dapat dilihat juga hasil pengolahan sisa umur pakai pada garis merah yang berada diatas menandakan *test point* yang mencapai umur desain >15 tahun sedangkan dibawah garis merah adalah *test point* yang menandakan bahwa diprediksi tidak mencapai umur desain yang direncanakan.



Gambar 4. Sisa Umur Pakai (RSL) pada Tiap *Test Point*

Metode Pengendalian korosi yang digunakan pada struktur *conveyor* ini menggunakan metode *coating*. Dimana pengaplikasian metode *coating* pada struktur *conveyor* ini terbagi atas tiga lapisan yaitu sebagai berikut:

1. Cat dasar (Primer coating)

Cat ini berfungsi untuk mencegah karat, meningkatkan daya lekat pada struktur *conveyor*. Dimana pada penelitian ini *primer coating* dengan merk *Seaguard 5000*.

2. Cat Antara (Intermediate Coating)

Cat ini berfungsi untuk menciptakan tebal lapisan sesuai dengan yang telah ditetapkan. Dimana pada penelitian ini *Intermediate coating*nya *Sherglass FF*.

3. Cat Finishing (Top coating)

Cat ini berfungsi untuk melindungi paling luar yang akan tahan terhadap kondisi lingkungan yang dicontohkan dengan munculnya warna yang estetik pada struktur. Dimana pada penelitian ini *Top coating*nya *Aliphatic acrylic modified polyurethane*.

D. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Jenis korosi yang terjadi pada struktur *conveyor* adalah jenis korosi merata (*uniform corrosion*).
2. Pengendalian korosi yang dilakukan dengan cara Metode coating 3 Layer yaitu primer coating seaguard 5000, intermediate coating Sherglass FF dan Top coating Aliphatic acrylic modified polyurethane.
3. Berdasarkan tabel ketahanan korosi relative baja masuk kedalam kategori baik (*good*) dikarenakan laju korosi pada struktur *conveyor F* memiliki nilai yang berkisar antara 0,186 – 0,334 mm/tahun. Sisa umur pakai struktur *conveyor F* berkisar antara 6,834 - 9,138 tahun dengan 13 *test point* (52%) yang diprediksi tidak mencapai umur desain atau (<15 tahun) dan 12 *test point* (48%) yang mencapai umur desain atau (>15 tahun) dari total 25 *test point*.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 2004, A36: “Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens”, West Conshohocken, PA: ASTM, 2004.
- [2] Anonim, 2015, “Inspector’s Examination, Pressure Piping Inspector (API 570)”, American Petroleum Institute, Washington DC.
- [3] Budi Utomo, 2009, “Jenis Korosi Dan Penanggulangannya”, Program Diploma III Teknik Perkapalan : UNDIP.
- [4] Franks M. Daniel, Boger V. David, Mulligan R. Davis. 2010 “Sustainable Development Principles for the disposal of mining and mineral Processing Waste”. Australia.
- [5] Hunafa, Irham, Moralista, Elfida, dan Pramusanto, 2018, “Penentuan Laju Korosi dan Sisa Umur Pakai (Remaining Service Life/RSL) Discharge Conveyor Di PT Genesa Korosi Indonesia Pada Site PT Amman Mineral Nusa Tenggara, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat”, Prosiding Teknik Pertambangan, ISSN: 2460-6499, Universitas Islam Bandung, Bandung.
- [6] Jonnes, Danny A. 1991, “Principles and Prevention of Corrosion”, New York, Macmillan Publishing Company.
- [7] J.R. Davis Davis & Associates, 2000, “Corrosion Understanding The Basics”, ASM International.
- [8] Kentucky Geological Survey, University of Kentuckey, 2012, “Classification and Rank of Coal”.
- [9] Nedal Mohamed, 2009, “Comparative Study of the Corrosion Behaviour of Conventional Carbon Steel and Corrosion Resistant Reinforcing Bars”, Department of Civil Engineering, University of Saskatchewan.
- [10] Nurjumanah, Ai., Moralista, Elfida., dan Yuliadi. 2021. “Penentuan Laju Korosi dan Sisa.
- [11] Yodi Kurniawan, Elfida Moralista, and Zaenal, “Penentuan Remaining Service Life Struktur Conveyor B pada Tambang Batubara PT XYZ,” *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, pp. 1–6, Jul. 2023, doi: 10.29313/jrtp.v3i1.786.
- [12] R. Yulmansyah, E. Moralista, and N. F. Isniarno, “Kajian Korosi Struktur Conveyor B Pada Tambang Batubara PT XYZ Di Kabupaten Merangin Provinsi Jambi.,” *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, vol. 1, no. 1, pp. 54–61, Oct. 2021, doi: 10.29313/jrtp.v1i1.143.
- [13] M. R. Alghifari, Elfida Moralista, and N. F. Isniarno, “Kajian Korosi Struktur Conveyor C Pada Tambang Batubara PT XYZ Di Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi,” *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, vol. 1, no. 1, pp. 47–53, Oct. 2021, doi: 10.29313/jrtp.v1i1.142.