

Monitoring Korosi Discharge Conveyor G pada Tambang Batubara PT GHI di Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan

Azi Faturahman Fachreza*, Elfida Moralista, Zaenal

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

*afrahman28@gmail.com, elfidamoralista95@gmail.com, zaenal@gmail.com

Abstract. Conveyor is a conveyance used to move coal from one place to another continuously. The conveyor is supported by a static building structure made of carbon steel. Carbon steel is used because it is strong and resistant to temperature and pressure, but is susceptible to corrosion due to the influence of its environment. This research was conducted to determine the type of corrosion, corrosion control methods, Corrosion Rate, and Remaining Service Life of the conveyor structure. This research uses the thickness reduction measurement method. Measurements are made to determine the actual thickness of the conveyor structure which has a design life of 15 years and a service life of 7 years. The conveyor structure is above ground level, and has a length of 94 meters which is divided into 3 segments and 25 test points. Measurements were taken using a smart sensor ultrasonic thickness gauge TT 130. The type of corrosion that occurs on the conveyor structure is uniform corrosion. The corrosion control method used is a coating method with a three-layer system using Seaguard 5000 as a primary coating, Sherglass FF as an intermediate coating, and Aliphatic acrylic modified polyurethane as a top coating. Corrosion Rates that occur at each test point range from 0.1543 - 0.2843 mm / year which falls into the "Good" category based on the relative corrosion resistance of steel. Remaining Service Life of the conveyor structure ranges from 9.73 - 12.43 years which shows that all test points are predicted to reach their design life.

Keywords: *Conveyor structure, Carbon steel, Coating.*

Abstrak. Conveyor merupakan suatu alat angkut yang digunakan untuk memindahkan material dari suatu tempat ke tempat lainnya secara continue. Conveyor tersebut didukung oleh adanya suatu struktur bangunan statis yang terbuat dari baja karbon. Baja karbon digunakan karena sifatnya yang kuat dan tahan terhadap temperatur dan tekanan, namun rentan untuk mengalami korosi akibat dari pengaruh lingkungannya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis korosi, metode pengendalian korosi, Corrosion Rate dan Remaining Service Life struktur conveyor. Penelitian ini menggunakan metode pengukuran pengurangan ketebalan. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui tebal aktual struktur conveyor yang memiliki umur desain 15 tahun dan umur pakai 7 tahun. Struktur conveyor berada di atas permukaan tanah dan memiliki panjang 94 meter yang dibagi ke dalam 3 segmen dan 25 test point. Pengukuran tebal aktual dilakukan menggunakan alat Smart Sensor Ultrasonic Thickness Gauge TT 130. Jenis korosi yang terjadi pada struktur conveyor adalah korosi merata. Metode pengendalian korosi yang digunakan adalah metode coating dengan sistem Three layers, yaitu Seaguard 5000 sebagai primer coating, Sherglass FF sebagai intermediate coating dan Aliphatic acrylic modified polyurethane sebagai top coating. Corrosion Rate yang terjadi pada tiap test point berkisar antara 0,1543 – 0,2843 mm/tahun yang termasuk ke dalam kategori “good” berdasarkan ketahanan korosi relatif baja. Remaining Service Life struktur conveyor berkisar antara 9,73 – 12,43 tahun yang menunjukkan seluruh test point diprediksi dapat mencapai umur desainnya.

Kata Kunci: *Struktur conveyor, Baja karbon, Coating.*

A. Pendahuluan

Industri pertambangan batubara merupakan salah satu industri vital yang sangat penting bagi keberlangsungan kegiatan industri lainnya di Indonesia, dimana batubara merupakan salah satu sumber energi utama selain minyak dan gas bumi. Di Indonesia kebutuhan akan batubara sangatlah tinggi, sebagian besar batubara di Indonesia dimanfaatkan sebagai bahan bakar pembangkit listrik. Dengan banyaknya permintaan atas kebutuhan batubara tersebut, maka kegiatan penambangan batubara perlu dikelola dengan cara sebaik-baiknya. Salah satu hal yang menjadi faktor tercapainya produksi batubara tersebut adalah dengan penggunaan dan perawatan transportasi atau alat angkut yang baik. Salah satu alat angkut yang biasa dipakai untuk mentransportasikan batubara adalah *conveyor*[1]

Conveyor merupakan suatu alat angkut yang digunakan untuk memindahkan batubara dari suatu tempat ke tempat lainnya, baik itu jarak dekat maupun jarak jauh secara *continue*. *Conveyor* tersebut didukung oleh adanya suatu struktur bangunan statis yang terbuat dari baja karbon. Baja karbon sendiri terbuat dari campuran logam yang sebagian besarnya adalah besi (Fe) ditambah dengan material carbon (C). Baja karbon digunakan karena sifatnya yang kuat dan fleksibel, namun rentan untuk mengalami korosi.

Korosi merupakan penurunan kualitas logam akibat adanya interaksi antara logam dengan lingkungan sekitarnya. Terjadinya korosi tidak dapat dihindari namun dapat dicegah dengan beberapa cara, salah satunya adalah *coating*. *Coating* adalah pelapisan pada permukaan struktur logam sebagai pelindung struktur logam dari lingkungan sekitarnya. Selain dari *coating*, penentuan desain konstruksi struktur *conveyor* yang baik dan *monitoring* adalah hal yang perlu dilakukan untuk mencegah tingginya *Corrosion Rate* pada struktur *conveyor* sehingga struktur *conveyor* tersebut dapat mencapai umur desain yang diinginkan.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

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

B. Metodologi Penelitian

Peneliti menggunakan metode pengambilan data primer dengan pengukuran secara langsung yang terdiri dari data umur *design* struktur *conveyor*, umur pakai Struktur *conveyor*, tebal nominal struktur *conveyor*, dan tebal aktual struktur *conveyor*. Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari data curah hujan, kelembapan udara dan temperatur udara yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik, data spesifikasi *coating* yang meliputi spesifikasi *primer coating*, *intermediate coating* dan *top coating*, yang diperoleh dari *Sherwin Williams*, spesifikasi material struktur *conveyor* diperoleh dari *American Society for Testing and Material* (ASTM) A36.

Pengolahan data yang dilakukan untuk menentukan *Thickness Required*, *Corrosion Rate* dan *Remaining Service Life* struktur *conveyor* dengan metode pengukuran pengurangan ketebalan struktur *conveyor*. Analisis data yang dilakukan dengan metode komparatif antara *Corrosion Rate* terhadap ketahanan korosi relatif baja dan antara *Remaining Service Life* terhadap umur desain struktur *conveyor*.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Struktur *conveyor* yang digunakan di tambang batubara PT GHI Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan adalah material baja karbon ASTM A36 dengan kandungan <0,3% karbon, dimana baja karbon jenis tersebut termasuk ke dalam *low carbon steel* (baja karbon rendah). Komposisi dari baja karbon ASTM A36 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Komposisi Kimia Material Struktur Conveyor

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

Sumber: ASTM A36, 2004

Pengendalian korosi yang digunakan pada daerah penelitian menggunakan metode *coating* sistem 3 layer yang terdiri dari *primer coating*, *intermediate coating* dan *top coating*. Berikut jenis *coating* yang digunakan pada metode pengendalian korosi.

1. Primer Coating

Primer coating yang digunakan adalah jenis Seaguard 5000 yang merupakan lapisan pertama yang digunakan pada permukaan struktur conveyor dan berfungsi untuk mencegah terjadinya karat dan meningkatkan daya lekat.

2. Intermediate coating

Intermediate coating yang digunakan adalah jenis *Sherglass FF*, berfungsi untuk menambah ketebalan *coating* sesuai dengan ketebalan yang diinginkan.

3. Top Coating

Top coating yang digunakan adalah jenis *Aliphatic Acrylic Modified Polyurethane* yang memiliki fungsi sebagai pelindung permukaan struktur sehingga dapat mencegah terjadinya pengelupasan pada struktur Conveyor dan memberikan tampilan warna yang lebih baik.

Sebelum dapat menghitung *Thickness Required (TR)*, *Corrosion Rate (CR)* dan *Remaining Service Life (RSL)*, perlu diketahui terlebih dahulu umur pakai, tahun pemasangan dan umur *design* dari struktur conveyor. Keterangan tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2** dibawah ini.

Tabel 2. Umur Pakai dan Umur Design Struktur Conveyor

Keterangan	Tahun
Tahun Pemasangan	2014
Tahun Inspeksi/Pengukuran	2021
Umur Pakai (tahun)	7
Umur <i>Design</i> (tahun)	15
Sisa Umur <i>Design</i> (tahun)	8
Tahun Akhir <i>Design</i>	2029

Untuk dapat menentukan nilai *Corrosion Rate* tiap dan *Remaining Service Life* tiap test point, diperlukan data tebal nominal dan tebal aktual struktur conveyor. Tebal nominal diperoleh dari data rancangan struktur conveyor diawal pemasangan konstruksi. Untuk mendapat data tebal aktual dilakukan pengukuran ketebalan struktur conveyor tiap test point. Pengukuran pengurangan ketebalan struktur conveyor dilakukan dengan menggunakan alat *Smart Sensor Ultrasonic thickness gauge TT 130*. Pengukuran dilakukan pada 25 test point. Hasil pengukuran tebal aktual dan perhitungan *Corrosion rate* serta *Remaining service life* dapat dilihat pada tabel 2.



Gambar 1. Smart Sensor Ultrasonic Thickness Gauge TT 130

Tabel 3. Hasil Pengukuran dan Perhitungan

Test Point	Jenis Struktur	Tebal Nominal (mm)	Tebal Aktual (mm)	Pengurangan Ketebalan (mm)	Thickness Required (mm)	CR (mm/tahun)	RSL (tahun)
Segmen 1	1 Support Roller	11,00	9,61	1,39	7,3370	0,1986	11,45
	2 Column						
	3 a. flange	14,50	12,59	1,91	9,6715	0,2729	10,70
	4 b. web	11,00	9,51	1,49	7,3370	0,2129	10,21
	5 Girder						
	6 a. flange	13,00	11,23	1,77	8,6710	0,2529	10,12
	7 b. web	9,00	7,82	1,18	6,0030	0,1686	10,78
	8 Support Roller	11,00	9,64	1,36	7,3370	0,1943	11,85
Segmen 2	9 Girder						
	10 a. flange	13,00	11,20	1,80	8,6710	0,2571	9,83
	11 b. web	9,00	7,85	1,15	6,0030	0,1643	11,24
	12 Support Roller	11,00	9,66	1,34	7,3370	0,1914	12,14
	13 Girder						
	14 a. flange	13,00	11,22	1,78	8,6710	0,2543	10,02
	15 b. web	9,00	7,87	1,13	6,0030	0,1614	11,57
	16 Girder						
Segmen 3	17 a. flange	13,00	11,24	1,76	8,6710	0,2514	10,22
	18 b. web	9,00	7,83	1,17	6,0030	0,1671	10,93
	19 Bracing	12,70	10,96	1,74	8,4709	0,2486	10,01
	20 Girder						
	21 a. flange	13,00	11,19	1,81	8,6710	0,2586	9,74
	22 b. web	9,00	7,88	1,12	6,0030	0,1600	11,73
	23 Column						
	24 a. flange	14,50	12,51	1,99	9,6715	0,2843	9,98
Segmen 4	25 b. web	11,00	9,59	1,41	7,3370	0,2014	11,19
	26 Bracing	12,70	10,93	1,77	8,4709	0,2529	9,73
	27 Girder						
	28 a. flange	13,00	11,28	1,72	8,6710	0,2457	10,62
	29 b. web	9,00	7,92	1,08	6,0030	0,1543	12,43
	30 Girder						
	31 a. flange	13,00	11,26	1,74	8,6710	0,2486	10,42
	32 b. web	9,00	7,89	1,11	6,0030	0,1586	11,90

Contoh Perhitungan

Berikut adalah contoh perhitungan *Thickness Required* (TR) / tebal minimal
Lokasi = *Bracing* (Test point 16)

$$\begin{aligned} \text{TR} &= 0,667 \times \text{Tebal Nominal} \\ &= 0,667 \times 12,7 \text{ mm} \\ &= 8,4709 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berikut adalah contoh perhitungan *Corrosion Rate* (CR) / laju korosi
Lokasi = *Bracing* (Test point 16)

$$\begin{aligned} \text{CR} &= \frac{\text{Tebal Nominal} - \text{Tebal Aktual}}{\text{Umur Pakai}} \\ &= \frac{12,7 \text{ mm} - 10,96 \text{ mm}}{7 \text{ tahun}} \\ &= 0,2486 \text{ mm/tahun} \end{aligned}$$

Berikut adalah contoh perhitungan *Remaining Service Life* (RSL) / sisa umur pakai
Lokasi = *Bracing* (Test point 16)

$$\begin{aligned} \text{RSL} &= \frac{\text{Tebal Aktual} - \text{TR}}{\text{CR}} \\ &= \frac{10,96 \text{ mm} - 8,4709 \text{ mm}}{0,2486 \text{ mm/tahun}} \\ &= 10,01 \text{ tahun} \end{aligned}$$

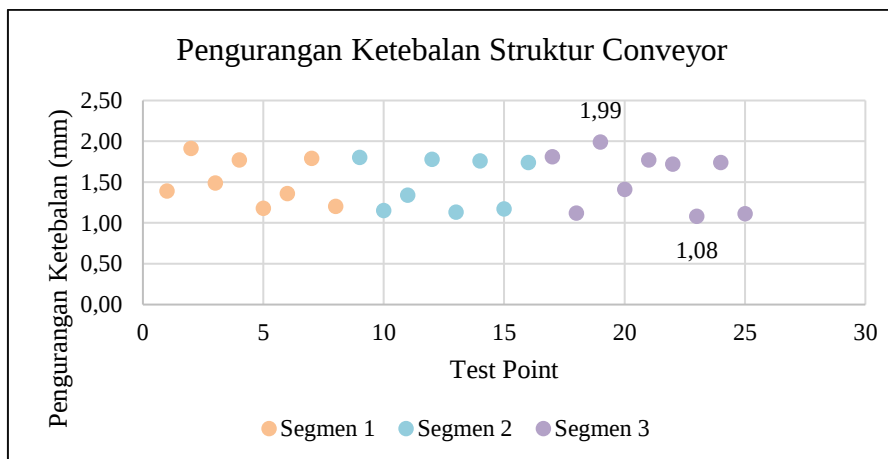
Berdasarkan nilai *Corrosion Rate* pada tiap struktur *conveyor* yang berkisar antara 0,1543 - 0,2483 mm/tahun, maka menurut tabel ketahanan korosi relatif baja termasuk ke dalam kategori *Good*.

Tabel 3. Ketahanan Korosi Relatif Baja

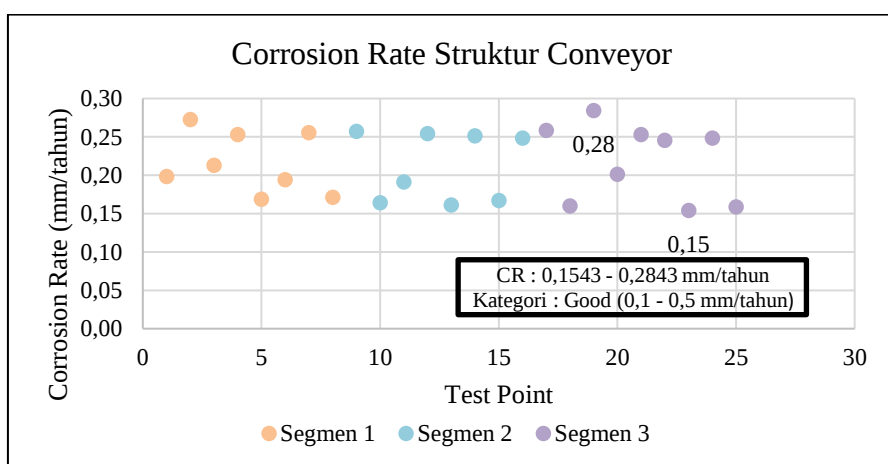
<i>Relative Corrosion Resistance</i>	Mpy	mm/yr	µm/yr	Nm/h	Pm/s
<i>Outstanding</i>	<1	<0.02	<25	<2	<1
<i>Excelent</i>	1 – 5	0.02 – 0.1	25 – 100	2 – 10	1 – 5
<i>Good</i>	1 – 5	0.1 – 0.5	100 – 500	10 – 50	20 – 50
<i>Fair</i>	20 – 50	0.5 – 1	500 – 1,000	50 – 150	20 – 50
<i>Poor</i>	50 – 200	1 – 5	1,000 – 5,000	150 – 500	50 – 200
<i>Unacceptable</i>	200+	5+	5,000+	500+	200+

Sumber : Jonnes, Danny A., 1991

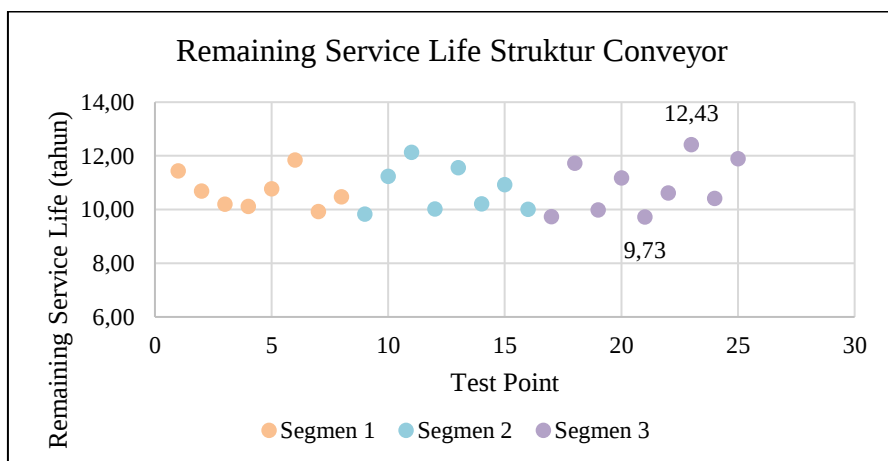
Berdasarkan hasil perhitungan, dimana umur desain dikurangi umur pakai struktur *conveyor* adalah 8 tahun, maka seluruh *test point* diprediksi dapat mencapai umur desainnya. Hal ini menandakan bahwa perancangan desain struktur dan pengendalian korosi telah dilakukan dengan baik. *Test point* dengan *Remaining Service Life* terendah berada pada *test point* 21 yang merupakan struktur *bracing* dengan nilai 9,73 tahun. *Test point* dengan *Remaining Service Life* tertinggi berada pada *test point* 23 yang merupakan struktur *girder web* dengan nilai 12,43 tahun. Seluruh struktur *conveyor* diprediksi akan mencapai umur desain yang direncanakan selama 15 tahun.



Gambar 5. Pengurangan Ketebalan Struktur Conveyor



Gambar 6. Corrosion Rate Struktur Conveyor



Gambar 7. Remaining Service Life Struktur Conveyor

Korosi terjadi karena adanya interaksi antara logam dengan lingkungannya. Dalam hal ini beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat *Corrosion Rate* diantaranya adalah faktor iklim seperti kontak langsung dengan oksigen, curah hujan, kelembapan dan suhu udara. Semakin besar interaksi antara logam dengan lingkungan sekitarnya dalam hal ini adalah air dan oksigen, maka semakin besar pula tingkat *Corrosion Ratenya*. Semakin besar *Corrosion Ratenya*, maka kemungkinan akan semakin kecil umur pakai dari struktur *conveyor*.

D. Kesimpulan

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

1. Korosi yang terjadi pada struktur *Conveyor G* adalah jenis korosi merata.
2. Pengendalian korosi yang digunakan adalah metode coating dengan sistem three layers yaitu dengan primer coating menggunakan Seaguard 5000, intermediate coating dengan Sherglass FF dan top coating dengan Aliphatic acrylic modified polyurethane.
3. *Corrosion Rate* atau laju korosi yang terjadi pada struktur *Conveyor G* di tambang PT GHI adalah berkisar pada 0,1543 – 0,2843 mm/tahun. Kisaran nilai tersebut termasuk ke dalam kategori “Good” berdasarkan tingkat ketahanan korosi relatif baja. *Remaining Service Life* atau sisa umur pakai berkisar antara 9,7 – 12,4 tahun dan seluruh *test point* diprediksi dapat mencapai umur desainnya, yaitu 15 tahun.

Acknowledge

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Afandi, Yudha Kurniawan, Irfan Syarif Arief, Amiadji, 2015, “**Analisa Corrosion Rate Pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating**”, Jurnal Teknik Its Vol. 4, No.1, ISSN 2337-3539.
- [2] Annisa, Marselinus, Untung Dwiatmoko, Uyu Saismana, Nirwani Putriana Gultom, Very Antoni, 2022, “**Studi Karakteristik Batubara terhadap Lingkungan Pengendapan Batubara pada Formasi Tanjung Kalimantan Selatan**”, Jurnal Geosapta Vol.08 No.2, ISSN : 2527-5844.
- [3] Anonim, 2004, A36: “Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens”, West Conshohocken, PA: ASTM, 2004.
- [4] Anonim, 2013, “**Seaguard 5000 HS Epoxy**”, Sherwin Williams Protective & Marine Coatings.
- [5] Anonim, 2019, “**VOC Aliphatic Polyurethane**”, Sherwin Williams Protective & Marine Coatings.
- [6] Anonim, 2020, “**Sher-glass FF, Glass Flake Reinforced Epoxy**”, Sherwin Williams Protective & Marine Coatings.
- [7] Anonim, 2020, “Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara”, Presiden Republik Indonesia.
- [8] Arif, Irwandy, 2014, “**Batubara Indonesia**”, Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- [9] Arifin, Jaenal, Helmy Purwanto, Imam Syafa’at, 2017, “**Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Smaw Baja ASTM A36**”, Jurnal Momentum, Vol. 13, No. 1, April 2017, Hal 27–31.
- [10] Dunlop, 2009, “**Handbook Conveyor, Conveyor Mining Belting Australia**”, Australia : Fenner Dunlop.
- [11] Jonnes, Danny A., 1991, “**Principles and Prevention of Corrosion**”, New York : Macmillan Publishing Company.
- [12] Prodjosumarto, Partanto, 1993, “**Pemindahan Tanah Mekanis**”, Institut

- Teknologi Bandung : Bandung.
- [13] Rusmarwanto, Hendri, B.Kuncoro, Dan A. Harjanto. 2015, “Geologi dan Faktor yang Mempengaruhi Tebal Lapisan Batubara di Daerah Cintapuri dan Sekitarnya, Kecamatan Simpang Empat Pangaron, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan”, *Jurnal Ilmiah Geologi Pangea* Vol.2, No.1, Juni 2015, ISSN 2356-024x; P46 – 55, Universitas Veteran Yogyakarta, Yogyakarta.
 - [14] Sukandarrumidi, 1995, **“Batubara dan Gambut”**, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
 - [15] Sukma, J.A., Umardani dan Yusuf, 2012, **“Pengerasan Permukaan Baja Karbon ST 40 Dengan Metode Nitridasi Dalam Larutan Kalium Nitrat”**, *Rotasi*, Vol. 13, No. 4, Pp.10-35, 2012, Doi:10.147 10 /Rotasi.13.4.20-23.
 - [16] Utomo, Budi 2009, **“Jenis Korosi dan Penanggulangannya”**, *Jurnal Ilmu Pengtahuan dan Teknologi Kelautan*, Vol. 6, no. 2, pp.138-141. Universitas Diponegoro, Semarang.
 - [17] Yeni, Elviya, 2022, **“Remaining Service Life Struktur Conveyor C pada Tambang Batubara PT XYZ di Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan”**, *Prosiding Teknik Pertambangan*, ISSN: 2828-2140, Universitas Islam Bandung.
 - [18] 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.
 - [19] 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.
 - [20] 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.