

Remaining Service Life Discharge Conveyor G Pada Tambang Batubara PT GHI di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan

Nurul Azizah*, Elfida Moralista, Zaenal

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

*azizah.nurul531@gmail.com , elfidamoralista95@gmail.com, zaenal.mq66@gmail.com

Abstract. The transfer of coal material at PT GHI in Tanah Laut Regency, South Kalimantan Province usually uses conveyors. This conveyor is one of the mechanical devices used to move material from one place to another. This conveyor structure has a carbon steel base material which is a material that is prone to corrosion. This corrosion is caused by a reaction with the surrounding environment and the presence of impurities in coal. For this reason, it is necessary to monitor and control corrosion. This study aims to determine the type of corrosion that occurs, corrosion control methods, and the corrosion rate and remaining service life of the conveyor structure. The research was conducted on a 94 meter long conveyor structure which was divided into 3 segments consisting of 25 test points. The methodology in this research is thickness reduction measurement. Measurements were made on the conveyor structure using the Smart Sensor Ultrasonic Thickness Gauge TT 130. Data on nominal thickness, actual thickness and service life are used to calculate the corrosion rate and remaining service life of the conveyor structure. Environmental conditions in the research area based on data from 2015 - 2019 have an average rainfall of 229.26 mm / year, an average relative humidity of 79.44% and an average temperature of 28.16°C. The type of corrosion that occurs on the conveyor structure is uniform corrosion. The corrosion control method used is the Three Layers System Coating method with 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. Pemindahan material batubara di PT GHI di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan ini biasanya menggunakan Conveyor. Conveyor ini merupakan salah satu alat mekanis yang digunakan untuk memindahkan material dari satu tempat ke tempat lainnya. Struktur Conveyor ini memiliki bahan dasar baja karbon yang mana material ini merupakan material yang rawan terhadap korosi. Korosi ini disebabkan adanya reaksi dengan lingkungan sekitar dan adanya pengotor pada batubara. Untuk itu perlu dilakukan monitoring dan pengendalian korosi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis korosi yang terjadi, metode pengendalian korosi, dan laju korosi dan sisa umur pakai struktur conveyor. Penelitian dilakukan pada struktur Conveyor sepanjang 94 meter yang terbagi menjadi 3 segmen yang terdiri dari 25 test point. Metodologi dalam penelitian ini adalah pengukuran pengurangan ketebalan. Pengukuran dilakukan pada struktur conveyor menggunakan alat Smart Sensor Ultrasonic Thickness Gauge TT 130. Data tebal nominal, tebal aktual dan umur pakai yang digunakan untuk menghitung corrosion rate serta remaining service Life dari struktur conveyor. Kondisi lingkungan di daerah penelitian berdasarkan data dari tahun 2015 – 2019 memiliki curah hujan rata-rata 229,26 mm/tahun, kelembapan relatif rata-rata 79,44% dan temperatur rata-rata 28,16°C. Jenis korosi yang terjadi pada struktur conveyor merupakan korosi merata. Metode pengendalian korosi yang digunakan merupakan metode Coating Three Layers System dengan 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 merupakan salah satu negara dengan sumberdaya alam batubara yang melimpah, yang mana penggunaan batubara saat ini masih tinggi khususnya dalam sektor industri dan sumber energi pembangkit listrik. Untuk memaksimalkan produksi batubara perlu digunakan alat mekanis untuk mempermudah proses pengangkutan batubara. Salah satu alat mekanis yang digunakan dalam proses pengangkutan batubara adalah conveyor. Pada penggunaan struktur conveyor berbahan dasar logam yaitu baja karbon ini memiliki sifat ketahanan terhadap tekanan dan temperatur. Meski begitu penggunaan struktur conveyor ini rentan terhadap oksidasi yang menyebabkan terjadinya korosi.

Korosi merupakan degradasi logam akibat berinteraksi dengan lingkungannya sehingga mampu menurunkan kualitas struktur conveyor dan mempengaruhi ketahanannya. Penyebab adanya korosi ini terjadi Ketika terdapat reaksi antara logam yang teroksidasi oleh oksigen selain itu adanya zat pengotor dan air yang terdapat pada batubara yang diangkut, dan faktor eksternal lainnya juga menjadi salah satu hal yang mempercepat terjadinya korosi pada struktur conveyor (Budi Utomo, 2009)[11]

Untuk mencegah terjadinya korosi maka perlu dilakukan pengendalian dan pengawasan pada struktur conveyor yang digunakan. Penggunaan metode coating merupakan salah satu cara pengendalian korosi, hal ini dilakukan untuk memproteksi struktur conveyor yang digunakan. Selain menggunakan coating pada conveyor, perlu dilakukan juga monitoring pada setiap bagian untuk melihat dan menganalisa bagian mana yang terkena korosi paling parah. Pengukuran yang dilakukan pada monitoring ini dengan mengukur pengurangan ketebalan struktur conveyor untuk mengetahui Corrosion Rate dan Remaining Service Life

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat tujuan dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut.

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

B. Metodologi Penelitian

Conveyor merupakan suatu rangkaian sistem mekanis yang digunakan untuk memindahkan material dari satu area ke area yang lainnya, Conveyor ini merupakan rangkain yang efektif untuk memindahkan material berat dan dalam partai besar secara terus menerus. Conveyor ini merupakan salah satu alat yang sering digunakan tidak hanya pada industri tambang maupun industri lainnya. Penggunaan Conveyor ini lebih efisien dan menghemat pengeluaran dari pada metode konvensional atau menggunakan alat mekanis dan operator manusia, selain itu juga penggunaan Conveyor tidak memiliki batas kapasitas, jarak yang ditempuh, dan waktu pemindahan, terus berjalan sesuai alur Conveyor nya.

Struktur conveyor terdapat bagian-bagian yang menyusunnya, antara lain sebagai berikut:

1. Girder merupakan sebuah balok diantara dua penyangga yang dapat berupa pier ataupun abutment pada suatu struktur conveyor. Grider ini dapat terbagi menjadi bagian :
Girder Flang: Dua baja pengapit sebagai penyangga pada struktur conveyor.
Girder Web: Baja yang terletak di bagian tengah pada struktur conveyor
2. Support Roller merupakan bagian conveyor yang berfungsi sebagai penyangga roller di saat dilakukan proses pengelasan pada kedua ujung roller.
3. Bracing merupakan bagian conveyor yang berfungsi untuk menahan gaya vertikal seperti beban gravitasi dan gaya horizontal seperti beban gempa, sehingga dapat mencegah guncangan berlebih pada struktur conveyor.
4. Support conveyor merupakan bagian conveyor yang berfungsi untuk membantu conveyor dalam menjalankan fungsinya dalam memindahkan material dari suatu tempat ke tempat lainnya.

5. Column adalah struktur utama yang digunakan pada posisi vertikal pada conveyor yang berfungsi sebagai penahan beban vertikal dari rafter/kuda-kuda ke pondasi. Bagian Column ini terbagi menjadi 2 macam, yakni:

Column Flang: Kolom yang terletak di bagian sayap.

Column Web: Kolom yang terletak di bagian bawah

Salah satu material yang digunakan pada struktur conveyor ini adalah baja karbon yaitu baja ASTM A36. Baja karbon ini merupakan campuran dari unsur besi (Fe) dan unsur karbon (C). Kandungan karbon dalam baja bisa mencapai 0,2% hingga 2,1%. Campuran karbon pada baja berfungsi sebagai unsur pengeras struktur baja dan menguatkan kekuatan tariknya. Selain karbon, terdapat juga unsur lain yang biasanya ditambahkan pada baja karbon sulfur (S), fosfor (P), mangan (Mn) dan unsur lainnya. Jenis baja karbon biasanya dibedakan berdasarkan kandungan karbonnya yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi (Nedal Mohamed, 2009) [13]. penjelasan lebih lanjutnya adalah:

1. Baja Karbon Rendah (Low Carbon Steel): Baja karbon rendah ini adalah jenis baja dengan kandungan karbon < 0,3%.
2. Baja Karbon Sedang (Medium Carbon Steel): Baja karbon sedang merupakan jenis baja yang memiliki kandungan karbon 0,3%-0,6%.
3. Baja Karbon Tinggi (High Carbon Steel): Baja karbon tinggi merupakan jenis baja yang memiliki kandungan karbon >0,6%.

Tabel 1. Komposisi Kimia Struktur Conveyor (ASTM A36)

Jenis Unsur	Kadar (%)
Ferrum (Fe), max	99,06
Karbon (C), max	0,25
Silicon (Si), max	0,4
Copper (Cu), min	0,2
Sulfur (S), max	0,05
Phosphorous (P), max	0,04

Sumber: ASTM A36, 2004

Korosi merupakan salah satu sebutan umum untuk pengkaratan pada logam yang mana ini merupakan hasil dari reaksi kimia bahan logam yang berinteraksi dengan kondisi lingkungan sekitar. Ini menyebabkan logam bereaksi dengan lingkungan dan terdapat reaksi elektrokimia yang menyebabkan terjadinya korosi. Faktor lingkungan ini bisa saja berupa uap air, oksigen, atau oksidasi asam yang terlarut di sekitar area tersebut. Korosi sendiri dapat diartikan pula sebagai sistem termodinamika logam dengan lingkungannya untuk mencapai kesetimbangan logam yang lebih stabil. (Trethewey, et al, 1991) [21]. Pada umumnya di dalam korosi reaksi yang terjadi adalah reaksi reduksi oksidasi dengan H^+ yang terjadi merupakan korosi yang bersifat asam dan reaksi reduksi di dalam suasana yang asam dan cenderung lebih spontan

Jenis-jenis korosi menurut Budi Utomo (2009) [11] yaitu: korosi merata (Uniform Corrosion), korosi sumuran (Pitting Corrosion), korosi erosi (erosion corrosion), korosi celah (crevice corrosion), korosi tegangan (stress corrosion), korosi galvanic (galvanic corrosion). Faktor – faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi menurut Jones, et al (1996) [14] adalah faktor eksternal yang biasanya terjadi akibat adanya faktor lingkungan daerah sekitar dan faktor internal yang merupakan salah satu faktor yang dipengaruhi oleh komposisi logam yang digunakan dan aspek metalurgi yang terjadi pada logam.

Untuk melakukan pengendalian untuk menghindari terjadinya korosi maka perlu dilakukan perlindungan. Perlindungan pada baja ini bisa menggunakan beberapa metode salah satunya adalah metode coating, metode coating ini digunakan untuk melindungi permukaan logam dari korosi. Metode perlindungan lain yang bisa digunakan untuk mencegah terjadinya korosi adalah seleksi material baja yang akan digunakan, proteksi katodik, proteksi anodik,

dan penambahan inhibitor korosi. Inspeksi dan pengawasan korosi perlu dilakukan untuk mengukur suatu logam yang terkena korosi dan memberikan peringatan secara dini sehingga suatu perusahaan bisa mengevaluasi struktur conveyor yang digunakan untuk melakukan pencegahan secara cepat dan tepat. Untuk melakukan pengawasan korosi ini bisa menggunakan beberapa cara dari mulai pengukuran pengurangan ketebalan pada struktur conveyor, metode kehilangan berat, dan metode elektrokimia.

Salah satu metode pengawasan korosi adalah pengukuran pengurangan ketebalan, pengurangan ketebalan ini bisa digunakan untuk mencari corrosion rate (laju korosi) dan remaining service life suatu struktur conveyor. Corrosion rate merupakan penurunan kualitas logam terhadap satuan waktu (mm/tahun). Corrosion rate ini biasanya dipengaruhi oleh tebal nominal, tebal aktual, dan selisih antara waktu inspeksi dan waktu pemasangan awal dari struktur conveyor. Tebal nominal sendiri merupakan tebal awal saat dilakukan pemasangan yang mana ini biasanya sesuai dengan pabrikasi baja tersebut (mm), sedangkan tebal aktual merupakan tebal yang logam saat dilakukan inspeksi (mm). Dari data tebal nominal dikurangi dengan tebal aktual bisa diketahui ketahanan korosi relatif dari baja yang berkaitan dengan klasifikasi berdasarkan hasil laju korosi, apakah baja tersebut tahan terhadap korosi atau tidak. Ketahanan korosi relatif baja ini bisa digolongkan menjadi enam kategori, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ketahanan Korosi Relatif Baja

Ketahanan Korosi Relatif	mils/year	mm/year	$\mu\text{m}/\text{year}$	Nm/h	Pm/s
<i>Outstanding</i>	<1	<0,02	<25	<2	<1
<i>Excellent</i>	01-May	0,02-0,1	25-100	02-Oct	01-May
<i>Good</i>	May-20	0,1-0,5	100-500	Oct-50	May-20
<i>Fair</i>	20-50	0,5-1	500-1000	50-150	20-50
<i>Poor</i>	50-200	01-May	1000-5000	150-500	50-200
<i>Unacceptable</i>	>200	>5	>5000	>500	>200

Sumber: Jones, Danny A., 1996

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Struktur conveyor menggunakan material baja ASTM A36[2] baja ini merupakan jenis baja karbon rendah (low carbon steel) dengan kandungan karbon <0,3. Untuk menentukan Corrosion Rate (CR) dan Remaining Service Life (RSL) dari struktur conveyor yang digunakan maka dibutuhkan data tebal nominal dan tebal aktual. Untuk tebal nominal dari struktur conveyor bisa didapatkan dari data rancangan struktur conveyor diawal pemasangan konstruksi conveyor. Sedangkan untuk mengetahui tebal aktual ini menggunakan alat pengukuran ketebalan yaitu alat Smart Sensor Ultrasonic Thickness Gauge TT 130 yang dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar 1. Ultrasonic Thickness Gauge TT 130

Data hasil pengukuran ketebalan pada struktur conveyor didapatkan 25 test point dari Panjang conveyor 94 meter yang terbagi menjadi 3 segmen, didapatkan data tebal aktual dari struktur conveyor 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 – 31 m)	1	Support Roller	11	9,54	1,46
		Column			
	2	a. flang	14,5	12,52	1,98
	3	b. web	11	9,57	1,43
		Girder			
	4	a. flang	13	11,04	1,96
	5	b. web	9	7,81	1,19
	6	Support Roller	11	9,55	1,45
Segmen 2 (32 – 63 m)		Girder			
	7	a. flang	13	11,11	1,89
	8	b. web	9	7,84	1,16
	9	a. flang	13	11,08	1,92
	10	b. web	9	7,83	1,17
	11	Support Roller	11	9,52	1,48
		Girder			
	12	a. flang	13	11,08	1,92
	13	b. web	9	7,88	1,12
		Girder			
	14	a. flang	13	11,05	1,95
	15	b. web	9	7,87	1,13
	16	Bracing	12,7	10,8	1,9
		Girder			
	17	a. flang	13	11,27	1,73
	18	b. web	9	7,82	1,18
Segmen 3 (64 – 94 m)		Column			0
	19	a. flang	14,5	12,6	1,9
	20	b. web	11	9,61	1,39
	21	Bracing	12,7	10,72	1,98
		Girder			
	22	a. flang	13	11,26	1,74
	23	b. web	9	7,85	1,15
		Girder			

24	a. flang	13	11,25	1,75
25	b. web	9	7,86	1,14

Berdasarkan data yang diperoleh, maka didapatkan jenis korosi yang terjadi pada struktur conveyor merupakan jenis korosi merata (uniform corrosion). Hal ini bisa dilihat dari pengurangan ketebalan pada setiap test point nya berkisar 1,1200 – 1,9800 mm. korosi merata bisa terjadi akibat adanya kerusakan lapisan coating yang melindungi permukaan struktur conveyor sehingga permukaan logam terekspos, selain itu terjadi juga interaksi antara logam dengan lingkungan sekitarnya seperti curah hujan yang tinggi sebanyak 229,26 mm/tahun, suhu daerah sekitar 28,16oC, dan kelembapan udara sebesar 79,44%. Adanya interaksi dengan lingkungan sekitar ini bisa menyebabkan adanya reaksi oksidasi dan mengakibatkan lapisan coating rusak dan terjadi korosi pada permukaan struktur conveyor.

Metode pengendalian yang dilakukan pada struktur conveyor untuk mengatasi terjadinya korosi ini adalah metode coating. Metode coating ini dipilih karena pengaplikasian metode coating ini mudah dilakukan. Selain itu pengaplikasian metode coting ini diharapkan bisa menghambat korosi dan struktur conveyor yang digunakan bisa mencapai umur desainnya.

Metode coating yang dilakukan pada struktur conveyor mernggunakan coating three layer system, ini terdiri dari primer coating menggunakan Seaguard 5000 yang bertujuan untuk pencegahan terjadinya karat dan menamba daya lekat pada permukaan struktur conveyor. Intermediate coating menggunakan Shearglass FF yang bertujuan untuk menambah ketebalan coating sesuai dengan yang dibutuhkan. Untuk lapisan terakhir adalah top coating menggunakan Aliphatic Acrylic Modified Polyurethane yang bertujuan untuk melindungi permukaan struktur conveyor, mencegah pengelupasan dan menjadikan tampilannya lebih menarik dengan pilihan warna yang terang.

1. Primer coating

Primer coating ini merupakan pengecatan yang digunakan pertama kali pada permukaan struktur Conveyor yang memiliki fungsi untuk mencegah terjadinya korosi serta meletakkan struktur Conveyor Ketika akan dilakukan coating lanjutan. Jenis primer coating yang digunakan pada struktur Conveyor ini yaitu Seaguard 5000 yang biasanya digunakan pada baja. Penggunaan primer coating ini dilakukan pada permukaan dengan Temperatur udara 1,7oC (minimum) dan 43oC (maximum) serta pada kondisi kelembaban di bawah 85%. Seaguard 5000 didesain untuk system anti korosi dengan jenis performa yang tinggi.



Gambar 2. Seaguard 5000

2. Intermediate coating

Intermediate coating ini pada dasarnya merupakan bagian pengecatan yang digunakan setelah pengecatan primer coating pada bagian permukaan struktur Conveyor yang mana ini memiliki fungsi untuk menambah ketebalan hasil coating sebagai perlindungan baja yang diinginkan. Intermediate coating ini menggunakan cat sherglass FF. Jenis coating ini biasanya diformulasikan sebagai pelindung agar permukaan Conveyor tahan akan benturan maupun korosi. Pemakaian coating ini dilakukan pada

permukaan dengan Temperatur udara 13oC (minimum) dan 49oC (maximum) serta pada kondisi kelembaban di bawah 85%.



Gambar 3. Sherglass FF

3. Top coating

Top coating ini adalah bagian pengecatan paling luar yang digunakan setelah intermediate coating pada permukaan struktur Conveyor yang mana ini memiliki fungsi sebagai pelindung permukaan sehingga tidak terjadi pengelupasan. Top coating sendiri digunakan di bagian terluar agar memberikan kesan lebih menarik pada struktur Conveyor yang biasanya memiliki warna yang lebih menarik. Jenis coating yang digunakan pada struktur Conveyor adalah Aliphatic acrylic modified polyurethane yang merupakan modifikasi dari akrilik alifatik yang dirancang sebagai material coating lapisan terakhir dari suatu bagian material industri. Pengaplikasian pengecatannya dilakukan dengan cara penyemprotan atau dilakukan manual dengan kuas. Pemakaiannya dapat dilakukan pada permukaan dengan temperatur udara 4,4OC (minimum) dan 37,8OC (maximum) serta berada pada kelembapan udara di bawah 85%.



Gambar 4. Aliphatic Acrylic Modified Polyurethane

D. Kesimpulan

Berdasarkan Hasil Penelitian pada struktur conveyor pengangkut batubara di daerah penelitian maka didapatkan beberapa poin kesimpulan, diantaranya:

1. Jenis korosi yang terjadi pada struktur Conveyor di perusahaan tambang batubara PT GHI yaitu korosi merata (Uniform Corrosion).
2. Metode pengendalian korosi yang diaplikasikan untuk mengatasi terjadinya korosi pada struktur Conveyor yaitu dengan metode Coating Three Layers System dengan menggunakan Seaguard 5000 Sebagai Primer Coating, Sherglass FF sebagai intermediate coating, dan Aliphatic Acrylic Modified Polyurethane sebagai top coating.
3. Nilai Corrosion Rate dari struktur Conveyor ini berkisar antara 0,1860 – 0,3300 mm/tahun, nilai ini termasuk pada kategori Good (baik) berdasarkan Ketahanan korosi relatif baja. Nilai Remaining Service Life (RSL) pada struktur Conveyor ini berkisar antara 6,82 – 10,0 tahun, ini berdasarkan umur desain 15 tahun dan umur pakai struktur

Conveyor sekitar 6 tahun maka sisa umur desain diharapkan terpenuhi. Nilai Remaining Service Life (RSL) ini terdapat 11 dari 25 Test Point atau sekitar 44% Test Point diperkirakan tidak dapat mencapai Umur desainnya.

Acknowledge

1. Kepada kedua orang tua penyusun Bapak Wihana dan Ibu Lilis yang selalu mendukung dan merawat penyusun dengan sepenuh hati, kakak – kakak Perempuan Penyusun Yuyun Muniroh dan Aam Maesaroh, S.Pd, yang telah mendukung dan menjadi panutan bagi penyusun memberikan motivasi dan semangat secara moril dan materil serta mendoakan penyusun sehingga dapat menyelesaikan kegiatan perkuliahan dan skripsi ini.
2. Penyusun mengucapkan terima kasih kepada Dosen dan Staff Pengajar Teknik Pertambangan, Universitas Islam Bandung atas segala dukungan dan dedikasi serta ilmu yang diberikan dan sangat berharga serta dukungannya kepada penyusun terutama Bapak Zaenal dan Ibu Elfida Moralista yang selalu memberikan dukungan penuh dalam penyusunan skripsi ini
3. Teknik Pertambangan Angkatan 2018 Universitas islam bandung Penyusun mengucapkan terima kasih kepada teman-teman Teknik Pertambangan Angkatan 2018 atas semangat, dukungan, waktu, tenaga, dan ilmu serta motivasi yang diberikan selama menjalani kegiatan perkuliahan di Universitas Islam Bandung.

Daftar Pustaka

- [1] Adrian VG, Moralista E, 2022, “Remaining Service Life Struktur Conveyor B Pada Tambang Batubara PT XYZ di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan” Universitas Islam Bandung, Bandunng Conference Series Mining Engineering 2, 491-498
- [2] 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.
- [3] Alfafa RA, Moralista E, 2022, “Remaining Service Life Struktur Conveyor D Pada Tambang Batubara PT XYZ di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan” Universitas Islam Bandung, Bandunng Conference Series Mining Engineering 2, 323-330
- [4] [Anonim, 2004, “ASTM A36 Steel”. United States: American Society for Testing Material.
- [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] Budi Utomo, 2009, “Jenis Korosi Dan Penanggulangannya”, Program Diploma III Teknik Perkapalan: UNDIP
- [12] Fedryana M, Moralista E, 2022, “Remaining Service Life Struktur Conveyor C Pada Tambang Batubara PT XYZ di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan”

- Universitas Islam Bandung, Bandung Conference Series Mining Engineering 2, 521-529
- [13] J.R. Davis Davis & Associates, 2000, “Corrosion Understanding The Basics”, ASM International.
 - [14] Jonnes, Danny A, 1991, “Principles and Prevention of Corrosion”, New York, Macmillan Publishing Company
 - [15] Nandi, 2006, “Minyak dan Gas Bumi”, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
 - [16] 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.
 - [17] Projosumarto, Ir. Partanto, 1993 “Pemindahan Tanah Mekanis”, Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.
 - [18] Roberge, Pierre, R, 2000, “Handbook of Corrosion Engineering”, New York, McGraw-Hill.
 - [19] Sidiq, Fajar, 2013, “Analisa Korosi dan Pengendaliannya”, Journal Foundry, Vol. 3, No. 1.
 - [20] Sukandarrumidi, 1995. “Batubara dan Gambut”, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
 - [21] Trethewey, Kenneth R dan Chamberlain, Jhon. 1991, “Korosi”, Jakarta, Gramedia Pustaka Utama