

Pengaruh Pelapisan *Fireproofing* Terhadap Korosi Adhesi Dan Struktur Mikro Material Baja *Ss400* Dan *S45c*

Budiarto^{a,1}, Dicky Antonius^a, Wisnu Agung Santoso^a

^a Program Studi Teknik Mesin, Universitas Kristen Indonesia Jakarta 13630

¹budiarto@uki.ac.id

ABSTRACT

This study describes the differences that occur in the fireproofing finish coating and SS400 and S45C metal material finish coating with sandblasting pretreatment at different initial surface corrosion conditions based on ISO 8501-1: 2007. Sandblasting pretreatment treatment for metal materials can affect the corrosion rate, the strength of the adhesion of the fireproofing and coating layers, and the microstructure of the coated material. The firing pressure was carried out constantly with a pressure of 8.5 bar and the result of surface roughness was SA 2 . The coating of the material uses a constant spray coating method with a pressure of 3.5 bar. Fireproofing finishes and coating finishes are classified based on the type of coating used. The type of coating used is Interseal 670HS, Interchar 2060 (fireproofing), and Interthane 990. The results of the study show that the initial conditions of surface corrosion greatly affect the results of the Corrosion Rate Test and Coating Adhesion Test. For the adhesion test, the fireproofing finish and the coating finish show that the coating finish is dominated by the coating finish. While the SEM-EDX test strengthens the results of the Corrosion Rate Test by obtaining the element Cl.

Keywords: fire proofing, pelapisan, korosi, strukturmikro, baja, SEM-EDX

Received 2 September 2024; **Presented** 2 Oktober 2024; **Publication** 20 Januari 2025

DOI: 10.71452/590808

PENDAHULUAN

Salah satu klasifikasi jenis baja yaitu baja karbon rendah. Baja karbon rendah memiliki kandungan unsur karbon dalam struktur baja kurang dari 0,3% C. Baja karbon rendah ini memiliki ketangguhan dan keuletan tinggi akan tetapi memiliki sifat kekerasan dan ketahanan aus yang rendah. Salah satu baja karbon rendah yaitu material *SS400*. Pada umumnya baja jenis ini digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan komponen struktur bangunan, pipa gedung, jembatan, bodi mobil, dan lain-lainnya [1]

Permukaan hasil pengolahan logam termasuk salah satu kualitas dalam keunggulan produk [2] Selain menjadi tolak ukur kualitas dalam keunggulan produk, hasil permukaan hasil pengolahan logam, berpengaruh juga pada korosi material produk yang dihasilkan.

Material terkorosi dengan bentuk korosi lokal dan umum, akibat lingkungan yang agresif, hal ini dapat terjadi karena material pelat baja tidak menggunakan sistem proteksi [3]

Seiring dengan berkembangnya teknologi ditemukan pula beberapa cara untuk memperlambat laju korosi, salah satunya adalah dengan proses pelapisan (*coating*). Pelapisan (*coating*) adalah proses untuk melapisi suatu bahan dasar (*substrate*) yang

bertujuan untuk melindungi material dari korosi dan memberi perlindungan pada material tersebut [4]

Keberhasilan dari proses *coating* (pelapisan) sangat tergantung pada proses *surface preparation*, dimana proses ini akan mempengaruhi kekuatan adhesi dari material [5]

Dalam penelitian mengenai sandblasting sebelumnya oleh Adhi Setyawan dkk, Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan permukaan sebelum *coating* baik dengan metode *sandblasting* maupun *powertool wire brush* dapat mempengaruhi ketahanan korosi logam baja. Penggunaan metode *sandblasting* menyebabkan terbentuknya profil permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan metode *powertool wire brush*. Dengan tingkat kekasaran yang tinggi menyebabkan daya adhesi cat lebih baik sehingga ketahanan korosi menjadi lebih tinggi [6]

Putu Hadi Setyarini dkk juga pernah melakukan penelitian mengenai laju korosi, bahwa dimana tekanan dan sudut penyemprotan pada proses *sandblasting* mempunyai pengaruh yang nyata terhadap laju korosi hasil pengecatan pada baja AISI 430, dimana semakin besar tekanan dan sudut penyemprotan maka laju korosinya menurun. Laju korosi rata-rata terendah sebesar 0.0000186 *mpy* terjadi pada tekanan 5,5 bar dan sudut penyemprotan 90°, sedangkan laju korosi rata-rata tertinggi terjadi pada tekanan penyemprotan 4 bar dan sudut penyemprotan 60° yaitu sebesar 0.000832 *mpy* [7]

Penelitian mengenai pelapisan *fireproofing* juga pernah dibahas oleh Gatot Heri Sudiby, dimana pemakaian *fireproofing* dapat memberikan nilai kuat tekan beton yang

lebih baik dibandingkan dengan beton tanpa *fireproofing*. Besarnya pengaruh pemakaian *fireproofing* berturut-turut pengaruhnya pada suhu 400°C, 600°C dan 800°C adalah 2,50%, 5,70% dan 11,89% [8]

Beberapa penelitian diatas salah satunya membahas perbandingan sandblasting dengan metode *pretreatment* yang lain, dan dengan *adjustment* parameter, *sandblasting* juga dapat mempengaruhi laju korosi material. Sedangkan penelitian *fireproofing* sebelumnya lebih membahas mengenai kekuatan tekan material akibat pengaruh pemakaian *fireproofing*, tanpa membahas proses *pretreatment* sebelum pelapisan.

Dengan semakin bertambah kuat pemakaian *fireproofing* terhadap kekuatan tekan, maka seberapa besar pengaruh *fireproofing* terhadap laju korosi dengan *pretreatment sandblasting* disertai kondisi korosi awal *raw material*. Maka dengan mengkombinasikan beberapa penelitian diatas penulis memiliki ide gagasan untuk melakukan penelitian berjudul “Analisa Pengaruh *Pretreatment Sandblast* Pelapisan *Fireproofing Coating* Terhadap Uji Laju Korosi Adhesi Dan Struktur Mikro Pada Material Baja SS400 Dan S45C”

METODOLOGI

Bahan : Baja structural SS 400, baja S45C, *Interseal 670HS* dan *Thinner GTA220*

Peralatan : Mesin pelapis lengkap., SEM-EDXS,

Cara Kerja

1. Material Coating

Interseal 670HS dalam pengaplikasian dispesimen ini sebagai material *primer coating*. Selain menjadi pelindung pada *base material*, *primer coating* juga memastikan tingkat kerekatan *coating* lebih tinggi.

Untuk memaksimalkan proses *mixing* pada material *primer coating*, ditambahkan *thinner GTA220* berfungsi untuk mencairkan / mengencerkan material *primer coating*.

Interchar 2060 disini sebagai material utama *fireproofing*. Berada pada lapisan kedua *coating*, setelah lapisan *Interseal 670HS*. Sebagai lapisan *finish coating*, *Interthane 990* menjadi lapisan terluar dari keseluruhan lapisan *coating* yang diaplikasikan ke spesimen uji. Mesin pemotong berfungsi sebagai *preparation* ukuran spesimen yang telah ditentukan sehingga mempermudah proses pengujian specimen. Persiapan sampel uji dilakukan dengan mesin gergaji agar meminimalisir terjadi perubahan pada struktur mikro material. Selain meminimalisir perubahan struktur mikro, menggunakan gergaji potong juga membebaskan spesimen dari perlakuan panas berlebih saat proses *preparation*. Selain *preparation* dalam bentuk dimensi, spesimen juga mendapat perlakuan awal pada permukaan material. Proses perlakuan awal

pada material ini menggunakan *blasting machine* dengan prinsip menyemprotkan pasir bercampur angin bertekanan tinggi *blasting machine* ini akan bekerja untuk membentuk permukaan material baja sesuai standard yang telah ditentukan.

memudahkan pengaturan untuk mencapai kriteria hasil *coating* yang sesuai standard kebutuhan. Untuk *spray coating machine ratio 25 : 1*. Akan digunakan pada saat pelapisan *primer coating* dan *finish coating*. Berbeda dengan *primer coating* dan *finish coating*, saat pelapisan *fireproofing* menggunakan *spray coating machine ratio 40 : 1*. Dikarenakan *ratio 40 : 1* memiliki daya hisap yang baik sehingga mampu mengangkat material *fireproofing* dari bak material. Pada proses pengambilan uji struktur mikro dengan alat SEM EDX, material sampel uji harus bisa masuk atau ditempatkan pada *holder* specimen uji.

Dengan alat uji laju korosi metode *salt spray* berfungsi sebagai *chamber* saat dilakukan penyemprotan air garam NaCl. Memiliki tabung penyimpanan air garam, sehingga dapat diisi ulang atau diganti jika diperlukan.

Adhesion tester, merupakan alat untuk menguji tingkat kerekatan antara material *coating* dan *base material* (substrat). Dengan metode *pull of test*, permukaan terlebih dahulu dibersihkan untuk memaksimalkan perekatan *dolly/guide* agar pengujian lebih aktual hasilnya. Penempelan *dolly/guide* dipastikan sampai kering lalu dilakukan tes penarikan kerekatan *coating* hingga sampai batas maksimal kekuatan *coating* tersebut dan angka akan terbaca pada layar.

Alat Uji SEM EDX

Dalam pengukuran menggunakan alat SEM-EDX pada Gambar 10, setiap sampel dianalisis dengan menggunakan analisis area. Sinar elektron yang dihasilkan area gun dialihkan hingga mengenai sampel. Aliran sinar elektron ini selanjutnya difokuskan menggunakan elektron optik columb sebelum sinar elektron tersebut membentuk atau mengenai sampel. Setelah sinar elektron mengenai sampel, akan terjadi beberapa interaksi-interaksi pada sampel yang disinari. Interaksi –interaksi yang terjadi tersebut selanjutnya akan terdeteksi dan diubah kedalam sebuah gambar oleh analisis SEM dan dalam bentuk grafik oleh analisis EDX.

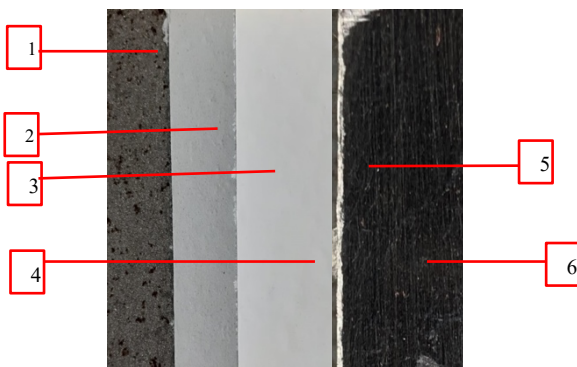


Gambar 2. Alat SEM-EDXS

Spesimen uji akan dibagi menjadi 6 jenis, dengan 3 *base material* yang sama, SS400 berkarat, SS400, dan S45C. Divariasikan dengan 3 perlakuan yang berbeda, ketiga jenis *base material* tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

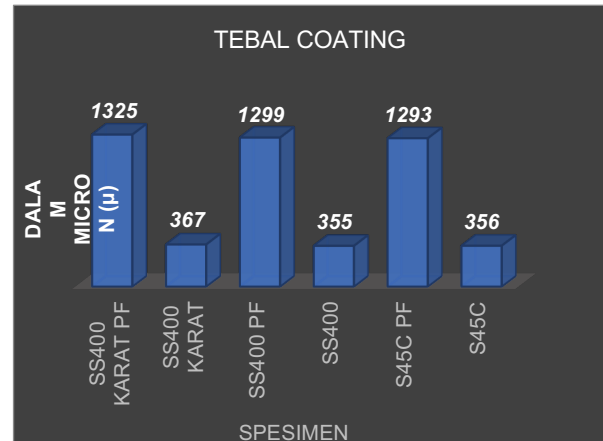
Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa kekuatan adhesi, ketahanan korosi, pada pelapisan *fireproofing coating*. Untuk itu dilakukan beberapa pengujian pada sampel uji, baik yang *finish fireproofing* ataupun *finish coating*. Pengujian yang dilakukan ialah, uji adhesi, uji ketahan korosi, dan uji SEM EDX. Hasil spesimen ini menampilkan perbedaan dari setiap proses perlakuan yang telah dialami oleh spesimen. Ada perbedaan pada tampilan spesimen *fireproofing finish* dan *coating finish*. Tampak atas pada sebelah kiri gambar, untuk *fireproofing finish* memiliki 4 *layer* yang berbeda, sedangkan untuk *coating finish* memiliki 3 *layer* yang berbeda.. Pada tampilan samping menampilkan perbedaan area *coating* dan *base material*, secara visual juga spesimen *fireproofing finish* dan *coating finish*. *Fireproofing finish* lebih tebal, jelasnya akan dibahas pada sub bab pengukuran tebal *coating* spesimen.



Gambar 3. Tampak atas (a) dan samping (b) lapisan *Fireproofing Finish*

Keterangan :

1. Hasil proses blasting
2. Hasil proses pelapisan primer coating
3. Hasil proses pelapisan fire proofing
4. Hasil proses pelapisan finish coating
5. Tampak samping area lapisan coating
6. Tampak samping area raw material



Gambar 4 : Hasil pengukuran tebal *Coating*

Analisa pengukuran Uji Adhesi (Daya Rekat)

Setelah didapatkan variasi ketebalan coating yang telah diukur sebelumnya, tahap selanjutnya yaitu pengujian adhesi pada Gambar 5 dengan metode *pull-off test*. Sebelum dilakukan pengujian, area permukaan yang telah dicoating dibersihkan dahulu, untuk memaksimalkan perekatan *guide* penarik menggunakan lem. Pengujian dilakukan dengan menempelkan *guide* tegak lurus terhadap permukaan *coating*, lalu dilakukan penarikan pada *guide* tersebut dan didapatkan nilai adhesi.

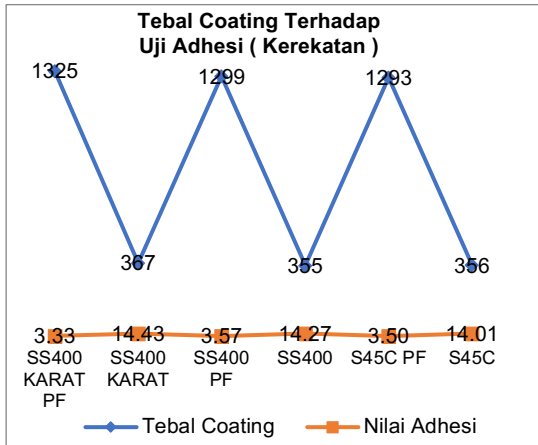


Gambar 5 : Hasil pengukuran uji Adhesi (Daya Rekat)

Pada Gambar 6 diperoleh bahwa sampel uji yang terlapsi *fireproofing finish* atau ketebalan coating

1325 μ memiliki nilai adhesi yang buruk terendah 3,33 Mpa pada material SS400 Karat PF. Sedangkan nilai adhesi terbaik pada material

SS400 Karat memiliki nilai adhesi 14,43 Mpa, dengan ketebalan coating 367 μ .



Gambar 6 : Grafik hubungan tebal coating terhadap uji kerekatan

Hasil dari uji adhesi dapat dilihat pada Gambar 5, semakin tipis tebal coating tinggi nilai uji adhesi. Pada material yang terlapis *fireproofing* (PF) rata – rata hanya memiliki nilai adhesi 3 Mpa, signifikan dibanding dengan rata – rata 14 Mpa pada material *finish coating*. Penurunan tersebut terjadi karena ikatan cat – cat (*cohesive failure*) bukan ikatan cat – substrat (*adhesive failure*). Karena ikatan cat – cat, berarti ada penurunan kekuatan ikatan antar molekul yang terdapat pada cat. Dalam kasus ini pada *primer coating* dan *fireproofing*.

Analisa Ketahanan Korosi

Proses pengujian spesimen pada Gambar 7 menggunakan *chamber* setelah dilakukan *salt spray*. Sebelum dilakukan *salt spray*, dilakukan terlebih dahulu penimbangan spesimen, dan dilakukan kembali penimbangan setelah lama waktu yang telah ditentukan.



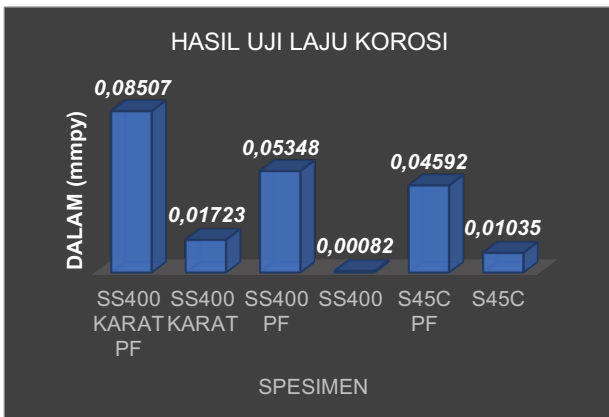
Gambar 7 : Proses Uji Laju Korosi dengan Metode Spray

Analisa hasil uji laju korosi

Laju korosi dengan *immersion test* dilakukan berdasarkan kehilangan berat. Sebagai contoh dilakukan perhitungan laju korosi untuk material baja karbon SS400 mengikuti penamaan spesimen (SS400 Karat PF) sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil uji korosi

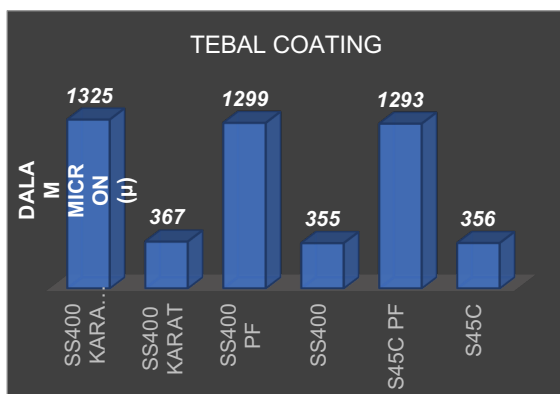
Spesimen	W Akhir	W	D	CR
	(gr)	(gr)	(gr/cm ³)	(mmpy)
SS400 KARAT PF	1535,47	2,14	7,68	0,08504
SS400 KARAT	1487,65	0,42	7,44	0,01723
SS400 PF	1517,99	1,33	7,59	0,05348
SS400	1482,04	0,02	7,41	0,00082
S45C PF	1555,14	1,17	7,78	0,04590
S45C	1474,19	0,25	7,37	0,01035
Spesimen	W Akhir	W	D	CR
	(gr)	(gr)	(gr/cm ³)	(mmpy)
SS400 KARAT PF	1535,47	2,14	7,68	0,08504
SS400 KARAT	1487,65	0,42	7,44	0,01723
SS400 PF	1517,99	1,33	7,59	0,05348
SS400	1482,04	0,02	7,41	0,00082
S45C PF	1555,14	1,17	7,78	0,04590
S45C	1474,19	0,25	7,37	0,01035
Spesimen	W Akhir	W	D	CR
	(gr)	(gr)	(gr/cm ³)	(mmpy)
SS400 KARAT PF	1535,47	2,14	7,68	0,08504
SS400 KARAT	1487,65	0,42	7,44	0,01723
SS400 PF	1517,99	1,33	7,59	0,05348
SS400	1482,04	0,02	7,41	0,00082
S45C PF	1555,14	1,17	7,78	0,04590
S45C	1474,19	0,25	7,37	0,01035



Dari Gambar 8 diatas dapat dilihat bahwa untuk nilai hasil laju korosi terbaik yaitu material SS400 dengan nilai laju korosi 0,00082 *mm/pt* dan nilai terburuk yaitu material SS400 Karat PF 0,08507 *mm/pt*. Dengan hasil tersebut menurut tingkat ketahanan korosi berdasarkan laju korosi, (Fontana, 1987) [18] bahwa semua hasil dari pengujian tersebut masih masuk syarat untuk tingkat ketahanan korosi

Analisa Struktur Mikro

Pengambilan data uji struktur mikro untuk memperoleh komposisi spesimen yang dapat dilihat dari Gambar 9, setelah proses *coating* supaya dapat memperlihatkan lebih jelas dengan hasil yang didapat, sehingga dapat dikorelasikan dengan 2 pengujian sebelumnya.



Gambar 9. Komposisi Area Coating SS400 Karat

Pembahasan Hasil Uji SEM-EDX

Berdasarkan uji SEM-EDX terhadap 6 spesimen dengan perlakuan berbeda, didapatkan bahwa 6 spesimen selain berupa unsur juga mengandung Oksigen (O).

Hasil uji komposisi dengan SEM-EDX didominasi

oleh Carbon (C) dan Oksigen (O) diatas prosentase 25% keatas untuk setiap spesimen. Melihat hasil uji laju korosi pada setiap spesimen memiliki laju korosi yang berbeda – beda, maka hasil komposisi yang ini dapat dikorelasikan dengan hasil uji laju korosi. Pada spesimen SS400 Karat PF, SS400 PF, dan S45C PF, memiliki nilai laju korosi yang lebih cepat dari pada spesimen yang lain, ini diperkuat dengan adanya komposisi Cl yang lebih banyak dari pada 3 spesimen yang lain. SS400 Karat PF 0,8 %; SS400 PF 0,3% dan S45C PF 0,4%. Berikut adalah grafik komposisi Cl terhadap laju korosi..

KESIMPULAN

Dari hasil analisis disimpulkan bahwa hasil uji pengujian kerekatan *coating*, spesimen dengan material *finish fireproofing* memiliki nilai kerekatan yang rendah (menurun), bila dibanding dengan rata – rata material *coating finish*. Dan nilai adhesi *finish fireproofing* rata – rata 3 Mpa, secara visual terjadi *cohesive failure* maka tidak mempengaruhi hasil *coating* tersebut atau masih ada cat yang menempel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ASM Handbook Vol 1 Properties and Selection, Irons, Steels, and High-Performance Alloys, ASM International Handbook Committee, 1993.
- [2]. Listiyono, "Optimalisasi Precoating Asam Jeruk Nipis Pada Baja Terhadap Kekasaran Permukaan", *Info Teknik*, v. 18, n. 2, 179-190, Des. 2017.
- [3]. Koos Sardjono, M. Syahril, "Analisis Korosi Pada Pelat Baja Bahan Baku Pembuatan Tangki Penyimpanan Minyak Mentah", *Indonesian Journal of Materials Science*, v. 2, n. 3, 1-6, Juni 2001.
- [4]. Holmberg, K, Matthews, A., *Coating Tribology Properties, Mechanisms, Techniques, and Applications in surface Engineering Second Edition*, The University of Sheffield UK, 2010.
- [5]. Hudson, R, *Surface Preparation for Coating*, The National Physical Labotary, 1982.
- [6]. Adhi Setiawan, Amilia Kristina Dewi, Mukhlis, "Pengaruh Surface Treatment Terhadap Ketahanan Korosi Baja Karbon Tercoating Zinc Fosfat Pada Media Asam Sulfat", *Jurnal Teknologi*, v. 11, n. 1, 57-66, Jan. 2019.
- [7]. Putu Hadi Setyarini, Erwin Sulisty, "Optimasi Proses Sand Blasting Terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja Aisi 430", *Jurnal Rekayasa Mesin*, v. 2, n. 2, 106-109, 2011.

- [8]. Gathot Heri Sudibyo, Nor Intang Setyo H, "Pengaruh Fire Proofing pada Balok Beton Pasca Bakar Influence of Fire Proofing on Concrete Beam Post Combustion", *Dinamika Rekayasa*, v. 6, n. 2, 62-66, Agu. 2010.
- [9]. Rosidah, Dan Ardila, "Analisis Kekasaran Permukaan Pada Proses Sand Blasting Dengan Variasi Jarak, Tekanan, dan Sudut Pada Pelat A36 Menggunakan Metode Box Behnken", Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 2015.
- [10]. Sulisty, E, *Jenis-jenis Sandblasting dan Komponen-komponen Sandblasting*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, 2011.
- [11]. Arif Bigwanto, "Analisis Proses Sandblasting dengan Variasi Jarak, Sudut dan Waktu Terhadap Kekasaran Permukaan dengan Metode Respon Surface", *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*, 247-253, Nov. 2018.
- [12]. Susetyo, Priyo, "Analisa Teknis dan Ekonomis Penggunaan Pasir Volcano sebagai Alternatif Material Abrasif di Galangan", Teknik Perkapalan, FTK, ITS, 2011.
- [13]. ISO 8501-1 : 2007, *The Rust Grade Book Preparation of Steel Substrates*, 2007.
- [14]. Cicilia Debrita, *Analisis Pengaruh Variasi Coating Pada Pelat Baja Astm A36 Terhadap Prediksi Laju Korosi, Kekuatan Adhesi Dan Ketahanan Impact*, Dalam : MO.141326, Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2017.
- [15]. Windyadari Aulia, Ahmad Fz, Sarwoko, "Studi Perbandingan Metode Pelapisan (Coating) pada Ruang Muat Berbasis Regulasi IMO", *Jurnal Teknik*, v. 34, n. 3, 174-181, 2013.
- [16]. Jeffers, Sotelino, "Fiber Heat Transfer Element for Modeling the Thermal Response of Structures in Fire", *Journal of Structural Engineering*, 1191-1200, Okt 2009.
- [17]. Gerry Prasetyo, *Analisis Kekuatan Adhesif dan Ketahanan Cathodic Disbonding Pada Baja ASTM A36 dengan Variasi Jenis Material Abrasif*, Dalam : TL 141584, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2018.
- [18]. Mg. Fontana, *Corrosion Engineering*, The Ohio State University, 1987.
- [19]. JulinawatI, "Applying SEM-EDX Techniques to Identifying The Types of Mineral Of Jades (Giok) Takengon, Aceh", *Jurnal Natural*, v. 15, n. 2, 44-48, 2015.