Jurnal Saintek Maritim, Volume 21 Nomor 1, September 2020

ISSN : 1412-6826
e-ISSN : 2623-2030

PERLINDUNGAN KOROSI PADA MATERIAL BAJA A36 MELALUI PROSES PENGECETAN UNTUK LAMBUNG KAPAL

Lilik Budiyanto
Universitas Diponegoro
email : budiyantolilik@gmail.com

Sulistyo
Universitas Diponegoro
email : listyo2007@gmail.com, listyotm@ft.undip.ac.id

Sri Nugroho,ST,MT,PhD
Universitas Diponegoro
email : Srinugroho2004@yahoo.com

ABSTRACT

*The function of ship is as a transportation above the sea. Protection of ships is important, especially on the hull of the ship. The damage of the hull occurs due to corrosion. The corrosion prevention has been carried out by installing zinc anode, carbonizing, chrome plating and painting. The corrosion protection is commonly used through the painting process. That is to cover the surface of the hull plate. In this study characterization evaluate the quality of paint that used in corrosion protection of ship hulls plates. The experiment corrosion used an equipment which the specimen is immersed in the water flow in the pipe. The rate corrosion was stated by MPY. Characterization included XRF testing with 4 different types of paint samples, namely: base paint, paint1, paint2, paint3. Corrosion rate testing on plates was carried out by using weight loss method refers to ASTM G31-72. The standard specimens have been painted on Soak in seawater for 7 days and then measure by weight. The results of this research indicate that corrosion protection by painting can reduce the corrosion rate in seawater medi*a

Keywords: *ship hull, corrosion, painting*

ABSTRAK

Kapal berfungsi sebagai alat transportasi diatas laut. Perlindungan kapal merupakan hal penting terutama pada lambung kapal. Penyebab terjadinya kerusakan pada lambung kapal yang sering terjadi adalah korosi. Upaya pencegahan korosi yang telah dilakukan adalah dengan pemasangan *zinc anoda, carborizing*, pelapisan krom dan pengecetan. Aspek perlindungan korosi yang lazim digunakan melalui proses pengecetan adalah melapisi permukaan plat lambung kapal. Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi kualitas cat yang digunakan dalam perlindungan korosi untuk plat A36 yang digunakan pada lambung kapal. Tingkat korosi dinyatakan dengan MPY. Karakterisasi yang dilakukan meliputi pengujian XRF dengan 4 jenis sampel cat yang berbeda yaitu : cat dasar, cat1, cat2 dan cat 3. Pengujian laju korosi pada plat dengan metode *weigh loss* merujuk standar ASTM G31-72 dengan specimen yang sudah dicat di rendam pada air laut selama 7 hari kemudian dilakukan pengukuran berat. Hasil dari penelitian ini menunjukan bahwa perlindungan korosi dengan pengecatan mampu mengendalikan laju korosi pada media air laut

Kata kunci: lambung kapal, korosi, cat.

ISSN : 1412-6826
e-ISSN : 2623-2030

1. Pendahuluan

Sebagai salah satu alat transportasi laut, kapal memegang peranan vital dalam aspek sosial ekonomi melalui fungsi distribusi antara daerah satu dengan daerah yang lain Distribusi barang, manusia, dan lain-lain akan menjadi lebih mudah dan cepat bila sarana transportasi laut yang ada berfungsi sebagaimana mestinya. Sehingga transportasi laut dapat menjadi salah satu sarana untuk mengintegrasikan berbagai wilayah di Indonesia yang dipisahkan oleh lautan. Melalui transportasi laut penduduk antara wilayah satu dengan wilayah lainnya dapat ikut merasakan hasil produksi yang merata maupun hasil pembangunan yang ada (D. Faturachman, 2012)

Kapal memiliki bagian bagian utama antara lain adalah: *Bridge*, Haluan, Buritan, *Main Deck*, Lambung, Palka, Kamar Mesin, dan Tangki *double bottom* (GL, 2012). Faktor utama kapal dapat beroperasi dengan lancar dilaut dan mencegah terjadinya kecelakaan kapal salah satunya adalah kondisi lambung kapal. Pemeliharaan lambung kapal sangat diperlukan agar kapal dinyatakan dalam kondisi yang baik dan layak untuk berlayar. Penyebab terjadinya kerusakan pada lambung kapal yang terkontaminasi dengan lingkungan adalah korosi. Upaya pencegahan korosi adalah: pemasangan *zinc anoda*, *carborizing*, pelapisan krom dan pengecetan (Philip A., 2006)

Aspek perlindungan korosi yang lazim digunakan dengan proses pengecetan melapisi permukaan plat lambung kapal. Teknik pengecatan dan bahan cat yang baik akan menghasilkan kualitas lambung kapal yang tahan terhadap korosi yang disebabkan oleh air laut dan udara, sehingga kelancaran dan keamanan kapal dalam menjalankan tugasnya akan berjalan baik. Mengingat kebutuhan tersebut maka pengecatan pada kapal bukanlah kebutuhan tersier ataupun sekunder melainkan kebutuhan primer yang harus dilakukan pada setiap kapal baru ataupun kapal lama dengan mengedepankan hasil yang terbaik (In-Tae Kim, 2017)

Mengetahui komposisi cat yang sesuai terhadap pengaruh lingkungan air laut tidak mudah, karena berbagai jenis cat memiliki komposisi dan karakteristik yang berbeda. maka perlu diteliti komposisi dari masing-masing cat tersebut yang meliputi uji XRF dan katahanan terhadap lingkungan air laut. Penelitian ini memfokuskan pada laju korosi pada plat baja tipe A36 untuk lambung kapal yang dilapisi cat. Cat yang dipakai menggunakan tiga tipe yang berbeda dengan komposisi tertentu. Pengujian sampel dilakukan menggunakan kupon yang dialiri air laut pada pipa ukuran diameter 25 mm. Aktifitas eksperimen meliputi (i) uji komposisi cat yang digunakan dalam perlindungan korosi pada plat lambung kapal. (ii) uji komposisi material plat baja lambung kapal. (iii) Membandingkan laju korosi pada plat baja lambung kapal dengan tipe cat yang digunakan. (iv) Uji kerekatan cat pada specimen.

Jenis perlindungan material pada lambung kapal menggunakan cat *(painting)*. Jenis cat diambil dari 3 jenis yaitu cat dasar, cat tipe 1, cat tipe 2, dan cat tipe 3. Laju korosi dilakukan dengan metode pengurangan masa. Metode pengurangan masa dipilih karena mudah dilakukan dan sederhana. Rumus yang dipakai seperti pada persamaan 1.1

2. Metode.

a. Material

Spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah potongan plat baja yang dipakai pada lambung kapal (In-Tae-Kim, 2017). Material dilakukan uji komposisi sebelum dilakukan uji korosi. Uji komposisi menggunakan peralatan XRF (*X Ray Fluerence*) . Ukuran specimen uji korosi memiliki tebal 8 mm, panjang 75 mm lebar 8 mm dan memiliki lubang pada specimen dengan ukuran (4,5 mm) untuk fasilitas peletakan specimen pada peralatan uji. Jumlah specimen ada 4 buah yang di letakkan pada kupon. Spesimen tersebut dipakai untuk mengukur laju korosi (ASTM D, 2005). Bentuk dan ukuran specimen dapat dilihat pada gambar 1.

ISSN : 1412-6826
e-ISSN : 2623-2030

Gambar 1. Bentuk dan ukuran spesimen

b. Pemilihan cat

Material cat diambil dari sampel diatas kapal SV. Era Indonesia 1 dengan *IMO Number* : 9534951 dengan tipe antara lain :cat dasar, cat type 1, cat type 2 dan cat type 3. Sampel cat tersebut di lakukan uji komposisi menggunakan XRF (*X Ray Fluorosence*) untuk mengetahui komposisi masing masing tipe cat.

c. Proses pengecetan

Proses pengecatan dilaksanakan dengan perlakuan permukaan plat dengan tujuan agar cat dapat melekat dengan baik pada permukaan plat. Pekerjaan dimulai dengan membersihkan permukaan plat secara mekanis menggunakan (*sandblasting*) dan pencucian dengan detergen, yang bertujuan untuk menghilangkan debu, kotoran, minyak, lemak dan pengotor lainnya dari plat. Tahap pengecatan selanjutnya dilakukan dengan menggunakan metode penyemprotan bertekanan (*air spraying*) dengan peralatan utama *hand air sprayer* merk Sagola dan kompresor udara Gast GE Motors. Pengecatan dilakukan dengan tekanan sesuai dengan rekomendasi dari pabrik.Temperatur pengecatan $\pm 27^0$ C. Jarak pengecatan ± 20 cm. Kelembaban rata-rata 68% (R. Lambourne, 1999)

d. Pengujian komposisi plat baja

Pengujian komposisi kimia dilakukan di di laboratorium terpadu Universitas Diponegoro menggunakan XRF (*X ray Fluerence*). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui persentase unsur kimia yang terkandung di dalam plat baja yang sebelumnya belum di ketahui kandungan kimianya.

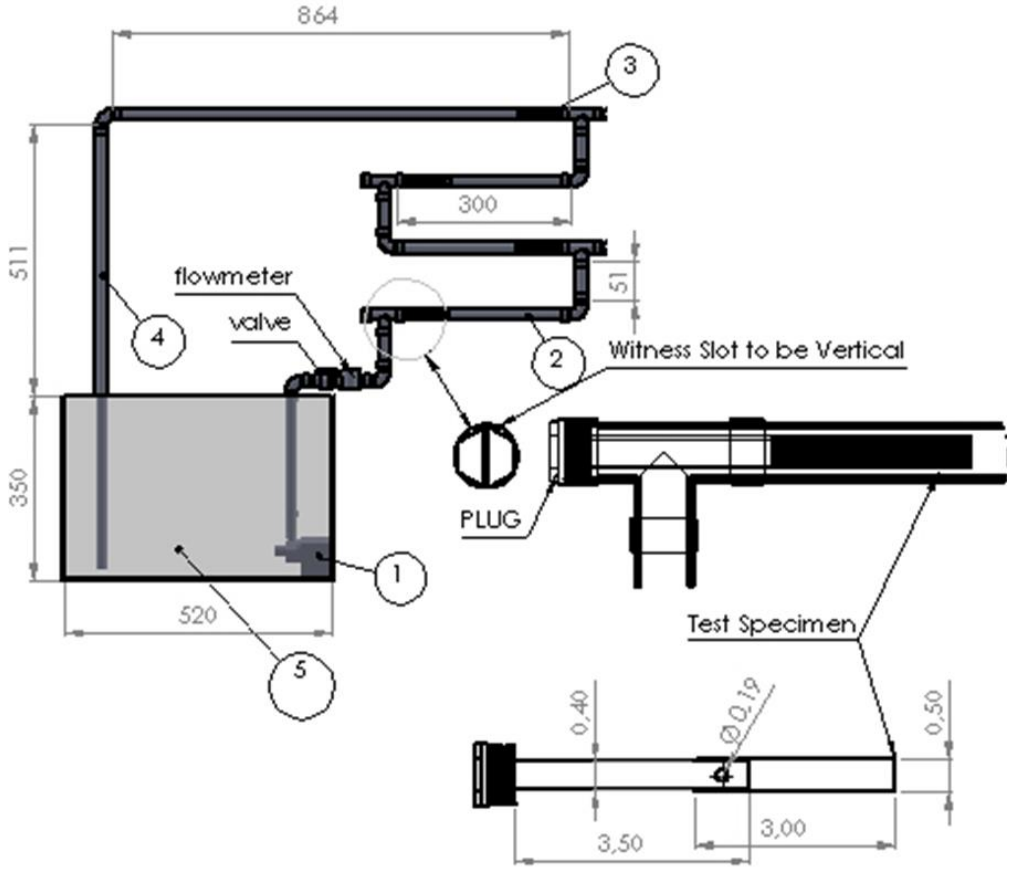
e. Pengujian kerekatan

Dengan menggunakan ujung pisau yang tajam, dibuat kotak-kotak kecil secara lurus dengan panjang rusuk 1 – 2 mm sebanyak 24 kotak. Tempelkan selotip yang daya lekatnya kuat pada kotak-kotak tersebut, kemudian sentakkan selotip tersebut dengan cepat. Dengan melihat berapa jumlah kotak yang rusak, maka didapat persentase untuk menilai daya lekat cat berdasarkan standar ASTM 3359-09 (ASTM D, 2009)

f. Pemasangan di instalasi kupon

ISSN : 1412-6826
e-ISSN : 2623-2030

Pada penelitian ini, untuk mengetahui laju korosi pada plat lambung kapal terhadap air laut, dilakukan perendaman specimen di area air laut dengan pemasangan specimen kupon pada instalasi kupon sesuai ASTM D2688-05 yang sudah di dibuat kemudian di pasang selama 7 hari pada masing masing fariabel.



Gambar 2. Instalasi korosi pada kupon

Keterangan gambar 2

No	Nama	keterangan
1	*Sub marine pump*	220-240 V/105 W (500L/H)
2	*PVC pipe*	1 inchi
3	Spesimen kupon	75 mm X 8 mm X 8 mm
4	*PVC pipe*	1 inchi
5	*Water tube*	plastik

g. Pembersihan material

Dalam percobaan ini dipilih metoda pembersihan secara kimia dengan tujuan memperkecil kehilangan massa akibat dari pembersihan karat dibandingkan dengan dua metoda lainnya. Pembersihan dengan

ISSN : 1412-6826
e-ISSN : 2623-2030

metoda kima dilakukan dengan cara merendam dan menyikat specimen dalam larutan *aseton* selama lima menit. Setelah itu spesimen ditimbang dengan alat timbang *Electronic Analytical Balance.*

h. Penghitungan laju korosi.

Laju korosi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$MPY = \frac{534.W}{D.A.T} \quad (1.1)$$

dimana: W = massa yang hilang akibat terkorosi, *milligram* (mg); D = rapat massa, gram per sentimeter kubik (gr/cm3); 7, 8 g/cm3 [3, hal. 374], A = luas permukaan, square inches (in^2); T = lama pengujian (jam). Untuk mengetahui baik tidaknya cat sebagai pelindung untuk menghambat laju korosi dapat dibandingkan dengan kriteria yang disajikan dalam literature (Athanasius P.B, 2006)

3. Hasil

a. Komposisi cat

Pada pengujian ini sampel cat dasar, cat type, cat type2 dan cat di diambil dari salah satu kapal berbobot 1500 DWT dengan nama kapal SV.Era Indonesia 1 dengan IMO Number: 9534951 belum diketahui komposisi kimia masing masing cat tersebut. Selanjutnya cat tersebut di uji komposisi XRF (*X Ray Fluorance*) di laboratorium terpadu undip, dengan hasil sesuai Tabel 1.

Tabel .1 Perbandingan kandungan komposisi kimia cat.

Kandungan Kimia / type cat	Mass % by weight											
	MgO	**Al2O3**	**SiO2**	**P2O5**	**SO3**	**Cl**	**K2O**	**CaO**	**TiO2**	**Cr2O3**	**Fe2O3**	**Ca-KA**
Cat dasar	8,11	1,41	17,56			0,04	0,40	43,20			29,25	62,40
Cat type 1	-		5,00		0,75		0,74	62,74	28,24			50,20
Cat type 2	15,09	2,51	48,94			0,22	0,86	22,10			10,24	22,46
Cat type 3	-	1,26	2,40	0,31	1,44	11,64	0,29	0,80	32,54	9,5343		0,69

Dari tabel 1 terlihat bahwa untuk cat memiliki komposisi secara umum kandungan CaO. pada 4 jenis cat menunjukan bahwa cat type 1 memiliki nilai yang paling tinggi, dimana CaO memiliki sifat thermodinamika yang stabil pada temperatur ruang dan tekanan *atmosfer* sehingga baik untuk perlindungan korosi pada logam baja.

b. Komposisi plat lambung kapal.

Spesimen plat yang didapat dari kapal belum diketahui komposisi dan jenis plat nya sehingga peneliti menguji specimen tersebut dengan pengujian XRF (*X Ray Fluorance*) di laboratorium terpadu Undip. Pengujian tersebut mendapat hasil pengujian pada tabel. 2

Tabel. 2 Pengujian komposisi plat lambung kapal.

ISSN : 1412-6826
e-ISSN : 2623-2030

No.	Component	Result	Unit	Det. limit	El. line	Intensity	w/o normal
1	Al	0.440	mass%	0.02432	Al-KA	0.0437	0.1263
2	Si	0.0454	mass%	0.08647	Si-KA	0.3892	0.0130
3	P	0.0376	mass%	0.01256	P -KA	0.0307	0.0108
4	S	0.0545	mass%	0.00534	S -KA	0.0312	0.0157
5	Cl	0.126	mass%	0.00611	Cl-KA	0.1278	0.0361
6	K	0.0455	mass%	0.01166	K -KA	0.0670	0.0131
7	Ca	0.0636	mass%	0.00935	Ca-KA	0.1389	0.0183
8	Cr	0.104	mass%	0.00550	Cr-KA	0.0921	0.0297
9	Mn	0.265	mass%	0.00865	Mn-KA	0.2022	0.0761
10	Fe	98.6	mass%	0.02737	Fe-KA	91.2122	28.3429
11	Ni	0.190	mass%	0.01625	Ni-KA	0.0863	0.0547

Kandungan komposisi dari hasil pengujian bahwa specimen plat diketahui memiliki kandungan Fe, Si, Mn, P, S, Cr, Ni, Cu, Nb, V. Kandungan komposisi tersebut menunjukan bahwa plat baja yang digunakan adalah type baja A36.

c. Ketebalan cat

Pada pengujian ini di gunakan kupon yang sudah di persiapkan sesuai prosedur pada (3.a) dan kemudian di lakukan perlindungan korosi dengan pengecatan sesuai fariabel yang sudah ditentukan. Selanjutnya dilakukan pengukuran ketebalan pada kupon.

Tabel 3. Ketebalan lapisan cat

Pengecatan kupon	Ketebalan dalam µm			Standart ketebalan cat kapal
	Sebelum pengecatan	Setelah pengecatan	Rata rata ketebalan	
Jotun	7630 µm	7890 µm	260 µm	250µm
Internasional	7630 µm	7880 µm	250 µm	
Ftalit	7630 µm	7880 µm	250 µm	

Dari tabel diatas diketahui bahwa nilai ketebalan cat pada masing masing spesimen memiliki ketabalan cat yang memenuhi standart BKI nilai minimal ketebalan pada cat kapal

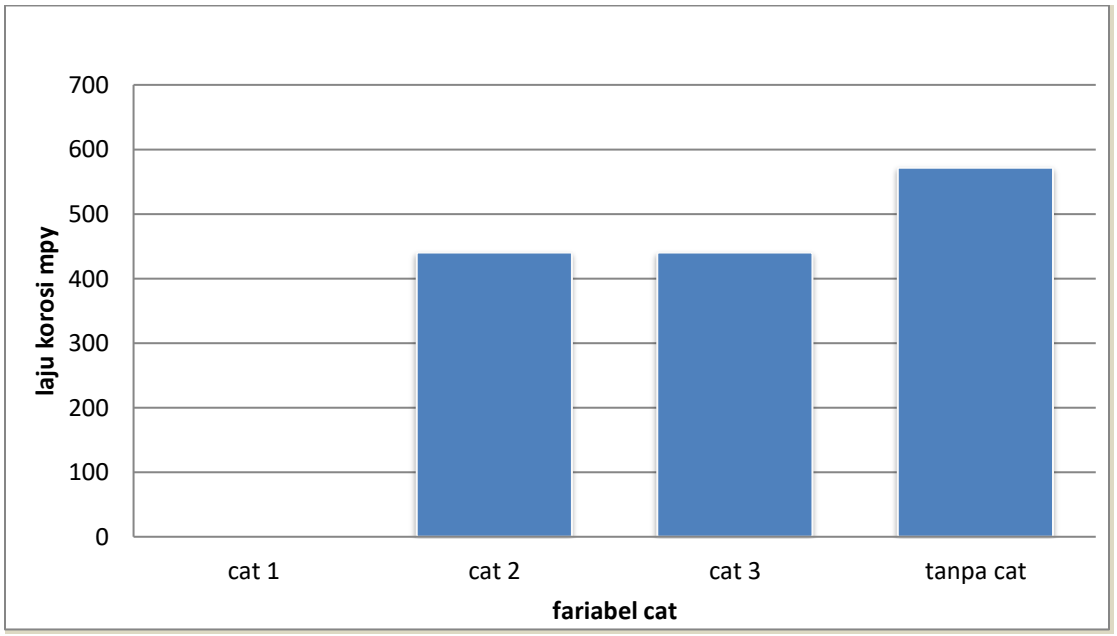
d. Kerekatan cat

Untuk mengetahui kualitas pengecatan dilakukan pengujian kerekatan dengan standart ASTM 3359-09. Standar ini menunjukkan bahwa kualitas kerekatan dinyatakan dengan kelas 5B tanpa pengelupasan, 4 B pengelupasan 5% Kelas 3B pengelupasan 5% - 15%, Kelas 2B dengan pengelupasan 15% - 35%, Kelas 1B dengan pengelupasan 35% - 65% dan kelas 0B lebih dari 65%. Dari ketiga spesimen yang dilapisi cat diketahui hasil klasifikasi adalah 4B dengan presentasi area yang hilang 5%. Dengan demikian dari ketiga spesimen yang dilapisi cat memiliki nilai kerekatan yang baik.

e. Laju korosi

Dalam menghitung laju korosi sebelumnya dilakukan pengujian specimen dengan perendaman pada air laut. Dengan metode kupon, specimen dipasang pada alat pengujian dari sistem pipa yang di desain menggunakan sirkulasi air laut. seperti pada gambar 2 diatas.

ISSN : 1412-6826
e-ISSN : 2623-2030



Gambar 3. Laju korosi pada instalasi kupon

Dari gambar diatas memperlihatkan bahwa spesimen cat type 1, cat type 2, cat type3 dan tanpa cat memiliki nilai laju korosi dibawah 450 MPY. Sedangkan spesimen pembanding tanpa cat yang tanpa perlindungan cat pada permukaan spesimen mempunyai nilai 571 MPY. Dengan demikian dapat di ketahui bahwa spesimen tanpa perlindungan cat memiliki laju korosi yang tinggi. Sedangkan spesimen dengan perlindungan cat 1 memiliki laju korosi yang rendah yaitu 0 MPY. Dari hasil laju korosi pada gambar telihat bahwa yang memiliki laju korosi paling rendah adalah tipe cat 1. Ditinjau dari komposisi menunjukan bahwa cat tipe 1 memiliki komposisi yang relative lebih murni tidak banyak pengotor terutama kandungan Cl nya tidak ada. Kemungkinan factor pengotor ini yang menyebabkan laju korosi yang paling dominan. Terlihat pada cat tipe 3 memiliki pengotor yang paling banyak dan laju korosinya yang tinggi.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang penulis laksanakan pada perlindungan korosi dengan proses pengecatan pada material baja lambung kapal dapat disimpulkan bahwa:

Berdasarkan pengujian komposisi diketahui bahwa cat dengan merk cat 1 jotun memiliki kandungan CaO memiliki sifat *thermodinamika* yang stabil pada temperatur ruang dan tekanan atmosfer sehingga baik untuk perlindungan korosi pada logam baja.

Proses perlindungan korosi dari ke tiga spesimen kupon , Spesimen kupon dengan pengecatan dengan cat merk jotun memiliki ketebalan yang paling tinggi dan ketiga spesimen memiliki standar ketebalan sesuai yang di syaratkan oleh BKI dengan ketebalan rata rata 260 µm.

Material yang tidak dilakukan pengecatan memiliki laju korosi paling tinggi dibanding dengan material yang dilakukan pengecatan.Sedangkan produk cat yang memiliki laju korosi paling rendah adalah produk cat tipe 1.Selanjutnya dari hasil perhitungan laju korosi menunjukan ketiga spesimen memiliki ketahanan dalam pengendalian laju korosi hal itu menunjukan bahwa pelapisan cat pada material lambung kapal efektif dalam menahan laju korosi. Pemilihan cat yang tepat dapat meningkatkan efektifitas dalam pengendalian korosi.

ISSN : 1412-6826
e-ISSN : 2623-2030

5. Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada progam Magister Teknik Mesin Universitas Diponegoro yang telah membimbing dalam penelitian ini dan penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kepala sub lab perbengkelan Universitas maritim AMNI Semarang yang telah mengijinkan tempat dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

D Faturachman and S Mustafa (2012), Procedia Soc. Behav. Sci. 40, 616-621

GL (2012),Rules for Classification and Construction III Naval Ship Technology

BKI (2004),Regulation for the corrosion protection and coating systems

In-Tae Kim,D Kien Dao,Y-soo jeong,J Huh and J He han (2017),Constructional Steel Research.133,256-268

ASTM D 2688-05,standart test metod for Corrosivity of water in the absence of heat transfer (weigh loss method)

ASTM D 3359-09,standart test metod for Measuring Adhesion by Tape Test

R Lambourne and TA Strivens (1999), Paint And Survace Coating, Cambridge CB1 6AH,England

Athanasius P. Bayuseno (2006), Analisa laju Korosi Pada Baja untuk Material Kapal Dengan dan tanpa Perlindungan cat,Rotasi

Fontana (1987), Mars Guy, Corrosion Engineering, International edition, Mc. Graw Hill Inc,

Philip A. Schweitzer, P.E (2006), Paint and Coatings Applications and Corrosion Resistance, Taylor & Francis

A. Mukherjee, M. Joshi, S.C. Misra, (2019) U.S. Ramesh, Antifouling paint schemes for green SHIPS, Ocean Engineering,