

ANALISA LAJU KOROSI PADA BAJA UNTUK MATERIAL KAPAL DENGAN DAN TANPA PERLINDUNGAN CAT

Athanasius P. Bayuseno

Program Magister Teknik Mesin, Pascasarjana Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto SH, Kampus Tembalang Semarang
E-Mail:abayuseno@yahoo.com

Abstrak

Korosi merupakan gejala alamiah yang biasa terjadi didalam plat kapal sebagai akibat interaksi dengan lingkungan sekitarnya. Dalam tulisan ini disajikan hasil penelitian tentang analisa ketahanan korosi pada plat baja yang biasa dipakai sebagai material kapal dengan mengamati perubahan massa yang hilang. Pengendalian korosi plat baja dilakukan dengan melapiskan cat kedalam permukaan baja selanjutnya di tempatkan didalam lingkungan korosif. Penentuan produk cat yang tepat dan tahan terhadap pengaruh lingkungan korosif merupakan fokus penelitian ini, karena produk cat yang ada dipasaran saat ini memiliki komposisi dan karakteristiknya yang berbeda-beda. Kemudian analisa ketahanan korosif plat baja dengan dan tanpa perlindungan cat meliputi beberapa pengujian didalam laboratorium antara lain ketahanan bentur, kemampuan tekuk, dan kekuatan adhesi cat. Produk yang diteliti, terdiri dari 3(tiga) merk cat kapal yang masing-masing merk diambil bagian bottom dan top side, yang selanjutnya disimulasikan pada plat baja ST-45. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa laju korosi pada plat baja yang telah mengalami perlindungan cat memiliki nilai yang rendah untuk berbagai lingkungan asam.

1. PENDAHULUAN

Baja telah lama digunakan secara luas didalam industri kapal sebagai komponen plat utama didalam badan maupun lambung kapal. Di dalam lingkungan industri perkapalan, penggunaan material baja menempati urutan pertama sebagai komponen bangunan kapal, sistem persenjataan, mesin utama maupun mesin bantu kapal. Disatu sisi material baja didalam kapal sangat rentan terhadap serangan korosi yang dapat menurunkan kualitas material kapal.

Dampak ancaman korosi yang sangat dahsyat maka perlu dikembangkan beberapa cara untuk melindungi baja tersebut dari segala kerusakan yang mungkin terjadi dengan tujuan memperpanjang umur pakai produk tersebut. Kerusakan karena serangan korosi (karat) merupakan permasalahan umum yang menyebabkan degradasi material sebagai interaksi dengan lingkungannya; sehingga tidak hanya memperburuk penampilannya namun juga memperpendek usia pakai dari baja tersebut.

Untuk menghindari serangan berbagai jenis korosi yang sangat merugikan tersebut diperlukan langkah-langkah pencegahan yang cukup mahal biayanya. Namun jika dibandingkan dengan biaya dan pengorbanan lain; jika serangan korosi tidak dicegah atau dibatasi, maka kerugian akibat biaya pencegahan tersebut menjadi hampir tidak berarti.

Ada beberapa prinsip pencegahan korosi yang telah berkembang; yang umumnya disesuaikan dengan jenis peralatan, tempat, maupun jenis lingkungan yang korosif. Pencegahan korosi pada baja yang cukup luas dikenal adalah dengan cara melapisi baja dengan lapisan penghalang (*coatings*).

Lapisan penghalang terutama dimaksudkan untuk memisahkan permukaan baja dari lingkungan, mengendalikan lingkungan mikro pada permukaan baja, maupun untuk tujuan keindahan atau penampilan (dekoratif). Banyak cara pelapisan yang digunakan untuk maksud tersebut antara lain cat, lak (*laquers*), vernis, dan lapisan baja. Sejauh ini yang lebih populer adalah penggunaan cat sebagai pelapis dan pelindung korosi.

Penentuan produk cat yang tepat dan tahan terhadap pengaruh lingkungan korosif bukanlah hal yang mudah, karena produk cat yang ada di pasaran saat ini, khususnya cat untuk kapal laut hanya diformulasikan untuk daerah tropis, komposisi dan karakteristiknya belum tentu sama. Untuk itu perlu diteliti unjuk kerja (*performance*) dari masing-masing cat tersebut yang meliputi ketahanan terhadap lingkungan asam, ketahanan bentur, kemampuan ditekuk maupun kekuatan adhesi cat.

Sasaran utama penelitian ini adalah sebagai upaya mengetahui beberapa karakteristik fisik, mekanik dari material lapisan penghalang (lapisan organik) dari cat *bottom area* dan cat *top side area* yang digunakan dilingkungan industri kapal saat ini.

Pada penelitian ini hanya diambil sampel cat untuk masing-masing bagian yang merupakan tiga merk cat yang berbeda. Tujuan penelitian ini adalah; (i) membandingkan laju korosi pada baja kapal yang menggunakan perlindungan atau tanpa perlindungan cat, (ii) menguji ketahanan material pelapis (cat) sebagai penghambat reaksi korosi didalam lingkungan air laut, lingkungan asam dan garam, (iii) memilih produk cat yang lebih tepat sesuai dengan lingkungan penggunaannya.

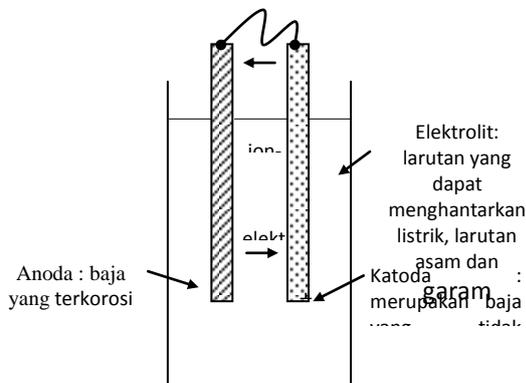
2. TEORI DASAR KOROSI

2.1 Reaksi dasar korosi

NACE (*National Association of Corrosion Engineer*) mendefinisikan korosi sebagai penurunan mutu suatu material (biasanya baja) atau sifat-sifatnya yang diakibatkan oleh reaksi dengan lingkungannya [1-2]. Sedangkan Trethewey (1988) memberikan definisi korosi sebagai penurunan mutu baja akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya [1]. Selanjutnya *ASM Materials Engineering Dictionary* menyatakan korosi sebagai reaksi kimia atau elektrokimia antara anoda dan katoda baja dengan lingkungan elektrolit yang berakibat pada penurunan mutu material dan sifat kimianya [3]. Secara prinsip bahwa fenomena korosi hanya akan terjadi jika memenuhi keempat faktor berikut (Gambar 2.1) [4]:

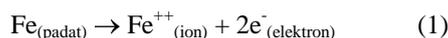
- Ada anoda, merupakan daerah baja yang mengalami korosi (teroksidasi).
- Katoda, merupakan daerah baja yang tidak terkorosi (tereduksi).
- Elektrolit, sebagai media penghantar listrik.
- Penghubung antara anoda dengan katoda (*metallic path*).

Pada dasarnya semua baja tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan lingkungannya, dengan membentuk senyawa oksida atau karbonat yang bersifat stabil. Kecenderungan baja untuk melepaskan elektron pada saat terjadi proses reaksi elektro-kimia dalam membentuk korosi, menunjukkan sifat keaktifan dari baja yang bersangkutan.

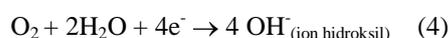
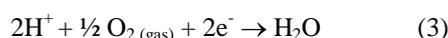
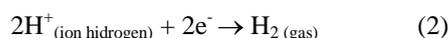


Gambar 2.1 Skema sel korosi basah sederhana

Kemudian reaksi katodik dan anodik pada proses korosi besi dapat ditulis sebagai berikut [5]:

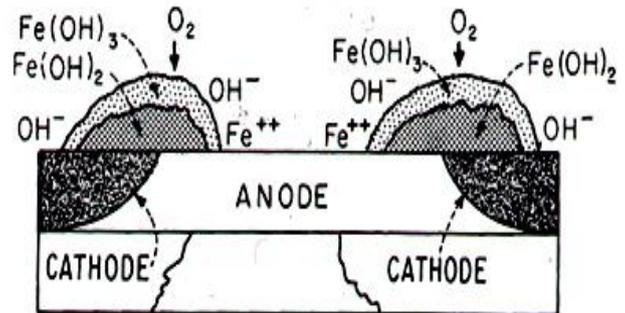


Pada katoda,



Kemudian ion hidroksil (OH^{-}) yang dihasilkan oleh reaksi katodik dapat mengakibatkan kerusakan cat yang diakibatkan oleh adanya serangan alkali.

Gambar 2.2 menggambarkan proses korosi, ketika ion besi (Fe^{++}) dilepaskan melalui reaksi anodik yang berinteraksi dengan ion hidroksil dan dihasilkan oleh reaksi katodik membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_2$ di dekat perbatasan daerah anodik dan katodik. Selanjutnya hadirnya oksigen (O_2) mempercepat pembentukan $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Yang pada akhirnya akan membentuk karat (Fe_2O_3).



Gambar 2.2 Korosi pada baja [5]

2.2 Metode Pengendalian Korosi

Pada banyak kasus serangan terhadap korosi tidak dapat dihindari, namun dapat dikendalikan sehingga struktur atau komponen baja akan memiliki umur pakai yang lebih lama. Pada dasarnya setiap struktur atau komponen akan mengalami 3 (tiga) tahapan proses yaitu perancangan, pembuatan, dan pemakaian. Dalam hal ini pengendalian korosi akan memainkan peranan penting dalam setiap tahapan tersebut. Ketidakberhasilan salah satu tahap pengendalian korosi ini akan mengakibatkan komponen mengalami kegagalan dini (*premature failure*). Secara prinsip pengendalian korosi dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain: [5]

- Modifikasi rancangan komponen.
- Modifikasi lingkungan.
- Pemilihan material.
- Proteksi katodik dan anodik.
- Pemberian lapisan pelindung.

Lapisan pelindung/penghalang yang dikenakan pada permukaan baja dimaksudkan untuk memisahkan lingkungan dari baja (substrat), maupun untuk mengendalikan lingkungan mikro pada permukaan baja. Banyak cara pelapisan yang digunakan untuk tujuan ini, termasuk di antaranya adalah cat, selaput organik (*organic coating*), vernis, lapisan baja dan enamel. Namun sejauh ini yang paling umum dan secara luas dipergunakan adalah cat [6].

2.3 Sistem dan lapisan pelindung cat

Istilah cat meliputi sejumlah sistem pelapisan berbeda yang dirancang untuk keperluan yang berbeda pula. Cat merupakan suatu larutan berpigmen dalam air, minyak, maupun pelarut organik lainnya, yang digunakan untuk melapisi permukaan benda-benda

yang terbuat dari kayu maupun baja dengan maksud memberi perlindungan permukaan maupun memperindah penampilan. Cat selalu mengandung pigmen dan juga resin (polimer). Pada dasarnya cat dapat dikelompokkan sebagai [7-8];

- a. **Wahana** (*vehicle*), terdiri dari pelarut dan resin cat, yaitu zat cair yang menjadikan cat memiliki fluiditas dan bila mengering atau menguap meninggalkan selaput kering yang padat (*dry film*).
- b. **Pigmen** yang tersuspensikan dalam wahana. Pigmen mengendalikan laju korosi atau laju difusi reaktan-reaktan pada selaput kering (*dry film*).
- c. **Aditif** yang mempercepat proses pengeringan atau memungkinkan lapisan cat kering lebih tahan terhadap lingkungan kerjanya.

Kemudian wahana akan menjadi kering melalui salah satu proses berikut :

- Penguapan unsur pelarut dalam wahana.
- Perubahan kimia, terutama oksidasi terhadap unsur cair dalam wahana, misalnya minyak cat. Cat mengering mulai dari permukaannya dan diulaskan atau disemprotkan selapis demi selapis hingga mencapai ketebalan yang dikehendaki.
- Polimerisasi, yaitu reaksi kimia antara wahana dan agen pengering (*curing agent*) yang dicampurkan ke dalam cat tepat sebelum digunakan. Agen pengering itu disebut cat kemasan ganda.

Dalam hal ini, cat mengering diseluruh lapisan secara bersamaan, jadi dapat diulaskan atau disemprotkan membentuk lapisan tebal sekaligus. Apabila cat sudah dicampurkan dengan agen pengering, cat tersebut harus digunakan, sebab bila tidak demikian maka cat akan menjadi rusak.

Ketika cat telah mengering, sisa bagian wahana yang padat bertindak sebagai pengikat (*binder*). Bagian ini menahan pigmen di posisi masing-masing, mengikat lapisan itu ke permukaan dan menjadi penghalang yang membatasi masuknya air, oksigen, dan ion-ion agresif ke permukaan baja. Fungsi pigmen ada dua yaitu mengendalikan proses korosi pada permukaan baja dalam lapisan primer yang pertama dan pigmen-pigmen yang lambat menambah panjang lintasan difusi yang harus ditempuh oleh oksigen dan butir-butir air yang mencoba menembus selaput sehingga menunda dimulainya proses korosi serta memperlambat laju reaksinya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Material uji

Spesimen (benda uji) untuk proses penelitian dipilih berupa plat baja ST-40 yang memiliki sifat hampir sama dengan plat untuk kapal. Plat tersebut memiliki ketebalan 0,5 mm dan dipotong berturut-turut dengan ukuran 10 x 4 cm; 15 x 5 cm; dan 15 x 10 cm.

3.2 Pemilihan merk cat.

Material cat yang akan diuji sebagai pembanding laju korosi adalah cat yang digunakan pada *bottom area* dan cat yang digunakan pada *top side area*. Cat-cat ini merupakan cat dari tiga produsen cat yang berbeda, yaitu:

Eoncoat menggunakan 4 (empat) jenis cat untuk penggunaan pada *bottom area*, yaitu Eoncoat 872, Eoncoat 890TR, Eoncoat 800HB, dan Eoncoat 860. Pada *topside area* menggunakan 2 (dua) jenis cat yaitu Eoncoat 830 dan Eoncoat 880.

Cat Hempel juga menggunakan 4 (empat) jenis lapisan cat untuk penggunaan pada *bottom area*, yaitu Hempatdur Primer 15300, Hempatdur 15130, Hempatex Hi-build 46330, dan Hempel's Antifouling Olympic 86950. Pada *topside area* menggunakan 2 (dua) jenis cat yaitu Hempatdin Primer 12050 dan Hempatdin Enamel 52140.

Cat Sigma Utama menggunakan 4 (empat) jenis lapisan cat untuk penggunaan pada *bottom area*, yaitu Simazinc EP Primer 74-11, Simacover Tar Epoxy 74-72, Simachlor 73-20, Simaself Polishing Antifouling Tin Free 72-92. Pada *topside area* menggunakan 2 (dua) jenis cat yaitu Simarine Z/P Primer 71-35 dan Simarine BTD 72-38.

3.3 Tahap pengecatan

Sebelum pengecatan dimulai terlebih dahulu dilakukan penyiapan permukaan yang bertujuan agar cat dapat menempel dengan baik pada permukaan baja. Pekerjaan persiapan ini meliputi pembersihan secara mekanis (pengamplasan) dan pencucian dengan detergen, yang bertujuan untuk menghilangkan debu, kotoran, minyak, lemak dan pengotor lainnya dari baja.

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 $\pm 27^{\circ}\text{C}$. Jarak pengecatan ± 20 cm. Kelembaban rata-rata 68%.

Pada akhirnya ketebalan cat hasil pengecatan diukur dengan alat monimeter merk Defelsko[®] 6000 F3 buatan USA. Tiap spesimen diambil 30 titik pengukuran.

3.4 Pengujian korosi (*Immersion Test*).

Pengujian korosi (*Immersion Test*) untuk spesimen yang dicat (*coating*) mengacu pada ASTM G31-72 (*Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*). Metode ini biasa digunakan untuk mengetahui ketahanan material (pelapis) pada kondisi yang mirip dengan lingkungan sebenarnya yaitu ketahanan terhadap larutan asam dan garam. Larutan yang digunakan pada pengujian ini adalah asam klorida (HCl 1,5M).

Sebelum pengujian ini, spesimen ditimbang dahulu untuk mengetahui berat awal sebelum pengujian. Spesimen ini ditimbang dengan menggunakan alat timbang Electronic Analytical Balance merk OHAUS, suhu ruangan 29,5 °C dan kelembaban ruangan 52,9%. Dalam ASTM G31-72 dicantumkan dua harga volume larutan korosif persatuan luas spesimen yaitu 20 dan 40 ml/cm². Volume yang dipilih adalah 20 ml/cm². Pemilihan ini semata-mata berdasarkan pertimbangan ekonomis. Luas rata-rata spesimen yang direndam adalah 24 cm², jadi dibutuhkan larutan sebanyak 500 ml. Durasi pengujian selama 2 minggu.

3.5 Pengujian penyemprotan garam

Peralatan dan bahan yang digunakan pada pengujian ini antara lain: *salt droplet cabinet*, *gun spray*, kompresor, larutan garam (NaCl) sebagai media korosi dan *clarke's solution*. Lama pengujian 4 minggu. Larutan garam dibuat dengan bahan berturut-turut adalah: 26,5 gram NaCl; 2,4 gram MgCl; 3,3 gram MgSO₄; 1,1 gram CaCl₂; 0,73 gram KCl; 0,2 gram NaHCO₃; 0,28 gram NaBr. Semua bahan ini dilarutkan dalam 1 (satu) liter aquades atau air suling. Tekanan semprot 0,6 – 1,5 bar. Temperatur 35 °C. Kelembaban relatif 85%.

Sebelum pengujian ini, spesimen ditimbang dahulu untuk mengetahui berat awal sebelum pengujian. Spesimen ini ditimbang dengan menggunakan alat timbang Electronic Analytical Balance merk OHAUS, suhu ruangan 29,5 °C dan kelembaban ruangan 52,9%.

3.6 Pengujian fleksibilitas cat dan daya lekat cat.

Plat pengujian yang telah dikeringkan selama 7 hari dioven pada suhu 65°C selama satu jam kemudian didinginkan. Setelah itu, plat ditekuk dengan alat fleksibilitas sebesar 180°. Dengan melihat hasil dari tekukan tersebut dapat diketahui ada tidaknya kerusakan dari cat (pecah atau mengelupas).

3.7 Pengujian daya lekat cat

Dengan menggunakan ujung pisau yang tajam, dibuat kotak-kotak kecil dengan panjang rusuk 1 – 2 mm sebanyak 100 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 3359-87.

3.8 Uji bentur (*Impact Test*).

Plat pengujian yang telah dikeringkan selama 7 hari diletakkan pada plat dibawah beban benturan dari alat pengujian benturan. Plat tersebut mula-mula dibentur dengan ketinggian beban benturan 10 cm. Bila tidak terjadi kerusakan pada lapisan cat, ketinggian beban benturan dinaikkan terus hingga ketinggian

maksimal. Dengan melihat berapa besar ketinggian beban benturan yang mampu ditahan lapisan cat, maka akan didapat seberapa besar kemampuan cat untuk tahan terhadap benturan. Pada pengujian ini energi tabrakan untuk cat sebesar 0,45 kgm-072 kgm.

3.9 Pembersihan benda uji yang terkorosi

Dalam percobaan ini dipilih metoda pembersihan secara kimia dengan tujuan memperkecil kehilangan massa akibat dari pembersihan karat dibandingkan dengan dua metoda lainnya. Pembersihan dengan metoda kima dilakukan dengan cara merendam dan menyikat specimen dalam larutan Clark selama 25 menit.

Pembuatan larutan Clark yaitu dengan komposisi (i) 1-Liter Asam Khlorida, HCl (BJ 1,19) dan 20 gram antimon Oksida, 20 gram Sb₂O₃ dan 50 gram timah khlorida. Pada saat pencelupan, larutan Clark harus diaduk atau benda uji disikat dengan sikat yang lunak. Setelah dicelup dan disikat, specimen dibersihkan dengan deterjen kemudian dikeringkan dengan cara dioven selama satu jam pada suhu 65 °C. Setelah itu spesimen ditimbang dengan alat timbang Electronic Analytical Balance.

3.10 Menghitung Laju Korosi

Laju korosi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [5]:

$$MPY = \frac{534 \cdot W}{D \cdot A \cdot T} \quad (6)$$

$$mm / yr = \frac{87,6 \cdot W}{D \cdot A \cdot T} \quad (7)$$

$$\mu m / yr = \frac{87600 \cdot W}{D \cdot A \cdot T} \quad (8)$$

dimana: W = massa yang hilang akibat terkorosi, milligram (mg); D = rapat massa, gram per sentimeter kubik (gr/cm³); 7,8 mgr/m³ atau 490 lb/ft³ [3, hal. 374], A = luas permukaan, square inches (in²); T = lama pengujian (jam). Untuk mengetahui baik tidaknya cat sebagai pelindung untuk menghambat laju korosi dapat dibandingkan dengan kreteria yang disajikan dalam literatur [5].

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Ketebalan pengecatan

Pada pengujian ini digunakan cat yang masih dalam kemasan kaleng yang masih tertutup rapat tanpa segel dan dalam kondisi baik. Pada saat dibuka tidak ada lapisan yang mengulit, tidak ada bahan asing dan tidak ada endapan pigmen keras. Proses pengecatan dilakukan sesuai dengan prosedur yang disajikan dalam bagian 3.1. Selanjutnya ketebalan cat yang diperoleh

dibandingkan dengan standar pabrikan disajikan dalam Table 4.1.

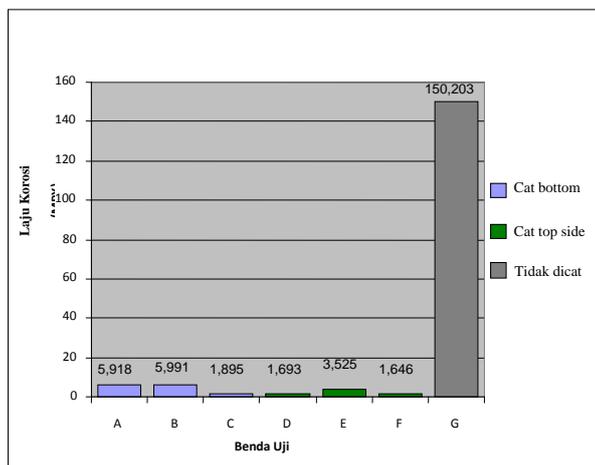
Tabel 4.1 Perbandingan hasil ketebalan cat

Jenis Cat	Ketebalan, μm			Rekomendasi Pabrik
	Hasil Pengecatan			
	Min	Maks	Rata-rata	
Bottom area				
1. Hempel	296	378	326,4	355
2. Eon	267	322	291,13	289
3. Sigma Utama	250	358	314,33	265
Top side area				
1. Hempel	62	104	80,5	70
2. Eon	80	122	100,23	117
3. Sigma Utama	74	92	85,53	70

Secara umum harga ketebalan cat yang didapat menunjukkan harga yang tidak menyolok dibandingkan dengan harga rekomendasi pabrik sehingga akan memberikan efek perlindungan yang cukup baik terhadap korosi.

4.2 Laju korosi

Ketahanan korosi terhadap larutan garam yang disemprotkan pada plat yang dilapisi cat dianalisa dengan membandingkan material plat tersebut dengan plat tanpa perlakuan cat. Hasil perhitungan disajikan didalam Gambar 4.1. Terlihat bahwa spesimen A, B, C, D, E, dan F yang merupakan material yang mendapat perlakuan pengecatan mempunyai laju korosi dibawah nilai 20 MPY yang berarti nilai tersebut masih dapat dikatakan baik.



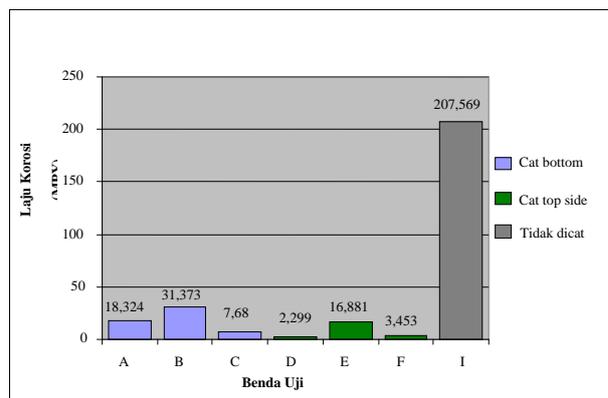
Gambar 4.1 Laju korosi material pada pangujian semprotan garam

Sedangkan laju korosi material pembandingan, yaitu spesimen G yang tidak mendapat perlakuan cat, mempunyai laju korosi yang cukup besar yaitu 150,203 MPY.

Untuk plat uji yang tidak mendapat perlindungan cat mengalami pengkaratan (korosi) menutupi sebagian besar plat uji.

Hasil pengujian cat *bottom area*, cat Hempel mengalami pemudaran warna menjadi sedikit kusam. Untuk cat Eon ada sedikit lepuhan pada cat. Sedangkan untuk cat Sigma utama tidak mengalami perubahan warna. Sebaliknya pemakaian cat *top side*, ketiga macam cat tidak mengalami perubahan warna. Dari pengamatan ketiga merk cat dapat disimpulkan bahwa sifat ketahanan korosi terhadap *salt spray* pada material cukup baik.

Pengujian celup juga dilakukan dengan maksud mengetahui ketahanan lapisan cat terhadap larutan asam HCl. Larutan seperti ini dapat berasal dari lingkungan, seperti air laut, air limbah, maupun larutan yang digunakan pada proses industri atau peralatan biologi. Hasil pengujian disajikan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Laju korosi material pada Immersion Test dengan HCl 1,5 M

Dari gambar diatas memperlihatkan bahwa benda uji A, B, C, D, E dan F mempunyai laju korosi terbesar 31,373 MPY. Sedangkan laju korosi material pembandingan, yaitu spesimen I yang tidak mendapat perlakuan cat, mempunyai laju korosi 207,569 MPY. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa material yang tidak mendapat perlindungan cat mengalami laju korosi yang cukup besar.

Pengujian fleksibilitas spesimen hingga penekukan sebesar 180⁰ menunjukkan bahwa cat yang baik adalah cat Eon dan cat Sigma Utama yang dipakai pada topside area. Kemudian pengujian daya lekat cat, kesemua cat menunjukkan daya lekat yang baik terhadap plat yang dilindunginya. Namun cat Hempel dan cat Sigma Utama kurang baik daya lekatnya. Untuk cat Hempel kerusakan catnya hingga 40% sedangkan cat Sigma Utama mencapai 60%. Sementara pada pengujian bentur, cat yang mampu menahan beban benturan hingga 0,72 kgm adalah cat Hempel dan cat Eon untuk top side sehingga dapat dikatakan baik. Sedangkan cat Hempel bottom cukup baik menahan benturan dikarenakan mampu sampai beban 0,63 kgm dan cat Sigma Utama untuk bottom cukup mampu untuk menahan benturan hingga 0,54 kgm. Untuk cat Sigma Utama top side kurang baik dan cat Eon bottom tidak mampu menahan beban benturan

terkecil dalam pengujian ini yaitu 0,09 kgm hingga dapat dikatakan cat ini jelek dalam menahan benturan.

5. KESIMPULAN

Dari penelitian laju korosi material dengan perlindungan cat yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Material yang tidak mendapat perlindungan cat pada pengujian penyemprotan garam memiliki laju korosi lebih tinggi dibandingkan dengan baja yang di-cat.
- Material yang tidak mendapat perlindungan cat pada pengujian *immersion test* dengan larutan garam mengalami korosi dengan nilai jauh lebih besar dengan material yang dilindungi cat.
- Produk cat bottom yang baik adalah cat Hempel dan cat Sigma Utama sedangkan produk cat top side yang baik adalah cat Eon. Selanjutnya hasil penelitian terhadap beberapa produk cat kapal (3 produk cat) untuk bottom are dan top side area memperlihatkan bahwa cat cukup efektif untuk menahan laju korosi. Pemilihan cat yang tepat, tahan terhadap lingkungan, akan meningkatkan keefektifan pengendalian korosi pada material.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ir. Sulisty MT dkk yang telah membantu dalam pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kenneth R. Trethewey, John Chamberlain, *Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*, Terjemahan Alex Tri Kantjono Widodo, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1991.
- [2] Van Vlack, H. Lawrence, *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Baja dan Bukan Baja)*, 5th ed, PT. Erlangga, 1994.
- [3] ASM Handbook, vol. 5, *Surface Engineering*, The Material Information Society.
- [4] Payne, H. F., *Organic Coating Technology*, vol. 1, John Wiley & Sons Inc, 1954.
- [5] Fontana, Mars Guy, *Corrosion Engineering*, International edition, Mc. Graw Hill Inc, 1987.
- [6] Zdunek, A.D., Shubinsky, G., & Kwan, H.J., *Inspection and Evaluation of Protective Coatings by Visual Imaging Techniques*, Northwestern University, 1995.
- [7] Greenfield, D. & Scantlebury, D. *The Protective Action of Organic on Steel: A review*, JCSE, vol 3, 2000.
- [8] PT. Hempelindo, *Technical Data: Specification Sheet of Coating*, Jakarta, 2003.