

Analisis Laju Korosi Proses Pelapisan Pada Plat Dinding Kereta Di Balai Yasa SGU

Henry Widya Prasetya^{*)}, Dimas Adi Perwira, Vania Athalia Rosilawati

Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun, Madiun, Indonesia

^{*)} corresponding author : Henry Widya Prasetya / henry@ppi.ac.id

ABSTRAK

Korosi merupakan proses kerusakan material yang terjadi akibat lingkungan sekitarnya. Salah satu cara untuk mengontrol korosi pada logam dengan melakukan pelapisan pada permukaan dinding kereta yang terdiri dari cat anti karat (*epoxy*), dempul, dan cat warna. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akibat perlakuan *coating* dan akibat *treatment* awal terhadap laju korosi dengan uji kabut garam. *Coating* merupakan salah satu metode yang dapat menghambat terjadinya korosi pada material logam. Metode kabut garam untuk mengetahui tingkat ketahanan material logam terhadap korosi pada kondisi tertentu sesuai standar ASTM B117. *Weight loss* merupakan salah satu metode untuk mengetahui laju korosi dengan menghitung selisih antar berat dari berat spesimen sebelum uji dan berat spesimen setelah uji. Dari uji ini akan didapatkan informasi terhadap efektifitas *coating* dalam menahan laju korosi. Dari hasil pengujian didapat hasil bahwa *treatment* awal *wetblasting* dengan *coating* dan *wetblasting* tanpa *coating* memiliki laju korosi paling tinggi 0,00054 mmpy dan 0,2190 mmpy. Sedangkan hasil *treatment* awal amplas dengan *coating* dan amplas tanpa *coating* lebih rendah yaitu 0,000274 mmpy dan 0,00192 mmpy. Pada hasil perhitungan dapat disimpulkan *treatment* amplas lebih baik daripada *treatment wetblasting* dalam mengatasi laju korosi pada material galvanis. **Kata Kunci:** *Coating, Galvanis, Kereta dan Korosi.*

ABSTRACT

Corrosion is the process of material damage that occurs due to the surrounding environment. One way to control corrosion of metal is by coating the surface of the carriage wall consisting of anti-rust paint (epoxy), putty, and color paint. This study aims to determine the effect of coating treatment and the effect of initial treatment on the corrosion rate with the salt mist test. Coating is one method that can inhibit corrosion of metal materials. The salt mist method is used to determine the level of resistance of metal materials to corrosion under certain conditions according to the ASTM B117 standard. Weight loss is one of the methods to determine the corrosion rate by calculating the difference between the weight of the specimen before the test and the specimen after the test. From this test, information will be obtained on the effectiveness of the coating in restraining the corrosion rate. From the test results, it was found that the initial wetblasting treatment with coating and wetblasting without coating had the highest corrosion rates of 0.00054 mmpy and 0.2190 mmpy. While the results of the initial treatment of sandpaper with coating and sandpaper without coating were lower, namely 0.000274 mmpy and 0.00192 mmpy. From the calculation results, it can be concluded that the sandpaper treatment is better than the wetblasting treatment in overcoming the corrosion rate of the galvanized material.

Keywords: *Coating, Galvanizing, Carriage and Corrosion.*

1. PENDAHULUAN

PT. Kereta Api Indonesia (Persero) merupakan badan usaha milik negara Indonesia yang menyelenggarakan jasa angkutan penumpang dan barang. PT Kereta Api Indonesia atau sering disebut PT. KAI (Persero) memiliki 5 Balai Yasa yang merupakan tempat dimana dilakukannya semi perawatan akhir (SPA) dan perawatan akhir (PA), salah satunya Balai Yasa SGU tempat dimana kereta melakukan perawatan akhir. Dengan berbagai macam jasa yang ditawarkan oleh PT.

KAI (Persero) salah satunya perawatan dan perbaikan kereta yang dimana kereta merupakan alat transportasi umum untuk mengangkut manusia dan barang. Kondisi kereta merupakan hal penting yang harus diperhatikan oleh PT. KAI (Persero) sebagai perusahaan yang bergerak dibidang transportasi. Kenyamanan dan keamanan penumpang kereta merupakan prioritas utama, maka dari itu perawatan dan penggunaan material atau bahan harus sesuai.

Untuk menjamin kehandalan terhadap bodi kereta, konstruksi bodi kereta dibuat kokoh dengan menggunakan salah satu bahan baja paduan yaitu plat galvanis yang tahan terhadap korosi. Korosi adalah kerusakan atau penurunan mutu material baja yang bereaksi dengan lingkungan secara langsung dalam hal ini bisa juga disebut dengan interaksi secara kimiawi (Anwar, 2017). Korosi menimbulkan kerugian bagi perusahaan sehingga diperlukannya pengendalian terhadap peristiwa ini untuk menekan biaya penggantian atau perawatan komponen dan memperpanjang umur suatu sarana perkeretaapian. Salah satu cara untuk mengontrol korosi pada logam dengan melakukan pelapisan pada permukaan dinding kereta yang terdiri dari cat anti karat (*epoxy*), dempul, dan cat warna. Fungsi utama cat pelapis sebagai pemisah antara dua bahan yang reaktif antara larutan atau lingkungan yang korosif dengan logam yang dilindungi. Kereta dengan jalur pantai utara dengan kelembaban udara yang berbeda sangat mempengaruhi korosi pada bagian *exterior* kereta, sehingga dibutuhkan perawatan yang tepat sebagai usaha dalam pencegahan terjadinya korosi pada dinding kereta.



Gambar 1. Korosi pada kereta

Namun pada faktanya dinding kereta yang menggunakan plat baja galvanis masih rentan terhadap korosi, sehingga harus tetap dilakukan perawatan yaitu dengan dilakukan pelapisan dengan cat pelapis yang sesuai dengan spesifikasi teknisnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suatu metode pelapisan logam yang tahan terhadap laju korosi. Pada penelitian ini menggunakan metode *wetblasting* dan metode konvensional dengan amplas sebagai tahapan awal untuk memperhalus permukaan logam yang nantinya akan dilakukan pelapisan. Lapisan pelindung yang dikenakan pada permukaan baja berfungsi untuk memisahkan lingkungan dari baja sehingga melindungi dari serangan korosi (Anwar, 2017).

Untuk mengetahui tingkat ketahanan material logam terhadap korosi dengan melakukan uji kabut garam pada kondisi tertentu sesuai standar ASTM B117, dari uji ini akan didapatkan informasi terhadap laju korosi pada material plat galvanis yang digunakan pada perawatan dinding kereta yang dilapisi dan tanpa pelapis. Uji kabut garam banyak digunakan karena memiliki banyak keuntungan diantaranya pengujian dapat digunakan untuk berbagai jenis material, durasi waktu pengujian yang relatif lebih cepat dibandingkan dengan pengujian yang memanfaatkan lingkungan alami dan biaya pengujian yang terjangkau. NaCl dan *aquades* membantu proses pengkabutan dengan *salt spray test* dengan waktu pengujian yang periodik.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dipakai ialah penelitian eksperimental. Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi dan studi literatur guna mengetahui data-data yang akan digunakan sebagai acuan dalam sebuah pengujian. Adapun data-data yang diperoleh yang dikumpulkan sebagai acuan dalam melakukan penelitian dengan metode eksperimental. Berikut beberapa data yang dikumpulkan sebagai penunjang dalam penelitian ini antara lain:

1. *Material properties* plat galvanis yang di uji.
2. Dimensi spesimen uji.
3. Ukuran/takaran *coating*.
4. Laju korosi dalam larutan korosif dan cat *epoxy* yang digunakan.
5. Pelapisan pada dinding kereta.
6. Macam-macam pelapisan pada dinding kereta.
7. Pengujian kabut garam.
8. *Wetblasting* dan amplas.
9. Literatur pengaruh *coating* terhadap korosi.

Setelah dilakukan pengumpulan data, selanjutnya menentukan variabel yang akan digunakan guna melakukan pengujian. Variabel berfungsi sebagai pengelompokan objek yang akan dilakukan dalam sebuah pengujian, berikut variabel yang digunakan dalam penelitian ini:

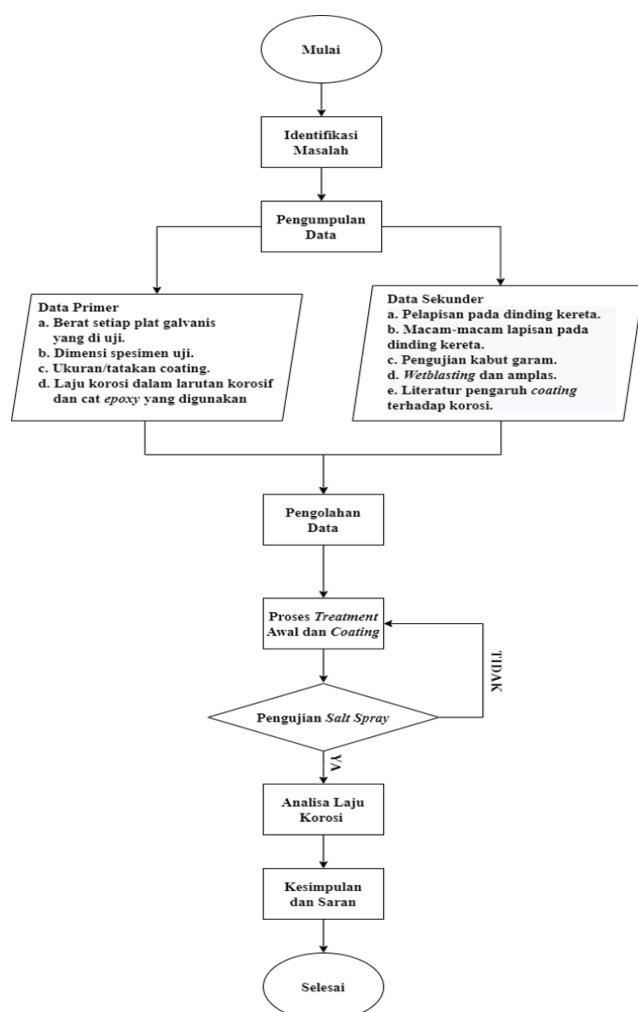
Variabel bebas merupakan variabel yang berdiri sendiri tanpa dipengaruhi oleh variabel lainnya. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *treatment* awal pada permukaan material yaitu *wetblasting* dan amplas. Selain itu perlakuan *coating* dan tanpa *coating* pada specimen uji.

Variabel kontrol merupakan variabel yang sengaja dikendalikan atau dibuat konstan guna untuk meminimalisir pengaruh dari variabel lainnya. Pada penelitian ini variabel kontrol adalah dimensi plat yang

digunakan, pengujian kabut garam, dan cat pelapis yang digunakan dalam pengujian ini.

Variabel terikat merupakan akibat yang dihasilkan oleh variabel bebas dan variabel kontrol yang diaplikasikan pada pengujian ini. Variabel terikat dalam pengujian ini adalah laju korosi yang dihasilkan dengan menghitung kehilangan berat spesimen.

Diagram alir penelitian laju korosi terhadap metode pelapisan dengan plat galvanis yang digunakan dalam perawatan *carbody* kereta dijelaskan pada Gambar 2 seperti berikut:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Proses Persiapan Alat dan Bahan

Pada proses atau tahap ini mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan selama dilakukannya pengujian laju korosi pada plat dinding kereta. Alat dan bahan yang digunakan pada pengujian plat dinding kereta ini disesuaikan dengan perawatan yang digunakan di Balai Yasa SGU dan pengujian kabut garam sesuai dengan ASTM B117. Berikut alat dan

bahan yang akan digunakan selama proses pengujian dilakukan:

- 1) Mesin uji kabut garam
- 2) *Wetblasting unit*
- 3) Kertas amplas
- 4) Timbangan analitik
- 5) Peralatan pengecatan
- 6) Plat galvanis 4x4 cm tebal 2 mm (12 buah).
- 7) Cat pelapis (*epoxy*, dempul, dan cat warna).
- 8) Pasir silika garnet dengan ukuran 0,1 mikro (bahan abrasif pada *wetblasting*).
- 9) Larutan NaCl 3,5 % dan 10L Aquades.

Penelitian ini menggunakan plat galvanis tebal 2 mm dengan ukuran 4x4 cm. Plat galvanis dipotong terlebih dahulu menggunakan mesin potong sesuai dengan ukuran yang diinginkan, plat dipotong menjadi 12 bagian yang nantinya akan dilakukan perlakuan dan pengujian. Setelah spesimen uji siap maka proses selanjutnya spesimen uji dapat di lakukan *treatment* awal dan pengujian *salt spray* untuk menghitung laju korosi.



Gambar 3. Proses pemotongan plat galvanis

Dibawah ini merupakan tabel yang dibuat sebagai daftar spesimen uji yang akan dilakukan uji kabut garam, sebagai berikut:

Tabel 1. Daftar panel uji

Kode spesimen	Metode perlakuan pada spesimen
K	<i>Wetblasting</i> dengan <i>coating</i>
B	<i>Wetblasting</i> tanpa <i>coating</i>
H	Amplas dengan <i>coating</i>
A	Amplas tanpa <i>coating</i>

Alat dan bahan yang digunakan pada pengujian laju korosi proses pelapisan pada plat dinding kereta disesuaikan dengan perawatan dan proses pelapisan cat yang digunakan di Balai Yasa SGU. Pengujian *salt spray* dilakukan di workshop FT-IRS ITS, pengujian dilakukan sesuai dengan strandart B117 dan SOP yang

ada pada laboratorium metalurgi mengenai pengujian kabut garam atau *salt spray*.

3.2 Proses *Wetblasting*

Pada proses *blasting* dengan metode *blasting wet abrasive cleaning* dengan teknik *wetblasting* yang memadukan antara air dengan pasir silika yang mana metode *blasting* jenis ini selain harganya yang lebih ekonomis juga tingkat keamanannya lebih terjamin, karena pada prosesnya pada area pekerjaan yang dimana tidak boleh terjadi percikan bunga api. *Blasting* merupakan proses yang dilakukan terhadap suatu material yang akan di *coating* gunanya agar dapat menghasilkan daya lekat cat yang baik antara material dengan cat (Ardianto, 2017). Sama halnya dengan *blasting* pada permukaan plat galvanis pada kereta dipertujukan agar permukaan galvanis lebih rata dan bersih dari karat sehingga cat dapat melekat dengan baik menjelaskan bahwa *surface preparation* terhadap keberhasilan *coating* sebesar 80% (Nugroho et al., 2017). Berikut adalah langkah-langkah *blasting* pada spesimen uji:

- Masukan spesimen uji kedalam *chamber* alat *blasting*.
- Setelah spesimen uji di masukkan atur tekanan kompresor dengan ukuran ± 7 bar.
- Selanjutnya lakukan penyemprotan material abrasif ke pada spesimen uji dengan jarak 15-25 cm.
- Bersihkan permukaan spesimen secara merata hingga hasil yang diinginkan.



Gambar 4. Proses *wetblasting*

Material abrasif yang digunakan pada penelitian ini ialah pasir silika garnet dengan ukuran 0,1 mikro. Tingkat kebersihan pada proses *wetblasting* sesuai dengan ISO 8501-1 dengan perbandingan sebelum dan sesudah dilakukan *blasting*.



Gambar 5. Permukaan spesimen sebelum dan sesudah perlakuan metode *wetblasting*

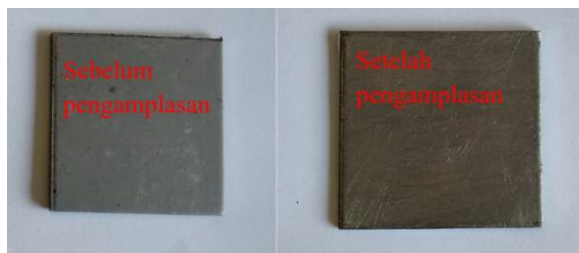
Dapat dilihat hasil dari proses *blasting* yang sesuai dengan standart kebersihan ISO 8501-1 dengan ciri-ciri permukaan spesimen berwarna *white metal* dengan permukaan yang bersih dari minyak, debu, karat, dan bekas cat lama.



Gambar 6. Alat *wetblasting* atau *vaporblasting*

3.3 Proses Pengamplasan

Pada proses pengamplasan menggunakan amplas grit P 80. Fungsi amplas sendiri untuk mengikis atau menghaluskan permukaan benda kerja dengan cara digosok secara manual. Pada proses perlakuan amplas ini dengan menggosok permukaan material spesimen uji atau tahap awal *treatment* pada spesimen uji. Dilakukan proses amplas untuk menghilangkan kotoran atau minyak yang melekat pada permukaan spesimen. Dengan amplas biaya yang dikeluarkan tidak sebanyak pada saat menggunakan *blasting*, dan waktu pengerjaan apabila dengan amplas tidak efisien. Pada pengerjaannya permukaan plat galvanis dibersihkan terlebih dahulu menggunakan thinner, setelah di bersihkan maka permukaan spesimen siap di amplas.



Gambar 7. Spesimen dengan *treatment* amplas

Dari hasil amplas dapat dilihat perbedaannya dengan plat yang masih baru, permukaan plat baru masih terkontaminasi dengan minyak atau kotoran. Permukaan plat galvanis yang sudah diampas akan menghasilkan daya lekat cat yang baik sehingga dapat mempermudah proses pelapisan material.

3.4 Proses Pelapisan Material

Pada proses *coating* yang akan dilakukan pada 6 buah spesimen uji dengan *treatment* awal berbeda maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu. Dengan melihat *checksheet* cat yang digunakan seperti takaran atau *mixing ratio* dan waktu yang dibutuhkan untuk pelapisan material. Ketelitian maupun ketrampilan operator pengecatan dapat mempengaruhi hasil akhir.

Pelapisan yang dilakukan pada 6 buah spesimen uji ini disamakan dengan pelapisan yang digunakan di Balai Yasa SGU mulai dari takaran cat *epoxy* dengan *hardener*, dempul dengan *hardener*, dan juga *clearcoat* atau cat warna dengan *hardener*. Disebutkan didalam SOP pengecatan bahwa sebelum dilakukan pengecatan material harus dibersihkan terlebih dahulu dari sisa-sisa minyak atau kotoran yang menempel.

Proses *coating* pada spesimen uji dengan menggunakan cat *epoxy*, dempul, dan cat warna/*clear*. Adapun langkah-langkah dalam melakukan proses *coating* pada spesimen uji dijelaskan sebagai berikut:

1. Persiapan Primer

Persiapan primer merupakan persiapan sebelum dilakukan pengaplikasian cat dasar (primer). Pengamplasan: gosok semua bagian yang akan dicat menggunakan amplas dengan ukuran amplas grit 80 nomor 1. Proses *blowing/cleaning*: bersihkan kotoran hasil pengamplasan atau *brushing* menggunakan hembusan angin kompresor untuk mempercepat proses pembersihan

2. Aplikasi Primer

Aplikasi primer merupakan proses pelapisan cat anti karat yang akan diaplikasikan. Pada aplikasi primer ini terdapat 2 proses yaitu:

Aplikasikan material primer 2-3 lapis menggunakan *spray gun* 1,6-2 micron (udara kering dengan tekanan 2-3 bar) dengan perbandingan *epoxy* primer (4 liter), *hardener epoxy* (1 liter) dan *thiner* (2 liter).

Proses pengeringan setelah diaplikasikan material primer panaskan dengan udara suhu 60° celcius selama 1 jam apabila menggunakan oven, atau biarkan selama minimal 6 jam (disarankan 1 malam) jika tidak menggunakan peralatan oven.



Gambar 8. Hasil pelapisan *epoxy*

3. Pendempulan

Pendempulan merupakan proses sebelum dilakukannya pengecatan yang berguna untuk memperkuat ikatan antara cat dengan permukaan plat agar cat tidak mudah terkelupas.

Dempul semua sisi secara bertahap dengan maksimal ketebalan 1 mm, sehingga permukaan menjadi rata dengan perbandingan 100% dempul : 2% *hardener*. Pengeringan dilakukan minimal selama 4 jam. Pengamplasan gosok untuk menghasilkan permukaan yang rata menggunakan amplas P 80 (nomor 1) – 120 (nomor 2) atau 180 (nomor 3).



Gambar 9. Hasil proses pendempulan

4. Aplikasi *surfacer*

Aplikasi *surfacer* digunakan untuk melindungi lapisan cat dasar dari bahan pengencer yang ada pada produk lapisan dan memberikan daya lekat yang tinggi. *Surfacer* juga membantu dalam pencapaian kesamaan warna pada pengecatan. Aplikasi material *surfacer* untuk merapatkan permukaan menghindari *absorb* (penyerapan) dengan perbandingan *epoxy surfacer* (4 liter), *hardener epoxy surfacer* (1 liter) dan *thinner* (2 liter) menggunakan *spray gun* 1,6-2 micron (udara kering dengan tekanan 2 bar). Pengeringan dilakukan di udara terbuka dengan waktu pengeringan minimal 6

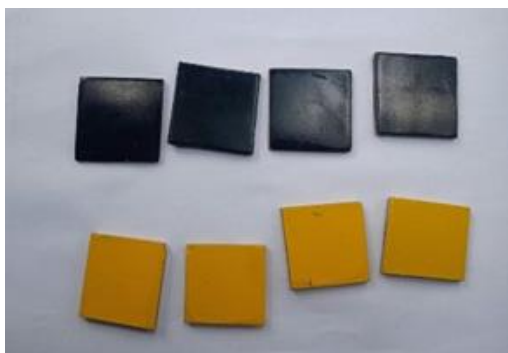
jam (disarankan 1 malam), apabila menggunakan oven dengan suhu 60° celcius selama 1 jam.

5. Aplikasi *Basecoat*

Aplikasi *basecoat* merupakan pengaplikasian cat warna pada permukaan plat yang telah selesai dilakukan perawatan sebelumnya. Pengamplasan menggunakan amplas grid 400, 600 dan 800 untuk memberikan daya rekat cat pada permukaan.

Aplikasi *basecoat* (warna dasar) : cat warna dasar 2-3 lapis (tergantung daya tutup) menggunakan *spray gun* 1,3-1,5 micron (udara kering dengan tekanan 2-3 bar) dengan perbandingan 100% cat : 50% (*hardener*) : 50% (*thinner*). Pengeringan dilakukan selama 6 jam dibiarkan di udara terbuka (disarankan menginap 1 malam), jika menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 1 jam. Pengamplasan dengan menggunakan amplas grit 800-1000.

Aplikasi *basecoat* (*stripping*):cat warna *stripping* sesuai yang diinginkan 2-3 lapis (tergantung daya tutup) menggunakan *spray gun* 1,3-1,5 micron (udara kering tekanan 1,5-2 bar) dengan perbandingan 100% cat:50% *thinner*. Pengeringan dilakukan selama 4 jam dengan udara terbuka, apabila menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 10 menit. Pengamplasan menggunakan amplas grit 800-1000.



Gambar 10. Hasil *basecoat* atau cat warna

6. *Clearcoat* (Vernis)

Clearcoat merupakan tahapan akhir yang berfungsi untuk memberikan efek *glossy* atau mengkilap yang telah dilakukan proses pelapisan.

Aplikasikan *clearcoat* 2 lapis untuk memberikan efek *glossy* pada akhir lapisan dan melindungi *basecoat* menggunakan *spray gun* 1,3-1,5 micron (udara kering dengan tekanan 2-3 bar) dengan perbandingan 100% (*clear*) : 50% (*hardener*) : 10-20% (*reducer slow/thinner*). Pengeringan dilakukan selama 6 jam (disarankan menginap 1 malam) dengan udara terbuka, jika menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 1 jam. Apabila terjadi cacat seperti cacat gelembung

udara atau proses pengecatan yang tidak sesuai maka proses pengecatan harus diulangi mulai dari awal.

3.5 Penimbangan Spesimen Awal

Proses penimbangan awal spesimen menggunakan timbangan analitik yang ada di laboratorium kimia FT-IRS ITS. Timbangan analitik yang digunakan pada proses penimbangan spesimen dengan kepekaan 4 angka di belakang koma dengan konstan.



Gambar 11. Penimbangan spesimen

Sebelum dilakukan uji kabut garam spesimen ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat awal sebelum dilakukan pengujian dan penimbangan akhir setelah dilakukan pengujian kabut garam. Penimbangan ini dilakukan untuk membandingkan kehilangan massa sehingga dapat ketahui berapa nilai laju korosinya.

Syarat yang harus dipenuhi dalam melakukan penimbangan spesimen adalah pertama spesimen harus dalam keadaan kering dan dibersihkan dengan alkohol agar sisa garam yang menempel hilang. Kedua bersihkan kerak pada spesimen agar massa berat tidak bertambah.

3.6 Pengujian *Salt Spray*

a) Proses pembuatan larutan

Dalam melakukan pengujian laju korosi ini salah satu bahan yang digunakan adalah NaCl 3,5% dan 10L aquades sebagai bahan pengkabutan sesuai dengan standart ASTM D19. NaCl dan aquades merupakan larutan yang sangat agresif pada logam. Kandungan ion klorida pada NaCl dan aquades akan terabsorpsi kedalam permukaan logam yang telah dilakukan *coating* dan tanpa *coating* sehingga terjadi ikatan antara oksida-oksida pada logam dan masuk ke dalam sela-selanya, sehingga memperlemah struktur dari

logam spesimen uji (Pratama, 2018). Sesuai dengan peraturan ASTM B117 tentang standar praktek pengoperasian alat penyemprot kabut garam, larutan garam yang digunakan harus dibuat dengan melarutkan massa natrium klorida dalam 95 bagian air yang sesuai dengan spesifikasi D1193 (Wheeler, 1998).

Berikut adalah cara pembuatan larutan korosif NaCl:

- NaCl ditimbang terlebih dahulu sebanyak 350 gr.
- Larutkan NaCl kedalam bak uji yang telah terisi 10 L aquades.
- Aduk larutan sampai seluruh kristal terlarut, maka akan didapatkan konsentrasi larutan NaCl sebesar 3,5% dengan 10 liter aquades terlarut.
- Setelah NaCl terlarut sempurna maka larutan siap digunakan untuk pengujian selanjutnya.

b) Proses Pengujian *Salt Spray*

Setelah proses persiapan spesimen uji selesai maka spesimen uji siap untuk dilakukannya tahap selanjutnya yaitu proses pengujian dengan kabut garam. Pengujian ini dilakukan di laboratorium metalurgi FT-IRS ITS menggunakan mesin uji kabut garam manual dengan sistem penyemprotan motor listrik.

Sebelum dilakukannya pengujian, harus menyiapkan bahan larutan korosif dengan NaCl 3,5% dan 10L aquades, penggunaan NaCl dan aquades pada penelitian ini karena kandungan senyawa pada garam paling mempengaruhi pada uji kabut garam. Setelah menyiapkan semua spesimen uji dan larutan korosif berikut langkah-langkah pada saat uji kabut garam dilakukan:

- Isi ember dengan aquades 10 liter dan NaCl 3,5% hingga terlarut (dalam perhitungannya larutan dapat bertahan selama 2 hari).
- Memastikan spesimen uji pada posisi yang tepat
- Memastikan alat penyemprotan atau alat kabut garam berfungsi dengan baik.
- Nyalakan mesin dan mesin diistirahatkan selama 5 menit apabila panas.
- Pengaturan semprotan kabut garam diatur secara manual menggunakan kateter untuk mengatur kecepatan penyemprotan kabut garam.
- Spesimen diletakkan pada *salt spray chamber* dengan sudut antara 15°-30° pada *chamber* dimana sesuai ASTM B117.
- Spesimen dibiarkan terpapar selama 8 jam dalam 8 hari.



Gambar 12. Proses uji kabut garam

3.7 Analisa Laju Korosi

Analisa laju korosi dibuat setelah dilakukannya pengolahan data yang didapat dari proses perawatan pada dinding kereta di Balai Yasa SGU sesuai dengan MI dan *checksheet*, selanjutnya olahan data tersebut di analisa dengan cara melakukan pengujian. Pengujian dilakukan dengan cara uji kabut garam untuk melihat laju korosi pada setiap spesimen yang telah dibuat. Dengan menghitung berat awal dengan berat akhir setelah terjadi laju korosi selama dilakukan uji kabut garam ± 64 jam (8jam perhari selama 8 hari). Dari hasil data pengujian dilakukan analisis dan evaluasi. Perbandingan dapat dilihat dari besar hubungan laju korosi antara spesimen dengan *coating* dan tanpa *coating* serta metode dalam pembersihan spesimen dengan metode *wetblasting* dan amplas.



Gambar 13. Hasil spesimen setelah dilakukan uji kabut garam

Weight loss merupakan salah satu metode untuk menghitung laju korosi, dengan menghitung ulang berat awal spesimen sebelum di uji dan setelah di uji, kemudian menghitung selisih antar berat (Anwar, 2017).

Tabel 2. Hasil penimbangan berat spesimen

Kode	Berat Spesimen			Rata-rata <i>weightloss</i> (gr)
	Berat awal (gr)	Berat akhir (gr)	Selisih berat (gr)	
K.01	27,6447	27,6444	0,0003	0,0002
K.02	28,1569	28,1569	0,0000	
K.03	27,6608	27,6604	0,0004	
B.01	23,9369	23,8545	0,0824	0,0797
B.02	24,0655	23,9001	0,0749	
B.03	24,0275	23,9456	0,0819	
H.01	28,2156	28,2154	0,0002	0,0001
H.02	28,5356	28,5356	0,0000	
H.03	29,6516	29,5613	0,0003	
A.01	25,3596	25,3591	0,0005	0,0007
A.02	24,9896	24,9889	0,0007	
A.03	24,0055	24,0045	0,0010	

Dari hasil perhitungan berat awal dan berat akhir dari spesimen didapatkan hasil seperti pada tabel 2. dapat disimpulkan bahwa spesimen dengan *coating* nilai *weightloss*nya lebih rendah daripada spesimen tanpa *coating*, *treatment* awal sangat mempengaruhi terjadinya korosi dilihat dari hasil *weightloss* pada *wetblasting* tanpa *coating* lebih tinggi dibandingkan dengan amplas tanpa *coating* karena pada proses *wetblasting* spesimen sudah terkena air terlebih dahulu sebelum pengujian kabut garam dan lapisan terluar terkikis oleh tekanan pasir silika yang dihasilkan dari mesin *wetblasting*.

Berikut merupakan rumus menghitung besarnya laju korosi dinyatakan dengan persamaan (1):

$$\text{Corrosion rate (mmpy)} = \frac{k \times w}{D \times A \times T} \quad (1)$$

Dimana CR adalah laju korosi dengan k adalah konstanta $8,76 \cdot 10^4$, w adalah perubahan berat dari spesimen (gram), D adalah densitas spesimen dalam satuan (g/cm^3), A adalah luas spesimen (cm^2) dan T adalah waktu pengujian (jam).

Dalam perhitungan laju korosi menggunakan satuan millimeter per year (mmpy). Besi memiliki massa jenis sebesar $7,78 \text{ g/cm}^3$. pengujian dilakukan selama 8 hari dengan waktu *running* 8 jam perhari atau 64 jam.

Diketahui:

$$K = 8,76 \cdot 10^4 \quad (\text{mmpy})$$

$$\begin{aligned} W &= W_{\text{awal}} - W_{\text{akhir}} \quad (\text{gram}) \\ &= 27,6447 - 27,6444 \\ &= 0,0003 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 2 \times (p_l + p_t + l_t) \quad (\text{cm}^2) \\ &= 2 \times ((40 \times 40) + (40 \times 2) + (40 \times 2)) \\ &= 64 \text{ (cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$T = 64 \text{ (jam)}$$

$$\rho = 7,78 \quad (\text{g/cm}^3)$$

Perhitungan laju korosi pada spesimen K.01:

$$CR = \frac{k \times w}{D \times A \times T}$$

$$CR = \frac{8,76 \times 10^4 \cdot 0,0003}{7,78 \cdot 64 \cdot 64}$$

$$CR = \frac{2628}{31866,88}$$

$$CR = 0,0824 \text{ mmpy}$$

Jadi laju korosi yang terjadi pada spesimen dengan kode K.01 yang telah dilakukan uji kabut garam selama 64 jam adalah 0,0824 mmpy.

Laju korosi yang terjadi pada spesimen dengan kode K yang telah dilakukan uji kabut garam, sebagai berikut:

$$CR = \frac{k \times w}{D \times A \times T}$$

$$CR = 0,00054 \text{ mmpy}$$

Laju korosi yang terjadi pada spesimen dengan kode B yang telah dilakukan uji kabut garam, sebagai berikut:

$$CR = \frac{k \times w}{D \times A \times T}$$

$$CR = 0,2190 \text{ mmpy}$$

Laju korosi yang terjadi pada spesimen dengan kode H yang telah dilakukan uji kabut garam, sebagai berikut:

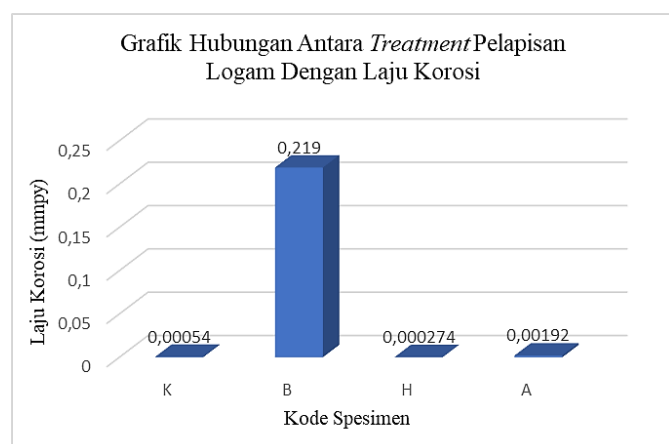
$$CR = \frac{k \times w}{D \times A \times T}$$

$$CR = 0,00027 \text{ mmpy}$$

Laju korosi yang terjadi pada spesimen dengan kode A yang telah dilakukan uji kabut garam, sebagai berikut:

$$CR = \frac{k \times w}{D \times A \times T}$$

$$CR = 0,00192 \text{ mmpy}$$

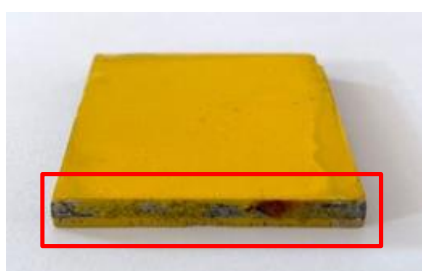


Gambar 14. Grafik hubungan antara *treatment* pelapisan logam dengan laju korosi

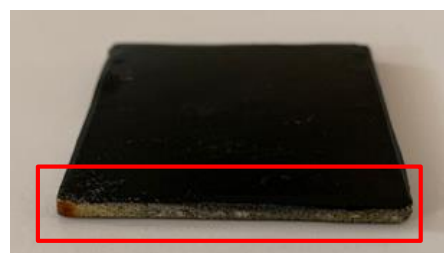
Dari grafik rata-rata laju korosi dapat dilihat bahwa spesimen dengan *treatment wetblasting* tanpa *coating* memiliki laju korosi paling tinggi dibanding spesimen lainnya dengan nilai laju korosi 0,2190 mmpy. Spesimen *wetblasting* tanpa *coating* memiliki nilai laju korosi paling tinggi karena pengaruh dari metode *wetblasting* yaitu pengaruh air dan lapisan luar permukaan specimen terkikis akibat tekanan material abrasif.

Laju korosi yang terjadi pada *treatment* awal amplas tanpa *coating* lebih tinggi dibandingkan amplas dengan *coating* dengan nilai laju korosi 0,00192 mmpy. Disimpulkan bahwa *coating* sangat berpengaruh dalam memperlambat nilai laju korosi pada material dengan bahan dasar logam.

Dari hasil uji laju korosi spesimen dengan *treatment* awal *wetblasting* dan amplas yang *dicoating* nilai laju korosinya sangat rendah karena korosi hanya terjadi pada bagian yang tidak mengalami proses pelapisan atau tidak dicat.



Gambar 15. Bagian korosi spesimen *wetblasting coating* (specimen dengan kode K)



Gambar 16. Bagian korosi spesimen amplas *coating* (specimen dengan kode H)

Pada Gambar 15 menunjukkan posisi terjadinya korosi pada spesimen *wetblasting coating* dengan area korosi terjadi di daerah sisi pinggir permukaan yang tidak terlapi oleh cat. Pada Gambar 16 menunjukkan posisi korosi pada spesimen amplas *coating* dengan area korosi terjadi di daerah sisi pinggir permukaan yang tidak terlapi oleh cat. Dapat disimpulkan bahwa korosi yang terjadi pada spesimen dengan *coating* terjadi pada bagian yang tidak mendapat proses pelapisan. Jadi proses pelapisan pada penelitian ini sudah bagus dalam mengatasi laju korosi.

4. KESIMPULAN

Laju korosi pada plat dinding kereta dengan material galvanis dengan *wetblasting coating* memiliki laju korosi 0,00054 mmpy dan amplas *coating* memiliki laju korosi 0,000274 mmpy. Sedangkan hasil dari *wetblasting* tanpa *coating* memiliki laju korosi 0,2190 mmpy dan amplas tanpa *coating* memiliki laju korosi 0,00192 mmpy. *Treatment* awal juga mempengaruhi terjadinya laju korosi. Dari spesimen *wetblasting* nilai laju korosinya lebih tinggi dibandingkan dengan amplas, karena pada *treatment wetblasting* permukaan spesimen sudah terkena air lebih dahulu sehingga pada saat dilakukan uji kabut garam spesimen mudah terkorosi. Proses pelapisan pada penelitian ini sudah bagus dalam mengatasi laju korosi yang dibuktikan dengan area korosi terjadi di daerah sisi pinggir permukaan spesimen yang tidak terlapi oleh cat.

REFERENSI

- Graf, W.H., and Altinakar, M.S. (1998). *Fluvial Hydraulics*, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, England.
- Anwar, M.J., Widodo, E. (2017). Karakterisasi Laju Korosi Baja ST 40 Berlapis Polyester Putty Dalam Lingkungan Air Payau. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Ardianto, P. (2017). Pengaruh Cacat *Coating* dan Perbedaan Salinitas Terhadap Laju Korosi Pada Daerah *Splash Zone* Menggunakan Material Baja A36. Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

- Arsyad, H. & Suhardi. (2011). Studi Degradasi Material Pipa Jenis Baja ASTM A53 Akibat Kombinasi Tegangan Dan Media Korosif Air Laut IN-SITU Dengan Metode Pengujian C-Ring. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Haqiqi, M., Rusiyanto, Fitriyana D. F., & Kriswanto. (2021). Pengaruh Warna Pelapis dan Ketebalan Lapisan Pada Proses Zinc Electroplating Terhadap Laju Korosi Baja AISI 1015. Jurnal Inovasi Mesin, 3 (1).
- Nugroho, C. T., Pratikno, H., & Purniawan, A. (2017). Analisa Pengaruh Material Abrasif Pada *Blasting* Terhadap Kekuatan Lekat Cat dan Ketahanan Korosi di Lingkungan Air Laut. Jurnal Teknik ITS, 5(2), 231–235.
- Pandu Damay Putra, H. P. (2016). Analisa Perbandingan Laju Korosi Di Lingkungan Laut Dari Hasil Pengelasan GMAW Pada Sambungan Aluminium Seri 5050 Karena Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Gas Pelindung, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).
- Prasetya, Hendra, dkk. (2011). Optimasi Proses *Sand Blasting* Terhadap Laju Korosi Baja AISI 430. Universitas Brawijaya, Malang.
- Pratama, R. A. (2018). Perancangan Alat Uji Korosi *Salt Spray Chamber* Dan Aplikasi Pengukuran Laju Korosi Plat Body. Jurnal Teknik Pomits, Vol. 1, No.2.
- Rakiman, Hanif, Menhendry, Maimuzar, & Yetri Y., (2021). Analisa Kekerasan dan Ketebalan Permukaan Lapisan Hasil Elektroplating Kuningan Pada Baja. Jurnal Sains Terapan, Vol. 7, No. 1.
- Rochmat, A., Putra, B. P., Nuryani, E., & Pramudita M., (2016). Karakteristik Material Campuran SiO₂ dan Getah Flamboyan (*Delonix regia*) Sebagai Material Coating Pencegah Korosi Pada Baja. Jurnal Teknologi Kimia Unimal 5 (2), 27-36.
- Sandi, A. P., Suka, E. G., & Supriyatna, Y.I., (2017). Pengaruh Waktu Electroplating Terhadap Laju Korosi Basa AISI 1020 Dalam Medium Korosif NaCl 3%. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika, Vol. 5, 205-212.
- Setiawan, A., Indriyani, N.L., & Herawan, B., (2019). Pengaruh Arus dan Waktu Terhadap Lapisan Zinc Plating pada Material SGD400-D dengan Menggunakan Proses Electroplating. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol. 7, 32-39.
- Supriyanto. (2007). Pengaruh Konsentrasi Larutan NaCl 2% dan 3,5% Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Sutrisna, Edi., (2012). Laju Korosi Lapisan Krom Pada Knalpot Berbahan Baja Karbon AISI 1010. Universitas Gunadarma, Depok.
- Widodo, T. D., Raharjo, R., Kusumaningsih, H., Bintarto, R., Siswoyo, R. C. & Sasongko, M. N. (2019). Pengaruh Tegangan dan Waktu Pada Proses Elektropolishing Terhadap Surface Roughness Material Stainless Steel AISI 316L. Rekayasa Mesin, Vol. 10, 309-316.
- Yudi, G. A., Respati, S.M.B., Syafa'at, I. (2019). Analisis Laju Korosi Baja ST 60 Pasca Proses Las GTAW Dengan Variasi Arus Las 80,100, 120 A Dan Direndam Pada Larutan HCL Bersuhu 40 Celcius. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim.