



ISSN  
2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## ANALISIS PENGARUH pH AIR TERHADAP LAJU KOROSI DENGAN PENGELASAN GMAW APLIKASI COATING DAN TANPA COATING BAJA A36

Epan Rexky Pardede<sup>1)</sup>, Kiryanto<sup>1)</sup>, Untung Budiarto<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Laboratorium Pengelasan

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275  
\*)e-mail : reskiepan@gmail.com

### Abstrak

Baja Astm A36 yang umumnya diterapkan dalam pembangunan struktur kapal. kandungan karbon sekitar 0,14%, Baja ASTM A36 termasuk dalam kategori baja karbon rendah dengan kemampuan las yang baik, salah satu jenis pengelasan yang sering digunakan adalah GMAW (Gas Metal Arc Welding). GMAW (Gas Metal Arc Welding) suatu proses menyambungkan dua material atau lebih menjadi satu melalui proses pencairan dengan menggunakan elektroda gulungan (filler metal). dan masalah terbesar yang dialami adalah korosi, korosi menjadi salah satu penyebab kerusakan yang paling sering terjadi pengaruh terhadap lingkungan sekitarnya. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah kadar pH air, semakin asam kadar pH airnya maka laju korosi akan semakin tinggi, salah satu pencegahan yang dilakukan adalah pelapisan coating. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar pH air terhadap laju korosi dengan pengelasan GMAW aplikasi coating dan tanpa coating baja a36. Pengujian laju korosi pada penelitian ini menggunakan metode elektrokimia dan WeightLoss, dengan kadar pH air 4,6,7 dan 9. Hasil yang didapatkan dari pengujian laju korosi tertinggi terjadi pada spesimen yang tidak di coating dengan pH air 4 dengan nilai 4,5 mmpy dan hasil laju korosi terendah terdapat pada spesimen dengan coating pada pH air 7 dengan nilai laju korosi 0.042216054 mmpy. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengaruh coating dapat menghambat laju korosi dan tingkat keasaman air berpengaruh terhadap kenaikan laju korosi.

Kata Kunci : Baja A36, Pengelasan GMAW, Korosi, Coating, Ph air.

### 1. PENDAHULUAN

Pada perkembangannya dalam industri perkapalan logam baja merupakan material utama yang sering digunakan dalam konstruksinya, jenis logam yang sering digunakan diantaranya adalah baja dengan jenis karbon rendah, dengan banyak keuntungan yang diberikan seperti memiliki keuletan yang tinggi dan mudah untuk dikerjakan dengan mesin. Logam baja yang bisa dikatakan sebagai baja karbon rendah adalah baja dengan nilai kadar karbon kurang dari 0.3% dari berat keseluruhan baja paduan. Namun dalam penggunaan baja karbon rendah dalam industri perkapalan tak dipungkiri memiliki kelemahan yaitu mudah

terkorosi di lingkungan air yang memiliki kandungan unsur kimia yang bersifat korosif.

Korosi merupakan suatu reaksi elektrokimia yang berlangsung alami dan secara spontan, oleh karena itu korosi sendiri tidak bisa dicegah, cara salah satunya adalah diperlambat laju korosinya sehingga dapat memperlambat kerusakan dari material.

Didalam Buku *CORROSION ENGINEERING* Korosi didefinisikan sebagai kerusakan material karena reaksi dengan lingkungannya. Beberapa orang beranggapan bahwa definisi ini hanya berlaku pada logam untuk itu para ilmuwan korosi harus mempertimbangkan baik logam maupun non logam sebagai contoh, kerusakan cat dan karet oleh sinar matahari atau bahan kimia dan pengikisan

logam padat oleh logam cair lainnya semuanya bisa dianggap korosi. Korosi bisa cepat atau lambat. Korosi pada material sudah banyak dilakukan penelitian untuk menekan laju korosi terhadap material yang digunakan. Salah satu usaha yang dilakukan adalah membatasi material terkena secara langsung dengan lingkungan yang bersifat korosi[1].

Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating menggunakan metode elektrokimia dengan polarisasi potensial korosi bebasnya, Metode ini dapat menghitung laju korosi berdasarkan hukum faraday, dari pengujian dan perhitungan laju korosi, korosi yang didapatkan pada sistem cat alkyd dua lapis terjadi pada sampel B dengan ketebalan lapisan 248  $\mu\text{m}$  dengan nilai 0,020262 mm/yr masalahnya disebabkan oleh adanya cacat pelapisan berupa masalah pengeringan yang tidak sempurna[2].

Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang Analisa Pengaruh Salinitas dan Derajat Keasaman (pH) Air Laut Di Pelabuhan Jakarta Terhadap Laju Korosi Plat Baja Material Kapal diperoleh hasil penelitian yang menunjukkan korosi yang baik, ketika salinitas dan keasaman meningkat proporsi plat baja meningkat.laju korosi tertinggi dicapai pada salinitas 3,8% dan pH 6,5, penelitian ini mengkonfirmasi bahwa semakin tinggi kadar garam dan PH maka semakin tinggi pula laju korosinya. Ada beberapa prinsip untuk mencegah korosi, salah satunya adalah penggunaan pelapisan cat[3].

Coating adalah salah satu alternatif pencegahan dan perlindungan apabila terjadi korosi pada baja maupun logam yang dimana lapisan dari coating ini menggunakan daya lekat untuk mencegah dan melindungi permukaan dari suatu material. Apabila daya lekat *coating* yang digunakan itu tinggi maka kualitas dari *coating* itu akan semakin baik. Begitupun dengan sebaliknya dimana apabila kualitas dari *coating* itu rendah maka hasil yang didapat juga akan kurang baik.

Jika melihat penelitian terdahulu Untuk studi perbandingan pengaruh ketebalan lapisan dan anoda terhadap laju korosi material baja karbon grade BKI. Dari hasil penyelidikan laju korosi dengan metode elektrokimia, ditemukan bahwa ketebalan pelapisan mempengaruhi laju korosi material baja karbon. Namun pada pengujian laju korosi dengan metode elektrokimia ditemukan bahwa jenis anoda mempengaruhi laju korosi material baja karbon[4].

Baja ASTM A36 merupakan suatu material baja karbon rendah (*Low Carbon Steel/mild steel*) dengan kandungan unsur karbon didalamnya berkisar 0,008% - 0,3% C. Baja karbon ini sering

dibuat dalam bentuk plat, baik itu baja strip atau baja batang (progil). Baja ASTM A36 memiliki sifat kekrasan dan ketahanan aus yang rendah. Baja ini sering digunakan dalam bahan pembuatan kapal laut maupun pintu air. Pada pembuatan material kapal laut plat yang digunakan adalah plat *Mild steel A36*.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang menganalisis pengaruh berbagai metode pelapisan pada lembaran baja ASTM A36 terhadap laju korosi, kekuatan ikatan, dan prediksi ketahanan benturan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pelapisan adalah metode yang efektif untuk pengendalian korosi. Hal ini menunjukkan bahwa sampel (bahan uji) yang tidak dilapisi atau tidak dicat menunjukkan nilai laju korosi yang paling tinggi pada pengujian laju korosi yaitu sebesar 2,2175 mmpy dibandingkan dengan bahan uji yang dilapisi dengan lapisan tersebut Sedangkan metode pengecatan terbaik adalah metode spray dengan nilai laju korosi sebesar 0,00029799 mmpy. Proses brush and roller memberikan ketahanan terhadap korosi dengan nilai laju korosi rata-rata sebesar 0,00069233 mmpy dan 0,0043177 mmpy. Selain itu, dari hasil uji daya rekat, sampel yang dicat dengan metode spray painting menunjukkan nilai kekuatan rekat cat terbaik dengan nilai rata-rata sebesar 22,02 MPa, sedangkan sampel yang dicat dengan kuas dan roller memiliki nilai rata-rata sebesar 22,02 MPa keluar itu Kekuatan rekat cat 20,55MPa dan 18,13MPa[5].

Proses pengelasan berdasarkan *Deutsche Industrie Normen (DIN)* las adalah sebuah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari pengertian diatas dapat diartikan bahwa las adalah penyambungan dari beberapa batang logam yang disambungkan sehingga terjadi ikatan antar molekul dari logam yang disambungkan. Terdapat berbagai jenis pengelasan salah satunya adalah pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*), pengelasan ini dilakukan dengan elektroda tak terputus dimana kawat elektrodanya bersifat consumble elektroda yang dimana berfungsi sebagai pembangkit busur listrik dan pada GMAW juga berfungsi sebagai logam pengisi.selain itu pengelasan GMAW juga memiliki efisiensi pengelasan yang baik, karena kawat las yang digunakan dapat digunakan pada semua jenis material dan posisi dari pengelasan tersebut.

Didalam penelitian tentang Analisa pengaruh kuat arus hasil pengelasan GMAW terhadap kekerasan material ASTM A36 Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh parameter pengelasan terhadap hasil pengelasan dipengaruhi oleh kecepatan feeding kawat, tegangan, arus, dan gas

pelindung. Uji Rockwell untuk Sampel Baja Karbon Rendah Baja ASTM A36 1G Las GMAW Arus 80A adalah 65,60 HRC, Uji Rockwell untuk Sampel Baja Karbon Rendah Baja ASTM A36 Las 1G GMAW 100A Arus adalah 80,40 HRC, Uji Rockwell untuk Sampel Baja Karbon Rendah Pengelasan MIG Baja ASTM A36 1G saat ini 120 A, 68,40 HRC. Berdasarkan hasil pengujian Rockwell terhadap pengelasan GMAW dengan variasi arus 80, 100, dan 120 A pada posisi 1G, disimpulkan bahwa variasi arus 100 A merupakan kuat arus yang optimal karena memiliki nilai kekerasan tertinggi[6].

## 2. METODE

Pada penelitian ini, memiliki tujuan penelitian untuk mendapatkan hasil bagaimana pengaruh Ph air terhadap Laju Korosi dengan Pengelasan GMAW Aplikasi Coating dan tanpa Coating Baja A36. Proses pengujian laju korosi menggunakan metode elektrokimia dan *weightloss*, serta menggunakan cat alkyd.

### 2.1. Objek Penelitian

Baja merupakan logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Didalam percampuran antara besi dan karbon, besi menjadi unsur yang dominan. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai tingkatannya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal atom besi. Jumlah karbon dalam struktur baja dapat menentukan sifat mekanik dan unjuk kerja dari baja itu. Standarisasi baja karbon digunakan untuk mengklasifikasikan baja karbon berdasarkan komposisi kimianya, yang mendefinisikan standarisasi baja karbon menurut *American Iron and Steel Institute (AISI)* dan *Society of Automotive Engineers (SAE)* menggunakan angka atau angka dan huruf.

Baja terdiri dari tiga klasifikasi utama, yaitu baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*), yang ditandai oleh kandungan karbon yang tidak melebihi 0,3%. Karakteristik utama dari baja ini meliputi kemampuan untuk ditempa dengan mudah, diolah dengan mesin, serta mampu menjalani proses perlakuan pengelasan dengan relatif mudah. Dibandingkan dengan baja karbon rendah, baja karbon sedang menampilkan kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi, dengan kandungan karbon berkisar antara 0,3% hingga 0,6%. Baja karbon menengah seringkali diterapkan dalam berbagai konteks, termasuk dalam pembuatan baut, mur, piston, roda gigi dan konstruksi lambung. Baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*) memiliki kandungan karbon yang

bervariasi, dengan konsentrasi karbon di atas 0,3% hingga 0,6%, dan antara 0,7% hingga 1,3% untuk masing-masing kelas baja. Jenis baja ini terkenal akan kekuatan tarik yang tinggi, sehingga sering diterapkan dalam pembuatan perkakas seperti pegas, perkakas, gergaji, dan sejenisnya.

Dalam studi ini, bahan yang dianalisis adalah baja karbon rendah ASTM A36 yang umumnya diterapkan dalam pembangunan struktur kapal. kandungan karbon sekitar 0,14%, Baja ASTM A36 termasuk dalam kategori baja karbon rendah dengan kemampuan las yang baik. Gambar dibawah ini menunjukkan bentuk spesimen uji yang akan dilakukan pelapisan *coating* lalu akan diuji nilai laju korosinya.



Gambar 1. Baja ASTM A36

### 2.2. Proses Pengelasan

Pengelasan merupakan suatu teknik penyambungan logam dengan cara meleburkan sebagian logam dasar dan logam pengisi sehingga menghasilkan sambungan yang kontinyu, dengan atau tanpa kompresi dan dengan atau tanpa tambahan logam. Dalam penelitian ini jenis pengelasan yang digunakan adalah GMAW.

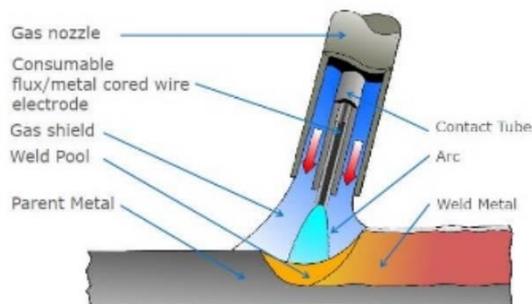
GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) adalah salah satu jenis pengelasan yang ada di dunia las. GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) suatu proses menyambungkan dua material atau lebih menjadi satu melalui proses pencairan dengan menggunakan elektroda gulungan (*filler metal*)[7]. Proses dalam pengelasan ini menggunakan kawat las yang digulungkan dalam suatu roll dan gas sebagai pelindung logam las yang mencair saat proses pengelasan itu berlangsung.

Gas pelindung (*shielding gas*) memiliki tujuan untuk melindungi logam cair saat pengelasan dilakukan agar tidak teroksidasi dengan oksigen yang ada di lingkungan sekitarnya, gas pelindung tersebut terjadi pada saat pencairan kawat elektroda dan logam induk saat berlangsung yang bertujuan untuk membatasi terjadi oksidasi[8].

Pada Penelitian ini digunakan proses pengelasan GMAW di Laboratorium Las

Politeknik Negeri Semarang, dengan detail sebagai berikut :

- a. Jenis Pengelasan : GMAW
- b. Mesin Las : Krisbow
- c. Logam Induk : Baja A36
- d. Elektroda : ER70s-6
- e. Voltage : 29V
- f. Posisi : 1G
- g. Arus (ampere) : 100A
- h. Heat Input : -10615,384 joule/cm



Gambar 2. Skema Pengelasan GMAW



Gambar 3. Hasil Pengelasan GMAW

### 2.3. Surface Preparation

Baja ASTM A36 yang telah disambungkan dengan proses Pengelasan GMAW dengan posisi pengelasan 1G, proses selanjutnya adalah dengan cara mensandblasting material yang sudah dilas, sebelum proses sandblasting material uji harus dilakukan tahap *surface preparation* dimana proses ini bertujuan untuk mempersiapkan spesimen uji agar memenuhi standar yang berlaku dan mendapatkan hasil yang baik. Pada penelitian ini digunakan metode *sandblasting* dengan tingkat kebersihan yaitu SA 2.5 (ISO 8501-1) serta material abrasive yang dipakai adalah garnet

ukuran 30/60  $\mu\text{m}$  dengan tekanan *nozzle* 6-7 bar.



Gambar 4. Persiapan Sebelum *Sandblasting*

Berdasarkan gambar diatas spesimen yang sudah disiapkan untuk melakukan proses *sandblasting*. Spesimen ditempatkan pada kayu dan diberi paku disekelilingnya agar tidak terlepas saat proses *sandblasting*.

### 2.4. Sandblasting

Berdasarkan hasil dari perhitungan *dew point* dan RH yang sudah memenuhi rekomendasi, maka dilanjutkan ke proses *sandblasting* material. Dalam proses ini, mengacu pada standar yang digunakan adalah SA 2.5 dan merujuk pada standar ISO 8501-1 tentang *preparation of steel substrates before application of paints and related product*. Proses *sandblasting* baja ASTM A36 menggunakan material abrasif berjenis garnet dengan ukuran *mesh* 30/60  $\mu\text{m}$  menggunakan kompresor yang bertekanan *nozzle* 6 – 7 bar.

### 2.5. Material Abrasif

Material abrasif adalah salah satu faktor penting dalam proses *blasting*. Material abrasif dipakai dalam mempersiapkan permukaan material yang lebih baik dibandingkan dengan hanya menggunakan gerinda saja. Ada berbagai jenis dan tipe material abrasif yang dipakai dalam proses *sandblasting*. Ada beberapa faktor penentuan material abrasif antara lain. bahwa variasi ukuran grit sangatlah berpengaruh. Semakin besar ukuran grit seperti grit 100 maka akan semakin rendah tingkat kekasarannya, mengakibatkan daya rekat pada coating lebih mudah rusak atau tidak lebih rekat dari pada grit 60 yang memiliki kekasaran permukaan lebih tinggi[9].

Berdasarkan tabel dibawah ini tertera material abrasif yang digunakan dalam proses *blasting*, tiap jenis material abrasif memiliki hasil yang berbeda-beda. Pemilihan material abrasif disesuaikan dengan kebutuhan dan hasil yang diharapkan serta menyesuaikan dengan permukaan yang ingin dilakukan proses *blasting*. Dalam penelitian ini material abrasif yang digunakan adalah garnet dengan ukuran *mesh* 30/60, dengan *hardness* 8-9 mohs.

## 2.6. Coating

Setelah material sudah di *sandblasting* dengan prosedur yang ditentukan, selanjutnya material di coating dengan ketebalan coating 50  $\mu\text{m}$  disesuaikan dengan ketebalan yang disarankan pada *technical data sheet* yang dikeluarkan oleh pabrik cat coating, dengan saran ketebalan yang baik untuk diterapkan dalam material sekitar 30-50 microns, dengan jenis coating yang digunakan yaitu alkyd. Proses ini bertujuan untuk salah cara perlindungan dengan upaya memperkecil laju korosi pada permukaan material. Berdasarkan ASTM E-337 mengenai "Standart Test Method for Measuring Humadity with a Psychrometer ( the Measurement of Wet and Dry-Bulb Temperatures)", kondisi lingkungan perlu diukur sebelum dilakukanya pengecatan, apabila persyaratan tidak terpenuhi, maka aplikasi pengecatan tidak bisa dilakukan. Persyaratan yang dimaksud antara lain :

- Temperature udara lebih besar dari 5°C (40°F).
- Permukaan yang dicat harus kering.
- Kelembapan relatif udara kurang dari 85%.
- Temperatur permukaan plat tidak kurang dari 3°C (5°F) diatas temperatur titik embun (dew point).
- Menetapkan sebelumnya cuaca buruk dalam 2 jam ketika overcoating di luar ruangan.
- Ketika moisture terbentuk di permukaan dari struktur ketika hujan, kondensasi dan embun beku,dsb.
- Ketika iluminasi efektif kurang dari 500 lux selama aplikasi pengecatan.

## 2.7. Pengujian WFT dan DFT

Proses pengujian WFT ini dilakukan saat cat dalam keadaan basah, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai ketebalan cat saat dalam keadaan masih basah, alat yang digunakan untuk menguji WFT ini adalah *wet film comb*. Pengukuran WFT ini dilakukan dengan standar ASTM D4414 – *Standard Practice for Measurement of Wet Film Thickness by Notch Gages*. Prosedur yang diterapkan adalah dengan membersihkan permukaan cat terlebih dahulu dari sisa sisa cat sebelumnya, kemudian sesuaikan angka ketebalan yang akan digunakan, Ketika melakukan pengujian harus tegak lurus, tekan ke permukaan kertas untuk melihat ketebalan cat apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 5. Wet Film Comb



Gambar 6. Hasil Pengukuran WFT

Berdasarkan gambar diatas ditampilkan alat dan proses pengujian WFT, proses WFT begitu penting untuk menentukan hasil DFT yang diinginkan, karena nilai WFT dan DFT cat akan berbeda, oleh karena itu kita perlu mengetahui *volume solid* dari cat yang digunakan agar bisa memperkirakan tebal yang diperlukan agar mencapai WFT ataupun DFT yang ditentukan.

DFT ( *Dry Film Thickness*), adalah perhitungan ketebalan suatu cat dalam kondisi kering dan alat yang digunakan adalah *dry film thickness gauge*. Pengukuran ini dilakukan berdasarkan standar ASTM D4138 – *Standard Method Measurement of Dry Film Thickness of Protective Coating Systems by Destructive Means*. Dalam pengujian ini dilakukan dalam kondisi cat yang sudah kering, adapun rumus yang digunakan untuk menghitung nilai DFT adalah :

$$DFT = \frac{WFT \times Volume\ Solid\ \%}{100 + persen\ Pelarut\ \% \text{ by Volume}}$$

$$WFT = \frac{DFT}{Volume\ Solid}$$

## 2.8. Pengujian Laju Korosi Elektrokimia

Pada proses ini dilakukan perhitungan untuk mencari laju korosi menggunakan metode elektrokimia. Pengujian ini juga dilakukan menggunakan media pengkorosinya menggunakan PH air yang telah diatur. Pengujian ini dilakukan agar dapat mengetahui laju korosi dari masing masing spesimen uji. Penggunaan sel tiga elektroda sesuai standar ASTM G102 - *Standard Practice for Calculation for Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurement*. Perhitungan laju korosi menggunakan *single channel potentiostat Corrtest* dengan *software CS Studio 5*. Beberapa komponen-komponen sel tiga elektroda terdiri dari:

- Elektroda kerja (*working electrode*). Elektroda ini berfungsi sebagai benda uji coba (anoda) yang dicelupkan pada fluida kerja.
- Elektroda bantu (*auxiliary electrode*). Yaitu elektroda yang berfungsi memberikan potensial pada elektroda kerja, serta mengangkut arus listrik yang timbul akibat reaksi korosi.
- Elektroda acuan. Elektroda ini berfungsi sebagai elektroda pembanding untuk acuan pengukuran potensial yang diberikan kepada elektroda kerja. Arus yang mengalir melalui elektroda ini harus sekecil-kecilnya sehingga dapat diabaikan.
- Larutan elektrolit. Larutan ini berfungsi sebagai penghantar arus ionic dalam reaksi korosi. Banyaknya larutan yang dibutuhkan dalam pengujian ini bergantung pada besarnya elektroda yang digunakan dan harus dipastikan bahwa semua elektroda tercelup ke dalam larutan elektrolit.

Pengujian laju korosi metode elektrokimia dapat dilakukan di Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material, Teknik Metalurgi, ITS, Surabaya.

## 2.9. Pengujian Laju Korosi Weightloss

Fenomena terjadinya korosi kerap terjadi pada material aluminium maupun baja. Ada beberapa faktor yang menjadi sebab terjadinya korosi pada material, diantaranya faktor sifat dari material dan faktor lingkungan. Dalam praktiknya, pengujian untuk mengetahui nilai laju korosi dapat dilakukan dengan beberapa metode. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode elektrokimia menggunakan sel tiga elektroda, namun sebagai pembanding dari hasil uji elektrokimia dilakukan pengujian menggunakan metode *weightloss* atau metode kehilangan massa material.

Pada prosesnya pengujian ini dilakukan dengan cara merendam spesimen uji pada larutan tertentu. Pada penelitian ini, ditetapkan variabel dalam perendaman material uji, yaitu menggunakan larutan air dengan Ph tertentu yang sudah ditetapkan sebelumnya yaitu kadar PH 4,6,7 dan 9. Setelah dilakukan perendaman maka massa dari spesimen uji yang direndam akan dicek kehilangan massa seberapa besar, nilai dari massa yang berkurang itu digunakan dalam menghitung nilai laju korosinya. Rumus menentukan nilai laju korosi pada metode *weightloss* adalah sebagai berikut

$$R = \frac{Kx\Delta W}{AxTx D}$$

Keterangan:

R = Laju korosi (Mm/Tahun)      T = Waktu (jam)

D = Density (gr/cm<sup>3</sup>)              A = Luas permukaan (cm<sup>2</sup>)

$\Delta W$  = Berat yang hilang (gram)      K = Konstanta (8,76 X 10<sup>4</sup>).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang telah diperoleh, maka selanjutnya dilakukan pengujian dan pengolahan sehingga didapatkan hasil. Berikut merupakan hasil dari penelitian ini.

### 3.1. Hasil Pengujian Surface Preparation

Dalam proses pengerjaan cat *coating* pada material, proses *surface preparation* sangat penting. *Surface preparation* bertujuan untuk mempersiapkan spesimen uji agar sesuai dengan standar yang digunakan dalam proses *coating* materialnya. Selain itu *Surface preparation* bertujuan untuk meningkatkan efektifitas serta daya rekat dari material saat pelapisan *coating* dilakukan. Persiapan yang baik inilah yang akan membuat hasil dari proses *coating* itu akan maksimal sesuai dengan standar yang dikeluarkan oleh pabrik cat.



Gambar 7. Spesimen Baja A36 Setelah Proses Pengelasan

Berdasarkan gambar diatas ditampilkan material baja ASTM A36 yang sudah dilakukan proses pengelasan GMAW, proses selanjutnya

akan dilakukan proses *sandblasting*. Tekanan alat yang digunakan adalah 6-7 bar, dimana proses ini akan mempengaruhi tingkat kekasaran pada permukaan spesimen, dan akan menghasilkan tingkat kebersihan sesuai dengan standar ISO 8501-1. Proses *sandblasting* ini akan dilakukan di CV.Cipta Agung Surabaya, dengan teknisi yang telah memiliki keahlian khusus dibidangnya.



Gambar 8. Inspeksi Visual *Blasting*

Gambar diatas, merupakan proses pengecekan *cleanlines* pada material baja yang telah melalui proses *sandblasting* sesuai dengan standar ISO 8501-1, oleh karena itu selanjutnya dilakukan proses pengecekan kekasaran material. Tahap ini menggunakan alat bernama *surface profile gauge*, alat ini berguna untuk mengetahui tingkat kekasaran material setelah dilakukan proses *sandblasting*. Pada penelitian ini diambil sampel kekasaran sebesar 70  $\mu\text{m}$  dan nilai *dust level* berada di level A yang berarti tidak ada debu yang menempel pada material.



Gambar 9. Alat *surface profile gauge*

Gambar diatas ditunjukkan alat *surface profile gauge* yang bertujuan untuk mengecek nilai kekasaran pada material uji.

### 3.2. Perhitungan Dew point dan RH

Berdasarkan proses terjadinya laju korosi pada material, selain sifat mekanis dari material tersebut dan pengaruh efektifitas lapisan pelapis seperti

*coating* ada faktor lain yang mempengaruhi terjadinya korosi yaitu faktor kondisi lingkungan dan iklim[4]. Proses ini bertujuan untuk mengetahui kondisi *relative humidity* dan *dew point temperature*. Dimana pengukuran tersebut untuk membantu memaksimalkan proses pelapisan *coating*. Proses ini menggunakan alat yang disebut *psychrometer* untuk mengukur kondisi mikro yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 10. Pengaplikasian *psychrometer*

Hasil dari suhu *dry* dan *wet bulb* tersebut. Kemudian dimasukkan kedalam tabel komprasi *dry - wet bulb temperature* dengan cara mengurangi nilai *dry* dengan *wet bulb temperature*, sehingga data yang didapatkan dari tabel tersebut adalah sebagai berikut :

- *Dew point* : 24°C
- *Rh* : 79 %

Hasil yang didapatkan dapat dikatakan baik dan dapat dilanjutkan apabila sudah sesuai dengan *technical data sheet* cat *coating* yang dikeluarkan oleh pabrik, apabila hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan *technical data sheet* sebaiknya proses tidak dilanjutkan, karena dapat membuat hasil yang tidak maksimal dalam proses *coating*.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kondisi Lingkungan

Keterangan	Hasil	Rekomendasi	Kondisi
<i>Wet Bulb</i>	25 °C	>10°C	Memenuhi
<i>Dry Bulb</i>	28 °C	>10 °C	Memenuhi
<i>Relative Humidity</i>	79%	<85% Rh	Memenuhi
Suhu Material	29,3 °C	>10 °C	Memenuhi
<i>Dew Point</i>	24 °C	< Suhu Baja - 3 °C	Memenuhi

Tabel diatas menampilkan hasil pengujian kondisi lingkungan dan kelima komponen uji, yaitu nilai *wet bulb*, *dry bulb*, *relative humidity*, suhu material dan nilai *dew point* sudah memenuhi rekomendasi yang menjadi standar.

### 3.3. Proses Coating

Proses ini merupakan bagian penting dalam penelitian ini, setelah semua prosedur dilaksanakan dengan baik dan sesuai selanjutnya adalah melakukan proses pengecatan. Langkah awal yang dilakukan adalah memerhatikan *technical data sheet* diantaranya adalah data data terkait *mixing ratio* durasi *curing time* dari cat yang dipakai.

Dalam penelitian ini ketebalan *coating* yang digunakan adalah sesuai anjuran dari *technical data sheet* yang dikeluarkan oleh pabrik cat itu sendiri, didalam penelitian ini digunakan ketebalan 50  $\mu\text{m}$ , dengan tujuan meningkatkan ketahanan dari cat yang digunakan dalam penelitian ini. Selain itu hal penting yang harus diperhatikan adalah peralatan yang digunakan dalam kondisi yang baik seperti tekanan kompresor, *air spray gun*, dan selang dalam kondisi yang baik, serta operator yang mengoperasikan harus memiliki keterampilan yang baik agar hasil dari pengecatan sesuai dengan yang diharapkan. Pada penelitian ini juga digunakan car yaitu *alkyd*.

Proses *coating* sebaiknya dilakukan dibawah 2-3 jam dari proses *sandblasting* karena jika didiamkan terlalu lama akan mengakibatkan debu dari lingkungan sekitar menempel pada material.



Gambar 11. Proses Coating



Gambar 12. Hasil Coating

### 3.4. Hasil Pengujian WFT

Proses selanjutnya adalah melakukan pengecekan nilai WFT pada material yang sudah di *coating*. Proses ini dilakukan saat cat masih basah,

tujuan dari pengecekan WFT ini adalah untuk mengecek hasil ketebalan cat yang sudah dilakukan apakah sudah sesuai dengan data *technical sheet* pada cat. Alat yang digunakan adalah *wet film comb*. Cara melakukan pengecekan nilai WFT adalah menempelkan *wet film comb* ke permukaan material yang telah dicat, kemudian cat yang menempel pada *wet film comb* ditempelkan pada kertas untuk dilihat apakah sudah sesuai dengan ketebalan yang diharapkan.

Tabel 2. Data Hasil WFT

Spesimen	Jenis Cat	DFT ( $\mu\text{m}$ )	WFT ( $\mu\text{m}$ )
1	Non Coating	-	-
2	Alkyd	50	102
3	Alkyd	50	127
4	Alkyd	50	127



Gambar 13. Proses Perhitungan WFT

### 3.5. Hasil Pengujian DFT

Proses pengujian DFT pada material yang telah dicoating adalah dengan menunggu cat hingga kering, dan alat yang digunakan adalah *thickness gauge*. Cara penggunaan alat ini adalah dengan menempelkan ujung alat ini ke permukaan material yang sudah kering, kemudian akan muncul nilai ketebalan dari cat tersebut, setelah itu lakukan kembali di beberapa titik lain dan ambil nilai rata rata dari tiap titik yang telah dicek nilai DFT nya. Hasil DFT yang telah direncanakan terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Data Sampel DFT

Jenis Coating	Spesimen	DFT ( $\mu\text{m}$ )	DFT ( $\mu\text{m}$ )
Alkyd	1	47.5	52,26
		53.7	
		55.6	
Alkyd	2	52.4	52,633
		51.8	
		53.7	
Alkyd	3	47.7	51,26
		53.7	
		52.4	



Gambar 14. Alat Dry Film Thickness Gauge

Berdasarkan gambar diatas ditampilkan alat *dry film Thickness Gauge* untuk menghitung nilai DFT pada material yang telah kering maksimal dalam proses *coating*.

### 3.6. Hasil Pengujian Laju Korosi Elektrokimia

Pengujian ini dilakukan untuk mencari nilai laju korosi, setelah dilakukannya pengujian menggunakan metode elektrokimia atau pengujian dengan sel tiga elektroda dan hasil pengujian didapatkan secara otomatis dalam jangka waktu yang singkat. Hasil pengujian ini didapatkan informasi berupa nilai laju korosi spesimen yang telah diuji, pelaksanaan pengujian ini dilakukan di Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material, Teknik Metalurgi, Institut Teknologi Sepuluh November. Pengujian ini dibantu dengan *software corrtest* untuk membaca hasil dari pengujiannya, serta kadar Ph air yang menjadi variabel dalam penelitian ini.

Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating menggunakan metode elektrokimia dengan polarisasi potensial korosi bebasnya, Metode ini dapat menghitung laju korosi berdasarkan hukum faraday, dari pengujian dan perhitungan laju korosi, korosi yang didapatkan pada sistem cat alkyd dua lapis terjadi pada sampel B dengan ketebalan lapisan 248  $\mu\text{m}$  dengan nilai 0,020262 mm/yr masalahnya disebabkan oleh adanya cacat pelapisan berupa masalah pengeringan yang tidak sempurna[2].

Dan Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang Analisa Pengaruh Salinitas dan Derajat Keasaman (pH) Air Laut Di Pelabuhan Jakarta Terhadap Laju Korosi Plat Baja Material Kapal dengan metode pengujian material dengan cara direndam dengan tingkat salinitas dan keasaman yang bervariasi didapatkan hasil penelitian yaitu laju korosi plat baja semakin meningkat dengan semakin tingginya tingkat salinitas dan keasamanya [3].

Alat pengujian laju korosi menggunakan metode elektrokimia ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



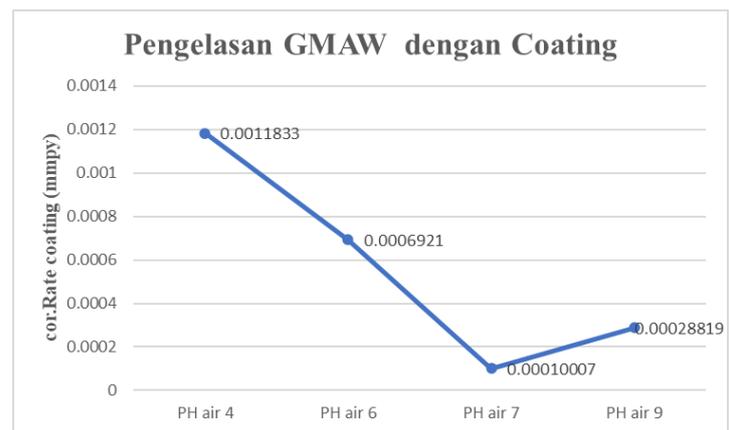
Gambar 15. Pengujian Laju Korosi

#### a. Laju korosi dengan Variabel pH air dengan Coating

Penelitian ini menggunakan variabel Ph air sebagai media pengkorosi dari material yang akan diuji, Ph air yang digunakan adalah 4,6,7 dan 9. Selain kadar Ph air faktor *coating* juga akan menentukan besaran dari nilai laju korosi dalam penelitian ini, sehingga penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh dari kedua variabel yaitu pengaruh variabel Ph air dan coating untuk besaran nilai laju korosi yang didapatkan. Berikut adalah hasil dari pengujian laju korosi pada larutan dengan kadar Ph air yang ditentukan dengan menggunakan Coating.

Tabel 4. Hasil Pengujian Korosi dengan Coating

pH air	Ketebalan Coating	Corr.Rate (mmpy)
4	50	0.0011833
6	50	0.0006921
7	50	0.00010007
9	50	0.00028819



Gambar 16. Grafik Laju Korosi Pengelasan Gmaw dengan Coating

Berdasarkan gambar diatas dan tabel data penelitian yang sudah diuji dengan ketebalan *coating* 50  $\mu\text{m}$ , didapatkan hasil laju korosi tertinggi material yang sudah di las dengan pengelasan Gmaw dengan ketebalan coating 50  $\mu\text{m}$ , nilai laju korosi tertinggi didapatkan

dengan Ph air 4 yaitu sebesar 0.0011833 kemudian Ph air 6 dengan nilai laju korosi yang didapatkan 0.0006921, Ph air 9 dengan nilai laju korosi sebesar 0.00038819 dan nilai laju korosi terendah didapatkan dengan nilai Ph 7 dengan hasil laju korosi 0.00010007.

b. Laju korosi Pengelasan Gmaw tanpa Coating  
 Penelitian ini menggunakan variabel Ph air yang sama yaitu 4,6,7,dan 9 sebagai media pengkorosinya, tetapi material yang diuji laju korosinya ini tidak dilapisi *coating*, sehingga penelitian ini bertujuan untuk melihat hasil laju korosi dan pengaruh Ph air terhadap material yang tidak *dicoating*. Berikut adalah hasil dari pengujian laju korosi pada material yang di las dengan pengelasan GMAW tanpa *coating*.

Tabel 5. Hasil Pengujian Korosi tanpa *Coating*

pH air	Ketebalan <i>Coating</i>	Corr.Rate (mmpy)
4	0	4.5
6	0	1.2
7	0	0.37597
9	0	0.57



Gambar 17. Laju Korosi Pengelasan Gmaw tanpa *Coating*

Berdasarkan gambar diatas dan tabel data penelitian yang sudah diuji dengan material yang sudah di las dengan pengelasan GMAW tanpa *coating*, didapatkan hasil laju korosi tertinggi didapatkan dengan ph air 4 yaitu nilai laju korosi sebesar 4.5, kemudian ph air 6 didapatkan nilai laju korosi 1.2, dan ph air 9 dengan nilai laju korosi 0.57 sedangkan nilai laju korosi terendah didapatkan dengan nilai ph air 7 yaitu sebesar 0.37597.

**c. Perbandingan Nilai Laju Korosi**

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan nilai laju korosi pada pengelasan GMAW dengan *coating* dan tanpa menggunakan *coating*, tujuan dilakukan ini adalah untuk mengetahui perbandingan dari nilai laju korosi kedua variabel tersebut, agar kita dapat melihat apakah pengaruh

*coating* dapat memperkecil nilai laju korosi dalam penelitian ini dengan menggunakan metode elektrokimia.

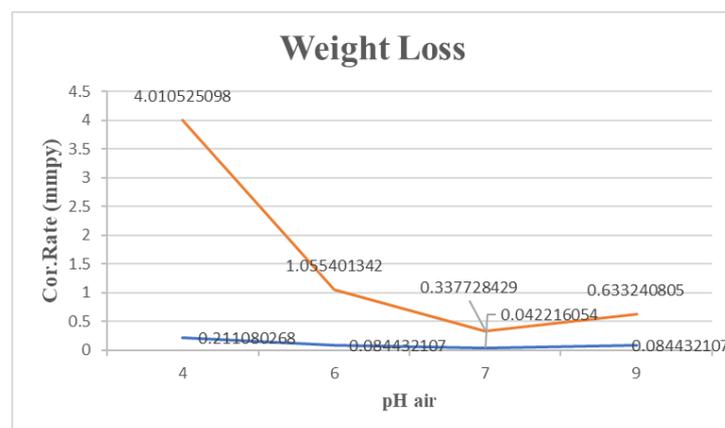
Berdasarkan gambar 16 dan gambar 17 diatas dapat disimpulkan bahwa nilai laju korosi terbesar didapatkan pada baja A36 yang dilas dengan pengelasan GMAW tanpa *coating*, sedangkan saat digunakan *coating* nilai laju korosi mengalami perlambatan jika dibandingkan dengan tanpa *coating*.

**3.7. Hasil Pengujian Laju Korosi (weightloss)**

Untuk mencari nilai laju korosi pada sebuah material dapat menggunakan berbagai macam metode. Metode yang sudah dilakukan dalam penelitian ini adalah metode elektrokimia dimana pengujiannya menggunakan sel tiga elektroda dan secara waktu lebih singkat untuk mendapatkan hasil dari laju korosinya, selain menggunakan metode tersebut penelitian ini menggunakan metode *weightloss* yang berfungsi untuk membandingkan hasil uji laju korosi dengan menggunakan dua metode sebagai validasi nilai dari laju korosinya. Berikut adalah hasil dari pengujian laju korosi menggunakan metode *weightloss* pada larutan dengan kadar Ph 4,6,7 dan 9, menggunakan *coating* dan tanpa *coating*. Dalam penelitian ini lama durasi perendaman adalah 30 hari.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Laju Korosi

pH air	Pengelasan GMAW Coating 50 $\mu$ m	Pengelasan GMAW tanpa coating
4	0.211080268	4.010525098
6	0.084432107	1.055401342
7	0.042216054	0.337728429
9	0.084432107	0.633240805



Gambar 18. Laju Korosi Metode *Weight loss*

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan metode *weightloss* atau kehilangan berat massa dari spesimen uji tersebut, didapatkan

hasil tertinggi dengan ph air 4 tanpa *coating*, dengan durasi perendaman material di larutan dengan waktu 720 jam di tempat tertutup. Pada hasil penelitian tersebut tetap menghasilkan hasil bahwa *coating* berpengaruh dalam mengurangi nilai laju korosi dari material, dengan nilai tertinggi pada metode ini didapatkan nilai 4.010525098 mmpy yaitu pada spesimen yang tidak *dicoating*, sedangkan nilai terendah laju korosi pada saat *dicoating* juga dengan kadar Ph air 7 dengan nilai laju korosi 0.042216054 mmpy. dalam penelitian dengan metode ini dapat dilihat dan disimpulkan bahwa *coating* dan kadar Ph berpengaruh pada nilai laju korosi sampel uji.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari hasil penelitian yang didapat kesimpulan bahwa kadar Ph air yang menjadi larutan pengkorosi memiliki pengaruh terhadap laju korosi yang akan terjadi pada material, pada penelitian ini dikhususkan pada baja ASTM A36 dengan pengelasan GMAW. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, semakin asam Ph air maka hasil laju korosi nya akan semakin tinggi. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan grafik yang telah ditampilkan pada bagian diatas.

Disimpulkan pula pengaruh penggunaan *coating* menimbulkan efek yang baik dalam material yang sudah dilas, dengan menggunakan *coating* yang baik dapat menghambat laju korosi dari material tersebut, dengan *coating* juga sambungan las yang menjadi titik tercepat terkena korosi dapat dihambat pada material, sehingga penggunaan *coating* dapat menjadi salah satu solusi pada dunia konstruksi, khususnya konstruksi perkapalan yang sering menggunakan pengelasan pada materialnya untuk disambungkan. Hal tersebut dapat dilihat dalam penelitian ini yang sudah dilakukan yaitu pada material yang dilas kemudian *dicoating* memiliki nilai laju korosi lebih rendah jika dibandingkan dengan material yang dilas tanpa menggunakan *coating* nilai laju korosi nya lebih tinggi. Jika kita lihat salah satu contoh pada kadar Ph air 4 yang paling tinggi material yang tidak *dicoating* mendapatkan nilai laju korosi sebesar 4.5 mmpy, sedangkan material yang sama-sama dilakukan pengelasan tetapi dilakukan pelapisan *coating* memiliki nilai laju korosi rendah yaitu 0.0011833 mmpy.

Perbandingan yang dapat disimpulkan dalam penelitian ini adalah semakin tinggi kadar Ph air yang terkena pada material maka laju korosi nya pun akan semakin meningkat grafiknya, tetapi apabila dilakukan *coating* pada material tersebut nilai laju korosinya akan semakin rendah jika dibandingkan dengan tidak menggunakan *coating*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang membantu penelitian ini berlangsung. CV. Cipta Agung Surabaya yang dipimpin oleh Bapak Larasanto yang telah membantu pengerjaan pelapisan *coating* serta Laboratorium Kegagalan Material, ITS yang telah membantu menguji nilai laju korosi pada penelitian tugas akhir ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. G. Fontana, "Corrosion Engineering." p. 576, 1987.
- [2] Y. K. Afandi, I. S. Arief, J. Teknik, S. Perkapalan, and F. T. Kelautan, "Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating," *J. Korosi*, vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2015.
- [3] D. F. Asman Ala, Yuni Mariah, Diah Zakiah, "Analisa Pengaruh Salinitas Dan Derajat Keasaman (pH) Air Laut Di Pelabuhan Jakarta Terhadap Laju Korosi Plat Baja Material Kapal Asman," *Ilm. Nas.*, vol. 11, no. 2, pp. 33–40, 2018.
- [4] M. Rachmani *et al.*, "Studi Perbandingan Pengaruh Ketebalan Coating Dan Anoda Pada Material Baja Karbon Bki Grade a Terhadap Laju Korosi," 2022.
- [5] C. Debrita, "Analisa pengaruh variasi metode coating pada pelat baja ASTM A36 terhadap prediksi laju korosi, kekuatan adhesi, dan ketahanan impact," *Repos. Its*, 2017, [Online]. Available: [https://repository.its.ac.id/45306/1/4313100077-Undergraduate\\_Theses.pdf](https://repository.its.ac.id/45306/1/4313100077-Undergraduate_Theses.pdf)
- [6] S. Juwanda and Marzuki, "Analisa pengaruh kuat arus hasil pengelasan GMAW terhadap kekerasan material ASTM A 36," pp. 6–11.
- [7] Z. Zulfadly and M. A. Ghony, "Variasi Ampere Terhadap Kekuatan Tarik Pada Hasil Pengelasan Dengan Posisi Down Hand," *Hexatech J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 01, pp. 39–50, 2022, doi: 10.55904/hexatech.v1i101.75.
- [8] D. J. P. Agus S., S.T., *Teknik Pengelasan Gas Metal (MIG/MAG) SMK/MAK XII. Program Keahlian Teknik Mesin. Kompetensi Keahlian Teknik Pengelasan.* Penerbit Andi, 2021.
- [9] M. P. · 2023 Jumadin, S.Pd., M.Pd., Ir. Abdul Halik, S.Pd., MT., Ir. Muhammad Hasim S, S.Pd., M.Pd., Wabdillah, S.Pd., M.Pd., Ir. Labusab, S.Pd., M.T., M. Ahmad, S.Pd., M.Pd., Ir. Baso Riadi Husda, S.Pd., M.Pd., Muhammad Irwan, S.Pd., MT., Ir. Ismail Aqsha, S.Pd., M.Pd,

*TEKNIK PENGELASAN*. RIZMEDIA  
PUSTAKA INDONESIA, 2023.

- [10] P.Ardianto, "No Title," *Pengaruh Cacat Coat. dan Perbedaan Salin. Terhadap Laju Korosi Pada Drh. Splash Zo. Menggunakan Mater. Baja ASTM A36*, 2017.