



TUGAS AKHIR - MO.141326

**ANALISIS PENGARUH VARIASI *COATING* PADA PELAT BAJA
ASTM A36 TERHADAP PREDIKSI LAJU KOROSI, KEKUATAN
ADHESI DAN KETAHANAN *IMPACT***

Cicilia Debrita

NRP. 4313 100 077

Dosen Pembimbing:

Herman Pratikno, S.T., MT., Ph.D.

Yoyok Setyo H, S.T, MT., Ph.D.

Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017



FINAL PROJECT - MO.141326

**ANALYSIS OF VARIATION OF COATING METHOD EFFECT ON
ASTM A36 STEEL PLATFORM TOWARDS PREDICTION OF
CORROSION RATE, ADHESION STRENGTH, AND IMPACT
RESISTANCE**

Cicilia Debrita

NRP. 4313 100 077

Supervisors:

Herman Pratikno, S.T., MT., Ph.D.

Yoyok Setyo H, S.T, MT., Ph.D.

Department of Ocean Engineering

Faculty of Marine Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

2017

**Analisis Pengaruh Variasi Metode *Coating* pada Pelat Baja ASTM A36 terhadap
Prediksi Laju Korosi, Kekuatan Adhesi dan Ketahanan *Impact***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Program S-1 Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Cicilia Debrita

NRP. 4313100077

Disetujui oleh:

1. Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D. (Pembimbing 1)

2. Yoyok Setyo H, S.T., M.T., Ph.D. (Pembimbing 2)

3. Ir. J.J Soedjono, M.Sc. (Penguji 1)

4. Darta Marina C, S.T., M.T. (Penguji 2)

5. Wimala Lalitya Dhanistha, S.T., M.T. (Penguji 3)

Surabaya, Juli 2017

ABSTRAK

Analisis Pengaruh Variasi Metode Coating pada Pelat Baja ASTM A36 terhadap Prediksi Laju Korosi, Kekuatan Adhesi dan Ketahanan *Impact*

Nama Mahasiswa : Cicilia Debrita
NRP : 4313 100 077
Departemen : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Herman Pratikno, S.T, MT., Ph.D
Yoyok Setyo H., S.T, M.T, Ph.D

Korosi merupakan penurunan mutu material yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan sekitarnya.. Terbukti pengendalian korosi yang paling efektif dan ekonomis adalah *coating*. Metode pengaplikasian *coating* yang tepat juga dapat menyebabkan ikatan adhesi yang maksimal antara material *coating* dengan logam yang akan dilapisi, sehingga lapisan coating dapat memproteksi terhadap korosi dengan sempurna. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh metode pengaplikasian *coating* (kuas, roll, spray) pada pelat baja karbon rendah ASTM A36 terhadap prediksi laju korosi, kekuatan adhesi, dan ketahanan terhadap benturan. Hasil pengujian laju korosi menunjukkan metode *spray* terbaik dalam menahan laju korosi serendah mungkin yaitu dengan nilai laju korosi sebesar 0.00029799 mmpy. Dilanjutkan dengan metode kuas dan roll memiliki nilai laju korosi berturut-turut sebesar 0.00069233 mmpy dan 0.0043177 mmpy. Hasil pengujian kekuatan adhesi diperoleh hasil metode *spray* (sempot) memiliki nilai kekuatan daya lekat cat terbaik dengan rata-rata nilai 22.02 Mpa, sedangkan spesimen yang diaplikasikan *coating* menggunakan kuas dan roll memiliki nilai rata-rata kekuatan daya lekat cat sebesar 20.55 Mpa dan 18.13 Mpa. Hasil pengujian *Impact* spesimen yang diaplikasikan *coating* dengan menggunakan *spray* memiliki ketahanan terhadap benturan yang paling baik yaitu dengan ketahanan *impact* maksimum sebesar 4.25 Joule. Untuk spesimen yang diaplikasikan menggunakan kuas dan roll memiliki ketahanan *impact* sebesar 4.09 Joule dan 3.76 Joule.

Kata Kunci - *Coating*, Korosi, *Spray*, *Roll*, Kuas, Adhesi, *Impact*.

ABSTRACT

Analysis of Variation of Coating Method Effect on ASTM A36 Steel Platform Toward Prediction of Corrosion Rate, Adhesion Strength and Impact Resistance

Nama Mahasiswa : Cicilia Debrita

NRP : 4313 100 077

Departmen : Department of Ocean Engineering, Faculty of Marine
Technology, ITS

Supervisor : Herman Pratikno, S.T, MT., Ph.D
Yoyok Setyo H., S.T, M.T, Ph.D

Corrosion is a material degradation that caused by the influence of the surrounding environment. It was proved, the most effective and economical of corrosion control is coating. Appropriate coating application methods can also cause maximum adhesion bonds between the coating material and the metal that be coated, so that the coating layer can protect against corrosion perfectly. This research was conducted to analyze the effect of coating application method (brush, roll, spray) on low carbon steel plate ASTM A36 to prediction of corrosion rate, adhesion strength, and resistance to impact. The result of corrosion rate test showed that the best method to applicate coating is spray which keeps the corrosion rate as low as possible with the corrosion rate, 0.00029799 mmpy. Followed by brush and roll method have the value of corrosion rate respectively 0.00069233 mmpy and 0.0043177 mmpy. The result of the adhesion test obtained by spray method has the best strength value method with the average value of 22.02 Mpa, whereas the specimen applied coating using brush and roll have mean value of paint attachment power of 20.55 Mpa and 18.13 Mpa. Test results of Impact test, the specimen which applied coating using spray have maximum impact resistance of 4.25 Joule. For specimens are applied using brushe and rool have impact resistance of 4.09 Joule and 3.76 Joule.

Keyword - Coating, Corrothion, Spray, Roll, Brush, Adhesion, Impact

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik.

Tugas akhir ini berjudul “Analisis Pengaruh Variasi Metode Coating pada Pelat Baja ASTM A36 terhadap Prediksi Laju Korosi, Kekuatan Adhesi dan Ketahanan *Impact*”. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tugas akhir ini membahas tentang perbandingan hasil *coating* dengan variasi metode *coating* dilihat dari sudut pandang korosi, kekuatan adhesi dan ketahanan *impact* yang diberikan.

Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kekeliruan dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Untuk itu saya mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca. Akhirnya penulis mengucapkan terimakasih atas segala dukungan dan bantuan sehingga laporan ini dapat tersusun dengan baik.

Surabaya , Juli 2017

Cicilia Debrita

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam pengerjaan tugas akhir ini hingga selesai. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus yang selalu menyertai serta memberikan hikmat, kekuatan kesehatan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Daniel dan Ibu Yenik selaku kedua orang tua saya yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini saya persembahkan khusus untuk kedua orang tua saya.
3. Bapak Herman Pratikno, S.T., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing 1 saya dan Bapak Yoyok Setyo H, S.T, M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing 2 saya dalam tugas akhir. Terima kasih atas bimbingan, ilmu serta dukungan kepada saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc selaku dosen wali saya selama kuliah di Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS ini. Terima kasih atas bimbingan dan arahan bapak sehingga saya bisa menjadi mahasiswa yang lebih baik.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS yang telah memberikan ilmu, bantuan dan fasilitas kepada saya selama menjalani perkuliahan.
6. Bapak Larasanto, Bapak Dedik, Bapak Arman dan Bapak Aris CV. Cipta Agung, Bapak Budi Wahono Hempel yang telah memberikan ilmu, bantuan dan fasilitas kepada saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
7. Stefian Fernando dan teman satu bimbingan yang selalu mendukung dan membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan Valtameri L-31 Teknik Kelautan 2013 yang selalu mendukung dan membantu satu sama lain hingga Tugas Akhir ini selesai.
9. Teman-teman Futsal baik dari Futsal ITS, Fakultas, dan Jurusan yang selalu memotivasi hingga Tugas Akhir ini selesai.

Serta semua pihak yang telah membantu namun tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu. Terima kasih atas bantuan, motivasi, dan doa sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas akhir ini. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat-nya kepada kita semua.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Hipotesis.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Pengertian Baja	6
2.2.2 Korosi	9
2.2.3 Coating	18
2.3.4Pembersihan Permukaan (<i>Surface Preparation</i>).....	24
2.3.5Kekasaran Permukaan.....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1 Diagram Alir Penelitian	29
3.2 Prosedur Penelitian.....	31
3.2.1 Studi Literatur	31
3.2.2 Penentuan Spesifikasi Material dan Bahan	31
3.2.3 Persiapan Alat dan Bahan	31

3.2.4 Persiapan Material.....	32
3.2.6 Pengujian Kekasaran Material	34
3.2.7 Proses Aplikasi Coating	35
3.2.8 Pengukuran Ketebalan Coating.....	37
3.2.9 Coating Inspection	38
3.2.10 Rancangan Penelitian	44
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Prosedur Blasting dan Coating.....	45
4.2 Proses Blasting	45
4.2.1 Hasil Proses Blasting	45
4.2.2 Inspeksi Visual Hasil Blasting	46
4.3 Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan	47
4.4 Sistematika Coating	48
4.4.1 System Coating	49
4.4.2 Mixing Ratio	49
4.4.3 Volume Solid	49
4.4.4 Metode Pengaplikasian :	50
4.5 Pengukuran Wet Film Thickness	50
4.6 Proses Pengaplikasian Coating	52
4.7 Hasil Pengujian Dry Film Thickness	55
4.8 Coating Inspection	56
4.8.1 Pengujian Laju Korosi	56
4.8.2 Pengujian Kekuatan adhesi	61
4.8.3 Uji Benturan (<i>Impact Test</i>).....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
BIODATA PENULIS	73
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme Korosi (Haryono;2010)	10
Gambar 2.2 Uniform Attact (www.corrosion doctor.org)	11
Gambar 2.3 Korosi Galvanis (Budi Utomo, 2009)	12
Gambar 2.4 Korosi Tegangan (Hakim, 2011).....	12
Gambar 2.5 Korosi Celah (Hakim, 2011)	13
Gambar 2.6 Korosi Erosi (Hakim, 2011).....	14
Gambar 2.7 Korosi Sumur (Budi Utomo, 2009).....	14
Gambar 2.8 Korosi Mikrobiologi (Budi Utomo, 2009)	15
Gambar 2.9 Tingkatan Kebersihan SA 3	26
Gambar 2.10 Tingkatan Kebersihan SA 2.5	26
Gambar 2.11 Tingkatan Kebersihan SA 2	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	30
Gambar 3.2 (a) Penggunaan swing hygrometer untuk mengukur tingkat humaditynya), (b) tabel Dew Point (DP) dan Relative Humidity (RH).....	33
Gambar 3.3 (a) Pilustrsi alat Blasting, (b) Material abrasive steel grit.....	33
Gambar 3.4 Hasil Blasting	34
Gambar 3.5 (a) Kalibrasi Roughness Meter, (b) Proses mengukur kekasaran spesimen.....	35
Gambar 3.6 (a) Proses pencampuran cat, (b) Proses pengaplikasian cat menggunakan spray, (b) Proses pengaplikasian cat menggunakan kuas, (b) Proses pengaplikasian cat menggunakan roller.....	36
Gambar 3.7 (a) Wet Film Comb, (b) Wet Film Comb di letakkan tegak lurus pada permukaan spesimen.....	37
Gambar 3.8 Proses pengukuran DFT	38
Gambar 3.9 (a) Potensiostat Autolab PGSTAT128N, (b) Spesimen Uji, Elektroda Ag/AgCl, dan Elektroda platina, (c) Hasil scanning nilai laju korosi dengan software NOVA.	40
Gambar 3.10 (a) Mencampurkan lem epoxy, (b) Dolly yang melekat pada spesimen, (c) Dolly terlepas dari sampel akibat di pull off menggunakan alat portable adhesive tester (d) Material setelah di pull-off.	42

Gambar 3.10 (a) Beban yang dijatuhkan, (b) Pipa sebagai penjaga (c) Kerusakan material akibat beban jatuh (benturan).....	44
Gambar 4.1 (a) Material sebelum diblasting, (b) Material setelah di blasting.....	46
Gambar 4.2 (a) Material setelah di blasting, (b) Standard visual Sa 2.5 pada ISO 8501-1	47
Gambar 4.3 Material yang di coating menggunakan cat primer.....	53
Gambar 4.4 Spesimen Uji, Elektroda Ag/AgCl, elektroda platina yang tersambung dengan Potensiostat Autolab PGSTAT128N.....	57
Gambar 4.5 Grafik Tafel untuk spesimen kuas, (b) Grafik Tafel untuk spesimen kuas, (c) Grafik Tafel untuk spesimen spray	58
Gambar 4.6 Grafik perbandingan nilai laju korosi pada baja ASTM A36 terhadap tiap metode coating.	59
Gambar 4.7 Grafik perbandingan nilai laju korosi baja ASTM A36 dengan dan tanpa dilapisi coating.....	60
Gambar 4.8. (a) Dolly yang menempel pada spesimen, (b) Metode pull-off menggunakan Portable Adhesion Testers, (c) Spesimen yang telah di pull-off ...	62
Gambar 4.9 Grafik Nilai Daya Lekat untuk Material dengan Cat Primer Epoxy.	63
Gambar 4.10 Cacat permukaan spesimen yang dilapisi coating akibat uji Impact.....	65
Gambar 4.11 Grafik Nilai Mean Failure Energy sebagai nilai ketahanan <i>impact</i>	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi baja A36 (ASTM, 2001)	8
Tabel 2.2 Kekuatan baja A36 (ASTM, 2001)	8
Tabel 2.3 Tingkat Ketahanan Korosi Berdasarkan Laju Korosi (Sumber:Fontana,1987).....	15
Tabel 2.4 Indeks Surface Preparation	25
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kekasaran permukaan.....	48
Tabel 4.2 Perhitungan Wet Film Thickness.....	52
Tabel 4.3 Prosedur proses coating	54
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Dry Film Thickness	55
Tabel 4.5 Hasil pengujian laju korosi terhadap spesimen dengan perbedaan metode coating	59
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kekuatan Adhesi Terhadap Spesimen dengan perbedaan metode.....	63
Tabel 4.7 Hasil pengujian Impact terhadap spesimen dengan perbedaan metode coating.....	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada abad ke-17, baja menjadi material yang paling sering digunakan pada suatu infrastruktur seperti mobil, kapal, kereta api, persenjataan, dan alat-alat perkakas. Di dalam industri perkapalan, penggunaan material baja menepati urutan pertama sebagai komponen bangunan kapal baik didalam badan maupun lambung kapal. Adapun jenis baja yang paling sering digunakan dan diaplikasi pada suatu konstruksi kapal dalam adalah baja karbon rendah. Penggunaan baja karbon rendah banyak digunakan karena baja karbon rendah memiliki keuletan yang tinggi dan mudah *dimachining*. Baja karbon dapat dikatakan baja karbon rendah apabila memiliki kadar karbon kurang dari 0.3 %C. Namun baja karbon rendah juga mempunyai banyak kelemahan jika dibandingkan dengan unsur-unsur lain, karena baja karbon rendah mudah terkorosi jika berinteraksi dengan lingkungan air yang mengandung unsur-unsur kimia yang bersifat korosif.

Chamberlain (1991) menyatakan bahwa korosi merupakan kerusakan material yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan sekitarnya. Disini yang dimaksud dengan lingkungan sekelilingnya dapat berupa lingkungan asam, udara, embun, air tawar, air laut, air tanah. Pada mulanya korosi hanya memelan bagian luar dari material, namun lama-kelamaan akan masuk dan merusak bagian dalam material. Dalam bidang teknik, korosi merupakan masalah yang sedang dihadapi sehingga gencarnya dilakukan pengendalian kerusakan material yang diakibatkannya, dengan cara menekan laju korosi yang terjadi serendah mungkin sehingga tidak merusak material sebelum waktunya.

Umumnya sebuah struktur bangunan harus menahan beban baik tekan, tarik, dan geser. Karena menahan beban yang terus menerus dan korosi terus berjalan maka akan timbulnya keretakan struktur dan membuat kerugian yang hampir tidak berarti.

Mengingat lambung kapal yang terbuat dari baja selalu tercelup pada air laut, maka diperlukan suatu perlindungan terhadap kemungkinan timbulnya korosi

bisa diminimalisir. Salah satu cara untuk pencegahan dan perlindungan terhadap korosi dapat dilakukan dengan cara melapisi benda kerja, bahan, maupun produk yang dihasilkan dengan cairan sehingga membentuk lapisan yang melekat pada permukaan benda kerja yang disebut *coating* (Susyanto, 2009). Tujuan utama dari pengecatan adalah memberikan suatu proteksi terhadap korosi maupun untuk keindahan (dekoratif). Namun, cara pengaplikasian *coating* yang tepat juga dapat menyebabkan ikatan adhesi yang maksimal antara material *coating* dengan logam yang akan dilapisi.

Pada pengerjaan tugas akhir ini dilakukan pengujian laju korosi dan ketahanan coating pada pelat baja karbon rendah yang diaplikasikan pada lambung kapal. Material uji diberikan *coating* sebagai suatu proteksi terhadap korosi dengan variasi dalam metode pengaplikasiannya, yaitu *brush* (kuas), *roll*, dan *spray*. Pada penelitian ini menggunakan standar 2 layer *coating* yang terdiri dari *primer coating* dan *intermediet Coating*. Dengan menetapkan standar ketebalan yang diterapkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) yaitu 250 μm .

Dengan perbedaan metode aplikasi yang sengaja dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, tentunya ada perbedaan yang mengacu pada laju korosi hingga ketahanan dari *coating* itu sendiri. Oleh karena itu pada Tugas Akhir ini akan dilakukan analisa terhadap setiap hasil pengujian yang meliputi uji laju korosi, uji kekuatan adhesi (daya lekat) dan uji *impact*.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi metode *coating* terhadap laju korosi yang terjadi pada pelat baja ASTM A36?
2. Bagaimana pengaruh variasi metode *coating* terhadap kekuatan adhesi (daya lekat) *coating* yang terjadi pada pelat baja ASTM A36?
3. Bagaimana pengaruh variasi metode *coating* terhadap *impact* yang terjadi pada pelat baja ASTM A36?

1.3 Tujuan

1. Mendapatkan nilai laju korosi pada pelat baja yang di lapisi *coating* dengan variasi metode pengaplikasian *coating*.

2. Mendapatkan nilai kekuatan adhesi (daya lekat) *coating* sebagai penghambat reaksi korosi dengan variasi metode pengaplikasian *coating*.
3. Mendapat nilai ketahanan *coating* terhadap *impact* dengan variasi metode pengaplikasian *coating*.
4. Memilih metode aplikasi *coating* yang sesuai dengan kebutuhan dan lingkungannya.

1.4 Manfaat

1. Menghasilkan perbandingan nilai laju korosi pada masing-masing spesimen dengan metode aplikasi *coating* yang berbeda.
2. Menghasilkan perbandingan kekuatan adhesi (daya lekat) *coating* sebagai penghambat reaksi korosi pada setiap spesimen dengan metode aplikasi *coating* yang berbeda.
3. Menghasilkan perbandingan ketahanan *coating* pada setiap spesimen terhadap *impact* dengan metode aplikasi *coating* yang berbeda.
4. Dapat menjadi rekomendasi dalam pengerjaan *coating* pelat baja khususnya pada lambung kapal.

1.5 Batasan masalah

1. Material yang diuji adalah pelat baja karbon rendah ASTM A36 berukuran 100 mm x 60 mm x 10 mm.
2. Jenis cat yang diaplikasikan pada penelitian ini yaitu epoxy.
3. Metode pengaplikasian *coating* menggunakan kuas, roll, dan *spray*.
4. Metode *surface preparation* menggunakan ISO-SA 2,5.
5. Material Abrasif yang digunakan jenis steel grit.
6. Pehitungan nilai laju korosi menggunakan metode elektrokimia (sel 3 elektoda).

7. Media larutan uji korosi yang digunakan yaitu NaCl 3,5%.

1.6 Hipotesis

Metode spray memiliki nilai kekuatan adhesi tertinggi, sehingga dapat menahan laju korosi serendah mungkin serta ketahanan *impact* terbaik.

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang permasalahan yang diambil oleh penulis sebelum melakukan analisis, perumusan masalah yang akan diselesaikan, tujuan yang ingin dicapai dan manfaat yang diperoleh dari penelitian, batasan masalah yang membatasi analisa digunakan serta sistematika penulisan laporan.

BAB II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Bab ini berisi tinjauan pustaka diambil dari sumber referensi yang sudah ada, baik dari buku teks, jurnal, internet dan referensi lain yang digunakan sebagai dasar dalam penyelesaian tugas akhir. Landasan teori yang berhubungan dengan analisis yang dilakukan oleh penulis.

BAB III Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian menjelaskan tentang bagaimana penelitian ini dilakukan mulai awal penelitian yaitu dari studi literature, melakukan percobaan, melakukan pengujian, pengumpulan data, melakukan analisa hingga penarikan kesimpulan. Tahapan dalam melakukan analisis diperlihatkan dalam sebuah diagram alir pengerjaan (*flowchart*) agar lebih sistematis. Metodologi penelitian juga dilengkapi dengan penjelasan yang lebih detail pada setiap tahapan pengerjaan.

BAB IV Analisa dan Pembahasan

Pada bab ini berisi pembahasan mengenai hasil dan data yang diperoleh dari setiap pengujian yang dilakukan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan bab terakhir dari tugas akhir. Setelah analisis telah selesai dilakukan dan dibahas, maka dapat ditarik kesimpulan dari analisis dengan melihat perumusan masalah dan tujuan di awal penelitian. Setelah itu dapat diberikan saran atau rekomendasi tentang penelitian untuk masa mendatang agar lebih sempurna.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Afandi (2015) dalam tugas akhirnya telah menganalisa perbandingan laju korosi pada pelat baja karbon untuk lambung kapal dengan variasi ketebalan *coating* dari setiap specimen uji. Hal ini mengacu pada ketidak-merataan ketebalan proses *coating* pada setiap spesimen, dikarenakan pengerjaan *coating* yang manual dengan mencelup specimen uji. Sehingga adanya kemungkinan perbedaan ketebalan *coating* di area tertentu. Apabila *coating* terlalu tebal, dikhawatirkan akan mengakibatkan pengeringan *coating* yang tidak sempurna. Pengeringan *coating* tidak sempurna adalah keadaan dimana permukaan *coating* sudah mengering tetapi dibagian dalamnya masih basah. Hal ini mengakibatkan timbulnya blister atau gelembung pada *coating* yang mempengaruhi uji laju korosi pada setiap spesimen.

Melalui penelitian ini, akan dilakukan penelitian lebih lanjut tentang laju korosi dan ketahanan *coating* pada baja karbon rendah yang biasa digunakan pada lambung kapal dengan variasi metode aplikasinya. Dimana setiap spesimen akan diberikan *coating* sebagai proteksi dengan metode aplikasi yang berbeda yaitu, *brush* (kuas), *roll*, dan *spray*. Sehingga ketebalan *coating* diseluruh area spesimen merata dengan tetap menetapkan standart BKI yaitu 250 μm . Dalam penelitian ini juga diuji ketahanan *coating* dengan menguji kekuatan adhesi dan ketahanan *coating* terhadap benturan (uji *Impact*)

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengertian Baja

Baja adalah material logam paduan antara besi (Fe) dan karbon (C). karbon merupakan unsur yang paling utama dalam perpaduan baja. Karena kandungan karbon dalam suatu baja menentukan klasifikasi dari jenis baja. Kandungan carbon pada baja berkisar antar 0.2%-2.1% sesuai dengan tingkatannya. Fungsi karbon dalam paduan baja adalah sebagai unsur

pengeras. Sehingga semakin tinggi unsur karbon yang berada pada suatu baja, maka kekerasan dan kekuatan Tarik (*tensile strength*) dari baja tersebut semakin tinggi, namun memiliki sifat yang semakin getas (*brittle*) dan menurunkan keuletannya.

Pada baja umumnya terdapat penambahan unsur paduan lain seperti krom (*chromium*), nikel, mangan (*manganese*), vanadium. Baja jenis ini dinamakan baja paduan. Pengaruh penambahan unsur ini umumnya dapat meningkatkan kekuatan, kekerasan, yang kadang-kadang tanpa mengorbankan sifat awal yang sudah dimiliki baja karbon. Baja karbon dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Baja Karbon rendah (*low carbon steel*)

Baja karbon dikatakan rendah apabila memiliki kandungan karbon kurang dari 0,30% dan struktur mikronya terdiri dari ferit dan perlit. Baja karbon rendah memiliki sifat yang lunak dan ulet sehingga baja jenis ini baja yang paling mudah diaplikasikan dalam bidang perindustrian dan permesinan. Disamping sifatnya yang lunak dan ulet, baja karbon rendah memiliki ketangguhan yang luar biasa karena memiliki kekuatan tarik (*tensile strength*) 415-550 MPa. Sehingga baja karbon ini juga umumnya digunakan pada rangka kendaraan hingga struktur bangunan. Selain itu kelebihan dari baja karbon rendah ini memiliki sifat mampu las (*weldability*) yang baik.

2. Baja karbon Menengah (*Medium Carbon Steel*)

Baja karbon menengah memiliki kandungan karbon yang berkisar antara 0,30%-0,60%. Baja karbon menengah memiliki kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan baja karbon rendah. Sehingga jenis ini sulit untuk dibengkokkan, dipotong dan dilas. Umumnya baja karbon menengah diaplikasikan pada komponen struktural yang berkekuatan tinggi seperti roda kereta api, rel kereta api.

3. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon yang berkisar antar 0,6%-1,4%. Baja jenis ini adalah baja paling kuat, paling getas dan paling keras dibandingkan baja karbon yang lain. Baja karbon tinggi memiliki sifat yang tahan aus sehingga umumnya diaplikasikan pada mesin pemotong, gergaji hingga kawat baja berkekuatan tinggi.

2.2.1.1 Baja ASTM A36

Pada dunia industri baja ASTM A36 sangat sering digunakan menjadi bahan fabrikasi atau konstruksi, termasuk industri kemaritiman. Karena baja jenis ini termasuk dalam material baja karbon rendah yang memiliki keuletan tinggi dan mudah *dimachining*. Menurut ASTM komposisi dan kekuatan baja ASTM A 36 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Komposisi baja A36 (ASTM, 2001)

<i>Elements</i>	<i>Composition (%)</i>
<i>Carbon</i>	0.260 %
<i>Copper</i>	0.20 %
<i>Iron</i>	99.0 %
<i>Manganese</i>	0.75 %
<i>Phosphorous</i>	0.040 %
<i>Sulfur</i>	0.050 %

Tabel 2.2 Kekuatan baja A36 (ASTM, 2001)

<i>Properties</i>	<i>Amount</i>
<i>Tensile Stress (Mpa)</i>	400 - 500
<i>Yield Strength (Mpa)</i>	250
<i>Elongation at break(%)</i>	23%

2.2.2 Korosi

Menurut Chamberlain (1991) korosi merupakan kerusakan material yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan sekitarnya. NACE (*National Association of Corrosion Engineer*) mendefinisikan korosi pada logam secara elektrokimia disebabkan karena komposisi kimia logam tidak homogen sehingga terjadilah penurunan mutu logam. Fenomena korosi hanya dapat terjadi jika memenuhi empat element yang berada di bawah ini:

1. Anoda

Daerah baja yang mengalami reaksi oksidasi hingga terjadinya korosi.

2. Katoda

Daerah baja yang mengalami reaksi reduksi

3. Penghubung (*Metallic Pathaway*)

Penghubung antara anoda dengan katoda

4. Larutan (elektrolit)

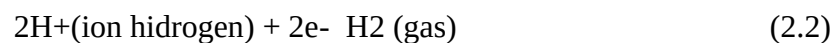
Media penghantaran yang dapat mengalirkan arus listrik

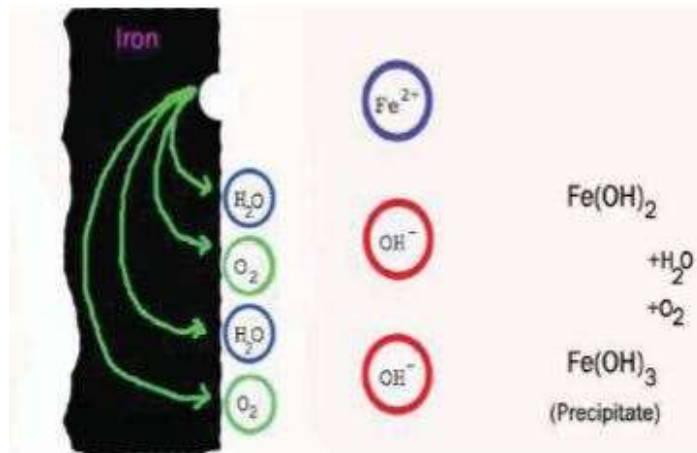
Umumnya mekanisme korosi yang berada didalam suatu larutan terjadi akibat logam yang teroksidasi di dalam larutan hingga melepaskan elektron yang membentuk ion logam yang bermuatan positif. Kemudian larutan yang berperan sebagai katoda dengan reaksi yang umum terjadi adalah pelepasan H₂ dan reduksi O₂, akibat dan H₂O yang tereduksi. Reaksi ini terjadi dipermukaan logam yang akan menyebabkan pengelupasan akibat pelarutan logam kedalam larutan secara berulang-ulang (Alfin;2011).

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



Pada katoda,

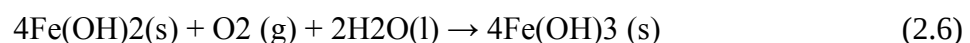
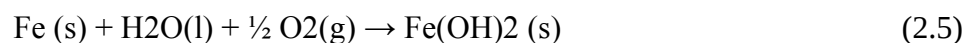




Gambar 2.1 Mekanisme Korosi (Haryono;2010)

Gambar 2.1 menggambarkan mekanisme korosi ketika ion dari besi (Fe) di lepaskan melalui reaksi anodik yang berinteraksi dengan ion hidroksil, dimana ion hidroksil (OH^-) dihasilkan oleh reaksi katodik dapat mengakibatkan kerusakan yang diakibatkan oleh adanya serangan alkali. Kemudian terbentuklah Fero hidroksida $[\text{Fe}(\text{OH})_2]$ yang merupakan hasil awal didekat perbatasan katodik dan anodic. Dengan adanya oksigen dan air maka $[\text{Fe}(\text{OH})_2]$ akan teroksidasi secara alami dan membantuk senyawa feri hidroksida $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$. Feri hidroksida $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ lama-kelamaan akan berubah menjadi Fe_2O_3 yang berwarna merah kecoklatan yang biasa kita sebut karat. (Vogel, 1979).

Mekanisme reaksi korosi dapat dilihat sebagai berikut:



2.2.21 Jenis-jenis Korosi

Berdasarkan bentuk dan tempat terjadinya, korosi terbagi dalam beberapa jenis antara lain; *Uniform Attact*, korosi galvanis, korosi tegangan,

korosi celah, korosi erosi. Korosi sumur dan korosi bakteri dan masih banyak lainnya. Berikut ini merupakan uraiannya :

1. *Uniform Attact*

Korosi ini terjadi secara menyeluruh dan merata pada seluruh permukaan logam yang terjadi akibat pengaruh lingkungan. Korosi jenis ini umumnya terjadi pada pelat baja atau logam homogen yang mengalami reaksi kimia seperti PH air yang rendah dan pengaruh kelembaban udara.



Gambar 2.2 *Uniform Attact* (www.corrosiondoctor.org)

2. Korosi Galvanis

Korosi Galvanis terjadi akibat adanya dua macam material logam yang memiliki potensial berbeda berkontak secara langsung atau berada dalam satu elektrolit sehingga terjadinya proses elektro kimia. Dimana elektron mengalir dari metal kurang mulia (anodik) menuju metal yang lebih mulia (katodik), akibatnya metal yang kurang mulia berubah menjadi ion-ion positif karena kehilangan elektron. Ion-ion positif metal bereaksi dengan ion negative yang berada di dalam elektrolit menjadi garam metal. Karena peristiwa tersebut, permukaan anoda kehilangan metal sehingga terbentuklah sumur-sumur karat (surface attack) atau serangan karat permukaan.



Gambar 2.3 Korosi Galvanis (Budi Utomo, 2009)

3. Korosi Tegangan

Korosi ini terjadi karena logam mendapat perlakuan khusus seperti pemberian tarikan atau kompresi yang melebihi batas ketentuannya. Kegagalan ini sering disebut *Stress Corrosion Cracking*. Sifat retak jenis ini sangat spontan (tiba-tiba terjadi), akibat adanya 3 faktor komponen yang bersamaan yaitu material yang rentan terhadap korosi, adanya larutan elektrolit (pengaruh lingkungan) dan adanya perlakuan khusus yang biasanya bersifat internal pengeringan, pengepresan dan lain-lain.



Gambar 2.4 Korosi Tegangan (Hakim, 2011)

4. Korosi Celah

Karat ini terjadi pada logam yang berdempetan dengan logam lainnya dan terdapat celah sempit terisi dengan elektrolit (air yang pHnya rendah). Korosi celah akibat perbedaan konsentrasi zat asam maka terjadilah suatu sel korosi dengan katodanya permukaan sebelah luar dan celah yang basa dengan air yang lebih banyak mengandung zat asam bersifat anodik.



Gambar 2.5 Korosi Celah (Hakim, 2011)

5. Erosi Korosi

Erosi Korosi adalah korosi yang bersamaan dengan erosi dan korosi yang menyebabkan percepatan terdegradasinya suatu logam. Korosi jenis ini biasanya menyerang komponen logam yang lingkungannya adalah fluida bergerak seperti aliran dalam pipa ataupun hantaman dan gerusan. Adanya dua fase atau lebih dalam fluida tersebut, misalnya adanya fase liquid dan gas secara bersamaan, adanya fase liquid dan solid secara bersamaan ataupun adanya fase liquid, gas, dan solid secara bersamaan menyebabkan laju korosi bereaksi semakin tinggi.



Gambar 2.6 Korosi Erosi (Hakim, 2011)

6. Korosi Sumur

Korosi sumur disebabkan karena komposisi dari material logam yang tidak sempurna. Korosi sumuran sering terjadi pada *stainless-steel*, terutama pada lingkungan yang tidak bergerak (stasioner) dan non-oksidator (tidak mengandung oksigen). Jenis korosi ini mempunyai bentuk rongga seperti lubang sumur, sehingga disebut korosi sumur. Jenis korosi ini korosi sumur tidak menyebar ke seluruh permukaan logam melainkan masuk ke arah ketebalan logam dan mengakibatkan konstruksi mengalami kebocoran. Walaupun tidak sampai habis terkorosi, konstruksi tidak dapat beroperasi optimal karena material yang dapat keropos.



Gambar 2.7 Korosi Sumur (Budi Utomo, 2009)

7. Korosi Mikrobiologi

Korosi jenis ini terjadi akibat adanya pengaruh mikroba seperti bakteri, jamur, alga dan protozoa. Pada korosi mikrobiologi pengaruh lingkungan

merupakan faktor utama dalam laju korosi, sehingga mikroorganisme menempel dan berhubungan langsung dengan permukaan material yang menyebabkan terjadinya lapisan tipis seperti bintik—bintik pada permukaan logam.



Gambar 2.8 Korosi Mikrobiologi (Budi Utomo, 2009)

2.2.2.2 Laju Korosi

Laju korosi merupakan kecepatan rambat korosi dan penurunan kualitas yang terjadi pada suatu material. Tingkat ketahanan suatu material terhadap korosi umumnya memiliki nilai laju korosi antara 1 – 200 mpy. Tabel di bawah ini adalah penggolongan tingkat ketahanan material berdasarkan laju korosinya.

Tabel 2.3 Tingkat Ketahanan Korosi Berdasarkan Laju Korosi

<i>Relative Corrosion Resistance</i>	<i>Approximate Metric Equivalent</i>				
	mpy	mm/year	µm/year	nm/year	pm/sec
<i>Outstanding</i>	<1	<0,02	<25	<2	<1
<i>Excellent</i>	1 – 5	0,02 – 0,1	25 – 100	2 – 10	1 – 5
<i>Good</i>	5 – 20	0,1 – 0,5	100 – 500	10 – 50	5 – 20
<i>Fair</i>	20 – 50	0,5 – 1	500 – 1000	50 – 100	20 – 50
<i>Poor</i>	50 – 200	1 – 5	1000 – 5000	150 – 500	50 – 200
<i>Unacceptable</i>	>200	>5	>5000	>500	>200

(Sumber:Fontana,1987)

Ada dua cara untuk menghitung laju korosi antara lain dengan menggunakan metode weight loss dan metode elektrokimia. Metode weight loss adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur berat material sebelum terjadi dikurangi dengan berat material yang sudah terkorosi. Pada metoda ini material sengaja diberi cairan maupun senyawa kimia dengan jangka waktu yang telah ditetapkan sebelumnya. Dari dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$CR (mpy) = \frac{W \times K}{DA_s T} \quad (2.8)$$

Dengan,

CR = Laju korosi (mpy)

W = massa hilang akibat terkorosi (gram)

K = Konstanta faktor

D = Densitas spesimen (g/cm³)

As = Luas permukaan spesimen (cm²)

T = lama pengujian (jam)

Metode elektrokimia merupakan salah satu metode dalam menentukan laju korosi dengan cara memprediksi atau memperkirakan nilai laju korosi dengan mengukur beda potensial material hingga didapatkan nilai laju korosi tersebut. Kelebihan metode ini adalah kita langsung dapat mengetahui laju korosi pada saat di ukur, hingga waktu pengukuran tidak memakan waktu yang lama. Pengujian laju korosi dengan metode elektrokimia dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang didasari pada Hukum Faraday seperti di bawah ini:

$$CR (mpy) = K \frac{ai}{nD} \quad (2.9)$$

Dengan,

CR = Laju korosi (mpy)

K = Konstanta faktor ($\text{mpy} = 0.129$; $\mu\text{m/yr} = 3.27$; $\text{mm/yr} = 0.00327$)

a = Berat atom logam yang terkorosi (gram)

i = Kerapatan arus ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)

D = Densitas logam terkorosi (gram/cm^3)

n = Jumlah elektron valensi logam terkorosi

2.2.2.2 Pengendalian Korosi

Proses korosi merupakan keadaan yang tidak dapat dihindari, namun dapat dikendalikan dan menekan laju korosi sehingga struktur atau komponen baja akan memiliki umur pakai yang lebih panjang. Walaupun demikian pengendalian korosi harus dilakukan semaksimal mungkin, karena apabila tahap pengendalian korosi tidak berhasil maka akan mengakibatkan kegagalan dini yang dari segi ekonomi dan keamanan merupakan hal yang tidak mungkin ditinggalkan (Widharto, 2004). Secara prinsip pengendalian korosi dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain:

1. Memodifikasi Desain Rancangan

Usaha pengendalian korosi sebaiknya sudah dilakukan sejak tahapan desain perancangan. Oleh karena itu perlunya menganalisis dalam proses desain sejak dari pemilihan proses, penentuan kondisi-kondisi prosesnya, pemilihan *lay-out* saat konstruksi hingga tahap start-upnya.

2. Pemilihan Material

Pemilihan bahan anti korosi merupakan tinjauan dalam setiap perancangan konstruksi. Ketahanan korosi pada setiap material yang digunakan tentunya tidak sama. Semakin tinggi sifat anti korosi dalam suatu material tentunya memiliki faktor ekonomi yang lebih tinggi

3. Perlakuan Lingkungan

Perlakuan lingkungan sangat penting dalam pengendalian korosi dalam suatu industri. Lingkungan yang korosif harus diubah menjadi kurang korosif bahkan hingga tidak bersifat korosif. Ada dua macam cara mengurangi lingkungan yang korosif yaitu pengubahan media (elektrolit) seperti penurunan suhu, penurunan kecepatan air, penghilangan oksigen,

hingga perubahan konsentrasi. Yang kedua dengan menggunakan inhibitor.

4. Pelapisan (*Coating*)

Metode pelapisan atau *coating* biasanya diterapkan pada suatu permukaan material logam. Pada pelapisannya terdapat cara pelapisan yaitu Pelapisan dengan bahan logam dan pelapisan dengan bahan non logam. Proses pelapisan atau *coating* merupakan proteksi material terhadap korosi yang paling efektif dan ekonomis. Selain itu *coating* juga bertujuan memberi efek keindahan pada suatu material.

5. Proteksi Katodik Anodik

Pengendalian korosi dengan metode Katodik merupakan metode pencegahan korosi pada logam yang ingin dilindungi dijadikan bersifat katodik dengan mengorbankan logam lain sebagai anoda. Proteksi Katodi dengan efektif melindungi korosi eksternal pada pipa saluran dibawah tanah atau dibawah air laut. Kekurangan metode ini adalah adanya arus sesat yang meningkatkan laju korosi logam lain yang berada disekitar logam yang dilindungi.

2.2.3 Coating

Dalam menanggulangi korosi salah satu metoda yang paling banyak digunakan adalah *Coating*. Karena dengan *coating* terbukti paling efektif dan ekonomis. *Coating* merupakan upaya perlindungan dengan cara membentuk suatu lapisan tipis antara permukaan material terhadap akses paling luar atau lingkungan sekitarnya. Dalam memilih jenis *coating* yang tepat merupakan tujuan utama dari *coating* itu sendiri, bukan hanya berguna untuk ketahanan dan lamanya dari cat itu berfungsi dengan baik , namun juga pertimbangan lain yaitu kemudahan dalam perawatannya di kemudian hari.

2.2.3.1 Komposisi Cat

Cat merupakan suatu cairan yang apabila diulaskan kepada suatu permukaan material atau bahan akan membentuk suatu lapisan tipis kering dengan daya lekat yang baik pada permukaan. Dalam suatu komponen cat terdapat beberapa komposisi dasar yang mendukung, yaitu yaitu *Binder* (Bahan Pengikat), *Solvent* (Bahan Pelarut), *pigment* (Bahan Pewarna), *Extender* (Bahan penunjang) dan *additives* (Bahan tambahan).

a. *Binder* (Bahan Pengikat)

Binder atau bahan pengikat adalah unsur utama dalam komponen suatu cat. Fungsi dari binder yaitu mengikat lapisan itu ke permukaan dan menjadi penghalang yang membatasi masuknya air, oksigen, dan ion-ion agresif ke permukaan baja. Oleh karena binder merupakan tolak ukur kemampuan, kekuatan, dan ketahanan cat. Beberapa jenis produksi cat dari berbagai macam bahan pengikatnya (*binder*), diantaranya:

1. Jenis Vinyl

Cat jenis ini merupakan pencampuran antara bahan dasar vinyl chloride atau vinyl acetate yang membentuk suatu binder. Pada umumnya sifat dari vinyl memiliki pengeringan yang cepat, sangat baik daya lekatnya, tahan terhadap kimia, tahan terhadap cuaca, tidak tahan panas (60 C/140 F), mudah hancur bila terkena pelarut yang keras.

2. Jenis Bitumens

Cat jenis ini merupakan cat yang baik untuk pengecatan daerah kimia, kedap terhadap air dan memiliki harga yang terjangkau. Namun jenis cat ini juga memiliki banyak kelemahan yaitu tidak tahan cuaca karena penguapan dari *solvent*-nya agak lambat, mudah beroksidasi terhadap alam (udara) dan mudah pecah-pecah.

3. *Acrylic*

Pada umumnya cat jenis ini memiliki sifat pengeringan yang cepat, tahan terhadap polusi air, memiliki daya lekat yang baik antara pengecatan pertama dan selanjutnya, penacaran warna dan kilap yang

baik. Namun kelemahannya cat jenis ini tidak tahan terhadap pelarut dan mudah hancur apabila terkena elarut yang keras.

4. Jenis *Alkyd*

Alkyd mempunya fleksibilitas yang baik, sehingga sangat mudah dalam pengaplikasiannya. Cat jenis ini juga tahan terhadap cuaca dan memiliki sifat adhesi yang baik. Namun alkyd juga memiliki kekurangan yaitu tidak tahan terhadap alkali, tidak tahan terhadap polusi air, dan memiliki tenggan waktu pengecatan terbatas antara lapis pertama dan selanjutnya.

5. Jenis Epoxy Ester

Epoxy ester adalah jenis epoxy yang dikemas dalam satu kompoen. Cat jenis ini memiliki bahan pengering yang cepat dan memberikan hasil yang lebih baik daripada Alkyd. Epoxy ester memiliki daya lekat (adhesi) yang sangat baik sehingga cat jenis ini berperan sebagai anti karat. Kelamahan dari epoxy ester yaitu mudah memudar (buram), dan agak tahan terhadap polusi air dan alkali.

6. Jenis Polyurethane

Cat jenis ini terbentuk dari campuran antara isocyanate dan alcohol. Cat jenis ini memiliki sifat yang tahan cuaca, tahan terhadap larutan kimia, dan tahan terhadap goresan. Polyurethane juga sangat keras tapi fleksibel apabila diplikasikan

7. Jenis Zinc Silicate

Umuna sifaat dari zinc Silicate yaitu tahan terhadap cuaca, tahan terhadap larutan tertentu, lapisan yang keras, tahan panas, sangat baik dalam hal proteksi karat, dan tahan terhadap polusi air.

b. *Solvent* (Bahan Pelarut)

Bahan pelarut diperlukan untuk mencairkan bahan pengikat (*binder*) pada saat produksi dan pelaksanaan aplikasi. Pemilihan jenis pelarut berfungsi sebagai prasarana aplikasi yang dapat dipengaruhi proses pengeringan, yang biasa disebut flash point atau percepatan titik nyala

c. *Pigment* (Bahan Pewarna)

Bahan pewarna pada cat akan memberikan warna dan pengaburan (kekuatan tersembunyi). Fungsi dari pigmen yaitu memberikan nilai estetika dan menjadikan kelebihan dari sisi dekoratif. Sedangkan dari pengaburan (kekuatan tersembunyi) yaitu menutupi permukaan yang berada dibawah cat baik dalam bentuk partikel, padat, dan kering pada lapisan sehingga mengendalikan laju korosi atau laju difusi reaktan-reaktan pada selaput kering (*dry film*). Pada *pigmen* atau bahan pewarna terdapat komponen biokimia aktif dalam cat yang dikandung pula pada jenis anti fouling.

d. *Extender* (Bahan penunjang)

Extender atau bahan penunjang berfungsi sebagai penambah daya keras pada lapisan dan meningkatkan prasarana aplikasi sebagai bagian dari cat itu sendiri. Selain itu bahan penunjang ini dapat mengurangi biaya pembuatan cat, karena bahan ini dicampurkan pada bahan cat yang tidak menguap.

e. *Additives* (Bahan tambahan)

Additif merupakan senyawa-senyawa kimia yang biasanya ditambahkan kedalam larutan cat dalam jumlah sedikit, namun sangat mempengaruhi sifat-sifat pelapisan. Fungsi dari zat additif antara lain, mencegah terjadinya buih pada saat penyemprotan (*anti foaming*), mencegah terjadinya pengendapan cat pada saat dipergunakan (*antisetting*), meratakan permukaan cat sesaat setelah disemprotkan (*flow additif*), dan menambah kelenturan cat. Selain itu adanya bahan *Additives* dapat mempercepat proses pengeringan atau memungkinkan lapisan cat kering lebih tahan terhadap lingkungan kerjanya.

2.2.3.2 Sistem Dasar *Coating*

Pada dasarnya untuk mencegah timbulnya korosi *coating* harus berperan sebagai hambatan yang kuat untuk memisahkan permukaan material yang ingin dilindungi dengan ekspos paling luar atau kondisi lingkungan sekitar. Semakin tebal *coating* yang diaplikasikan, semakin kedap pula ketahanan material dari korosi. Pada dunia *marine*, umumnya menggunakan system *coating* 3 lapis, yang terdiri dari:

1. Cat Dasar (*Primer Coating/Anti Corrosive*)

Fungsi utama dari cat dasar yaitu untuk melindungi permukaan logam agar tidak berkarat. Cat dasar merupakan kunci kekuatan adhesi dari seluruh sistem *coating*. Cat dasar bukan hanya harus mengikat kuat material dibawah dan lapisan atasnya, tetapi harus menekankan unsur anti korosi yang terdapat pada bahan pewarnanya (*Pigment*).

2. Cat Tengah (*Intermediate Coating*)

Cat tengah berfungsi sebagai *body coat* yaitu penebal dan penahan terhadap serangan yang datang dari luar (*excess*). Umumnya cat tengah memiliki ketebalan yang lebih tinggi daripada cat dasar dan cat akhir. Cat tengah juga harus menjadi pengikat kuat antara cat dasar dan cat akhir, sehingga memiliki ketahanan yang kuat terhadap senyawa kimia dan uap air.

3. Cat akhir (*Top Coat*)

Cat akhir diberikan setelah Cat Dasar (*Primer Coating/Anti Corrosive*) dan Cat Tengah (*Intermediate Coating*) diaplikasikan. Tujuan utama dari cat akhir ini sebagai pelindung paling luar terhadap ekspos lingkungan seperti air, cuaca dan senyawa kimia lain, memuat permukaan menjadi tangguh, tahan aus dan tetap menekankan pada ketahanan warna dan keindahan.

2.2.3.3 Metode Aplikasi Pengecatan

Pemilihan metode atau alat aplikasi dalam pengecatan sangatlah berpengaruh bukan hanya pada kapasitas produksi namun juga kualitas hasil pengecatan itu sendiri.

- ▶ Kuas (*Brush*)

Pengerjaan coating dengan menggunakan kuas merupakan metode yang sangat sederhana dan ekonomis. Pengecatan dengan kuas dapat digunakan pada area-area yang sulit, alur-alur pengelasan yang kasar dan area—area yang sangat kompleks dimana dengan semprotan tidak dapat menjangkau sasaran. Namun disisi lain menggunakan kuas terhitung sangat lambat sehingga memerlukan jam kerja dan personil yang banyak apabila area yang akan diaplikasikan sangat luas.

- ▶ Roll

Pengerjaan pengecatan dengan *roll* lebih mudah diaplikasikan apabila memiliki area yang luas, sehingga penggunaan *roller* juga lebih cepat dibanding dengan menggunakan kuas. Namun dalam pengaplikasiannya penggunaan roller tidak dapat digunakan pada area-area yang sempit dan cenderung lebih boros dalam penggunaan cat

- ▶ Spray (Semprot)

Pengerjaan *coating* dengan menggunakan metode spray akan menghasilkan permukaan yang sangat halus dan merata. Penggunaan metode ini sangat cocok diaplikasikan pada area dan kapasitas produksi yang besar. Kelemahannya diperlukan tenaga yang mahir dalam mengaplikasiannya, yang dapat mengontrol tekanan semburan dan jarak ujung pistol terhadap material yang akan diberi *coating*. Apabila tekanan tinggi dan jarak pengecatan terlalu jauh, akibatnya cat kelihatan berdebu dan banyak cat yang terbuang.

2.3.4 Pembersihan Permukaan (*Surface Preparation*)

Bagian penting yang perlu diperhatikan sebelum melakukan proses *coating* adalah mempersiapkan permukaan material yang akan diaplikasikan cat atau disebut *Surface preparation* (Hudson, 1982). Tingkat keberhasilan penanggulangan korosi dengan menggunakan *coating* bergantung pada kebersihan dan kekasaran permukaan material sebelum diaplikasi *coating*. 85% kegagalan dalam pengecatan diakibatkan oleh ketidaksempurnaan pembersihan permukaan (*Surface preparation*) karena proses ini sangat berpengaruh dalam kemampuan material dalam mengikat lapisan *coating*. Tujuan utama dari pembersihan permukaan (*Surface preparation*) adalah membersihkan permukaan dari semua jenis kotoran dan menciptakan kekasaran pada permukaan material sehingga cat dapat melekat dengannya baik. Oleh karena itu *surface preparation* dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pencucian

Menghilangkan kontaminsi minyak yang gemuk yang paling efektif adalah dengan menggunakan bahan pencuci, yang kemudian dibilas dengan air tawar.

2. Menghilangkan larutan garam

Dengan menyemprotkan air tawar bertekanan/tanpa bertekanan sambil menyikat permukaan dengan rata.

3. Menyemprotkan Udara

Menyemprotkan udara kering dan bersih dilakukan untuk membersihkan material dari debu.

4. *Abrasive Blasting*

Abrasive blasting merupakan pembersihan yang paling efektif guna menghilangkan karat, kulit besi, dan cat lama. Dengan cara menyemprotkan bahan abrasif dengan bertekanan tinggi yang diarahkan langsung pada permukaan material yang akan dibersihkan. Selain itu kegunaan

pembersihan ini yaitu untuk mendapatkan hasil kekasaran permukaan tertentu, tergantung ukuran partikel *abrasive*, kekerasan partikel *abrasive*, karakteristik ketahanan partikel *abrasive*, jenis dan bentuk partikel *abrasive*.

Dalam *surface preparation* ada lima tingkat hasil kebersihannya, dimana tingkatan ini mengindikasikan semakin tinggi hasil *surface preparation* maka semakin tinggi perlindungannya terhadap korosi (ISO,2011).

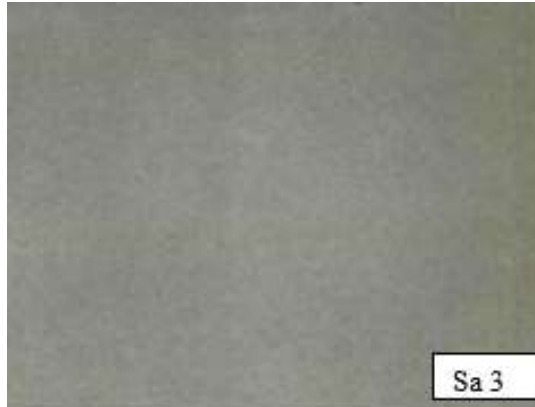
Tabel 2.4 Indeks *Surface Preparation*

Deskripsi	American SSPC-SP	International ISO-8501-1
White Metal	SSPC – SP 5	Sa 3
Near White Metal	SSPC – SP 10	Sa 2.5
Commercial Blast	SSPC – SP 6	Sa 2
Power Tool Cleaning	SSPC – SP 3	St 3
Hand Tool Cleaning	SSPC – SP 2	St 2

Sebutan setiap tingkat perlakuan *surface preparation* ditunjukkan dengan singkatan huruf, seperti *Blast Cleaning* (Sa) dan *Hand* dan *Power Tool Cleaning* (St). Berikut adalah penjelasan tentang tingkat kebersihan dari *surface preparation*. Blasting:

1. SA 3 (White Metal Cleaning (SSPC SP-5))

Tingkat kebersihan SA 3 merupakan yang paling baik dibandingkan dengan tingkat kebersihan lainnya. Pada SA 3 ini, spesimen akan memunculkan warna asli, bebas mill scale karat, dan cacat akibat pengikisan. Namun untuk mendapatkan tingkat kebersihan ini harus ditempuh dengan sangat lama dan mengeluarkan biaya yang besar.



Gambar 2.9 Tingkatan Kebersihan SA 3

2. Sa 2.5 (Near White Metal Cleaning (SSPC SP-10))

Pada tingkat kebersihan SA 2.5, dilakukan penyemprotan hingga permukaan spesimen mendekati putih. Sehingga permukaan spesimen juga bebas dari grease, debu dan kelupasan-kelupasan *Mill Scale*, karat, dan bekas cat lama, yang ter tinggal hanya 5% kotoran dari total permukaan yang dibersihkan.



Gambar 2.10 Tingkatan Kebersihan SA 2.5

3. Sa 2 (Commercial Blast (SSPC SP-6))

Pada tingkat kebersihan SA 2, hasil pembersihan permukaan spesimen yang sudah bebas dari minyak, mill scale karat, cacat setelah melalui pengikisan dengan mesin atau alat lainnya jika dilihat kasat mata. Sa 2 ini merupakan tingkat kebersihan permukaan pipa yang masih tidak boleh proses aplikasi coating, karena sisa-sisa karat masih sedikit ada.



Gambar 2.11 Tingkatan Kebersihan SA 2

2.3.5 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan material akibat proses blasting memiliki tujuan utama yaitu untuk mengikat lapisan *coating* yang berada di atasnya. Sehingga lapisan *coating* yang diaplikasikan memiliki ikatan yang kuat terhadap permukaan material. Semakin halus permukaan material, maka daya ikat antara permukaan material dengan lapisan *coating* semakin lemah. Dan sebaliknya apabila semakin kasar permukaan material, maka daya ikatnya pun semakin kuat.

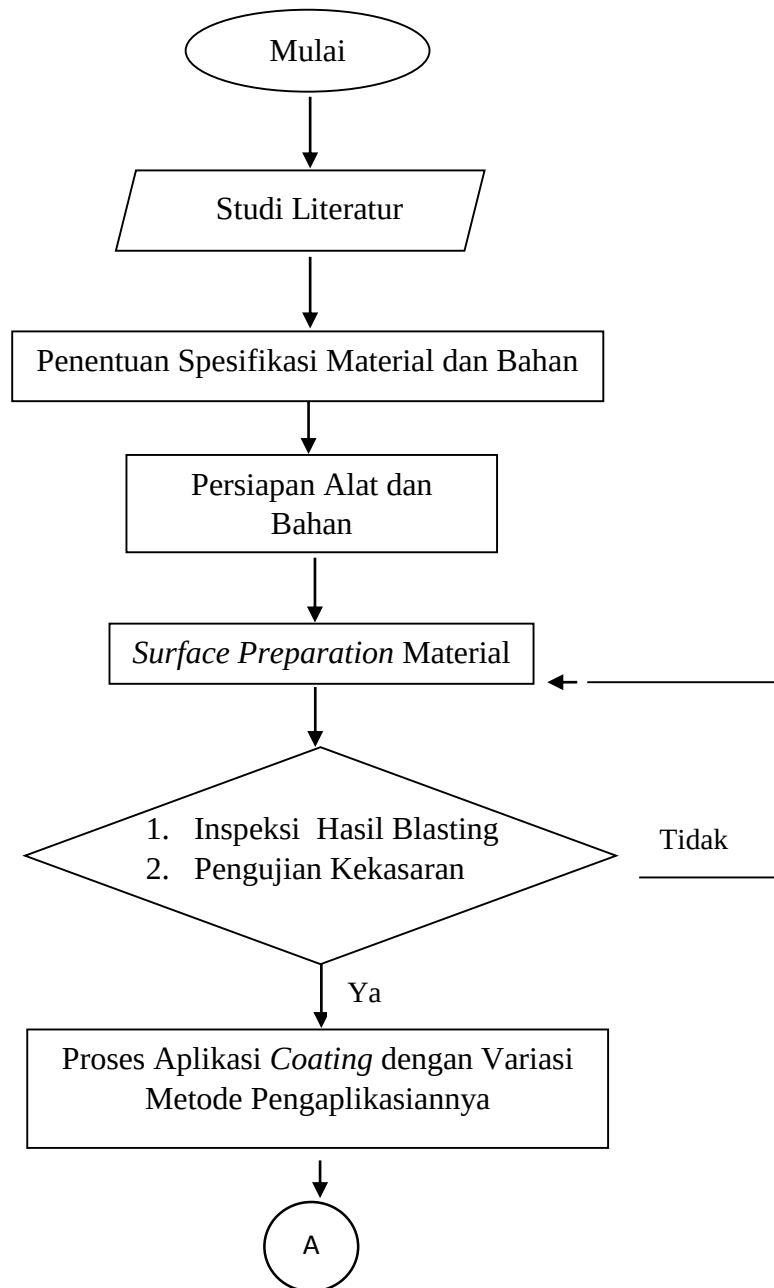
Kekasaran permukaan material dapat diukur dengan melakukan perbandingan (*comperator*) dari ASTM D4417A yang kemudian kita ukur dengan alat yang bernama *Roughness meter* sesuai dengan ASTM D4417D. Nilai kekasaran permukaan material umumnya dinyatakan dalam microinch atau mikron berdasarkan unit standart nasional Amerika.

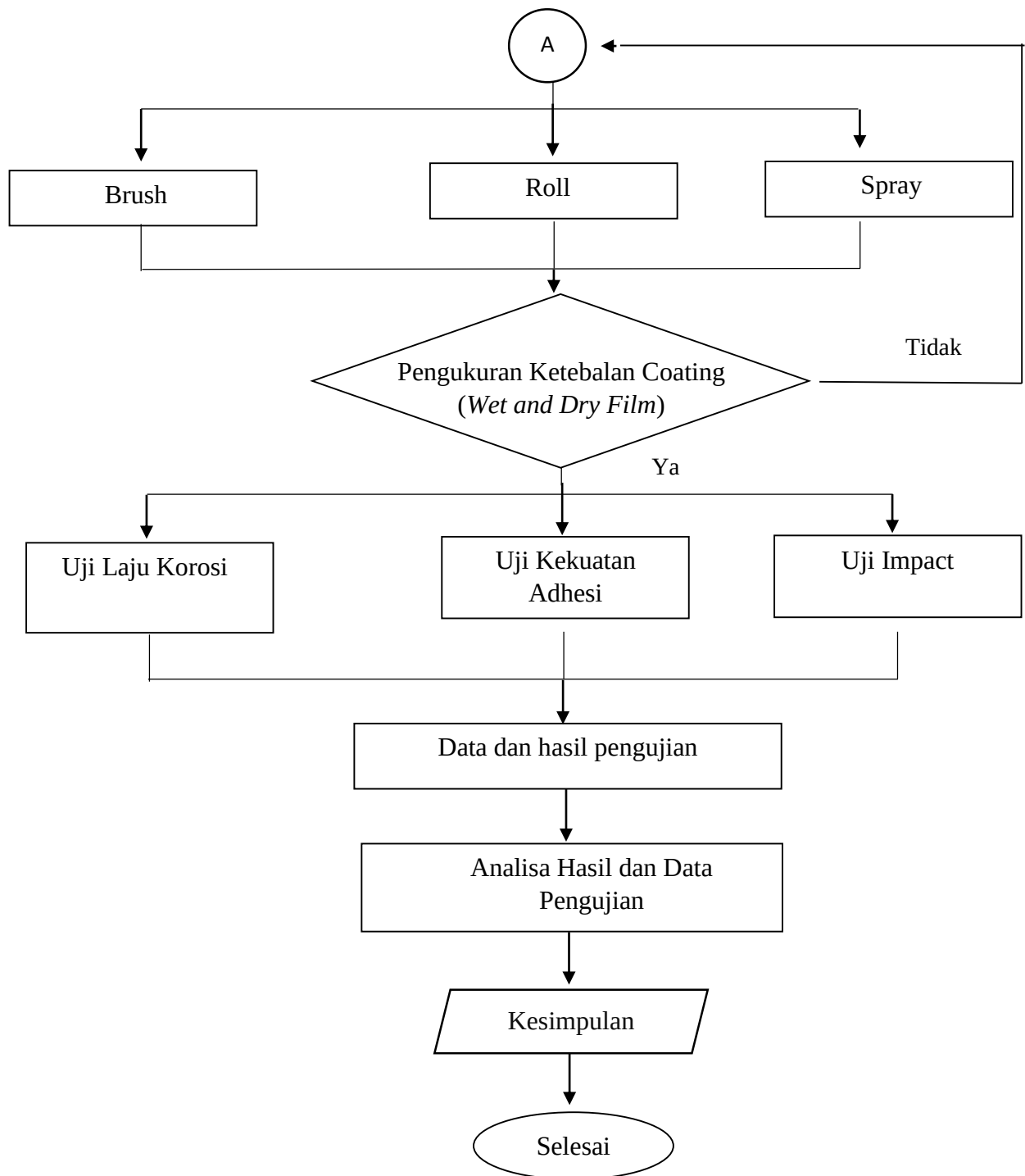
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Penjelasan metodologi penelitian pada tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 3.1





Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Studi Literatur

Melakukan studi literature dengan cara mencari, mempelajari dan memahami berbagai sumber pustaka atau media elektronik untuk mendapatkan referensi yang diperlukan terutama mengenai korosi hingga metode pencegahannya yang berupa *coating*. Selain itu standart yang telah ditetapkan oleh ASTM dan BKI juga manjadi acuan dalam melakukan penelitian ini.

3.2.2 Penentuan Spesifikasi Material dan Bahan

Material uji yang akan dianalisa harus sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Untuk jenis material yang di gunakan yaitu jenis baja karbon rendah ASTM A36 dengan ukuran specimen 100 mm x 60 mm x 10 mm sebanyak 27 buah spesimen. Sedangkan *coating* yang dipilih menggunakan cat berjenis epoxy.

3.2.3 Persiapan Alat dan Bahan

Dalam tahap ini persiapan alat yang dibutuhkan selama penelitian iniberlangsung. Alat yang diperlukan, yaitu:

1. Alat dry abrasive blast cleaning
2. Roughness meter
3. Kuas
4. Roll
5. *Air spray gun*
6. Alat ukur WFT (*wet film comb*)
7. Alat ukur DFT (*coating thickness gauge*)
8. Peralatan pengujian kekuatan adhesi (*portable adhesive tester*)
9. Elektroda acuan Ag/AgCl
10. Elektroda pembantu platina
11. Potensiostat Autolab PGSTAT128N
12. m. software NOVA

Bahan penelitian:

1. Pelat baja ASTM A36 100 mm x 60 mm x 10 mm
2. Material abrasif jenis steel grit
3. Cat primer (Hampadur Mastic 17634)
4. Cat intermediet (Hampadur 47182)
5. Larutan NaCl 3,5%

Lokasi Penelitian :

- a. CV. Cipta Agung (JL. Rungkut Industri IX No.24-26)
- b. Jurusan Teknik Kelautan - FTK – ITS
- c. Jurusan Teknik Kimia – FTI - ITS

3.2.4 Persiapan Material

Untuk memulai suatu proses *coating* perlunya dilakukan persiapan baik berupa persiapan material, maupun juga kondisi lingkungan tempat pengecatan. Lingkungan sangat berpengaruh dalam proses *coating*. Banyak yang harus diperhatikan baik itu Steel temperature, temperature basah, temperature kering, Dew Point (DP) dan Relative Humidity (RH). Oleh karena itu perlunya dilakukan *enviromental test* untuk mengukur tingkat humaditynya. Dalam pengukuran ini menggunakan alat bernama *swing hygrometer*. Dalam penggunaannya, hanya memutar baling-baling yang berada pada alat ini selama 1 menit, hingga diketahuinya temperature basah dan temperature keringnya.

Setelah mendapatkan temperature basah dan temperature kering, lalu masukkan selisih dari temperature basah dan temperature kering kedalam tabel *Dew Point* (DP) dan *Relative Humidity* (RH). Sehingga didapatkan nilai *Dew Point* (DP) dan *Relative Humidity* (RH)-nya. Dalam proses *coating* berlaku aturan *Steel temperature* berada 30°C-60°C dan nilai RH Maximum 85%.



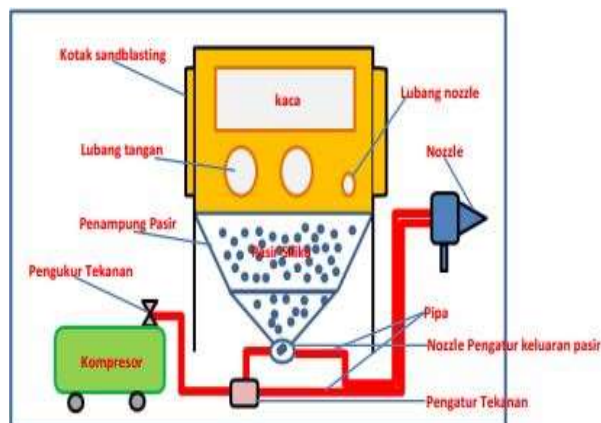
(a)

Temp (°C)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(b)

Gambar 3.2 (a) Penggunaan *swing hygrometer* untuk mengukur tingkat humiditinya), (b) tabel *Dew Point* (DP) dan *Relative Humidity* (RH).

Setelah memenuhi syarat dalam *enviromental test*. Hal utama yang perlu dilakukan sebelum melakukan proses *coating* yaitu melakukan proses *blasting*. Kegunaan *blasting* yaitu membersihkan permukaan material yang akan diuji dari karat, kotoran dan sisa-sisa *coating* yang tersisa. Selain itu *blasting* juga memberikan profil pada permukaan material sehingga meningkatkan daya lekat pada *coating*. Tingkat kebersihan yang ingin dicapai dalam proses *blasting* ini adalah SA 2 ½ atau SSPC-SP 10 (*Near white metal*).



(a)



(b)

Gambar 3.3 (a) Ilustrasi alat *Blasting*, (b) Material abrasives *steel grit*.

3.2.5 Inspeksi Hasil *Blasting*

Setelah dilakukan *blasting*, specimen harus diinspeksi secara visual. Pengujian ini membandingkan specimen material setelah di *blasting* dengan SSPC-VIS 1 - *Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning*. Apabila specimen belum sesuai dengan standar, maka akan dilakukan proses *blasting* ulang hingga mendapatkan hasil yang sesuai standar.



Gambar 3.4 Hasil *Blasting*

3.2.6 Pengujian Kekasaran Material

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui profil kekasaran dari setiap specimen yang telah melewati proses *blasting*. Pengujian ini sangat penting karena berpengaruh terhadap sifat adhesi cat terhadap permukaan specimen. Dalam pengujian ini menggunakan standart yang telah ditetapkan dalam ASTM D4417.

Letakkan *roughness meter* diletakan diatas specimen yang akan di uji, maka akan terhitung nilai kekasaran dari setiap specimen yang telah diblasting. Lakukan langkah tersebut pada 3 titik tiap specimen, kemudian lakukan perhitungan rata-rata nilai kekasaran dari seetiap specimen.



(a)



(b)

Gambar 3.5 (a) Kalibrasi Roughness Meter, (b) Proses mengukur kekasaran spesimen

3.2.7 Proses Aplikasi *Coating*

Setelah *blasting*, material harus segera dicat, untuk menghindari karat yang biasa cepat muncul setelah proses *blasting*. Setiap specimen menggunakan metode aplikasi *coating* yang berbeda, yaitu dengan *roll*, *brush* (kuas), dan *spray*. Sistem *coating* yang digunakan yaitu 2 lapis (layer) menggunakan cat produksi dari Hempel, lapisan primernya yaitu Hampadur Quattro 17634. Lalu untuk lapisan intermedietnya menggunakan Hampadur 47182.

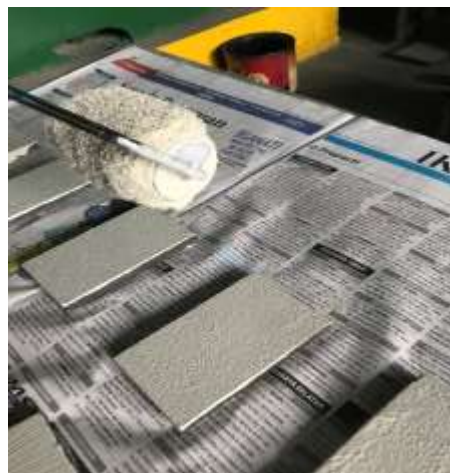
1. Mempersiapkan cat yang akan digunakan dengan mencampur komponen-komponen cat dengan *curing*-nya, lalu cat diaduk hingga tercampur dengan sempurna.
2. Aplikasikan cat pada 9 spesimen dengan menggunakan kuas, 9 spesimen dengan menggunakan *roller*, dan 9 spesimen dengan menggunakan *spray*.
3. Lalu diamkan 1-2 hari hingga cat mengering dengan sempurna.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.6 (a) Proses pencampuran cat, (b) Proses pengaplikasian cat menggunakan spray, (b) Proses pengaplikasian cat menggunakan kuas, (b) Proses pengaplikasian cat menggunakan *roller*.

3.2.8 Pengukuran Ketebalan Coating

Setelah semua spesimen yang sudah dilapisi *coating*, maka tahap selanjutnya adalah mengukur ketebalan lapisan *coating* pada tiap-tiap spesimen pada saat masih basah dan kering.

Pengukuran Wet Film Thickness ini dilakukan pada saat cat masih basah dengan metode sesuai standar ASTM D4414. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketebalan cat basah pada spesimen. Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah *wet film comb*. Prosedur pelaksanaan pengujian ini antara lain:

- Tempelkan dan tekan sisi wet film comb tegak lurus pada permukaan specimen yang baru diaplikasikan cat (dalam keadaan cat masih basah).
- letakkan sisi wet film comb yang telah terkena cat pada kertas lalu dicocokkan nilai ketebalan cat.
- Pengecatan pada spesimen dilakukan hingga mencapai ketebalan yang ingin dicapai.



(a)



(b)

Gambar 3.7 a) Wet Film Comb, (b) Wet Film Comb di letakkan tegak lurus pada permukaan spesimen.

Pada saat kering, dilakukan pula pengukuran ketebalan pengujian ini biasa disebut DFT (Dry Film Thickness).

- Setelah lapisan film cat dikeringkan sesuai dengan durasi yang tercantum dari data sheet dengan media udara, dilakukan pengukuran tebal film kering

(DFT) sesuai dengan standar ASTM D-1186 pada spesimen. Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah *coating thickness gauge*.

- b. Pengukuran dilakukan dengan cara meletakkan ujung *coating thickness gauge* pada permukaan spesimen. Setiap area dilakukan pengukuran di 3 titik.
- c. Kemudian dilakukan perhitungan rata-rata untuk mendapatkan angka ketebalan film kering (DFT) pada setiap spesimen.



Gambar 3.8 Proses pengukuran DFT

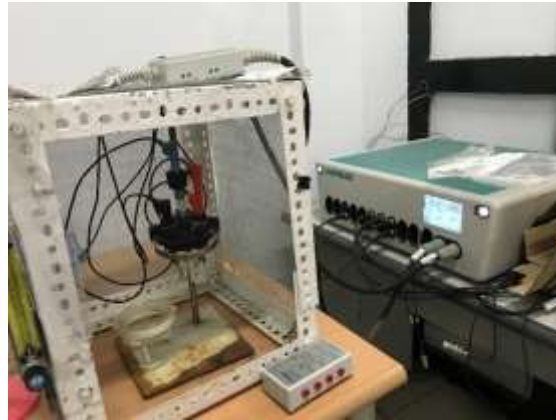
3.2.9 Coating Inspection

1. Uji laju korosi (Sel 3 elektroda)

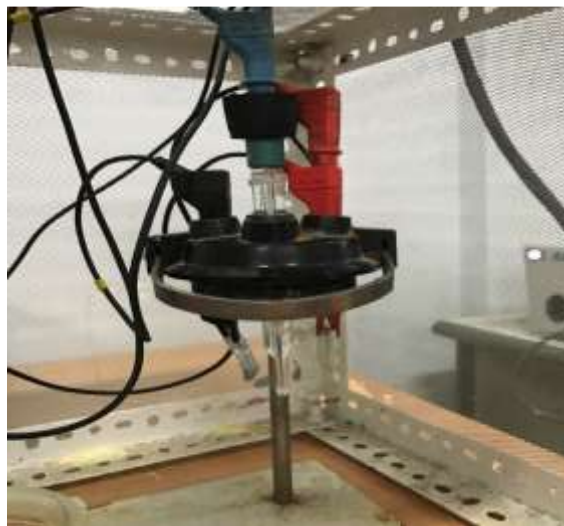
Dalam pengujian ini ditujukan untuk mengetahui prediksi laju korosi yang terjadi pada pelat baja meskipun sudah mendapat perlakuan *coating*. Pada pengujian ini akan menggunakan NaCl 3,5% sebagai larutan pengganti air laut. Lalu jepit material yang diuji dan celupkan ke dalam bekkor yang berisi larutan NaCl. Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah sel 3 elektroda, dimana menggunakan peralatan potensistat Autolab PGSTAT1238N yang dihubungkan dengan komputer

dan software NOVA. Berikut langkah-langkah pengerjaan pengujian laju korosi dengan metode sel 3 elektroda :

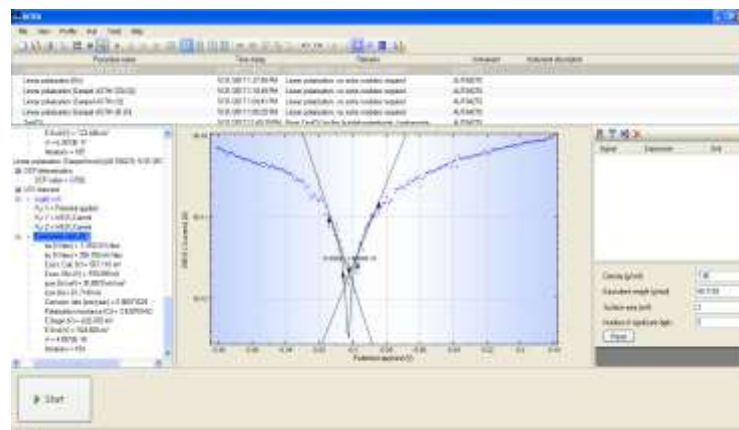
- a. Siapkan alat yang diperlukan selama pengujian seperti material yang akan diuji, gelas bekker, elektroda acuan, elektroda pembantu, Potensiostat Autolab PGSTAT128N dan software NOVA.
- b. Siapkan larutan NaCl 3.5% yang diperlukan. NaCl ini terdiri dari 35 gram garam NaCl dan 1 liter air.
- c. Jepit material, elektroda acuan berupa Ag/AgCl, elektroda pembantu yang berupa platina dengan tiga jepit yang tersambung dengan Potensiostat Autolab PGSTAT128N. Kemudian celupkan ke dalam gelas bekker yang sudah dipenuhi larutan NaCl 3,5%. Usahakan ketiga elektroda tersebut tidak saling bersinggungan.
- d. Potensiostat Autolab PGSTAT128N berfungsi sebagai pengalir arus listrik yang terhubung dengan software NOVA. Sumber potensial diatur pada - 1V sampai dengan +1 V.
- e. Lalu klik “start” pada software NOVA yang bertujuan sebagai tanda dimulainya pemeriksaan atau scanning terhadap material yang diuji.
- f. Setelah selesai scanning, software NOVA dengan otomatis menampilkan grafik nilai potensial dari material yang di uji.
- g. Masukkan data massa jenis material yang diuji (g/cm^3), berat atom logam (g/mol), serta luas permukaan material uji (cm^2) pada bagian kolom di pojok kanan bawah. Kemudian tekan “reset”. Data – data ini digunakan oleh software untuk menghitung laju korosinya.
- h. Pada grafik yang terbentuk sebelumnya, dilakukan pengeplotan grafik yang ditujukan untuk mengetahui nilai laju korosi yang dicari.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.9 (a) Potensiostat Autolab PGSTAT128N, (b) Spesimen Uji, Elektroda Ag/AgCl, dan Elektroda platina, (c) Hasil scanning nilai laju korosi dengan software NOVA.

2. Uji Kekuatan Adhesi

Pengujian ini perlu dilakukan untuk mengetahui kekuatan adhesi (daya ikat) pada *coating* yang sudah diaplikasi pada setiap spesimen. Alat yang digunakan dalam pengujian ini yaitu *portable adhesive tester*. Dari pengujian ini dapat diketahui ketahanan *coating* terhadap material yang juga berpengaruh pada ketahanannya terhadap korosi. Berikut adalah langkah-langkah pengujian kekuatan adhesi menggunakan *portable adhesive tester*:

- a. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk diuji seperti spesimen uji, *portable adhesive tester*, lem epoxy, dan dolly (pion).
- b. Campurkan 2 tipe lem epoxy yang digunakan dengann rata.
- c. Lekatkan dolly menggunakan campuran lem yang sudah dicampur.
- d. Diamkan satu hari hingga lem benar-benar mengering.
- e. Kalibrasikan *portable adhesive tester* hingga menunjukkan angka nol danatur alat menggunakan satuan Mpa.
- f. Sambungkan *portable adhesive tester* dengan dolly yang sudah melekat pada spesimen.
- g. Tekan tuas yang berada pada *portable adhesive tester* hingga dolly terlepas dari spesimen.
- h. Kemudian catat nilai kekuatan adhesi yang tertera layar *portable adhesive tester*.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.10 (a) Mencampurkan lem epoxy, (b) *Dolly* yang melekat pada spesimen, (c) *Dolly* terlepas dari sampel akibat di *pull off* menggunakan alat *portable adhesive tester* (d) Material setelah di pull-off.

4 Uji Impact

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan spesimen yang telah diaplikasi *coating* terhadap *impact* yang diberikan. Dengan cara memberikan beban kepada spesimen yang telah dilapisi *coating*, hingga diketahui berapa ketinggian maksimum terjadinya kegagalan atau kerusakan yang menjadi batas dari kekuatan *coating* tersebut. Berikut adalah langkah-langkah dalam pengujian Impact:

- Siapkan alat yang diperlukan untuk diuji seperti spesimen uji, beban yang dijatuhkan dan pipa sebagai penjaga.
- Beban yang dijatuhkan sebesar 500gr
- Lalu jatuhkan beban dengan ketinggian 50cm dengan pipa sebagai penjaga.
- Apabila tidak terjadi kerusakan pada lapisan *coating*, ketinggian beban untuk dijatuhkan dinaikan 10 cm terus menerus hingga didapat ketinggian maksimal ketahanan *coating* terhadap *impact* yang diberikan.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.10 (a) Beban yang dijatuhkan, (b) *Pipa sebagai penjaga* (c) Kerusakan material akibat beban jatuh (*impact*)

3.2.10 Rancangan Penelitian

Berdasarkan berbagai pengujian di atas maka dapat dibuat rancangan penelitian sebagai berikut:

Metode Coating	Jenis Cat	Surface Roughness	Dry Flm Thickness	Wet Film Thickness	Uji Kekuatan Adhesi	Uji Laju Korosi	Uji Impact
Kuas	Epoxy	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Roll		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Spray		✓	✓	✓	✓	✓	✓

3.2.11 Analisa Hasil dan Data Pengujian

Pada tahap ini analisa hasil dan data dari setiap pengujian, Hasil yang didapatkan tentunya akan berbeda-beda karena tiap spesimen memiliki metode yang berbeda dalam pengaplikasiannya. Sehingga terlihat perbedaan yang menjadi tujuan dari tugas akhir ini yaitu menjadikan referensi dan rekomendasi terhadap pengerjaan *coating* selanjutnya.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Prosedur Blasting dan Coating

Blasting Operator	: Arman (CV. Cipta Agung)
Proses Blasting	: Dry Abrasive Blast Cleaning
Proses Coating	: 1. Spray 2. roll 3. brush
Material	: ASTM A-36
Dimensi Material	: 100 mm x 60 mm x 10 mm
Material Abrasif	: Steel Grit
Grit Material Abrasif	: Grit 16
Jenis Coating	: Cat primer (Hampadur Mastic 45880) Cat intermediat (Hampadur 47182)

4.2 Proses Blasting

4.2.1 Hasil Proses Blasting

Bagian penting yang perlu diperhatikan sebelum melakukan proses *coating* adalah mempersiapkan permukaan material yang akan diaplikasikan cat atau disebut *Surface preparation* (Hudson, 1982). Tingkat keberhasilan penanggulangan korosi dengan menggunakan *coating* bergantung pada kebersihan dan kekasaran permukaan material sebelum diaplikasi *coating*. 85% kegagalan dalam pengecatan diakibatkan oleh ketidaksempurnaan pembersihan permukaan (*Surface preparation*) karena proses ini sangat berpengaruh dalam kemampuan material dalam mengikat lapisan *coating*. Tujuan utama dari pembersihan permukaan (*Surface preparation*) adalah membersihkan permukaan dari semua jenis kotoran dan. Proses blasting menggunakan material abrasif jenis steel grit dengan grit 16.

Tingkat kebersihan yang ingin dicapai dalam proses ini adalah SA 2.5 (ISO 8501-1).



(a)



(b)

Gambar 4.1 (a) Material sebelum diblasting, (b) Material setelah di blasting

4.2.2 Inspeksi Visual Hasil Blasting

Inspeksi visual hasil blasting dilakukan untuk memastikan bahwa material yang telah di blasting sesuai dengan tingkat kebersihan yang ingin dicapai yaitu SA 2.5 (ISO 8501-1). Adapun cara untuk melakukan pengujian ini adalah membandingkan material yang telah di blasting dengan standard visual yang tertera pada SSPC-VIS 1 - *Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning*. Hasil inspeksi visual dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



(a)



(b)

Gambar 4.2 (a) Material setelah di blasting, (b) Standard visual Sa 2.5 pada ISO 8501-1

4.3 Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan material akibat proses blasting memiliki tujuan utama yaitu untuk mengikat lapisan *coating* yang berada di atasnya. Sehingga lapisan *coating* yang diaplikasikan memiliki ikatan yang kuat terhadap permukaan material. Semakin halus permukaan material, maka daya ikat antara permukaan material dengan lapisan *coating* semakin lemah. Dan sebaliknya apabila semakin kasar permukaan material, maka daya ikatnya pun semakin kuat. Pengujian ini menggunakan *roughness meter*. Hasil nilai kekasaran permukaan ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Table 4.1 Hasil Pengujian Kekasaran permukaan

Nama Spesimen	Kekasaran permukaan (μm)
K 1	85
K 2	90
K 3	84
K 4	80
K 5	95
K 6	94
K 7	84
K 8	86
K 9	94
R 1	98
R 2	102
R 3	88
R 4	86
R 5	96
R 6	104
R 7	100
R 8	86
R 9	98
S 1	84
S 2	88
S 3	108
S 4	92
S 5	94
S 6	94
S 7	88
S 8	104
S 9	98

4.4 Sistematika *Coating*

Pada dasarnya untuk mencegah timbulnya korosi *coating* harus berperan sebagai hambatan yang kuat untuk memisahkan permukaan material yang ingin dilindungi dengan akses paling luar atau kondisi lingkungan sekitar. Oleh karena itu dalam proses *coating* banyak hal yang perlu diperhatikan baik dalam pencampuran

komponen cat hingga proses pengaplikasian cat. Pada proses pengecatan dalam penelitian ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya yaitu:

4.4.1 System Coating

Dalam penelitian ini menggunakan system *coating* 2 layer. Penulis menggunakan dua lapis cat yang berjenis epoxy yaitu cat primer dan cat intermediet. Untuk cat primer jenis epoxy, cat yang digunakan adalah Hampadur Mastic 45880 sedangkan untuk Cat intermediet adalah Hampadur 47182.

4.4.2 Mixing Ratio

Mixing Ratio merupakan perbandingan antara cat dengan pengeringnya. Perbandingan dari tiap cat sudah tertera pada product data tiap cat (terlampir). Untuk cat primer epoxy Hempel's Hampadur Mastic 45880, rasio perbandingan antara part A yaitu base 45889 dan part B curing agent 95880 adalah 3:1. Sedangkan untuk penambahan thinner karena menggunakan air spray gun, thinner yang digunakan sebanyak 5% by volume. Untuk cat intermediet Hampadur 47182, rasio perbandingan antara part A yaitu base 47188 dan part B curing agent 98470 adalah 7:1. Untuk penambahan thinner karena menggunakan air spray gun, thinner yang digunakan sebanyak 5% by volume.

4.4.3 Volume Solid

Volume solid adalah persentase ketebalan lapisan cat pada saat kering apabila diukur terhadap lapisan cat dalam kondisi basah (setelah diberi cat). Volume solid dari tiap jenis cat berbeda-beda dan dapat dilihat di *product data* tiap jenis cat. Volume solid sangat penting untuk diketahui, karena sangat berperan dalam menentukan ketebalan saat kering yang diinginkan. Menurut data sheet (terlampir), volume solid dari cat primer jenis epoxy (Hempel's Hampadur Mastic 45880) adalah 80%. Sedangkan untuk dengan dari cat intermediet (Hempel's Hampadur 47182) yang memiliki volume solid 62%

4.4.4 Metode Pengaplikasian :

1. Airless Spray

Pengerjaan *coating* dengan menggunakan metode spray akan menghasilkan permukaan yang sangat halus dan merata. Penggunaan metode ini sangat cocok diaplikasikan pada area dan kapasitas produksi yang besar. Kelemahannya diperlukan tenaga yang mahir dalam mengaplikasiannya, yang dapat mengontrol tekanan semburan dan jarak ujung pistol terhadap material yang akan diberi *coating*. Apabila tekanan tinggi dan jarak pengecatan terlalu jauh, akibatnya cat kelihatan berdebu dan banyak cat yang terbuang.

2. Kuas (*Brush*)

Pengerjaan *coating* dengan menggunakan kuas merupakan metode yang sangat sederhana dan ekonomis. Pengecatan dengan kuas dapat digunakan pada area-area yang sulit, alur-alur pengelasan yang kasar dan area—area yang sangat kompleks dimana dengan semprotan tidak dapat menjangkau sasaran. Namun disisi lain menggunakan kuas terhitung sangat lambat sehingga memerlukan jam kerja dan personil yang banyak apabila area yang akan diaplikasikan sangat luas.

3. Roll

Pengerjaan pengecatan dengan *roll* lebih mudah diaplikasikan apabila memiliki area yang luas, sehingga penggunaan *roller* juga lebih cepat dibanding dengan menggunakan kuas. Namun dalam pengaplikasiannya penggunaan roller tidak dapat digunakan pada area-area yang sempit dan cenderung lebih boros dalam penggunaan cat.

4.5 Pengukuran *Wet Film Thickness*

Wet Film Thickness adalah pengukuran ketebalan cat dalam keadaan cat masih basah. Untuk melakukan pengujian ini alat yang dipakai adalah *wet film comb*. Dalam pemberian *coating* pada setiap spesimen, dibutuhkan ketebalan yang memenuhi standart dan sesuai pada tiap spesimen. Oleh karena itu, untuk

mendapatkan wet film thickness yang diharapkan, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan dry film thickness yang diinginkan. Dalam menentukan dry film thickness pun tidak sembarangan, karena semakin tipis suatu lapisan maka proteksi terhadap korosi pun semakin minimum. Namun apabila terlalu tebal suatu lapisan cat memiliki resiko kegagalan *coating* yang lebih besar antara lain:

1. Drying Trouble

Drying Trouble ditandai dengan lapisan cat yang masih lengket dan lunak meskipun sudah lama dikeringkan. Hal ini disebabkan karena lapisan cat terlalu tebal dan proses pengecatan dilakukan pada kondisi lingkungan yang tidak memadai sehingga memperlambat proses penguapan.

2. Wrinkling

Blistering ditandai dengan terbentuknya kerut dan gelembung udara pada permukaan cat. Hal ini bisa disebabkan oleh lapisan cat yang terlalu tebal, membuat permukaan lapisan cat yang mengering lebih cepat dibandingkan lapisan cat bagian dalam sehingga terjadi proses penguapan yang tidak sempurna..

Rumus yang digunakan dalam pengukuran ini adalah:

$$Wet\ Film\ Thickness = \frac{Dry\ Film\ Thickness}{\% Volume\ Solid} \quad (4.1)$$

Presentase volume solid dapat diketahui dari produk data cat yang dipakai dalam penelitian ini. Pada penelitian ini ketebalan cat saat kering yang diinginkan dalam setiap spesimen yaitu 125 μm . Maka, dari rumus diatas didapatkan nilai ketebalan cat saat basah, seperti yang dijelaskan pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2 Perhitungan *Wet Film Thickness*

Nama Cat	Dry Film Thickness (μm)	Volume Solid (%)	Wet Film Thickness (μm)
Hampadur Mastic 45880	125	80 ± 1	150
Hampadur 47182	125	62 ± 1	200

Menurut produk data (terlampir), *volume solid* dari cat primer jenis epoxy (Hempel's Hampadur Mastic 45880) adalah 80%. Jadi untuk menghasilkan *dry film thickness* sebesar 125 μm , maka *wet film thickness* yang dijadikan acuan adalah 150 μm , sedangkan untuk cat intermediet (Hempel's Hampadur 47182) yang memiliki *volume solid* dari adalah 62%, untuk menghasilkan *dry film thickness* sebesar 125 μm , maka *wet film thickness* yang dijadikan acuan adalah 200 μm .

4.6 Proses Pengaplikasian *Coating*

Setelah melakukan proses blasting, inspeksi visual hasil blasting dan pengukuran nilai kekasaran, baru dilakukan proses coating. Proses *coating* harus segera dilakukan setelah material sudah dianggap memenuhi inspeksi visual blasting, selain membuat debu dan kotoran yang gampang menempel, permukaan material yang telah diblasting sangat sensitive terhadap korosi dari uap air yang berada disekitar material. Hal ini akan membuat terbentuknya rongga kecil antara permukaan material dengan lapisan cat, sehingga mekanisme mechanical interlocking akan sulit terbentuk dan hal tersebut akan menyebabkan nilai daya lekat semakin menurun. Oleh karena itu, rentan waktu yang dianjurkan dalam proses *coating* maksimal 3-4 jam setelah proses blasting dilakukan.

Selain itu hal yang harus diperhatikan sebelum melakukan proses *coating* yaitu melakukan pengecekan kondisi lingkungan sekitar karena lingkungan yang buruk dapat mempengaruhi hasil *coating*, dan juga bisa membuat cacat pada hasil *coating*. Hal-hal yang harus diperhatikann yaitu Steel temperature, temperature basah, temperature kering, *Dew Point* (DP) dan *Relative Humidity* (RH). Oleh karena itu

perlunya dilakukan *enviromental test* untuk mengukur tingkat humaditynya. Dalam pengukuran ini menggunakan alat bernama swing hygrometer. Dalam penggunaannya, hanya memutar baling baling yang berada pada alat ini selama 1 menit, hingga diketahuinya temperature basah dan temperature kering.

Setalah mendapatkan temperature basah dan temperature kering, lalu masukkan selisih dari temperature basah dan temperature kering kedalam tabel Dew Point (DP) dan Relative Humidity (RH). Sehingga didapatkan nilai *Dew Point* (DP) dan *Relative Humidity* (RH)-nya. Dalam proses *coating* berlaku aturan Steel temperature minimal 30°C dan maximal 60°C dan nilai RH Maximum 85%.

Hasil *Environment Test*,

Steel temperature	: 34.5 °C00
Temperature basah	: 27 °C
Temperature kering	: 33 °C
<i>Dew Point</i> (DP)	: 25 °C
<i>Relative Humidity</i> (RH)	: 63

Setelah memenuhi syarat *Environment Test*, material yang sudah diblasting diberikan *coating* dengan variasi metode pengaplikasiannya. Jadi, 9 spesimen diaplikasikan cat dengan menggunakan kuas, 9 spesimen dengan menggunakan *roller*, dan 9 spesimen dengan menggunakan *spray*.



Gambar 4.3 Material yang di *coating* menggunakan cat primer.

Tabel 4.3 Prosedur proses *coating*

Nama Spesimen	Tipe Blasting	Jenis Material Blasting	Metode Pengaplikasian Coating
K 1	Dry Abrasive Blast Cleaning	Steel Grit	Kuas
K 2			
K 3			
K 4			
K 5			
K 6			
K 7			
K 8			
K 9			
R 1	Dry Abrasive Blast Cleaning	Steel Grit	Roll
R 2			
R 3			
R 4			
R 5			
R 6			
R 7			
R 8			
R 9			
S 1	Dry Abrasive Blast Cleaning	Steel Grit	Airless Spray Gun
S 2			
S 3			
S 4			
S 5			
S 6			
S 7			
S 8			
S 9			

4.7 Hasil Pengujian Dry Film Thickness

Setelah menunggu cat yang diaplikasikan pada material benar-benar kering, tahapan yang harus dilakukan selanjutnya yaitu *dry film thickness* (DFT). Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah *coating thickness gauge*. Pengukuran dilakukan dengan cara meletakkan *coating thickness gauge* di 3 titik pada tiap spesimen. Kemudian dilakukan perhitungan rata-rata untuk mendapatkan angka ketebalan film kering (DFT).

Untuk penelitian kali ini seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa nilai DFT yang diharapkan dari tiap material adalah 125 μm tiap lapisan. Hasil dari pengujian dry film thickness ditunjukkan di **Tabel 4.4**.

Tabel. 4.4 Hasil Pengujian Dry Film Thickness

Nama Spesimen	Metode Pengaplikasian Coating	Cat Primer		Cat Intermediet	
		Wet Film Thickness (μm)	Dry Film Thickness (μm)	Wet Film Thickness (μm)	Dry Film Thickness (μm)
K 1	Kuas	150	124	200	126
K 2		150	124	200	123
K 3		150	123	200	123
K 4		150	123	200	126
K 5		150	120	200	125
K 6		150	122	200	124
K 7		150	126	200	129
K 8		150	128	200	127
K 9		150	129	200	128
R 1	Roll	150	124	200	124
R 2		150	123	200	122
R 3		150	121	200	124
R 4		150	127	200	129
R 5		150	128	200	126
R 6		150	127	200	126
R 7		150	129	200	121
R 8		150	125	200	126
R 9		150	121	200	126

Nama Spesimen	Metode Pengaplikasian Coating	Cat Primer		Cat Intermediet	
		Wet Film Thickness (μm)	Dry Film Thickness (μm)	Wet Film Thickness (μm)	Dry Film Thickness (μm)
S 1	Air Spray Gun	150	124	200	124
S 2		150	120	200	124
S 3		150	127	200	125
S 4		150	124	200	123
S 5		150	126	200	125
S 6		150	130	200	122
S 7		150	121	200	126
S 8		150	125	200	128
S 9		150	127	200	129

4.8 Coating Inspection

4.8.1 Pengujian Laju Korosi

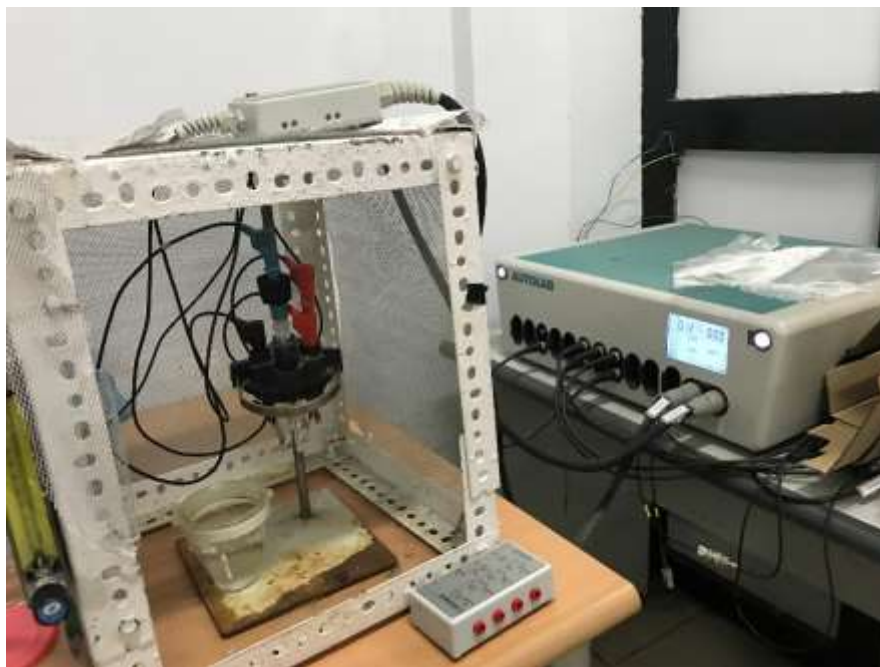
Laju korosi merupakan kecepatan rambat tebal material yang hilang akibat adanya korosi terhadap satuan waktu. Dengan adanya kondisi ini mengakibatkan penurunan kualitas yang terjadi pada suatu material.

Metode yang digunakan dalam pengujian ini yaitu dengan sel 3 elektroda atau elektrokimia yang berdasar pada ASTM G102 “*Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements.*” Pengujian ini bersifat memprediksi atau memperkirakan nilai laju korosi dengan mengukur beda potensial material hingga didapatkan nilai laju korosi tersebut. Elektroda yang digunakan dalam pengujian ini terdiri dari tiga jenis elektroda, yaitu:

- Elektroda kerja (*working electrode*) yaitu elektroda atau spesimen yang akan diteliti.
- Elektroda pembantu (*auxiliary electrode*) yaitu elektroda kedua yang berfungsi mengalirkan arus menjadi rangkaian yang terbentuk dalam penelitian.
- Elektroda pembanding (*reference electrode*) yaitu elektroda yang mengacukan pengukuran-pengukuran potensial elektroda kerja. Arus yang

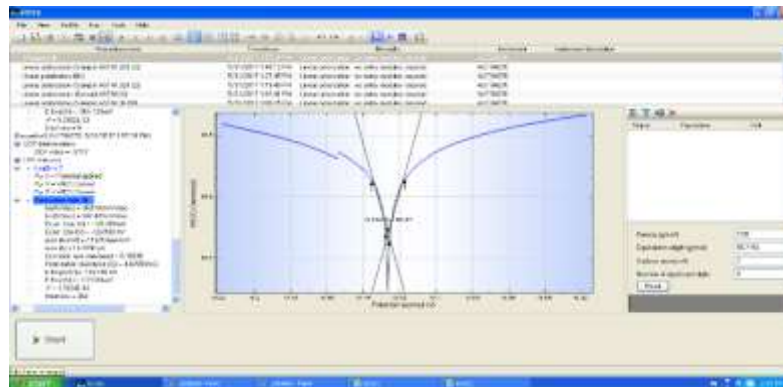
mengalir melalui elektroda ini harus sekecil-kecilnya sehingga dapat diabaikan.

Pengujian Laju korosi pada penelitian ini dibantu peralatan Potensiostat Autolab (PGSTAT30) sebagai sumber arus tegangan yang dialirkan kepada elektroda dan software NOVA sebagai penerima respon terhadap potensial arus yang mengalir. Elektroda pembanding yang digunakan adalah Ag/AgCl. Jika ada arus yang mengalir pada elektroda Ag/AgCl, maka konsentrasi Cl akan berubah dan potensial pun akan berubah. Hal ini menyebabkan pengertian elektroda pembanding tidak terpenuhi. Agar potensial elektroda pembanding tetap, maka digunakan elektroda pembantu yang memiliki hambatan lebih kecil roda Ag/AgCl dan menangkap ion ion yang berasal dari elektroda tersebut. Elektroda pembantu yang digunakan adalah platina (Pt). Platina memiliki kelebihan yaitu dapat digunakan pada daerah potensial yang lebih luas. Akibatnya arus akan mengalir ke elektroda pembanding sangat kecil atau dianggap nol dan arus yang diukur adalah arus pada rangkaian antara elektroda kerja dan elektroda pembantu.

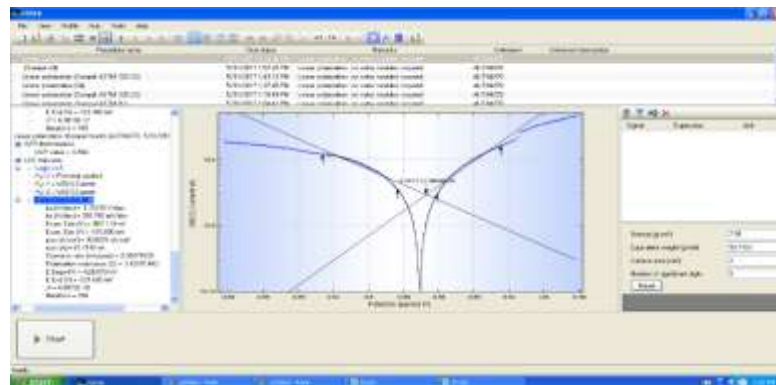


Gambar 4.4 Spesimen Uji, Elektroda Ag/AgCl, elektroda platina yang tersambung dengan Potensiostat Autolab PGSTAT128N

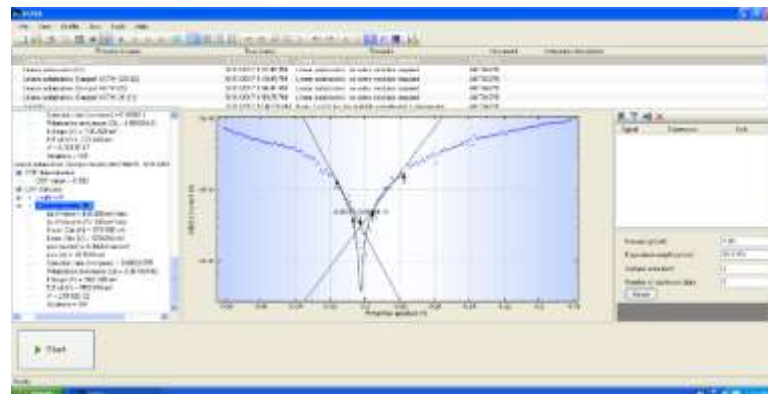
Pada saat software NOVA mulai membaca respon potensial arus dari Potensiostat Autolab (PGSTAT30), maka terbentuklah titik-titik yang membentuk grafik Tafel seperti pada **Gambar 4.5**. Grafik Tafel ini menunjukkan hubungan potensial yang ada pada sumbu x yang dinyatakan sebagai E_{corr} dan kerapatan arus yang ditunjukkan pada sumbu y yang dinyatakan sebagai I_{corr} .



(a)



(b)



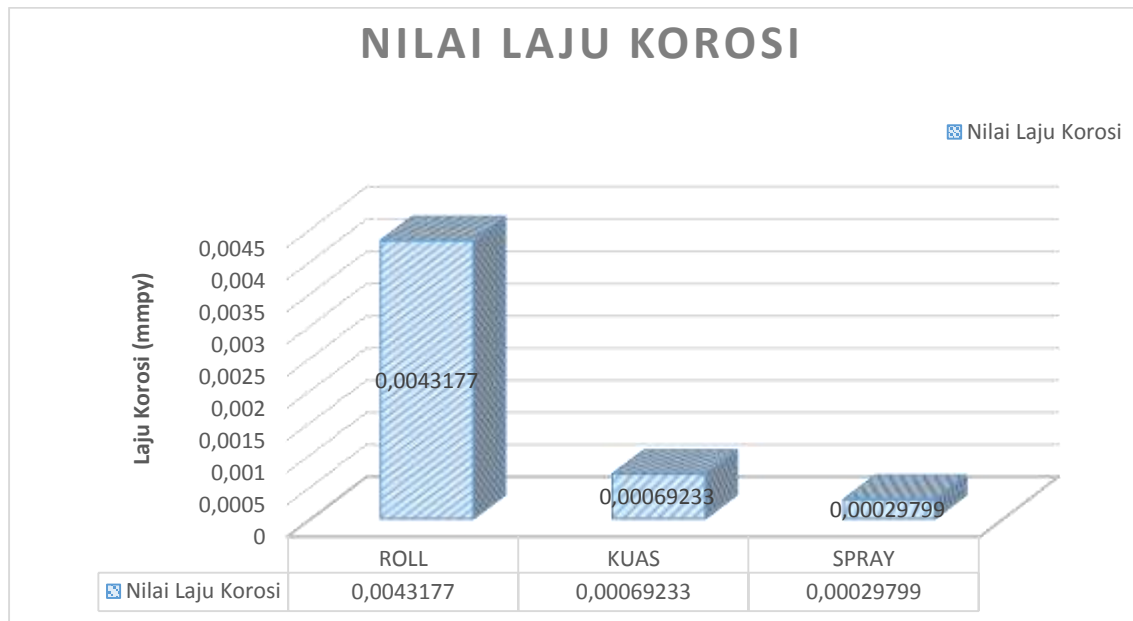
(c)

Gambar 4.5 Grafik Tafel untuk spesimen kuas, (b) Grafik Tafel untuk spesimen kuas, (c) Grafik Tafel untuk spesimen *spray*.

Dari **Gambar 4.5** grafik tafel di dapatkan nilai I_{corr} dan nilai laju korosi dari spesimen yang diuji. I_{corr} atau kerapatan arus merupakan perbandingan serangan arus terhadap luas penampang. Kerapatan arus berbanding lurus dengan nilai laju korosi. Kerapatan arus yang kecil menghasilkan laju korosi yang rendah. Dari **Gambar 4.5** meskipun material dilapisi *coating*, masih terdapat serangan korosi yang terjadi ini dibuktikan dengan adanya I_{corr} atau kerapatan arus yang terdeteksi. Sehingga dari grafik tafel pada **Gambar 4.5** didapat hasil berikut:

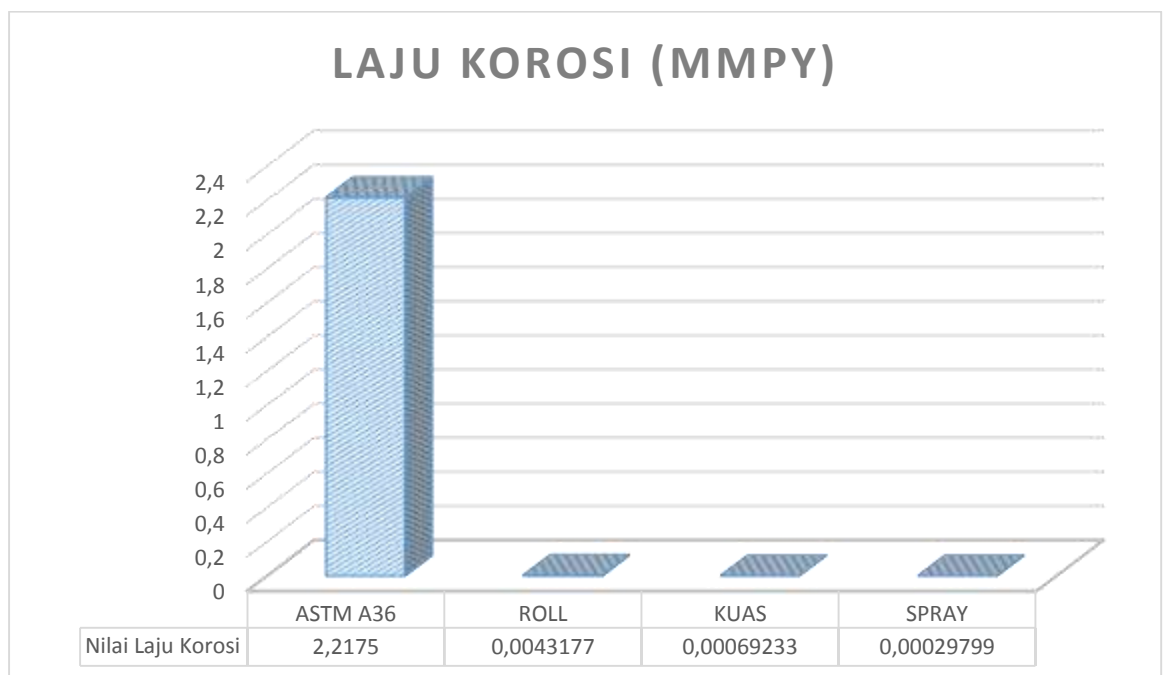
Tabel 4.5 Hasil pengujian laju korosi terhadap spesimen dengan perbedaan metode *coating*

Nama Spesimen	i_{corr} ($\mu A/cm^2$) NOVA	Rata-rata i_{corr} ($\mu A/cm^2$)	Laju Korosi NOVA (mmpy)	Rata- rata Laju Korosi NOVA (mmpy)
ASTM A36	95.525	95.525	2.2175	2.2175
K7	28.792	29.8245	0.00066837	0.00069233
K8	30.857		0.00071629	
R7	251.45	186	0.005837	0.0043177
R8	120.55		0.0027984	
S7	9.35	12.83705	0.00021705	0.00029799
S8	16.3241		0.00037893	



Gambar 4.6 Grafik perbandingan nilai laju korosi pada baja ASTM A36 terhadap tiap metode *coating*.

Dari **Tabel 4.5** dan **Gambar 4.6** didapatkan bahwa metode yang paling preventif terhadap korosi yaitu mengaplikasikan *coating* dengan *spray* dengan rata-rata nilai korosi 0.00029799 mmpy. Sedangkan untuk metode kuas memiliki ketahanan terhadap korosi terbaik kedua dengan rata-rata nilai laju korosi sebesar 0.00069233 mmpy. Dan metode roll memiliki ketahanan terhadap korosi paling buruk frngan rata-rata nilai laju korosi sebesar 0.0043177 mmpy.



Gambar 4.7 Grafik perbandingan nilai laju korosi baja ASTM A36 dengan dan tanpa dilapisi *coating*.

Pada **Gambar 4.7** menjelaskan bahwa grafik baja ASTM yang tidak dilapisi *coating* sebagai perlindungan terhadap laju korosi memiliki nilai laju korosi yang sangat tinggi yaitu sebesar 2.2175 mmpy. Hal ini menunjukkan bahwa *coating* merupakan proses pengendalian korosi yang efektif dengan menekan laju korosi seminimal mungkin sehingga tidak merusak material sebelum waktunya.

4.8.2 Pengujian Kekuatan adhesi

Setelah *coating* mengering, pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kekuatan adhesi *coating* (daya lekat). Pengujian kekuatan adhesi ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kekuatan adhesi antara lapisan *coating* dengan spesimen menurut standart ASTM D4541-02 “*Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers*”. Keberhasilan pengujian ini sangat di pengaruhi oleh *surface preparation*. Hal ini terjadi kerana adanya profil di permukaan material yang membuat ikatan antara material dan cat semakin baik. Jadi nilai kekerasan partikel material abrasif yang digunakan untuk proses blasting, akan menyebabkan permukaan material semakin kasar, hal tersebut akan membuat nilai daya lekat cat pada material tersebut akan semakin kuat karena permukaan material yang kasar akan menambah area kontak antara cat dan substrat.

Namum, cara pengaplikasian *coating* yang tepat juga dapat menyebabkan ikatan adhesi yang maksimal antara material *coating* dengan logam yang akan dilapisi. Karena dengan pengaplikasian *coating* yang tepat sangat berpengaruh terhadap proses peletakan cat yang akan diaplikasikan ke permukaan material.

Dengan mengikuti standar yang mengacu pada ASTM D4541-02 “*Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers*”, metode yang digunakan dalam pengujian ini yaitu pull off. Metode ini menggunakan *dolly* dan *Portable Adhesion Testers* sebagai alat bantu dalam pengujian ini. Hal pertama yang harus dilakakukan yaitu menempelkan *dolly* pada permukaan material uji yang sudah dilapisi *coating* dengan lem epoxy khusus. Kemudian tunggu sehari hingga lem epoxy benar-benar mengering dan menempel sempurna. Apabila lem sudah mengering, dilanjutkan dengan mencabut (*pull off*) *dolly* dengan *Portable Adhesion Testers* hingga terlepas.



(a)



(b)



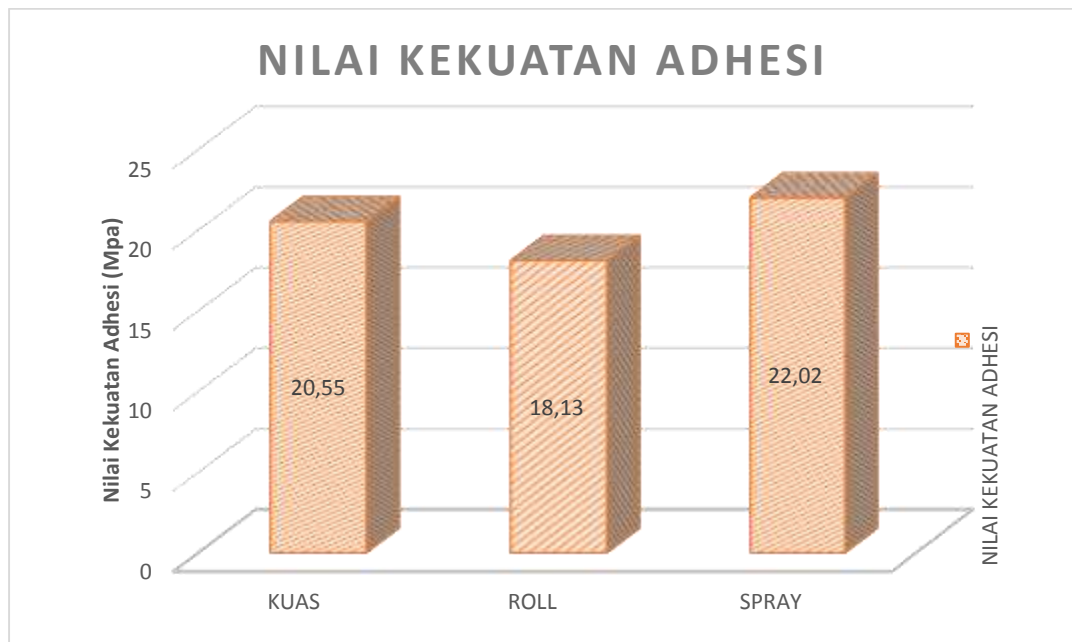
(c)

Gambar 4.8. (a) *Dolly* yang menempel pada spesimen, (b) Metode *pull-off* menggunakan *Portable Adhesion Testers*, (c) Spesimen yang telah di *pull-off*

Data hasil pengujian kekuatan adhesi untuk setiap spesimen yang di *coating* menggunakan *coating* epoxy dengan perbedaan metode pengaplikasian *coating* dapat ditunjukkan pada **Tabel 4.6** dan **Gambar 4.9**.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kekuatan Adhesi Terhadap Spesimen dengan perbedaan metode.

Nama Spesimen	Nilai Kekuatan Adhesi (Mpa)		Rata-rata tiap spesimen (Mpa)	Rata-rata tiap metode (Mpa)
	1	2		
K1	20.96	21.04	21	20.55
K2	21.12	20.06	20.59	
K3	19.98	20.15	20.065	
R1	19.11	18.15	18.63	18.13
R2	17.45	17.22	17.335	
R3	18.75	18.08	18.415	
S1	21.29	22.07	21.68	22.02
S2	22.3	22.42	22.36	
S3	22.11	21.82	21.965	



Gambar 4.9 Grafik Nilai Kekuatan Adhesi untuk Material dengan Cat Primer Epoxy

Dari hasil pengujian daya lekat diperoleh hasil bahwa spesimen yang diaplikasikan *coating* menggunakan kuas memiliki nilai kekuatan daya lekat cat sebesar 20.55 MPa, untuk spesimen yang diaplikasikan *coating* menggunakan roll memiliki nilai kekuatan daya lekat cat sebesar 18.13 MPa, sedangkan spesimen yang diaplikasikan *coating* menggunakan spray (sempot) memiliki nilai kekuatan daya lekat cat sebesar 22.02 MPa.

4.8.3 Impact Test

Pengujian *impact* dilakukan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap pembebanan kejut (*shock resistance*), seperti kerapuhan yang disebabkan oleh perlakuan panas atau sifat kerapuhan dari produk tuangan (*Casting*) serta pengaruh bentuk dari produk tersebut. Pengujian *impact* menurut Malau (2008: 189), bertujuan untuk mengetahui kemampuan spesimen menyerap energi yang diberikan.

Selama penggunaannya, lapisan *coating* dapat dikatakan berfungsi dengan baik, apa bila lapisan *coating* yang menempel pada permukaan spesimen memiliki fleksibilitas dalam menahan retak terhadap tekanan atau benturan. Pengujian ini mengacu pada standart ASTM D2794, 1993. “*Standard Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effect of Rapid Deformation (Impact)*” dan ASTM D 5420-04 “*Standart Test Method for Impact Resistance of Flat, Rigid Plastic Specimen by Means of a Striker Impacted by Falling Weight (Gardner Impact)*”.

Dalam metode pengujian ini, tipe pengujian yang umum dilakukan adalah menjatuhkan beban dengan ketinggian tertentu untuk mengetahui respon dari lapisan *coating*. Spesimen yang melalui tahap pengujian ini dikatakan gagal apabila memiliki kerusakan pada lapisan *coating* yang diberikan atau hingga terlihat material bajanya (*bare metal*). Oleh karena itu, beban dijatuhkan semakin tinggi hingga terjadi kerusakan pada lapisan *coating*. Semakin kecil jarak kenaikan tinggi beban dijatuhkan maka semakin akurat pula nilai ketahanan *impact* yang di dapat dan seberapa besar ketahanan *coating* dengan perbedaan metode *coating* yang diberikan.



Batas kerusakan
coating

Gambar 4.10 Cacat permukaan spesimen yang dilapisi *coating* akibat uji *Impact*.

Menurut ASTM D 5420-04 “*Standart Test Method for Impact Resistance of Flat, Rigid Plastic Specimen by Means of a Striker Impacted by Falling Weight (Gardner Impact)*”, ketahanan *coating* dapat dihitung menggunakan rumus energi kegagalan maksimum. Berikut adalah rumus dari energy kegagalan maksimum :

$$MFE = hwf \quad (4.2)$$

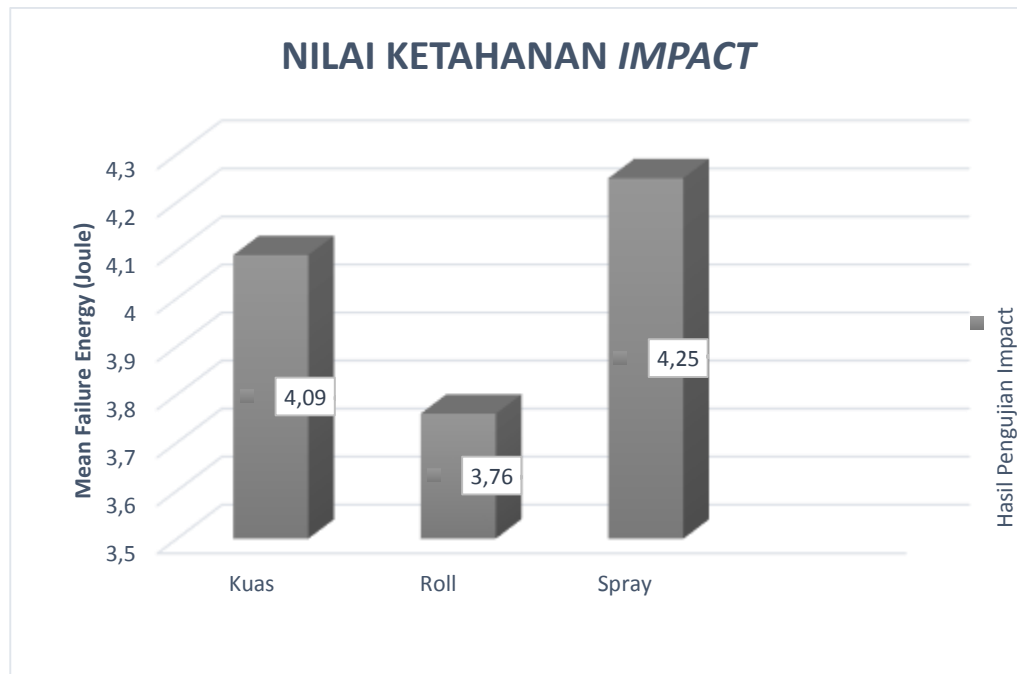
Dengan,

- MFE = Mean failure energy, J
H = Mata-rata tinggi kegagalan *Impact*, mm
W = Berat beban yang di jatuhkan, kg
f = Faktor konversi ke joule, 9.80665×10^{-3}

Dari pengujian *Impact* dan rumus diatas, maka didapatkan energi kegagalan maksimum sebagai batas ketahanan *coating* terhadap *impact* yang diterima terhadap variasi metode *coating* seperti pada **Tabel 4.7**.

Tabel 4.7. Hasil pengujian *Impact* terhadap spesimen dengan perbedaan metode *coating*.

Nama Spesimen	Berat Beban (kg)	Tinggi Ketahanan (mm)	Rata-Rata ketinggian (mm)	Energi Maksimum (joule)
K4	0.5	900	833.33	4.09
K5		800		
K6		800		
R4		700	766.67	3.76
R5		800		
R6		800		
S4		800	866.67	4.25
S5		900		
S6		900		



Gambar 4.11 Grafik Nilai Mean Failure Energy sebagai nilai ketahanan *impact*

Dari hasil pengujian Impact seperti **Tabel 4.7** dan **Gambar 4.11** diperoleh hasil bahwa spesimen yang diaplikasikan *coating* menggunakan kuas memiliki energi kegagalan maksimum sebesar 4.09 Joule. Untuk spesimen yang diaplikasikan *coating* menggunakan roll memiliki energi kegagalan maksimum sebesar 3.76 Joule, sedangkan spesimen yang diaplikasikan *coating* menggunakan *spray* (semprot) memiliki energi kegagalan maksimum sebesar 4.25 Joule. Hal ini menunjukkan bahwa spesimen yang diaplikasikan *coating* dengan menggunakan *spray* memiliki ketahanan terhadap *impact* yang paling baik dibandingkan dengan 2 metode lainnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa hasil dari penelitian pada bab IV, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

1. *Coating* merupakan metode yang efektif dalam pengendalian korosi. Dibuktikan dengan spesimen (material uji) yang tidak dilapisi *coating* atau tidak mendapat perlindungan dari cat, pada pengujian laju korosi memiliki nilai laju korosi yang paling tinggi dibandingkan dengan material uji yang dilapisi *coating* yaitu sebesar 2.2175 mmpy. Sedangkan metode pengaplikasian *coating* terbaik yaitu dengan metode spray dengan nilai laju korosi sebesar 0.00029799 mmpy. Metode kuas dan roll memiliki ketahanan terhadap korosi dengan rata-rata nilai laju korosi sebesar 0.00069233 mmpy dan 0.0043177 mmpy.
2. Pada hasil pengujian daya lekat diperoleh bahwa spesimen yang diaplikasikan *coating* menggunakan *spray* (semprot) memiliki nilai kekuatan daya lekat cat terbaik dengan rata-rata nilai 22.02 Mpa, sedangkan spesimen yang diaplikasikan *coating* menggunakan kuas dan roll memiliki nilai rata-rata kekuatan daya lekat cat sebesar 20.55 MPa, dan 18.13 Mpa.
3. Spesimen yang diaplikasikan *coating* dengan menggunakan *spray* memiliki ketahanan terbaik terhadap benturan yaitu sebesar 4.25 Joule. Untuk spesimen yang diaplikasikan menggunakan kuas dan roll memiliki ketahanan benturan sebesar 4.09 Joule dan 3.76 Joule
4. Berdasarkan hasil penelitian terhadap proteksi laju korosi, kekuatan adhesi, dan ketahanannya terhadap benturan, maka metode *coating* yang paling tepat pada pelat baja ASTM A36 yaitu menggunakan spray.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan serta kesimpulan yang telah di kemukakan, maka penulis ingin mengemukakan saran dan bahan pertimbangan untuk penelitian-penelitian yang akan datang, sebagai berikut:

1. Karena spray merupakan metode terbaik dalam penelitian ini. Maka lanjutkan penelitian ini dengan melakukan penelitian tentang pengaruh dari perbedaan tekanan pompa spray terhadap kekuatan adhesi dan proteksinya terhadap laju korosi..
2. Melakukan penelitian lanjutan tentang pengaruh waktu (pagi, siang, dan malam) dalam melakukan pengaplikasian coating.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, K. 2015. "Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating". Jurnal Teknik ITS Vol. 4, No. 1.
- Al Hakim, Alfin. 2011. "Pengaruh Inhibitor Korosi Berbasis Senyawa Fenolik Untuk Proteksi Pipa Baja Karbon Pada Lingkungan 0.5, 1.5, 2.5, 3.5 % NaCl Yang Mengandung Gas CO₂", Skripsi, Universitas Indonesia.
- ASTM D2794. 1993. "Standard Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effect of Rapid Deformation (Impact)". Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM D4541. 2002 "Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers". Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM D4414. 1996. "Standard Practice for Measurement of Wet Film Thickness by Notch Gages". Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM D-4417. 1999. "Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel". Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM D 5420-04. 2004. "Standart Test Method for Impact Resistance of Flat, Rigid Plastic Specimen by Means of a Striker Impacted by Falling Weight (Gardner Impact). Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM G102.1994 "Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements." Anuual Book of ASTM Standards.
- ASM Handbook, vol. 5, Surface Engineering, The Material Information Society.
- Chamberlain J., Trethewey KR.. 1991, KOROSI (Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan), PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Fontana, M.G., (1987), Corrosion Engineering, 3rd edition, McGraw Hill Book Company., Sao Paulo, p.1-5

Hakim, A.R.2012.” ANALISA KOROSI ATMOSFER PADA MATERIAL BAJA KARBON-SEDANG DI KOTA SEMARANG”. Tugas Akhir, Universitas Diponegoro.

Hudson, R. 1982. “Surface Preparation for Coating”. The National Physical Labotary

ISO 8501. 2011. “Corrosion Protection of Steel Structures by Painting”. International Organization for Standardization.

ISO 8503. 2012. “Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates —Part 3”. International Organization for Standardization.

Malau, Viktor. 2008. Pengaruh Perlakuan Panas Quench Dan Temper Terhadap Laju Keausan, Ketangguhan Impak Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Baja XW 42 Untuk Keperluan Cetakan Keramik. Jurnal Media Teknik. Mei. Nomor 2. Hal 189

SSPC: The Society for Protective Coatings. 2002. “SSPC-VIS 1 - Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning”. The Society for Protective Coatings.

Utomo, Budi. 2009. JENIS KOROSI DAN PENANGGULANGANNYA. Skripsi, Program Diploma III Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Van Vlack, H. Lawrence, Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Baja dan Bukan Baja), 5th ed, PT. Erlangga, 1994.

Vogel,A.I.,1979, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro Bagian 1 Edisi V*, PT. Kalma Media Pustaka, Jakarta.

Widharto, Sri. (2004). Karat dan Pencegahannya. PT. Pradnya Paramita: Jakarta

Zdunek, A.D., Shubinsky, G., & Kwan, H.J., Inspection and Evaluation of Protective Coatings by Visual Imaging Techniques, Northwestern University,1995.

www.corrosion doctor.org

BIODATA PENULIS

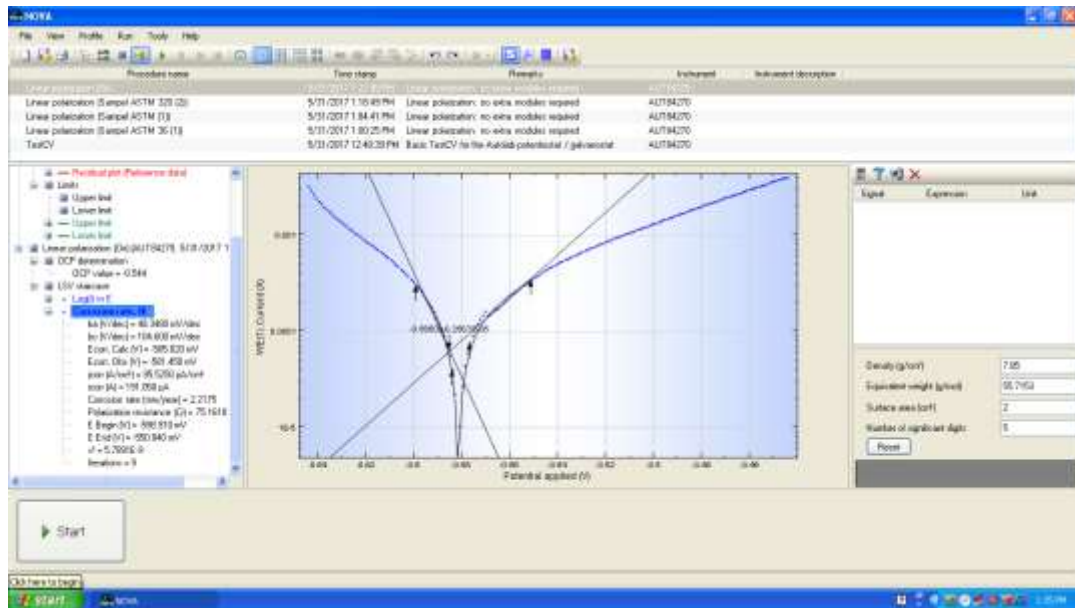


Cicilia Debrita lahir di Balai Karangan, 23 Maret 1995. Anak kedua dari dua bersaudara. Pendidikan formal penulis dimulai dengan menyelesaikan jenjang Pendidikan Dasar di SD Kemala Bhayangkari I Surabaya pada tahun 2007 dan SMP Negeri 12 Kota Surabaya pada tahun 2010. Kemudian menyelesaikan jenjang Pendidikan Menengah Atas di SMA Negeri 15 Kota Surabaya pada tahun 2013. Setelah lulus jenjang Pendidikan Menengah Atas, penulis melanjutkan pendidikan Perguruan Tinggi di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

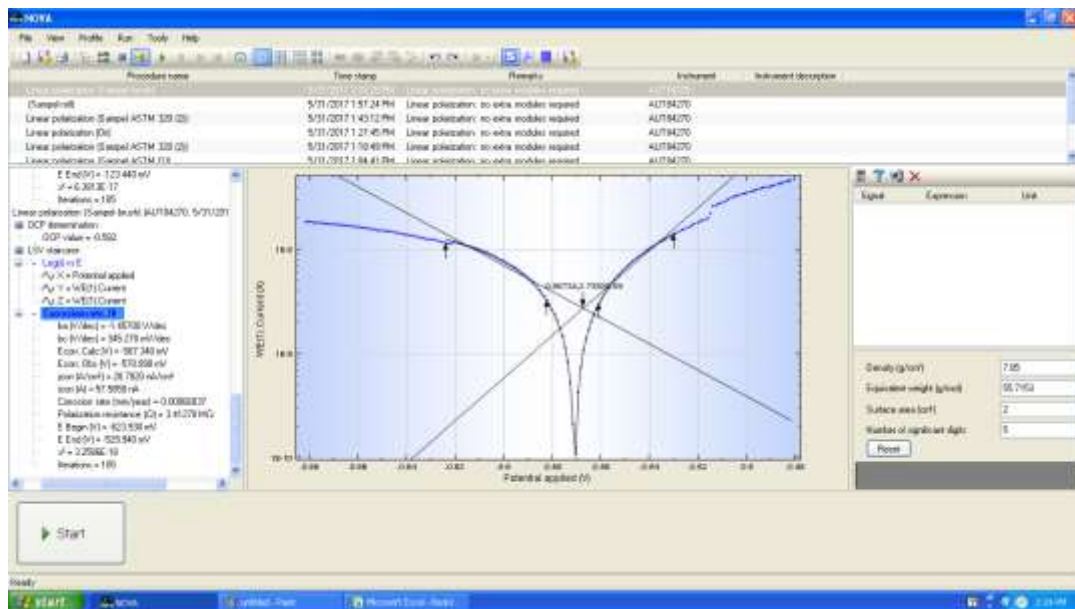
Selama menempuh masa perkuliahan, penulis aktif di organisasi kemahasiswaan dan kepanitiaan, juga dalam berbagai pelatihan, seminar dan kegiatan lainnya. Dalam bidang organisasi kemahasiswaan, penulis pernah menjadi *staff* Departemen Minat dan Bakat Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan FTK-ITS tahun 2013-2014 dan mendapatkan amanah sebagai Kepala Divisi Olahraga Departemen Minat Bakat Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan FTK-ITS periode 2014-2015.

Penulis pernah berkesempatan untuk menjalankan kerja praktik selama 2 bulan (13 Juni – 13 Agustus 2016) di FMC Santana Petroleum Indonesia, Jakarta. Penulis tertarik dengan bidang coating dan ingin mendalaminya. Penulis mulai mengerjakan Tugas Akhir sebagai syarat kelulusan Pendidikan Sarjana (S1) dengan mengambil bidang keahlian Perancangan dan Produksi Bangunan Laut. Judul Tugas Akhir penulis berjudul “Analisis Pengaruh Variasi Metode Coating pada Pelat Baja ASTM A36 terhadap Prediksi Laju Korosi, Kekuatan Adhesi dan Ketahanan Impact”, diselesaikan dalam waktu satu semester.

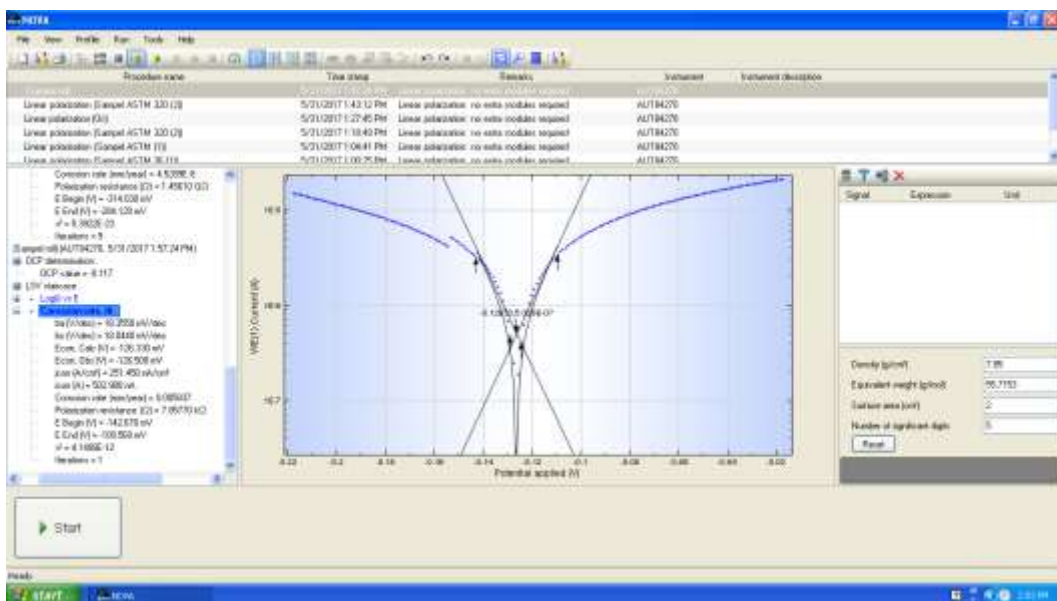
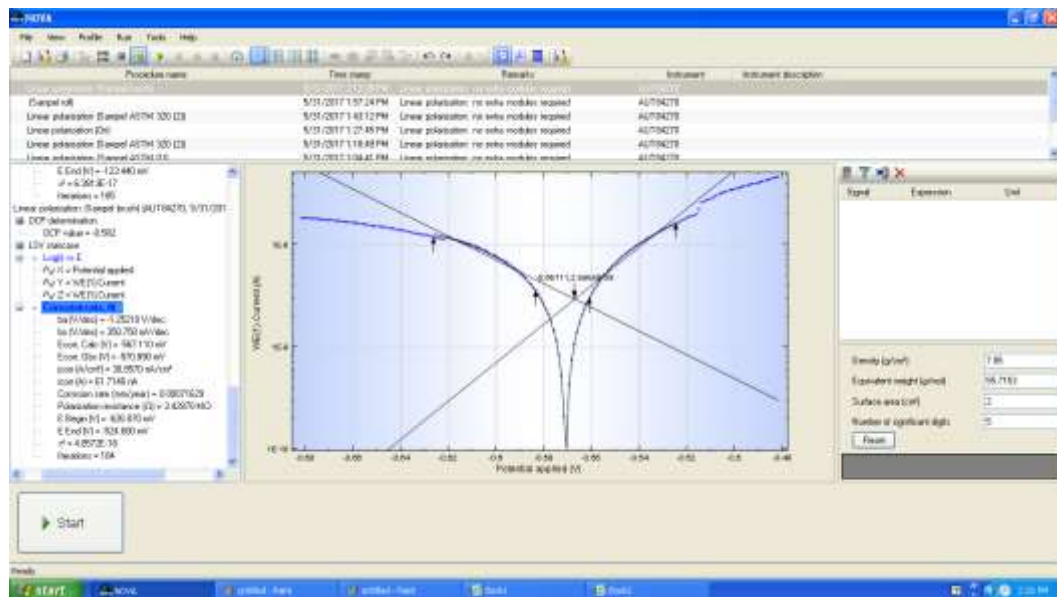
Hasil Pengujian Laju Korosi

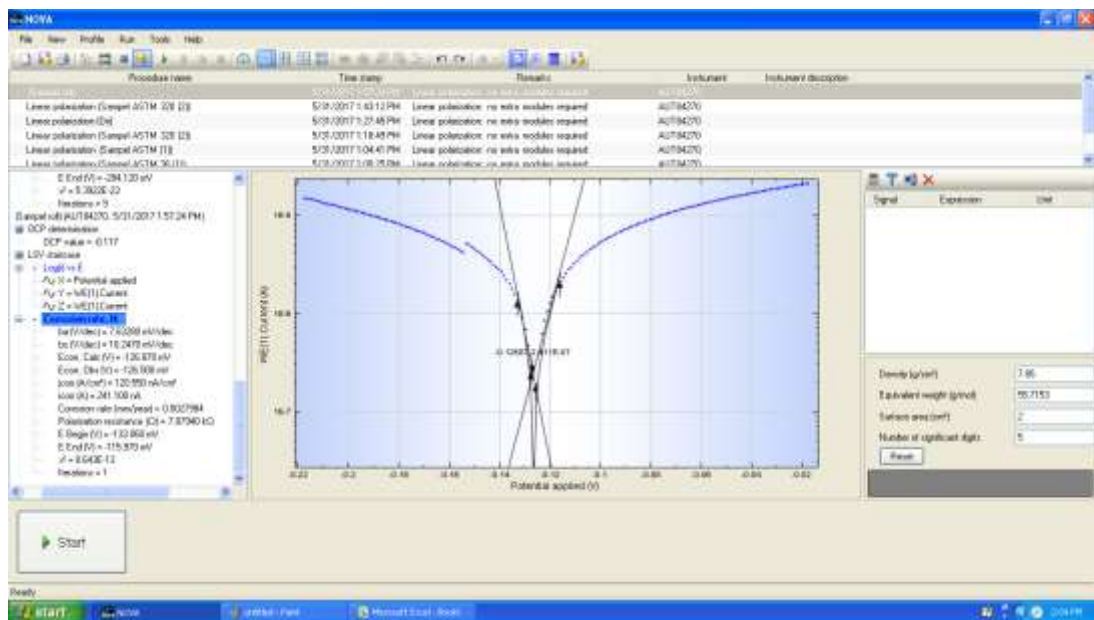


Diafram Tafel nilai laju korosi spesimen ASTM A36

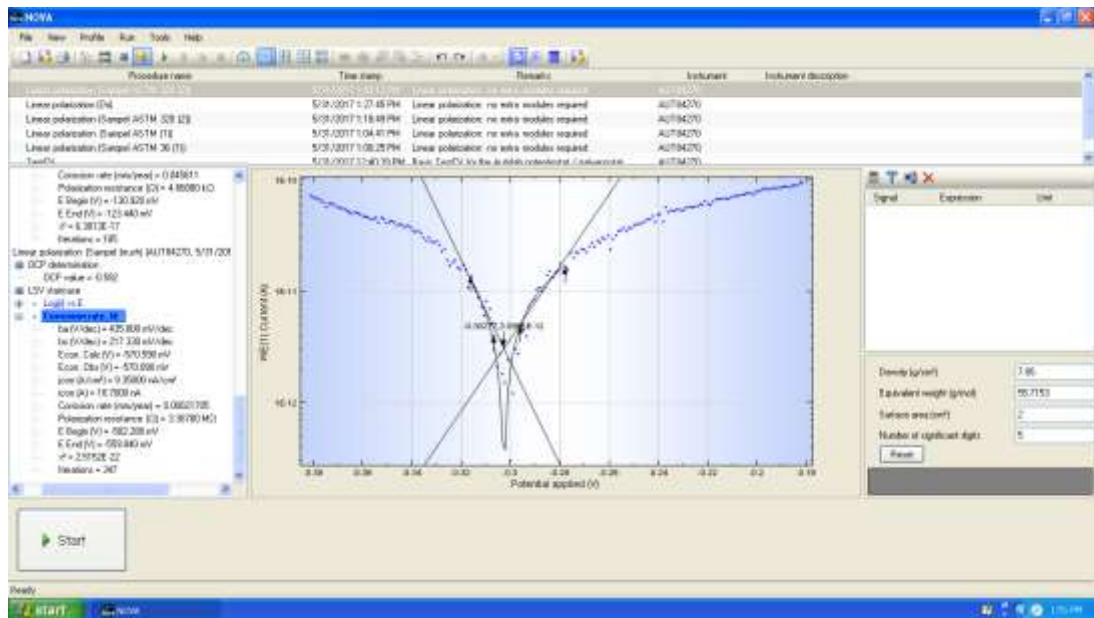


Diafram Tafel nilai laju korosi spesimen K7





Diafram Tafel nilai laju korosi spesimen R8



Diafram Tafel nilai laju korosi spesimen S7

Foto Mikro dan Makro

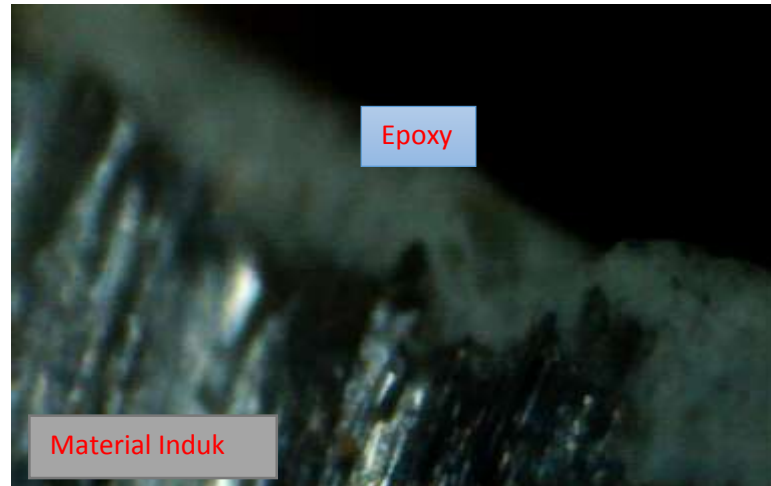


Foto Mikro *coating* menggunakan Kuas



Foto Makro *coating* menggunakan Kuas

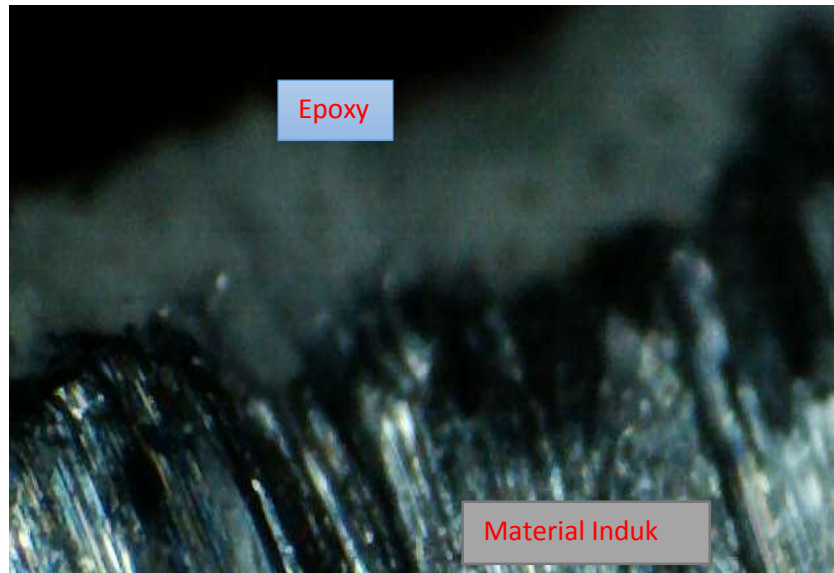


Foto Mikro *coating* menggunakan Roll



Foto Makro *coating* menggunakan Roll

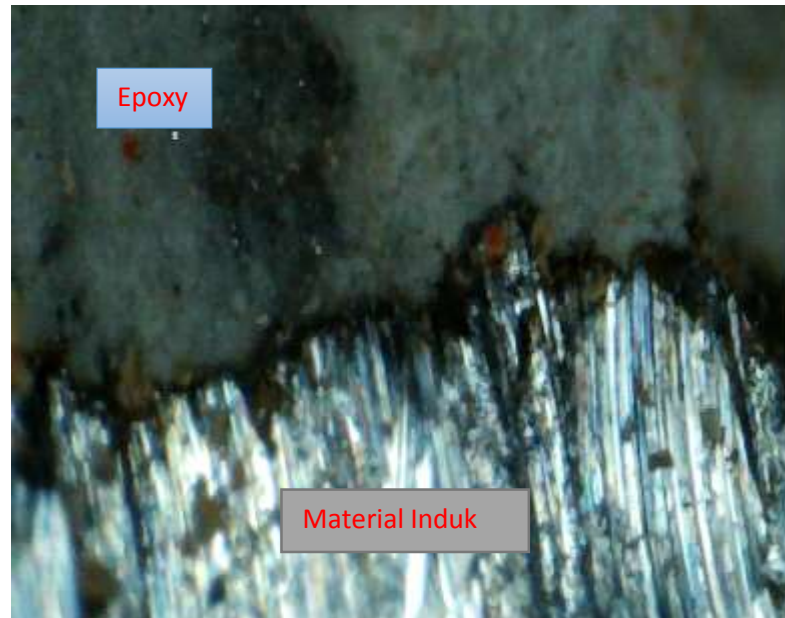


Foto Mikro *coating* menggunakan Spray



Foto Makro *coating* menggunakan Spray