



TUGAS AKHIR – MO.141326

**ANALISA PENGARUH MATERIAL ABRASIF PADA
BLASTING TERHADAP DAYA LEKAT CAT DAN
KETAHANAN KOROSI DI LINGKUNGAN AIR LAUT**

Carolus Trijatmiko Nugroho

NRP. 4312 100 136

Dosen Pembimbing :

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

Dr. Agung Purniawan,ST., M.Eng.

Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2016



FINAL PROJECT – MO.141326

**ANALYSIS OF ABRASIVE MATERIAL EFFECT FOR
BLASTING ON PAINT ADHESION STRENGTH AND
CORROSION RESISTANCE IN SEAWATER ENVIRONMENT**

Carolus Trijatmiko Nugroho

NRP. 4312 100 136

Supervisors :

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

Dr. Agung Purniawan,ST., M.Eng.

Department of Ocean Engineering

Faculty of Marine Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2016

Analisa Pengaruh Material Abrasif Pada *Blasting* Terhadap Kekuatan Lekat Cat dan Ketahanan Korosi di Lingkungan Air Laut

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gerlar Sarjana Teknik

pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Carolus Trijatmiko Nugroho

NRP. 4312 100 136

Disetujui oleh:

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

2. Dr. Agung Purniawan, ST., M.Eng. (Pembimbing 2)

3. Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko, M.Sc., Ph.D (Penguji 1)

4. Murdjito, MSc., Eng. (Penguji 2)

5. Dr. Ir. Hasan Ikhwani., MSc (Penguji 3)

6. Wimala Lalitya Dhanistha, S.T., M.T (Penguji 4)

SURABAYA, JULI 2016

ABSTRAK

PENGARUH MATERIAL ABRASIF PADA *BLASTING* TERHADAP KEKUATAN LEKAT CAT DAN KETAHANAN KOROSI DI LINGKUNGAN AIR LAUT

Nama Mahasiswa : Carolus Trijatmiko Nugroho
NRP : 4312 100 136
Jurusan : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Herman Pratikno, S.T, MT., Ph.D
Dr. Agung Purniawan, ST., M.Eng.

Coating merupakan proses pelapisan pada permukaan profil material dengan suatu lapisan film organik maupun anorganik. *Coating* lebih sering digunakan pada industry karena lebih ekonomis dan lebih mudah digunakan. Namun teknik ini pun tidak lepas dari berbagai masalah. Masalah yang timbul dari teknik ini sebagian besar disebabkan karena buruknya proses *surface preparation* yang dapat mengurangi daya lekat cat. Buruknya proses *surface preparation* dapat disebabkan berbagai hal antara lain ukuran *mesh* dari material abrasif yang tidak pas, pemilihan material abrasif, hingga kesalahan teknik dalam melakukan proses ini. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa pengaruh dari material abrasif terhadap kekuatan lekat cat di material A36 yang diberikan variasi jenis material abrasif *aluminium oxide*, *steel grit*, dan *volcanic sand*, kemudian material di *coating* dengan cat jenis *epoxy* dan *zinc rich*. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa peningkatan kekerasan material abrasif meningkatkan kekasaran permukaan pada substrat. Nilai rata-rata kekasaran permukaan yang tertinggi adalah material yang di *blasting* dengan *steel grit* yaitu sebesar 84.71 μm . Meningkatnya kekasaran permukaan akan menambah daya lekat cat dengan substrat, yang juga akan meningkatkan ketahanan korosi pada material. Nilai daya lekat tertinggi pada material yang di *coating* dengan cat jenis *epoxy* dan *zinc rich* berturut-turut sebesar 20.04 MPa dan 21.46 MPa, dimana material tersebut di *blasting* dengan menggunakan *steel grit*. Hasil dari pengujian *salt spray* NaCl 3.5% selama 72 jam, dan 168 jam pada material menunjukkan material yang di *blasting* dengan *steel grit* tetap memiliki nilai daya lekat yang tertinggi. Nilai daya lekat tertinggi setelah uji *salt spray* selama 72 jam pada material yang di *coating* dengan cat jenis *epoxy* dan *zinc rich* berturut-turut sebesar 14.15 MPa dan 15.04 MPa, sedangkan Nilai daya lekat tertinggi setelah uji *salt spray* selama 168 jam pada material yang di *coating* dengan cat jenis *epoxy* dan *zinc rich* berturut-turut sebesar 11.91 MPa dan 12.80 MPa.

Kata Kunci-Coating, Blasting, Material Abrasif, Steel Grit, Salt Spray.

ABSTRACT

ANALYSIS OF ABRASIVE MATERIAL EFFECT FOR BLASTING ON PAINT ADHESION STRENGTH AND CORROSION RESISTANCE IN SEAWATER ENVIRONMENT

Name : Carolus Trijatmiko Nugroho
REG : 4312 100 136
Department : Department of Ocean Engineering, Faculty of Marine Technology, ITS
Supervisors : Herman Pratikno, S.T, MT., Ph.D
Dr. Agung Purniawan, ST., M.Eng

Coating is a covering that is applied to the surface of an object, usually referred to as the substrate. Commonly, coating is used in the industry because it is more economical and easier to used. However, this technique is also has a lot of problems. Problems arise from these techniques due to poor surface preparation process that can reduce the adhesion of paint. A poor surface preparation process can be caused by various things including a mesh size of abrasive material, abrasive material selection, and human errors. This research was conducted to analyze the effect of abrasive material for blasting against the adhesive strength of the paint in ASTM A36 which was blasted with varying abrasive material i.e aluminum oxide, steel grit, and volcanic sand, and was coated with different paint types i.e epoxy paint and zinc rich paint. The results showed that the increasing of abrasive material hardness can increase the surface roughness. And increasing surface roughness will increase adhesion of paint to the substrate, which will improve the corrosion resistance of the material. The highest surface roughness value , 84.71 μm , and the highest adhesion value in specimens which coated with epoxy paint and zinc rich paint, consecutively 20.04 MPa and 21.46 MPa possessed by the specimens which use steel grit as an abrasive material for blasting. The results of salt spray testing with NaCl 5% for 72 hours, and 168 hours on the specimens shows that specimens which blasted with steel grit still has the highest adhesion values. The highest adhesion value after the salt spray test for 72 hours in specimens which coated with epoxy paint and zinc rich paint, consecutively 14.15 MPa and 15.05 Mpa. While the highest adhesion value after the test salt spray for 168 hours on the material in the coating with epoxy paint and zinc rich painted consecutively 11.91 MPa and 12.80 MPa.

Keyword- Coating, Blasting, Material Abrasif, Steel Grit, Salt Spray.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Baja	6
2.2.2 Baja ASTM A36	8
2.2.3 Korosi.....	8
2.2.4 Laju Korosi	13
2.2.5 Jenis-jenis Korosi.....	15
2.2.6 Pencegahan Korosi.....	17

2.2.7	<i>Surface Preparation</i>	20
2.2.8	Jenis-jenis Metode <i>Surface preparation</i>	25
2.2.9	Material Abrasif	29
2.2.10	Adhesi	32
2.2.11	<i>Salt Spray Test</i>	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		35
3.1	Metode Penelitian	35
3.2	Prosedur Penelitian	36
3.3	Rancangan Penelitian	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Prosedur <i>Blasting</i> dan <i>Coating</i>	49
4.1.1	Proses <i>Blasting</i> dengan Material Abrasif <i>Aluminium Oxide</i> dengan Jenis Cat <i>Primer Epoxy</i>	49
4.1.2	Proses <i>Blasting</i> dengan Material Abrasif <i>Steel Grit</i> dengan Jenis Cat <i>Primer Epoxy</i>	49
4.1.3	Proses <i>Blasting</i> dengan Material Abrasif <i>Volcanic Sand</i> dengan Jenis Cat <i>Primer Epoxy</i>	50
4.1.4	Proses <i>Blasting</i> dengan Material Abrasif <i>Aluminium Oxide</i> dengan Jenis Cat <i>Primer Zinc Rich</i>	50
4.1.5	Proses <i>Blasting</i> dengan Material Abrasif <i>Steel Grit</i> dengan Jenis Cat <i>Primer Zinc Rich</i>	51
4.1.6	Proses <i>Blasting</i> dengan Material Abrasif <i>Volcanic Sand</i> dengan Jenis Cat <i>Primer Zinc Rich</i>	51
4.2	Proses <i>Blasting</i>	52
4.2.1	Hasil Proses <i>Blasting</i>	52
4.2.2	Inspeksi Visual Hasil <i>Blasting</i>	53
4.3	Pengujian Kekasaran permukaan	55

4.3.1	Hasil Pengujian Kekasaran permukaan	55
4.3.2	Kesimpulan dari Pengujian Kekasaran Permukaan	56
4.4	Proses <i>Coating</i>	57
4.4.1	Pengujian Wet Film Thickness (WFT).....	59
4.4.2	Hasil Proses <i>Coating</i>	60
4.5	Pengujian <i>Dry Film Thickness</i>	62
4.5.1	Hasil Pengujian <i>Dry Film Thickness</i>	62
4.6	Pengujian Daya Lekat	65
4.6.1	Hasil Pengujian Daya Lekat.....	65
4.6.2	Kesimpulan dari Pengujian Daya Lekat	69
4.7	Pengaruh <i>Salt spray</i> 5% NaCl Terhadap Daya Lekat	69
4.7.1	Hasil Pengujian <i>Salt spray</i> 5% NaCl	69
4.7.2	Kesimpulan dari Pengujian <i>Salt spray</i> 5% NaCl Terhadap Daya Lekat	79
4.8	Pengujian Laju Korosi.....	80
4.8.1	Hasil Pengujian Laju Korosi.....	80
4.8.2	Hukum Faraday.....	84
4.8.3	Kesimpulan dari Pengujian Laju Korosi.....	85
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		87
5.1	Kesimpulan.....	87
5.2	Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA		89

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Reaksi reduksi hidrogen	9
Gambar II.2 Polarisasi konsentrasi selama reduksi hidrogen	10
Gambar II.3 Laju korosi pada logam sebagai fungsi dari potensial elektron	11
Gambar II.4 Karakteristik korosi dari logam aktif-pasif sebagai fungsi potensial elektroda	11
Gambar II.5 Pengaruh suhu terhadap laju reaksi	12
Gambar II.6 Pengaruh pH terhadap laju reaksi.....	13
Gambar II.7 Tingkatan Kebersihan SA 3	21
Gambar II.8 Tingkatan Kebersihan SA 2.5	21
Gambar II.9 Tingkatan Kebersihan SA 2	22
Gambar II.10 <i>Rust Grade A</i> (ISO 8501-1).....	22
Gambar II.11 <i>Rust Grade B</i> (ISO 8501-1).....	23
Gambar II.12 <i>Rust Grade C</i> (ISO 8501-1).....	23
Gambar II.13 <i>Rust Grade D</i> (ISO 8501-1)	23
Gambar II.14 Efek Kualitas Kebersihan Terhadap Proteksi Korosi (Momber, 2004)	24
Gambar II.15 Ikatan mekanik antara permukaan dengan material pelapisan (Davis, 2004).	25
Gambar II.16 (a) gerinda, (b) <i>needle/chisel scalers</i> , (c) <i>scabblers</i> , (d) <i>scarifiers</i> , (e) <i>descalers</i>	26
Gambar II.17 Proses surface preparation.....	27
Gambar II.18 Proses dry abrasive blast cleaning.....	28
Gambar II.19 Proses wet abrasive blast cleaning	29
Gambar II.20 (a) Material abrasif bentuk grit, (b) material abrasif bentuk shot	31
Gambar II.21 <i>Salt Spray Chamber</i>	33
Gambar III.1 . Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	36
Gambar III.2 (a) <i>Aluminium Oxide</i> , (b) <i>Steel Grit</i> , (c) <i>Volcanic Sand</i>	38
Gambar III.3 Alat Blasting	38
Gambar III.4 a) Kalibrasi Roughness Meter, (b) Pengujian Spesimen	39
Gambar III.5 Wet Film Comb	40
Gambar III.6 (a) Wet Film Comb diletakan 90° pada spesimen, (b) Wet Film Comb diletakan di kertas, (c) Wet Film Comb dicocokan	41

Gambar III.7 Coating Thickness Gauge	42
Gambar III.8 Proses Pengukuran DFT	42
Gambar III.9 <i>Portable Adhesive Tester</i>	43
Gambar III.10 (a) Mencampurkan lem epoksi, (b) Melekatkan <i>dolly ke spesimen</i> , (c) Setiap spesimen dilekatkan 3 <i>dolly</i> , (d) Pembersihan sisi luar <i>dolly</i> , (e) Kalibrasi alat <i>portable adhesive tester</i> hingga menunjukkan angka nol, (f) Tuas ditekan hingga sampel terlepas dengan <i>dolly</i> , (g) <i>Dolly</i> terlepas dari sampel, (h) Sampel setelah di <i>pull-off</i>	44
Gambar III.11 (a) Larutan NaCl 3.5%, (b) Spesimen Uji, Elektroda Ag/AgCl, dan Elektroda platina (c) Potensiostat Autolab PGSTAT128N, (d) Proses <i>scanning Software NOVA</i>	46
Gambar IV.1 Spesimen A-36 sebelum di Blasting	52
Gambar IV.2 . Hasil Blasting dengan material abrasif alumunium oxide dengan tingkat kebersihan SA 3	52
Gambar IV.3 Hasil <i>Blasting</i> dengan material abrasif <i>steel grit</i> dengan tingkat kebersihan SA 3	53
Gambar IV.4 Hasil <i>Blasting</i> dengan material abrasif <i>Volcanic Sand</i> dengan tingkat kebersihan SA 3	53
Gambar IV.5 Inspeksi visual hasil <i>Blasting</i> dengan material abrasif <i>Alumunium Oxide</i>	54
Gambar IV.6 Inspeksi visual hasil <i>Blasting</i> dengan material abrasif <i>Steel Grit</i>	54
Gambar IV.7 Inspeksi visual hasil <i>Blasting</i> dengan material abrasif <i>Volcanic Sand</i>	54
Gambar IV.8 Grafik nilai Kekasaran permukaan berdasarkan Kekerasan Material Abrasif.55	
Gambar IV.9 Material yang di coating menggunakan cat primer epoxy	60
Gambar IV.10 Material yang di <i>coating</i> menggunakan cat <i>primer zinc rich</i>	61
Gambar IV.11 Spesimen yang telah dilekatkan <i>pin dolly</i>	66
Gambar IV.12 Spesimen yang telah di <i>pull-off</i>	66
Gambar IV.13 Spesimen yang telah di <i>pull-off</i>	66
Gambar IV.14 Grafik Nilai Daya Lekat untuk Material dengan Cat Primer Epoxy.....	67
Gambar IV.15 Grafik Nilai Daya Lekat untuk Material dengan Cat <i>Primer Zinc Rich</i>	68
Gambar IV.16 Grafik Nilai Daya Lekat untuk Material dengan Cat <i>Primer Epoxy</i> setelah di <i>salt spray</i> 72 jam.....	76
Gambar IV.17 Grafik Nilai Daya Lekat untuk spesimen dengan Cat <i>Primer Zinc Rich</i> setelah di <i>salt spray</i> 72 jam.....	77

Gambar IV.18 Grafik Nilai Daya Lekat untuk Material dengan Cat <i>Primer epoxy</i> setelah di <i>salt spray</i> 168 jam.....	78
Gambar IV.19 Grafik Nilai Daya Lekat untuk Material dengan Cat Primer zinc rich setelah di salt spray 168 jam	79
Gambar IV.20 Contoh diagram tafel.....	80
Gambar IV.21 Rata-rata diagram tafel material dengan cat primer epoxy	81
Gambar IV.22 Rata-rata diagram tafel material dengan cat primer zinc rich	83

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Komposisi baja A36 (ASTM, 2001).....	8
Tabel II.2 Tensile Requirement baja A36 (ASTM, 2001).....	8
Tabel II.3 Tingkat Ketahanan Korosi Berdasarkan Laju Korosi (Sumber: Fontana, 1987)..	15
Tabel II.4 Indeks Surface Preparation	20
Tabel II.5 Jenis – jenis material abrasif (Momber, 2008).....	31
Tabel III.1 Rancangan Penelitian	47
Tabel IV.1 Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan.....	56
Tabel IV.2 Perhitungan <i>Wet Film Thickness</i>	59
Tabel IV.3 Hasil <i>record</i> proses <i>coating</i> menggunakan cat <i>primer epoxy</i>	61
Tabel IV.4 Hasil <i>record</i> proses <i>coating</i> menggunakan cat <i>primer zinc rich</i>	62
Tabel IV.5 <i>Acceptance criteria</i> DFT	64
Tabel IV.6 Hasil Pengujian DFT	64
Tabel IV.7 Hasil Pengujian Daya Lekat Terhadap Spesimen dengan Cat <i>Primer Epoxy</i>	67
Tabel IV.8 Hasil Pengujian Daya Lekat Terhadap Spesimen dengan Cat Primer Zinc Rich	68
Tabel IV.9 Foto spesimen setelah di salt spray dengan cat primer epoxy	70
Tabel IV.10 Foto spesimen setelah di <i>salt spray</i> dengan cat <i>primer zinc rich</i>	73
Tabel IV.11 Hasil Pengujian Daya Lekat Terhadap Spesimen dengan Cat <i>Primer Epoxy</i> setelah di <i>salt spray</i> 72 jam.....	76
Tabel IV.12 Hasil Pengujian Daya Lekat Terhadap Spesimen dengan Cat Primer Zinc Rich setelah di salt spray 72 jam	77
Tabel IV.13 Hasil Pengujian Daya Lekat Terhadap Spesimen dengan Cat Primer epoxy setelah di salt spray 168 jam	78
Tabel IV.14 Hasil Pengujian Daya Lekat Terhadap Spesimen dengan Cat <i>Primer zinc rich</i> setelah di <i>salt spray</i> 168 jam.....	79
Tabel IV.15 Hasil Pengujian Korosi pada material yang di cat <i>primer epoxy</i>	82
Tabel IV.16 Hasil Pengujian Korosi pada material yang di cat primer zinc rich	83
Tabel IV.17 Hasil Perbandingan Pengujian Korosi pada material yang di cat primer epoxy	85
Tabel IV.18 Hasil Perbandingan Pengujian Korosi pada material yang di cat primer zinc rich	85

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam industri maritim, logam merupakan bahan dasar dalam pembuatan kapal dan bangunan lepas pantai. Logam sendiri adalah unsur kimia yang mempunyai sifat-sifat kuat, keras, penghantar listrik dan panas, serta mempunyai titik cair tinggi. Namun logam memiliki kekurangan yaitu mudah mengalami korosi. Korosi merupakan salah satu faktor pertimbangan dalam industri maritim dan industri minyak dan gas, menurut hasil riset yang berlangsung pada tahun 2002 di Amerika Serikat memperkirakan bahwa kerugian akibat korosi yang menyerang permesinan industri, infrastruktur, sampai perangkat transportasi di negara tersebut itu mencapai 276 miliar dollar AS. Jumlah ini sesuai dengan 3,1 persen dari Gross Domestic Product (GDP)-nya. Sedangkan untuk negara Indonesia diperkirakan kerugian negara akibat korosi rata-rata sekitar 3-4% dari GNP, namun apabila dilakukan cara penanggulangan korosi dengan benar, 15% dari kerugian tersebut bisa diselamatkan. Dampak-dampak lain dari korosi antara lain kerusakan struktur, kerusakan alat-alat produksi, dan berkurangnya umur struktur.

Korosi adalah kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki. Proses terjadinya korosi tidak dapat dihentikan namun hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya. Dalam industri maritim laju korosi sangat cepat karena lingkungan laut sangat korosif. Salah satu jenis korosi yang sering terjadi di lingkungan laut adalah terjadinya *bio-corrosion*, *fatigue corrosion* dan *uniform corrosion*.

Seiring dengan berkembangnya teknologi ditemukan pula beberapa cara untuk memperlambat laju korosi, salah satunya adalah dengan proses pelapisan (*coating*). Pelapisan (*coating*) adalah proses untuk melapisi suatu bahan dasar (*substrate*) yang bertujuan untuk melindungi material dari korosi dan memberi perlindungan pada material tersebut. Selain itu, *coating* juga memberikan gaya

apung negatif (*negative buoyancy force*), memberikan fungsi anti-slip pada permukaan substrat dan beberapa fungsi lainnya (Holmberg, K. dan Matthews, A. 2010).

Keberhasilan dari proses coating sangat tergantung pada proses *surface preparation*, dimana proses ini akan mempengaruhi kekuatan adhesi dari material (Hudson. 1982). Salah satu teknik dari *surface preparation* yang umum digunakan dalam dunia industry adalah *blasting*. Proses ini merupakan pembersihan permukaan dengan cara menembakan material abrasif ke suatu permukaan material dengan tekanan tinggi sehingga menimbulkan gesekan/ tumbukan. Permukaan material tersebut akan menjadi bersih dan kasar. Pemilihan dan penggunaan material abrasif yang tepat akan menambah daya lekat cat. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dipelajari tentang analisa pengaruh material abrasif pada *blasting* terhadap kekuatan lekat cat di lingkungan laut.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini permasalahan yang akan dibahas yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh material abrasif pada *blasting* di baja A36 terhadap kekasaran permukaan?
2. Bagaimana pengaruh material abrasif pada *blasting* di baja A36 terhadap daya lekat cat di lingkungan air laut?
3. Bagaimana pengaruh material abrasif pada *blasting* di baja A36 terhadap ketahanan korosi di lingkungan air laut?

1.3 Tujuan

Dalam perumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir adalah:

1. Untuk menganalisa pengaruh material abrasif pada *blasting* di baja A36 terhadap kekasaran permukaan.
2. Untuk menganalisa pengaruh material abrasif pada *blasting* di baja A36 terhadap daya lekat cat di lingkungan air laut.

3. Untuk menganalisa pengaruh material abrasif pada *blasting* di baja A36 terhadap ketahanan korosi di lingkungan air laut.

1.4 Manfaat

1. Setelah mengetahui hasil dari analisa ini, diharapkan dapat menjadi acuan dalam penggunaan material abrasif pada *blasting* di baja A36 yang tepat untuk menghasilkan kekuatan adhesi yang maksimal di lingkungan air laut.
2. Hasil Pengujian ini dapat dijadikan informasi yang saling melengkapi dan komprehensif dengan hasil penelitian – penelitian sebelumnya tentang pengaruh tekanan *blasting* terhadap kekuatan adhesi *coating* terutama pada lingkungan air laut.

1.5 Batasan Masalah

1. Spesimen yang digunakan dianggap homogen.
2. Unsur pengotor dianggap tidak berpengaruh.
3. Faktor lingkungan dianggap tidak berpengaruh.
4. Tekanan kompresor dianggap stabil.
5. Ketebalan *coating* dianggap sama (minimum 5% dari *surface roughness*).
6. *Human Error* diabaikan.
7. Material Abrasif yang digunakan jenis *aluminium oxide*, *steel grit*, dan *volcanic sand*

1.6 Sistematika Penulisan

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian yang akan dilakukan, perumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian, manfaat yang diperoleh, serta ruang lingkup penelitian untuk membatasi analisis yang dilakukan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Bab ini berisi referensi dan juga teori-teori pendukung yang digunakan sebagai acuan atau pedoman dalam menyelesaikan tugas akhir. Referensi

tersebut bersumber pada jurnal lokal maupun internasional, literatur, *code*, dan juga buku yang berkaitan dengan topik yang dibahas.

3. Bab III Metode Penelitian

Bab ini berisi tentang alur pengerjaan tugas akhir dengan tujuan untuk memecahkan masalah yang diangkat dalam bentuk diagram alir atau *flow chart* yang disusun secara sistematis yang dilengkapi pula dengan data-data penelitian serta penjelasan detail untuk setiap langkah pengerjaannya.

4. Bab IV Analisis dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang pengolahan data yang diperoleh, analisa terhadap hasil yang diperoleh dari pengujian.

5. Bab V Penutup

Bab ini berisi simpulan yang merupakan uraian singkat dari keseluruhan hasil analisis. Uraian singkat ini diharapkan bisa menjawab rumusan masalah yang ada. Pada bab ini terdapat pula saran yang bermanfaat guna keberlanjutan penelitian terkait kedepannya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Salah satu komoditas utama dalam industri maritim adalah baja. Baja berperan sebagai bahan dasar dalam pembuatan kapal dan bangunan lepas pantai. Baja adalah logam paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lainnya, termasuk karbon. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai *grade*-nya. Kandungan karbon yang besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan sulit dibentuk [Davis, 1982].

Korosi adalah perusakan atau penurunan mutu dari material karena reaksi material dengan lingkungan, dalam hal ini adalah interaksi secara kimiawi. Sedangkan penurunan mutu yang diakibatkan interaksi secara fisik bukan disebut korosi, namun biasa dikenal sebagai erosi dan keausan. (Fontana, 1987). Laju korosi adalah kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Laju korosi tidak dapat dihentikan namun dapat diperlambat. Menghitung laju korosi pada umumnya menggunakan 2 cara yaitu: metode kehilangan berat dan metode elektrokimia. Laju korosi pada alat-alat untuk produksi minyak dapat dicegah melalui beberapa cara, diantaranya proteksi katodik, *coating*, dan pemakaian bahan-bahan kimia. (Bundjali, 2005).

Beberapa metode telah dikembangkan untuk menghambat laju korosi pada baja dengan membuat suatu *barrier* antara baja dengan lingkungannya, antara lain dilakukan *coating*. Proses *coating* merupakan hal yang lumrah digunakan dalam industri maritim karena proses ini dapat melindungi permukaan logam yang luas dengan berbagai macam jenis logam. Aplikasi dari pelapisan cenderung mudah dan tanpa batas ukuran permukaan yang dapat dilapisi oleh cat (Hudson, 1982). Selain itu *coating* juga memberikan gaya apung negatif (*negative buoyancy force*), memberikan fungsi anti-slip pada permukaan substrat dan beberapa fungsi lainnya (Holmberg, K. dan Matthews, A. 2010).

Adapun proses penting sebelum dilakukan pengecatan adalah proses persiapan permukaan. Proses ini ditujukan untuk membersihkan permukaan dan juga membentuk profil kasar dari baja yang akan di cat. Kehadiran sejumlah kecil kontaminan pada permukaan seperti: minyak, oksida dll dapat merusak dan mengurangi kekuatan adhesi lapisan pada substrat secara fisik (Hudson, 1982). Jika kekuatan adhesi pada *coating* meningkat maka *life time* dari *coating* pun akan meningkat pula (Khorasanizadeh, 2010).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Baja

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai *grade*-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (*manganese*), krom (*chromium*), vanadium, dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strength*), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletannya (*ductility*). Pengaruh utama dari kandungan karbon dalam baja adalah pada kekuatan, kekerasan, dan sifat mudah dibentuk. Adapun jenis-jenis baja sebagai berikut:

1. Baja karbon rendah

Baja karbon rendah yang biasanya disebut *mild steel* mengandung karbon antara 0,1 % sampai dengan 0,3 %. Jenis baja yang umum dan banyak digunakan adalah jenis *cold roll steel* dengan kandungan karbon 0,08% – 0,30% yang biasa digunakan untuk *body* kendaraan [Sack, 1997].

2. Baja karbon sedang

Baja karbon sedang mempunyai kandungan karbon antara 0,3 % sampai dengan 0,6 % . Baja karbon sedang mempunyai kekuatan yang lebih dari baja karbon rendah dan mempunyai kualitas perlakuan panas yang tinggi, tidak mudah

dibentuk oleh mesin, lebih sulit dilakukan untuk pengelasan, dan dapat dikeraskan (di-*quenching*) dengan baik. dan dalam perdagangan baja karbon sedang digunakan untuk bahan baut, mur, poros, piston, poros engkol dan roda gigi.

3. Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi mempunyai kandungan karbon antara 0,7 % sampai dengan 1.3 % dan setelah mengalami proses *heat treatment*, dan memiliki tahanan panas yang tinggi, kekerasan tinggi, namun keuletannya lebih rendah. Baja karbon tinggi mempunyai kuat tarik paling tinggi dan banyak digunakan untuk *material tools*. Baja tersebut digunakan untuk pegas (per), alat – alat perkakas, gergaji, pisau, kikir dan pahat potong.

4. Baja Paduan

Baja paduan yang biasanya disebut *alloy steel* adalah baja yang sudah mengalami proses penambahan unsur – unsur paduan yang bertujuan untuk memperbaiki sifat kekerasan dan keuletan. Adapun jenis-jenis baja paduan antara lain:

a. Baja Paduan Rendah

Baja paduan rendah merupakan baja paduan yang elemen paduannya kurang dari 2,5% wt misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P, dan lain-lain. Memiliki kadar karbon sama seperti baja karbon, tetapi ada sedikit unsur 10 paduan. Dengan penambahan unsur paduan, kekuatan dapat dinaikkan tanpa mengurangi keuletannya, kekuatan fatik, daya tahan terhadap korosi, aus dan panas. Aplikasinya banyak digunakan pada kapal, jembatan, roda kereta api, ketel uap, tangki gas, pipa gas dan sebagainya.

b. Baja Paduan Menengah (*Medium Alloy Steel*)

Baja paduan menengah merupakan baja paduan yang elemen paduannya 2,5%-10% wt misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P, dan lain-lain.

c. Baja Paduan Tinggi (*High Alloy Steel*)

Baja paduan tinggi merupakan baja paduan yang elemen paduannya lebih dari

10% wt misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P, dan lain-lain. Contohnya baja tahan karat, baja perkakas dan baja mangan. Aplikasinya digunakan pada *bearing*, bejana tekan, baja pegas, *cutting tools*, *frog* rel kereta api dan lain sebagainya.

2.2.2 Baja ASTM A36

Baja ASTM A36 adalah baja yang paling sering digunakan dalam industri maritim. Baja ini merupakan baja karbon rendah karena mengandung karbon antara 0.1% - 3%. Baja ini memiliki sifat las yang baik. Baja ini biasanya digunakan untuk bodi kapal dan *main frame* dari *offshore structures*. Adapun komposisi dan kekuatan Baja A36 adalah sebagai berikut (ASTM, 2001) :

Tabel II.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 II.2 *Tensile Requirment* 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%

2.2.3 Korosi

Korosi berasal dari bahasa latin “Corrodere” yang artinya merusak logam atau berkarat. Definisi korosi adalah kerusakan atau penurunan kualitas logam atau paduan logam akibat interaksi dengan lingkungan nya (Perez, 2004). Korosi terjadi

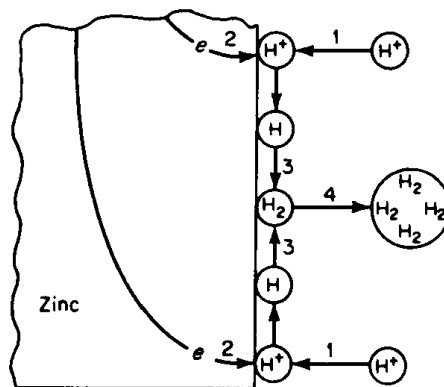
karena logam bereaksi secara elektrokimia dengan larutan garam (elektrolit). Korosi dapat berjalan secara cepat ataupun lambat tergantung dari material bahan, lingkungan, temperatur dan lain sebagainya. Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi tingkat korosifitas pada suatu material. Dalam lingkungan tertentu dapat saja medianya bersifat asam netral, lembab, panas dan ada yang menunjang zat-zat reaktif yang juga dapat menimbulkan masalah korosi. Faktor-faktor yang mempengaruhi korosi antara lain :

1. Polarisasi

Polarisasi merupakan proses pengutuban ion hidrogen secara kimia listrik sehingga terbentuk gas hidrogen dengan bantuan pengikatan elektron yang dihasilkan dari proses degradasi logam. Polarisasi adalah salah satu bentuk reaksi korosi yang merupakan penyebab timbulnya korosi pada kerusakan logam. Polarisasi ada 2 macam yaitu :

a. Polarisasi Aktivasi

Polarisasi aktivasi adalah polarisasi yang dikendalikan oleh energi bebas atau tenaga penggerak potensial ada dipermukaan elektroda itu sendiri. Pada gambar II.1 terdapat skema suatu tahapan pada proses tereduksinya hidrogen pada permukaan logam *zinc*.



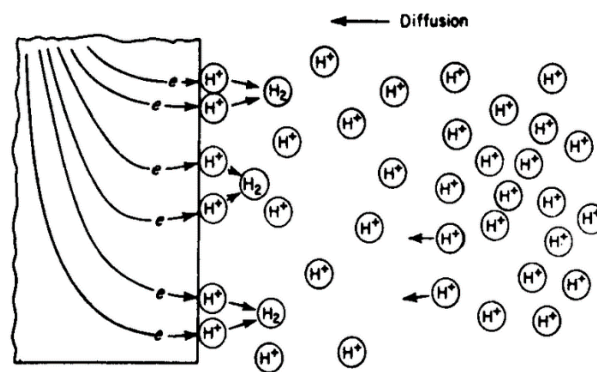
Gambar II.1 Reaksi reduksi hidrogen

Tahapan ini dapat pula terjadi pada suatu jenis atom yang tereduksi pada permukaan logam. Tahap pertama atom tersebut harus dapat mengikat suatu permukaan sebelum terjadinya reaksi. Tahap kedua harus terjadi transfer elektron sebagai hasil reduksi dari atom tersebut. Tahap ketiga, dua atom hidrogen menyatu

untuk membentuk gelembung dan pada tahap ke empat, gelembung tersebut menjadi gas hidrogen. Kecepatan reduksi pada ion hidrogen dapat dikendalikan dengan memperlambat empat tahap di atas.

b. Polarisasi Konsentrasi

Polarisasi konsentrasi mengacu pada reaksi elektrokimia yang dikendalikan oleh difusi dalam elektrolit. Untuk kasus evolusi hidrogen dapat dilihat pada gambar II.2

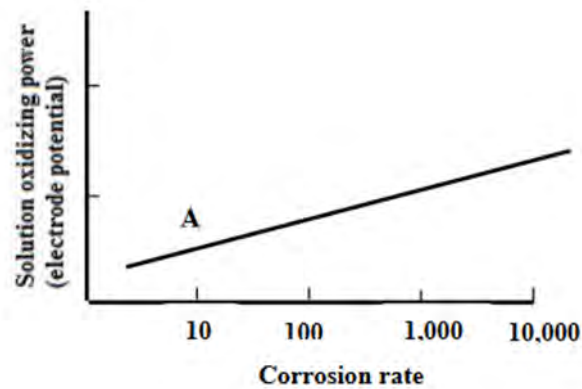


Gambar II.2 Polarisasi konsentrasi selama reduksi hidrogen

Terlihat pada gambar II.2 terdapat ion-ion hidrogen yang sangat kecil, dan kecepatan reduksi dapat dikendalikan oleh difusi pada ion-ion hidrogen yang terjadi pada permukaan logam. Aktivasi polarisasi biasanya dapat dikontrol pada media yang mengandung konsentrasi tinggi dan pada media pengkorosian aktif (contoh: konsentrasi asam). Konsentrasi polarisasi pada umumnya didominasi ketika konsentrasi pada proses reduksi adalah kecil, (contoh: asam yang terlarut dan aerasi garam). Konsentrasi yang berhubungan dengan logam biasanya kecil dan bisa diabaikan. Konsentrasi polarisasi sangat penting hanya pada reaksi reduksi.

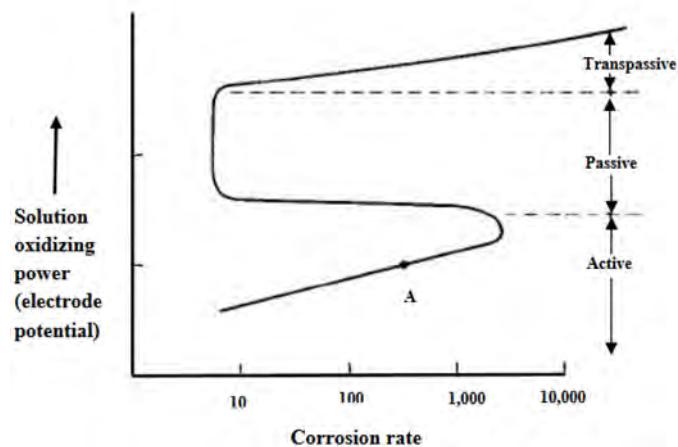
2. Pasivitas

Pasivitas adalah lepasnya suatu unsur akibat reaksi kimia yang dialami oleh beberapa logam dan paduan pada suatu kondisi lingkungan khusus. Laju korosi pada suatu logam akan meningkat jika terjadi pasivitas, dimana laju korosi logam dipengaruhi oleh daya oksidasi dengan menggunakan potensial elektron, seperti pada gambar II.3



Gambar II.3 Laju korosi pada logam sebagai fungsi dari potensial elektron

Ada 3 jenis kategori material jika berdasarkan nilai laju korosi pada penambahan daya oksidasi dengan menggunakan elektroda potensial. Yaitu material aktif, transpatif, dan pasif. Ketiga material ini memiliki perbedaan reaksi ketika dilakukan penambahan daya oksidasi. Perbedaan reaksi tersebut dapat dilihat pada gambar II.4.



Gambar II.4 Karakteristik korosi dari logam aktif-pasif sebagai fungsi potensial elektroda

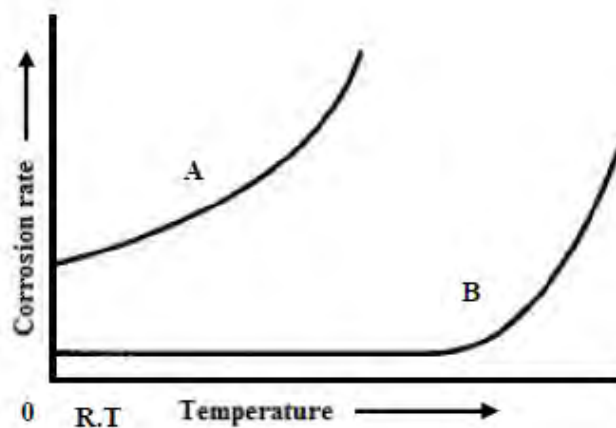
Untuk material yang aktif, penambahan daya oksidasi dengan menggunakan elektroda potensial diikuti dengan penambahan laju korosi, untuk daerah transpatif, penambahan daya oksidasi tidak mempengaruhi laju korosi, namun untuk penambahan daya oksidasi yang besar, laju korosi material tersebut juga ikut bertambah, sedangkan untuk material yang berada pada daerah pasif, penambahan daya oksidasi tidak mempengaruhi laju korosi yang terjadi pada material tersebut.

3. Keberadaan Gas Terlarut

Adanya gas terlarut seperti CO₂, O₂ dan H₂S merupakan beberapa gas yang mempengaruhi laju korosi logam. Gas tersebut ikut berperan dalam transfer muatan di dalam larutan.

4. Temperatur

Peningkatan temperatur merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan laju reaksi kimia. Pada gambar II.6 terdapat dua keadaan umum pengaruh suhu terhadap laju korosi logam. Kurva A menunjukkan kenaikan yang sangat cepat dalam laju korosi disebabkan oleh kenaikan suhu pula. Kurva B menggambarkan bahwa laju reaksi tidak terlalu dipengaruhi oleh kenaikan suhu, yaitu pengaruh suhu diabaikan terhadap laju reaksi meskipun terjadi dalam suhu yang sangat tinggi. Sebagai contoh kasus yang terjadi pada baja karbon, monel dan nikel dalam lingkungan yang asam



Gambar II.5 Pengaruh suhu terhadap laju reaksi

Curve A: 18Cr-8Ni in H₂SO₄

Curve B: 18Cr-8Ni in HNO₃

Ni in HCl

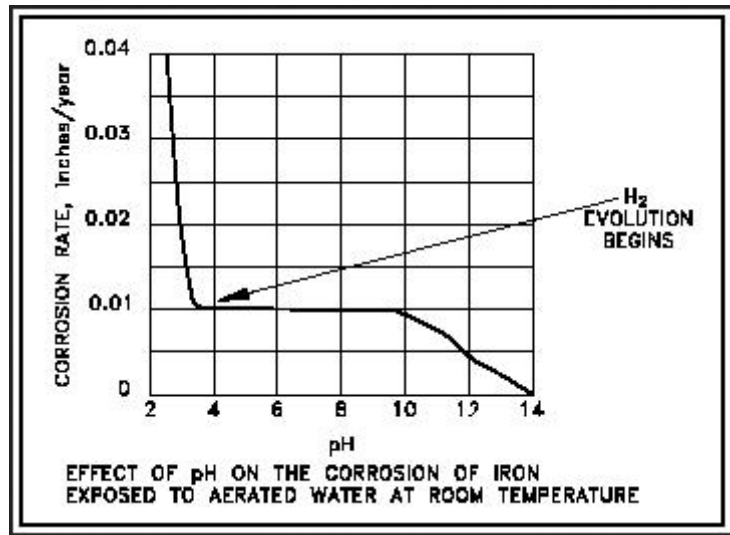
Monel in HF

Fe in HF

Ni in NaOH

5. pH Larutan

Faktor lain yang mempengaruhi laju korosi di dalam media larutan adalah pH, pH dapat mempengaruhi laju korosi suatu logam bergantung pada jenis logamnya. Pada besi, laju korosi relative rendah antara pH 7 sampai 12. Sedangkan pada pH <7 dan pH>12 laju korosinya meningkat



Gambar II.6 Pengaruh pH terhadap laju reaksi

2.2.4 Laju Korosi

Laju korosi merupakan peristiwa merambatnya proses korosi yang terjadi pada suatu material. Cara-cara untuk menghitung laju korosi antara lain dengan menggunakan metode *weight loss* dan metode elektrokimia

Metode *weight loss* adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi. Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan rumus sebagai berikut:

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

Dimana :

CR = Laju korosi (mpy)

W = Perubahan berat dari spesimen (gram)

K = Konstanta faktor

D = Densitas spesimen (g/cm³)

As = Luas spesimen (cm²)

T = Eksposur Time (jam)

Metode elektrokimia adalah metode mengukur laju korosi dengan mengukur beda potensial objek hingga didapat laju korosi yang terjadi, metode ini mengukur laju korosi pada saat diukur saja dimana memperkirakan laju tersebut dengan waktu yang panjang (memperkirakan walaupun hasil yang terjadi antara satu waktu dengan waktu lainnya berbeda). Metode elektrokimia ini menggunakan rumus yang didasari pada Hukum Faraday yaitu menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

CR = Laju korosi (mpy)

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

a = Berat atom logam yang terkorosi (gram)

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

D = Densitas logam terkorosi (gram/cm³)

n = Jumlah elektron valensi logam terkorosi

Tabel II.3 Tingkat Ketahanan Korosi Berdasarkan Laju Korosi (Sumber: Fontana, 1987)

<i>Relative Corrosion Resistance</i>	<i>Approximate Metric Equivalent</i>				
	mpy	mm/year	$\mu\text{m}/\text{year}$	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

2.2.5 Jenis-jenis Korosi

Berdasarkan bentuk dan tempat terjadinya, korosi terbagi dalam beberapa jenis antara lain; korosi atmosfer, korosi galvanis, korosi regangan, korosi celah, korosi arus alir dan korosi bakteri dan masih banyak lainnya. Berikut ini merupakan uraiannya :

1. Korosi Atmosfer

Korosi ini terjadi akibat proses elektrokimia antara dua bagian benda padat khususnya metal besi yang berbeda potensial dan langsung berhubungan dengan udara terbuka.

2. Korosi Galvanis

Korosi ini terjadi karena proses elektro kimiawi dua macam metal yg berbeda potensial dihubungkan langsung didalam elektrolit sama. Dimana electron mengalir dari metal kurang mulia (*anodic*) menuju metal yang lebih mulia (*katodic*), 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.

3. Korosi Regangan

Korosi ini terjadi karena pemberian tarikan atau kompresi yang melebihi batas ketentuannya. Kegagalan ini sering disebut Retak Karat Regangan (RKR). Sifat retak jenis ini sangat spontan (tiba-tiba terjadinya), regangan biasanya bersifat internal atau merupakan sisa hasil pengerjaan (*residual*) seperti pengeringan, pengepresan dan lain-lain.

4. Korosi Celah

Korosi celah ialah sel korosi yang diakibatkan oleh perbedaan konsentrasi zat asam. Karat ini terjadi, karena celah sempit terisi dengan elektrolit (air yang phnya rendah) maka terjadilah suatu sel korosi dengan katodanya permukaan sebelah luar 7 celah yang basa dengan air yang lebih banyak mengandung zat asam daripada bagian sebelah dalam celah yang sedikit mengandung zat asam sehingga bersifat *anodic*.

5. Korosi Celah

Erosi Korosi mengacu pada tindakan gabungan yang melibatkan erosi dan korosi di hadapan cairan korosif yang bergerak atau komponen logam yang bergerak melalui cairan korosif, yang menyebabkan percepatan terdegradasinya suatu logam. Mekanisme korosi erosi : efek mekanik aliran atau kecepatan fluida dikombinasikan dengan aksi cairan korosif menyebabkan percepatan hilangnya dari logam. Tahap awal melibatkan penghapusan mekanik film pelindung logam dan kemudian korosi logam telanjang oleh cairan korosif yang mengalir. Proses siklus ini sampai pelubangan komponen terjadi.

6. Korosi Pelarutan Selektif

Korosi pelarutan selektif ini meyangkut larutnya suatu komponen dari zat paduan yang biasa disebut pelarutan selektif. Zat komponen yang larut selalu bersifat *anodic* terhadap komponen yang lain. Walaupun secara visual tampak

perubahan warna pada permukaan paduan namun tidak tampak adanya kehilangan materi berupa takik, Perubahan dimensi, retak atau alur.

2.2.6 Pencegahan Korosi

Dewasa ini ada beberapa metode yang digunakan dalam upaya pencegahan korosi, diantaranya adalah pemilihan material yang baik, pemakaian bahan kimia, pelapisan, dan proteksi katodik.

1. Pemakaian bahan-bahan kimia (*Chemical Inhibitor*)

Salah satu metode yang digunakan untuk memperlambat reaksi korosi adalah dengan menggunakan bahan kimia yang disebut *corrosion inhibitor*. *Corrosion inhibitor* umumnya berbentuk fluid atau cairan yang diinjeksikan pada *production line*. Karena inhibitor tersebut merupakan faktor yang penting dalam menangani korosi maka perlu dilakukan pemilihan inhibitor yang sesuai dengan kondisinya. Material *corrosion inhibitor* terbagi 2, yaitu :

a. *Organic Inhibitor*

Inhibitor yang diperoleh dari hewan dan tumbuhan yang mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari *organic inhibitor* antara lain:
-Turunan asam lemak alifatik, yaitu: *monoamine, diamine, amida, asetat, oleat*, senyawa-senyawa *anfoter*.

-Imdazolines dan derivativnya

b. *Inorganic Inhibitor*

Inhibitor yang diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari *inorganic inhibitor* antara lain kromat, nitrit, silikat, dan pospat.

2. Proteksi Katodik

Proteksi katodik merupakan salah satu cara untuk mencegah terjadinya korosi pada logam. Prinsip kerjanya adalah dengan mengubah benda kerja menjadi katoda. Proteksi katodik dilakukan dengan mengalirkan elektron tambahan ke dalam material. Terdapat dua jenis proteksi katodik, yaitu metode *impressed current* (arus paksa) dan *sacrificial anode* (anoda korban).

Metode *impressed current* menggunakan masukan arus listrik dan anoda inert yang tidak akan habis sehingga sistem ini dapat digunakan pada waktu yang lama. Metode *impressed current* ini biasanya digunakan pada lingkungan yang memiliki resistivitas yang tinggi.

Metode anoda korban adalah metode dengan menghubungkan benda kerja dengan logam lain yang memiliki potensial reduksi yang lebih kecil (anoda). Hal ini akan menyebabkan terjadinya suatu sel galvanik dan menjadikan benda kerja sebagai suatu katoda.

3. *Coating (Painting)*

Coating merupakan metode untuk melapisi suatu material dengan bahan organik atau inorganik. Proses ini bertujuan untuk melindungi material dari korosi. Selain itu, *coating* juga memberikan gaya apung negatif (*negative buoyancy force*), memberikan fungsi anti-slip pada permukaan substrat dan beberapa fungsi lainnya (Holmberg, K. dan Matthews, A. 2010). Pada umumnya *coating* mengandung empat bahan dasar, yaitu pengikat (*binder*), zat pewarna (*pigmen*), pelarut (*solvent*), dan *additif*.

a. Pengikat (*binder*)

Binder adalah unsur utama pada cat yang berfungsi sebagai pengikat antar komponen cat. Binder akan membentuk matriks pada pelapisan, fase polimer pada resin yang kontinu dimana semua komponen lain dapat dimasukkan. Kandungan binder mempunyai pengaruh langsung pada kemampuan cat seperti misalnya: kekerasan, ketahanan solvent serta ketahanan pada cuaca. Dua atau lebih pengikat dapat dikombinasikan dalam lapisan untuk membuat lapisan pelindung pada substrat, resin atau pengikat harus dikonversi dari keadaan cair ke keadaan padat sehingga dapat melekat dan melindungi permukaan (NACE, 2011). Terdapat banyak binder yang telah dikenal, diantaranya *alkyd, vinyl, resin alam, epoxy dan urethane*.

b. Zat Pewarna (*pigmen*)

Pigmen merupakan zat pemberi warna pada *coating*. Fungsi dari *pigmen* sendiri antara lain untuk estetika, dan juga mempengaruhi ketahanan korosi dan sifat fisika dari *coating* itu sendiri. Zat pewarna (*pigmen*) dapat dikelompokkan menjadi *pigmen organik* dan *inorganik*. Contoh *pigmen organik* antara lain *Pigment Red 21*, *Lithol Rubine BK*, sedangkan contoh *pigmen inorganik* adalah besi oksida. Terdapat juga *extender pigmen* yang memberikan sedikit pengaruh terhadap warna dan ketahanan korosi namun banyak mempengaruhi sifat-sifat *coating* seperti kekentalan (*densitas*), aliran, kekerasan (*hardness*) dan permeabilitas. Contohnya adalah kalsium karbonat, kaolin, talc dan barium sulfat (*barytes*).

c. Pelarut (*solvent*)

Pelarut berfungsi untuk melarutkan pengikat (*binder*) dan juga untuk memodifikasi viskositas. *Solvent* yang mempunyai tekanan uap tinggi sehingga menguap dengan cepat disebut *fast* atau *hot solvent*, sedangkan yang lambat disebut *slow solvent*. Laju penguapan mempengaruhi sifat-sifat *coating* dan beberapa cacat dapat disebabkan karena ketidakcocokan dalam pemilihan *solvent*. Jika *solvent* menguap terlalu cepat, *coating* tidak cukup waktu untuk membentuk lapisan halus dan kontinu.

c. *Additif*

Additif adalah senyawa-senyawa kimia yang biasanya ditambahkan dalam jumlah sedikit, namun sangat mempengaruhi sifat-sifat pelapisan. Tingkat penggunaan *additif* tidak melebihi 1 atau 2%, dan tingkat total semua *additif* dalam formulasi tidak melebihi 5% dari total produk. Berbagai tipe bahan yang ditambahkan pada cat dalam jumlah yang kecil untuk meningkatkan kemampuan cat sesuai dengan tujuan atau aplikasi cat. Bahan-bahan yang termasuk *additif* adalah surfaktan, alat anti endapan (*anti-settling agent*), alat pencampur (*coalescing agents*), alat tahan pengulitan (*anti-skinning agents*), katalis, *defoamers*, penyerapan cahaya ultraviolet (*ultraviolet light absorbers*), alat dispersi, bahan pengawet (*preservatives*), pengering (*driers*) dan *plastisizers*. Fungsi dari zat *additif* antara lain, mencegah terjadinya buih pada saat penyemprotan (*anti foaming*), mencegah terjadinya pengendapan cat pada saat dipergunakan (*antisettling*), meratakan

permukaan cat sesaat setelah disemprotkan (*flow additif*), dan menambah kelenturan cat.

2.2.7 *Surface Preparation*

Surface preparation merupakan tahapan paling awal yang dilakukan pada material sebelum dilakukan proses *coating*, tahapan ini sangat berpengaruh terhadap kemampuan material dalam mengikat lapisan *coating*. Kehadiran sejumlah kecil kontaminan pada permukaan seperti: minyak, oksida dll dapat merusak dan mengurangi kekuatan adhesi lapisan pada substrat secara fisik (Hudson, 1982).

Menurut ISO dan SSPC ada lima tingkat hasil dari *surface preparation*. Semakin tinggi hasil dari *surface preparation* tentu akan pula meningkatkan kinerja perlindungan korosi. Seperti yang dijelaskan pada Tabel II.4 dan Gambar II.14

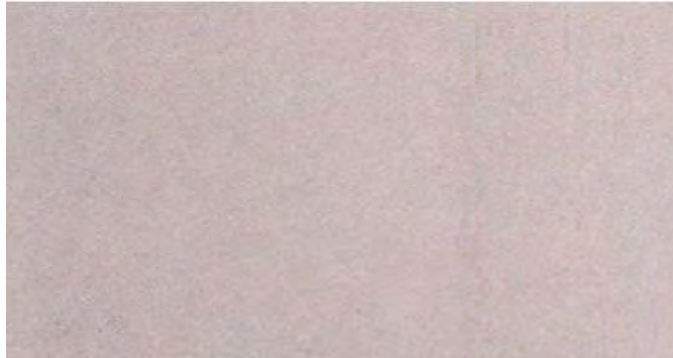
Tabel II.4 Indeks *Surface Preparation*

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

Tingkatan kebersihan untuk *surface preparation* antara lain:

1. SA 3 (*Blast Cleaning to visually clean Steel*)

Tingkat kebersihan SA 3 merupakan tingkat kebersihan yang paling tinggi karena di tingkatan ini material benar-benar bersih dari minyak, *grease*, debu, *mill scale*, karat, dan bekas cat lama. Dalam tingkatan ini material akan memunculkan warna aslinya. Tingkatan ini disebut juga dengan *white metal*.



Gambar II.7 Tingkatan Kebersihan SA 3

2. SA 2.5 (*Near White Cleaning*)

Tingkat kebersihan SA 2.5 menghasilkan material bersih dari minyak, *grease*, debu, *mill scale*, karat, dan bekas cat lama. Sisa kotoran yang tertinggal hanyalah karat tipis yang berupa titik-titik atau garis-garis.



Gambar II.8 Tingkatan Kebersihan SA 2.5

3. SA 2 (*Commercial Cleaning*)

Tingkat kebersihan SA 3 menghasilkan material yang permukaannya bersih dari minyak, *grease*, debu, dan sebagian besar *mill scale*, karat, dan bekas cat lama. Namun kotoran yang melekat sangat kuat di atas permukaan besi tidak dapat dihilangkan.



Gambar II.9 Tingkatan Kebersihan SA

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan saat melakukan *surface preparation* antara lain:

1. Kebersihan (*Cleanliness*)

Kebersihan dari material merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam melakukan *surface preparation*. Material yang akan di *coating* tidak boleh terkontaminasi oleh minyak, oksida, dan karat karena akan mempengaruhi kemampuan material dalam mengikat lapisan *coating*. Untuk standard acuan yang digunakan untuk kebersihan material adalah Standard Internasional ISO 8501-1 “*Visual Assessment of Surface Cleanliness*”.

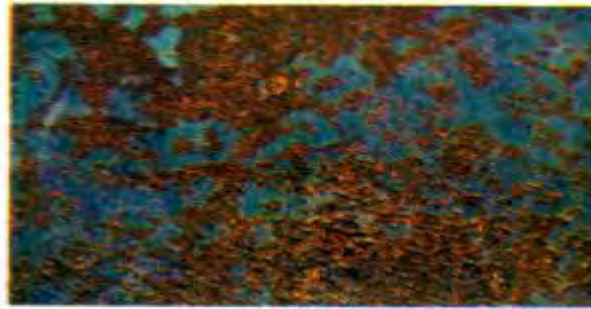
Terdapat 4 tingkat karat yang diberikan oleh standart ini antara lain :

- *Rust Grade A* : Permukaan besi tertutupi *mill scale* dan sedikit karat.



Gambar II.10 *Rust Grade A* (ISO 8501-1)

- *Rust Grade B* : Permukaan besi sudah mulai berkarat dan beberapa bagian *mill scale* sudah mulai mengelupas.



Gambar II.11 *Rust Grade B* (ISO 8501-1)

- *Rust Grade C* : *mill scale* sudah berkarat dan terdapat beberapa bagian sedikit titik-titik karat pada permukaan dasar dari besi.

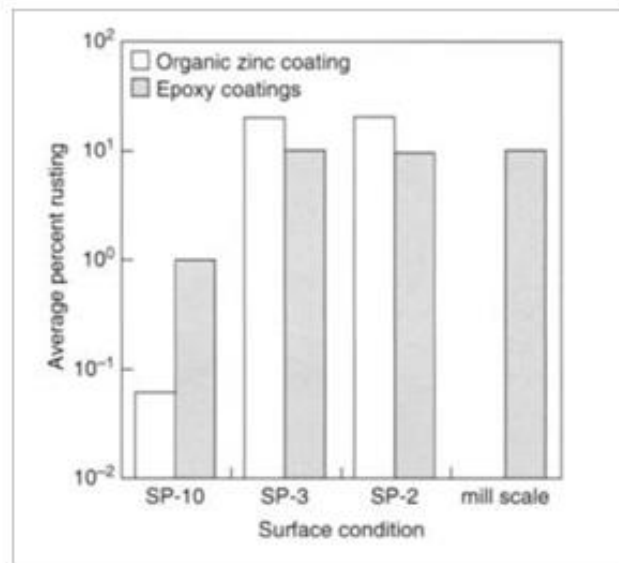


Gambar II.12 *Rust Grade C* (ISO 8501-1)

- *Rust Grade D* : *mill scale* sudah berkarat dan terdapat karat di atas permukaan dasar besi yang dapat dilihat dengan penglihatan normal.



Gambar II.13 *Rust Grade D* (ISO 8501-1)

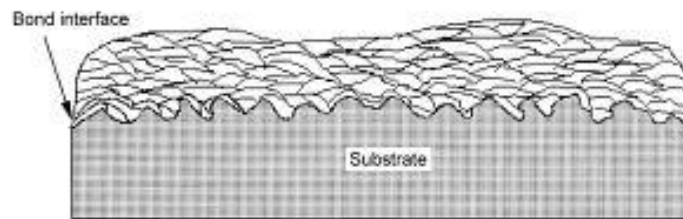


Gambar II.14 Efek Kualitas Kebersihan Terhadap Proteksi Korosi (Momber, 2004)

2. Kekasaran permukaan

Kekasaran permukaan merupakan tingkat kekasaran permukaan material setelah dilakukan proses *blasting*. Kekasaran permukaan ini dapat diukur tingkat kekasarannya dengan berbagai cara, diantaranya yaitu melalui perbandingan dengan alat komper yang bernama *comparator* sesuai dengan ASTM D4417A, ataupun dengan menggunakan bantuan *replica tape* sesuai dengan ASTM D4417C yang kemudian kita ukur dengan alat yang bernama *foil thickness gauge* sesuai dengan ASTM D4417D. Nilai kekasaran permukaan umumnya dinyatakan dalam microinch atau mikron berdasarkan unit standart nasional Amerika. Kekasaran permukaan harus disesuaikan dengan tebal *epoxy* yang diinginkan, biasanya sekitar 30 s/d 100 μm .

Kekasaran permukaan material ini dibentuk bertujuan untuk mengikat cairan *epoxy* supaya terjadi bondit (menempel) dengan permukaan material. Semakin kasar permukaannya, maka tingkat ikatannya semakin kuat. Dan sebaliknya semakin halus permukaannya, maka semakin lemah tingkat bonditnya.



Gambar II.15 Ikatan mekanik antara permukaan dengan material pelapisan (Davis, 2004)

3. Kadar Garam (*Soluble Salt*)

Kadar garam yang terdapat pada material sangat berpengaruh pada ketahanan material pada karat karena semakin besar kadar garam yang terkandung maka proses karat akan semakin cepat. Jadi kadar garam yang terdapat pada material harus seminimal mungkin, biasanya kandungan kadar garam yang diperbolehkan untuk proses aplikasi *epoxy* ini maksimal 2 mg/cm². Untuk mengetahui tingkat kandungan kadar garam yang ada pada material dapat dilakukan proses *salt contamination test*.

4. Kelembaban (*relative humidity*)

Relative humidity adalah tingkat kadar uap air yang ada pada ruangan dimana akan dilakukan proses *blasting*. Biasanya *relative humidity* diukur dalam satuan persen, dan batasan maksimumnya adalah 85. Jadi jika *relative humidity* kurang dari atau sama dengan 85% maka proses *blasting* dapat dilakukan, tetapi jika *relative humidity* lebih besar dari 85% maka proses *blasting* tidak boleh dilakukan karena tingkat kandungan uap air di udara terlalu besar yang akan mengakibatkan uap air menempel pada permukaan material. Jika uap air menempel pada permukaan material maka akan memicu proses karat pada material.

2.2.8 Jenis-jenis Metode *Surface preparation*

Surface preparation dapat mempengaruhi kualitas dari *coating*, karena jika *surface preparation* dilakukan dengan optimum, maka kekuatan adhesi dari *coating* juga akan meningkat. Untuk menghasilkan *coating* yang baik suatu material harus bebas dari berbagai macam kontaminan. Ada berbagai macam cara dalam melakukan proses *surface preparation* antara lain :

1. Hand Tool Cleaning and Power Tool Cleaning

Metode ini adalah proses *surface preparation* yang paling sederhana diantara metode *surface preparation* yang lain, metode ini menggunakan alat-alat perkakas sederhana dalam melakukan proses *surface preparation*. Alat-alat yang digunakan antara lain gerinda, *needle/chisel scalers*, *scabblers*, *scarifiers*, *descalers*.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

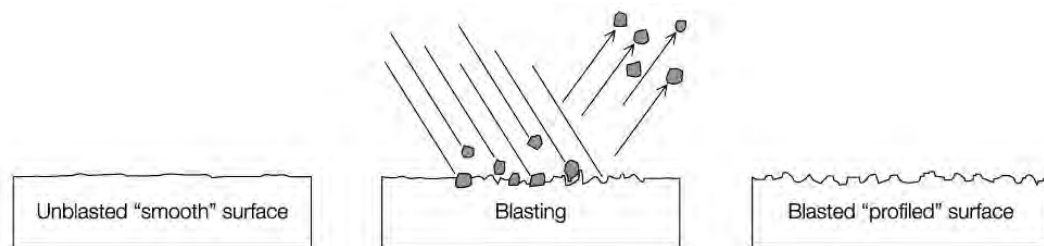
Gambar II.16 (a) gerinda, (b) *needle/chisel scalers*, (c) *scabblers*, (d) *scarifiers*, (e) *descalers*

Metode ini berguna jika digunakan dalam skala yang kecil, namun metode ini juga tidak efektif untuk menghilangkan karat, dan kontaminan lain nya. Sangat sulit

menghilangkan kontaminan di permukaan material dengan metode ini, dan juga jika permukaan material memiliki luasan yang besar akan membutuhkan waktu yang sangat lama.

2. Abrasive Blast Cleaning

Metode *abrasive blast cleaning* adalah proses *surface preparation* dengan menyemprotkan suatu material (material abrasif, air) dengan tekanan tinggi ke material atau struktur yang akan di *coating*. Proses *surface preparation* ini umum digunakan dalam dunia industri maritim, fabrikasi, dll. Luasnya penggunaan metode ini dalam dunia industri dikarenakan metode *abrasive blast cleaning* sangat efektif dalam proses *surface preparation*. Dibawah ini terdapat skema proses *surface preparation*.



Gambar II.17 Proses *surface preparation*

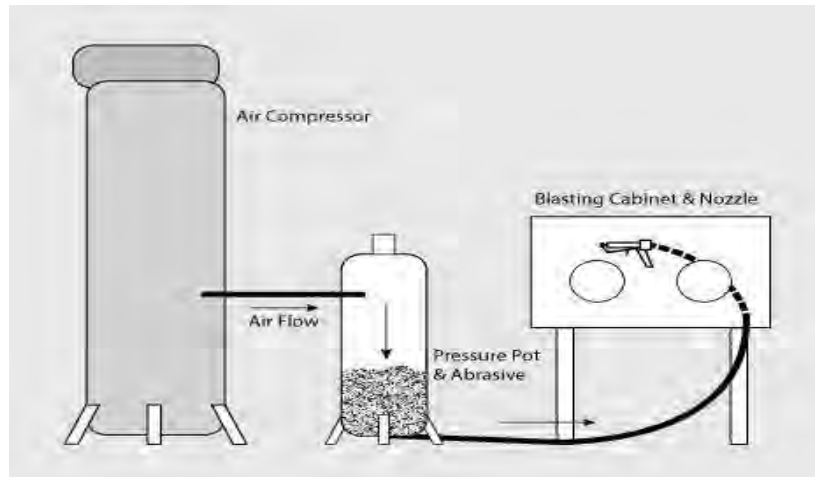
Dari gambar II.17 terlihat bahwa sebelum dilakukan proses abrasive blast cleaning, permukaan material/struktur masih halus, belum terbentuk profil kasar, dan juga terdapat *mill scale*, *rust*, dll. Namun setelah dilakukan proses *abrasive blast cleaning*, permukaan material menjadi bersih, dan terbentuk profil permukaan.

Secara garis besar ada 3 jenis metode *abrasive blast cleaning* antara lain:

a. Dry Abrasive Blast Cleaning

Dry abrasive blast cleaning adalah proses pembersihan permukaan material dengan cara menembakan material abrasif dengan tekanan yang tinggi. Seringkali *dry abrasive blast cleaning* juga disebut dengan *sandblasting*. Adapun jenis-jenis material abrasif yang biasa digunakan adalah *steel grit*, *steel shot*, *garnet*, dan *aluminium oxide*. *Dry abrasive blast cleaning* dipilih karena proses ini yang paling cepat dan efisien untuk membersihkan permukaan material yang terkontaminasi

oleh berbagai kotoran terutama karat. Efek dari metode ini membuat permukannya menjadi kasar dan permukaan yang kasar ini membuat cat dapat melekat dengan kuat.

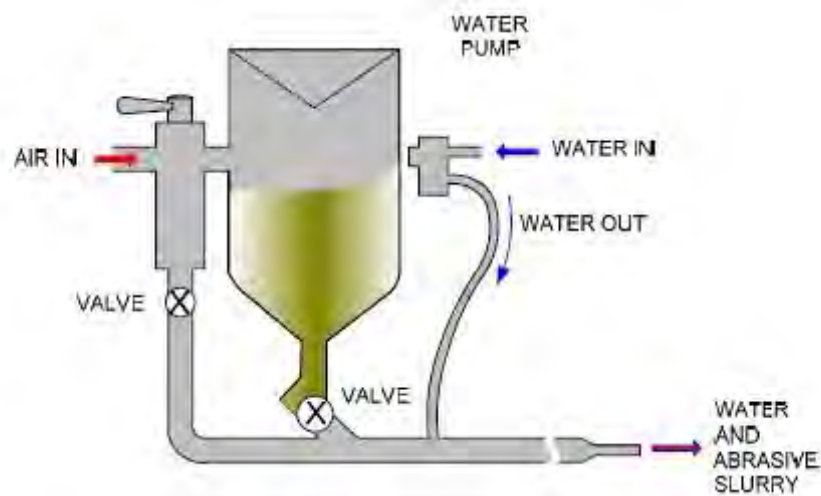


Gambar II.18 Proses *dry abrasive blast cleaning*

b. *Wet Abrasive Blast Cleaning*

Pada prinsipnya metode *wet abrasive blast cleaning* hampir sama dengan metode *dry abrasive blast cleaning*, namun hal yang membedakan antara keduanya adalah jenis dari materialnya, jika *dry abrasive blast cleaning* menggunakan material abrasif lain halnya dengan *wet abrasive blast cleaning* yang menggunakan pasir yang dicampur dengan air serta unsur *additive* sebagai bahan pencegahan (*inhibitor*). *Wet Abrasive Blast Cleaning* biasanya digunakan pada daerah pekerjaan dimana tidak dibolehkan terjadi percikan bunga api (*spark*), misalnya proses *area/chemical area*.

Keuntungan penggunaan metode ini antara lain berkurangnya tingkat polusi debu saat dilakukan proses blasting, menekan percikan api akibat benturan grit dengan terial/struktur saat proses blasting berlangsung. Untuk proses dari *wet abrasive blast cleaning* ini secara skematik dapat dilihat pada gambar berikut II.19



Gambar II.19 Proses *wet abrasive blast cleaning*

c. *Ultra-High Pressure Water Jetting*

Metode ini menggunakan material abrasif yang sama dengan *wet abrasive blast cleaning*, namun hal yang membedakannya adalah tekanan yang digunakan say proses *blasting* berlangsung. *The Steel Structures Painting Council* (SSPC) mengategorikan empat jenis teknologi yang menggunakan metode water jetting ini yaitu :

- *Low Pressure Water Cleaning* (LPWC) dengan tekanan air dibawah 5000 Psi (34 MPa)
- *High Pressure Water Cleaning* (HPWC) dengan tekanan air 5000 – 10.000 Psi (34 – 70 MPa)
- *High Pressure Water Jetting* (HPWJ) dengan tekanan air 10.000 – 25.000 Psi (70 – 170)Mp
- *Ultra High Pressure Water Jetting* (UHPWJ) dengan tekanan air diatas 25.000 Psi (170 Mpa).

2.2.9 Material Abrasif

Material abrasif merupakan salah satu komponen penting dalam proses *blasting*. Beberapa parameter penting yang diperhatikan dalam pemilihan material abrasif untuk proses *blasting* antara lain (Momber, 2008):

1. Ukuran partikel material abrasif

Ukuran dari partikel material abrasif akan mempengaruhi hasil dari *surface profile* yang terbentuk setelah dilakukan proses *blasting*. Material abrasif dengan ukuran partikel yang besar akan masuk lebih dalam sehingga tercipta nilai kekasaran permukaan yang besar, namun hanya membersihkan permukaan lebih sedikit. Apabila digunakan material abrasif dengan ukuran yang kecil, material abrasif akan sulit untuk mendapatkan tingkat kekasaran yang dikehendaki.

2. Kekerasan partikel material abrasif

Kekerasan material abrasif merupakan salah satu faktor yang sering diperhatikan dalam proses *blasting*. Karena material abrasif yang keras akan masuk lebih dalam dan lebih cepat daripada yang menggunakan bahan lunak. Bahan material abrasif harusnya lebih keras daripada bahan yang akan di *blasting*. Menurut bahannya partikel-partikel abrasif dapat dikelompokkan yaitu :

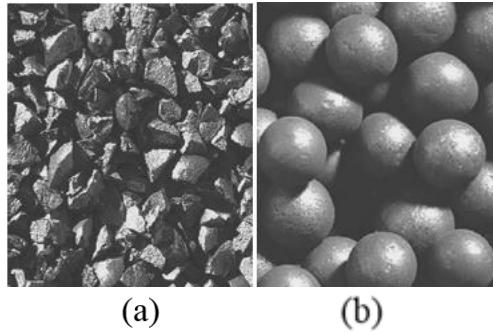
- *Metallic*, misalnya : *copper slag, cast steel, steel shot, steel grit*
- *Syntetic*, misalnya : *aluminium oxide*
- *Silicons (sand)*, misalnya : *quartz, silica*

3. Bentuk partikel material abrasif

Bentuk partikel material abrasif akan mempengaruhi kekasaran permukaan. Ada 3 jenis bentuk material abrasif antara lain :

- Material abrasif berbentuk *shot*
- Material abrasif berbentuk *grit*
- Material abrasif berbentuk *cylindrical*

Untuk material abrasif jenis *shot* berbentuk bulat atau lonjong, dan akan menghasilkan kekasaran yang tumpul. Jenis ini efisien hanya untuk menghilangkan kerak besi dan karat yang tebal. Jenis *grit* berbentuk tajam dan akan menghasilkan kekasaran permukaan yang tajam.



Gambar II.20 (a) Material abrasif bentuk *grit*, (b) material abrasif bentuk *shot*

4. Struktur partikel material abrasif

Aspek-aspek dari material abrasif yang mempengaruhi hasil dari blasting antara lain:

- *Lattice Parameter*
- Kristalografi dari partikel
- Komposisi kimia dari partikel

Ada banyak jenis material abrasif yang dapat digunakan dalam proses *surface preparation* antara lain seperti yang terlihat di Tabel II.5.

Tabel II.5 Jenis – jenis material abrasif (Momber, 2008)

Abrasive Material	Mesh Sizes (μm)	Hardness (MOHS)	Density (g/ml)
Silica Sand	6-270	5-6	2.65
Garnet	8-300	7-8	3.5-4.3
Coal Slag	12-80	6-7.5	2.7
Aluminum Oxide	16-220	7-8	2
Steel Shot	7-200	8	7
Volcanic Sand	12-120	5.5-6.5	1.6
Steel Grit	10-235	8-9	7

2.2.10 Adhesi

Adhesi merupakan gaya tarik-menarik antar molekul yang tidak sejenis, dalam hal ini adalah gaya tarik-menarik antara molekul cat dengan molekul material. *Painting* yang baik adalah yang memiliki nilai adhesi yang besar, untuk mencapai itu ada banyak faktor yang harus diperhatikan mulai dari ukuran material abrasif, jenis material abrasif, *surface preparation*, dll.

Ada beberapa jenis daya ikatan (*adhesive*) antara *coating* dengan material, antara lain:

1. Daya ikat kimia (*chemical bonding adhesion*), yaitu daya ikat yang terjadi antara pelapisan (*coating*) dengan material substrat berupa ikatan atom. Contohnya yaitu pada pelapisan (*coating*) *zinc* (seng) untuk melapisi baja, atau yang biasa disebut *galvanized steel*. *Zinc* berikatan dengan baja membentuk paduan *intermetalik* FeZn. Jenis ikatan ini adalah ikatan yang paling kuat.

2. Daya ikat polar (*polar adhesion*), yaitu daya ikat yang terjadi karena gaya tarik menarik material polar. Contohnya yaitu pelapisan (*coating*) organik, yang banyak mengandung senyawa polar. Jenis ikatan ini tidak akan bekerja dengan baik apabila terdapat zat pengotor di permukaan substrat seperti kotoran, minyak, air, dan lain-lain.

3. Daya ikat mekanik (*mechanical adhesion*), yaitu daya ikat yang terjadi karena ikatan secara mekanik (*mechanical interlocking*). Contohnya yaitu dengan penggunaan pelapisan (*coating*) pada permukaan substrat yang kasar, seperti penggunaan sand blast ataupun bahan abrasif sebelum proses pelapisan. Selain itu bisa juga penggunaan pelapisan yang akan mengkerut ketika curing sehingga akan membungkus material substrat dengan baik, seperti *epoxy*, *polyester*, dan lain-lain.

2.2.11 Salt Spray Test

Salt spray test adalah pengujian terhadap spesimen dengan cara menggunakan menyemburkan cairan NaCl ke spesimen. Tujuan dari pengujian ini antara lain untuk mensimulasikan di dalam laboratorium performa sifat korosi suatu produk, dan juga untuk mempercepat laju korosi. Biasanya untuk pengujian

produk-produk baru misalnya *metallic coating material*, *new painting coating material* dsb.

Pengujian *salt spray* tidak dapat sepenuhnya mewakili laju korosi dari suatu spesimen karena di kondisi lingkungan akan banyak sekali komponen yang akan mempengaruhi laju korosi dari spesimen tersebut. Hasil dari data-data pengujian kabut garam secara luas digunakan untuk spesifikasi data pengujian suatu produk, *technical literature* sebagai standar penerimaan komponen untuk konsumen. Standar uji dalam pengujian ini adalah ASTM B117, atau JIS K5400.



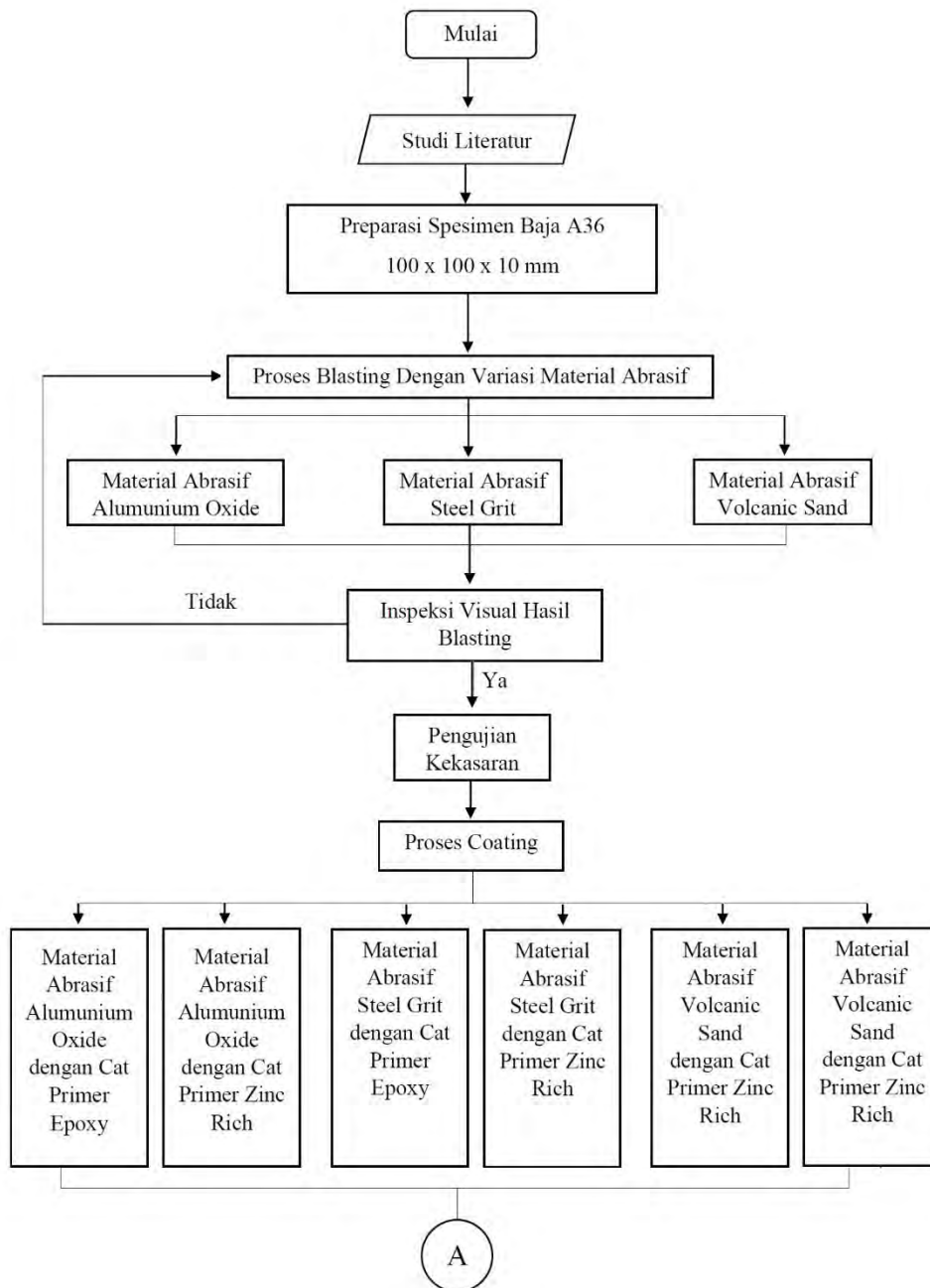
Gambar II.21 *Salt Spray Chamber*

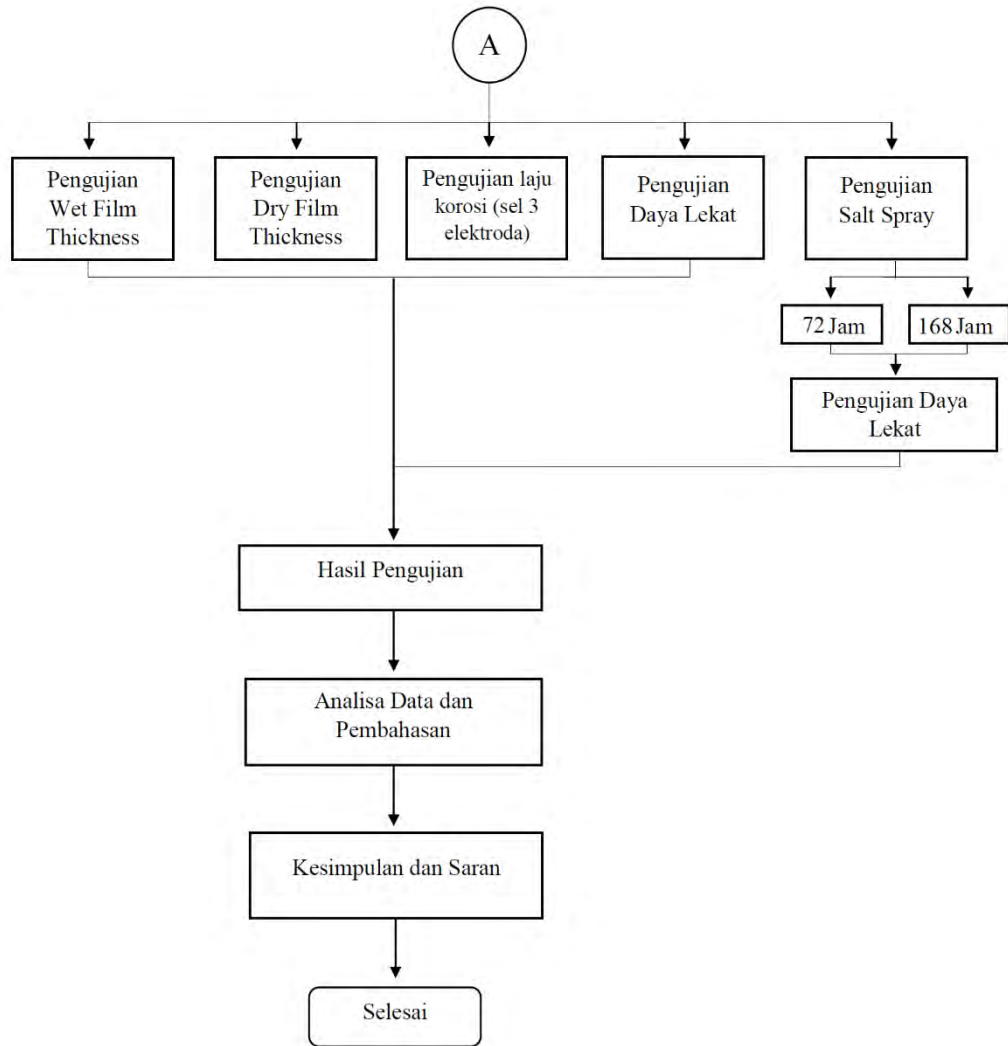
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

1.1 Metode Penelitian

Untuk mempermudah evaluasi perkembangan penelitian untuk tugas akhir akan dibuat diagram pengerjaan/metodologi. Secara garis besar pengerjaan tugas akhir ini dapat dijelaskan dalam gambar 3.1.





Gambar 0.1 . Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

1.2 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah penelitian pengerjaan tugas akhir ini tertera dalam diagram alir gambar 3.1 dan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Dalam pengerjaannya tugas akhir ini diawali dengan pemahaman materi. Studi literatur meliputi mencari serta mempelajari buku, jurnal, ataupun laporan tugas akhir terdahulu yang membahas pokok permasalahan yang berhubungan dengan tugas akhir ini. Literatur tersebut digunakan sebagai acuan ataupun referensi tugas akhir ini.

2. Persiapan Material Uji

Lokasi, peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Lokasi Penelitian :

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

Alat-alat Penelitian :

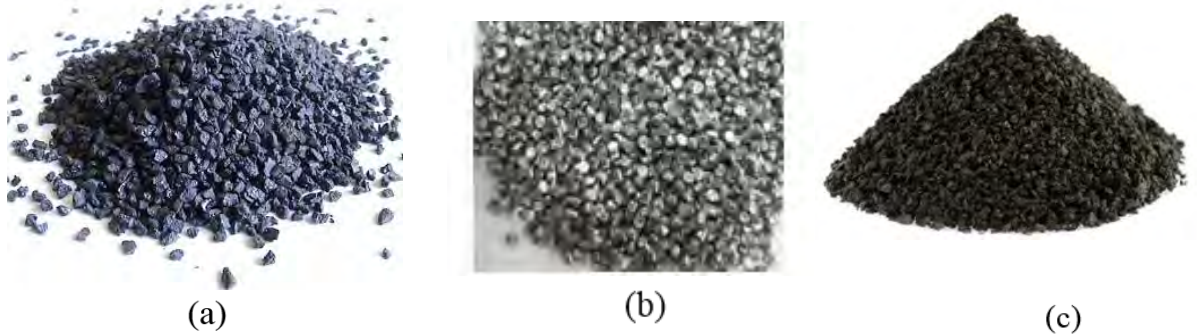
- a. Alat *dry abrasive blast cleaning*
- b. *Roughness meter*
- c. Mesin pengaduk cat
- d. Alat cat (*air spray gun*)
- e. Alat ukur WFT (*wet film comb*)
- f. Alat ukur DFT (*coating thickness gauge*)
- g. Peralatan pengujian kekuatan adhesi (*pull-off test*)
- h. *Salt spray chamber*
- i. elektroda acuan Ag/AgCl
- j. elektroda pembantu platina
- k. larutan NaCl 3,5%
- l. Potensiostat Autolab PGSTAT128N
- m. *software* NOVA

Bahan Penelitian :

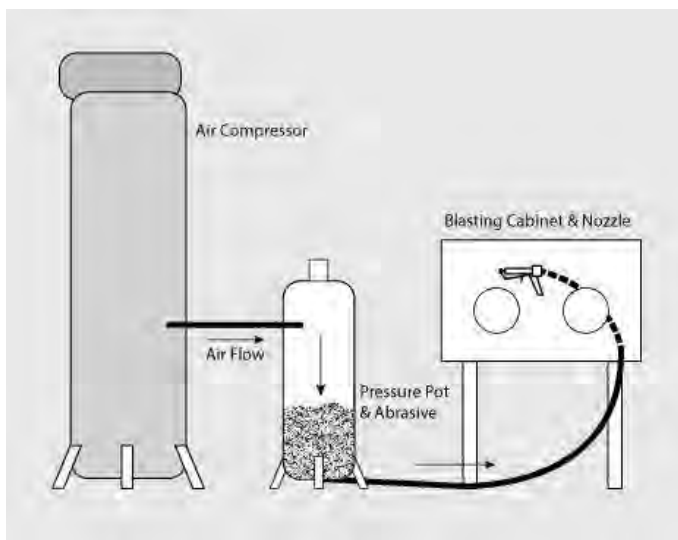
- a. Pelat baja A36 (100 mm x 100 mm x 10 mm)
- b. Material abrasif jenis *aluminium oxide*
- c. Material abrasif jenis *steel grit*
- d. Material abrasif jenis *volcanic sand*
- e. Cat primer jenis *epoxy* (Hempel's Hempadur Zinc 15360)
- f. Cat primer jenis *zinc rich* (Hempel's Galvosil 15700)

3. Persiapan Permukaan (*Dry Abrasive Blast Cleaning*)

Dalam tahap ini dilakukan proses pembersihan permukaan material baja A36 dengan menggunakan 3 jenis material abrasif yang berbeda yaitu: *aluminium oxide*, *steel grit*, *volcanic sand*, dengan ukuran material abrasif grit 16. Tingkat kebersihan yang ingin dicapai dalam proses *blasting* ini adalah SA 3 (ISO-8501-1) atau SP 5 (SSPC-SP).



Gambar 0.2 (a) *Alumunium Oxide*, (b) *Steel Grit*, (c) *Volcanic Sand*



Gambar 0.3 *Alat Blasting*

4. Inspeksi Visual Hasil *Blasting*

Setelah dilakukan proses *blasting*, spesimen di inspeksi secara visual dengan membandingkan hasil *blasting* dengan SSPC-VIS 1 - Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning. Jika spesimen belum sesuai dengan standar maka dilakukan *blasting* ulang, namun jika sudah sesuai maka dilanjutkan dengan pengujian kekasaran permukaan

5. Pengujian Kekasaran Permukaan

Setelah dilakukan inspeksi visual, spesimen diuji kekasaran permukaannya dengan alat *roughness meter*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan standart ASTM D4417.

Adapun langkah-langkah dalam melakukan pengujian ini antara lain :

- a. Menyiapkan peralatan uji seperti *roughness meter*, kaca ukuran 5 x 3 cm dan spesimen yang akan di uji.
- b. Mengkalibrasikan alat *roughness meter* dengan cara meletakkan alat uji ke atas kaca sampai menunjukkan angka 0.
- c. Setelah dilakukan proses kalibrasi, *roughness meter* diletakan diatas spesimen yang akan di uji.
- d. Langkah-langkah diatas dilakukan pada 15 titik tiap spesimen, kemudian dilakukan perhitungan rata-rata sebagai angka profil permukaan.



(a)



(b)

Gambar 0.4 a) Kalibrasi *Roughness Meter*, (b) Pengujian Spesimen

5. Proses *Coating*

Pengecatan dilakukan dengan menggunakan 2 jenis cat yaitu cat primer jenis *epoxy* (Hempel's Hempadur Zinc 15360) dan cat primer jenis *zinc rich* (Hempel's

Galvosil 15700). Proses pengecatan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan cat yang akan digunakan dengan mencampur komponen-komponen cat dengan *thinner*, lalu cat diaduk hingga tercampur dengan sempurna
- b. Masukkan cat ke dalam tabung *air spray gun*
- c. Melakukan *spray* beberapa kali pada kertas untuk mendapatkan konsistensi bentuk *spray*. Jika perlu, lakukan penyesuaian tekanan udara atau kekentalan cat.
- d. Tempatkan sampel panel pada *panel holder*, dan pegang *spray gun* dengan jarak 25-30 cm dari permukaan sampel panel. Lakukan gerakan *spray* dengan kecepatan 25-40 cm/detik.

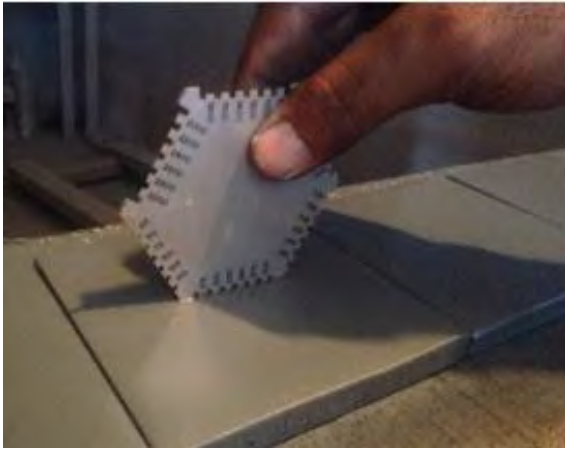
6. Pengujian *Wet Film Thickness*

Pengujian 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:

- a. *Wet film comb* ditekan tegak lurus 90° pada permukaan spesimen seperti pada gambar III.7 (a)
- b. Meletakkan *wet film comb* ke kertas lalu dicocokkan dengan *wet film comb*
- c. Menghindari *wet film comb* dengan selalu mengukur ketebalan film basah selama proses *spray* berlangsung. Pengecatan pada spesimen dilakukan hingga mencapai ketebalan yang ingin dicapai.



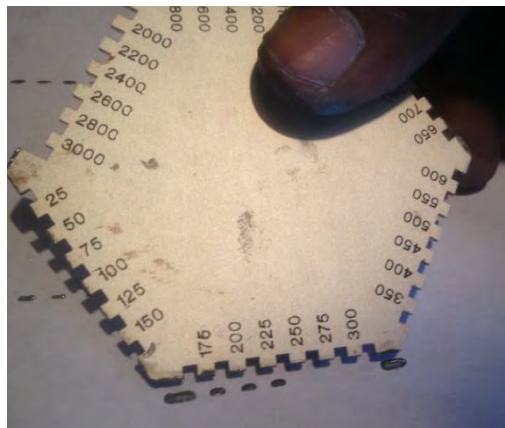
Gambar 0.5 Wet Film Comb



(a)



(b)



Gambar 0.6 (a) *Wet Film Comb* diletakan 90° pada spesimen, (b) *Wet Film Comb* diletakan di kertas, (c) *Wet Film Comb* dicocokkan

7. Pengujian *Dry Film Thickness*

Sesuai dengan standart ASTM D4138 pengujian ini harus dilakukan untuk mengukur ketebalan cat setelah kering, 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 jenis *coating thickness gauge* seperti pada gambar III.8.
- Pengukuran dilakukan dengan cara meletakkan *coating thickness gauge* di 5 area pada spesimen. Setiap area dilakukan pengukuran di 3 titik.
- Kemudian dilakukan perhitungan rata-rata untuk mendapatkan angka ketebalan film kering (DFT).

- d. Lakukan spray ulang pada waktu *overcoat interval*, jika ketebalan film kering di bawah tebal yang diinginkan.



Gambar 0.7 Coating Thickness Gauge



Gambar 0.8 Proses Pengukuran *DFT*

8. Pengujian Daya Lekat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui daya lekat atau kekuatan adhesi dari masing-masing cat yaitu cat *epoxy* dan *zinc rich* dengan menggunakan standart ASTM D4541. Alat yang digunakan untuk uji ini adalah *portable adhesive tester*. Adapun langkah-langkah pengujiannya sebagai berikut :

- a. Menyiapkan alat dan spesimen yang akan diuji seperti lem epoksi, alat *portable adhesive tester*, *dolly*, spesimen.
- b. *Dolly* dilekatkan pada spesimen dengan menggunakan lem epoksi.
- c. Mengkalibrasikan alat *portable adhesive tester* hingga menunjukkan angka nol, kemudian menentukan satuan, dalam penelitian ini menggunakan satuan Mpa.
- d. Kemudian tuas ditekan hingga sampel terlepas dengan *dolly*.
- e. Mencatat nilai kekuatan yang didapat dari pengujian ini



Gambar 0.9 *Portable Adhesive Tester*



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

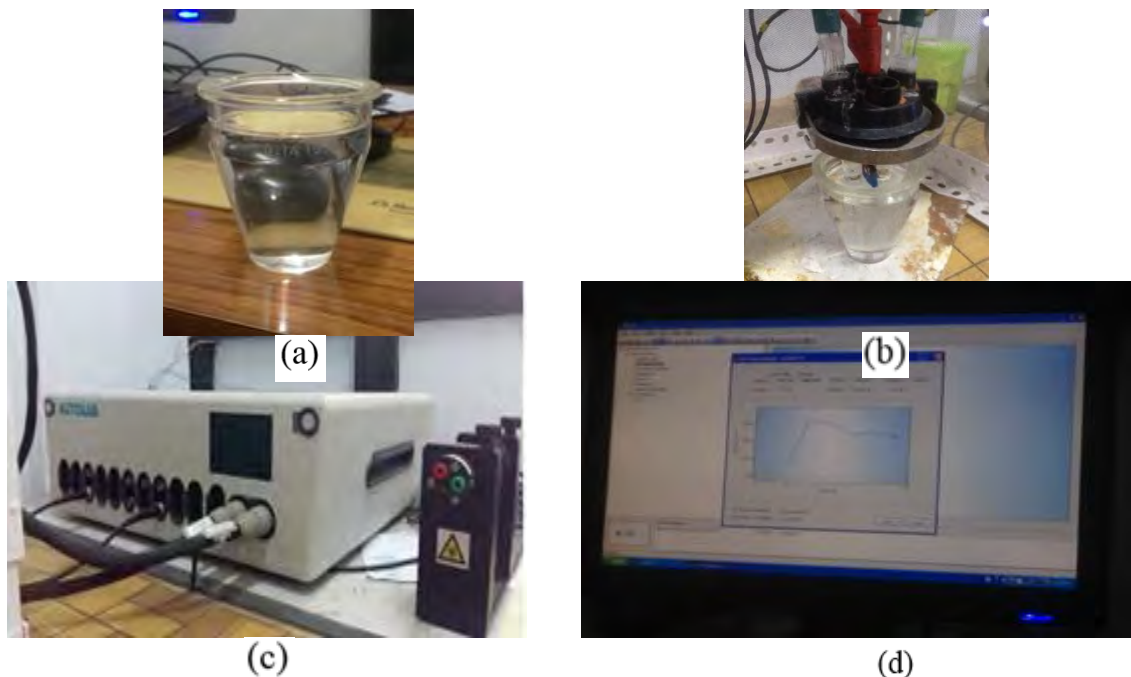
Gambar 0.10 (a) Mencampurkan lem epoksi, (b) Melekatkan *dolly* ke spesimen, (c) Setiap spesimen dilekatkan 3 *dolly*, (d) Pembersihan sisi luar *dolly*, (e) Kalibrasi alat *portable adhesive tester* hingga menunjukkan angka nol, (f) Tuas ditekan hingga sampel terlepas dengan *dolly*, (g) *Dolly* terlepas dari sampel, (h) Sampel setelah di *pull-off*

9. Pengujian Laju Korosi (Sel 3 elektroda)

Pengujian uji korosi untuk tugas akhir ini menggunakan sel 3 elektroda yang terhubung dengan peralatan potensiostat Autolab PGSTAT128N. Arus yang dihasilkan pada setiap tegangan yang diberikan dapat direkam oleh komputer yang sudah terdapat software NOVA. Pengujian ini berdasarkan ASTM G102. Sampel yang digunakan untuk pengujian ini berukuran (20 mm x 15 mm x 10 mm). Adapun Langkah – langkah yang dilakukan dalam proses pengujian laju korosi adalah sebagai berikut:

- a. Alat-alat dan bahan pengujian seperti spesimen uji, elektroda acuan Ag/AgCl, elektroda pembantu yaitu platina, larutan NaCl 3,5%, Potensiostat Autolab PGSTAT128N, *software* NOVA disiapkan.
- b. Masukkan cairan NaCl ke dalam gelas *beaker*
- c. Spesimen uji, elektroda Ag/AgCl, dan elektroda platina diletakkan di dalam gelas *beaker* dengan menggunakan tang penjepit, masing-masing elektroda tidak boleh saling bersentuhan.
- d. Pada *software* NOVA yang terhubung dengan seperangkat Potensiostat Autolab PGSTAT128N yang berfungsi sebagai sumber potensial diatur pada -500 mv sampai dengan +500 mv.

- e. Setelah itu, klik tanda “*start*” pada bagian kiri bawah komputer untuk memulai pengujian laju korosi. Proses *scanning* ini bertujuan untuk mencari nilai potensial yang akan digunakan untuk running pengujian spesimen tersebut.
- f. *Software* NOVA akan secara otomatis menampilkan grafik tafel yang dibuat secara bertahap ketika nilai potensial dari spesimen di temukan.
- g. Setelah grafik tafel terbentuk, 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. Data – data ini digunakan oleh software untuk menghitung laju korosinya.
- h. Nilai – nilai penting yang dibutuhkan untuk mengetahui besarnya laju korosi spesimen tersebut adalah laju korosi, kuat arus korosi, dan beda potensial korosi. Untuk mengetahui nilai - nilai ini dilakukan pengeplotan terhadap grafik.



Gambar 0.11 (a) Larutan NaCl 3.5%, (b) Spesimen Uji, Elektroda Ag/AgCl, dan Elektroda platina (c) Potensiostat Autolab PGSTAT128N, (d) Proses *scanning Software* NOVA

10. Pengujian Salt Spray

Uji salt spray dilakukan untuk mengetahui ketahanan material dan laju korosi yang terdapat pada spesimen dalam larutan NaCl 5%. Langkah-langkah yang dilakukan dalam uji ini adalah :

- a. Alat dan bahan uji yaitu Larutan NaCl 5%, spesimen yang telah di *coating*, *salt spray chamber*, lem epoksi, alat *portable adhesive tester*, *dolly*, spesimen disiapkan.
- b. Spesimen diletakkan pada *salt spray chamber* dengan variabel waktu berbeda yaitu : 96 dan 168 jam
- c. Spesimen dibersihkan dengan menggunakan cairan akuades
- d. Setelah spesimen dibersihkan, kembali dilakukan *pull-off test*
- e. *Dolly* dilekatkan pada spesimen yang telah di *salt spray* dengan menggunakan lem epoksi.
- f. Mengkalibrasikan alat *portable adhesive tester* hingga menunjukkan angka nol, kemudian menentukan satuan, dalam penelitian ini menggunakan satuan Mpa.
- g. Kemudian tuas ditekan hingga sampel terlepas dengan *dolly*.
- h. Mencatat nilai kekuatan yang didapat dari pengujian ini.

11. Langkah selanjutnya adalah melakukan analisa dan pembahasan mengenai data dari hasil pengujian tentang material abrasif untuk memiliki kekuatan lekat yang paling tinggi dalam proses *blasting*.

12. Lalu dilanjutkan dengan pembuatan kesimpulan yang sesuai dengan perumusan masalah dalam dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya sebagai penyempurnaan penelitian ini.

1.3 Rancangan Penelitian

Berdasarkan Diagram alir di atas maka dapat dibuat rancangan penelitian sebagai berikut :

Tabel 0.1 Rancangan Penelitian

Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Waktu Salt Spray (jam)	Surface Roughness	Dry Film Thickness Test	Wet Film Thickness Test	Pull-off Test	Salt Spray Test	Pull-Off Test setelah di Salt Spray
Material Abrasif Jenis Alumunium Oxide	Epoxy	0	√	√	√	√		
		72	√	√	√	√	√	√
		168	√	√	√	√	√	√
	Zinc Rich	0	√	√	√	√		
		72	√	√	√	√	√	√
		168	√	√	√	√	√	√
Material Abrasif Jenis Steel Grit	Epoxy	0	√	√	√	√		
		72	√	√	√	√	√	√
		168	√	√	√	√	√	√
	Zinc Rich	0	√	√	√	√		
		72	√	√	√	√	√	√
		168	√	√	√	√	√	√
Material Abrasif Jenis Volcanic Sand	Epoxy	0	√	√	√	√		
		72	√	√	√	√	√	√
		168	√	√	√	√	√	√
	Zinc Rich	0	√	√	√	√		
		72	√	√	√	√	√	√
		168	√	√	√	√	√	√

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1.4 Prosedur *Blasting* dan *Coating*

1.4.1 Proses *Blasting* dengan Material Abrasif *Aluminium Oxide* dengan Jenis Cat *Primer Epoxy*

<i>Blasting & Coating Operator</i>	: Aris (CV. Cipta Agung)
Proses <i>Blasting</i>	: <i>Dry Abrasive Blast Cleaning</i>
Proses <i>Coating</i>	: <i>Airless Spray Coating</i>
Material	: ASTM A-36
Dimensi Material	: 100 mm x 100 mm x 10 mm
Material Abrasif	: <i>Aluminium Oxide</i>
Grit Material Abrasif	: Grit 16
Tekanan Kompresor <i>Blasting</i>	: 5 bar
Jenis <i>Coating</i>	: Hempel's Hempadur Zinc 15360

1.4.2 Proses *Blasting* dengan Material Abrasif *Steel Grit* dengan Jenis Cat *Primer Epoxy*

<i>Blasting & Coating Operator</i>	: Aris (CV. Cipta Agung)
Proses <i>Blasting</i>	: <i>Dry Abrasive Blast Cleaning</i>
Proses <i>Coating</i>	: <i>Airless Spray Coating</i>
Material	: ASTM A-36
Dimensi Material	: 100 mm x 100 mm x 10 mm
Material Abrasif	: <i>Steel Grit</i>
Grit Material Abrasif	: Grit 16
Tekanan Kompresor <i>Blasting</i>	: 5 bar
Jenis <i>Coating</i>	: Hempel's Hempadur Zinc 15360

1.4.3 Proses *Blasting* dengan Material Abrasif *Volcanic Sand* dengan Jenis Cat *Primer Epoxy*

<i>Blasting & Coating Operator</i>	: Aris (CV. Cipta Agung)
Proses <i>Blasting</i>	: <i>Dry Abrasive Blast Cleaning</i>
Proses <i>Coating</i>	: <i>Airless Spray Coating</i>
Material	: ASTM A-36
Dimensi Material	: 100 mm x 100 mm x 10 mm
Material Abrasif	: <i>Volcanic Sand</i>
Grit Material Abrasif	: Grit 16
Tekanan Kompresor <i>Blasting</i>	: 5 bar
Jenis <i>Coating</i>	: Hempel's Hempadur Zinc 15360

1.4.4 Proses *Blasting* dengan Material Abrasif *Alumunium Oxide* dengan Jenis Cat *Primer Zinc Rich*

<i>Blasting & Coating Operator</i>	: Aris (CV. Cipta Agung)
Proses <i>Blasting</i>	: <i>Dry Abrasive Blast Cleaning</i>
Proses <i>Coating</i>	: <i>Airless Spray Coating</i>
Material	: ASTM A-36
Dimensi Material	: 100 mm x 100 mm x 10 mm
Material Abrasif	: <i>Alumunium Oxide</i>
Grit Material Abrasif	: Grit 16
Tekanan Kompresor <i>Blasting</i>	: 5 bar
Jenis <i>Coating</i>	: Hempel's Galvosil 15700

1.4.5 Proses *Blasting* dengan Material Abrasif *Steel Grit* dengan Jenis Cat *Primer Zinc Rich*

<i>Blasting & Coating Operator</i>	: Aris (CV. Cipta Agung)
--	--------------------------

Proses <i>Blasting</i>	: <i>Dry Abrasive Blast Cleaning</i>
Proses <i>Coating</i>	: <i>Airless Spray Coating</i>
Material	: ASTM A-36
Dimensi Material	: 100 mm x 100 mm x 10 mm
Material Abrasif	: <i>Steel Grit</i>
Grit Material Abrasif	: Grit 16
Tekanan Kompresor <i>Blasting</i>	: 5 bar
Jenis <i>Coating</i>	: Hempel's Galvosil 15700

1.4.6 Proses *Blasting* dengan Material Abrasif *Volcanic Sand* dengan Jenis *Cat Primer Zinc Rich*

<i>Blasting & Coating Operator</i>	: Aris (CV. Cipta Agung)
Proses <i>Blasting</i>	: <i>Dry Abrasive Blast Cleaning</i>
Proses <i>Coating</i>	: <i>Airless Spray Coating</i>
Material	: ASTM A-36
Dimensi Material	: 100 mm x 100 mm x 10 mm
Material Abrasif	: <i>Volcanic Sand</i>
Grit Material Abrasif	: Grit 16
Tekanan Kompresor <i>Blasting</i>	: 5 bar
Jenis <i>Coating</i>	: Hempel's Galvosil 15700

1.5 Proses *Blasting*

1.5.1 Hasil Proses *Blasting*

Proses *blasting* menggunakan metode *dry abrasive blast cleaning* memiliki beberapa keuntungan antara lain lebih ekonomis dan juga memiliki hasil yang baik. Untuk menambah daya lekat antara material dengan cat diperlukan persiapan

permukaan yang baik. Hal ini dikarenakan sekitar 80% keberhasilan dari teknik *coating* dipengaruhi oleh proses *surface preparation*.

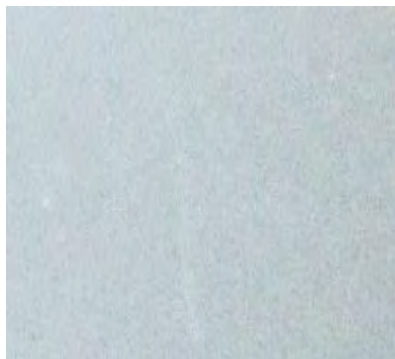
Dalam proses *blasting* dan *coating* untuk penelitian ini dilakukan variasi terhadap jenis material abrasif dan jenis cat yang akan digunakan. Proses *blasting* menggunakan material abrasif jenis *aluminium oxide*, *steel grit*, dan *volcanic sand* dengan grit 16. Tingkat kebersihan yang ingin dicapai dalam proses ini adalah SA 3 (ISO 8501-1).



Gambar 0.1 Spesimen A-36 sebelum di *Blasting*



Gambar 0.2 . Hasil *Blasting* dengan material abrasif *aluminium oxide* dengan tingkat kebersihan SA 3



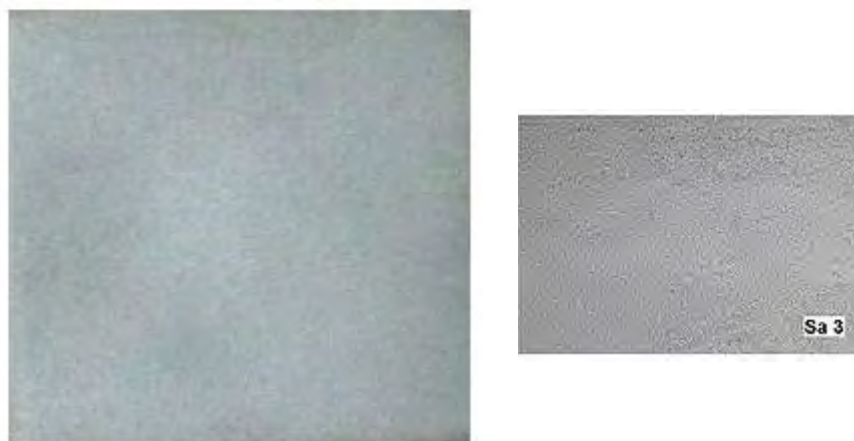
Gambar 0.3 Hasil *Blasting* dengan material abrasif *steel grit* dengan tingkat kebersihan SA 3



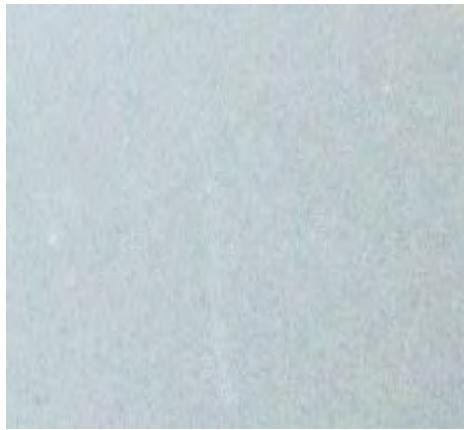
Gambar 0.4 Hasil *Blasting* dengan material abrasif *Volcanic Sand* dengan tingkat kebersihan SA 3

1.5.2 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 3 (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.



Gambar 0.5 Inspeksi visual hasil *Blasting* dengan material abrasif *Aluminium Oxide*



Gambar 0.6 Inspeksi visual hasil *Blasting* dengan material abrasif *Steel Grit*



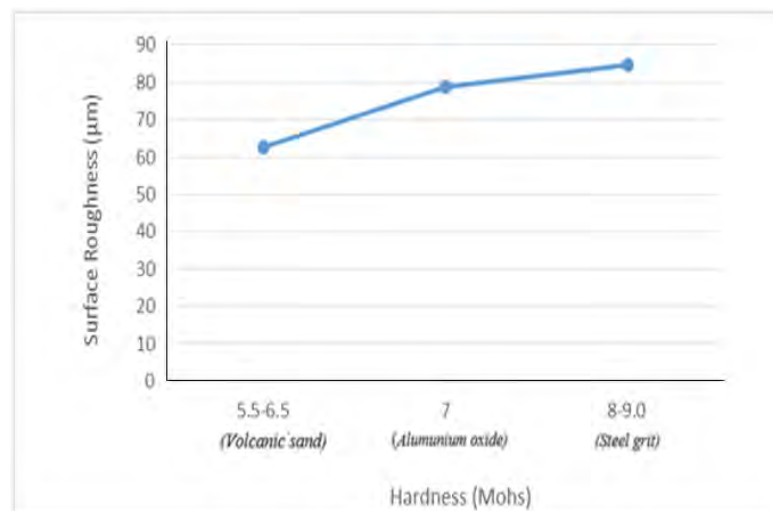
Gambar 0.7 Inspeksi visual hasil *Blasting* dengan material abrasif *Volcanic Sand*

Dari hasil inspeksi visual dapat dilihat bahwa seluruh material yang di *blasting* menggunakan *aluminium oxide*, *steel grit*, dan *volcanic sand* telah mencapai tingkat kebersihan SA 3 (ISO 8501-1). Ciri-ciri suatu material telah mencapai tingkat kebersihan SA 3 atau *white metal* adalah material memiliki permukaan yang bersih dari minyak, *grease*, debu, *mill scale*, karat, dan bekas cat lama, dan juga dalam tingkat kebersihan SA 3 ini, material akan memunculkan warna aslinya. Tingkat kebersihan SA 3 merupakan tingkat kebersihan yang paling baik diantara tingkat kebersihan yang lain nya, karena semakin minimal kehadiran kontaminan pada permukaan akan menambah kekuatan adhesi pada material.

1.6 Pengujian Kekasaran permukaan

1.6.1 Hasil Pengujian Kekasaran permukaan

Setelah proses inspeksi visual, spesimen diukur kekasaran permukaannya dengan menggunakan *roughness meter*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kedalaman profil pada material yang telah di *blasting*. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada spesimen, menunjukkan bahwa penggunaan material abrasif yang berbeda saat proses *blasting* menghasilkan nilai rata-rata yang berbeda pula. Hasil nilai kekasaran permukaan ditunjukkan pada table IV.1 dan gambar IV.8.



Gambar 0.8 Grafik nilai Kekasaran permukaan berdasarkan Kekerasan Material Abrasif

Tabel 0.1 Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

No Sample	Jenis Material Abrasif		
	Alumunium Oxide (μm)	Steel Grit (μm)	Volcanic Sand (μm)
1	99	87.4	53.3
2	88	97.9	86.6
3	67.6	77	72.3
4	86.3	87.6	67
5	67.3	99.8	54.3
6	80.6	92.5	67
7	89	69.7	78
8	77	76.6	53
9	74	78.6	77.3
10	74.4	92.6	53.6
11	80.2	84	62
12	71.3	87	54.3
13	66	72.3	68.4
14	76.3	87	52.5
15	76.2	80.3	59
16	58.3	62.6	53
17	72.4	71	68
18	75	93	47.3
Avg	78.61	84.71	62.61

1.6.2 Kesimpulan dari Pengujian Kekasaran Permukaan

Berdasarkan tabel IV.1 dan gambar IV.3 didapatkan nilai rata-rata kekasaran permukaan pada material yang di *blasting* menggunakan material abrasif jenis *volcanic sand* sebesar 62.61 μm , untuk material yang di *blasting* menggunakan material abrasif jenis *alumunium oxide* sebesar 78.61 μm , dan material yang di *blasting* menggunakan material abrasif jenis *steel* sebesar 84.71 μm .

Nilai rata-rata kekasaran permukaan dari material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* memiliki nilai rata-rata yang paling tinggi, kemudian diikuti oleh material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *alumunium oxide*, dan yang memiliki nilai rata-rata kekasaran permukaan paling kecil adalah material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *volcanic sand*. Material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* memiliki nilai rata-rata kekasaran permukaan paling tinggi diantara material lain dikarenakan nilai kekerasan material abrasif *steel grit* paling tinggi yaitu 8-9 MOHS, lalu diikuti oleh

material abrasif *aluminium oxide* yang memiliki nilai kekerasan sebesar 7 MOHS, dan yang terakhir adalah material abrasif *volcanic sand* yang memiliki nilai kekerasan 5.5-6.5 MOHS.

Dengan kata lain semakin tinggi nilai kekerasan partikel suatu material abrasif yang digunakan untuk proses *blasting*, maka akan semakin besar pula nilai kekasaran permukaan suatu material. Hal ini disebabkan karena dengan nilai kekerasan material abrasif yang semakin tinggi, maka energi yang dimiliki material abrasif juga semakin tinggi, sehingga ketika partikel ditembakkan terjadi tumbukkan dengan permukaan substrat dan terjadi deformasi yang semakin besar. Hal di atas senada dengan apa yang ditulis oleh (Bondan T, 2004) bahwa untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang lebih tinggi tidak dapat dilakukan dengan penambahan tekanan melainkan dengan mengganti partikel abrasif dengan partikel lain yang lebih kasar/keras. Dan juga semakin tinggi nilai rata-rata dari kekasaran permukaan suatu material akan menambah daya lekat antara cat dengan material, hal ini terjadi karena semakin bertambah nya luas permukaan di material.

1.7 Proses Coating

Selain proses persiapan permukaan, faktor lain yang menentukan baik dan buruknya proses pengecatan adalah keahlian dan pengalaman dari operator sangat menentukan hasil pengecatan itu sendiri. Pada proses pengecatan ada beberapa hal yang perlu diinspeksi dan diperhatikan, diantaranya yaitu:

1. Material Cat

Dalam penelitian ini hanya dilakukan proses aplikasi *coating primer*. Penulis menggunakan dua variasi jenis cat *primer* yaitu jenis *epoxy* dan *zinc rich*. Untuk cat *primer* jenis *epoxy*, cat yang digunakan adalah Hempel's Hempadur Zinc 15360 sedangkan untuk cat *primer* jenis *zinc rich* adalah Hempel's Galvosil 15700.

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 Hempadur Zinc 15360, rasio perbandingan antara part A yaitu *base* 15369 dan part B *curing agent* 95740 adalah 4:1. Sedangkan untuk

penambahan *thinner* karena menggunakan *air spray gun*, *thinner* yang digunakan sebanyak 50% *by volume*. Untuk cat *primer zinc rich* Hempel's Galvosil 15700, rasio perbandingan antara part A yaitu *liquid* 15709 dan part B Hempel's Zinc metal pigment 97170 adalah 3:1. Untuk penambahan *thinner* karena menggunakan *air spray gun*, *thinner* yang digunakan sebanyak 50% *by volume*.

3. *Volume Solid*

Volume solid adalah persentase dari tebal lapisan cat pada saat kering terhadap lapisan cat dalam kondisi basah (sewaktu dicat). *Volume solid* dari tiap jenis cat berbeda-beda dan dapat dilihat di *product data* tiap jenis cat. *Volume solid* berperan penting dalam menentukan ketebalan lapisan cat yang akan dicapai. Menurut data sheet (*terlampir*), volume solid dari cat *primer* jenis *epoxy* (Hempel's Hempadur Zinc 15360) adalah 50%. Sedangkan untuk dengan dari cat *primer* jenis *zinc rich* (Hempel's Galvosil 15700) yang memiliki volume solid 64%.

4. *Curing Time*

Curing time merupakan waktu yang dibutuhkan cat untuk mengering, ada 3 jenis curing time pada cat yaitu:

- *Full cured*: Waktu yang dibutuhkan suatu lapisan cat untuk mencapai kondisi kering sepenuhnya.
- *Dry to touch*: Waktu yang dibutuhkan oleh lapisan cat untuk mencapai kondisi permukaan cukup kering bila disentuh.
- *Dry to handle*: Kondisi permukaan lapisan cat di mana baja yang dicat dapat diangkut atau dipindahkan tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan lapisan cat yang berarti.

5. *Air Blotter Check*

Air Blotter Check adalah proses inspeksi terhadap kandungan tekanan udara yang digunakan sebagai penggerak agitator dan *pressure gauge*. Kriteria penerimaannya yaitu tidak boleh mengalami oil kontaminasi, maksudnya yaitu tidak boleh mengandung bahan oil.

5. *Air Spray Gun*

Pada penelitian ini proses *coating* dilakukan dengan metode *air spray gun*, kelebihan dari penggunaan metode ini antara lain :

- Atomisasi cat lebih lembut, hasil pengecatan lebih halus
- Penggunaan peralatan ini sangat mudah karena pengatur pengontrol cat, kelebaran sudut semprot, dan volume angin terletak pada *spray gun*.
- Lebih ekonomis
- Bisa digunakan untuk pengecatan bertekstur
- Untuk mengganti warna cat dapat dengan mudah dilakukan dengan hanya mengganti *suction cup*

4.4.1 Pengujian Wet Film Thickness (WFT)

Untuk mendapatkan ketebalan cat yang dibutuhkan pada spesimen, selama proses aplikasi cat dilakukan pengujian *wet film thickness*. *Wet Film Thickness* adalah proses pengecekan ketebalan cat dalam keadaan cat masih basah. Untuk melakukan pengujian ini alat yang dipakai adalah *wet film comb*. Rumus yang digunakan dalam pengujian ini adalah :

$$\text{Wet Film Thickness} = \frac{\text{Dry Film Thickness}}{\% \text{Volume Solid}}$$

Nilai presentase *volume solid* dapat diketahui dari *product data* tiap jenis cat. Untuk penelitian kali ini ketebalan cat maksimum yang ingin dicapai adalah 150 μm , pada tabel IV.2 terdapat perhitungan *wet film thickness*.

Tabel 0.2 Perhitungan *Wet Film Thickness*

Jenis Cat	Dry Film Thickness (μm)	Volume Solid (%)	Wet Film Thickness (μm)
Epoxy	150	50%	300
Zinc Rich	150	64%	234.4

Menurut *product data (terlampir)*, *volume solid* dari cat *primer* jenis *epoxy* (Hempel's Hempadur Zinc 15360) adalah 50%. Jadi untuk menghasilkan *dry film thickness* sebesar 150 μm , maka *wet film thickness* yang dijadikan acuan adalah 300 μm , sedangkan untuk cat *primer* jenis *zinc rich* (Hempel's Galvosil 15700) yang

memiliki *volume solid* dari adalah 64%, untuk menghasilkan *dry film thickness* sebesar 150 μm , maka *wet film thickness* yang dijadikan acuan adalah 246 μm .

4.4.2 Hasil Proses *Coating*

Proses *coating* dilakukan setelah inspeksi visual hasil *blasting* dan pengukuran nilai kekasaran permukaan selesai dilakukan. Rentang waktu maksimal yang dianjurkan dilakukan proses *coating* adalah 3-4 jam setelah proses *blasting*. Tidak dianjurkan melakukan proses *coating* melebihi rentang waktu tersebut karena jika dilakukan proses *coating* lebih dari 3-4 jam setelah proses *blasting* akan banyak debu yang menempel pada permukaan material, dan uap air pun juga akan menempel pada permukaan 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. Sebaiknya proses *coating* tidak dilakukan pada ruangan dengan suhu rendah dan lembab, karena hal tersebut dapat mempengaruhi hasil *coating*, dan juga bisa membuat cacat pada hasil *coating*. Untuk hasil pengecatan dengan cat *primer epoxy* ditunjukkan pada gambar 4.9 dan hasil pengecatan dengan cat *primer zinc rich* ditunjukkan pada gambar 4.10



Gambar 0.9 Material yang di *coating* menggunakan cat *primer epoxy*



Gambar 0.10 Material yang di *coating* menggunakan cat *primer zinc rich*

Pencatatan pada saat proses *blasting* dan *coating* menggunakan metode *dry abrasive blast cleaning* dan *air spray gun* didapatkan data-data seperti pada tabel berikut:

Tabel 0.3 Hasil *record* proses *coating* menggunakan cat *primer epoxy*

Spesimen	Metode Blasting	Jenis Material Abrasif	Ukuran Grit Material Abrasif	Jenis Cat	Metode Coating
A-E-1	Dry Abrasive Blast Cleaning	Aluminium Oxide	Grit 16	Cat Primer Epoxy	Air Spray Gun
A-E-2					
A-E-3					
A-E-4					
A-E-5					
A-E-6					
A-E-7					
A-E-8					
A-E-9					
S-E-1	Dry Abrasive Blast Cleaning	Steel Grit	Grit 16	Cat Primer Epoxy	Air Spray Gun
S-E-2					
S-E-3					
S-E-4					
S-E-5					
S-E-6					
S-E-7					
S-E-8					
S-E-9					
V-E-1	Dry Abrasive Blast Cleaning	Volcanic Sand	Grit 16	Cat Primer Epoxy	Air Spray Gun
V-E-2					
V-E-3					
V-E-4					
V-E-5					
V-E-6					
V-E-7					
V-E-8					
V-E-9					

Tabel 0.4 Hasil *record* proses *coating* menggunakan cat *primer zinc rich*

Spesimen	Metode Blasting	Jenis Material Abrasif	Ukuran Grit Material	Jenis Cat	Metode Coating
A-Z-1	Dry Abrasive Blast Cleaning	Aluminium Oxide	Grit 16	Cat Primer Zinc Rich	Air Spray Gun
A-Z-2					
A-Z-3					
A-Z-4					
A-Z-5					
A-Z-6					
A-Z-7					
A-Z-8					
A-Z-9					
S-Z-1	Dry Abrasive Blast Cleaning	Steel Grit	Grit 16	Cat Primer Zinc Rich	Air Spray Gun
S-Z-2					
S-Z-3					
S-Z-4					
S-Z-5					
S-Z-6					
S-Z-7					
S-Z-8					
S-Z-9					
V-Z-1	Dry Abrasive Blast Cleaning	Volcanic Sand	Grit 16	Cat Primer Zinc Rich	Air Spray Gun
V-Z-2					
V-Z-3					
V-Z-4					
V-Z-5					
V-Z-6					
V-Z-7					
V-Z-8					
V-Z-9					

1.8 Pengujian *Dry Film Thickness*

1.8.1 Hasil Pengujian *Dry Film Thickness*

Setelah spesimen dikeringkan dengan media udara, maka tahapan selanjutnya adalah pengujian *dry film thickness*. Pengujian ini adalah pengukuran ketebalan lapisan cat setelah cat kering. Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah *coating thickness gauge*. Pengukuran dilakukan dengan cara meletakkan *coating thickness gauge* di 5 area pada spesimen. Setiap area dilakukan pengukuran di 3 titik. Kemudian dilakukan perhitungan rata-rata untuk mendapatkan angka ketebalan film kering (DFT).

Ketebalan lapisan cat sebaiknya disesuaikan dengan *product data* cat, karena jika lapisan cat terlalu tebal tidak menjamin *coating* tersebut dapat melindungi

material dengan baik. Karena semakin tebal suatu lapisan cat memiliki resiko kegagalan coating yang lebih besar antara lain:

1. *Drying Trouble*

Drying Trouble adalah proses pengeringan lapisan cat yang tidak sempurna. Hal ini disebabkan karena lapisan cat terlalu tebal, dan proses pengecatan dilakukan pada kondisi yang terlalu rendah dan lembab. Ada beberapa cara untuk mencegah terjadinya *drying trouble* yaitu mengaplikasikan sesuai dengan yang di rekomendasikan, menghindari pengecatan pada suhu rendah dan lembab, pastikan sirkulasi udara berjalan baik selama proses pengecatan. Sedangkan untuk perbaikan pengecatan yang mengalami *drying trouble*, adalah dengan mengatur sistem udara dan meletakkan material di daerah yang memiliki suhu sedang dan tidak lembab namun hindari pemanasan yang terlalu berlebihan untuk menghindari terjadinya wrinkling pada lapisan cat.

2. *Blistering*

Blistering merupakan pengelembungan cat pada permukaan. Hal ini bisa disebabkan oleh lapisan cat yang terlalu tebal, dan interval pengecatan yang terlalu cepat penyebab lain timbulnya *blistering* adalah interval pengecatan yang terlalu cepat. Untuk mencegah terjadinya *blistering* dapat dilakukan dengan memastikan permukaan yang akan dicat dalam keadaan bersih dan kering. Untuk mengatasi *blistering* adalah dengan cara membersihkan lapisan cat yang menggelembung sampai ke permukaan material kemudian dilakukan proses pengecatan kembali.

3. *Wrinkling*

Wrinkling biasanya ditandai dengan terbentuknya kerutan-kerutan pada bagian atas lapisan cat, sehingga menjadi berkulit. Penyebab *wrinkling* antara lain pengecatan dilakukan sekaligus tebal sehingga permukaan lapisan cat mengering lebih cepat dibandingkan lapisan cat bagian bawah, aplikasi cat antar lapisan terlalu cepat sehingga ketika lapisan cat yang pertama belum kering sempurna sudah tertutup oleh lapisan cat berikutnya dan pengenceran (pemakaian thinner) yang tidak sesuai. Untuk mencegah terjadinya *wrinkling* dapat mengaplikasikan cat tipis-tipis dengan jarak waktu pengeringan yang cukup untuk memberikan kesempatan

setiap lapisan cat dapat mengering dengan sempurna dan juga dengan menggunakan cat dengan kualitas baik dan aplikasikan sesuai dengan yang direkomendasikan. Sedangkan untuk perbaikan pengecatan yang mengalami *wrinkling*, adalah membersihkan permukaan material dari seluruh lapisan cat, lalu mengulangi proses pengecatan dari awal.

Untuk penelitian kali ini seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa nilai DFT maksimum dari tiap material adalah 150 μm sedangkan untuk *acceptance criteria* minimum dari DFT adalah 5% dari *surface roughness*. Nilai *acceptance criteria* maksimum dan minimum DFT dari penelitian ini ditunjukkan di tabel IV.5

Tabel 0.5 *Acceptance criteria* DFT

Jenis Material Abrasif	Surface Roughness (μm)	Minimum DFT 5% (μm)	Maksimum DFT (μm)
Aluminium Oxide	78.61	82.54	150
Steel Grit	84.71	88.95	150
Volcanic Sand	62.61	65.74	150

Untuk hasil dari pengujian *dry film thickness* ditunjukkan di tabel IV.6

Tabel 0.6 Hasil Pengujian DFT

Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Dry Film Thickness Test (μm)									Average (μm)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Aluminium Oxide	Epoxy	139.2	146	117	114.8	132.2	123.2	139	110.3	150	130.19
	Zinc Rich	105.7	118	109.9	123.3	113.3	112	103.73	108.6	109.2	111.53
Steel Grit	Epoxy	122.98	134.17	139.00	126.00	135.60	149.30	123.50	137.30	138.4	134.03
	Zinc Rich	141.30	138.00	133.00	96.76	126.90	123.30	112.90	93.40	149.80	123.93
Volcanic Sand	Epoxy	139.60	142.60	124.78	128.50	148.65	142.50	98.20	129.10	111.67	129.51
	Zinc Rich	119.40	138.53	144.67	134.6	133.54	122.76	98.53	105.46	89.20	120.74

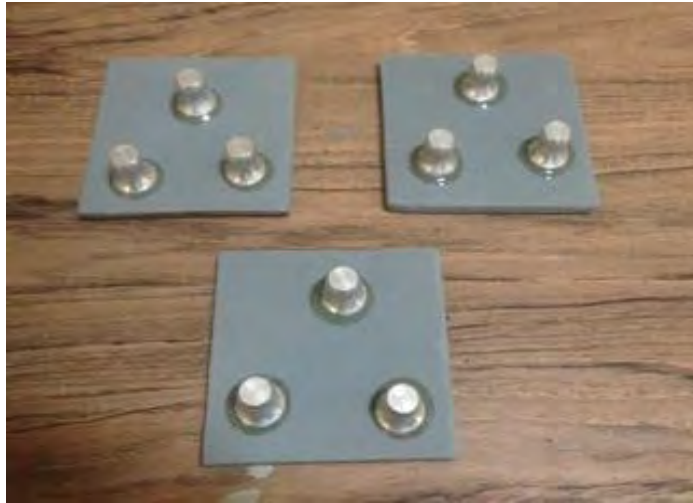
Dari hasil pengujian *dry film thickness*, didapatkan hasil bahwa rata-rata DFT untuk material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *aluminium oxide* lalu di *coating* dengan cat *primer epoxy* dan cat *primer zinc rich* secara berturut-turut memiliki nilai sebesar 130.19 μm , 111.53 μm , untuk material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* lalu di *coating* dengan cat *primer epoxy* dan cat *primer zinc rich* secara berturut-turut memiliki nilai sebesar 134.03 μm dan 123.93 μm , sedangkan untuk material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *volcanic sand* lalu di *coating* dengan cat *primer epoxy* dan cat *primer zinc rich* secara berturut-turut memiliki nilai sebesar 129.21 μm dan 120.74 μm . Nilai rata-rata dari ketebalan spesimen melebihi *acceptance criteria* minimal yaitu 5% dari *surface roughness* dan dibawah nilai *acceptance criteria* maksimal yaitu 150 μm .

1.9 Pengujian Daya Lekat

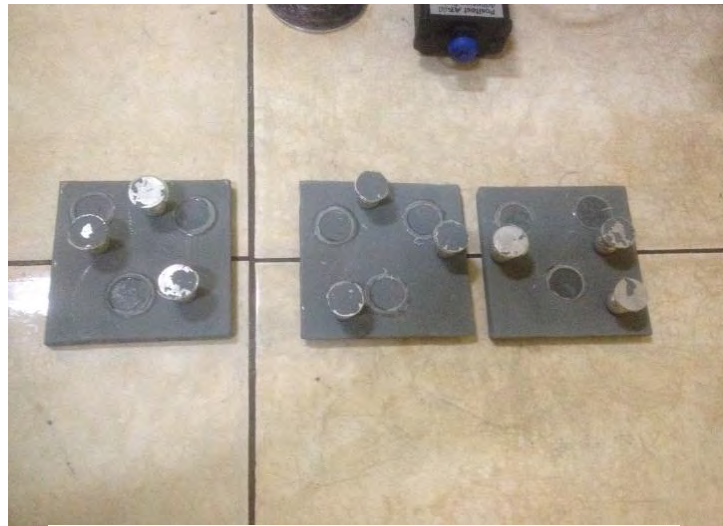
1.9.1 Hasil Pengujian Daya Lekat

Setelah dilakukan pengujian *dry film thickness*, dilakukan pengujian daya lekat terhadap spesimen. Pengujian daya lekat dilakukan untuk mengukur kekuatan daya lekat cat dengan antara lapisan cat dengan substrat. Standart yang digunakan untuk pengujian ini adalah ASTM D4541-02. Standar NORSOK M-501 memberikan nilai kekuatan adhesi minimum yaitu 5 MPa.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam pengujian daya lekat antara lain metode *X-cut tape test*, metode *cross-cut tape*, dan metode *pull-off*. Dalam penelitian ini metode yang dipakai adalah metode *pull-off*. Untuk melakukan pengujian ini hal yang harus dilakukan adalah menempelkan 3 *pin dolly* menggunakan lem epoksi sehari sebelum dilakukan pengujian, hal ini dimaksudkan agar *pin dolly* menempel dengan sempurna ke spesimen. Lalu setelah *pin dolly* menempel dengan sempurna, lepaskan sisa *epoxy adhesive* dari sisi *dolly* dengan menggunakan *dolly cutter*, letakkan piringan (*base support ring*) untuk dudukan *adhesion tester*, dan tarik *dolly* dengan alat *adhesion tester* sampai *dolly* terlepas.



Gambar 0.11 Spesimen yang telah dilekatkan *pin dolly*



Gambar 0.12 Spesimen yang telah di *pull-off*

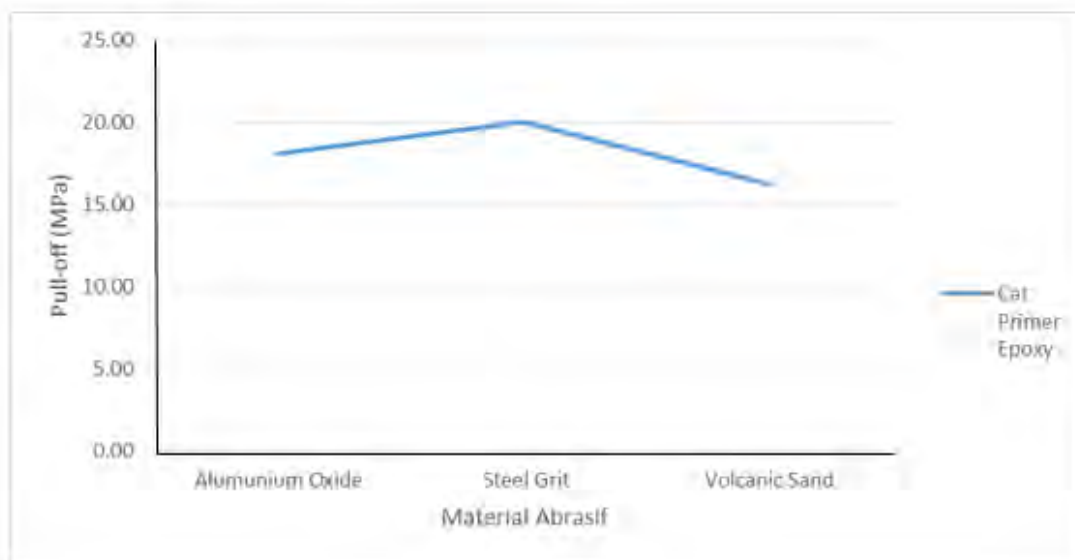


Gambar 0.13 Spesimen yang telah di *pull-off*

Data hasil pengujian daya lekat untuk spesimen yang di *coating* menggunakan cat *primer epoxy* ditunjukkan pada tabel IV.7 dan gambar IV.13

Tabel 0.7 Hasil Pengujian Daya Lekat Terhadap Spesimen dengan Cat *Primer Epoxy*

Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Pull-off Test (MPa)			Average (MPa)
		1	2	3	
Alumunium Oxide	Epoxy	15.88	17.83	20.49	18.07
Steel Grit	Epoxy	21.23	19.40	19.50	20.04
Volcanic Sand	Epoxy	15.40	17.60	15.60	16.20



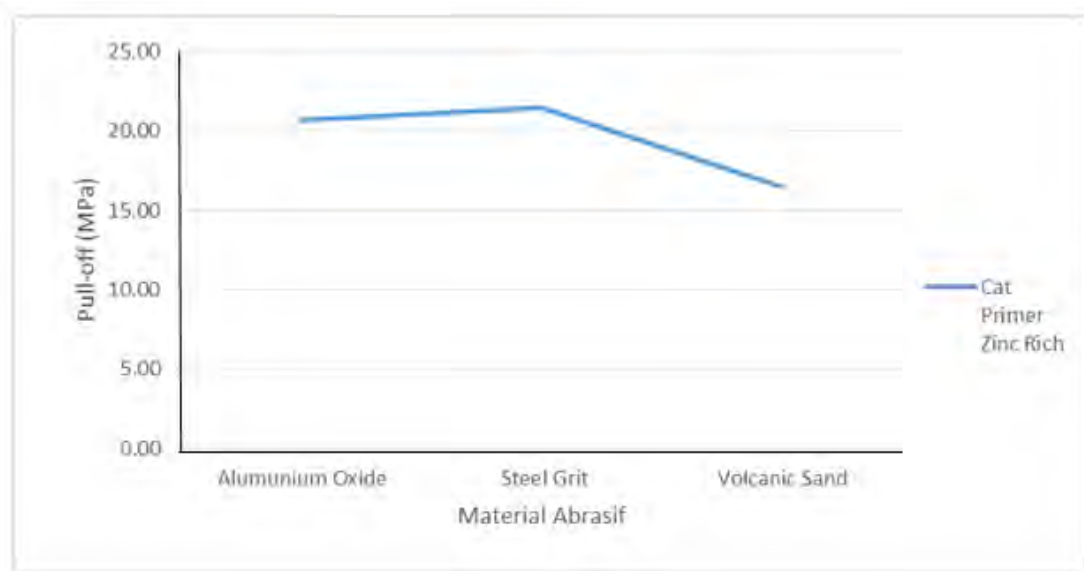
Gambar 0.14 Grafik Nilai Daya Lekat untuk Material dengan Cat *Primer Epoxy*

Dari hasil pengujian daya lekat diperoleh hasil bahwa spesimen yang menggunakan material abrasif *alumunium oxide* dan cat *primer epoxy* memiliki nilai kekuatan daya lekat cat sebesar 18.07 MPa, untuk spesimen yang menggunakan material abrasif *steel girt* dan cat *primer epoxy* memiliki nilai kekuatan daya lekat cat sebesar 20.04 MPa, sedangkan spesimen yang menggunakan material abrasif *volcanic sand* dan cat *primer epoxy* memiliki nilai kekuatan daya lekat cat sebesar 16.20 MPa.

Untuk data hasil pengujian daya lekat untuk spesimen yang di *coating* menggunakan cat *primer zinc rich* ditunjukkan pada tabel IV.8 dan gambar IV.14

Tabel 0.8 Hasil Pengujian Daya Lekat Terhadap Spesimen dengan Cat Primer Zinc Rich

Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Pull-off Test (MPa)			Average (MPa)
		1	2	3	
Alumunium Oxide	Zinc Rich	21.68	20.15	20.10	20.64
Steel Grit	Zinc Rich	22.53	20.48	21.38	21.46
Volcanic Sand	Zinc Rich	16.20	15.08	18.20	16.49



Gambar 0.15 Grafik Nilai Daya Lekat untuk Material dengan Cat *Primer Zinc Rich*

Untuk pengujian daya lekat material yang menggunakan cat *primer zinc rich*, hasil yang diperoleh adalah spesimen yang menggunakan material abrasif *alumunium oxide* dan cat *primer zinc rich* memiliki nilai kekuatan daya lekat cat sebesar 20.64 MPa, untuk spesimen yang menggunakan material abrasif *steel girt* dan cat *primer zinc rich* memiliki nilai kekuatan daya lekat cat sebesar 21.64 MPa, sedangkan spesimen yang menggunakan material abrasif *volcanic sand* dan cat *primer zinc rich* memiliki nilai kekuatan daya lekat cat sebesar 16.49 MPa.

1.9.2 Kesimpulan dari Pengujian Daya Lekat

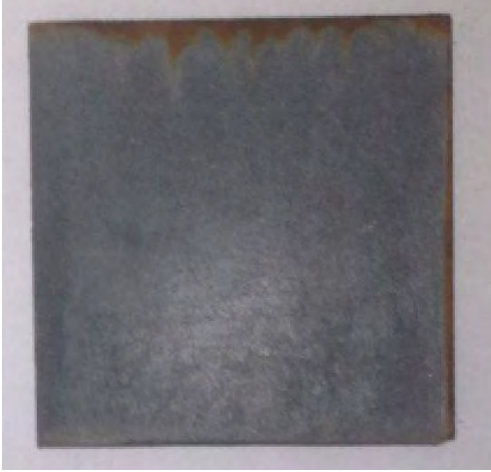

Dapat diketahui dari hasil pengujian daya lekat bahwa spesimen yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* memiliki nilai daya lekat yang paling tinggi baik spesimen yang di *coating* menggunakan cat *primer epoxy* maupun spesimen yang di *coating* menggunakan cat *primer zinc rich*. Hal ini terjadi karena permukaan spesimen yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit*, memiliki struktur permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan spesimen yang di *blasting* menggunakan material abrasif *aluminium oxide*, maupun spesimen yang di *blasting* menggunakan material abrasif *volcanic sand*. Semakin kasar suatu permukaan material akan menambah area kontak antara cat dan substrat, sehingga akan menambah kekuatan lekat cat, ketika permukaan lebih halus maka cat akan kehilangan *mechanical interlocking* dengan substrat yang akan mengurangi kekuatannya (Vitosyto, 2012). Lebih kasar nya permukaan spesimen yang menggunakan material abrasif *steel grit* dipengaruhi oleh kekerasan partikel material abrasif *steel grit*. Nilai kekerasan partikel material abrasif *steel grit* lebih keras dibandingkan nilai kekerasan partikel material abrasif lainnya. Jadi semakin tinggi 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.

1.10 Pengaruh Salt spray 5% NaCl Terhadap Daya Lekat

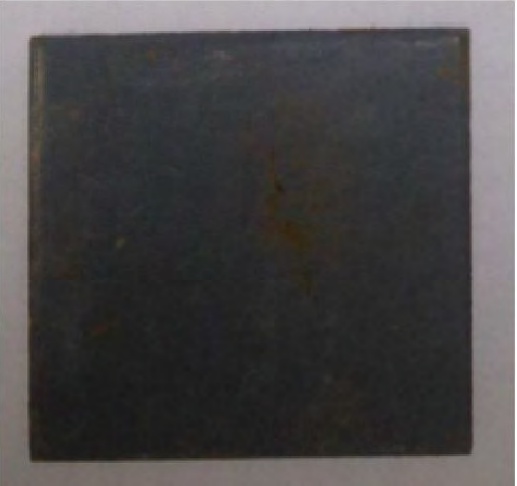

1.10.1 Hasil Pengujian Salt spray 5% NaCl



Untuk mensimulasikan keadaan di lingkungan yang korosif seperti area *splash zone* maka dilakukan pengujian *salt spray*. Pengujian *salt spray* dilakukan selama 72 jam, dan 168 jam dengan kadar NaCl 5% (ASTM B117). Dari hasil uji *salt spray* dapat dilihat pengaruhnya terhadap daya lekat pada cat untuk memproteksi spesimen uji dari lingkungan korosif dengan perlakuan permukaan berbeda.

Tabel 0.9 Foto spesimen setelah di *salt spray* dengan cat *primer epoxy*



Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Waktu Salt Spray	Foto Spesimen
Alumunium Oxide	Cat Primer Epoxy	72 jam	
Alumunium Oxide	Cat Primer Epoxy	168 jam	

Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Waktu Salt Spray	Foto Spesimen
------------------------	-----------	------------------	---------------



Steel Grit	Cat Primer Epoxy	72 jam	
Steel Grit	Cat Primer Epoxy	168 jam	

Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Waktu Salt Spray	Foto Spesimen
Volcanic Sand	Cat Primer Epoxy	72 jam	
Volcanic Sand	Cat Primer Epoxy	168 jam	

Tabel 0.10 Foto spesimen setelah di *salt spray* dengan cat *primer zinc rich*

Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Waktu Salt Spray	Foto Spesimen
Alumunium Oxide	Cat Primer Zinc Rich	72 jam	
Alumunium Oxide	Cat Primer Zinc Rich	168 jam	

Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Waktu Salt Spray	Foto Spesimen
Steel Grit	Cat Primer Zinc Rich	72 jam	
Steel Grit	Cat Primer Zinc Rich	168 jam	

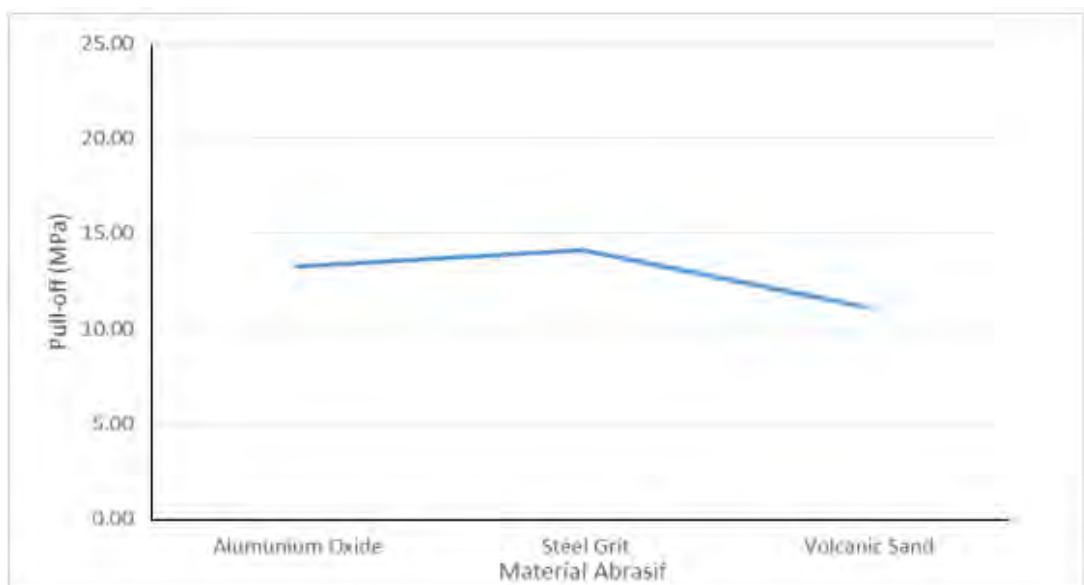
Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Waktu Salt Spray	Foto Spesimen
Volcanic Sand	Cat Primer Zinc Rich	72 jam	
Volcanic Sand	Cat Primer Zinc Rich	168 jam	

Setelah dilakukan uji *salt spray* dengan larutan NaCl 5% selama 72 jam dan 168 jam pada spesimen, dilakukan pengujian daya lekat untuk melihat pengaruh NaCl 5% terhadap daya lekat cat. Nilai daya lekat setelah dilakukan uji *salt spray* selama 72 jam untuk *cat primer epoxy* dapat dilihat pada tabel IV.11 dan gambar

IV.16, sedangkan nilai daya lekat setelah dilakukan uji *salt spray* selama 72 jam untuk *cat primer zinc rich* dapat dilihat pada tabel IV.12 dan gambar IV.17.

Tabel 0.11 Hasil Pengujian Daya Lekat Terhadap Spesimen dengan *Cat Primer Epoxy* setelah di *salt spray* 72 jam

Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Pull-off Test (MPa)			Average (MPa)
		1	2	3	
Alumunium Oxide	Epoxy	13.24	12.95	13.54	13.24
Steel Grit	Epoxy	14.28	15.49	12.68	14.15
Volcanic Sand	Epoxy	11.64	9.68	12.11	11.14

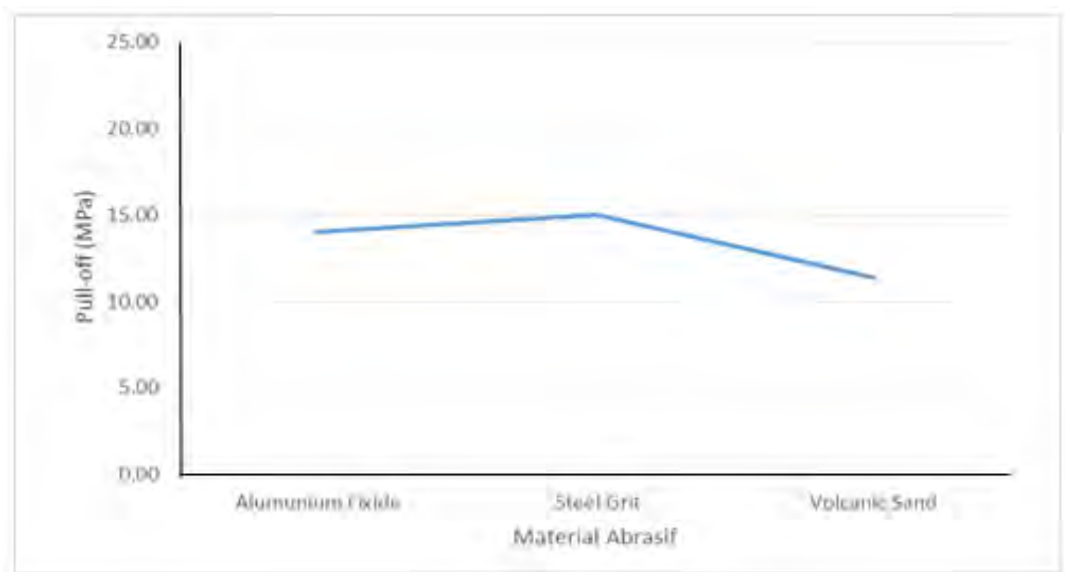


Gambar 0.16 Grafik Nilai Daya Lekat untuk Material dengan *Cat Primer Epoxy* setelah di *salt spray* 72 jam

Dari hasil pengujian *salt spray* selama 72 jam untuk *cat primer epoxy*, spesimen yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* memiliki nilai daya lekat yang terbesar yaitu 14.15 MPa, pada spesimen yang di *blasting* menggunakan *alumunium oxide* nilai daya lekat adalah 13.24 MPa, dan nilai daya lekat spesimen yang menggunakan *volcanic sand* yaitu sebesar 11.14 MPa.

Tabel 0.12 Hasil Pengujian Daya Lekat Terhadap Spesimen dengan Cat *Primer Zinc Rich* setelah di *salt spray* 72 jam

Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Pull-off Test (MPa)			Average (MPa)
		1	2	3	
Alumunium Oxide	Zinc Rich	13.99	13.26	14.84	14.03
Steel Grit	Zinc Rich	14.02	16.44	14.67	15.04
Volcanic Sand	Zinc Rich	11.27	10.40	12.40	11.36



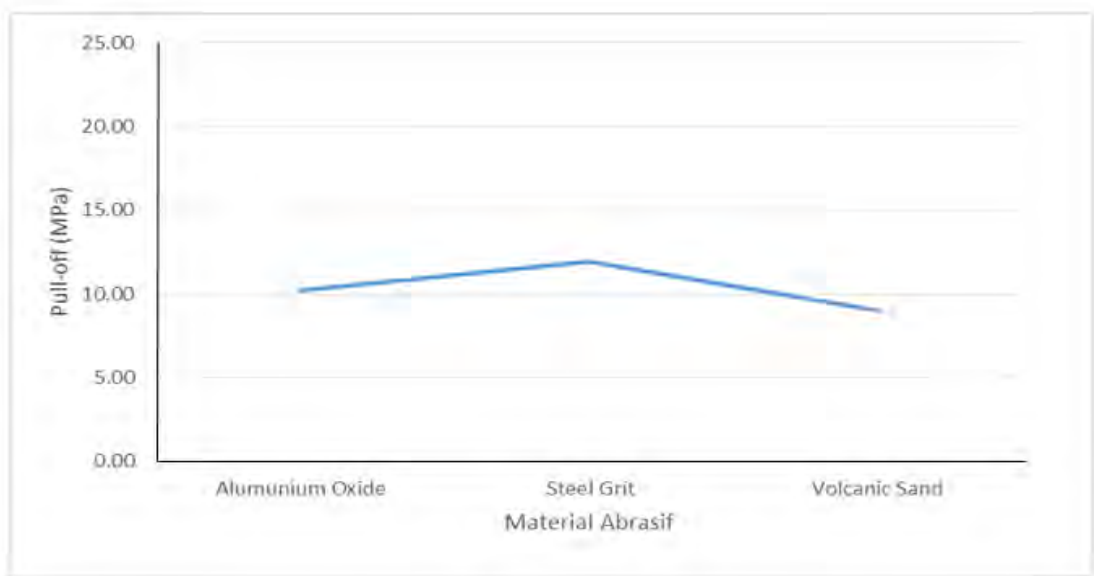
Gambar 0.17 Grafik Nilai Daya Lekat untuk spesimen dengan Cat *Primer Zinc Rich* setelah di *salt spray* 72 jam

Hasil pengujian *salt spray* selama 72 jam untuk cat *primer zinc rich*, spesimen yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* memiliki nilai daya lekat yang sebesar 15.04 MPa, pada spesimen yang di *blasting* menggunakan *alumunium oxide* nilai daya lekat adalah 14.03 MPa, dan nilai daya lekat spesimen yang menggunakan *volcanic sand* yaitu sebesar 11.36 MPa.

Nilai daya lekat setelah dilakukan uji *salt spray* selama 168 jam untuk cat *primer epoxy* dapat dilihat pada tabel IV.13 dan gambar IV.18, sedangkan nilai daya lekat setelah dilakukan uji *salt spray* selama 168 jam untuk cat *primer zinc rich* dapat dilihat pada tabel IV.14 dan gambar IV.19.

Tabel 0.13 Hasil Pengujian Daya Lekat Terhadap Spesimen dengan Cat *Primer epoxy* setelah di *salt spray* 168 jam

Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Pull-off Test (MPa)			Average (MPa)
		1	2	3	
Aluminium Oxide	Epoxy	9.63	8.88	12.18	10.23
Steel Grit	Epoxy	12.27	9.96	13.50	11.91
Volcanic Sand	Epoxy	9.58	9.09	8.40	9.02

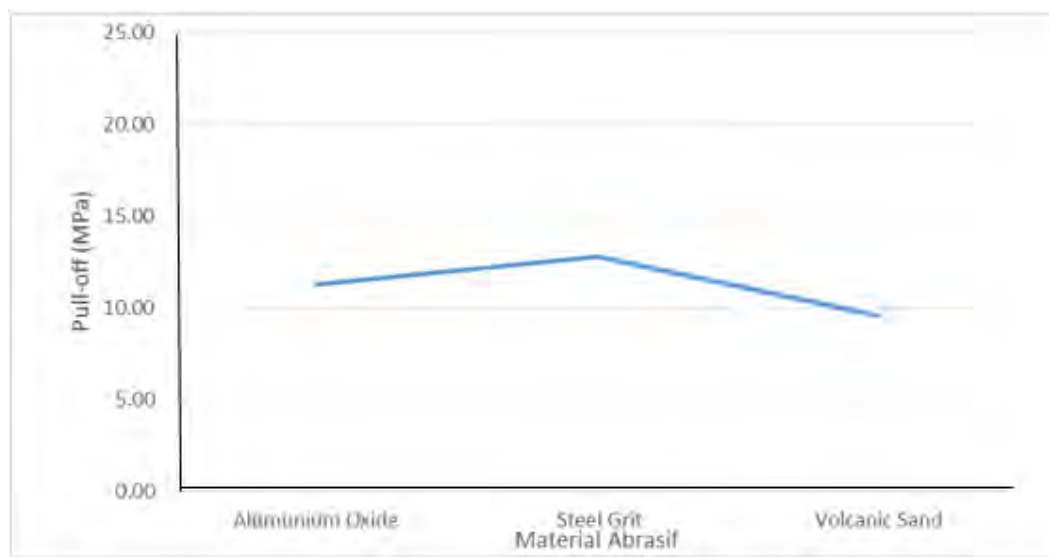


Gambar 0.18 Grafik Nilai Daya Lekat untuk Material dengan Cat *Primer epoxy* setelah di *salt spray* 168 jam

Hasil pengujian *salt spray* selama 168 jam untuk cat *primer epoxy*, spesimen yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* memiliki nilai daya lekat yang sebesar 10.23 MPa, pada spesimen yang di *blasting* menggunakan *aluminium oxide* nilai daya lekat adalah 11.91 MPa, dan nilai daya lekat spesimen yang menggunakan *volcanic sand* yaitu sebesar 9.02 MPa.

Tabel 0.14 Hasil Pengujian Daya Lekat Terhadap Spesimen dengan Cat *Primer zinc rich* setelah di *salt spray* 168 jam

Jenis Material Abrasif	Jenis Cat	Pull-off Test (MPa)			Average (MPa)
		1	2	3	
Aluminium Oxide	Zinc Rich	10.76	12.58	10.50	11.28
Steel Grit	Zinc Rich	14.06	11.66	12.67	12.80
Volcanic Sand	Zinc Rich	9.14	9.84	9.65	9.54



Gambar 0.19 Grafik Nilai Daya Lekat untuk Material dengan Cat *Primer zinc rich* setelah di *salt spray* 168 jam

Hasil pengujian *salt spray* selama 168 jam untuk cat *primer epoxy*, spesimen yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* memiliki nilai daya lekat yang sebesar 11.28 MPa, pada spesimen yang di *blasting* menggunakan *aluminium oxide* nilai daya lekat adalah 12.80 MPa, dan nilai daya lekat spesimen yang menggunakan *volcanic sand* yaitu sebesar 9.54 MPa.

1.10.2 Kesimpulan dari Pengujian *Salt spray* 5% NaCl Terhadap Daya Lekat

Hasil dari pengujian *salt spray* selama 72 jam dan 168 jam menunjukkan bahwa seluruh spesimen yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* lalu di *coating* dengan cat *primer epoxy* dan cat *primer zinc rich* memiliki nilai daya lekat yang terbesar dibandingkan spesimen yang lainnya. Hal ini dikarenakan spesimen yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* memiliki nilai

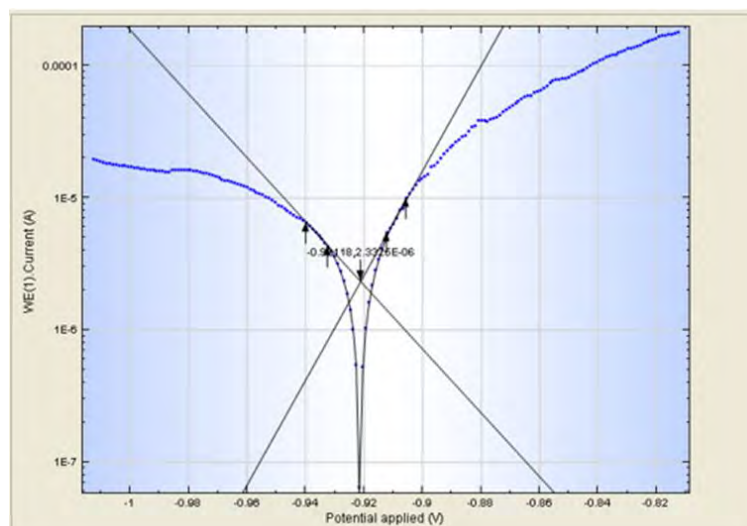
rata-rata kekasaran permukaan yang lebih besar dibandingkan spesimen yang di *blasting* menggunakan material abrasif *aluminium oxide*, dan *volcanic sand*. Ketika nilai rata-rata kekerasan meningkat maka area kontak antara cat dengan substrat akan meningkat pula, hal ini akan menambah kekuatan lekat cat.

Terjadi penurunan nilai daya lekat pada setiap spesimen setelah dilakukan pengujian *salt spray* dikarenakan kehilangan dan/atau berkurangnya nilai daya lekat lapisan cat terhadap *interface* permukaan substrat disebabkan adanya kontaminan dan/atau korosi yang terjadi pada daerah *interface* tersebut (Bondan T, 2009).

1.11 Pengujian Laju Korosi

1.11.1 Hasil Pengujian Laju Korosi

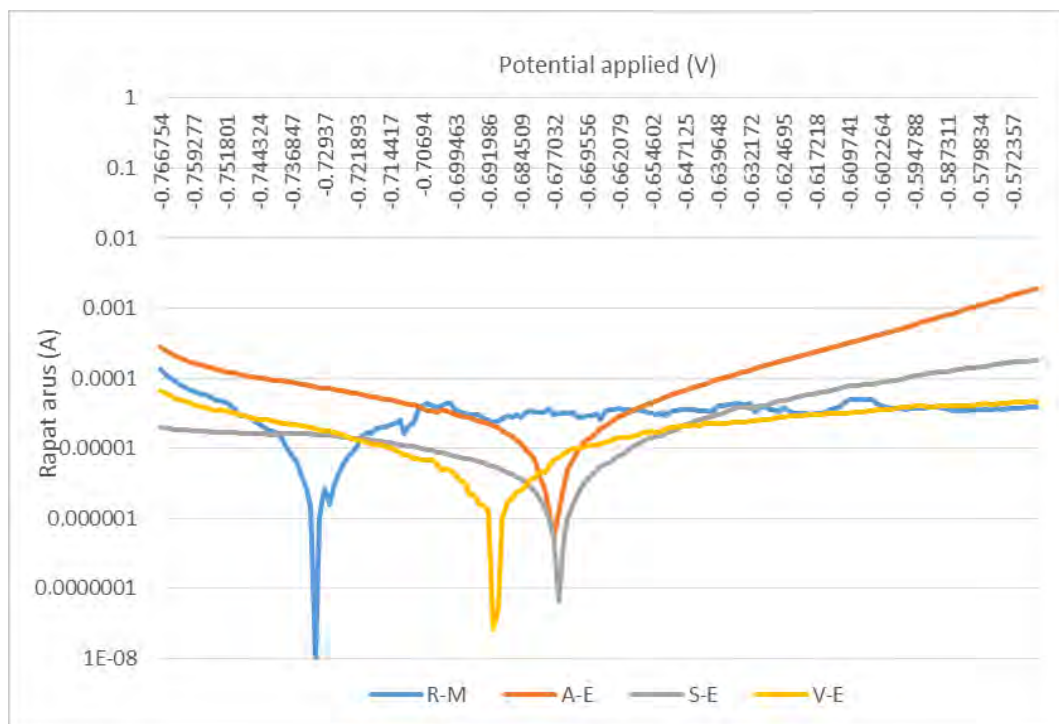
Pengujian korosi untuk penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode sel tiga elektroda dengan bantuan seperangkat peralatan Potensiostat Autolab (PGSTAT30) dan software NOVA. Arus yang dihasilkan pada setiap tegangan yang diberikan dapat direkam oleh komputer yang sudah terdapat software NOVA. Pengujian ini berdasarkan ASTM G102. Sampel yang digunakan untuk pengujian ini berukuran (20 mm x 15 mm x 10 mm). Elektroda yang digunakan adalah elektroda acuan Ag/AgCl dan elektroda pembantu platina. Software NOVA akan secara otomatis menunjukkan laju korosi, potensial arus, nilai kerapatan, diagram tafel dari setiap spesimen.



Gambar 0.20 Contoh diagram tafel

Diagram tafel terbentuk saat pengujian pada spesimen, terbentuknya diagram tafel dimulai dengan pembentukan titik-titik sesuai dengan potensial serta kerapatan arus pada spesimen berdasarkan waktu pengujian yang telah ditentukan sebelumnya. Diagram tafel ini menunjukkan hubungan potensial yang ada pada sumbu x dan kerapatan arus yang ditunjukkan pada sumbu y. Diagram tafel diatas merupakan diagram tafel dari pengujian spesimen untuk spesimen yang di *blasting* menggunakan material abrasif *volcanic sand* dan di *coating* menggunakan cat *primer epoxy*.

Rata-rata dari diagram tafel untuk material yang di cat dengan cat primer *epoxy* ditunjukkan pada gambar IV.20 sedangkan Rata-rata dari diagram tafel untuk material yang di cat dengan cat primer *zinc rich* ditunjukkan pada gambar IV.22.



Gambar 0.21 Rata-rata diagram tafel material dengan cat *primer epoxy*

Tabel 0.15 Hasil Pengujian Korosi pada material yang di cat *primer epoxy*

Spesimen	i corr ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$) NOVA	Rata-rata i corr ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	Laju Korosi NOVA (mmpy)	Rata-rata Laju Korosi (mmpy)
R-M	25.11705	25.1171	0.5831	0.5831
A-E-10	1.97465	1.8844	0.0457	0.0453
A-E-11	1.90795		0.0442	
A-E-12	1.77060		0.0459	
S-E-10	1.64165	1.6101	0.0387	0.0374
S-E-11	1.40760		0.0323	
S-E-12	1.78105		0.0412	
V-E-10	1.99085	2.0307	0.0462	0.0472
V-E-11	1.96455		0.0458	
V-E-12	2.13670		0.0496	

Keterangan :

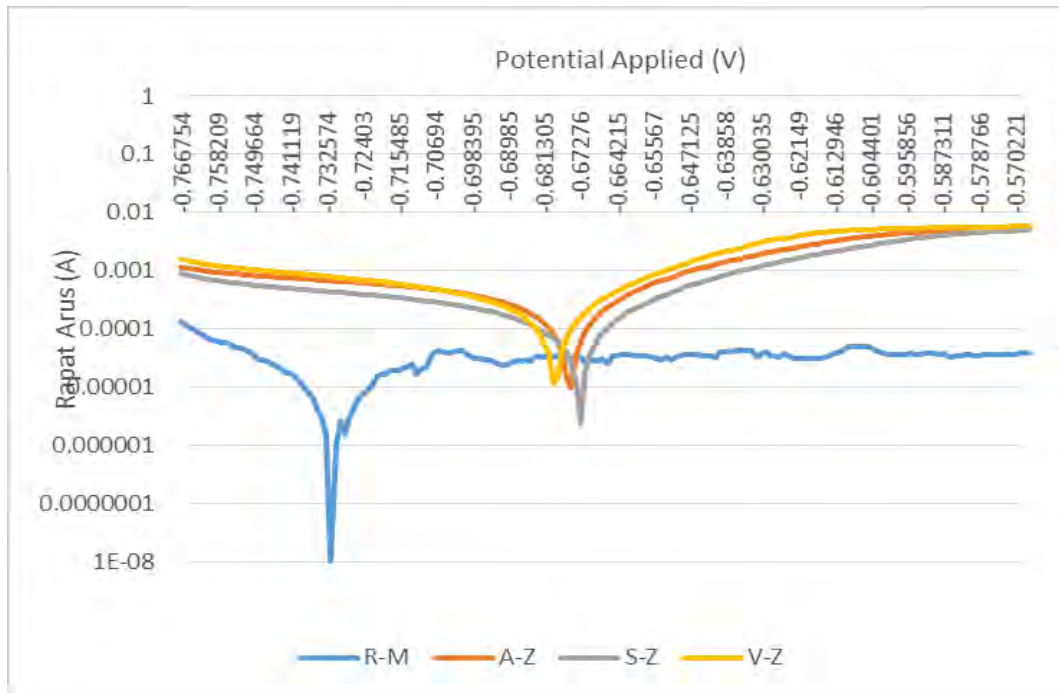
R-M = *Raw Material*

A-E = Material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *aluminium oxide* dan di *coating* dengan cat *primer epoxy*

S-E = Material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* dan di *coating* dengan cat *primer epoxy*

V-E = Material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *volcanic sand* dan di *coating* dengan cat *primer epoxy*

Hasil dari pengujian korosi untuk material yang di *coating* menggunakan cat *primer epoxy* menunjukkan bahwa material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* memiliki nilai laju korosi yang terendah dibandingkan dengan material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *aluminium oxide*, dan *volcanic sand*. Nilai laju korosi untuk material yang menggunakan material abrasif *steel grit* sebesar 0.0374 mmpy, untuk material yang menggunakan material abrasif *aluminium oxide* memiliki nilai laju korosi sebesar 0.0453 mmpy, sedangkan material yang menggunakan material abrasif *aluminium oxide* memiliki nilai laju korosi sebesar 0.0472 mmpy.



Gambar 0.22 Rata-rata diagram tafel material dengan cat primer zinc rich

Tabel 0.16 Hasil Pengujian Korosi pada material yang di cat primer zinc rich

Spesimen	i corr ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$) NOVA	Rata-rata i corr ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	Laju Korosi NOVA (mmpy)	Rata-rata Laju Korosi (mmpy)
R-M	25.11705	25.1171	0.5831	0.5831
A-Z-10	1.97465	1.8844	0.0461	0.0418
A-Z-11	1.90795		0.0423	
A-Z-12	1.77060		0.0371	
S-Z-10	1.64165	1.6101	0.0348	0.0355
S-Z-11	1.40760		0.0361	
S-Z-12	1.78105		0.0356	
V-Z-10	1.99085	2.0307	0.0472	0.0456
V-Z-11	1.96455		0.0412	
V-Z-12	2.13670		0.0484	

Keterangan :

R-M = Raw Material

A-Z = Material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *aluminium oxide* dan di *coating* dengan cat primer zinc rich

S-Z = Material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* dan di *coating* dengan cat primer zinc rich

V-Z = Material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *volcanic sand* dan di *coating* dengan cat *primer zinc rich*

Nilai laju korosi untuk material yang menggunakan material abrasif *steel grit* sebesar 0.0353 mmpy, untuk material yang menggunakan material abrasif *aluminium oxide* memiliki nilai laju korosi sebesar 0.0418 mmpy, sedangkan material yang menggunakan material abrasif *aluminium oxide* memiliki nilai laju korosi sebesar 0.0457 mmpy.

1.11.2 Hukum Faraday

Untuk membandingkan hasil laju korosi yang di dapat dari software NOVA, nilai rapat arus yang didapat dimasukkan ke dalam rumus hukum faraday. Adapun rumus hukum faraday sebagai berikut :

$$\text{Laju Korosi} = k (a \times i) / (n \times D)$$

Di mana:

Laju korosi dengan satuan mmpy

a = Berat atom logam yang terkorosi (gram/mol) = 27.92 untuk Fe

i = i_{corr} ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)

k = konstanta (0,00327 untuk mmpy)

n = jumlah elektron yang dilepas pada logam terkorosi = 2

D = masa jenis logam terkorosi (gram/cm^3) = 7,85 untuk Fe

Hasil perbandingan nilai laju korosi yang didapat dari software NOVA dengan laju korosi yang didapat dari perhitungan Hukum Faraday dapat dilihat pada tabel IV.17.

Tabel 0.17 Hasil Perbandingan Pengujian Korosi pada material yang di cat primer epoxy

Spesimen	i corr ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$) NOVA	Laju Korosi (mmpy)	Laju Korosi (mmpy) Hukum Faraday
R-M	25.11705	0.5831	0.5843
A-E-10	1.97465	0.0457	0.0459
A-E-11	1.90795	0.0442	0.0444
A-E-12	1.7706	0.0459	0.0458
S-E-10	1.64165	0.0387	0.0382
S-E-11	1.4076	0.0323	0.0327
S-E-12	1.78105	0.0412	0.0414
V-E-10	1.99085	0.0462	0.0463
V-E-11	1.96455	0.0458	0.0457
V-E-12	2.1367	0.0496	0.0497

Tabel 0.18 Hasil Perbandingan Pengujian Korosi pada material yang di cat primer *zinc rich*

Spesimen	i corr ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$) NOVA	Laju Korosi (mmpy)	Laju Korosi (mmpy) Hukum Faraday
R-M	25.11705	0.5831	0.5843
A-Z-10	1.9891	0.0461	0.0463
A-Z-11	1.81565	0.0423	0.0422
A-Z-12	1.6046	0.0371	0.0369
S-Z-10	1.5366	0.0348	0.0345
S-Z-11	1.54805	0.0361	0.0360
S-Z-12	1.51985	0.0356	0.0354
V-Z-10	2.04655	0.0472	0.0476
V-Z-11	1.76735	0.0412	0.0411
V-Z-12	2.07455	0.0484	0.0483

Nilai laju korosi yang diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan Hukum Faraday hampir memiliki nilai yang sama dengan nilai laju korosi yang diperoleh dari software NOVA.

1.11.3 Kesimpulan dari Pengujian Laju Korosi

Dari pengujian laju korosi diketahui bahwa nilai semakin tinggi nilai daya lekat cat pada material maka material tersebut akan memiliki ketahanan korosi yang cukup baik. Hal ini dapat dilihat bahwa material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* memiliki nilai daya lekat tertinggi diantara material yang di *blasting* dengan material abrasif jenis lain. Hasil ini juga berbanding lurus dengan

ketahanan korosi dari material tersebut dimana material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* memiliki nilai laju korosi yang terkecil.

LAMPIRAN A SKEMA KERJA

1. Pembuatan Spesimen Uji

Baja ASTM A36

- Potong spesimen dengan ukuran 100mm x 100mm dan tebal 10mm
- Grinding permukaan spesimen untuk menghilangkan kontaminan
- *Blasting* spesimen dengan material abrasif *aluminium oxide*, *steel grit*, *volcanic sand*
- Cat permukaan spesimen dengan *epoxy* dan *zinc rich*

Spesimen

2. Pembuatan Media Korosi 5% NaCl

Serbuk NaCl

- Ditimbang sebanyak 50 gram
- Dimasukkan dalam *beaker glass* 1000mL dan diencerkan hingga tanda batas 1000 mL menggunakan aquades

Larutan NaCl 5%

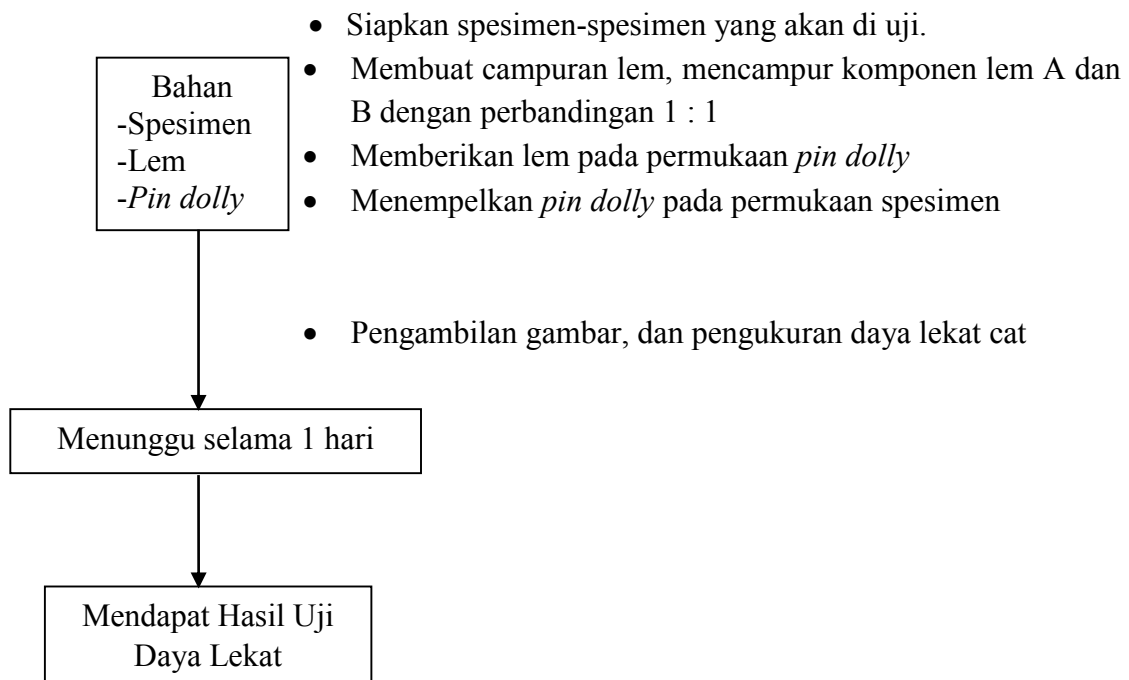
3. Preparasi *Chamber Salt spray*

Chamber Salt spray

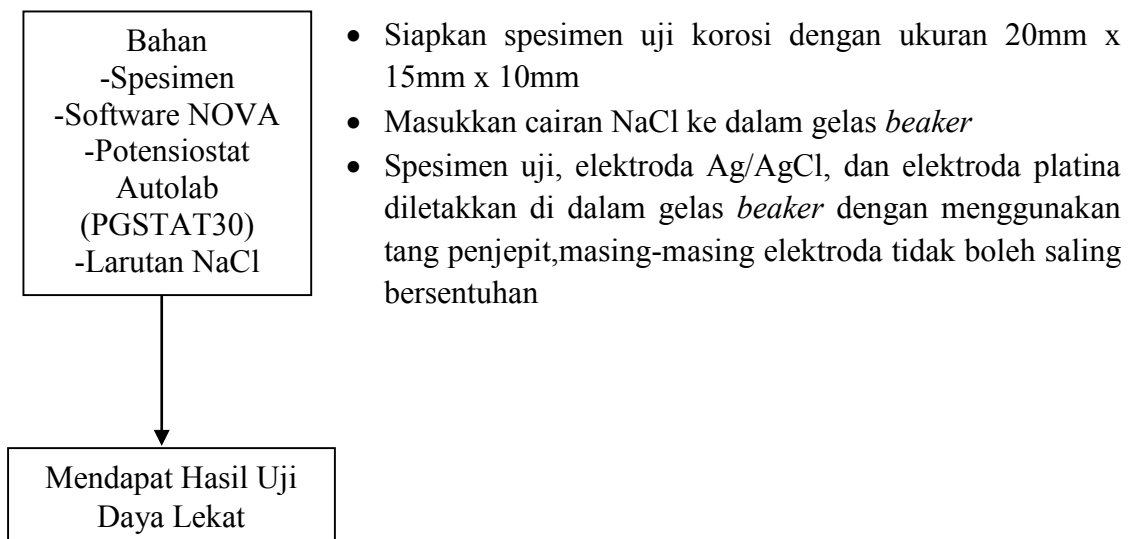
- Memasukkan semua spesimen uji yang akan di uji *salt spray*.
- Isi *chamber* larutan dengan larutan NaCl 5%.
- Hubungkan *chamber* larutan dan *chamber* utama dengan selang dan sambung ke *spray gun*.
- Sambungkan pompa udara dengan *spray gun* melalui selang.
- Untuk menjaga agar temperature stabil, pasang *thermo couple* pada *tower chamber* utama.
- Menyambungkan *thermocouple*, *thermostat*, *relay*, *socket* dan *hair dryer*.
- Menempelkan *thermometer* pada dinding *chamber* utama.

Chamber Salt spray Siap Pakai

4. Metode Uji *Pull-off Test*



5. Metode Uji Korosi



LAMPIRAN B

SERTIFIKAT BAHAN



Product Data

HEMPADUR® ZINC 15360

BASE 15369 with CURING AGENT 95740

Description:	HEMPADUR ZINC 15360 is a two-component polyamide cured zinc-rich epoxy primer. It cures to a hard wearing and highly weather-resistant coating. Offers cathodic protection of local mechanical damage.
Recommended use:	For on-line application on containers. Can be used as a zinc-rich epoxy primer for other purposes according to separate painting specification.
Service temperatures:	Maximum, dry exposure only: 160°C/320°F, however depending on the subsequent coat.
Certificates/Approvals:	Approved as a welding primer by Lloyd's Register of Shipping. Complies with SSPC-Paint 20, Level 2, in respect to zinc content. Complies with ISO 12944-5, as zinc-rich primer. Complies with EU Directive 2004/42/EC, subcategory j (see REMARKS overleaf).
Availability:	Part of Group Assortment. Local availability subject to confirmation.
PHYSICAL CONSTANTS:	
Colours/Shade nos:	Red-grey/19830
Finish:	Semi-flat
Volume solids, %:	50 ± 1
Theoretical spreading rate:	12.5 m ² /litre - 40 micron 501 sq.ft./US gallon - 1.6 mils
Flash point:	30°C/86°F
Specific gravity:	2.3 kg/litre - 19.2 lbs/US gallon
Surface dry:	30 minutes at 20°C/68°F (ISO 1517)
Dry to touch:	2 (app.) hours at 20°C/68°F
Fully cured:	7 days at 20°C/68°F
V.O.C.:	460 g/litre - 3.8 lbs/US gallon
	<small>The physical constants stated are nominal data according to the HEMPEL Group's approved formulas. They are subject to normal manufacturing tolerances and where stated, being standard deviation according to ISO 3534-1.</small>
APPLICATION DETAILS:	
Mixing ratio for 15360:	Base 15369 : Curing agent 95740 4 : 1 by volume
Application method:	Airless spray Air spray Brush
Thinner (max.vol.):	08450 (30%) 08450 (50%) 08450 (5%)
Pot life:	For on-line container production thinning according to specification 8 hours (20°C/68°F)
Nozzle orifice:	.017"-.021"
Nozzle pressure:	150 bar/2200 psi (Airless spray data are indicative and subject to adjustment)
Cleaning of tools:	HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610
Indicated film thickness, dry:	40 micron/1.6 mils (See REMARKS overleaf)
Indicated film thickness, wet:	75 micron/3 mils
Recoat interval, min:	As per separate APPLICATION INSTRUCTIONS
Recoat interval, max:	As per separate APPLICATION INSTRUCTIONS
Safety:	Handle with care. Before and during use, observe all safety labels on packaging and paint containers, consult HEMPEL Material Safety Data Sheets and follow all local or national safety regulations. Avoid inhalation, avoid contact with skin and eyes, and do not swallow. Take precautions against possible risks of fire or explosions as well as protection of the environment. Apply only in well ventilated areas.

HEMPEL
Product Data Sheet



HEMPADUR ZINC 15360

SURFACE PREPARATION:	Remove oil and grease, etc. with suitable detergent. Remove salt and other contaminants by (high pressure) fresh water cleaning. Abrasive blasting to Sa 2½ with a sharp-edged surface profile corresponding to Rugotest No. 3, BN9a, Keane-Tator Comparator, 2.0 G/S or ISO Comparator, Medium (G).										
APPLICATION CONDITIONS:	Use only where application and curing can proceed at temperatures above 10°C/50°F The temperature of the surface must also be above these limits, respectively. The temperature of the paint itself should be 15°C/59°F or above. Apply only on a dry and clean surface with a temperature above the dew point to avoid condensation. In confined spaces provide adequate ventilation during application and drying.										
SUBSEQUENT COAT:	According to specification.										
REMARKS:											
VOC - EU directive 2004/42/EC:	<table border="1"><thead><tr><th></th><th>As supplied</th><th>30 vol. % thinning</th><th>Limit phase I, 2007</th><th>Limit phase II, 2010</th></tr></thead><tbody><tr><td>VOC in g/l</td><td>460</td><td>550</td><td>550</td><td>500</td></tr></tbody></table>		As supplied	30 vol. % thinning	Limit phase I, 2007	Limit phase II, 2010	VOC in g/l	460	550	550	500
	As supplied	30 vol. % thinning	Limit phase I, 2007	Limit phase II, 2010							
VOC in g/l	460	550	550	500							
VOC:	For VOC of other shades, please refer to Safety Data Sheet. Certificate has been issued under the quality number 1536. Note: If used as anticorrosive protection under insulation of high temperature equipment it is very important that NO moisture can penetrate during slow-down periods. This to avoid risk of "wet corrosion" when the temperature rises.										
Film thicknesses:	May be specified in another film thickness than indicated depending on purpose and area of use. This will alter spreading rate and may influence amount of thinning necessary, drying time, and recoating interval. Normal range is 15-50 micron/0.6-2.0 mils. (The dry film thickness range does not take into account the correction factors for rough surfaces as listed in ISO 19840).										
Stirring:	Before mixing with the curing agent stir the base thoroughly in order to redisperse any possible settling after storage. After mixing it is equally important to maintain stirring to keep the wet paint as a homogeneous mixture. This is specifically important in case of a high level of thinning and/or long break in application, where the risk of settlement of zinc particles is the highest.										
Recoating:	Recoating intervals related to later conditions of exposure: Consult separate APPLICATION INSTRUCTIONS. If the maximum recoating interval is exceeded, roughening of the surface is necessary to ensure intercoat adhesion. Before recoating after exposure in contaminated environment, clean the surface thoroughly by (high pressure) fresh water hosing and allow drying. In addition, scrubbing with a stiff brush may be necessary to remove zinc corrosion products (white rust).										
Note:	HEMPADUR ZINC 15360 is for professional use only.										
ISSUED BY:	HEMPEL A/S - 1536019830C0006										

*This Product Data Sheet supersedes those previously issued.
For explanations, definitions and scope, see "Explanatory Notes" in the HEMPEL Book.
Data, specifications, directions and recommendations given in this data sheet represent only test results or experience obtained under controlled or specially defined circumstances. Their accuracy, completeness or appropriateness under the actual conditions of any intended use of the Products herein must be determined exclusively by the Buyer and/or User.
The Products are supplied and all technical assistance is given subject to HEMPEL's GENERAL CONDITIONS OF SALES, DELIVERY AND SERVICE, unless otherwise expressly agreed in writing. The Manufacturer and Seller disclaim, and Buyer and/or User waive all claims involving, any liability, including but not limited to negligence, except as expressed in said GENERAL CONDITIONS for all results, injury or direct or consequential losses or damages arising from the use of the Products as recommended above, on the overleaf or otherwise.
Product data are subject to change without notice and become void five years from the date of issue.*

Gambar B. 1. Product Data Cat Primer Epoxy



Product Data

HEMPEL'S GALVOSIL® 15700

BASE 15709 with HEMPEL'S ZINC METAL PIGMENT 97170

Description:	HEMPEL'S GALVOSIL 15700 is a two-component, solvent-borne, self-curing, inorganic zinc silicate with outstanding resistance against weathering and abrasion. It has excellent chemical resistance within the pH range 6-9. For service temperature range, see below. Applicable by airless spray. Offers cathodic protection of local mechanical damage.
Recommended use:	<ol style="list-style-type: none">1. As a general purpose, heavy-duty, rust-preventing primer.2. As a single, complete coating for long-term protection of steel exposed to moderately to severely corrosive environment and to abrasion.3. As a tank lining in accordance with the CARGO PROTECTION GUIDE. In compliance with SSPC-Paint 20, type 1, level 1 and ISO 12944-5.
Service temperatures:	<ul style="list-style-type: none">• Resistant to permanent (non-cyclic) dry temperatures as well as occasionally dry peak temperatures up to max. 500°C/932°F. In case of service temperatures above 400°C/752°F, it is of advantage to apply a topcoat of HEMPEL'S SILICONE ALUMINIUM 56910.• Resistant to cyclic dry temperatures up to 400°C/752°F.• Resistance to higher temperatures under humid conditions, see REMARKS overleaf.
Certificates/Approvals:	Certificated by Scientific & Technical Services to comply with the requirements of low moisture fats and oil according to FDA. Approved by Lloyd's Register of Shipping as a recognized corrosion control coating. Meets the requirements laid down by ASTM A-490 Class "B" for Slip-Co-efficient and Creep Resistance.
Availability:	Part of Group Assortment. Local availability subject to confirmation.
PHYSICAL CONSTANTS:	
Colours/Shade nos:	Metal grey/19840
Finish:	Flat
Volume solids, %:	64 ± 1
Theoretical spreading rate:	12.8 m ² /litre - 50 micron 51.3 sq.ft./US gallon - 2 mils
Flash point:	14°C/57°F
Specific gravity:	2.65 kg/litre - 22.1 lbs/US gallon
Dry to touch:	30 (approx.) min. at 20°C/68°F (65-75% RH)
Fully cured:	16 hours at 20°C/68°F and min. 75% RH (See REMARKS overleaf)
V.O.C.:	535 g/litre - 4.5 lbs/US gallon
Shelf life:	1 year (25°C/77°F) for liquid 15709 and 3 years for Hempel's zinc metal pigment 97170 (stored in closed container) from time of production. Shelf life is dependent on storage temperature. Shelf life is reduced at storage temperatures above 25°C/77°F. Do not store above 40°C/104°F. Shelf life is exceeded if the liquid is gelled or if the mixed product forms gels before application. <i>The physical constants stated are nominal data according to the HEMPEL Group's approved formulas. They are subject to normal manufacturing tolerances and where stated, being standard deviation according to ISO 3534-1.</i>
APPLICATION DETAILS:	
Mixing ratio for 15700:	Liquid 15709 : Hempel's zinc metal pigment 97170 3.1 parts by weight : 6.9 parts by weight (Mixing by volume - see REMARKS overleaf)
Application method:	Airless spray Air spray Brush (touch-up)
Thinner (max.vol.):	08700 (30%) 08700 (50%) 08700 (10%)
Pot life:	4 hours (20°C/68°F)
Nozzle orifice:	.019"-.023"
Nozzle pressure:	100 bar/1500 psi <i>(Airless spray data are indicative and subject to adjustment)</i>
Cleaning of tools:	THINNER 08700
Indicated film thickness, dry:	50 micron/2 mils (See REMARKS overleaf)
Indicated film thickness, wet:	75 micron/3 mils
Recoat interval, min:	When fully cured (See REMARKS overleaf)
Recoat interval, max:	None (See REMARKS overleaf)
Safety:	Handle with care. Before and during use, observe all safety labels on packaging and paint containers, consult HEMPEL Material Safety Data Sheets and follow all local or national safety regulations. Avoid inhalation, avoid contact with skin and eyes, and do not swallow. Take precautions against possible risks of fire or explosions as well as protection of the environment. Apply only in well ventilated areas.



HEMPEL'S GALVOSIL 15700

SURFACE PREPARATION:	Remove oil and grease, etc. with suitable detergent. Remove salt and other contaminants by (high pressure) fresh water cleaning. Abrasive blasting with sharp abrasive to minimum Sa 2½ with a surface profile equivalent to Rugotest No. 3, BN10, Keane-Tator Comparator, min. 3.0 G/S, or ISO Comparator rough Medium (G). In case of new steel to be exposed to no more than medium aggressive (industrial) environment and without any extraordinary demands to lifetime, a surface preparation degree of SSPC-SP6 may suffice. Consult separate APPLICATION INSTRUCTIONS, and - as relevant - the corresponding PAINTING SPECIFICATION for cargo tanks.
APPLICATION CONDITIONS:	The surface must be completely clean and dry with a temperature above the dew point to avoid condensation. At temperatures ranging from 0°C/32°F to 40°C/105°F, curing needs minimum 65% relative humidity and is very retarded at lower temperatures. Consult separate APPLICATION INSTRUCTIONS.
SUBSEQUENT COAT:	As a tank coating: None, i.e. no other paints are acceptable in combination with HEMPEL'S GALVOSIL 15700. Otherwise according to specification.
REMARKS: Service temperatures:	Some of the certificates have been issued under the former quality number 1570. If used as anticorrosive protection under insulation of high temperature equipment it is very important that NO moisture can penetrate during shut-down periods. This to avoid risk of "wet corrosion" when the temperature rises. Wet service temperature , non-saline water: Maximum 60°C/140°F. Wet service temperature , other liquids: Consult the corresponding CARGO PROTECTION GUIDE. Hot sea water washing and (low pressure) steam cleaning should never be executed on tank coatings which have not been in service for at least one month. Contact HEMPEL about temperatures permissible.
Film thicknesses:	If topcoated with a heavy-duty system, 50-80 micron/2-3,2 mils dry film thickness (75-125 micron/3-5 mils wet) is recommended. Consult separate APPLICATION INSTRUCTIONS before recoating. For long-term protection without topcoat , 75 micron/3 mils dry film thickness (100-125 micron/4-5 mils wet) is generally recommended. In tanks 100 micron/4 mils dry film thickness (150 micron/6 mils wet) is recommended but may be applied in 125 micron/5 mils dry film thickness (200 micron/8 mils wet). High temperature service: To avoid cracking during service, it is important to keep the dry film thickness at maximum 40-50 micron/1.6-2 mils, especially in cases where service conditions include sudden temperature changes. (The dry film thickness range does not take into account the correction factors for rough surfaces as listed in ISO 19840).
Mixing:	When mixing part of the content in a can the mixing ratio on volume should be made as follows: Measure 7.4 parts of liquid 15709, then add Hempel's zinc metal pigment 97170 up to a total of 10,0 parts by volume.
Thinning: Recoating:	For application at high temperatures, a special thinner is available. Recoating intervals are strongly dependent on both temperature and humidity. Deviations from the standard conditions may shorten or prolong the recoating intervals. Full curing will be obtained after: 0°C/32°F and min. 75% RH: 3 days 10°C/40°F and min. 75% RH: 36 hours 20°C/68°F and min. 75% RH: 16 hours (a certain curing does take place at temperatures below 0°C/32°F, but at an extremely low speed). Furthermore consult separate APPLICATION INSTRUCTIONS.
Curing, cargo tanks:	Before cargo tanks are taken into use, the coating must be completely through-cured. It is recommended to carry out low pressure hosing of the tanks with (fresh) water 2-3 times at ambient temperatures. Let the tanks remain wet between the washings. Reference is made to APPLICATION INSTRUCTIONS.
Note: ISSUED BY:	HEMPEL'S GALVOSIL 15700 is for professional use only. HEMPEL A/S - 1570019840C0028

*This Product Data Sheet supersedes those previously issued.
For explanations, definitions and scope, see "Explanatory Notes" in the HEMPEL Book.
Data, specifications, directions and recommendations given in this data sheet represent only test results or experience obtained under controlled or specially defined circumstances. Their accuracy, completeness or appropriateness under the actual conditions of any intended use of the Products herein must be determined exclusively by the Buyer and/or User.
The Products are supplied and all technical assistance is given subject to HEMPEL's GENERAL CONDITIONS OF SALES, DELIVERY AND SERVICE, unless otherwise expressly agreed in writing. The Manufacturer and Seller disclaim, and Buyer and/or User waive all claims involving, any liability, including but not limited to negligence, except as expressed in said GENERAL CONDITIONS for all results, injury or direct or consequential losses or damages arising from the use of the Products as recommended above, on the overleaf or otherwise.
Product data are subject to change without notice and become void five years from the date of issue.*



Product Data

HEMPEL'S THINNERS 08...

HEMPEL PAINT is produced and supplied in such a way that thinning is normally not necessary provided the paint is properly mixed/stirred.

However, if the paint is to be applied in a low film thickness (for instance as a "sealer coat") or if the paint has become too thick, e.g. in cold weather, the HEMPEL THINNER(s) indicated on the product data sheet may be added to obtain a consistency most suitable for application. As a general rule, thinning should be kept at a minimum as the quality of the paint work will suffer from too liberal thinning. However, if application is to take place at high temperatures (air and/or steel), thinning may even beyond the limits mentioned on the data sheets exceptionally be necessary in order to avoid dry-spray and poor film formation.

HEMPEL'S THINNERS are blended to give the best results with regard to brushability, spray properties, etc.

In some cases ordinary solvents may substitute. As such products are beyond our control, we disclaim any responsibility for the results.

In each case the respective product data sheet and - when available - the APPLICATION INSTRUCTIONS should be consulted. As regards the use of THINNERS for cleaning of tools, see REMARKS overleaf.

HEMPEL'S THINNER NO.	FLASH POINT	EXAMPLES OF GENERAL USE
08020	25°C/77°F	Special purpose thinner for quick drying alkyds
08080	25°C/77°F	HEMPEL'S ANTIFOULINGS GLOBIC, OCEANIC and OLYMPIC HEMPALIN DECK PAINT 53240 HEMPAQUICK qualities All purpose thinner for HEMPATEX qualities HEMPATHANE topcoats and enamels
08230	32°C/90°F	Thinner for HEMPALIN qualities (except HEMPALIN DECKPAINT 53240) and other alkyd based products (except HEMPAQUICK qualities)
08450	23°C/73°F	General purpose thinner for HEMPADUR qualities
084SA	44°C/111°F	HEMPEL'S ACRYLIC STOVING ENAMEL 567SA
08510	3°C/37°F HIGHLY	Special purpose thinner for HEMPATHANE ENAMEL 55100



HEMPEL'S THINNERS 08...

HEMPEL'S THINNER NO.	FLASH POINT	EXAMPLES OF GENERAL USE
086SA	14°C/57°F HIGHLY FLAMMABLE	Special purpose thinner for HEMPEL'S TRAFFIC & AIRFIELD MARKING PAINT 56880 HEMPEL'S ROADMASTER 568SA
08700	24°C/75°F	HEMPEL'S GALVOSILs For HEMPADURs used as "non-popping" sealers on GALVOSILs
08960	-4°C/25°F	Special purpose tool cleaner
89460	36°C/97°F	HEMPADUR 85210

REMARKS: THINNER 08230 has a stronger thinning effect than white spirit or turpentine.

Tools can usually be cleaned with the THINNER prescribed for the product.

For cleaning of tools which have been used for HEMPADUR products, HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610 is recommended. Do not use it for thinning, **nor for cleaning after use of polyurethane products, HEMPATHANES.**

Note: **HEMPEL'S THINNERS are for professional use only.**

Safety: Handle with care. Before and during use, observe all safety labels on packaging and paint containers, consult HEMPEL Material Safety Data Sheets and follow all local or national safety regulations. Avoid inhalation, avoid contact with skin and eyes, and do not swallow. Take precautions against possible risks of fire or explosions as well as protection of the environment. Apply only in well ventilated areas.

ISSUED BY: HEMPEL PAINTS (SAUDI ARABIA) W.L.L. -

080200000000002
0808000000C0004
0823000000C0005
0845000000C0009
084SA00000SA001
0851000000C0002
086SA00000SA009
0870000000C0006
0896000000001
8946000000CR002

*This Product Data Sheet supersedes those previously issued.
For explanations, definitions and scope, see "Explanatory Notes" in the HEMPEL Book.
Data, specifications, directions and recommendations given in this data sheet represent only test results or experience obtained under controlled or specially defined circumstances. Their accuracy, completeness or appropriateness under the actual conditions of any intended use of the Products herein must be determined exclusively by the Buyer and/or User.
The Products are supplied and all technical assistance is given subject to HEMPEL'S GENERAL CONDITIONS OF SALES, DELIVERY AND SERVICE, unless otherwise expressly agreed in writing. The Manufacturer and Seller disclaim, and Buyer and/or User waive all claims involving, any liability, including but not limited to negligence, except as expressed in said GENERAL CONDITIONS for all results, injury or direct or consequential losses or damages arising from the use of the Products as recommended above, on the overleaf or otherwise.
Product data are subject to change without notice and become void five years from the date of issue.*

Gambar B. 3. Product Data Thinner

LAMPIRAN C

Hasil Pengujian Laju Korosi

Potential applied (V)	R-M	A-E	S-E	V-E	A-Z	S-Z	V-Z
-0.7668	0.00013	0.00028	1.97E-05	6.67E-05	0.00115	0.0009	0.00159
-0.7657	0.00012	0.00025	1.93E-05	6.09E-05	0.00111	0.00086	0.00152
-0.7646	0.0001	0.00023	1.90E-05	5.62E-05	0.00108	0.00082	0.00146
-0.7636	9.21E-05	0.00021	1.87E-05	5.22E-05	0.00105	0.00079	0.00141
-0.7625	8.30E-05	0.0002	1.85E-05	4.92E-05	0.00102	0.00076	0.00136
-0.7614	7.60E-05	0.00018	1.82E-05	4.75E-05	0.001	0.00074	0.00132
-0.7603	6.95E-05	0.00017	1.81E-05	4.50E-05	0.00098	0.00072	0.00128
-0.7593	6.56E-05	0.00017	1.79E-05	4.27E-05	0.00096	0.0007	0.00125
-0.7582	6.12E-05	0.00016	1.77E-05	4.09E-05	0.00094	0.00068	0.00122
-0.7571	5.77E-05	0.00015	1.76E-05	3.90E-05	0.00093	0.00066	0.00119
-0.7561	5.76E-05	0.00014	1.75E-05	3.75E-05	0.00091	0.00064	0.00117
-0.755	5.27E-05	0.00014	1.73E-05	3.60E-05	0.0009	0.00063	0.00115
-0.7539	4.83E-05	0.00013	1.72E-05	3.48E-05	0.00088	0.00062	0.00113
-0.7529	4.82E-05	0.00013	1.70E-05	3.63E-05	0.00087	0.0006	0.00111
-0.7518	4.59E-05	0.00012	1.69E-05	3.41E-05	0.00086	0.00059	0.00108
-0.7507	4.11E-05	0.00012	1.68E-05	3.24E-05	0.00085	0.00058	0.00106
-0.7497	3.42E-05	0.00012	1.66E-05	3.14E-05	0.00084	0.00057	0.00104
-0.7486	2.91E-05	0.00011	1.65E-05	2.99E-05	0.00083	0.00056	0.00102

-0.7475	2.92E-05	0.00011	1.64E-05	2.90E-05	0.00081	0.00055	0.001
-0.7465	2.75E-05	0.00011	1.63E-05	2.82E-05	0.0008	0.00054	0.00099
-0.7454	2.51E-05	0.0001	1.62E-05	2.71E-05	0.00079	0.00053	0.00097
-0.7443	2.24E-05	0.0001	1.60E-05	2.61E-05	0.00078	0.00052	0.00096
-0.7433	2.01E-05	9.93E-05	1.60E-05	2.58E-05	0.00077	0.00051	0.00094
-0.7422	1.75E-05	9.71E-05	1.58E-05	2.57E-05	0.00076	0.00051	0.00093
-0.7411	1.75E-05	9.43E-05	1.57E-05	2.45E-05	0.00075	0.0005	0.00092
-0.7401	1.59E-05	9.19E-05	1.63E-05	2.38E-05	0.00074	0.00049	0.0009
-0.739	1.30E-05	9.08E-05	1.64E-05	2.29E-05	0.00073	0.00048	0.00089
-0.7379	1.03E-05	8.92E-05	1.65E-05	2.24E-05	0.00073	0.00048	0.00087
-0.7368	7.94E-06	8.76E-05	1.65E-05	2.15E-05	0.00072	0.00047	0.00086
-0.7358	6.62E-06	8.63E-05	1.62E-05	2.18E-05	0.00071	0.00046	0.00084
-0.7347	4.04E-06	8.34E-05	1.64E-05	2.10E-05	0.0007	0.00045	0.00083
-0.7336	2.95E-06	8.09E-05	1.63E-05	2.07E-05	0.00069	0.00045	0.00081
-0.7326	1.47E-06	7.86E-05	1.62E-05	1.97E-05	0.00068	0.00044	0.0008
-0.7315	1.04E-08	7.60E-05	1.59E-05	1.89E-05	0.00068	0.00044	0.00078
-0.7304	1.03E-06	7.37E-05	1.57E-05	1.81E-05	0.00067	0.00043	0.00077
-0.7294	2.73E-06	7.21E-05	1.54E-05	1.76E-05	0.00066	0.00042	0.00076
-0.7283	1.59E-06	7.12E-05	1.54E-05	1.73E-05	0.00065	0.00042	0.00075
-0.7272	3.13E-06	6.91E-05	1.51E-05	1.67E-05	0.00064	0.00041	0.00073
-0.7262	4.32E-06	6.74E-05	1.49E-05	1.63E-05	0.00064	0.00041	0.00072
-0.7251	6.11E-06	6.55E-05	1.46E-05	1.57E-05	0.00063	0.0004	0.00071
-0.724	7.73E-06	6.36E-05	1.43E-05	1.46E-05	0.00062	0.00039	0.0007

-0.723	8.87E-06	6.19E-05	1.38E-05	1.40E-05	0.00061	0.00039	0.00069
-0.7219	1.09E-05	6.00E-05	1.37E-05	1.34E-05	0.00068	0.00038	0.00067
-0.7208	1.48E-05	5.83E-05	1.36E-05	1.26E-05	0.00059	0.00038	0.00066
-0.7198	1.68E-05	5.67E-05	1.33E-05	1.21E-05	0.00059	0.00037	0.00065
-0.7187	1.63E-05	5.51E-05	1.30E-05	1.16E-05	0.00058	0.00036	0.00064
-0.7176	1.90E-05	5.36E-05	1.27E-05	1.14E-05	0.00057	0.00036	0.00062
-0.7166	1.96E-05	5.23E-05	1.25E-05	1.12E-05	0.00056	0.00035	0.00061
-0.7155	1.96E-05	5.06E-05	1.22E-05	1.06E-05	0.00055	0.00035	0.00060
-0.7144	2.20E-05	4.93E-05	1.20E-05	1.02E-05	0.00054	0.00034	0.00058
-0.7133	2.26E-05	4.77E-05	1.17E-05	9.67E-06	0.00053	0.00033	0.00057
-0.7123	2.59E-05	4.60E-05	1.14E-05	8.82E-06	0.00053	0.00033	0.00055
-0.7112	1.65E-05	4.45E-05	1.11E-05	8.15E-06	0.00052	0.00032	0.00054
-0.7101	2.06E-05	4.30E-05	1.08E-05	8.02E-06	0.00051	0.00031	0.00053
-0.7091	2.32E-05	4.14E-05	1.05E-05	7.21E-06	0.00051	0.00031	0.00051
-0.708	3.40E-05	4.00E-05	1.02E-05	7.25E-06	0.00049	0.00031	0.00050
-0.7069	4.07E-05	3.72E-05	1.00E-05	6.92E-06	0.00048	0.00029	0.00049
-0.7059	4.32E-05	3.49E-05	9.68E-06	6.81E-06	0.00047	0.00028	0.00047
-0.7048	3.98E-05	3.39E-05	9.34E-06	6.79E-06	0.00046	0.00028	0.00046
-0.7037	3.91E-05	3.29E-05	8.88E-06	5.91E-06	0.00045	0.00027	0.00045
-0.7027	4.06E-05	3.50E-05	8.68E-06	4.82E-06	0.00044	0.00026	0.00043
-0.7016	4.36E-05	3.36E-05	8.36E-06	5.14E-06	0.00042	0.00026	0.00042
-0.7005	4.37E-05	3.23E-05	8.04E-06	4.81E-06	0.00041	0.00025	0.00041
-0.6995	3.59E-05	3.08E-05	7.79E-06	4.21E-06	0.00040	0.00024	0.00039

-0.6984	3.30E-05	2.93E-05	7.51E-06	3.52E-06	0.00039	0.00023	0.00037
-0.6973	3.18E-05	2.83E-05	7.21E-06	3.04E-06	0.00038	0.00023	0.00035
-0.6963	3.08E-05	2.75E-05	7.00E-06	2.27E-06	0.00036	0.00022	0.00034
-0.6952	3.02E-05	2.60E-05	6.72E-06	2.12E-06	0.00035	0.00021	0.00032
-0.6941	2.98E-05	2.49E-05	6.47E-06	1.60E-06	0.00033	0.0002	0.0003
-0.6931	2.73E-05	2.35E-05	6.19E-06	1.56E-06	0.00032	0.00019	0.00029
-0.692	2.60E-05	2.23E-05	5.86E-06	1.27E-06	0.0003	0.00019	0.00027
-0.6909	2.35E-05	2.09E-05	5.52E-06	2.68E-08	0.00029	0.00018	0.00025
-0.6899	2.42E-05	1.96E-05	5.23E-06	5.17E-08	0.00027	0.00017	0.00023
-0.6888	2.70E-05	1.80E-05	4.91E-06	1.03E-06	0.00026	0.00016	0.00021
-0.6877	2.91E-05	1.66E-05	4.55E-06	1.67E-06	0.00024	0.00015	0.00019
-0.6866	2.78E-05	1.49E-05	4.30E-06	2.00E-06	0.00022	0.00014	0.00017
-0.6856	2.99E-05	1.32E-05	3.94E-06	2.33E-06	0.0002	0.00013	0.00015
-0.6845	2.83E-05	1.15E-05	3.63E-06	2.49E-06	0.00019	0.00012	0.00013
-0.6834	3.26E-05	9.67E-06	3.22E-06	3.01E-06	0.00017	0.00011	0.00011
-0.6824	3.50E-05	7.92E-06	2.79E-06	3.62E-06	0.00015	9.84E-05	8.44E-05
-0.6813	3.34E-05	6.85E-06	2.37E-06	3.80E-06	0.00013	8.75E-05	6.11E-05
-0.6802	3.31E-05	3.84E-06	1.88E-06	4.62E-06	0.00011	7.61E-05	3.67E-05
-0.6792	3.31E-05	2.59E-06	1.42E-06	4.55E-06	8.37E-05	7.21E-05	1.15E-05
-0.6781	3.74E-05	1.31E-06	1.03E-06	5.56E-06	6.13E-05	6.17E-05	1.48E-05
-0.677	3.05E-05	5.41E-07	5.53E-07	6.78E-06	3.80E-05	4.94E-05	4.19E-05
-0.676	3.20E-05	1.26E-06	6.48E-08	7.45E-06	1.47E-05	4.04E-05	6.91E-05
-0.6749	3.17E-05	3.00E-06	5.26E-07	8.22E-06	1.00E-05	2.73E-05	9.78E-05

-0.6738	3.19E-05	5.04E-06	1.03E-06	9.09E-06	3.58E-05	1.27E-05	0.00013
-0.6728	3.23E-05	6.83E-06	1.62E-06	9.75E-06	6.21E-05	2.40E-06	0.00016
-0.6717	2.74E-05	9.15E-06	2.22E-06	1.01E-05	8.91E-05	1.88E-05	0.00019
-0.6706	2.81E-05	1.12E-05	2.86E-06	1.04E-05	0.00012	3.46E-05	0.00022
-0.6696	2.93E-05	1.31E-05	3.45E-06	1.08E-05	0.00015	5.13E-05	0.00025
-0.6685	2.85E-05	1.46E-05	4.17E-06	1.13E-05	0.00018	6.82E-05	0.00029
-0.6674	3.15E-05	1.68E-05	4.97E-06	1.14E-05	0.00021	8.52E-05	0.00033
-0.6664	2.57E-05	1.89E-05	5.51E-06	1.18E-05	0.00024	0.0001	0.00036
-0.6653	3.40E-05	2.12E-05	5.92E-06	1.23E-05	0.00027	0.00012	0.0004
-0.6642	3.52E-05	2.33E-05	6.40E-06	1.29E-05	0.0003	0.00014	0.00044
-0.6631	3.56E-05	2.57E-05	7.08E-06	1.35E-05	0.00034	0.00016	0.00049
-0.6621	3.65E-05	2.85E-05	8.18E-06	1.46E-05	0.00037	0.00018	0.00053
-0.661	3.59E-05	3.03E-05	8.40E-06	1.43E-05	0.00041	0.0002	0.00058
-0.6599	3.50E-05	3.26E-05	9.99E-06	1.44E-05	0.00045	0.00022	0.00063
-0.6589	3.49E-05	3.53E-05	1.08E-05	1.50E-05	0.00048	0.00025	0.00067
-0.6578	3.53E-05	3.75E-05	1.18E-05	1.57E-05	0.00052	0.00026	0.00073
-0.6567	3.48E-05	3.98E-05	1.26E-05	1.66E-05	0.00056	0.00029	0.00078
-0.6557	3.36E-05	4.26E-05	1.37E-05	1.69E-05	0.0006	0.00032	0.00084
-0.6546	3.19E-05	4.57E-05	1.41E-05	1.75E-05	0.00064	0.00034	0.0009
-0.6535	3.04E-05	4.86E-05	1.47E-05	1.70E-05	0.00069	0.00037	0.00096
-0.6525	3.23E-05	5.14E-05	1.52E-05	1.80E-05	0.00073	0.0004	0.00103
-0.6514	2.94E-05	5.44E-05	1.73E-05	1.96E-05	0.00078	0.00042	0.00109
-0.6503	3.36E-05	5.76E-05	1.77E-05	1.97E-05	0.00082	0.00045	0.00116

-0.6493	3.49E-05	6.11E-05	1.87E-05	2.00E-05	0.00087	0.00049	0.00124
-0.6482	3.60E-05	6.45E-05	2.00E-05	2.08E-05	0.00092	0.00052	0.00131
-0.6471	3.64E-05	6.79E-05	2.17E-05	2.10E-05	0.00097	0.00055	0.00139
-0.6461	3.58E-05	7.15E-05	2.31E-05	2.06E-05	0.00102	0.00058	0.00147
-0.645	3.60E-05	7.50E-05	2.44E-05	2.15E-05	0.00108	0.00062	0.00155
-0.6439	3.46E-05	7.89E-05	2.52E-05	2.13E-05	0.00113	0.00065	0.00164
-0.6429	3.48E-05	8.28E-05	2.65E-05	2.26E-05	0.00119	0.00069	0.00173
-0.6418	3.47E-05	8.69E-05	2.78E-05	2.25E-05	0.00124	0.00073	0.00182
-0.6407	3.23E-05	9.12E-05	2.92E-05	2.25E-05	0.0013	0.00076	0.00192
-0.6396	4.09E-05	9.56E-05	2.97E-05	2.24E-05	0.00136	0.0008	0.00202
-0.6386	4.04E-05	0.0001	3.19E-05	2.23E-05	0.00142	0.00084	0.00212
-0.6375	4.23E-05	0.0001	3.44E-05	2.30E-05	0.00148	0.00088	0.00222
-0.6364	4.14E-05	0.00011	3.52E-05	2.37E-05	0.00154	0.00092	0.00232
-0.6354	4.42E-05	0.00012	3.88E-05	2.35E-05	0.0016	0.00096	0.00242
-0.6343	4.29E-05	0.00012	3.85E-05	2.35E-05	0.00166	0.0010	0.00252
-0.6332	4.25E-05	0.00013	3.89E-05	2.37E-05	0.00172	0.00104	0.00262
-0.6322	4.35E-05	0.00013	3.79E-05	2.41E-05	0.00178	0.00108	0.00272
-0.6311	3.31E-05	0.00014	3.94E-05	2.48E-05	0.00184	0.00112	0.00282
-0.63	3.90E-05	0.00014	3.99E-05	2.52E-05	0.0019	0.00116	0.00292
-0.629	4.01E-05	0.00015	4.13E-05	2.53E-05	0.0020	0.0012	0.00302
-0.6279	3.53E-05	0.00016	4.29E-05	2.58E-05	0.00206	0.00124	0.00312
-0.6268	3.54E-05	0.00016	4.50E-05	2.71E-05	0.00212	0.00128	0.00322
-0.6258	3.28E-05	0.00017	4.71E-05	2.75E-05	0.00218	0.00132	0.00332

-0.6247	3.83E-05	0.00018	4.86E-05	2.78E-05	0.00232	0.00147	0.00353
-0.6236	3.38E-05	0.00019	5.03E-05	2.88E-05	0.0024	0.00153	0.00374
-0.6226	3.16E-05	0.00019	5.20E-05	2.94E-05	0.00247	0.00158	0.00391
-0.6215	3.18E-05	0.0002	5.45E-05	2.87E-05	0.00256	0.00164	0.00405
-0.6204	3.16E-05	0.00021	5.60E-05	2.91E-05	0.00264	0.0017	0.00417
-0.6194	3.12E-05	0.00022	5.82E-05	2.97E-05	0.00272	0.00176	0.00428
-0.6183	3.07E-05	0.00023	5.92E-05	3.08E-05	0.00281	0.00183	0.00438
-0.6172	3.09E-05	0.00024	6.02E-05	3.07E-05	0.00289	0.00189	0.00448
-0.6162	3.10E-05	0.00025	6.26E-05	3.03E-05	0.00298	0.00196	0.00456
-0.6151	3.33E-05	0.00026	6.42E-05	3.11E-05	0.00307	0.00202	0.00463
-0.614	3.55E-05	0.00027	6.59E-05	3.15E-05	0.00316	0.00209	0.0047
-0.6129	3.77E-05	0.00028	6.84E-05	3.20E-05	0.00325	0.00216	0.00476
-0.6119	3.91E-05	0.00029	7.13E-05	3.14E-05	0.00334	0.00223	0.00481
-0.6108	4.39E-05	0.00031	7.45E-05	3.11E-05	0.00343	0.0023	0.00486
-0.6097	4.90E-05	0.00032	7.72E-05	3.18E-05	0.00352	0.00237	0.00491
-0.6087	4.94E-05	0.00033	7.84E-05	3.33E-05	0.00361	0.00244	0.00495
-0.6076	4.93E-05	0.00035	7.89E-05	3.35E-05	0.0037	0.00252	0.00499
-0.6065	4.96E-05	0.00036	8.03E-05	3.32E-05	0.00378	0.00259	0.00503
-0.6055	5.02E-05	0.00038	8.12E-05	3.44E-05	0.00387	0.00267	0.00507
-0.6044	4.97E-05	0.0004	8.27E-05	3.42E-05	0.00395	0.00275	0.00511
-0.6033	4.33E-05	0.00041	8.47E-05	3.54E-05	0.00403	0.00283	0.00514
-0.6023	4.11E-05	0.00043	8.75E-05	3.52E-05	0.00411	0.00291	0.00517
-0.6012	3.87E-05	0.00045	8.99E-05	3.60E-05	0.00417	0.00299	0.00521

-0.6001	3.66E-05	0.00047	9.13E-05	3.60E-05	0.00424	0.00308	0.00524
-0.5991	3.72E-05	0.00049	9.34E-05	3.72E-05	0.00431	0.00316	0.00526
-0.598	3.71E-05	0.00051	9.66E-05	3.93E-05	0.00437	0.00324	0.00529
-0.5969	3.60E-05	0.00054	9.99E-05	3.89E-05	0.00443	0.00333	0.00532
-0.5959	3.73E-05	0.00056	0.0001	3.92E-05	0.00448	0.00342	0.00534
-0.5948	3.79E-05	0.00058	0.00011	4.01E-05	0.00453	0.0035	0.00537
-0.5937	3.73E-05	0.00061	0.00011	4.02E-05	0.00458	0.00359	0.00539
-0.5927	3.72E-05	0.00064	0.00011	3.99E-05	0.00462	0.00368	0.00541
-0.5916	3.88E-05	0.00067	0.00012	3.94E-05	0.00466	0.00376	0.00543
-0.5905	3.90E-05	0.0007	0.00012	3.88E-05	0.0047	0.00384	0.00546
-0.5894	3.82E-05	0.00073	0.00012	3.98E-05	0.00474	0.00392	0.00548
-0.5884	3.66E-05	0.00077	0.00012	4.00E-05	0.00478	0.004	0.0055
-0.5873	3.79E-05	0.0008	0.00013	4.02E-05	0.00481	0.00408	0.00551
-0.5862	3.43E-05	0.00084	0.00013	4.00E-05	0.00485	0.00415	0.00553
-0.5852	3.36E-05	0.00088	0.00013	4.02E-05	0.00488	0.00422	0.00555
-0.5841	3.43E-05	0.00092	0.00014	4.05E-05	0.00491	0.00429	0.00557
-0.583	3.50E-05	0.00096	0.00014	4.13E-05	0.00494	0.00435	0.00558
-0.582	3.60E-05	0.00101	0.00014	4.08E-05	0.00496	0.0044	0.0056
-0.5809	3.58E-05	0.00105	0.00014	4.14E-05	0.00499	0.00446	0.00561
-0.5798	3.55E-05	0.0011	0.00015	4.28E-05	0.00502	0.00451	0.00563
-0.5788	3.53E-05	0.00116	0.00015	4.36E-05	0.00504	0.00456	0.00564
-0.5777	3.64E-05	0.00121	0.00015	4.29E-05	0.00506	0.00461	0.00566
-0.5766	3.64E-05	0.00127	0.00016	4.27E-05	0.00509	0.00465	0.00567

-0.5756	3.66E-05	0.00133	0.00016	4.38E-05	0.00511	0.00469	0.00569
-0.5745	3.64E-05	0.00139	0.00016	4.41E-05	0.00513	0.00473	0.0057
-0.5734	3.65E-05	0.00146	0.00017	4.48E-05	0.00515	0.00477	0.00571
-0.5724	3.69E-05	0.00153	0.00017	4.53E-05	0.00517	0.0048	0.00573
-0.5713	3.72E-05	0.0016	0.00017	4.58E-05	0.00519	0.00484	0.00574
-0.5702	3.74E-05	0.00168	0.00017	4.62E-05	0.00521	0.00487	0.00575
-0.5692	3.86E-05	0.00176	0.00018	4.59E-05	0.00523	0.0049	0.00576
-0.5681	3.91E-05	0.00184	0.00018	4.70E-05	0.00525	0.00493	0.00577
-0.567	3.87E-05	0.00193	0.00018	4.63E-05	0.00527	0.00496	0.00579

Keterangan :

R – M = Raw Material

A-E = Material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *aluminium oxide* dan di *coating* dengan cat *primer epoxy*

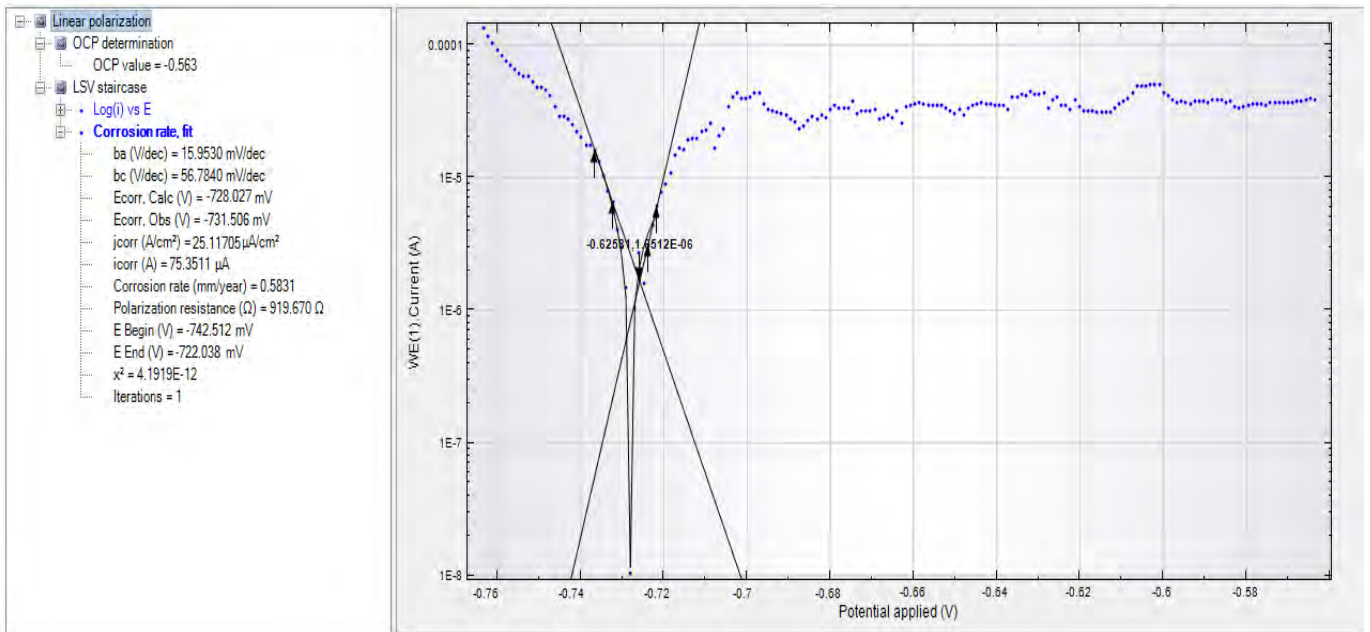
S-E = Material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* dan di *coating* dengan cat *primer epoxy*

V-E = Material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *volcanic sand* dan di *coating* dengan cat *primer epoxy*

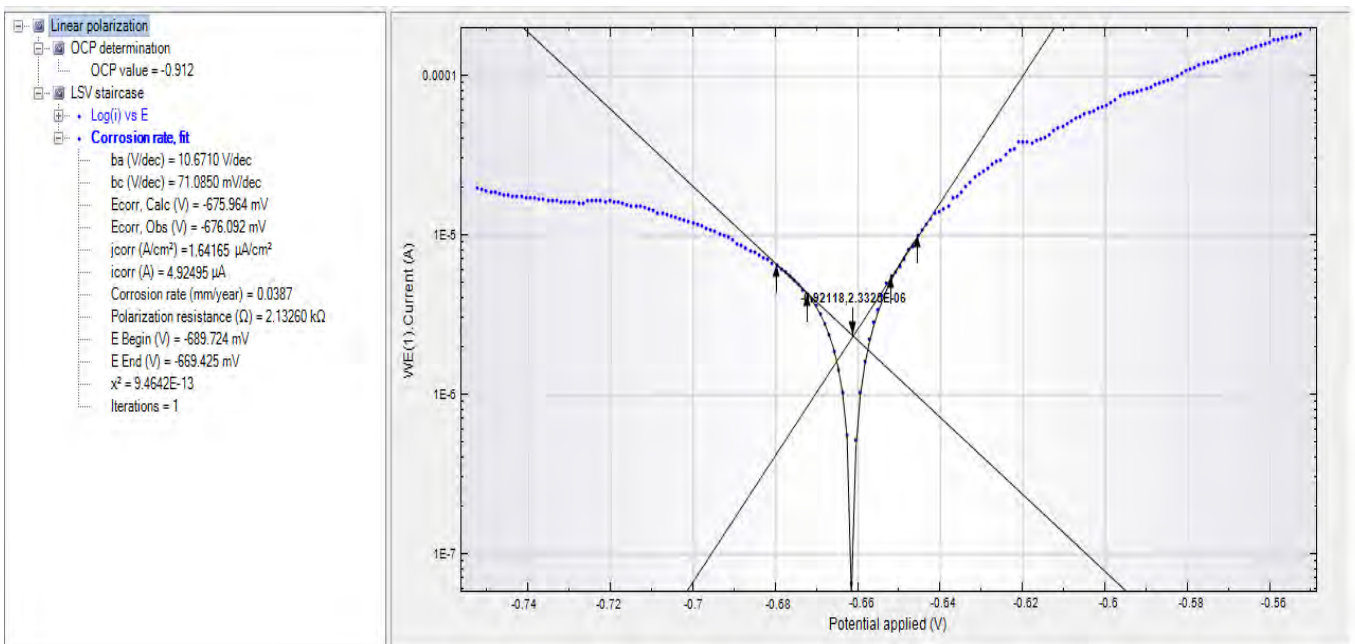
A-Z = Material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *aluminium oxide* dan di *coating* dengan cat *primer zinc rich*

S-Z = Material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *steel grit* dan di *coating* dengan cat *primer zinc rich*

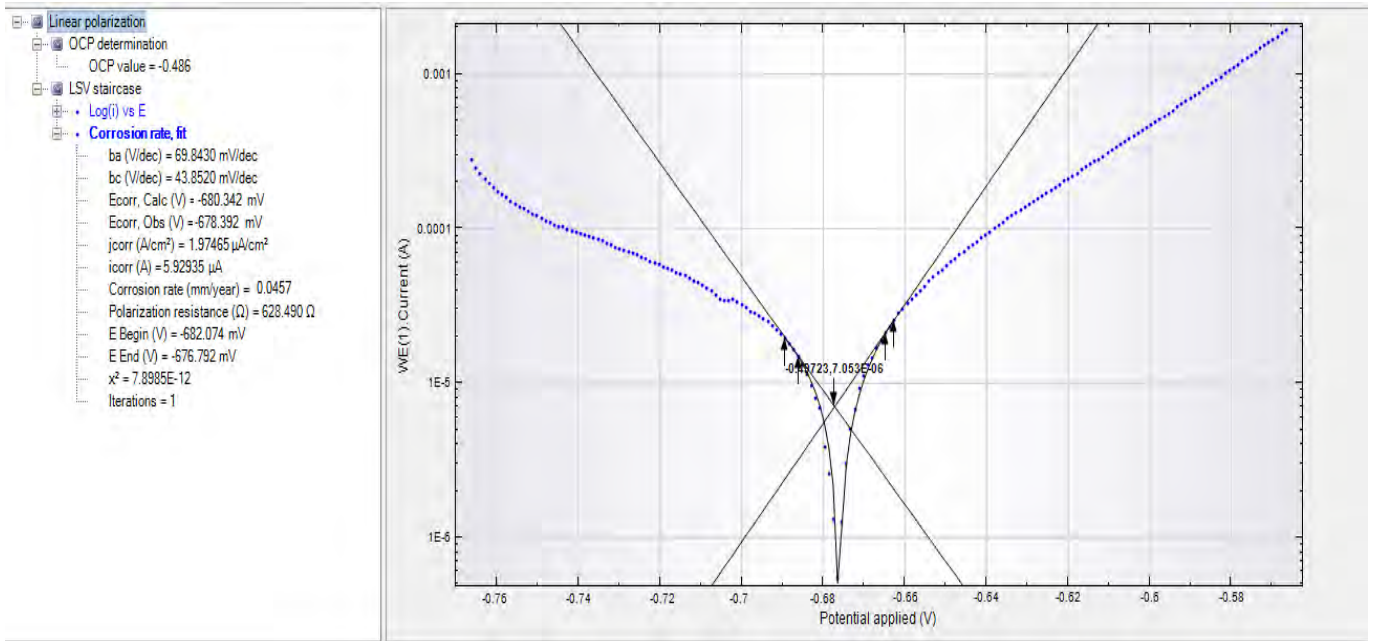
V-Z = Material yang di *blasting* menggunakan material abrasif *volcanic sand* dan di *coating* dengan cat *primer zinc rich*



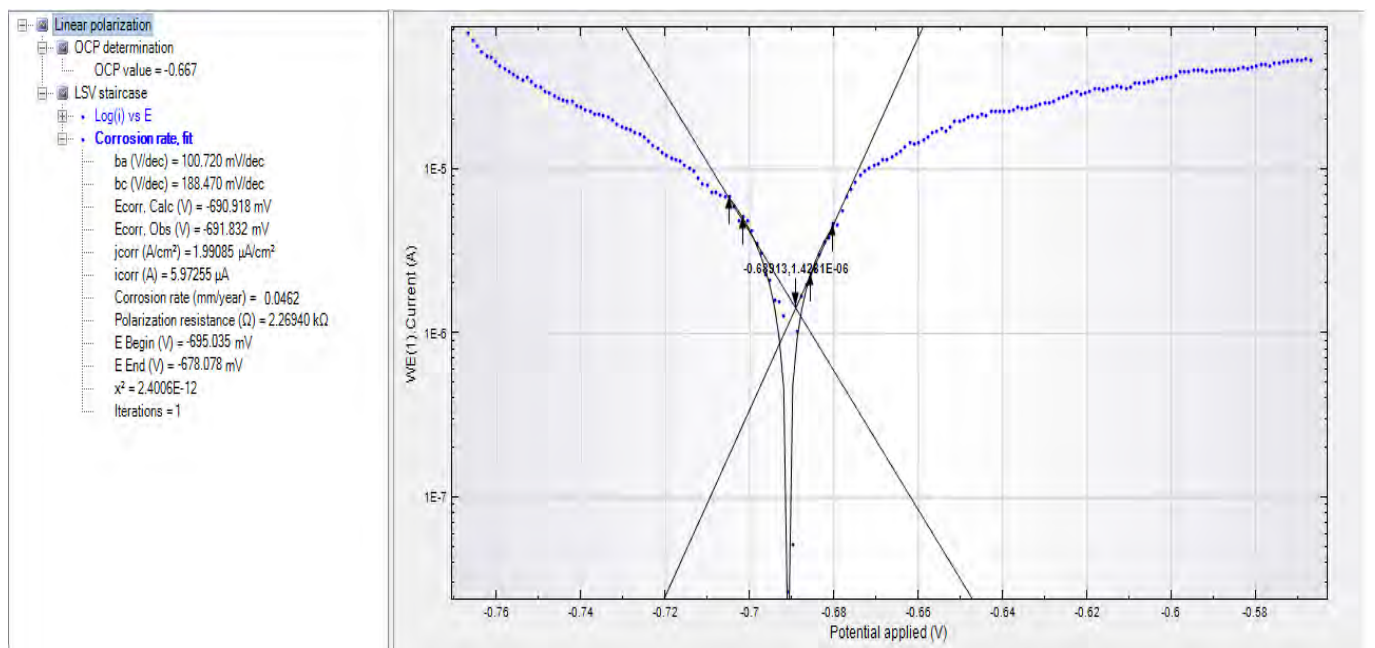
Gambar B. 4. Diagram Tafel untuk Raw material



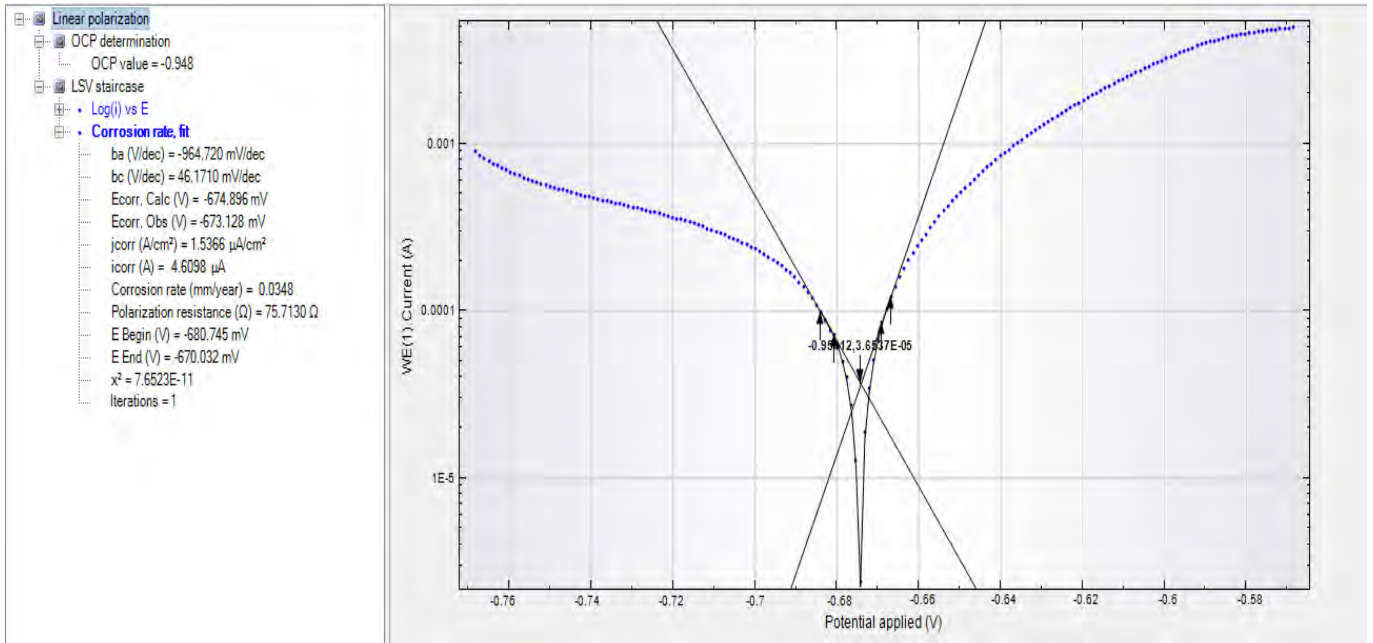
Gambar B. 5. Diagram Tafel Steel grit Epoxy



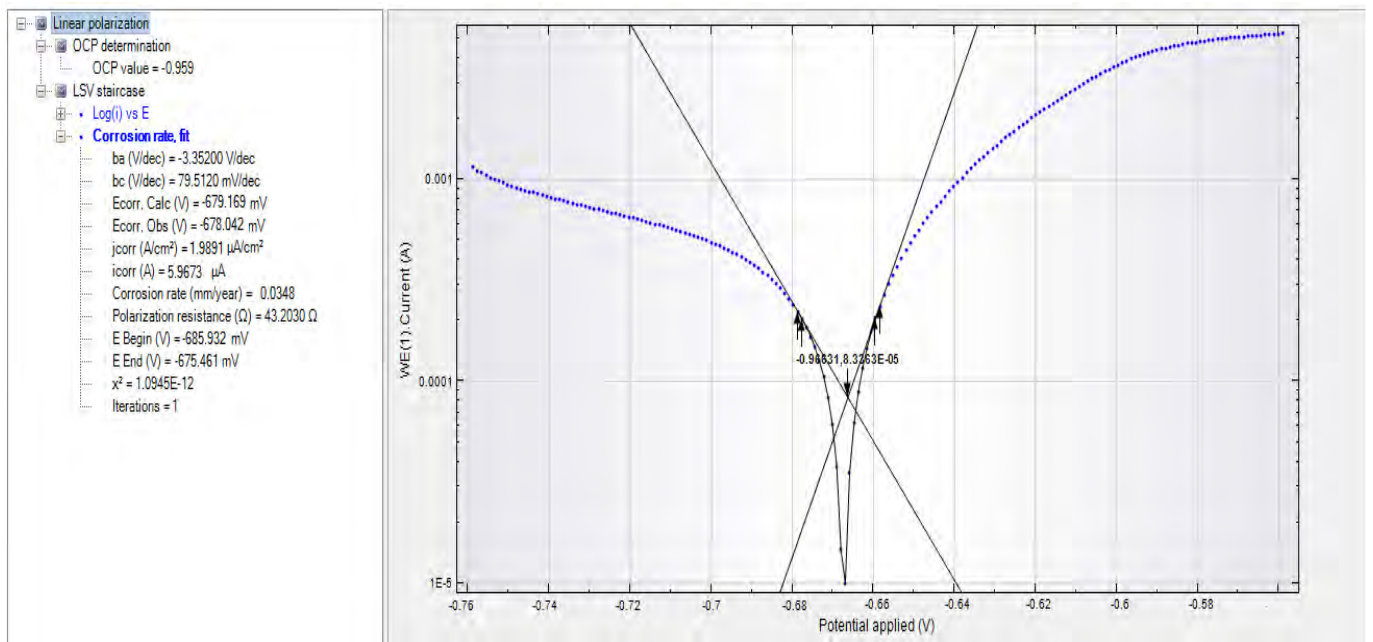
Gambar B. 6. Diagram Tafel Alumunium Oxide Epoxy



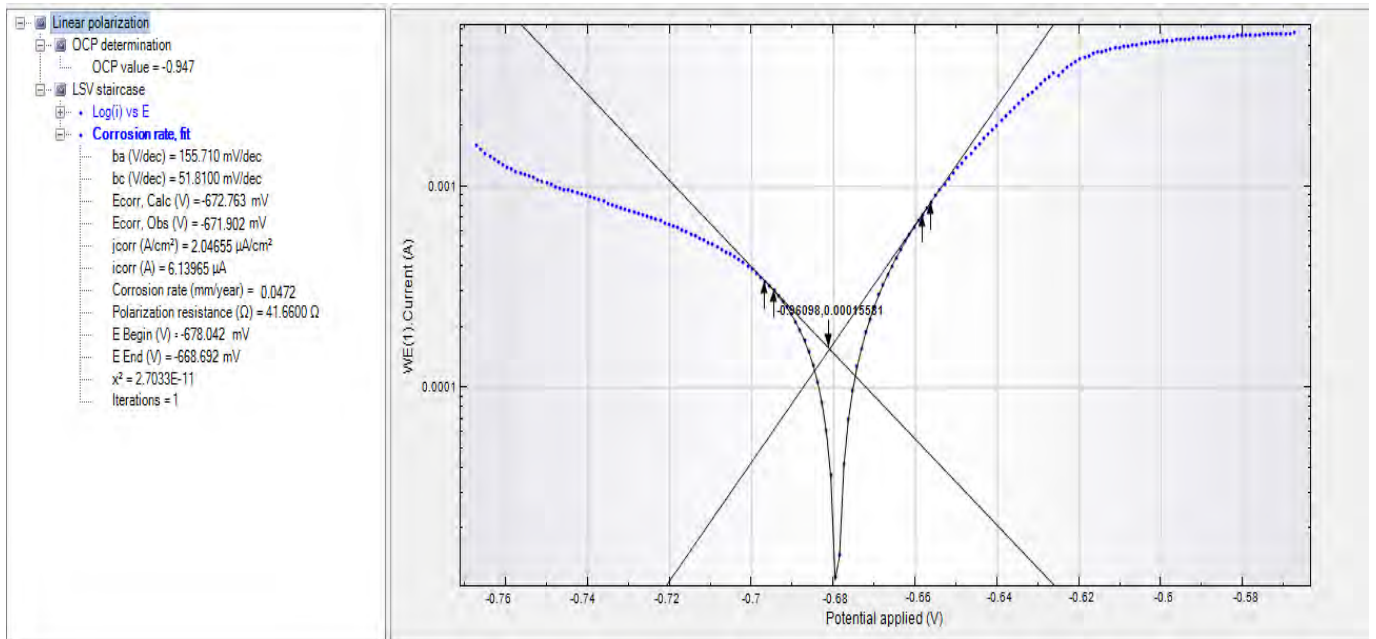
Gambar B. 7. Diagram Tafel Volcanic Sand Epoxy



Gambar B. 8. Diagram Tafel Steel grit Zinc Rich



Gambar B. 9. Diagram Tafel Alumunium Oxide Zinc Rich



Gambar B. 10 Diagram Tafel Volcanic Sand Zinc Rich

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa hasil pengujian, maka dapat diambil suatu kesimpulan dari penelitian yang dikerjakan . Berikut kesimpulannya :

1. Semakin tinggi nilai kekerasan partikel material abrasif yang digunakan untuk proses *blasting*, maka akan semakin tinggi nilai kekasaran permukaan yang diperoleh. Nilai kekasaran permukaan tertinggi diperoleh dari material yang di *blasting* menggunakan *steel grit* yaitu sebesar 84.71 μm .
2. Semakin tinggi nilai kekasaran permukaan akan meningkatkan nilai daya lekat cat dengan substrat. Hal ini ditunjukkan dengan nilai daya lekat cat yang menggunakan *steel grit* sebagai material abrasif untuk *blasting* memiliki daya lekat sebesar 20.04 MPa untuk cat jenis *epoxy* dan 21.46 MPa untuk cat jenis *zinc rich*.
3. Di pengujian *salt spray* selama 72 jam nilai daya lekat tertinggi sebesar 14.15 MPa untuk cat jenis *epoxy* dan 15.04 MPa untuk cat jenis *zinc rich*. Di pengujian *salt spray* selama 1168 jam nilai daya lekat tertinggi sebesar 11.91 MPa untuk cat jenis *epoxy* dan 12.80 MPa untuk cat jenis *zinc rich*. Material yang memiliki daya lekat tertinggi dalam pengujian ini adalah material yang menggunakan *steel grit* sebagai material abrasif untuk *blasting*.
4. Ketahanan korosi suatu material juga dipengaruhi kekuatan daya lekat cat, semakin besar daya lekat cat suatu material, maka ketahanan korosi material tersebut akan semakin baik yang ditunjukkan dengan nilai laju korosi pada material yang menggunakan material abrasif *steel grit* memiliki nilai laju korosi yang paling kecil diantara material yang di *blasting* menggunakan material abrasif lain nya yaitu 0.0374 mmpy untuk material yang di cat dengan *epoxy* dan 0.353 mmpy untuk untuk material yang di cat dengan *zinc rich*.

5.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut sehingga dapat melengkapi penelitian ini penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Melanjutkan penelitian ini dengan melakukan analisa pengaruh ukuran mesh size material abrasif pada *blasting* terhadap kekuatan lekat cat dan ketahanan korosi pada lingkungan air laut.
2. Melakukan pengujian korosif lebih lanjut dan mencari produk korosi yang terbentuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, K. 2015. "Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating". **Jurnal Teknik ITS Vol. 4, No. 1.**
- ASTM D4414. 1996. "**Standard Practice for Measurement of Wet Film Thickness by Notch Gages**". Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM D4138. 2001. "**Standard Test Methods for Measurement of Dry Film Thickness of Protective Coating Systems by Destructive Means**". Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM D4541-02. 2002. "**Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers**". Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM D4417-03. 2003. "**Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel**". Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM B117-07. 2007. "**Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus**". Annual Book of ASTM Standards.
- Bae, H. 2007. "Improving Blasting Productivity by Optimizing Operation Parameters". **The Journal of Protective Coatings & Linings Vol. 4; 1-8**
- Bondan T, S. 2004. "Pengaruh Kekasaran Permukaan terhadap Kekuatan lekat dan struktur mikro lapisan WC-Co hasil HVOF Thermal Spray". **Jurnal Teknologi Edisi No 4; 291-297**
- Bondan T, S. 2006. "Pelapisan Permukaan dalam Nosel Roket RKX100 dengan Cr₂C₃-NiCr HVOF: Optimasi Kekuatan lekat melalui Variasi Kekasaran Permukaan". **Jurnal Teknologi Edisi No 3; 203-208**
- Bondan T, S. 2009. "Pengaruh Temperatur Aplikasi Terhadap Karakteristik Die Coating 0.12 dan 0.14 mm pada Cetakan Piston Aluminium". **Jurnal Industri ITS , 8, 22-29.**
- Davis, R. 2000. "**Corrosion: Understanding the Basics**". ASM International.

- Dorrow, D. 2011. "Fishing for the Best Abrasive". **The Journal of Protective Coatings & Linings Vol. 4; 27-28**
- Francis, R. 2009. "Dry Film Thickness Measurements". **The Journal of Protective Coatings & Linings Vol. 3; 1-11**
- Fletcher, JF & Leonard. 2011. "**New Developments in Surface Profile Measurement for Blast Cleaned Surfaces**". Manchester: Elcometer Limited Edge Lane.
- Holmberg, K. dan Matthews, A. 2010. "**Coating Tribology Properties, Mechanisms, Techniques, and Applications in surface Engineering Second Edition**". The University of Sheffield: UK.
- Hudson, R. 1982. "**Surface Preparation for Coating**". The National Physical Labotary.
- Huffman, L. 2006. "Abrasive Selection Requires Evaluation of Needs, Cost, and Productivity". **The Journal of Protective Coatings & Linings**.
- ISO 19840. 2004. "**Paints and Varnishes — Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems — Measurement of, and Acceptance Criteria for, The Thickness of Dry Films on Rough Surfaces**". International Organization for Standardization.
- ISO 9227. 2006. "**Corrosion Tests in Artificial Atmospheres Salt Spray Tests**". International Organization for Standardization.
- ISO 8501. 2011. "**Corrosion Protection of Steel Structures by Painting**". International Organization for Standardization.
- Khorasanizadeh, S. 2010. "The Effects of Shot and Grit Blasting Process Parameters on Steel Pipes Coating Adhesion". **International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering Vol:4 ; No:6**.

- Marzuki, D. 2010. **“Kepekaan Retak Korosi Tegangan Baja Nirkarat Austenitik Aisi 304 Dalam Lingkungan Air Laut Buatan”**. Program Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara Medan.
- Momber, A. 2008. **Blast Cleaning Technology**. Berlin: Springer.
- Norsok Standard M-501. 1994. **”Surface Preparation and Protective Coating”**. Norsok Standard.
- Payer, J & John R. Scully, 2004. **“A Report of the DOE Workshop on “Corrosion Issues of Relevance to the Yucca Mountain Waste Repository”**. United States Department of Energy.
- Rachman, A. 2012. **“Analisa Pengaruh Tekanan Blasting Terhadap Kekuatan Lekat Cat di Lingkungan Air Laut”**. Surabaya, Indonesia: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Roper, H. 2006. **“Peak Performance from Abrasives”**. **The Journal of Protective Coatings & Linings Vol:4 ; 32-39**
- Subekti, N. 2010. **“Pengaruh Tegangan Proteksi dan Persiapan Permukaan Terhadap Sifat Adhesi Cat Epoxy dalam Pengujian Cathodic Disbondment**. Tugas Akhir, Fakultas Teknik Departemen Metalurgi Dan Material Universitas Indonesia.
- SSPC: The Society for Protective Coatings. 2004. **“Paint Application Specification No. 2 (Measurement of Dry Coating Thickness with Magnetic Gages”**. The Society for Protective Coatings.
- 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.
- Vitosyto, J. 2012. **“The Effects of Surface Roughness on Adhesion Strength of Coated Ash (Fraxinus excelsior L.) And Birch (Betula L.) Wood”**. Department of Wood Technology, Kaunas University of Technology.

Wanga, Y. 2005. **“Influence of Substrate Roughness on The Bonding Mechanisms of High Velocity Oxy-Fuel Sprayed Coatings”**. Welding Research Institute.

Williams, AB. 1986. **“Abrasive Blast Cleaning Handbook”**. A.B. Williams, Enterprises.

BIODATA PENULIS



Carolus Trijatmiko Nugroho, lahir di Bandar Lampung pada tanggal 15 April 1994, penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Pendidikan formal penulis dimulai dengan menyelesaikan jenjang Pendidikan Dasar di SD Fransiskus 1 Tanjung Karang, Bandar Lampung pada tahun 2000-2006. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Fransiskus Tanjung Karang pada tahun 2006-2009 dan melanjutkan pendidikan di SMA Fransiskus pada tahun 2009-2012. Setelah lulus SMA pada tahun 2012, penulis melanjutkan ke jenjang Pendidikan Tinggi Strata 1 di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Selama menempuh masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan seperti Himpunan Mahasiswa-Teknik kelautan, OCEANO, Perkumpulan Mahasiswa Lampung-Surabaya dan masih banyak lagi. Pada tahun 2015 penulis berkesempatan melaksanakan kerja praktek di PT. NOV-PROFAB INDONESIA. Selama masa studi strata 1 yang ditempuh selama 4 tahun, penulis tertarik dalam bidang korosi dan *coating*. Sehingga dalam tugas akhir ini mengambil topik analisis *coating*.

Kontak Penulis :

Email : carolustrijatmiko@gmail.com

Telepon : 08113391515