

Analisa Pengaruh Suhu Material pada Pengaplikasian Coating Epoxy terhadap Kekuatan Adhesi Baja A36

Raymond Habinsaran Aruan, Herman Pratikno, dan Yoyok Setyo Hadiwidodo
Departemen Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: hermanp@oe.its.ac.id

Abstrak—Pada era modern ini, kebutuhan manusia terhadap material pada bidang konstruksi bangunan laut seperti pemilihan bahan untuk bidang perpipaan, konstruksi bangunan laut dan perkapalan. terdapat beberapa macam pilihan material yang sesuai. Korosi yang terjadi pada logam tidak dapat dihindari, tetapi hanya dapat dicegah dan dikendalikan sehingga logam mempunyai masa pakai atau guna lebih lama. Pemberian lapisan coating anti korosi merupakan salah satu untuk melindungi material dari proses korosi. Pada penelitian ini, dilakukan pengujian kekuatan adhesi dan pengujian laju korosi pada Epoxy Coating pada baja ASTM A36 yang divariasikan dengan mengubah suhu material spesimen. Hal ini dilakukan untuk mengetahui hasil kualitas coating yang dilakukan masih memenuhi standar dengan dilakukan variasi suhu spesimen. Dari pengujian adhesi yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa suhu spesimen 500 C mempunyai hasil yang paling baik. Pada pengujian dengan variasi suhu 500 C mendapatkan nilai kekuatan adhesi sebesar 8.81 Mpa.

Kata Kunci—Adhesi, Baja ASTM A36, Coating Epoxy, Penggunaan baja, Suhu Material.

I. PENDAHULUAN

PADA era modern ini, kebutuhan manusia terhadap material pada bidang konstruksi bangunan laut seperti pemilihan bahan untuk bidang perpipaan, konstruksi bangunan laut dan perkapalan terdapat beberapa macam pilihan material yang sesuai. Penggunaan logam yang paling banyak digunakan untuk konstruksi bangunan laut, perpipaan dan perkapalan adalah baja ringan. Selain sifat yang kuat dan ringan baja juga memiliki kegunaan pada berbagai aplikasi yang ada di industri. Umumnya penggunaan bahan ini di bidang perpipaan, konstruksi bangunan laut dan perkapalan. Pemilihan tipe baja ini tentunya dipertimbangkan dari segi ekonomis maupun keindahan dari konstruksi tersebut [1]. Baja adalah kandungan besi-karbon yang mengandung elemen paduan lainnya dengan tingkat konsentrasi tertentu. Ada banyak paduan yang memiliki perbedaan komposisi dengan daya tahan panas yang berbeda juga. Baja pada umumnya dibedakan pada konsentrasi pada kandungan karbonnya. Terdapat baja karbon rendah, baja karbon medium, dan baja karbon tinggi. Salah satu contoh baja karbon rendah adalah baja ASTM A36 karena memiliki persentase karbon sebesar 0.26%. Penggunaan baja A36 ini umumnya sebagai material pupa untuk mengalirkan fluida. Namun pada akhirnya material baja ini nantinya mengalami korosi akibat dari lingkungan dan lain-lain.

Chamberlain, 1991 menyatakan bahwa korosi merupakan kerusakan material yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan sekitarnya dan disini yang dimaksud dengan pengaruh lingkungan sekelilingnya dapat berupa lingkungan asam, udara, embun, air tawar, air laut, air tanah. Pada mulanya korosi hanya memelan bagian luar dari material,

namun lama kelamaan masuk dan merusak bagian dalam material. Dalam bidang teknik, korosi merupakan masalah yang sedang dihadapi sehingga dilakukan pengendalian kerusakan material yang diakibatkannya, dengan cara menekan laju korosi yang terjadi serendah mungkin sehingga tidak merusak material sebelum waktunya [2]. Korosi yang terjadi pada logam tidak dapat dihindari, tetapi hanya dapat dicegah dan dikendalikan sehingga logam mempunyai masa pakai atau guna lebih lama. Pemberian lapisan *coating* anti korosi merupakan salah satu cara untuk melindungi material dari proses korosi. Lapisan *coating* mengandalkan daya lekatnya untuk melindungi permukaan suatu material. Melingkatkan daya rekat coating, maka life time dari coating akan meningkat [3]. Begitu pula sebaliknya, jika daya rekat coating menurun maka life time coating akan menurun juga. Daya lekat coating dipengaruhi oleh berbagai hal, salah satunya adalah ketebalan coating. Semakin tebal suatu coating tidak berarti hasilnya pasti semakin baik. Cat epoksi adalah salah satu jenis lapisan organik (*organic coating*) yang sering digunakan dalam industri untuk melindungi baja dari korosi [4]. Cat epoksi memiliki sifat mekanik yang bagus, kepadatan partikel dan kekuatan adhesi yang tinggi dalam menahan laju korosi.

Keberhasilan dari proses coating sangat bergantung pada proses *surface preparation*, proses ini nantinya mempengaruhi kekuatan adhesi dari material [5]. Salah satu teknik dari *surface preparation* yang umum digunakan dalam dunia industri adalah *blasting*. Karena proses pengaplikasian coating juga bergantung pada hasil dari proses *surface preparation* maka pengaruh suhu material saat di aplikasikan coating cat epoxy juga saling berkaitan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dipelajari tentang analisa pengaruh suhu pada pengaplikasian coating terhadap kekuatan adhesi baja ASTM A36.

II. DASAR TEORI

A. Baja

Baja merupakan perpaduan logam yang memiliki komponen utamanya adalah besi, dengan karbon sebagai material paduan utama serta beberapa komponen lain sebagai paduan, dengan persyaratan bahwa kandungan $0,4\% \leq \text{Cu} \leq 0,6\%$, $\text{Mn} \leq 1,65\%$, dan kandungan $\text{Si} \leq 0,6\%$. Menurut Brady, dkk, berdasarkan kandungan karbonnya baja dapat dibedakan dalam beberapa macam sebagai berikut [6].

Baja karbon rendah dengan kadar karbon 0,05-0,3% (*low carbon steel*). Sifatnya mudah ditempa dan mudah dimesin. Biasanya digunakan untuk bodi mobil, bus dan lain-lain.

Baja karbon menengah dengan kadar karbon 0,3-0,5% (*medium carbon steel*). Kekuatannya lebih tinggi daripada baja karbon rendah. Sifatnya sulit dibengkokkan, dilas,

Tabel 1.
Jenis-jenis material abrasif

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
Coat Slag	12-80	6-7.5	2.7
Aluminium Oxide	16-220	7-8	2
Steel Shot	7-200	8	7
Volcanic Sand	12-120	5.5-6.5	1.6
Steel Grid	10-235	8-9	7

Tabel 2.
Penamaan Spesimen Uji

RD1		
RD2		Suhu 30°C
RD3		
RB1		
RB2	Adhesi	Suhu 40°C
RB3		
RP1		
RP2		Suhu 50°C
RP3		

Tabel 3.
Pengujian data lingkungan

Steel Temperature awal	35°C
Wet Bulb	27°C
Dry Bulb	31°C
Relative Humidity	73
Dew Point	26°C

Tabel 4.
Hasil Pengukuran Kekasaran Spesimen Adhesi

Suhu Spesimen	Kode Spesimen	Nilai Kekasaran (μm)			Rata-rata
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	
Suhu 30°C	Spesimen RD1	102	90	92	94,66667
	RD2	54	74	62	63,33333
	RD3	52	74	76	67,33333
Suhu 40°C	Spesimen RB1	66	80	56	67,33333
	RB2	82	84	82	82,66667
	RB3	66	54	62	60,66667
Suhu 50°C	Spesimen RP1	72	88	84	81,33333
	RP2	76	64	68	69,33333
	RP3	80	84	84	82,66667



Gambar 1. Pengukuran Wet Bulb dan Dry Bulb.



Gambar 2. Material Abrasive Steel Grid yang dipakai.

dandipotong. Penggunaannya untuk konstruksi bangunan, bahan pada komponen mesin, golok, pisau dan lain-lain.

Baja karbon tinggi dengan kadar karbon 0,5-1,5% (high carbon steel). Sifatnya sulit dibengkokkan, dilas dan dipotong. Penggunaannya seperti pada baja kawat, kabel tarik dan angkat, kikir, pahat, dan gergaji.

Dari ketiga tingkatan baja diatas, baja ASTM A36 merupakan baja karbon rendah yang mengandung karbon sebesar 0.25%-0.29%. Baja ASTM A36 memiliki sifat las yang baik, sehingga banyak digunakan sebagai main frame bangunan lepas pantai.

B. Coating

Coating adalah pelapisan mempunyai tujuan untuk melindungi permukaan benda dari lingkungan sekitarnya. Pelapisan dikategorikan menjadi 2 jenis, yaitu liquid coating yaitu pelapisan menggunakan cat, dan concrete coating yaitu pelapisan menggunakan beton. Liquid coating berfungsi ganda pada pengaplikasiannya, yaitu bertujuan sebagai dekorasi dan perlindungan. Dalam pembuatannya, umumnya coating memiliki 3 lapisan yang memiliki fungsi masing-masing. Ketiga lapisan tersebut adalah primer, *Intermediate/ Body Coats Intermediate/ body coats* dan *Topcoats*.

C. Epoxy

Epoxy adalah bahan kimia yang merupakan salah satu jenis coating anti korosi. *Epoxy* bereaksi dengan beberapa bahan kimia lain yang biasa disebut Hardener. Setelah epoxy dan hardener dicampurkan, maka bentuknya berubah dari cair ke padat setelah mengering sangat kuat tahan terhadap suhu tinggi tertentu, dan memiliki ketahanan kimia yang tinggi. *Epoxy* memiliki sifat adhesi yang kuat, sehingga sangat baik untuk menjadi lapisan coating pelindung logam, kayu, baja, beton, dan beberapa material lain dari korosi. Untuk mempermudah pangaplikasian *coating, epoxy* biasanya dicampur dengan *solvent* yang berfungsi untuk melarutkan polimer, memperbaiki sifat-sifat cair, serta mengatur viskositas. Namun proses pemberian atau pengaplikasian *epoxy* tetap harus memperhatikan permukaan material yang nantinya dilapis karena kunci dari kekuatan atau ketahanan epoxy ini sangat bergantung pada persiapan permukaan (*surface preparation*) yang baik dan benar.

D. Surface Preparation

Untuk mendapatkan hasil coating yang maksimal, permukaan yang akan dicoating harus benar-benar bebas dari kontaminasi permukaan seperti *mill scale*, kontaminasi karat, kontaminasi minyak dan lemak, kontaminasi garam, dan



Gambar 3. Material Abrasive sebelum dan sesudah proses Blasting.



Gambar 4. Inspeksi Visual Permukaan Baja hasil Blasting dengan Standard ISO 8501-1 Sa 2.5.

benda asing lainnya yang merusak dan merugikan. Sebaik apapun kualitas coating tidak berhasil apabila *surface preparation* tidak dilakukan dengan baik. Menurut Fontana terdapat 5 tingkatan untuk kebersihan hasil dari *surface preparation* [7]:

SA 1 (*Light Blast Cleaning*): Apabila dilihat dengan mata telanjang, permukaan material bebas dari minyak, grease, dan debu. Selain itu juga bebas dari mill scale, karat, lapisan cat, dan benda asing.

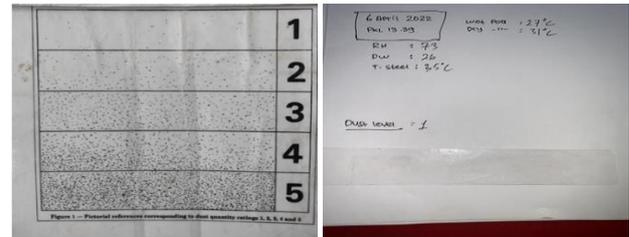
SA 2 (*Thorough blast-cleaning*): Apabila dilihat dengan mata telanjang, permukaan material bebas dari minyak, grease, dan debu. Selain itu juga bebas dari mill scale, karat, lapisan cat, dan benda asing. Namun kontaminant yang melekat sangat kuat tidak dapat hilang.

SA 2 1/2 (*Very Thorough Blast Cleaning*): Apabila dilihat dengan mata telanjang, permukaan material bebas dari minyak, grease, dan debu. Selain itu juga bebas dari mill scale, karat, lapisan cat, dan benda asing. Sisa kontaminant yang tertinggal hanya berupa garis atau titik-titik.

SA 3 (*Blast Cleaning to Visually Clean Steel*): Apabila dilihat dengan mata telanjang, permukaan material bebas dari minyak, grease, dan debu. Selain itu juga bebas dari mill scale, karat, lapisan cat, dan benda asing. Untuk tingkat ini material akan berwarna metallic.

E. Abrasive Blast Cleaning

Abrasive Blast Cleaning merupakan salah satu jenis dari menyiapkan permukaan pada material yang akan di coating untuk didapatkan daya lekat yang tinggi pada material. Cara kerja Abrasive Blast Cleaning dengan menyemprotkan material abrasif dan air (bila diperlukan) dengan tekanan tinggi ke material atau struktur yang akan di aplikasikan pelapisan (*coating*).



Gambar 5. Hasil Inspeksi Dust contamination dengan hasil Dust level 1.



Gambar 6. Grafik Kekuatan Adhesi Cat.

F. Material Abrasif

Material abrasif merupakan salah satu komponen penting dalam proses blasting. Material abrasif digunakan dalam menyiapkan permukaan material yang lebih baik dari pada menggunakan gerinda saja. Ada banyak jenis material abrasif yang dapat digunakan dalam proses persiapan permukaan material yang tertera pada Tabel 1 [8].

G. Spray Painting

Spray painting merupakan suatu proses dimana cairan cat diaplikasikan dengan tekanan tinggi dan dipecah menjadi butiran-butiran kecil (atomisasi) pada suatu permukaan benda. Spray painting bertujuan untuk memberikan proteksi dan menambah nilai estetika pada permukaan benda. Spray painting memiliki 2 metode dalam pengaplikasiannya, yaitu:

1) Airless spray painting

Airless spray painting merupakan proses penyemprotan dengan alat yang memiliki cara kerja mendorong cat dengan tekanan tinggi kearah spray tip tanpa bantuan kompresor. Metode pengecatan ini mempunyai tekanan yang tinggi (70 bar keatas) serta cocok digunakan untuk proyek yang membutuhkan kecepatan pekerjaan yang tinggi. Transfer efisiensinya yang cukup tinggi, lebih dari 50% volume cat akan menempel pada permukaan benda.

2) Conventional spray painting

Conventional spray painting merupakan proses pengaplikasian yang menggunakan alat yang bekerja dengan bantuan kompresor untuk memecah cat menjadi butiran kecil. Metode ini mempunyai tekanan sekitar 2-5 bar, dengan transfer efisiensi berkisar antara 25-35 persen.

H. Adhesi

Adhesi merupakan gaya tarik menarik yang menyebabkan dua molekul yang berbeda jenis dapat saling merekat satu sama lain. Adhesi antara lapisan coating dan permukaan baja dapat diukur menggunakan pull-off test sesuai dengan standar ASTM D4541-2. Dalam ASTM D4541-2, pull-off test dapat

Tabel 5.
Hasil Pengukuran DFT Spesimen

Kode Spesimen	DFT (µm)			Rata-rata
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	
RD1	112	106	110	109,3333
RD2	122	124	128	124,6667
RD3	98	108	114	106,6667
RB1	138	140	136	138
RB2	144	152	144	146,6667
RB3	148	124	134	135,3333
RP1	102	108	106	105,3333
RP2	164	148	146	152,6667
RP3	132	124	108	121,3333
BD1	106	104	106	105,3333
BD2	112	106	126	114,6667
BD3	124	110	122	118,6667
BB1	118	138	136	130,6667
BB2	148	152	166	155,3333
BB3	144	142	140	142
BP1	136	132	104	124
BP2	102	106	106	104,6667
BP3	146	142	146	144,6667
Rata-Rata				126,6667

Tabel 6.
Hasil Pengujian Adhesi

Suhu Material	Kode Spesimen	Uji Adhesi (MPa)			Rata-rata (Mpa)	Rata-rata Total (Mpa)
		Titik 1	Titik 2	Titik 3		
Spesimen Suhu 30°C	RD1	6,94	10,4	8,12	8,486667	7,731
	RD2	7,98	6,07	7,26	7,103333	
	RD3	7,74	7,23	7,84	7,603333	
Spesimen Suhu 40°C	RB1	7,9	7,31	8,59	7,933333	7,97
	RB2	9,84	7,46	6,21	7,836667	
	RB3	8,09	8,35	7,98	8,14	
Spesimen Suhu 50°C	RP1	9,78	9,37	9,28	9,476667	8,81
	RP2	9,25	7,5	8,82	8,523333	
	RP3	9,17	8,23	7,91	8,436667	

dilakukan dengan berbagai cara. Salah satunya adalah menggunakan Self-Aligning Adhesion Tester Type V yang dilakukan menggunakan sebuah dolly yang ditekan menggunakan sebuah kompresor. Hasil uji adhesi tersebut dapat dibaca pada layer indikator yang nantinya mencatat tekanan maksimum dari hasil uji tersebut.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Studi Literatur

Tahap awal dalam pengerjaan adalah mencari, mempelajari, serta memahami materi mengenai surface preparation, metode blasting, metode coating menggunakan cat epoksi, inspeksi hasil coating, pengujian daya lekat, dan pengujian laju korosi. Materi-materi tersebut didapat dari jurnal, buku-buku, dan laporan tugas akhir alumni baik dari institusi sendiri maupun dari institusi lain yang digunakan sebagai referensi dasar teori dan acuan dalam mengerjakan penelitian tugas akhir ini.

B. Persiapan Alat dan Bahan

Sebelum melakukan pengujian, dilakukan terlebih dahulu persiapan alat, bahan serta lokasi yang diperlukan. Berikut alat, bahan, dan lokasi penelitian yang digunakan yaitu Alat surface preparation (blasting), Alat pengukur kekasaran permukaan (roughness meter), Mesin pengaduk cat, Alat penyemprot cat (air spray gun), Alat ukur ketebalan cat basah (wet film comb), Alat ukur ketebalan cat kering (coating thickness gauge), Spychrometer (termometer wet dan dry), Termometer, Gelas ukur, Gelas plastic, Ayakan, Neraca digital, Alat uji kekuatan daya lekat (portable adhesion

tester), Alat uji laju korosi (sel tiga elektroda) dan bahan yang dibutuhkan Pelat baja ASTM A36, Cat epoksi, Material abrasif (steel grit 16), Thinner, Lem epoksi Araldite, NaCl. Kemudian untuk rencana lokasi penelitian di Departemen Teknik Kelautan – ITS, CV. Cipta Agung (Jl. Rungkut Industri IX No.24-26), Departemen Teknik Material dan Metalurgi – ITS.

C. Persiapan Lingkungan

Sebelum proses blasting pada material dilakukan, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan salah satunya ialah kondisi lingkungan seperti steel temperature, temperatur basah, temperatur kering, Dew Point (DP), dan Relative Humidity (RH). Tujuan dilakukannya environmental test ini ialah untuk mengukur tingkat kelembapan dari lingkungan tempat suatu pengujian dilakukan. Aturan dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) menyebutkan bahwa Relative Humidity (RH) harus dibawah 85% dan temperatur spesimen minimal 3°C dari Dew Point (DP). Alat yang digunakan untuk mengukur RH dinamakan sling psychrometer.

D. Persiapan Permukaan (Proses Blasting)

Sebelum dilakukan coating, material terlebih dahulu dilakukan surface preparation. Proses blasting dilakukan dengan cara menyemprotkan material abrasif ke permukaan material baja. Dalam penelitian ini digunakan dengan material abrasif yaitu steel grit. Spesimen dilakukan blasting sampai terlihat hasil visual dengan standar ISO SA 2.5 (*very through blast-cleaning*). Setelah dilakukan proses blasting, dilakukan pengecekan hasil dari proses blasting apakah sudah sesuai dengan standar dan pengecekan dilakukan secara

Tabel 7.
Perbandingan hasil Adhesi dan Laju Korosi pada setiap variasi suhu

Suhu Spesimen	Rata-rata nilai Adhesi (Mpa)	Rata-rata nilai Laju korosi(mm/yr)
30°C	7.73	0.71
40°C	7.9	0.19
50°C	8.8	0.01

visual. Standar yang digunakan dalam pengecekan hasil blasting ini yaitu ISO 8501-1. Tingkat kebersihan yang ingin dicapai ialah SA 2.5 (*very through blast-cleaning*).

E. Pengukuran Kekasaran Permukaan

Setelah dilakukan inspeksi visual, pengujian berikutnya yang dilakukan adalah pengujian kekasaran permukaan dengan alat roughness meter. Kekasaran permukaan material terbentuk akibat tembakan partikel-partikel kecil yang keras dan tajam dengan kecepatan tinggi ke permukaan material. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan standart ASTM D4417 Standard Test Methods for Field Measurement of Blast Cleaned Steel.

F. Pengaplikasian Cat pada Material

Setelah melewati tahap blasting, spesimen harus segera diaplikasi coating agar tidak terkontaminasi kembali dengan durasi maksimal 4 jam. Sebelum coating diaplikasikan pada spesimen uji, perlu diketahui terlebih dahulu product data sheet dari cat yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan cat jenis Penguard Primer dan metode aplikasi yang digunakan ialah metode spray dengan variasi pengaplikasian suhu adalah 200c, 300c, 400 c. Dan tebal cat yang aplikasikan adalah 150 µm. Tahapan-tahapan pada aplikasi coating epoxy yaitu:

1. Mempersiapkan alat, bahan, *technical data sheet* dan *safety data sheet* yang diperlukan.
2. Menyiapkan cairan cat *epoxy* dan campuran cat yang akan digunakan.
3. Mempersiapkan tabung air spray gun
4. Menuangkan campuran cat kedalam tabung air spray gun.
5. Menyemprot (*spray*) beberapa kali pada kertas ataupun media lain agar didapat konsistensi bentuk spray.
6. Menempatkan spesimen pada panel holder, kemudian cat diaplikasikan pada semua spesimen dengan jarak 25–30 cm dari permukaan specimen. Pengcatan ini dilakukan sebanyak 3 kali dengan ketentuan suhu specimen 200c, 300c, 400c dan sampai ketebalan cat yang diinginkan.

G. Pengujian Daya Lekat Cat

Pengujian kekuatan adhesi dilakukan untuk mengetahui kekuatan daya lekat lapisan coating pada substrate. Metode yang dilakukan adalah *pull-off test* dengan merujuk pada standard ASTM D4541 – “*Standard Test Method for Pull 45 Off Strength of Coating Using Portable Adhesion Tester*” Alat dan bahan yang dibutuhkan diantaranya yaitu portable adhesive tester, lem epoxy, dan dolly. Langkah-langkah pengujiannya antara lain sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yaitu spesimen uji, portable adhesive tester, lem dan dolly dengan ukuran 20 mm.
2. Dolly yang sudah diberi lem diletakkan ke permukaan tiap spesimen.
3. Menunggu selama 1 x 24 jam agar lem dapat melekat dan mengering.
4. Sisa lem yang ada pada pinggiran dolly dibersihkan dengan menggunakan dolly cutter.

5. Mengkalibrasi alat portable adhesive tester hingga menunjukkan angka nol dan selanjutnya dilakukan penentuan satuan, dimana satuan daya lekat yang digunakan yaitu satuan Mpa.
6. Ujung alat portable adhesive tester disambungkan ke dolly yang melekat pada spesimen.
7. Tuas portable adhesive tester ditekan hingga dolly terlepas dari spesimen uji.
8. Nilai kekuatan daya lekat cat yang didapat setelah pengujian dicatat.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Proses Blasting dan Coating

Penelitian kali ini terdapat satu jenis variasi material abrasive yang digunakan dalam proses blasting, yaitu *steel shoot* dimana material abrasive tersebut tergolong pada jenis *nonmetallic abrasive* material. Sedangkan pada proses coating, pada penelitian ini dilakukan coating satu lapis yaitu lapisan primer. Pada penelitian ini juga terdapat tiga variasi untuk interval suhu pengecatan yaitu 30°C, 40°C, dan 50°C. Blasting Operator: Arman (CV. Cipta Agung), Material: ASTM A36, Dimensi Material: 40x20x0.8 mm 100x50x0.8 mm, Jenis Blasting: Dry Abrasive Blasting, Material Abrasif: Steel Shot Grit, Material Abrasif: Grit B, Metode Coating: Airless Spray Coating, Jenis Coating: JOTUN Penguard Primer. Penamaan spesimen uji tertera pada Tabel 2.

B. Data Lingkungan

Sebelum proses blasting dan coating, hal yang perlu dilakukan adalah mengecek kondisi lingkungan apakah memenuhi persyaratan atau tidak. Kondisi lingkungan yang dimaksud meliputi temperature udara kering, temperature udara basah, relative humidity, dew point, serta temperature specimen. Menurut ASTM E337, relative humidity dari lingkungan tidak boleh melebihi 85%, dan temperatur specimen harus berada minimal 30C diatas dew point/titik embun. Hal ini penting dilakukan karena kandungan uap yang terlalu tinggi menyebabkan pengembunan pada material sehingga coating tidak dapat melekat secara sempurna. Environment test dilakukan menggunakan alat sling psychrometer untuk mengetahui temperature udara kering dan basah, selanjutnya dari nilai temperature tersebut akan menjadi rujukan untuk menentukan RH dan dew point dari tabel yang telah disediakan. Gambar 1 merupakan hasil environment test pada saat dilaksanakan eksperimen di CV. Cipta Agung. Berdasarkan nilai yang diperoleh pada pengujian yang tertera pada Tabel 3, kondisi lingkungan memenuhi standar yang digunakan.

C. Hasil Proses Blasting

Proses blasting pada eksperimen saya kali ini menggunakan metode *dry abrasive blasting*. Metode kali ini dikenal memiliki keunggulan dibanding metode lainnya dari segi biaya yang lebih murah dan hasil yang di dapat bisa dibbilang cukup baik. Proses blasting untuk permukaan

material yang akan diaplikasikan sebuah coating wajib dilakukan agar cat atau coating tersebut memiliki daya lekat yang baik pada permukaan material. Proses blasting menggunakan material abrasive Steel grid. Dengan tingkat kebersihan yang terdapat pada client specification adalah > Sa 2.5. Maka dalam eksperimen ini saya menggunakan standar kebersihan Sa 2.5 (ISO 8501-1). Dan untuk tekanan kompresor pada proses ini adalah 5 bar. Gambar 2 dan Gambar 3 adalah perbedaan spesimen baja A36 sebelum dan sesudah dilakukan proses blasting.

D. Inspeksi Visual Blasting

Setelah proses blasting dilakukan, selanjutnya material diinspeksi secara visual untuk memastikan tingkat kebersihannya. Pada penelitian ini, tingkat kebersihan material mengacu pada ISO 8501-1 Sa 2.5. Dalam ISO 8501-1, tingkat kebersihan permukaan material Sa 2.5 menyatakan bahwa permukaan benda harus terbebas dari adanya minyak, debu, sebagian besar produk karat, sebagian besar mill scale, serta sebagian besar dari noda cat. Pada tingkat ini, warna asli permukaan sudah terlihat cukup jelas, serta sisa kontaminan terlihat hanya berupa titik-titik ataupun goresan kecil. Jika tingkat kebersihan belum memenuhi Sa 2.5, maka proses blasting diulangi kembali sehingga memenuhi tingkat kebersihan yang diinginkan. Gambar 4 merupakan inspeksi visual permukaan baja hasil blasting.

E. Pengujian Dust Level Contaminant

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kandungan kotoran atau debu yang ada pada permukaan spesimen material A36 setelah proses Blasting selesai. Dengan menggunakan masking tape yang terbuat dari plastik transparan, kemudian dibandingkan dengan tabel Dust level. Kriteria penerimaan Dust Level yaitu sampai dengan level 2. Jika tidak memenuhi minimal level 2, maka harus dilakukan proses Blasting ulang. Untuk hasil pengujian Dust level contaminant dalam penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 5.

F. Surface Roughness Test

Setelah inspeksi dilakukan dan permukaan material sudah memenuhi tingkat kebersihan Sa 2.5, maka langkah selanjutnya adalah pengukuran nilai kekasaran. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat roughness meter. Pengukuran kekasaran yang dilakukan mengacu pada standar ASTM D4417 – Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel. Nilai kekasaran didapatkan menggunakan alat roughness meter, yang mana pengujian kekasaran dilakukan dengan mengukur 3 titik berbeda pada permukaan material untuk mendapatkan nilai rata-rata dari kekasaran permukaan material tersebut. Tabel 4 adalah hasil pengukuran kekasaran permukaan spesimen pada penelitian ini.

G. Pengukuran Wet Film Thickness

Pengukuran *wet film thickness* adalah proses pengukuran ketebalan cat sesaat setelah diaplikasikan pada permukaan benda untuk memperkirakan ketebalan cat setelah mengalami proses pengeringan yang kemudian dilakukan pengukuran WFT menggunakan *wet film comb* yang mengacu pada standar ASTM D4414 – *Standard Practice for Measurement of Wet Film Thickness by Notch Gages*. Nilai WFT pada penelitian kali ini adalah sebesar 250 μm .

H. Pengukuran Dry Film Thickness

Setelah lapisan coating dinyatakan telah mengering secara sempurna (*cured for service*) yang tertera pada TDS yaitu 7 hari pada suhu 230C, maka langkah selanjutnya adalah pengukuran dry film thickness menggunakan coating thickness gauge. Pengukuran yang dilakukan mengacu pada standar ASTM B499 – Standard Test Method for Measurement of Coating Thicknesses by the Magnetic Method: Nonmagnetic Coatings on Magnetic Basis Metals. Pengukuran dilakukan dengan mengukur 3 titik berbeda pada permukaan material untuk mendapatkan nilai rata-rata dry film thickness dari material tersebut. Hasil pengukuran dry film thickness yang telah dilakukan pada percobaan ini tertera pada Tabel 5.

I. Pengujian Daya Lekat

Pengujian kekuatan adhesi. Pengujian yang dilakukan mengacu pada standar ASTM D4541 – Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers. Pengujian menggunakan alat portable adhesive tester dengan cara menempelkan dolly menggunakan perekat jenis epoxy araldite di 3 titik berbeda pada material, kemudian dolly dibiarkan mengering dalam suhu ruangan selama 24 jam. Hasil dari pengujian kekuatan adhesi pada percobaan ini tertera pada Tabel 6.

Dari Tabel 7 didapatkan nilai rata-rata adhesi atau daya lekat tertinggi diperoleh oleh spesimen yang memiliki sistem coating dengan Suhu specimen uji 500C yaitu sebesar 8,81Mpa. Sedangkan nilai adhesi terendah diperoleh oleh spesimen yang memiliki sistem coating dengan suhu specimen 300C yaitu sebesar 7,731Mpa.

Hasil pengujian kekuatan adhesi atau daya lekat yang digambarkan pada Gambar 6 juga menunjukkan bahwa suhu material 500C memiliki nilai adhesi terbaik. Hal ini disebabkan lapisan cat semakin tinggi maka akan dapat menyatu dengan substrat dengan lebih baik selama tidak melewati batas keketentuan yang ada pada Technical Data Sheet cat yang digunakan. Hasil pengujian daya lekat ini sesuai dengan penelitian dari V. Pershin (2002) yang menyebutkan semakin besar suhu substrat maka akan menyebabkan kekuatan adhesi yang semakin besar.

Dari hasil uji kekuatan Adhesi dan Laju Korosi yang dilakukan pada spesimen baja ASTM A36 yang dilakukan proses coating dengan suhu specimen sebesar 30°C, 40°C, 50°C. didapatkan hasil bahwa suhu specimen, yang mendapatkan nilai kekuatan adhesi dan laju korosi terbaik didapatkan spesimen dengan suhu 50°C sedangkan nilai kekuatan adhesi dan laju korosi terburuk didapatkan spesimen dengan suhu 30°C. Adapun hasil dari nilai kekuatan adhesi dan Laju Korosi dapat dilihat pada Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa nilai kekuatan adhesi dan laju korosi mengalami peningkatan secara signifikan sesuai dengan penambahan suhu specimen. Hal ini mendukung penelitian Trivina yang menyatakan bahwa penambahan suhu specimen akan menghasilkan nilai laju korosi dan kekuatan adhesi yang semakin baik [9]. Suhu specimen 50°C memiliki nilai adhesi dan nilai korosi terbaik yang menunjukkan bahwa suhu specimen tersebut memiliki ketahanan korosi paling baik di lingkungan air laut.

Hal yang dapat mempengaruhi nilai laju korosi dan kekuatan adhesi mendapatkan hasil yang semakin baik

sebanding dengan suhu spesimen yang semakin tinggi sesuai dengan penelitian lutifa (2001) yang menyatakan bahwa:

1. Menambah laju pemanasan atau suhu substart menyebabkan partikel yang menimpa permukaan, memberi lebih banyak waktu untuk mengalir ke permukaan yang kasar dan membentuk ikatan yang lebih kuat.
2. Membentuk lapisan oksida pada permukaan. Lapisan oksida akan meningkatkan resistansi kontak antara epoxy dan substrat, sehingga mengurangi laju pematatan epoxy. Lapisan oksida juga dapat mengubah kelembapan permukaan.
3. Menguapkan uap air dan kontaminan yang mudah menguap lainnya di permukaan substrat, dan memungkinkan kontak yang lebih baik antara partikel epoxy dan substrat.

Hasil penelitian saya ini dapat diaplikasikan pada semua bidang perpipaan. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Handoko (2017) mengenai “Analisis Pengaruh Heat Treatment Terhadap Laju Korosi Dan Sifat Mekanis Material Pipa Baja Api 51 Grade B Di Lingkungan Laut”.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil, diantaranya adalah sebagai berikut. Dari hasil pengujian adhesi atau daya lekat cat secara keseluruhan seluruh specimen melebihi kriteria minimum yang ditetapkan NORSOK M-501 yaitu sebesar 5 Mpa. Terdapat kecenderungan bahwa spesimen yang mendapat perlakuan suhu material yang lebih tinggi memiliki daya lekat yang lebih baik dibandingkan spesimen yang mendapatkan perlakuan suhu spesimen material yang lebih rendah. Hal ini disebabkan lapisan cat semakin tinggi suhu spesimen material substrat maka dapat menyatu dengan substrat dengan lebih baik selama tidak melewati batas keketentuan yang ada pada Technical Data Sheet cat yang

digunakan. Pada pengaplikasian suhu material substrat dengan suhu 500C mendapatkan hasil tertinggi sebesar 8,81Mpa, sedangkan pengaplikasian dengan suhu substrat material dengan suhu 300C mendapatkan hasil terendah sebesar 7,731Mpa.

Berdasarkan hasil pengujian kekuatan adhesi yang telah dilakukan dan mengacu pada kriteria-kriteria yang telah ditentukan, didapatkan rekomendasi penambahan komposisi titanium dioksida sebesar 500C dikarenakan memiliki nilai adhesi yang masih dapat diterima.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa ucapan terima kasih kepada CV. Cipta Agung yang berperan ikut membantu penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Debrita, “Analisis Pengaruh Variasi Coating pada Pelat Baja ASTM A36 terhadap Prediksi Laju Korosi, Kekuatan Adhesi dan Ketahanan Impact,” Departemen Teknik Kelautan: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [2] C. Borchers, F. Gärtner, and F. Stoltenhoff, *Deformation Microstructure of Cold Sprayed Coatings Studied by Electron Microscopy*. California: MSA Spring, 2001.
- [3] S. Khorasanizadeh, “The effects of shot and grit blasting process parameters on steel pipes coating adhesion,” *World Acad. Sci. Eng. Technol.*, vol. 66, no. 6, pp. 1304--1312, 2010.
- [4] C. T. Nugroho, H. Pratikno, and A. Purniawan, “Analisa pengaruh material abrasif pada blasting terhadap daya lekat cat dan ketahanan korosi di lingkungan air laut,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2017.
- [5] NORSOK Standard, *Surface Preparation for Coating*. Oslo: Norwegian Technology Standards Institution, 1999.
- [6] G. Brady, H. Clauser, and J. Vaccari, *Materials Handbook*. New York: McGraw-Hill, 2002.
- [7] M. Fontana, N. Greene, and J. Klerer, “Corrosion engineering,” *J. Electrochem. Soc.*, vol. 115, no. 5, p. 142C, 1968.
- [8] A. Momber, *Blast Cleaning Technology*. Berlin: Springer, 2007.
- [9] T. I. Rizki, “Pengaruh Suhu terhadap Kualitas Coating (Pelapisan) Stainless Steel Tipe 304 dengan Kitosan Secara Elektroforesis,” Departemen Kimia: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.