

ANALISA PENGARUH VARIASI MATERIAL ABRASIF TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DAN KEKUATAN ADHESI PADA BAJA KARBON SEDANG

Moch Miftakhurrohman, Luluk Edahwati *,

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik & Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
Jawa Timur

Jl. Rungkut Madya No. 1, Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur, 60294.

Email: luluk.tm@upnjatim.ac.id*

Abstrak

Pemberian lapisan coating merupakan salah satu cara untuk melindungi suatu material dari proses korosi agar mempunyai masa pakai lebih lama. Keberhasilan dari proses coating sangat bergantung pada proses surface preparation, proses ini akan mempengaruhi daya lekat cat dari suatu material. Salah satu teknik surface preparation yang umum digunakan adalah sandblasting. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan nilai kekasaran permukaan pada material baja AISI 4340 dan mendapatkan nilai kekuatan adhesi yang optimal. Pada penelitian ini material abrasif yang dipakai adalah aluminium oxide dan pasir silika sementara untuk proses coating menggunakan cat primer jenis epoxy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen yang di blasting menggunakan aluminium oxide memiliki nilai yang paling besar yaitu 65,5 μ m. Setelah proses blasting dan proses coating dilakukanlah pengujian daya lekat cat menggunakan alat portable adhesive tester dengan nilai tertinggi diperoleh spesimen yang di blasting menggunakan material abrasif aluminium oxide yaitu 12,87 MPa. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa daya lekat cat sangat dipengaruhi oleh jenis bahan abrasif yang digunakan. Aluminium oxide memberikan daya lekat yang lebih baik dibandingkan pasir silika, dengan ini pemilihan jenis abrasif sangat penting untuk mencapai daya lekat optimal, dan yang relevan untuk aplikasi di industri minyak dan gas.

Kata kunci: Surface preparation, Kekasaran Permukaan, Material abrasif, Coating, Daya lekat.

PENDAHULUAN

Dunia industri khususnya di bidang industri baja mengalami kemajuan dan perkembangan yang pesat, dengan adanya suatu baja yang memiliki kualitas yang baik dari baja itu sendiri. Sampai saat ini baja merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan sebagai material utama dalam bidang permesinan, perkapalan dan kedirgantaraan (Sulistiyono & Prasetyo, 2016). Maka dari itu penggunaan baja dapat disesuaikan dengan kebutuhannya, yang memiliki sifat dan karakter yang berbeda beda, seperti nilai kekerasan yang nantinya akan dimanfaatkan untuk alat-alat tertentu.

Baja adalah sebuah logam paduan dengan besi sebagai komponen utama dan karbon sebagai unsur utamanya. Terdapat tiga jenis baja di pasaran menurut kandungan karbon dalam baja, yaitu, baja karbon tinggi, baja karbon sedang, dan baja karbon rendah (Setiawan, 2002). Salah satu contoh dari baja karbon sedang adalah Baja AISI 4340 yang banyak digunakan secara komersial pada industri manufaktur, terutama untuk komponen otomotif, industri penerbangan alat – alat industri dan industri

pertahanan (Lee & Su, 1999). Menurut (Roy et al., 2018) Baja AISI 4340 merupakan baja paduan rendah atau *low alloy steel* yang sangat populer dalam industri manufaktur. Kombinasi elemen paduan seperti nikel, kromium, dan molibdenum memberikan baja ini memiliki sifat mekanik yang sangat baik, terutama dalam hal kekuatan, keuletan, dan ketahanan terhadap aus. Namun, baja memiliki kelemahan alami yaitu mudah mengalami korosi dan mengalami pelapukan.

Korosi adalah proses degradasi atau kerusakan pada logam akibat reaksi kimia dengan lingkungannya, sederhananya korosi didefinisikan sebagai pengikisan. Faktor utama besi dan baja bisa terkorosi adalah adanya air dan oksigen. Kehadiran air sebagai elektrolit yang mempercepat reaksi kimia korosi dan oksigen bereaksi dengan logam membentuk oksida, yang merupakan tahap awal dari proses korosi. Korosi dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar, baik secara ekonomi maupun keselamatan. Kerugian yang ditimbulkan dari korosi dapat terjadi bangunan, jembatan, dan peralatan industri yang terbuat dari logam

sehingga mengurangi umur pakai dan meningkatkan biaya perawatan komponen yang terkena korosi. Korosi juga dapat menyebabkan terjadinya hubungan pendek atau korsleting arus listrik. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (P et al., 2019) Baja AISI 4340 yang banyak digunakan sebagai bahan reaktor tubular bertekanan super tinggi yang biasa digunakan di industri petrokimia mengalami *stress corrosion cracking* (SSC) atau kegagalan korosi yang terjadi pada pipa reaktor tubular. Kebocoran tersebut menimbulkan konsekuensi yang sangat serius, baik bagi lingkungan, keselamatan pekerja maupun operasional pabrik. Dengan dilakukan proses *coating* pada permukaan reaktor tubular dapat meminimalkan kebocoran dari reaktor tubular. Menurut (Holmberg & Matthews, 2009). Keberhasilan dari proses *coating* sangat bergantung pada proses *surface preparation*, proses ini akan mempengaruhi kekuatan adhesi dari material. Salah satu teknik dari *surface preparation* yang umum digunakan dalam dunia industri adalah *Sandblasting*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh material abrasif *aluminium oxide* dan pasir silika terhadap profil kekasaran permukaan baja AISI 4340. Penelitian ini akan fokus pada bagaimana variasi material abrasif mempengaruhi proses *coating* dan kekuatan adhesi spesimen baja AISI 4340 yang telah melalui proses *blasting* dan *coating*. Dengan hasil penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan kondisi optimal untuk profil kekasaran permukaan dan kekuatan adhesi, yang dapat membantu mencegah dan menghambat laju korosi pada baja AISI 4340 dalam aplikasi di industri manufaktur dan industri petrokimia.

METODE PENELITIAN

Adapun spesimen yang digunakan dalam pengujian ini adalah pelat baja AISI 4340 yang tergolong pada baja karbon sedang dengan kandungan karbon 0,35%-0,6% dengan diameter 40mm x 7mm dengan *mechanical properties* pada tabel 1. Alat yang akan digunakan untuk membersihkan dan memperkasas spesimen adalah *dry abrasive blast cleaning* dengan tekanan yang akan dipakai adalah 8 bar, sedangkan lama waktu penyemprotan 30 detik tiap-tiap spesimen. Sedangkan untuk material abrasif yang akan dipakai berupa *aluminium oxide* yang menjadikan senyawa inert yang tidak bereaksi dengan banyak bahan kimia sehingga memberikan stabilitas terhadap

lingkungan yang korosif dan material abrasif yang kedua menggunakan pasir silika yang terdapat kandungan silika dalam jumlah besar dan mengandung kuarsa yang menjadikan pasir silika dapat mencegah sumber terjadinya korosi celah pada logam. Spesifikasi kedua material abrasif dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Mechanical Properties Baja AISI 4340

No	Material Properties	Values
1.	<i>Yield Strength</i>	470 MPa
2.	<i>Tensile Strength</i>	745 MPa
3.	<i>Modulus Elastisitas</i>	205 GPa
4.	<i>Possion's Ratio</i>	0.258
5.	<i>Mass Density</i>	7850Kg/m ³

Tabel 2. Spesifikasi material abrasif

Material abrasif	Mesh Size (μm)	Hardness (Mohs)	Density (g/ml)
<i>Aluminium oxide</i>	16 – 220	7 – 8	2
Pasir Silika	6 – 270	5 – 6	2,65



Gambar 1. Dry Abrasive blast cleaning

Dalam penelitian ini dilakukan proses *blasting* yang dapat meningkatkan nilai kekasaran permukaan dan membersihkan permukaan material dari zat pengotor lainnya sehingga diperoleh permukaan spesimen sesuai standar ISO 8501-1 dengan minimal *grade SA 3*. Terdapat dua jenis material abrasif yang akan digunakan pada saat proses *blasting*, yaitu *aluminium oxide* dan pasir silika yang dapat dilihat spesifikasinya di tabel 2. Pada proses *blasting* dilakukan dengan peralatan *dry abrasive blast cleaning* dapat dilihat pada gambar 1. Dilanjutkan melakukan uji kekasaran

permukaan hasil *sandblasting* sesuai dengan standar ASTM D4417. Setelah melakukan inspeksi visual hasil *blasting* dan pengujian kekasaran permukaan material baja AISI 4340 masuk dalam proses *coating* dengan jenis cat *primer epoxy* dengan ketebalan 100 μ m. Selanjutnya material baja AISI 4340 dilakukan pengujian daya lekat cat menggunakan peralatan *portable adhesive tester* dengan metode yang sesuai dengan standar ASTM D4541 yaitu *pull of test*.

Environment test adalah serangkaian tes yang dilakukan pada suatu produk atau sistem untuk mengevaluasi bagaimana produk tersebut merespons berbagai kondisi lingkungan yang mungkin dihadapinya selama penggunaan atau penyimpanan. Proses *blasting* dan *coating* pada permukaan substrat sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan selama aplikasi dan *curing*. *Environment test* bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan kontaminan yang nantinya akan mempengaruhi kualitas hasil akhir dari proses *blasting* dan *coating*. Ada beberapa parameter kondisi lingkungan yang harus diukur agar proses *coating* mendapatkan hasil yang akan dicapai yaitu temperatur udara basah, temperatur udara kering, *dew point* (DP), *relative humidity* (RH) dan temperatur spesimen uji.



Gambar 2. (a) material abrasif aluminium oxide, (b) material abrasif pasir silika

Dalam tahap ini dilakukan proses *blasting* dan inspeksi visual hasil *blasting* pembersihan permukaan material baja AISI 4340 dengan menggunakan dua jenis material abrasif yang berbeda dapat dilihat pada gambar 2 yaitu, *aluminium oxide* yang memiliki nilai kekuatan material sekitar 7 hingga 8 mohs sedangkan pasir silika memiliki nilai kekuatan material sekitar 5 hingga 6 mohs. Proses ini dilakukan untuk membersihkan dan memperkasas permukaan dari baja. Setelah proses *blasting* dilakukan,

akan terlihat warna baja yang sebenarnya yang bebas dari korosi, debu maupun zat pengotor lainnya dengan menggunakan peralatan *dry abrasive blast cleaning*.

Keadaan material pasca *blasting* perlu dipastikan apakah sudah sesuai standar yang digunakan atau belum. Tiap-tiap standar memiliki kriteria warna yang merupakan perwakilan dari identifikasi kebersihan material. Penelitian ini mengacu pada standar ISO 8501-1 *-preparation of steel substrates before application of paints and related products – visual assessment of surface cleanliness* dan *sspc-vis 1 guide and reference photographs for steel surfaces prepared by dry abrasive blast cleaning*. Pada standar ini terdapat beberapa tingkatan kebersihan, diantaranya adalah Sa-1, Sa-2, Sa-2,5, dan Sa-3, maka pengecekan hasil *blasting* secara visual diperlukan untuk mengetahui apakah sudah sesuai dengan tingkatan Sa-3 pada standar ISO 8501-1. Apabila belum sesuai dengan standar maka dilakukan *blasting* ulang.



Gambar 3. Roughness tester gauge

Setelah dilakukan inspeksi visual, spesimen diuji kekasaran permukaannya. Kekasaran permukaan adalah ukuran ketidakrataan atau kekasaran suatu permukaan benda. Pengukuran kekasaran permukaan sangat penting dalam berbagai bidang, seperti manufaktur, metrologi, dan ilmu material. Kekasaran permukaan dapat mempengaruhi berbagai sifat material, seperti adhesi, gesekan, ketahanan korosi, dan penampilan. Untuk pengujian kekasaran permukaan menggunakan alat *roughness tester gauge*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan standar (International, 2003) ASTM D4417 – *Standard test Methods for Field Measurement of surface profile of blast cleaned steel*. Bentuk alat

roughness tester gauge dapat dilihat pada gambar 3.

Proses *coating* dilakukan setelah *blasting* diaplikasikan pada spesimen untuk menghindari karat. Sebelum *coating* diaplikasikan pada spesimen uji perlu diketahui terlebih dahulu *product data sheet* dari cat yang akan digunakan. Pada penelitian ini cat yang akan digunakan adalah cat jenis *primer epoxy* dan metode yang akan digunakan adalah metode *spray* dengan ketebalan 100 μm .

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui daya lekat atau kekuatan adhesi dari cat *epoxy*. Sebelum dilakukan pengujian alangkah baiknya spesimen dibersihkan secara menyeluruh dengan dilakukan proses *surface preparation* menggunakan alat *sandblasting* guna menghilangkan kotoran, minyak atau zat lain yang dapat mengganggu proses pengujian. Penggunaan bahan abrasif dalam pengujian daya lekat memiliki pengaruh yang besar, seperti meningkatkan luar permukaan kontak yang lebih besar dibandingkan dengan permukaan yang halus, membuang kontaminan lain yang dapat mengurangi daya lekat. Pemilihan bahan abrasif yang tepat sangat penting untuk mendapatkan hasil pengujian daya lekat yang akurat dan reliabel. Dengan memilih bahan abrasif yang tepat dan mengikuti prosedur pengujian yang benar dapat diperoleh data yang dapat digunakan untuk mengevaluasi pengaruh variabel lain terhadap daya lekat.



Gambar 4. Portable adhesive tester

Pengujian daya lekat merupakan suatu metode untuk mengukur kekuatan adhesi atau daya rekat suatu bahan terhadap permukaan lain. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam pengujian daya lekat dan masing-masing metode memiliki karakteristik, kelebihan, dan kekurangan yang berbeda antara lain metode *X-cut tape test*, metode *cross-cut tape test*, metode *pull-off test*. Ketiga metode ini adalah teknik

yang umum digunakan untuk menguji daya rekat lapisan *coating* atau pelapisan pada suatu substrat. Salah satu pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah metode *pull-off test* dengan menggunakan standar ASTM D4541 - *standard test method for pull-off strength of coatings using portable adhesion testers* (International, 2003a). *Pull-off test* adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengukur kekuatan adhesi atau daya rekat suatu lapisan pada permukaan substrat. Alat utama yang digunakan dalam *pull-off test* adalah *portable adhesive tester* yang dapat dilihat pada gambar 4. Alat ini dirancang khusus untuk memberikan gaya tarik secara bertahap pada lapisan yang akan diuji hingga lapisan tersebut terlepas dari substratnya. Alat ini juga sangat praktis karena dapat dibawa ke lokasi pengujian dan digunakan secara langsung tanpa memerlukan peralatan tambahan yang besar. Untuk peralatan tambahan yang biasa dipakai untuk membantu melakukan pengujian yaitu *dolly* dan lem *epoxy*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prosedur *blasting* dan *coating*

Pada prosedur *blasting* dan *coating* merupakan dua proses yang penting dalam persiapan perlindungan permukaan. *Coating* dihipotesiskan apabila permukaan material lebih tinggi nilai kekasarannya maka akan lebih besar daya lekat yang dihasilkan. Dalam penelitian ini *blasting* dapat meningkatkan nilai kekasaran permukaan dan membersihkan permukaan material dari zat pengotor lainnya sehingga diperoleh permukaan spesimen sesuai standar ISO 8501-1. Terdapat dua jenis material abrasif yang digunakan pada saat proses *blasting*, yaitu pasir *aluminium oxide* dan pasir silika. Pada proses *blasting* dilakukan dengan peralatan *Dry Abrasive Blast Cleaning*. Kemudian pada proses *coating*, jenis cat yang digunakan adalah *primer epoxy* menggunakan metode *spray*. Pada penelitian ini *blasting* dan *coating* operator: Arman (CV. Cipta Agung.), proses *blasting*: *Dry abrasive blast cleaning*, proses *coating*: *Spray*, material: Baja AISI 4340, dimensi material: 40mm x 7mm, material abrasif : *aluminium oxide* dan pasir silika, tekanan kompresor *blasting*: 8 bar, dan jenis *coating*: Hempel Hempadur Mastic 45880.

Ada beberapa parameter kondisi lingkungan yang harus diukur agar proses *coating* mendapat hasil yang akan dicapai yaitu

temperatur udara basah, temperatur udara kering, *dew point* (DP), *relative humidity* (RH), dan temperatur spesimen uji. Menurut *rules* dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) ada batasan-batasan kondisi lingkungan yang harus dipenuhi agar proses *coating* dapat dilakukan antara lain *relative humidity* (RH) harus di bawah 85% dan temperatur spesimen minimal 3 °C dari *dew point* (DP). Untuk mengukur semua ini dapat menggunakan alat *sling psychrometer*, yang dimana dapat digunakan untuk mengukur kelembapan relatif udara. Dapat dilihat pada gambar 6 bahwa alat *sling psychrometer* menunjukkan temperatur basah di 24 °C sedangkan pada temperatur kering 30 °C. berikut adalah hasil *environment test* di CV. Cipta Agung :

Tabel 3. Hasil *Environment test* di CV. Cipta Agung

Parameter	Nilai
Temperatur basah	24 °C
Temperatur kering	30 °C
<i>Dew point</i> (DP)	22 °C
<i>Relative humidity</i> (RH)	61 °C
<i>Steel temperature</i>	34 °C

Metode yang digunakan pada proses *blasting* yaitu, *dry abrasive blast cleaning* yang memiliki nilai harga yang lebih ekonomis dan juga memiliki hasil yang baik. Pada proses ini sangat penting dikarenakan menambah daya lekat antara material dengan cat dan sekitar 80% keberhasilan dari teknik *coating* dipengaruhi oleh proses *surface preparation*.



Gambar 5. *Environment test* menggunakan alat *sling psychrometer*

Proses *blasting* ini dilakukan berbagai jenis material abrasif pasir plastik dan pasir silika sedangkan pada material pelat yang

digunakan menggunakan baja AISI 4340 dengan tingkat kebersihan material yang diinginkan dalam proses ini adalah Sa 3 dengan standar ISO 8501-1. Berikut menunjukkan keadaan material pelat baja sebelum dan setelah di *blasting*.



Gambar 6. Spesimen Baja AISI 4340 sebelum di *blasting*

Pada gambar 6 diatas dapat dilihat bahwa spesimen baja AISI 4340 memiliki permukaan yang terlihat kasar dan tidak rata serta beberapa noda atau bercak pada permukaan. Noda ini bisa berupa karat sisa oli atau kontaminan lainnya. Untuk warna dari baja AISI 4340 yang dapat dilihat baja telah teroksidasi atau terkena udara lembap yang menunjukkan adanya lapisan oksida tipis di permukaan.

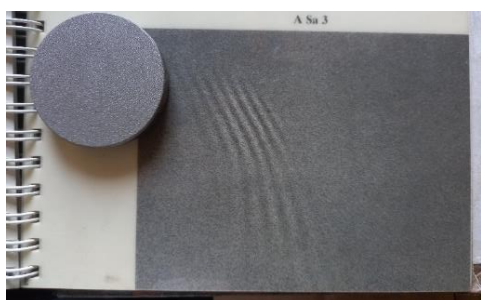


Gambar 7. Spesimen Baja AISI 4340 (a) yang telah di *blasting* menggunakan aluminium oxide dan (b) yang telah di *blasting* menggunakan pasir silika

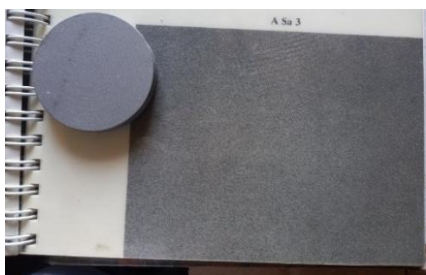
Kondisi permukaan seperti yang terlihat pada gambar 6 menunjukkan bahwa proses *blasting* sangat diperlukan sebelum proses selanjutnya, seperti pelapisan, pengecatan, atau perlakuan panas. Menurut (Aruan et al., 2023) kondisi lingkungan yang memenuhi syarat adalah dengan nilai *relative humidity* tidak boleh melebihi 85% dan untuk temperatur spesimen harus berada minimal 30°C diatas *dew point*/titik embun jika kondisi lingkungan tidak memenuhi syarat maka menyebabkan kandungan uap yang terlalu tinggi akan terjadi pengembunan pada material sehingga proses *blasting* dan *coating* tidak dapat melekat secara sempurna. Pada tabel

3 bisa dilihat bahwa hasil dari *environment test* di CV. Cipta Agung sudah memenuhi syarat untuk dilakukan proses *blasting* dan *coating*. Bisa dilihat pada gambar 7 bahwa spesimen yang telah di *blasting* menggunakan material abrasif *aluminium oxide* dan material abrasif pasir silika memiliki perubahan yang cukup drastis baik dari segi warna dan perubahan kekasaran permukaan.

Setelah proses *blasting* dilakukan, selanjutnya spesimen akan diinspeksi secara visual untuk memastikan tingkat kebersihannya. Pada penelitian ini standar kebersihan yang ingin dicapai ialah SA 3 dengan standar ISO 8501-1. Adapun cara untuk melakukan inspeksi ini adalah membandingkan material yang telah di *blasting* dengan standar visual pada ISO 8501-1 "*Preparation of Steel Substrates Before Application of Paints and Related Products – Visual Assessment of Surface Cleanliness*". Berikut adalah hasil inspeksi visual pada tiap-tiap spesimen yang dapat dilihat pada gambar 8 dan 9.



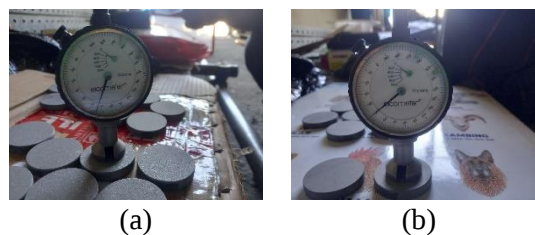
Gambar 8. Inspeksi visual hasil *blasting* dengan material abrasif *aluminium oxide*



Gambar 9. Inspeksi visual hasil *blasting* dengan material abrasif pasir silika

Dari hasil inspeksi visual dapat dilihat bahwa pada gambar 8 dan gambar 9 bahwa seluruh material yang telah di *blasting* menggunakan *aluminium oxide* dan pasir silika telah mencapai tingkat kebersihan SA 3 (ISO 8501-1). Ada beberapa kriteria suatu material

mencapai tingkat kebersihan SA 3 atau *white metal* antara lain bersih dari minyak, *grease*, debu *mil scale*, dan karat serta bekas cat lama. Pada tingkat kebersihan SA 3 bisa dikatakan sangat minim zat pengotor dan material akan memunculkan warna aslinya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Syaiful et al., 2023) Jika tingkat kebersihan masih belum memenuhi, maka proses *blasting* diulangi kembali sampai memenuhi tingkat kebersihan yang diinginkan Selanjutnya akan dilakukan uji kekasaran permukaan.



Gambar 10. Hasil pengujian kekasaran permukaan (a) menggunakan material abrasif *aluminium oxide* dan (b) menggunakan material abrasif pasir silika

Setelah proses inspeksi visual hasil *blasting*, ada tiga spesimen yang akan diukur kekasaran permukaannya dengan menggunakan alat *roughness tester gauge* dan pengukuran dilakukan di dua titik pada tiap-tiap spesimen. Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui kedalaman profil material, tingkat ketidakhalusan, dan variasi tinggi rendahnya permukaan yang telah di *blasting*. Hasil pengujian nilai kekasaran permukaan dapat dilihat pada gambar 11 dan tabel 4.

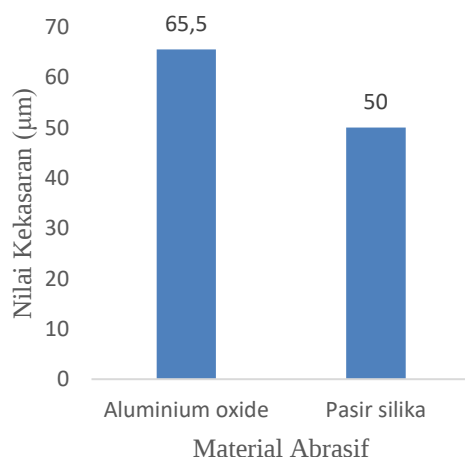
Tabel 4. Hasil pengujian kekasaran permukaan menggunakan *aluminium oxide*

Material Abrasif	Uji Kekasaran (μm)		Rata-rata
	Titik 1	Titik 2	
Aluminium Oxide	69	67	68
	68	62	65
	68	59	63,5
Rata-rata Total			65,5
Pasir Silika	54	50	52
	54	48	51
	50	44	47
Rata – rata Total			50

Pada tiap-tiap kekasaran permukaan menghasilkan nilai kekasaran yang berbeda-beda dan kekasaran dalam suatu bidang pelat

yang tidak sama, oleh karena itu salah satu caranya dengan menghitung nilai kekasaran. Pada penelitian ini kekasaran permukaan dihitung dengan menghitung nilai rata-rata dari pengujian yang dilakukan sebanyak dua kali pada setiap spesimen dan pada sebelum dilakukan uji kekasaran pada tiap-tiap spesimen alat *surface profil gauge* dilakukan kalibrasi agar hasil yang didapatkan sesuai dengan standarnya.

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat bahwa perbedaan material abrasif yang digunakan menghasilkan nilai kekasaran yang berbeda pula. Didapatkan pula nilai dari rata-rata kekasaran permukaan pada material yang telah di *blasting* menggunakan material abrasif jenis *aluminium oxide* sebesar 65,5 μm sedangkan untuk material abrasif yang di *blasting* menggunakan material abrasif jenis pasir silika sebesar 50 μm . Nilai rata-rata kekasaran permukaan dari material yang telah di *blasting* menggunakan material abrasif *aluminium oxide* memiliki nilai rata-rata paling tinggi hal ini dikarenakan nilai kekerasan material abrasif *aluminium oxide* adalah 7-8 mohs sedangkan pada pasir silika hanya mempunyai nilai kekerasan material abrasif sebesar 5-6 mohs. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Budiana dkk, 2020) yang menyatakan bahwa ukuran dari kekerasan material abrasif sangat mempengaruhi kekasaran permukaan spesimen. Semakin tinggi nilai kekerasan atau ukuran *grid* maka semakin besar angka kekasaran permukaan yang diberikan.



Gambar 11. Grafik uji kekasaran

Setelah proses *blasting* dan telah dilakukan pengujian kekasaran permukaan maka

selanjutnya adalah proses *coating*. Pada proses *coating* ada beberapa faktor selain persiapan permukaan yang dapat menentukan baik dan buruknya pengecatan yaitu, keahlian dan pengalaman dari operator. Dalam setiap produk cat, terdapat *Technical data sheet* yang berfungsi sebagai panduan penggunaan cat. Untuk proses aplikasi dilakukan menggunakan cat *primer epoxy* merk Hempel Hempadur Mastic 45880, dengan rasio perbandingan antara *base* 45889 dan *curing agent* 95880 adalah 3 : 1. Sedangkan untuk penambahan *thinner* karena menggunakan *air spray gun*, *thinner* yang digunakan maksimal 5%. *Volume solid* dari jenis cat *primer epoxy* Hempel Hempadur Mastic 45880 adalah $80 \pm 2\%$.

Setelah dilakukan proses *coating*, spesimen akan diuji daya lekatnya untuk mengetahui kekuatan daya lekat cat antara lapisan cat dan substrat. Pengujian ini dilakukan dengan standar ASTM D4541-02 (International, 2003a) “*Standard Test Method for Pull off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers*” dan menurut standar NORSOK M-501, yaitu syarat nilai kekuatan adhesi minimum yaitu 5 MPa. Berikut ini adalah tabel 5.

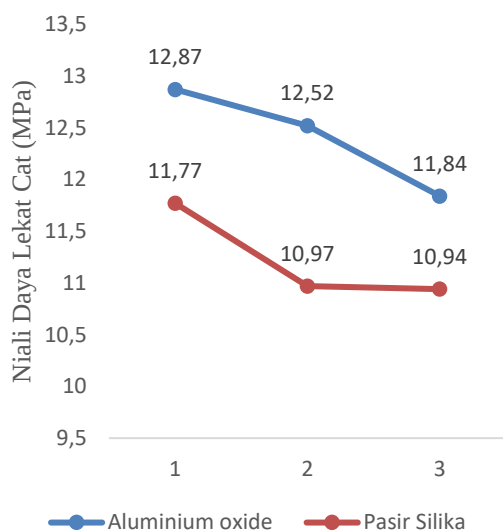
Tabel 5. Hasil pengujian daya lekat cat

Material Abrasif	Uji Adhesi (MPa)		Rata-Rata
	Titik 1	Titik 2	
Aluminium Oxide	14,01	11,73	12,87
	12,80	12,25	12,52
	11,52	12,16	11,84
	11,71	11,38	11,77
Pasir Silika	10,30	11,65	10,97
	10,27	11,61	10,94

Berdasarkan hasil pengujian tabel 5 diatas didapatkan pengujian daya lekat cat yang telah di *blasting* menggunakan material abrasif *aluminium oxide* yang tertinggi dicapai dengan nilai 12,87 MPa, sedangkan nilai terkecil didapatkan dengan nilai 11,84 MPa. Selanjutnya hasil pengujian daya lekat cat yang telah di *blasting* menggunakan material abrasif pasir silika yang tertinggi dicapai dengan nilai 11,77 MPa sedangkan nilai terkecil didapatkan dengan nilai 10,94 MPa.

Hasil penelitian dapat dilihat pada gambar 12 yang menunjukkan bahwa

penggunaan material abrasif *aluminium oxide* menghasilkan daya lekat cat yang cenderung tinggi dibandingkan dengan pasir silika. Hal ini mengindikasikan bahwa permukaan yang diabrasi dengan *aluminium oxide* memberikan ikatan yang lebih kuat dengan cat.



Gambar 12. Grafik uji daya lekat cat

Sedangkan permukaan yang diabrasi menggunakan pasir silika menunjukkan penurunan yang lebih signifikan dibandingkan dengan *aluminium oxide* menunjukkan bahwa pasir silika kurang efektif dalam menciptakan permukaan yang optimal untuk adhesi cat. Baik pada *aluminium oxide* maupun pasir silika, terlihat adanya penurunan daya lekat hal ini mungkin disebabkan oleh variasi sifat permukaan yang mungkin memiliki kekasaran, pori-pori, atau kontaminan yang dapat mempengaruhi daya lekat. Penggunaan *primer epoxy* juga terbukti meningkatkan daya-daya lekat cat secara signifikan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Nugroho et al., 2017) semakin tinggi nilai kekasaran permukaan semakin tinggi pula nilai dari daya lekat cat dengan substrat serta pemilihan cat juga bisa mempengaruhi nilai dari daya lekat cat. Hasil ini mengindikasikan bahwa pemilihan material abrasif dan cat yang tepat sangat penting untuk mencapai daya lekat optimal dalam aplikasi

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan dari jurnal tersebut adalah bahwa pemilihan material abrasif yang tepat,

seperti aluminium oxide, dapat secara signifikan meningkatkan kekasaran permukaan dan kekuatan adhesi pada baja karbon sedang (AISI 4340). Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen yang di-blasting dengan aluminium oxide memiliki kekasaran permukaan tertinggi dengan nilai 65,5 μm dan kekuatan adhesi terbaik didapatkan nilai 12,87 MPa dibandingkan dengan spesimen yang di-blasting dengan pasir silika. Dapat disimpulkan bahwa daya lekat cat sangat dipengaruhi oleh jenis material abrasif yang digunakan untuk mempersiapkan permukaan. Oleh karena itu, pemilihan material abrasif dan cat yang tepat sangat penting untuk mencapai daya lekat optimal, dan yang relevan untuk aplikasi di industri minyak dan gas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aruan, R. H., Pratikno, H., & Hadiwidodo, Y. S. (2023). Analisis Pengaruh Suhu Material Pada Pengaplikasian Coating Epoxy Terhadap Kekuatan Adhesi Baja A36. *Jurnal Teknik ITS*, 12(1), 3–9. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v12i1.110657>
- Budiana dkk. (2020). AnalisisKekasaranPermukaan Besi ASTM36dengan menggunakan Surftestdan Image –J. 4(2), 49–54.
- Holmberg, K., & Matthews, A. (2009). *Coatings Tribology: Properties, Mechanisms, Techniques and Applications in Surface Engineering* (Second). Elsevier Ltd. <https://books.google.com/books?id=SuTrD-AHpyUC&pgis=1>
- International, A. (2003a). Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers. *ASTM International*, 03, 1–6.
- International, A. (2003b). Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel. *ASTM International*, 10(Reapproved), 1–5. <https://doi.org/10.1520/D4417-19.10.1520/D4417-20.2>
- Lee, W. S., & Su, T. T. (1999). Mechanical properties and microstructural features of AISI 4340 high-strength alloy steel under quenched and tempered conditions. *Journal of Materials Processing Technology*, 87(1–3), 198–206. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(98\)00351-3](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(98)00351-3)

- Nugroho, C. T., Pratikno, H., & Purniawan, A. (2017). Analisa Pengaruh Material Abrasif Pada Blasting Terhadap Kekuatan Lekat Cat dan Ketahanan Korosi di Lingkungan Air Laut. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 231–235. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.18090>
- P, Z., Y, S., H, Z., F, Z., G, Z., & S., R. (2019). *Corrosion Failure of AISI4340 Steel in Oxygen-Containing Aqueous*.
- Roy, S., Kumar, R., Das, R. K., & Sahoo, A. K. (2018). A Comprehensive Review on Machinability Aspects in Hard Turning of AISI 4340 Steel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 390(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/390/1/012009>
- Setiawan, A. (2002). *Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD (Berdasarkan SNI 03- 1729-2002)*. 2.
- Sulistiyo, E., & Prasetyo, F. (2016). *IDENTIFIKASI MATERIAL TUBE HIGH PRESSURE ECONOMIZER HRSG UNIT 2.3 PLTGU UP SEMARANG*. 4(2).
- Syaiful, Irwan, M., & Fitrah, M. A. (2023). Analisis Struktur Kekasaran Permukaan Baja St 42 Pada Proses Pembubutan dengan Menggunakan Foto Makro. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 11(2).