

# PENGARUH VARIASI SUDUT DAN JARAK PENEMBAKAN SANDBLASTING PADA PROSES PRETREATMENT TERHADAP KUALITAS PELAPISAN CAT DAN SIFAT KOROSI PADA BAJA KARBON RENDAH

Indra Adi Saputra <sup>1)</sup> ✉, Teguh Dwi Widodo <sup>1)</sup>, Lilis Yuliati <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Brawijaya  
indra.adisaputra.02@gmail.com  
widodoteguhdwi@ub.ac.id  
Lilis\_y@ub.ac.id

## Abstract

*The purpose of this study was to determine the effect of variations in the angle and distance of sandblasting on paint coating quality and corrosion properties of low carbon steel. The success of a coating is highly dependent on surface roughness, so sandblasting is needed to clean and create a surface roughness profile with the aim that the paint can coat the surface perfectly. The test method used in this research is the pull off test method for testing the adhesive strength of paint and open circuit potential (OCP) for testing the corrosion potential. The sandblasting variations used are angles of 45°, 60°, 75° and nozzle distances of 15 cm, 35 and 50 cm. The tests carried out were roughness, paint thickness, paint adhesive strength and corrosion potential. From the test results it can be concluded that the greater the angle and the closer the sandblasting nozzle distance, the greater the surface roughness. The greater surface roughness affects the paint layer to be thicker and has a high paint adhesion strength, resulting in a smaller corrosion potential. In this study, the highest test results were obtained at an angle of 75° and a distance of 15 cm with a surface roughness value of 5.981  $\mu\text{m}$ , a paint thickness of 115  $\mu\text{m}$ , a paint adhesive strength of 7.28 MPa and an initial corrosion potential position of -0.101 V then a final position of -0.063 V.*

**Keywords:** Carbon Steel, Sandblasting, Surface Roughness, Open Circuit Potential (OCP).

## 1. PENDAHULUAN

Industri sektor maritim merupakan suatu industri yang menjadi prioritas dalam pembangunan ekonomi nasional, yang mana seperti disampaikan oleh Dirjen Industri Logam, Mesin, Alat Transportasi, dan Elektronika (ILMATE) dan Kepala Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Industri (BPSDMI) bahwa industri kapal atau galangan perkapalan merupakan sektor industri strategis yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia dan mendapatkan prioritas dalam pembangunan nasional terutama menjadikan bangsa Indonesia sebagai poros industri perkapalan/maritim dunia <sup>[1 & 2]</sup>. Suatu kapal baik itu dalam proses pembuatan sampai dengan perawatannya selalu berbaring dengan galangan perkapalan <sup>[3]</sup>. Dalam proses produksi kapal material baja merupakan salah satu bahan yang sering kali dipakai sebagai komponen utama, seperti

Corresponding Author:

✉ Indra Adi Saputra

Received on: 2022-10-24

Revised on: 2024-01-03

Accepted on: 2024-01-03

pembuatan konstruksi dari sebuah kapal dan komponen lainnya dari perkapalan tersebut. Material baja yang sering digunakan untuk membuat kapal adalah baja karbon rendah <sup>[4]</sup>.

Alasan pemilihan material baja sebagai bahan utama kapal karena material yang mudah dibentuk ringan dan harga yang murah, namun baja memiliki ketahanan yang buruk terhadap korosi terutama dalam lingkungan laut <sup>[5]</sup>. Korosi merupakan kerusakan baja karena reaksi kimia antara suatu logam dengan zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa yang tidak dikehendaki, senyawa baru yang dimaksud ialah zat padat berwarna coklat kemerahan yang bersifat rapuh serta berpori <sup>[6,7]</sup>. Oleh itu dibutuhkan perlindungan untuk baja tersebut dari korosi tujuannya yaitu untuk memperpanjang umur pakai material tersebut, seperti dilapisi plastik, dilapisi dengan timah, dan yang sering dijumpai dan mudah digunakan yaitu dengan proses *coating*/pengecatan.

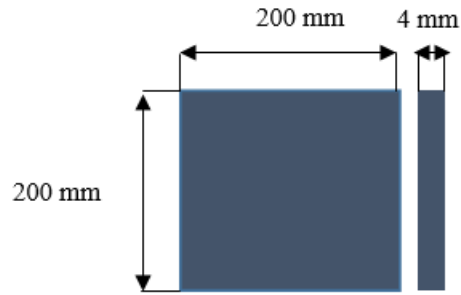
Pengecatan adalah lapisan yang menutupi permukaan baja tersebut dengan tujuan untuk melindungi benda tersebut dari kontak langsung dengan lingkungan sehingga terhindar dari korosi <sup>[4]</sup>. Namun sebelum dilakukan proses pengecatan, permukaan yang akan dicat harus dibersihkan terlebih dahulu dan dibuat profil kekasaran permukaan hal ini dilakukan agar lapisan cat dapat melekat dengan kuat dan memiliki ketebalan lapisan yang tinggi sehingga mampu menghambat laju korosi yang terjadi. Adapun metode yang sering dijumpai di kalangan perkapalan adalah metode *sandblasting* yaitu dengan cara penyemprotan partikel abrasi bertekanan tinggi ke suatu permukaan material, sehingga menimbulkan gesekan pada permukaan, yang mana gesekan abrasi tersebut dapat membersihkan permukaan material serta membuat profil kekasaran pada permukaan material <sup>[8-12]</sup>.

Pada proses *sandblasting* diketahui terdapat berapa hal yang dapat mempengaruhi hasilnya yaitu tekanan udara saat penembakan, material abrasi atau pasir yang digunakan, sudut dan jarak penembakan. Sudah banyak penelitian yang dilakukan seperti penelitian yang pernah dilakukan oleh <sup>[13-16]</sup> tentang tekanan, waktu, ukuran abrasi dan sudut penembakan yang mana mereka menemukan bahwa tekanan lebih berpengaruh pada kekasaran permukaan dari pada waktu dan ukuran abrasi menyebabkan peningkatan kekasaran permukaan dan perubahan tekanan penembakan mengakibatkan perubahan terbesar dalam kekasaran permukaan, nilai kekasaran permukaan tertinggi dicapai dengan *sandblasting* tegak lurus dengan permukaan sampel. Dari sekian banyak penelitian yang ada, masih jarang penelitian tentang kualitas pelapisan cat dan sifat korosi pada baja karbon, dari penjelasan diatas maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi sudut dan jarak penembakan *sandblasting* pada proses pretreatment terhadap kualitas pelapisan cat dan sifat korosi pada baja karbon rendah.

## 2. METODE DAN BAHAN

### 2.1. Bahan yang Digunakan

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah, pasir silika, cat International dan HCL. Komposisi unsur kimia pada baja karbon rendah adalah (%): C (0,15), Si (0,20), Mn (0,85), P (0,016), S (0,021). Material abrasi yang digunakan adalah pasir silika berukuran 20-30 mesh, cat yang digunakan untuk pelapisan pada penelitian ini adalah cat *International* dengan tipe *interbond* 201 dengan warna *Red*, media korosi yang digunakan pada penelitian ini adalah HCL 0,5 M.



**Gambar 1.** Spesimen pengujian.

**Table 1.** Variasi Jarak dan Sudut.

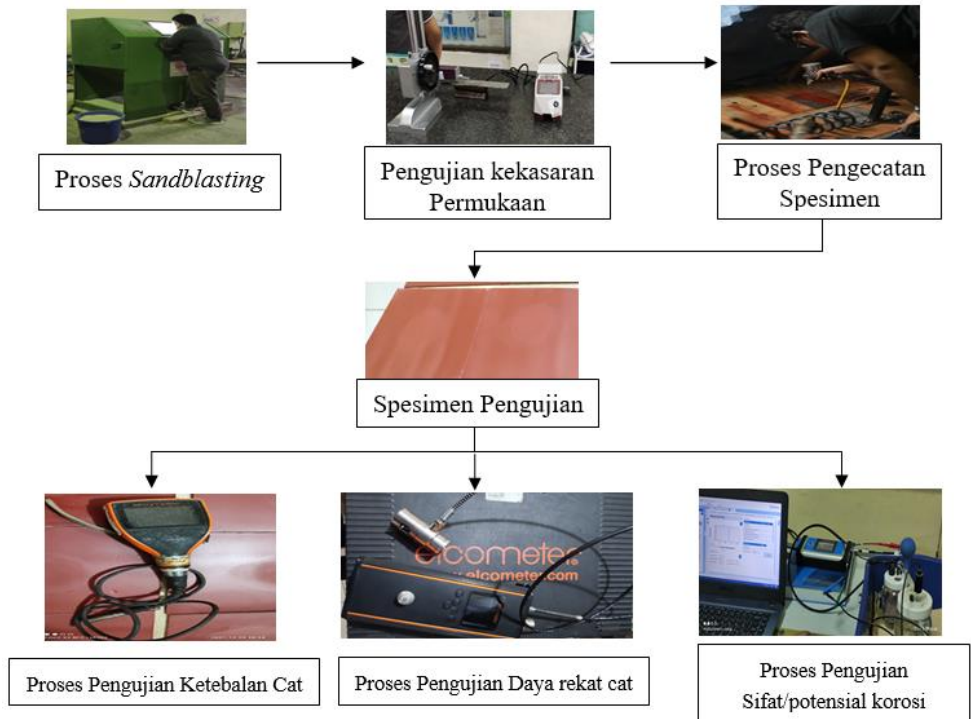
Sudut ( $^{\circ}$ )	Jarak (cm)		
45	15	35	50
60	15	35	50
75	15	35	50

## 2.2. Proses Pembuatan Spesimen

Tahap pertama menyiapkan spesimen benda kerja berupa baja karbon rendah. Tahap kedua membersihkan spesimen dari kotoran sehingga kekasaran permukaan setiap spesimen sama atau mendekati sama. Tahap Ketiga menyiapkan alat/mesin sandblasting dan bahan serta menyetel sudut dan jarak penembakan sandblasting sesuai dengan variabel yang sudah ditentukan sebelumnya dapat dilihat pada tabel 1. Tahap keempat dilanjutkan dengan proses sandblasting sesuai standar yang ada. Tahap kelima melakukan penandaan pada setiap spesimen benda kerja yang telah di *sandblasting* sesuai dengan variabel yang sudah ditentukan sebelumnya. Lebih jelasnya dapat dilihat pada proses penelitian pada gambar 2 dibawah ini.

## 2.3. Proses Pengujian

Pengujian kekasaran permukaan menggunakan alat *Surface roughness tester* dengan merek Mitutoyo SJ210 menurut standar ISO 1997, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan pada spesimen pada saat sesudah proses *sandblasting*, sesudah uji kekasaran proses selanjutnya adalah pengecatan dan setelah selesai pengecatan, selanjutnya pengujian ketebalan cat menggunakan alat *Elcometer 456 Separate Coating Thickness Gauge*, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai ketebalan cat yang melapiskan baja tersebut. Pengujian kekuatan rekat cat menggunakan alat *Elcometer 510 Automatic Pull-Off Adhesion Gauge*, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan rekat cat yang melapisi baja tersebut. Pengujian potensial korosi menggunakan alat potensiostat/*Impedance Model Palm Sens 4*, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tentang potensial korosi yang terjadi pada spesimen.

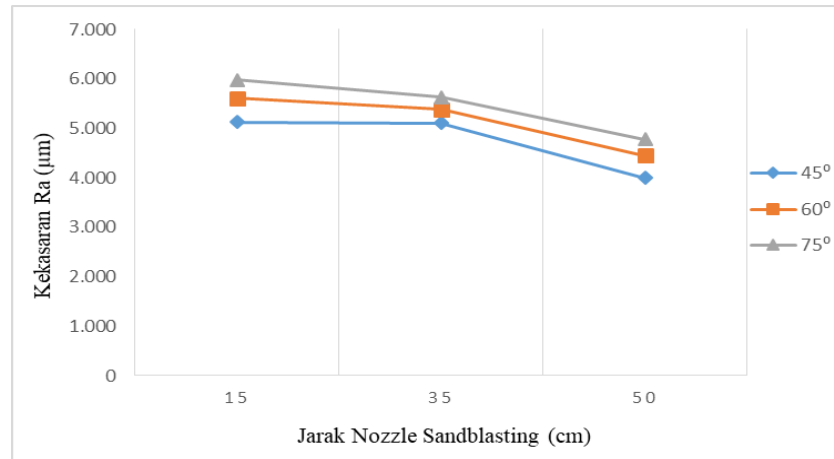


**Gambar 2.** Skema proses penelitian

### 3. HASIL DAN DISKUSI

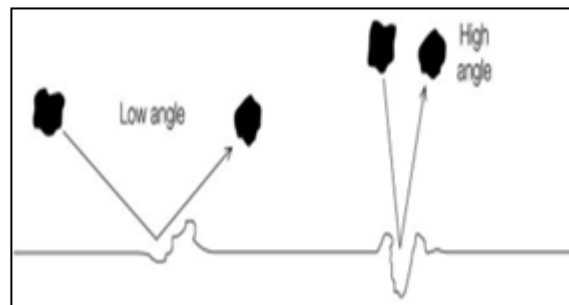
#### 3.1. Kekasaran Permukaan

Berdasarkan hasil pengujian kekasaran permukaan yang telah dilakukan, dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini. Pada gambar 3 tersebut menunjukkan berbagai macam tingkat nilai kekasaran yang dihasilkan oleh pengaruh sudut dan jarak penembakan *sandblasting*, yang mana nilai kekasaran rata-rata aritmetis (Ra) yang tertinggi didapatkan oleh sudut 750 dengan jarak penembakan 15 cm dengan hasil kekasaran 5.981  $\mu\text{m}$ , sedangkan nilai kekasaran terendah didapatkan pada sudut 450 dan jarak penembakan 50 cm dengan hasil kekasaran 3.993  $\mu\text{m}$ . Dari hasil nilai kekasaran tersebut dapat di analisa bawah semakin besar sudut dan semakin dekat jarak penembakan sandblasting maka nilai kekasaran yang di dapatkan semakin besar, ini disebabkan karena posisi sudut *nozzle* hampir tegak lurus terhadap spesimen dan jarak penembakan yang dekat, sehingga pada saat proses penembakan abrasi yang keluar menumbuk hampir secara keseluruhan dan mengalami momentum dorongan yang semakin besar, maka hal tersebut mengakibatkan profil kekasaran semakin dalam/kasar.



**Gambar 3.** Hasil kekasaran permukaan terhadap variasi sudut dan jarak *nozzle sandblasting*

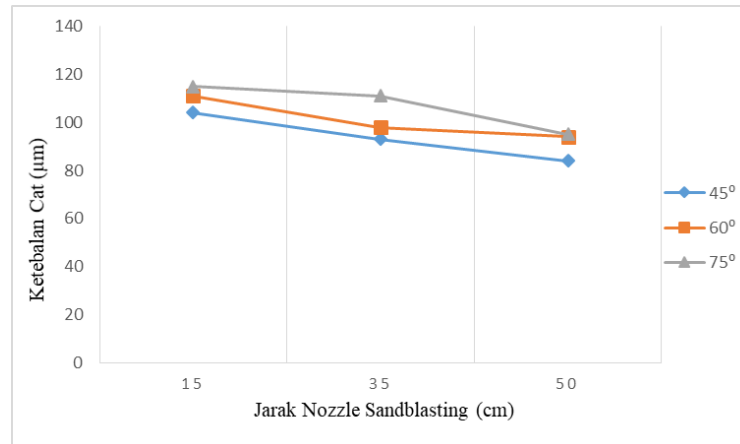
Sedangkan sebaliknya pada proses penembakan dengan sudut 60° dan 45°, material abrasi yang ditembakkan hanya menggores saja atau menumbuk secara tidak sempurna sehingga hal ini menyebabkan profil kekasaran menjadi dangkal atau kecil. Ini juga telah dibuktikan oleh penelitian sebelumnya yang telah dilakukan [7,17–20]. Ilustrasi nya dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini. Semakin jauh jarak penembakan maka akan terjadi perlambatan terhadap abrasi yang ditembakkan sehingga momentum dorongan yang dihasilkan semakin kecil dan profil kekasaran semakin kecil/dangkal. Proses *sandblasting* menghasilkan profil permukaan yang berupa lembah-bukit pada permukaan spesimen, dimana semakin kasar dan halus nya lembah-bukit tersebut dapat mempengaruhi hasil dari pengecatan yaitu ketebalan lapisan dan daya rekat cat.



**Gambar 4.** Ilustrasi perbandingan pengaruh besar dan kecilnya sudut penembakan terhadap kekasaran permukaan.

### 3.2. Ketebalan Cat

Pada gambar 5 dapat dilihat hasil dari ketebalan cat yang sudah didapatkan, dimana menunjukkan bawah pengaruh profil kekasaran permukaan yang di sebabkan oleh sudut dan jarak penembakan sandblasting ini bisa menentukan ketebalan dari cat tersebut. Dapat dilihat nilai ketebalan cat yang tertinggi terjadi pada sudut 75° dan jarak 15 cm dengan nilai ketebalan cat yang didapatkan yaitu 115 μm, sedangkan nilai ketebalan cat terendah terjadi pada sudut 45° dan 50 cm dengan nilai ketebalan cat yang didapatkan yaitu 84 μm.



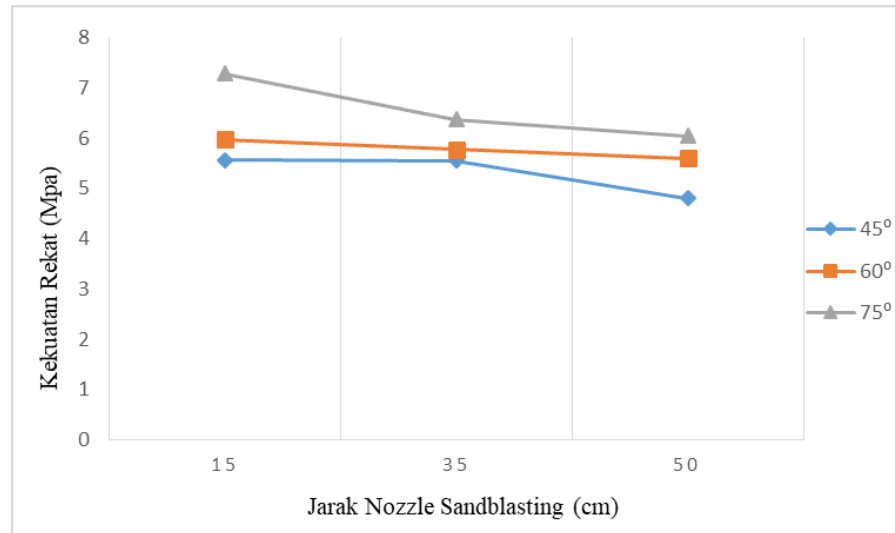
**Gambar 5.** Hasil ketebalan cat terhadap variasi sudut dan jarak *nozzle sandblasting*.

Meningkatnya ketebalan cat ini dipengaruhi oleh sudut dan jarak penembakan sandblasting, dimana hasil penembakan tersebut menghasilkan profil kekasaran permukaan, dimana menunjukkan semakin kasar dan semakin dalam profil kekasaran permukaan yang terjadi pada spesimen, maka semakin tebal juga cat yang akan melapiskan atau menutupi pori-pori dari kekasaran nya. Semakin jauh penembakan sandblasting maka menghasilkan permukaan yang halus, permukaan yang halus akan menghasilkan ketebalan lapisan yang tipis, seperti yang telah dibuktikan pada hasil penelitian <sup>[19]</sup>. Semakin tebalnya lapisan cat yang melindungi spesimen maka semakin bagus juga ketahanan terhadap korosi dan memperpanjang umur pakai dari spesimen tersebut. Ketebalan cat dapat mempengaruhi laju korosi yang terjadi, jadi semakin tipis lapisan cat maka semakin besar laju korosi yang terjadi.

### 3.3. Kekuatan Rekat Cat

Pada gambar 6 dibawah ini dapat dilihat hasil dari kekuatan rekat cat yang telah dilakukan, dimana pengaruh sudut dan jarak penembakan *sandblasting* terhadap kekuatan rekat cat sangat nyata. Hal ini dibuktikan dimana semakin dekat jarak penembakan dan semakin besar sudut penembakan sandblasting maka kekuatan rekat yang didapatkan semakin kuat. Proses *sandblasting* ini dilakukan dengan maksud membuat permukaan spesimen menjadi kasar, dengan permukaan yang kasar lapisan akan melekat lebih kuat dari pada permukaan yang lebih halus. Pada permukaan yang kasar terjadi peningkatan luas kontak fisik antara lapisan dan substrat, sehingga lapisan yang melindungi spesimen tersebut lebih melekat dan kuat, sedangkan pada permukaan yang halus lapisan mengalami kehilangan penguncian mekanis dengan substrat sehingga menjadikan daya rekatnya lemah.

Kekuatan rekat yang tertinggi pada penelitian ini terjadi pada sudut 750 dan jarak 15 cm dengan nilai daya rekat cat yang didapatkan yaitu 7,28 Mpa, sedangkan nilai kekuatan rekat cat terendah terjadi pada sudut 450 dan jarak 50 cm dengan nilai kekuatan rekat cat yang didapatkan yaitu 4,80 Mpa. Mengacu pada standar pengujian kekuatan rekat cat dengan metode *pull off adhesion test* ISO 4642 standar nilai minimal penarikan yang dapat diterima adalah 5 Mpa <sup>[21]</sup>. Dapat dilihat pada hasil kekuatan rekat cat yang sudah didapatkan, yang tidak memenuhi standar minimum pada pengujian ini yaitu pada posisi sudut 450 dan jarak 50 cm.

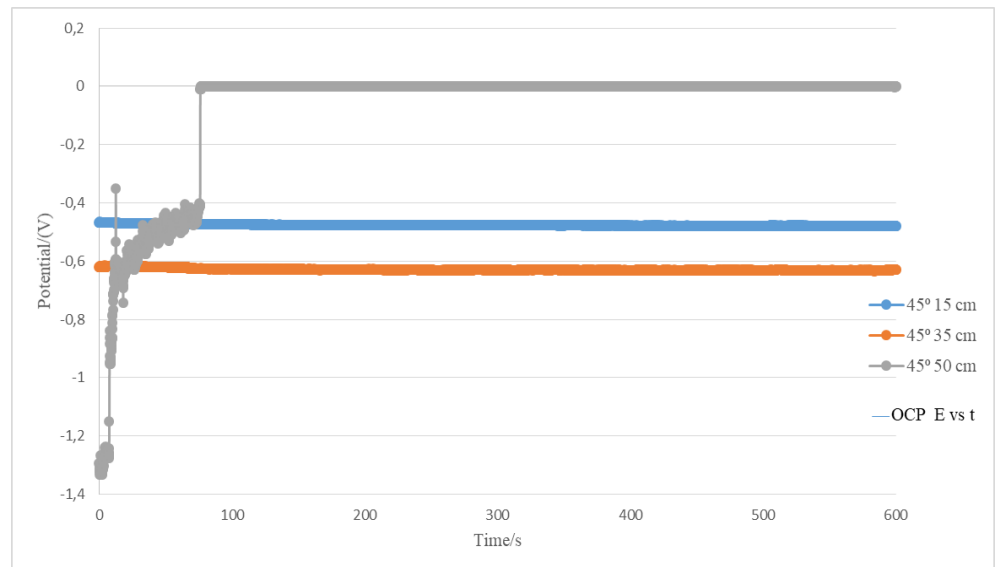


**Gambar 6.** Hasil kekuatan rekat cat terhadap variasi sudut dan jarak *nozzle sandblasting*.

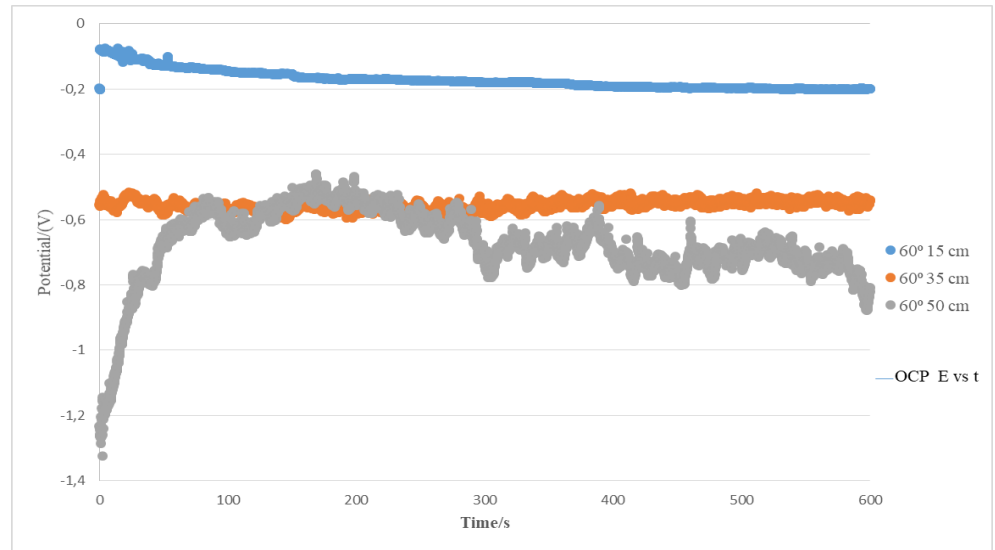
Sedangkan pada hasil spesimen yang lain dapat dipastikan aman dan diatas batas minimal tersebut. Jadi kesimpulan dari pengujian ini adalah semakin besar sudut dan semakin dekat jarak penembakan sandblasting maka menghasilkan kekuatan rekaatnya yang tinggi.

### 3.4. Sifat Korosi

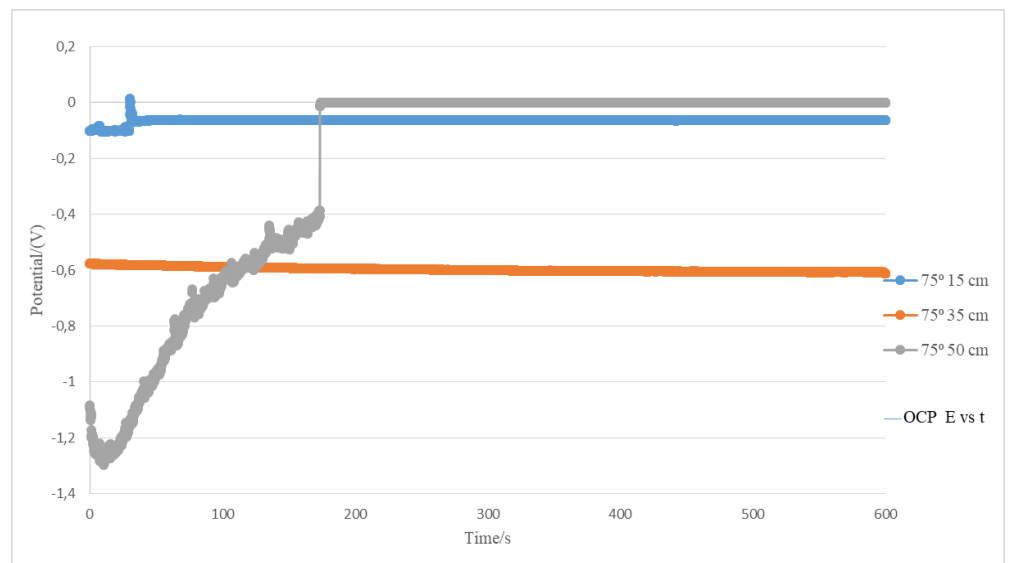
Pengujian sifat korosi pada penelitian ini menggunakan metode pengukuran *Open Circuit Potential (OCP)*, *Open Circuit Potential (OCP)* adalah metode yang digunakan untuk monitoring potensial korosi, (V), dan untuk mengetahui tentang kestabilan reaksi antara permukaan elektroda dan larutan pengujian. Pengujian OCP ini berlangsung selama 600 detik atau 10 menit. Sebelum dilakukan pengujian spesimen direndam terlebih dahulu dalam larutan HCL 0,5 M selama 3 jam. Adapun hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 7.** Hasil pengujian *open circuit potential* (a) OCP pada sudut 450 dengan jarak 15, 35 dan 50 (cm) (b) OCP pada sudut 600 dengan jarak 15, 35 dan 50 (cm) (c) OCP pada sudut 750 dengan jarak 15, 35 dan 50 (cm).

Pada gambar 7 dapat dilihat nilai potensial dari setiap spesimen, nilai potensial yang diambil dari grafik tersebut yaitu dari posisi awal reaksi dan posisi akhir reaksi. Hasil nilai potensial dari setiap sudut dan jarak spesimen adalah pada sudut 450 dengan jarak 15 cm potensial korosi awal terjadi sebesar -0,467 V dan posisi akhirnya sebesar -0,479 V, sudut 450 dengan jarak 35 cm potensial korosi awal terjadi sebesar -0,620 V dan posisi akhirnya sebesar -0,629 V, sudut 450 dengan jarak 50 cm potensial korosi awal terjadi sebesar -1,295 V dan posisi akhirnya sebesar -0,0007 V.

Sedangkan pada sudut 600 dengan jarak 15 cm potensial korosi awal terjadi sebesar -0,197 V dan posisi akhirnya sebesar -0,200 V, sudut 600 dengan jarak 35 cm potensial korosi awal terjadi sebesar -0,553 V dan posisi akhirnya sebesar -0,539 V, sudut 600 dengan jarak



50 cm potensial korosi awal terjadi sebesar -1,232 V dan posisi akhirnya sebesar -0,809 V, dan pada sudut 750 dengan jarak 15 cm potensial korosi awal terjadi sebesar -0,101 V dan posisi akhirnya sebesar -0,063 V, sudut 750 dengan jarak 35 cm potensial korosi awal terjadi sebesar -0,576 V dan posisi akhirnya sebesar -0,611 V, sudut 750 dengan jarak 50 cm potensial korosi awal terjadi sebesar -1,085 V dan posisi akhirnya sebesar -0,0008 V.

Dapat dilihat bahwa pengaruh variasi sudut dan jarak penembakan sandblasting terhadap potensial korosi sangat nyata, dimana semakin kecil sudut dan semakin jauh jarak penembakan sandblasting maka nilai potensial semakin turun. Nilai potensial mengalami kenaikan dan penurunan diakibatkan oleh adanya proses transfer elektron antara spesimen uji dan *reference elektrode* (elektrode pembanding). Perbedaan seberapa besar potensial antara spesimen uji terhadap *reference elektrode* dibuktikan dengan hasil potensianya, jika hasil potensial 0 maka tidak terjadi proses korosi, tetapi apabila semakin negatif nilai potensial maka semakin terjadi korosi. Hasil proses potensial yang baik itu ditentukan oleh keadaan spesimen yang mengalami proses korosi terlebih dahulu lalu naik. Sebaliknya potensial yang jelek di tentukan oleh keadaan spesimen yang mengalami penurunan terus menerus tanpa ada kenaikan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, semakin besar sudut dan semakin dekat jarak penembakan *sandblasting* menghasilkan kekasaran permukaan yang besar dan dalam sehingga mengakibatkan lapisan cat menjadi semakin tebal dan daya rekat cat menjadi lebih kuat, lapisan cat yang tebal dan kekuatan rekat cat yang kuat dapat membuat potensial korosi menjadi kecil, sehingga dapat melindungi spesimen dengan baik. Dimana hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi referensi dan pedoman bagi yang membutuhkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian perindustrian, “Pengembangan Industri Perkapalan Dapat Prioritas,” kemenperin.go.id, 2020. <https://kemenperin.go.id/artikel/21493/Pengembangan-Industri-Perkapalan-Dapat-Prioritas> (accessed Sep. 06, 2022).
- [2] Fahmi Ali, “Pemerintah Pacu Pertumbuhan Industri Komponen Perkapalan,” tempo.co, 2017. <https://bisnis.tempo.co/read/847399/pemerintah-pacu-pertumbuhan-industri-komponen-perkapalan> (accessed Sep. 06, 2022).
- [3] A. Hendrawan, “Analisa tingkat kebisingan kamar mesin pada kapal,” in Wijayakusuma Prosiding Seminar Nasional: Jaringan Penelitian (Jarlit) Cilacap “Menuju Cilacap 4.C (*Creativity, Critical Thinking, Communication And Colaboration*), 2020, pp. 10–15. [Online]. Available: <https://ejournal.unugha.ac.id/index.php/jarlit/article/view/260/206>
- [4] Y. K. Afandi, I. S. Arief, and A. Amiadji, “Analisa laju korosi pada pelat baja karbon dengan variasi ketebalan coating,” J. Tek. ITS, vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2015, doi: 10.12962/j23373539.v4i1.8931.
- [5] P. Zhang, G. Meng, Y. Wang, B. Lei, and F. Wang, “*Significantly enhanced corrosion resistance of Ni–Cu coating modified by minor cerium*,” Corros. Commun., vol. 2, pp. 72–81, 2021, doi: 10.1016/j.corcom.2021.07.002.
- [6] Y. C. Surbakti, “Analisa Laju Korosi pada Pipa Baja Karbon dan Pipa Galvanis dengan Metode kehilangan berat,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.

- [7] C. Nurhidayat, “Pengaruh variasi sudut dan jarak penembakan terhadap kekasaran permukaan dan kekuatan rekat cat pada proses *sandblasting*,” Universitas Brawijaya, 2018. [Online]. Available: <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/9760>
- [8] E. Sulistyono and P. H. Setyarini, “Pengaruh waktu dan sudut penyemprotan pada proses sand blasting terhadap laju korosi hasil pengecatan baja AISI 430,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 3, pp. 205–208, 2011, [Online]. Available: <https://rekayasamesin.ub.ac.id/index.php/rm/article/view/131>
- [9] A. Rudawska, I. Danczak, M. Müller, and P. Valasek, “*The effect of sandblasting on surface properties for adhesion*,” *Int. J. Adhes. Adhes.*, vol. 70, pp. 176–190, 2016, doi: 10.1016/j.ijadhadh.2016.06.010.
- [10] S. J. Sisworo, “Studi Komparasi Proses *Abrasive Blasting* Pada Pembangunan Kapal Dikaji Dari Segi Teknis Dan Ekonomis,” undip, 2009. <http://eprints.undip.ac.id/5490/> (accessed Jan. 26, 2021).
- [11] J. Krawczyk, M. Bembenek, Ł. Frocisz, T. Śleboda, and M. Paćko, “*The effect of sandblasting on properties and structures of the DC03/1.0347, DC04/1.0338, DC05/1.0312, and DD14/1.0389 steels for deep drawing*,” *Materials* (Basel), vol. 14, no. 3540, pp. 1–18, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/ma14133540>.