

# PENGARUH PROSES SANDBLASTING TERHADAP KETEBALAN CAT DAN DAYA REKAT CAT DENGAN METODE *PULL OFF TEST* PADA BAJA KARBON RENDAH

Indra Adi Saputra<sup>1\*</sup>, Teguh Dwi Widodo<sup>1\*</sup>, Lilis Yulianti<sup>1\*</sup>

*Teknik Material Manufaktur, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia*  
\*Email: Indra.adisaputra.02@gmail.com, widodoteguhdwi@ub.ac.id, lilis\_y@ub.ac.id

## Abstrak

Proses *sandblasting* merupakan suatu kegiatan pembersihan suatu permukaan material dari kotoran-kotoran yang mengganggu seperti karat, minyak, dan cat lama yang mengelupas atau pudar. Selain sebagai pembersihan, *sandblasting* juga dapat membuat profil kekasaran permukaan, yang mana profil kekasaran permukaan inilah yang menentukan hasil dari ketebalan dan daya rekat cat yang akan melindungi material tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses *sandblasting* dengan mengubah pengaruh jarak dan sudut penembakan nya terhadap ketebalan cat dan daya rekat cat pada baja karbon rendah. Menggunakan metode tarik (*pull off test*) untuk menguji daya rekat cat. Variasi yang digunakan pada penelitian adalah yaitu sudut 30°, 60°, 90° dan jarak 15 cm, 35 cm dan 50 cm. Dari hasil pengujian diketahui bahwa semakin besar sudut (vertikal) dan semakin dekat jarak tembak, maka semakin besar juga pengaruhnya terhadap nilai ketebalan cat dan semakin tinggi kekuatan adhesi catnya. Pada penelitian ini hasil tertinggi muncul pada jarak 15 cm dan sudut 90° dengan nilai kekasaran permukaan 6.621 µm, ketebalan cat 173 µm dan nilai adhesi 8,64 Mpa, sedangkan nilai terendah muncul pada jarak 50 cm dan sudut 30°, nilai kekasaran permukaan 3,120 µm, tebal catnya 70 µm dan nilai adhesi 4,34 Mpa.

**Kata kunci:** *Sandblasting, pull off, baja karbon rendah, kekasaran permukaan.*

## Pendahuluan

Baja karbon rendah merupakan material yang sangat dibutuhkan terutama dalam industri maritim. Dalam industri maritim, baja karbon rendah merupakan salah satu bahan utama yang banyak digunakan terutama dalam proses pembuatan kapal [1]. Namun harus dipahami bahwa baja rentan terhadap korosi terutama di lingkungan laut [2], sehingga diperlukan beberapa metode yang dapat digunakan untuk melindungi dan memperpanjang umur pakai baja. Metode proteksi baja yang sering ditemukan dan digunakan adalah melalui proses pelapisan [3–5].

Cat/*coating* adalah proses pelapisan yang diaplikasikan pada permukaan baja dalam bentuk cat untuk melindungi baja dari kontak langsung dengan lingkungan, sehingga melindungi baja dari korosi, dengan menghindari korosi maka akan memperpanjang umur pakai baja tersebut. Namun, harus diketahui bahwa untuk mencapai hasil pengecatan yang baik sangat bergantung pada bentuk permukaan baja yang akan dicat. Karena jika permukaan baja kurang baik maka akan mempengaruhi ketebalan cat dan daya rekat cat, sehingga lapisan tidak melekat dengan baik dan mengakibatkan percepatan korosi.

Bentuk dari permukaan baja yang baik itu adalah bersih dari semua jenis kotoran yang menghalangi seperti karat, debu, cat dan lainnya, serta memiliki kekasaran permukaan. Banyak metode yang dapat digunakan untuk proses pembersihan dan membuat profil kekasaran permukaan contohnya seperti menggunakan sikat baja, pencelupan dengan bahan asam/kimia, dan *sandblasting*. Namun yang sering

ditemukan dan umum digunakan di dalam industri maritim yaitu dengan cara penembakan partikel padat yang berupa pasir sebagai abrasi atau sering disebut *sandblasting*.

*Sandblasting* merupakan suatu proses kegiatan pembersihan pada suatu permukaan dengan cara menembakkan partikel berupa abrasi di bawah tekanan udara tinggi ke suatu permukaan. Abrasi tersebut menimbulkan gesekan dengan tujuan untuk menghilangkan material-material seperti karat dan mengupas cat lama yang sudah rusak atau pudar, selain proses pembersihan tujuan lain dari proses *sandblasting* adalah untuk membuat profil kekasaran pada permukaan yang mana kekasaran tersebut akan membuat daya cat lebih melekat dan material tersebut akan lebih tahan lama terhadap korosi.

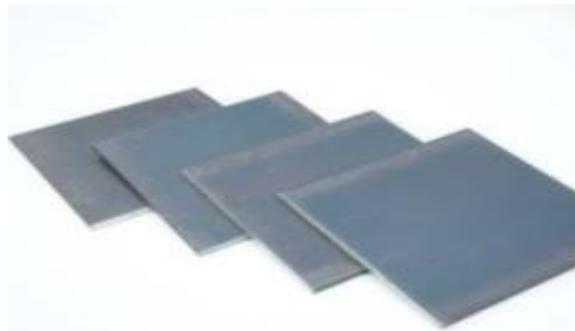
Proses *sandblasting* dipilih karena proses pengerjaannya cepat dan ekonomis. Adapun faktor-faktor yang menentukan hasil dari proses *sandblasting* adalah ukuran abrasi, sudut penembakan, jarak penembakan waktu penembakan. Berdasarkan penjelasan di atas maka penulis ingin melakukan penelitian berguna untuk mengetahui pengaruh proses *sandblasting* dengan memvariasikan sudut dan jarak penembakannya terhadap ketebalan cat dan daya rekat cat pada baja karbon rendah.

## Tinjauan Pustaka

**Baja karbon.** Baja karbon adalah suatu baja paduan yang terdiri dari beberapa unsur seperti besi, karbon, kromium, nikel, silikon, sulfur, mangan, aluminium, nitrogen, dan oksigen. Dimana besi sebagai unsur dasar sedangkan karbon sebagai unsur paduan utamanya, karbon ini berfungsi sebagai unsur penguat dalam baja tersebut, jadi semakin tinggi karbonnya maka baja tersebut akan semakin keras dan kekuatan tariknya (*tensile strength*) semakin tinggi, namun semakin keras baja tersebut maka bersifat semakin getas (*brittle*) dan menurunkan keuletannya.

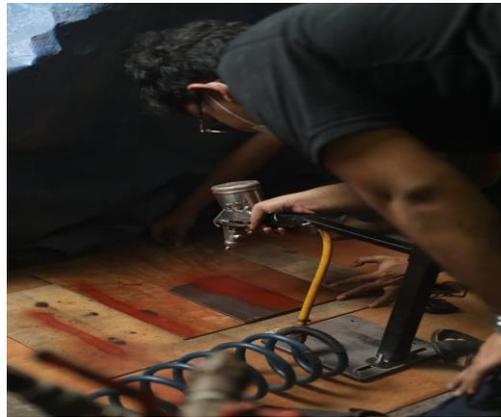
Baja karbon dapat dibedakan menurut jumlah persentase komposisi karbonnya [6,7]:

- a. Baja karbon rendah (*low carbon steel*) dengan kandungan karbon antara 0,04% sampai 0,30% C. Memiliki sifatnya mudah dilas, ditempa dan mudah di mesin, biasanya banyak digunakan untuk membuat rangka suatu kendaraan, plat strip, konstruksi jembatan dan bangunan.
- b. Baja Karbon Menengah (*medium carbon steel*) dengan kandungan karbon antara 0,30% sampai 0,60% C. Memiliki kekerasan yang lebih kuat dari baja karbon rendah dan memiliki sifat yang sulit dilas, di potong dan dibengkokkan. Biasanya digunakan untuk membuat roda gigi, poros engkol, batang torak dan lain-lain
- c. Baja karbon tinggi (*high carbon steel*) dengan kandungan karbon antara 0,60% sampai 1,7% C. memiliki kekerasan yang lebih tinggi dari baja karbon rendah dan menengah dan bersifat paling sulit dibentuk, dilas, ditempa dan dipotong namun memiliki sifat getas yang paling tinggi. Kegunaannya seperti dibuat pisau, mata gergaji besi, per (*spring*) dan lain-lain.



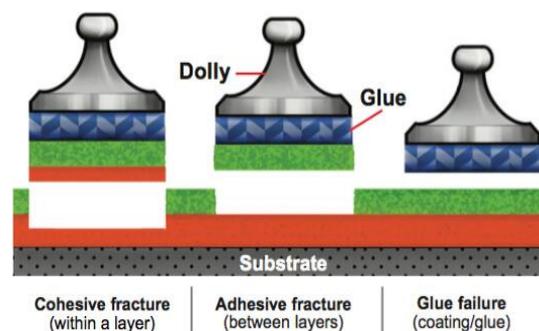
Gambar 1. Baja karbon rendah

**Pelapisan/Coating.** Pelapisan adalah lapisan yang diterapkan pada permukaan spesimen baja untuk melindungi baja dari bahaya yang dapat merusaknya. Pelapisan terbuat dari resin seperti *epoksi*, *poliuretan*, dan *poliester* [8]. Keberhasilan suatu lapisan sangat tergantung pada bentuk dari permukaan spesimen yang akan diaplikasikan, semakin bersih dan berprofil suatu permukaan maka pelapisannya semakin baik.



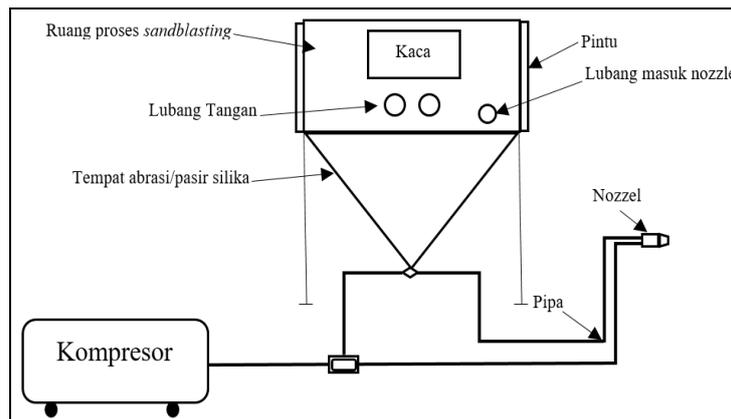
Gambar 2. Proses pelapisan/coating pada permukaan specimen

**Pull off Test.** *Pull-off testing* adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengukur kekuatan daya rekat cat terhadap spesimen/substrate. Oleh karena itu, benda uji yang dicat akan dilekatkan pada *dolly*, dan *dolly* yang terpasang kemudian ditarik hingga lepas. Uji tarik ini merupakan pengujian yang cepat, sederhana/ekonomis dan menghasilkan pengukuran kekuatan yang terukur [9].



Gambar 3. *Pull off test*

**Sandblasting.** *Sandblasting* merupakan salah satu proses pembersihan dengan cara menyemprotkan abrasi yang bertekanan tinggi ke suatu permukaan spesimen yang mana bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang mengganggu dan tujuan lain dari proses *sandblasting* ini adalah membuat profil kekasaran permukaan. Kebersihan dan kekasaran permukaan yang dihasilkan oleh *sandblasting* ini sangat tergantung dari beberapa faktor contohnya yaitu sudut penembakan dan jarak penembakannya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. Skema proses sandblasting

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur untuk mencari referensi guna mempelajari sesuatu tentang sandblasting dan kekasaran permukaan. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah dengan komposisi kimia sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi unsur kimia pada baja karbon rendah

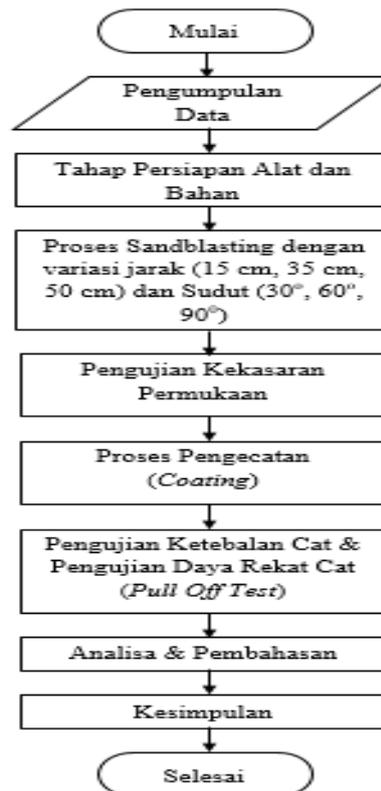
Unsur (%)	C	Si	Mn	P	S
	0,15	0,20	0,85	0,016	0,021

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- variabel bebas yaitu penembakan *sandblasting* ke bahan material baja dilakukan untuk mendapatkan kekasaran permukaan dengan menggunakan variasi sudut penembakan 30°, 60°, 90° dan Jarak penembakan 15 cm, 35 cm, 50 cm.
- Variabel terkontrol yaitu abrasi yang digunakan pada penelitian ini berupa pasir silika dengan *mesh size* 20-30 dan *coating* yang digunakan adalah *International/interbond 201 red*, tekanan semprot 7 bar, waktu semprot 50 detik, diameter nozzle adalah 7 mm.
- Variabel terikat dalam penelitian ini adalah ketebalan cat dan daya rekat cat.

Sedangkan alat yang digunakan yaitu, laptop, *sandblasting machine cabinet* digunakan untuk proses penembakan *sandblasting* untuk lebih lengkapnya dapat dilihat skema proses sandblasting pada Gambar 4. Berikutnya alat yang digunakan yaitu *Mitutoyo SJ210* untuk pengujian kekasaran permukaan, *Elcometer 500 Coating Thickness Gauge* untuk pengukuran ketebalan cat, *Elcometer 510 Automatic Pull-Off Adhesion Gauge* untuk pengujian daya rekat cat.

Berikut ini Gambar 5 merupakan diagram alir dari penelitian ini untuk mengetahui setiap tahapan yang akan dilakukan.

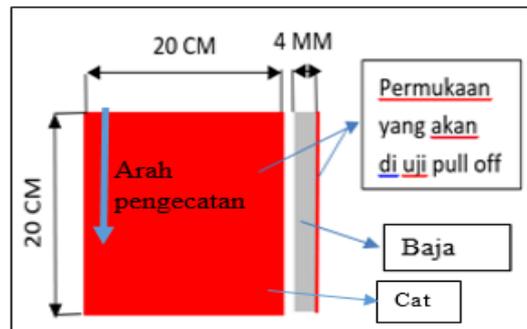


Gambar 5. Diagram alir penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan jumlah spesimen 9 buah, yang mana akan dipaparkan pada hasil dan pembahasan. Penelitian ini dilakukan di berbagai tempat yaitu, pengujian *sandblasting* di Laboratorium Pengecoran Logam Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, pengujian kekasaran nya di laboratorium metrologi industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang dan pengujian *pull off test* di PT. Niteksindo Multitech Perkasa Surabaya. Dengan tahapan sebagai berikut:

**Tahapan-Tahapan Percobaan.** Tahapan pertama yaitu menyiapkan benda uji berupa baja karbon rendah dengan dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 6. Tahapan kedua adalah mengatur sudut tembak dan jarak serta tekanan tembak sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Tahapan ketiga adalah melakukan sandblast pada sampel. Tahapan keempat yaitu setelah proses *sandblasting* selesai maka spesimen di bersihkan, setelah permukaan yang di *sandblasting* sudah bersih maka dilanjutkan dengan pengujian kekasaran permukaan dengan menggunakan alat pengujian kekasaran *Mitutoyo SJ210*.

Tahapan kelima yaitu setelah pengujian kekasaran permukaan maka berikutnya dilakukan proses pengecatan. Pengecatan menggunakan cat *interbond 201 Red*, metode aplikasinya menggunakan metode *spray/semprot* dengan arah vertikal, jarak penembakan 15 cm selama 18,78 detik. Tahapan terakhir yaitu setelah cat pada spesimen kering maka selanjutnya dilakukan pengujian ketebalan cat menggunakan alat *Elcometer 456 Separate Coating Thickness Gauge* dan pengujian daya rekat cat menggunakan alat *Elcometer 510 Automatic Pull-Off Adhesion Gauge* pada spesimen tersebut.



Gambar 6. Bentuk dan ukuran spesimen

### Hasil dan Pembahasan

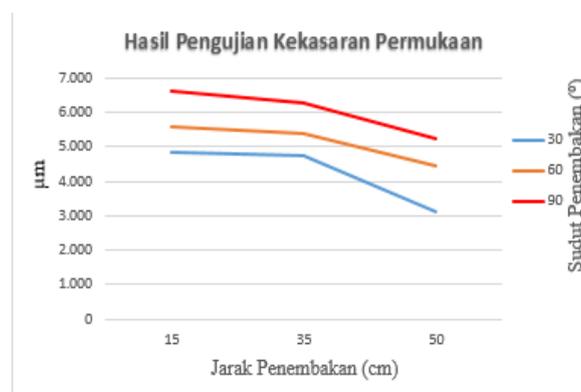
Salah satu tujuan dari proses *sandblasting* ini adalah membuat profil kekasaran permukaan yang mana tujuan utama dari kekasaran permukaan ini adalah untuk mengikat lapisan *cat/coating* yang berada di permukaan material tersebut, sehingga lapisan *cat/coating* yang diterapkan mempunyai ikatan yang kuat terhadap material. Semakin kasar permukaan material maka semakin kuat daya rekat lapisan *cat/coating* pada material tersebut dan sebaliknya semakin halus permukaan material maka daya rekat cat semakin lemah.

Hasil dari pengujian kekasaran permukaan menggunakan alat *Mitutoyo SJ210* dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 2. Hasil kekasaran permukaan

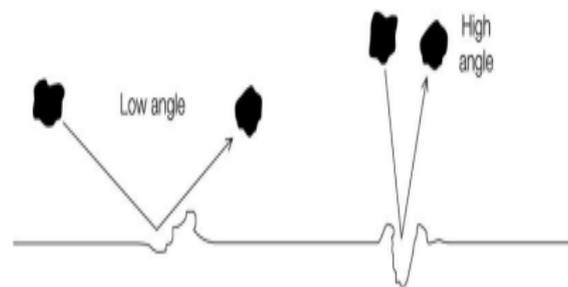
Sudut (°)	Jarak (cm)	Kekasaran permukaan (µm)
30	15	4.824
	35	4.745
	50	3.120
60	15	5.604
	35	5.387
	50	4.451
90	15	6.621
	35	6.272
	50	5.248

Dan untuk hasil lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini:

Gambar 7. Grafik hasil kekasaran permukaan terhadap jarak dan sudut penembakan *sandblasting*

Dapat dilihat pada tabel 2 & gambar 7 tentang hasil dari kekasaran permukaan yang mana menunjukkan adanya kecenderungan terhadap pengaruh variasi sudut dan jarak penembakan *sandblasting*, dimana semakin besar sudut dan semakin dekat jarak penembakan maka semakin besar juga nilai kekasaran nya, hal ini dapat dilihat pada tabel 2 diatas yang mana hasil nilai tertinggi terjadi pada sudut 90° dengan jarak penembakan 15 cm yaitu 6.621 µm dan nilai kekasaran terendah terjadi pada sudut 30° dengan jarak 50 cm yaitu 3,120 µm.

Hal ini terjadi karena pada sudut 90° tersebut, posisi lobang *nozzle* berada tegak lurus terhadap spesimen sehingga pada saat proses penembakan material pasir silika yang keluar menumbuk secara keseluruhan sehingga profil kekasaran permukaan yang disebabkan menjadi dalam, sedangkan pada sudut 60° dan 30° material pasir silika yang keluar menumbuk spesimen secara tidak sempurna atau hanya menggores saja sehingga hasil dari profil kekasaran permukaannya tidak sedalam atau tidak sekasar sudut 90°. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Ilustrasi hasil kekasaran permukaan terhadap perbedaan sudut penembakan *sandblasting*

Sedangkan perbedaan jauh dekatnya jarak penembakan menunjukkan bahwa semakin dekat jarak penembakan maka menyebabkan semakin dalam atau besar kekasaran permukaannya, sedangkan sebaliknya semakin jauh jarak penembakan maka kekasaran nya permukaan yang dihasilkan semakin dangkal atau kecil, hal ini disebabkan karena terjadi perlambatan sehingga kecepatannya menurun, sehingga memperkecil energi yang dihasilkannya dan menghasilkan kekasaran nya semakin kecil.

Jauh dekatnya jarak penembakan dapat mempengaruhi kecepatan keluarnya partikel abrasi yang akan menumbuk atau menghantam permukaan, sehingga semakin jauh jarak tempuh penembakan maka terjadi perlambatan ( $V_t < V_o$ ), yang mana akan menyebabkan energi yang dihasilkan menjadi kecil, sehingga profil kekasaran permukaan yang dihasilkan menjadi dangkal atau halus. Oleh sebab itu karena mengalami peristiwa gerak lurus berubah beraturan maka berlaku rumus [3]:

$$V_t^2 = V_o^2 - 2as. \quad (1)$$

Dimana:

$V_t$  = Kecepatan akhir partikel (m/s)

$V_o$  = Kecepatan awal partikel (m/s)

$a$  = perlambatan yang timbul pada benda (m/s)

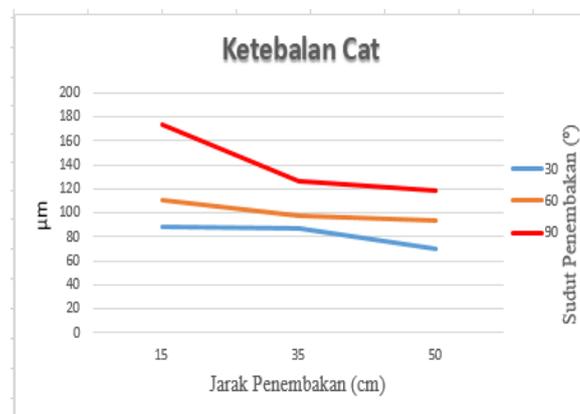
$s$  = Jarak tempuh benda (m)

Berikutnya hasil dari pengujian ketebalan cat menggunakan alat *Elcometer 500 Coating Thickness Gauge* dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 3. Hasil ketebalan cat

Sudut (°)	Jarak (cm)	Kekasaran permukaan (µm)
30	15	88
	35	87
	50	70
60	15	111
	35	98
	50	94
90	15	173
	35	126
	50	119

Adapun grafik ketebalan cat dapat dilihat pada gambar 9 dibawah ini:



Gambar 9. Grafik hasil ketebalan cat

Pada gambar 9 dapat dilihat hasil dari grafik ketebalan cat yang mana menunjukkan bahwa variasi sudut dan jarak penembakan dapat mempengaruhi hasil dari ketebalan cat dan dapat dilihat pada tabel 3 diatas, bahwa nilai ketebalan yang tertinggi dihasilkan pada sudut 90° dengan jarak 15 cm dengan nilai yaitu 173 µm dan sedangkan nilai ketebalan cat terendah di dapatkan pada sudut 30° dengan jarak 50 cm dengan nilai yaitu 70 µm.

Meningkatnya ketebalan cat ini disebabkan karena besar luas dalaman kekasaran permukaan yang diakibatkan oleh proses *sandblasting*, sehingga pada profil kekasaran permukaan dalam maka membutuhkan banyak cat supaya menutup dan memenuhi pori-pori permukaan yang ada.

Berikutnya hasil dari pengujian daya rekat cat dengan metode *pull off test* menggunakan alat *Elcometer 510 Automatic Pull-Off Adhesion Gauge* dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 4. Hasil ketebalan cat (*pull off*)

Sudut (°)	Jarak (cm)	Kekasaran permukaan (Mpa)
30	15	4,87
	35	4,80
	50	4,34
60	15	5,98
	35	5,78
	50	5,60
90	15	8,64
	35	7,24
	50	6,95

Dan grafik dari hasil ketebalan cat dapat dilihat pada gambar 10 dibawah ini:

Gambar 10. Grafik hasil Daya rekat cat (*pull off*)

Pada gambar 10 dapat dilihat bahwa semakin besar sudut dan semakin dekat jarak penembakan, maka menyebabkan hasil daya rekat cat semakin besar. Untuk nilainya dapat dilihat pada tabel 4 yang mana nilai tertinggi di dapatkan pada sudut 90° dan jarak 15 cm yaitu 8,64 Mpa, sedang kan nilai terendah didapatkan pada sudut 30° dan jarak 50 cm yaitu 4,34 Mpa.

Hal ini terjadi karena adanya profil kekasaran permukaan pada material tersebut sehingga membuat ikatan cat dan material semakin baik. Jadi semakin kasar permukaan material maka menyebabkan ketebalan cat meningkat dan dengan meningkatnya ketebalan cat maka mengakibatkan nilai daya rekat cat pada material tersebut akan semakin kuat dan pada permukaan material yang kasar akan menambah area kontak antara cat dan *substrat*.

## Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa pengaruh proses *sandblasting* terhadap ketebalan dan daya rekat cat sangat nyata, dimana hasil proses *sandblasting* dapat menghasilkan kekasaran pada permukaan material dengan mengubah sudut dan jarak tembak. Profil kekasaran permukaan inilah yang menentukan hasilnya dari ketebalan dan daya rekat cat. Oleh karena itu, semakin besar sudutnya, semakin dekat jarak tembak *sandblasting*, maka semakin kasar dan dalam kekasaran permukaan, semakin kasar dan dalam permukaan inilah yang akan menyebabkan peningkatan ketebalan cat, dan dengan meningkatnya ketebalan cat, maka semakin tinggi nilai *adhesi* nya/ daya rekatnya.

Pada penelitian ini hasil tertinggi muncul pada jarak 15 cm dan sudut 90° dengan nilai kekasaran permukaan 6.621  $\mu\text{m}$ , ketebalan cat 173  $\mu\text{m}$  dan nilai adhesi 8,64 Mpa, sedangkan nilai terendah muncul pada jarak 50 cm dan sudut 30°, nilai kekasaran permukaan 3,120  $\mu\text{m}$ , tebal catnya 70  $\mu\text{m}$  dan nilai adhesi 4,34 Mpa.

### Daftar Pustaka

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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>
- [4] A. P. Bayuseno, "Analisa laju korosi pada baja untuk material kapal dengan dan tanpa perlindungan cat," *Rotasi*, vol. 11, no. 3, pp. 32–37, 2009, doi: <https://doi.org/10.14710/rotasi.11.3.32-37>.
- [5] 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>
- [6] F. H. Rosyadi, "Pengaruh Tekanan Penyemprotan dan Ukuran Butir Pasir Silika Pada Proses Sandblasting Terhadap Hasil Laju Korosi Baja ASTM A36," Universitas Brawijaya, 2017. [Online]. Available: [https://www.mendeley.com/catalogue/f8b12c9e-4fe1-3693-9929-ddab8ff300ba/?utm\\_source=desktop&utm\\_medium=1.19.8&utm\\_campaign=open\\_catalog&userDocumentId=%7Be8d84c86-7382-458f-9054-657a8bacdf1b%7D](https://www.mendeley.com/catalogue/f8b12c9e-4fe1-3693-9929-ddab8ff300ba/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7Be8d84c86-7382-458f-9054-657a8bacdf1b%7D)
- [7] M. Nasution, "Karakteristik Baja Karbon Terkorosi," *Bul. Utama Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 68–76, 2018.
- [8] D. G. Weldon, *Why coatings work. in failure analysis of paints and coatings*, Revised Ed. Wiley, 2009. doi: 10.1002/9780470744673.
- [9] B. Duncan and B. Broughton, "Characterising strength of adhesion," National Physical Laboratory, Teddington, TWII OLW, 2004. [Online]. Available: <https://eprintspublications.npl.co.uk/3417/1/mgpg72.pdf>