

PENGARUH PENINGKATAN PENYEMPROTAN BAHAN ABRASIF PROSES SANDBLASTING TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DAN KEKUATAN REKAT CAT HASIL PENGECATAN PADA BAJA KARBON RENDAH

Geovanni Tulak Pongtiku, Endi Sutikno, Teguh Dwi Widodo
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. Mayjend. Haryono no. 167, Malang, 65145, Indonesia
[E-mail: geovannitulakpongтику@gmail.com](mailto:geovannitulakpongтику@gmail.com)

Abstrak

Proses *sandblasting* pada penelitian ini bertujuan untuk mempersiapkan permukaan yang bersih dari berbagai kotoran serta membentuk permukaan kasar sehingga lapisan baru yang diterapkan pada permukaan dapat merekat dengan kuat. Material atau spesimen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu baja karbon rendah dengan kadar unsur 0.18% C, 0.189% Fe, 0.035Mn, 0.045 %Cr, 0.46%O, 0.078%Co. Adapun parameter pada penelitian ini meliputi variasi penyemprotan : 1 kali ,2 kali ,3 kali, menggunakan bahan abrasif jenis *garnet* dan *steel grit*, tekanan udara 6 bar, jarak penyemprotan 300 mm, dan nozzle gun 3/8 inch. Dari hasil penelitian didapatkan nilai kekasaran tertinggi sebesar 8,65 μ m dan terendah sebesar 4,35 μ m untuk penyemprotan abrasif *garnet*, serta 11,46 μ m dan 4,51 μ m untuk penyemprotan abrasif *steel grit*. Dan untuk nilai kekuatan rekat cat tertinggi sebesar 3,33 Mpa dan terendah 2,5 Mpa untuk penyemprotan abrasif *garnet*, serta 3,83 Mpa dan 2,8 Mpa untuk penyemprotan abrasif *steel grit*.

Kata kunci : *Sandblasting*, kekasaran permukaan (*surface roughness*), dan kekuatan rekat cat (*pool-off adhesion strength*).

Abstrack

The sandblasting process in this research intend for prepare surface clean from the various dirty and make surface rough so that the new coating applicated to the surface can stick strongly. The material or specimens used in this research is low-carbon steel with element content are 0.18% C, 0.189% Fe, 0.035Mn, 0.045% Cr, 12.46% O, 0.078% Co. The parameters in the research include spraying variations: one time, two times, three times, using a type of garnet abrasive materials and steel grit, 6 bar air pressure, spraying distance of 300 mm, and 3/8 inch gun nozzle. From the results, the highest roughness values of 8,65 μ m and the lowest was 4,35 μ m for spraying abrasive garnet, 11,46 μ m and 4,51 μ m for steel grit abrasive spraying. And for the highest adhesion strength of the coating value of 3.33 Mpa and 2.5 Mpa lowest for spraying abrasive garnet, with 3.83 Mpa and 2.8 Mpa for steel grit abrasive spraying

Key word : *Sandblasting process, surface roughness, adhesion streangth of coating.*

PENDAHULUAN

Salah satu usaha atau cara untuk memberi perlindungan suatu permukaan logam adalah dengan melakukan pengecatan. Pengecatan merupakan perlakuan yang dapat menghemat pengeluaran biaya pada proses produksi. Untuk meningkatkan hasil pengecatan yang baik, perlu dipilih jenis cat berdasarkan penggunaannya. Hasil pengecatan yang baik sangat tergantung pada kondisi permukaan dimana cat itu akan diaplikasikan. Kondisi permukaan yang baik akan membuat cat melapisi logam dengan baik pula sehingga akan mampu menghambat laju korosi yang terjadi.

Pada proses pengecatan, persiapan permukaan benda kerja merupakan hal yang penting. Sebab, logam yang bersih

dari berbagai kotoran-kotoran tersebut memungkinkan molekul cat cepat melekat dengan substrat logam tanpa penghalang lain. Persiapan permukaan atau pembersihan permukaan dengan *dry abrasive blasting/sandblasting* adalah metode pembersihan permukaan yang dilakukan dengan menyemburkan abrasif kering. Merupakan suatu metode yang umum dilakukan dan menjadi salah satu persyaratan sebelum dilakukannya pelapisan/*coating*. Benturan dari bahan abrasif yang disemburkan oleh udara berkecepatan tinggi terhadap permukaan yang akan dibersihkan, sehingga dapat secara menyeluruh menghilangkan kontaminasi yang melekat keras pada permukaan seperti logam dari kerak besi, karat, pelapis lama, oli, minyak, debu, tanah, dan lainnya. Dari hal tersebut

pemilihan metode *sandblasting* sangat tepat, karena dengan proses *sandblasting* benda kerja dapat dengan mudah dibersihkan sampai terbentuknya permukaan yang kasar sehingga zat pelapis bisa melekat dengan baik.

Menurut (Zainal Basri 2016) dalam skripsinya yang berjudul Pengaruh Variasi Tekanan Dan Jarak Penembakan Terhadap Kekasaran permukaan Pada Proses *Sandblasting* Baja Karbon Rendah. Pada penelitiannya menggunakan jenis baja karbon rendah (Baja SPHC). Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa nilai kekasaran tertinggi dihasilkan dari proses *sandblasting* dengan tekanan sebesar 6 bar dan jarak 50 mm yaitu sebesar 1,95 μm , sedangkan yang terkecil yaitu pada tekanan 4 bar dan jarak 150 mm yaitu sebesar 1,08 μm .

Dari penelitian terdahulu menyebutkan bahwa tingkat kekasaran yang tinggi akan berpengaruh terhadap ketebalan cat karena semakin kasar permukaan maka akan membutuhkan jumlah cat yang lebih. Sasaran utama dari penelitian ini adalah suatu upaya mengetahui karakteristik mekanik dari pelapis terhadap permukaan setelah melalui proses *sandblasting*.

Hasil pelapisan yang baik sangat dipengaruhi oleh tingkat kebersihan permukaan yang akan diaplikasi. Pengalaman telah menunjukkan bahwa sekitar 80% kegagalan pelapisan diakibatkan oleh ketidaksempurnaan persiapan permukaan. Secara prinsip, tujuan dari pembersihan permukaan dengan menyemburkan bahan abrasif adalah untuk mendapatkan tingkat kebersihan maksimal dari permukaan dan tingkat kedalaman profile permukaan yang dipersyaratkan oleh pelapisan. Dengan demikian lapisan akan memiliki kekuatan rekat yang kuat pada permukaan hasil dari aplikasi pelapisan.

Kualitas pengecatan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, dan salah satunya adalah mengenai ketebalan cat itu sendiri. Ketebalan cat diperoleh dengan

mengaplikasikan beberapa lapisan. Dari penelitian sebelumnya menemukan bahwa semakin tebal cat akan mempengaruhi kekuatan rekatnya dengan permukaan benda atau logam tempat diaplikasikannya.

Pada penelitian ini diambil tiap sampel uji dari masing-masing perlakuan yang berbeda, bertujuan untuk mengetahui potensi rekat pelapis (cat) hasil pengecatan dari nilai kekasaran permukaan hasil proses *sandblasting* pada permukaan baja karbon rendah dengan menggunakan bahan abrasif *steel grit* dan *garnet*.

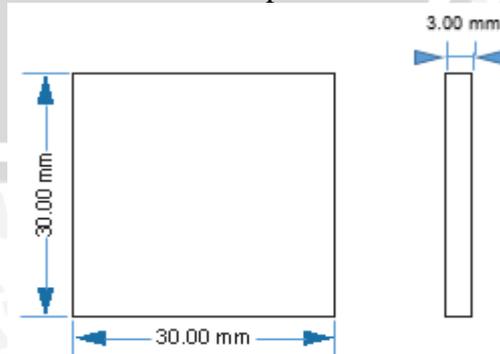
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini material spesimen yang digunakan adalah jenis baja karbon rendah dengan komposisi kimia sebagai berikut :

Tabel 1 Komposisi Kimia Material

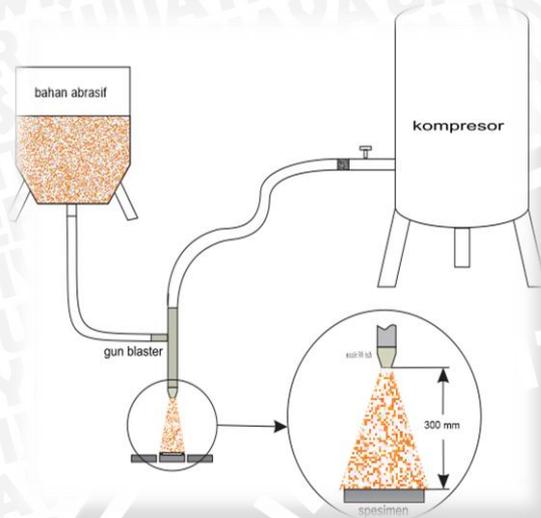
Unsur	C	Fe	Mn	Cr	O	Co
Wt %	0.18	0.189	0.035	0.045	0.464	0.078

Variable yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variable bebas : penyemprotan abrasif 1kali ,2kali ,3kali, pengulangan penyemprotan dengan arah yang berlawanan. Variable terkontrolnya : material baja karbon rendah, tekanan kompresor sebesar 6 bar, abrasif blasting *garnet* dan *steel grit* serta ukuran *nozzle blasting* 3/8 inch dengan jarak 300 mm. Sedangkan variable terikatnya adalah nilai kekasaran permukaan dan kekuatan rekat cat hasil pengecatan. Berikut bentuk gambar dan dimensi spesimen.



Gambar 1 Bentuk spesimen.

Skema proses *sandblasting* pada penelitian ini dapat dilihat seperti gambar dibawah ini :

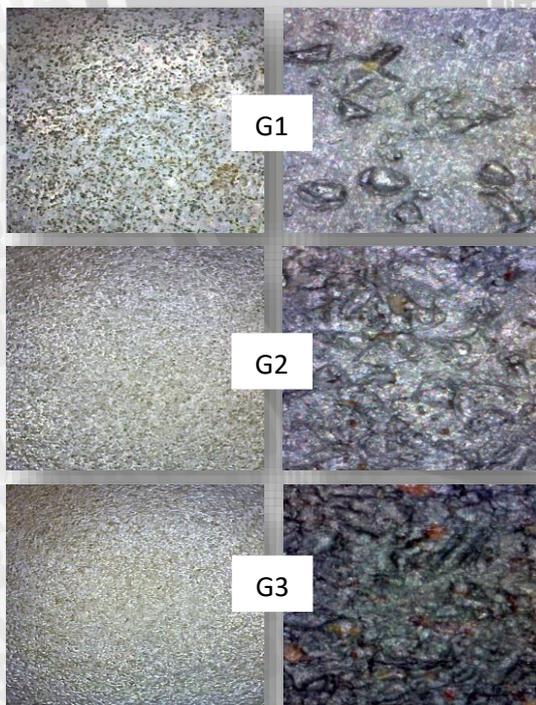


Gambar 2 Skema Proses Penyemprotan Bahan Abrasif (*Sandblasting*).

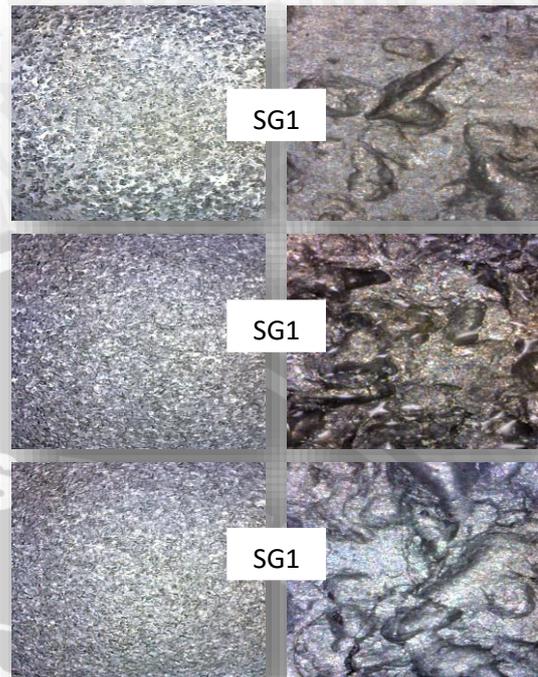
HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil substrat dari hasil *blasting* terlihat seperti gambar 2 dibawah ini :

Garnet blasting



Steel grit blasting



Gambar 3 Foto profil permukaan spesimen setelah melalui proses *blasting*.

Dari serangkaian proses *blasting* pada penelitian ini seperti gambar 2 diatas terlihat jelas keragaman bentuk dari profil permukaan spesimen baja karbon rendah dari jenis penggunaan penyemprotan bahan abrasif *garnet* dan *steel grit*. Yang kemudian dilakukan pengukuran kekasaran permukaan pada spesimen untuk mengetahui nilai kekasaran yang dihasilkan seperti yang tersaji pada tabel 1 di bawah ini.

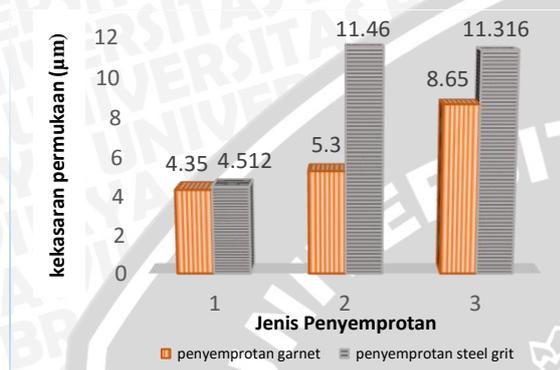
Tabel 1 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan.

Tekanan (bar.)	Nilai Kekasaran Permukaan (µm)			
	Pengukuran	G1	G2	G3
6	Titik 1	3,4	6,42	8,81
	Titik 2	4,74	4,98	9,53
	Titik 3	4,92	4,5	7,63
	rata – rata	4,35	5,30	8,65
	Pengukuran	SG1	SG2	SG3
	Titik 1	5,25	12,08	10,4
	Titik 2	3,32	10,48	10,85
	Titik 3	4,71	11,82	11,66
	rata – rata	4,51	11,46	11,32

Keterangan :
 G1,G2,G3 : Merupakan jenis penyemprotan abrasif *garnet* sebanyak 1 kali, 2 kali dan 3 kali.
 SG1,SG2,SG3 : Merupakan jenis penyemprotan abrasif *steel grit* sebanyak 1 kali, 2 kali dan 3 kali.



Dari hasil pengukuran kekasaran permukaan pada spesimen dengan menggunakan alat *Surface roughness Test* seperti yang tertera pada table 1 didapatkan nilai kekasaran permukaan dari 3 titik *referensi* yang diukur pada setiap spesimen. Perbandingan nilai kekasaran pada spesimen dari tiap jenis proses penyemprotan tertera dalam bentuk diagram seperti pada gambar 4 berikut.



Gambar 4 Diagram Pengaruh Jenis Peningkatan Penyemprotan Bahan Abrasif Terhadap Kekasaran Permukaan Spesimen.

Dari Tabel 1 hasil pengukuran seperti pada diagram gambar 4 diatas memperlihatkan bahwa nilai kekasaran tertinggi terjadi pada jenis penyemprotan abrasif *garnet* yaitu sebanyak 3 kali penyemprotan dengan tekanan 6 bar pada jarak 300 mm serta sudut 90°. Didapatkan nilai kekasaran permukaan sebesar 8,65µm, sementara nilai kekasaran terendah sebesar 4,35µm dengan 1 kali penyemprotan. Sedangkan untuk penyemprotan menggunakan abrasif *steel grit* didapatkan nilai kekasaran tertinggi pada jenis penyemprotan sebanyak 2 kali dengan nilai sebesar 11,46µm. Sementara nilai kekasaran terendah yaitu sebesar 4,51 µm dengan penyemprotan 1 kali.

Pada diagram seperti pada gambar 4 terlihat tingkat kekasaran permukaan spesimen dengan penyemprotan abrasif *garnet* terus meningkat ini dikarenakan bertambahnya tingkat tumbukan yang diakibatkan oleh pengulangan penyemprotan. Namun berbeda halnya dengan penyemprotan menggunakan bahan abrasif *steel grit* dari penyemprotan 1 kali

ke penyemprotan sebanyak 2 kali nilai kekasaran permukaan spesimen meningkat, tetapi pada penyemprotan sebanyak 3 kali kekasaran permukaan spesimen menurun, hal ini dikarenakan terjadinya pengikisan substrat. Hal ini dipengaruhi dari bentuk ukuran butiran *steel grit* sehingga peningkatan tumbukan yang terjadi antara spesimen dan abrasif mengakibatkan terkikisnya dimensi substrat.

Fenomena yang terjadi pada penyemprotan abrasif dengan udara bertekanan tinggi menyebabkan gaya dari pasir/abrasif yang ditembakkan juga besar Hukum II Newton menyatakan “ sebuah benda yang mempunyai massa (*m*) mengalami gaya resultan sebesar *F* akan mengalami percepatan (*a*) yang arahnya sama dengan arah gaya, dan besarnya berbanding lurus terhadap gaya (*F*) dan berbanding terbalik terhadap massa (*m*), atau dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\sum F = m \cdot a$$

Dari rumus hukum II Newton tersebut dapat dijelaskan bahwa besarnya gaya tergantung dari massa dan percepatan.

Bahan abrasif yang dilontarkan oleh udara bertekanan pada proses *sandblasting* menimbulkan adanya tumbukan antara dua material sehingga terjadi deformasi terhadap material/spesimen yang menyebabkan permukaan spesimen menjadi kasar, begitu pula sebaliknya sehingga permukaan yang semakin kasar maka akan membutuhkan pelapis yang lebih pula. Nilai ketebalan cat /pelapis penghalang hasil pengecatan didapatkan dengan metode pengukuran *DFT* setelah zat pelapis pada permukaan spesimen sudah mengering atau telah didiamkan pada udara terbuka selama ± 72 jam.

Dry film thickness (DFT) adalah lapisan ketebalan kering minimum yang berfungsi untuk memberikan lapisan proteksi terhadap permukaan suatu objek. Nilai *DFT* ini dapat diperoleh pada lembaran data atau bisa pula ditentukan dari perhitungan menggunakan data lapisan

ketebalan basah (*wet film thickness*). Berikut hasil pengukuran ketebalan cat.

Table 2 Hasil Pengukuran Ketebalan Cat.

Penyemprotan	Ketebalan Cat (μm)			
	Jarak penyemprotan 200 mm.			
	SP 1	SP 2	SP 3	Rata-rata (μm)
G 1	134.6	140.66	142	139.08
G 2	138	158	164	153.33
G 3	149	158	179	162
SG 1	162	168	184	171.33
SG 2	174	180.33	209.6	187.97
SG 3	174	179	194.6	182.53

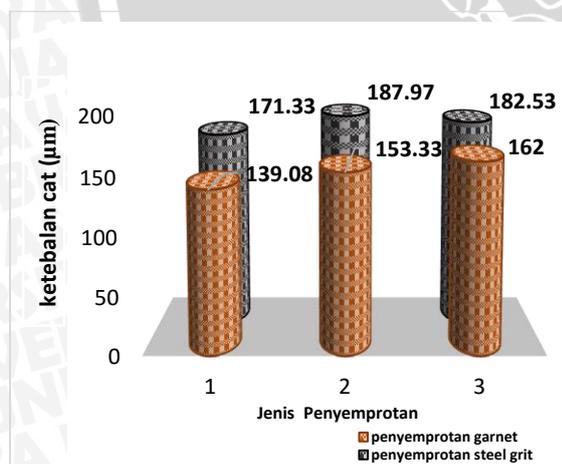
Keterangan :

G1,G2,G3 : Merupakan jenis penyemprotan abrasif garnet sebanyak 1 kali, 2 kali dan 3 kali.

SG1,SG2,SG3 : Merupakan jenis penyemprotan abrasif steel grit sebanyak 1 kali, 2 kali dan 3 kali.

Sp : Spesimen.

Dari tabel 2 diatas terlihat nilai ketebalan cat yang berbeda-beda dari beda perlakuan terhadap masing-masing spesimen. Dari tiap nilai pengukuran tersebut kemudian di jumlahkan sehingga didapat nilai rata-rata ketebalan cat pada permukaan setiap spesimen seperti yang tersaji pada diagram dibawah ini.



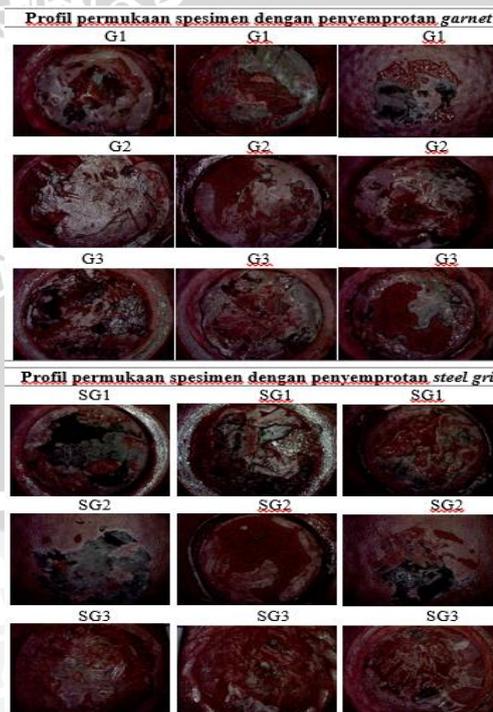
Gambar 5 Diagram Pengaruh Jenis Peningkatan Penyemprotan Terhadap ketebalan cat.

Dari diagram gambar 5 diatas menunjukkan bahwa adanya pengaruh peningkatan penyemprotan bahan abrasif terhadap ketebalan cat pada tiap-tiap spesimen hasil pengecatan. Sesuai dari penelitian sebelumnya yang menyebutkan

bahwa semakin kasar permukaan material, maka akan membutuhkan cat yang lebih pula sehingga ketebalan cat juga meningkat. Hal ini dimungkinkan karena terjadinya peningkatan luasan dan bertambahnya kedalaman dari profil substrat akibat dari peningkatan jumlah indentasi oleh bahan abrasif dari pengulangan penyemprotan terhadap spesimen. Setelah melakukan pengukuran ketebalan cat hasil pengecatan dengan metode *DFT (Dry film tickness)* seperti yang tertera pada tabel 2 diatas, selanjutnya dilakukan uji *pool-off* untuk mendapatkan nilai kekuatan rekat cat dari perbandingan tingkat kekasaran serta ketebalan cat seperti yang tertera dalam diagram dan tabel diatas sebelumnya, dimana kondisi cat sudah kering pada permukaan spesimen yang telah dikasarkan sebelumnya melalui metode *blasting*. Berikut data hasil pengujian *pool-off adhesion strength*.

DATA HASIL UJI POOL-OFF

Data nilai hasil pengujian *pool-off* disajikan dalam bentuk tabel dan diagram berdasarkan hasil analisa dari spesimen seperti yang ada di bawah ini:



Gambar 6 Bentuk Permukaan Spesimen Setelah Uji *Pool-off*.

Dari hasil pengujian *pool-off* didapatkan nilai kekuatan rekat cat (Mpa) yang terbaca pada alat uji *Elcometer 106*. Setelah pengujian *pool-off*, dihasilkan profil permukaan dengan tingkat kerusakan yang berbeda-beda. Yang kemudian dibagi berdasarkan : Daerah kegagalan *adhesi* yaitu patahan yang terjadi antara cat dan substrat, sementara kegagalan kohesi terjadi pada patahan diantara cat juga antar cat dengan lem *epoxy*. Luas dari masing-masing permukaan patahan di ukur sehingga didapatkan hasil mengenai tingkat kegagalan ikatan *adhesi, kohesi* pada lapisan cat dengan substrat seperti tabel 3 dan 4 dibawah ini:

Tabel 3 Presentase kegagalan ikata *adhesi, kohesi* pada spesimen dengan penyemprotan abrasif *garnet*.

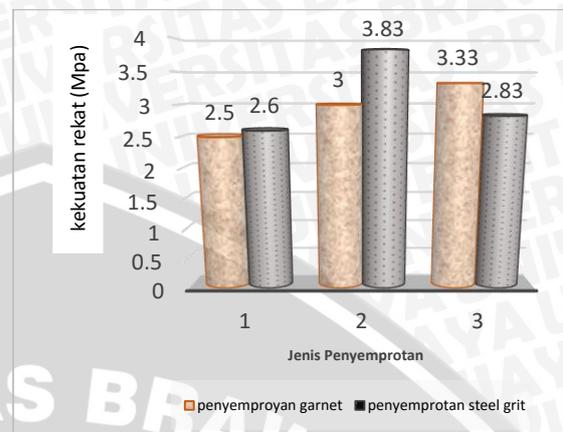
Ketebalan cat (µm)	Kegagalan Adhesi (%)	Kegagalan kohesi (%)	Kekuatan Rekat (Mpa)
139.08	49 %	51%	2.5
153.33	67,75 %	32,24%	3
162	57,42 %	42,57%	3.33

Tabel 4 Presentase kegagalan ikatan *adhesi, kohesi* pada spesimen dengan penyemprotan abrasif *steel grit*.

Ketebalan cat (µm)	Kegagalan Adhesi (%)	Kegagalan kohesi (%)	Kekuatan Rekat (Mpa)
171.33	49,01 %	50,98%	2.6
187.97	62,94 %	37,05%	3.83
182.52	40,18 %	59,81%	2.83

Dari table 3 dan 4 tampak bahwa semakin meningkat kegagalan adhesi maka kegagalan kohesi cat menurun artinya ikatan antara substrat dan cat cenderung lemah sedangkan ikatan antar molekul cat kuat, begitu juga sebaliknya. Kedua hal tersebut juga tergantung dari ketebalan cat.

Dan juga perbandingan dari nilai pool-off terhadap masing-masing spesimen. Seperti yang ada pada gambar 7 dibawah.



Gambar 7 Diagram Pengaruh Jenis Peningkatan Penyemprotan Abrasif Terhadap Kekuatan Rekat Cat.

Dari diagram seperti pada gambar 7 terlihat hasil dari pengaruh perbedaan jenis penyemprotan bahan abrasif proses *sandblasting* terhadap kekuatan rekat cat, dimana dari penjelasan pada diagram sebelumnya bahwa peningkatan frekuensi atau pengulangan penyemprotan menghasilkan peningkatan kekasaran permukaan, yang juga berpengaruh terhadap meningkatnya ketebalan cat, yang mana juga secara langsung berpengaruh terhadap tingkat kekuatan rekat cat hasil pengecatan. Dari diagram diatas terlihat perbedaan antara kekuatan rekat spesimen beda perlakuan. Terlihat bahwa kekuatan rekat cat hasil *coating* mencapai titik optimalnya pada ketebalan 187,97 µm, dengan kekuatan rekat sebesar 3,83 MPa. Kekuatan rekat dari cat itu sendiri dihasilkan karena adanya ikatan yang kuat oleh substrat yang berbentuk dengan cat (*mechanical interlock*), dan juga ikatan-ikatan kimia seperti yang telah dibahas pada tabel 3 dan 4 diatas.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengulangan penyemprotan memperpanjang durasi waktu dimana bahan abrasif menumbuk permukaan spesimen sehingga akan meningkatkan intensitas tumbukan yang berdampak pada peningkatan kekasaran permukaan material begitu juga sebaliknya .
2. Dari hasil pengukuran DFT didapatkan kesimpulan bahwa Semakin kasar permukaan material akan juga meningkatkan kebutuhan penggunaan cat, sehingga ketebalan cat juga meningkat seiring dengan meningkatnya kekasaran. Hal ini karena semakin besar luasan bidang kontak antara *substrate* dengan cat.
3. Seiring dengan meningkatnya kekasaran permukaan material yang juga disertai dengan meningkatnya lapisan pelindung/cat, memberikan kekuatan rekat yang semakin meningkat pula. karena semakin besar luasan bidang kontak yang tercipta (*substrate*) akan menghasilkan ikatan adhesi, kohesi yang baik sehingga didapatkan kekuatan rekat yang optimal.

SARAN

1. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai distribusi debit dari semburan abrasif terhadap kekasaran.
2. Perlunya pengamatan yang spesifik mengenai kekasaran optimum dan juga ketebalan optimum cat sehingga diperoleh kekuatan yang maksimal pula dari aplikasi *coating*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rochin, T. (2001) *Spesifikasi Metrology dan Kontrol Kualitas Geometrik*, Bandung : ITB.
- [2] Bondan T., Sofyan., Suprayogi., Fuad Sulaimy, (2009) *Karakteristik Silicone Die Coating dengan Variasi Ketebalan Studi pada Cetakan Piston Aluminium*, Surabaya : Teknik Mesin ITS, 9 : 169-176
- [3] Setyarini,P.H., & Erwin,S. (2011). *Optimasi Proses Sand Blasting Terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja AISI 430*. Malang : Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- [4] Wulandari., Budiarto & Manik .(2015) *Pengaruh Tingkat Cleanliness Dan Roughness Substrat Pada Surface Preparation Terhadap Kekuatan Adhesi Tank Lining*. Semarang : Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- [5] Zainal, B. (2016) *Pengaruh Tekanan dan Jarak Penembakan terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses sandblasting baja karbon Rendah*, Malang : Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- [6] Mikell, P. (1995). *Fundamental of Modern Manufacture Material, Processes, and System*, 4th Edition, United States of America.
- [7] Trojan, (1990). *Engineering Material And Their Application*, 4th Edition.
- [8] DeGarmo, (1997). *Material and Processes in Manufacturing, eighth Edition* : Prentice - Hall International, Inc.
- [9] Surdia & Saito. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan ke Empat, Jakarta, PT.Pradnya Pramita.