

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Pengukuran Kekasaran Permukaan Terlampir

4.1.1 Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan dan Pembahasan

Pengukuran kekasaran permukaan spesimen dilakukan dengan menggunakan alat ukur kekasaran yaitu dengan alat *Surface Roughness Test* yang ada di Laboratorium Metrologi Industri dan Instrumentasi Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Malang. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perubahan kekasaran permukaan pada spesimen setelah mendapat perlakuan *sandblasting*. Pengukuran kekasaran permukaan pada spesimen dipilih 3 titik referensi yaitu di titik 1, titik 2 dan titik 3 pada setiap spesimen. Berikut Tabel 4.1 mengenai hasil pengukuran kekasaran permukaan baja karbon rendah.

Tabel 4.1 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

Sumber : Dokumen pribadi

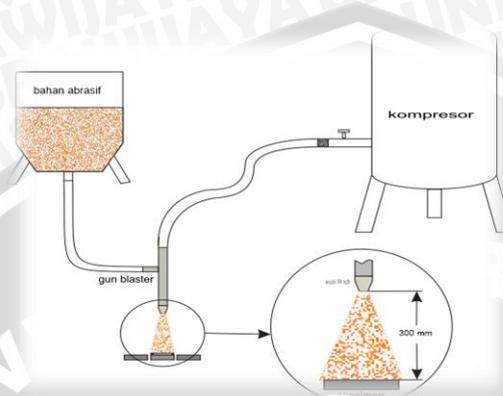
Keterangan :

G1,G2,G3 : Penyemprotan abrasif *garnet* sebanyak ; 1 kali,2 kali,3 kali.

SG1,SG2,SG3 : Penyemprotan Abrasif *steel grit* sebanyak ; 1 kali,2 kali,3 kali.

Dari hasil pengukuran kekasaran permukaan pada spesimen dengan menggunakan alat *Surface Roughness Test* seperti yang tertera pada table 4.1 didapatkan nilai kekasaran

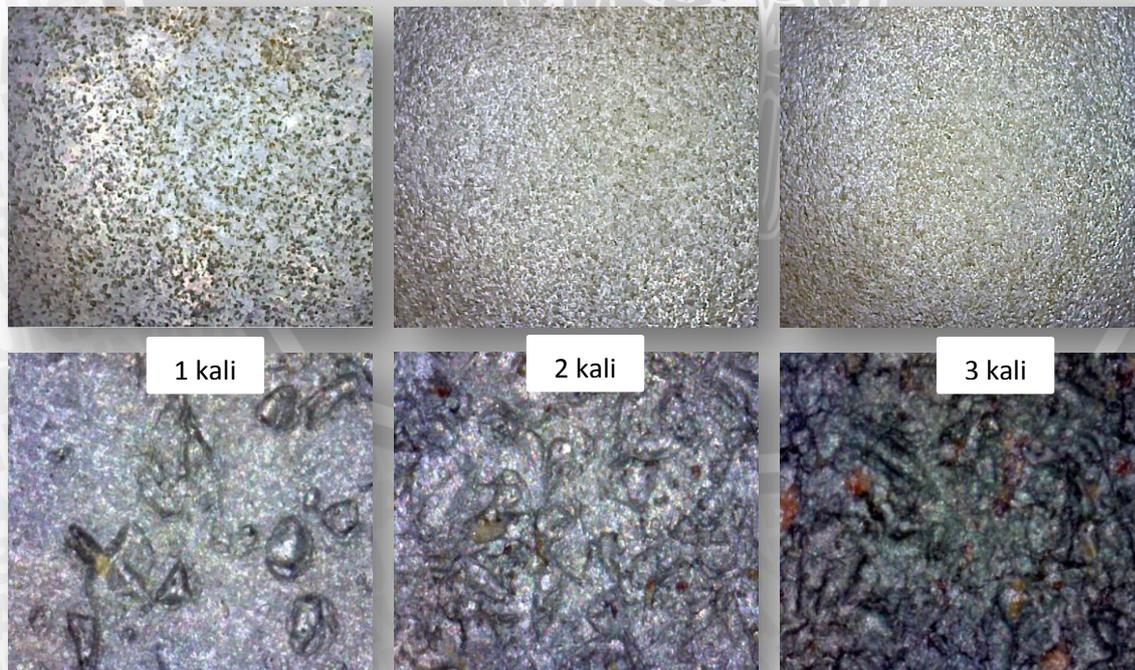
permukaan dari masing-masing jenis perlakuan terhadap baja karbon rendah. Perbandingan nilai kekasaran dari tiap jenis proses penyemprotan pada spesimen proses *sandblasting* dapat dilihat pada diagram seperti pada Gambar 4.2 berdasarkan hasil pengukuran permukaan profil substrat yang terbentuk, seperti gambar 4.2 hasil dari perlakuan proses *sandblasting* seperti gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Skema Penyemprotan Bahan Abrasif (*sandblasting*).
 Sumber : Dokumen pribadi.

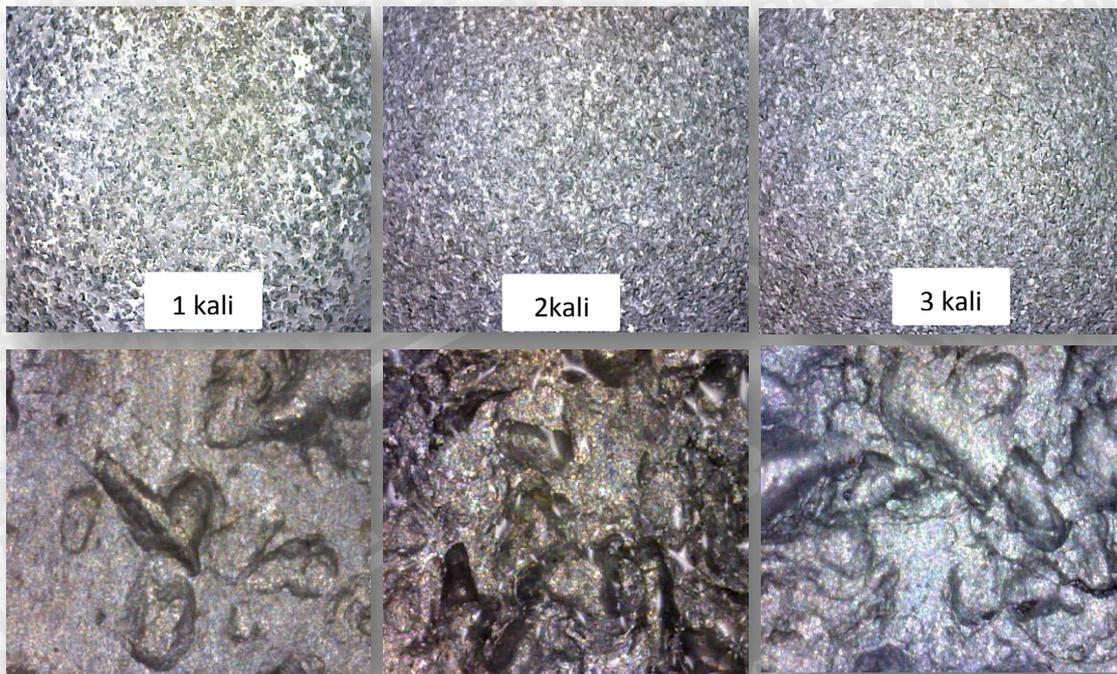
Dari proses *blasting* yang tergambar dalam skema blasting diatas, dihasilkanlah keragaman bentuk profil permukaan baru atau substrat yang diharapkan menjadi fondasi yang mampu memberi ruang ikatan adhesi yang maksimal. Sehingga peluang kerekatan yang timbul akan menghasilkan kekuatan adhesi yang baik.

Garnet blasting



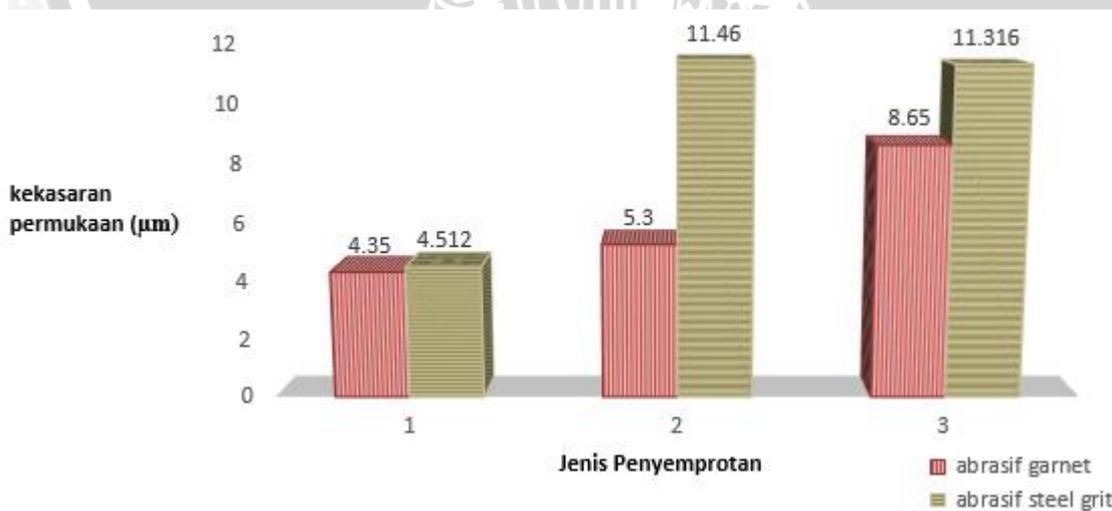
Gambar 4.2 Profil substrat hasil dari jenis penyemprotan abrasif *garnet*.
 Sumber : Dokumen pribadi.

Steel grit blasting



Gambar 4.3 Profil substrat hasil dari jenis penyemprotan abrasif *steel grit*.
 Sumber : Dokumen pribadi.

Hasil dari pengolahan data pengukuran tingkat kekasaran permukaan spesimen seperti yang tertera pada table 4.1 diatas tersaji dalam bentuk diagram seperti gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Diagram Pengaruh Jenis Peningkatan Penyemprotan Bahan Abrasif Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Spesimen.

Sumber : Dokumen pribadi.

Pada gambar 4.4 diatas memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan nilai kekasaran permukaan material/spesimen setelah mendapat perlakuan *blasting* dari penggunaan penyemprotan jenis abrasif yang berbeda. Nilai kekasaran tertinggi terjadi pada jenis pengulangan penyemprotan abrasif *garnet* yaitu sebanyak 3 kali penyemprotan dengan tekanan 6 bar dan jarak 300 mm serta sudut 90°, didapatkan nilai kekasaran permukaan sebesar 8,65 μm . Sementara nilai kekasaran terendah terjadi pada penyemprotan 1 kali dengan nilai kekasaran permukaan sebesar 4,35 μm . Sedangkan untuk penyemprotan menggunakan abrasif *steel grit* didapatkan hasil pengukuran nilai kekasaran tertinggi terjadi pada jenis pengulangan penyemprotan abrasif sebanyak 2 kali penyemprotan didapatkan nilai kekasaran permukaan sebesar 11,46 μm . Sementara nilai kekasaran terendah yaitu dari penyemprotan 1 kali dengan nilai kekasaran sebesar 4,51 μm .

Pada diagram gambar 4.4 terlihat tingkat kekasaran permukaan spesimen dengan penyemprotan abrasif *garnet* terus meningkat ini dikarenakan bertambahnya tingkat penetrasi atau tumbukan yang diakibatkan oleh pengulangan penyemprotan. Namun berbeda halnya dengan penyemprotan menggunakan bahan abrasif *steel grit* dari penyemprotan 1 kali ke penyemprotan 2 kali nilai kekasaran permukaan spesimen meningkat drastis, tetapi pada penyemprotan sebanyak 3 kali nilai kekasaran permukaan spesimen menurun dibanding dengan penyemprotan 2 kali, hal ini dikarenakan terjadinya pengikisan *substrate* yang dipengaruhi dari tumbukan yang semakin meningkat terhadap spesimen dalam hal ini dimungkinkan adanya pengaruh dari bentuk ukuran butir *steel grit* dan sifat mekaniknya.

Fenomena yang terjadi pada penyemprotan abrasif dengan udara bertekanan tinggi menyebabkan gaya dari pasir/abrasif yang dilontarkan 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 :

$$\sum F = m \cdot a \dots\dots\dots(4-1)$$

Dari rumus hukum II Newton tersebut dapat dijelaskan bahwa besarnya gaya tergantung dari massa dan percepatan, maka deformasi yang disebabkan oleh tumbukan dari abrasif terhadap material menyebabkan permukaan material semakin kasar, begitu

pula sebaliknya sehingga permukaan yang semakin kasar maka akan membutuhkan konsumsi pelapis yang lebih pula. Perhitungan mengenai nilai ketebalan pelapis hasil pengecatan pada penelitian ini didapatkan dengan metode pengukuran DFT setelah zat pelapis/cat pada permukaan spesimen sudah $\pm 100\%$ mengering atau telah didiamkan pada udara terbuka selama ± 72 jam.

4.1.2 Data Hasil Pengukuran Ketebalan Cat (*DFT*) Dan Pembahasan

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 dari pabrik atau bisa pula diketahui dari perhitungan menggunakan data lapisan ketebalan basah (*wet film thickness*).

Table 4.2 Hasil Pengukuran Ketebalan Cat (*DFT*).

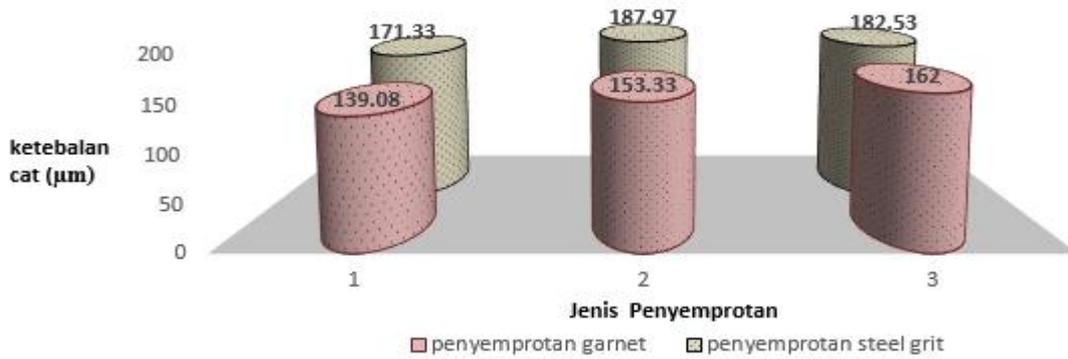
Penyemprotan	Ketebalan Cat (μm)			
	Jarak penyemprotan 200 mm.			Rata-rata (μm)
	SP 1	SP 2	SP 3	
G 1	134.6	140.66	142	139.08
G 2	138	158	164	153.33
G 3	149	158	179	162
SG 1	162	168	192	174
SG 2	174	180.33	209.6	187.97
SG 3	174	179	194.6	182.53

Sumber : Dokumen pribadi.

Keterangan :

- G : Penyemprotan Abrasif *garnet*
- SG : Penyemprotan Abrasif *steel grit*
- Sp : Spesimen

Dari tabel 4.2 diatas dapat dilihat bahwa nilai ketebalan cat berbeda-beda berdasarkan beda tingkat perlakuan yang diterima oleh material. Dari nilai ketebalan Spesimen kemudian diolah dan disajikan seperti yang tertera dalam bentuk diagram seperti gambar 4.5 dibawah ini.

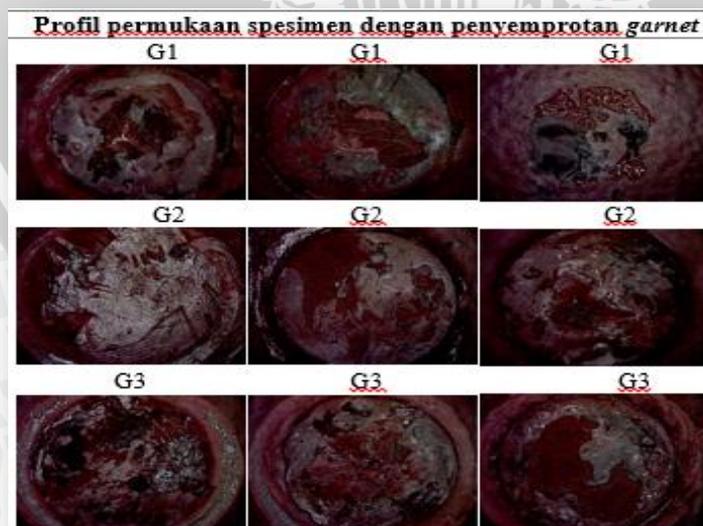


Gambar 4.5 Diagram Pengaruh Peningkatan Penyemprotan Terhadap Ketebalan Cat.

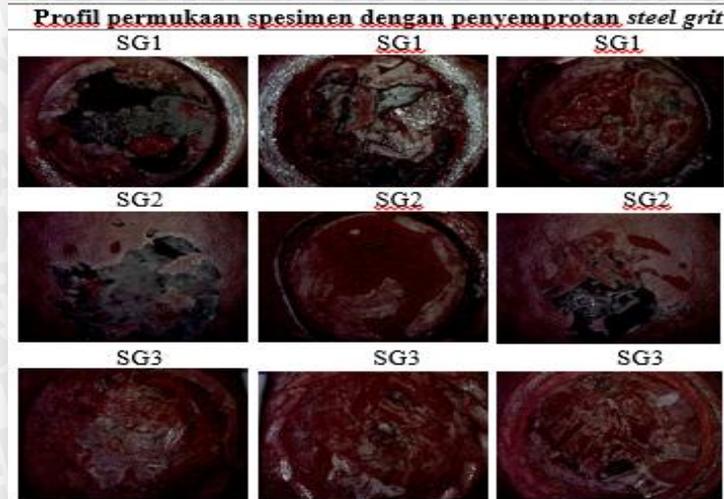
Sumber : Dokumen pribadi.

Dari diagram gambar 4.5 diatas menunjukkan bahwa adanya pengaruh peningkatan penyemprotan bahan abrasif pada tiap-tiap spesimen terhadap ketebalan cat spesimen hasil pengecatan. Seperti pada diagram sebelumnya yang juga memperlihatkan bahwa peningkatan penyemprotan juga berpengaruh pada meningkatnya kekasaran permukaan spesimen. Semakin kasar permukaan maka kebutuhan cat yang dibutuhkan juga semakin banyak sehingga ketebalan cat juga meningkat. Hal ini dimungkinkan karena terjadinya peningkatan luasan dan bertambahnya kedalaman dari profil substrat akibat dari peningkatan volume indentasi material abrasif dari pengulangan penyemprotan. Berikut gambar profil hasil *pull-off* dari penggunaan penyemprotan abrasif *Garnet* dan *steel grit*.

4.1.3 Data Hasil Pengujian Kekuatan Rekat Cat Dan Pembahasan.



Gambar 4.6 Profile permukaan spesimen uji *pull-off* hasil penyemprotan abrasif garnet
Sumber : Dokumen pribadi.

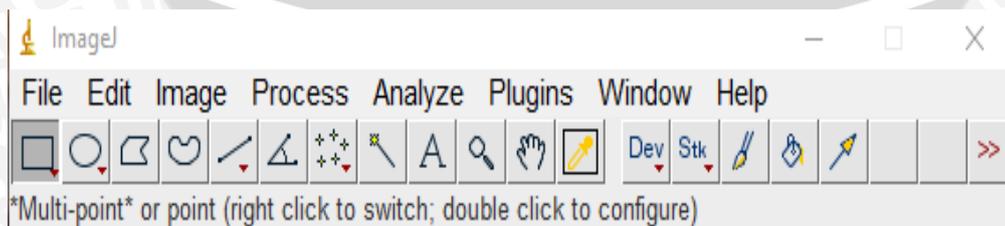


Gambar 4.7 Profile permukaan spesimen uji *pull-off* hasil penyemprotan *abrasif steel grit*.

Sumber : Dokumen Pribadi.

Hasil pengujian *pull-off* didapatkan nilai kekuatan rekat cat dalam bentuk satuan Mpa yang terbaca pada alat uji Elcometer 106. Dari pengujian *pull-off* menghasilkan bentuk profil permukaan dengan tingkat kerusakan yang berbeda-beda. Yang kemudian dibagi berdasarkan daerah kegagalan ikatan. Ikatan adhesi adalah ikatan yang terbentuk oleh substrat dan cat pada struktur lapisan *coating*. Kemudian daerah ikatan kohesi yaitu kerekatan/ikatan dalam struktur lapisan *coating*.

Analisa daerah kerekatan cat berdasarkan hasil *pull-off* diukur dari luasan cat yang tercabut maupun cat yang masih menempel pada permukaan *substrate* dengan metode pengukuran luas area kerusakan pada permukaan menggunakan software ImageJ, dengan mengambil gambar foto permukaan hasil *pull-off*. Pengukuran dengan software ImageJ dilakukan dengan membuat garis mengikuti pola permukaan cat yang tercabut tadi. Dari pola tersebut akan keluar angka mengenai luasan daerah yang diukur sehingga analisa dari kerekatan cat berdasarkan daerah kegagalan ikatan dapat ditentukan sesuai prinsip ikatan kerekatan cat dari dasar teori diatas.



Gambar 4.8 Toolbar ImageJ

Sumber : Dokumen pribadi.

Dari data hasil pengukuran luasan daerah cat yang tercabut kemudian diolah berdasarkan tingkat kegagalan ikatan adhesi, kohesi pada struktur cat. Seperti pada table 4.3 dibawah ini.

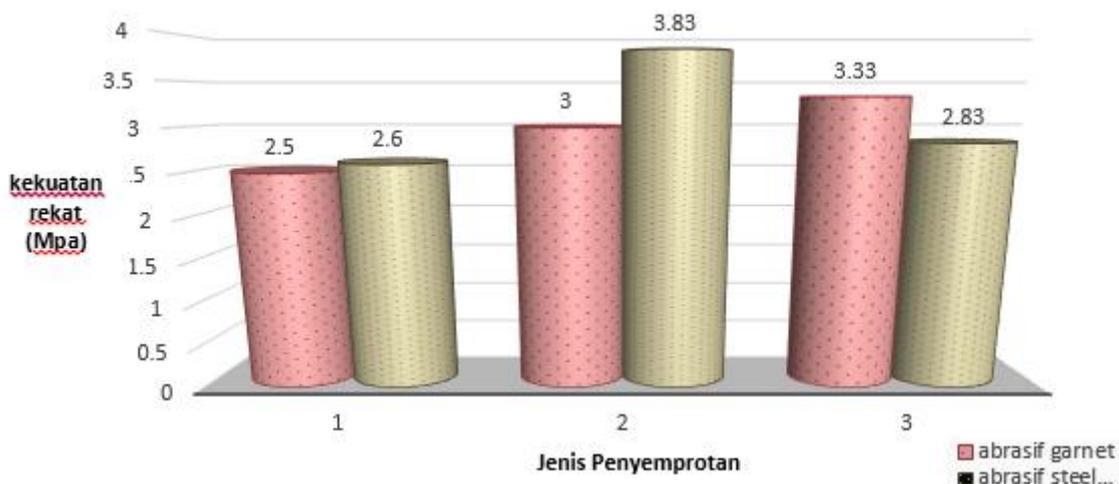
Table 4.3 Presentase kegagalan ikatan *Adhesi, kohesi* dan kekuatan rekat cat

Ketebalan cat (μm)	Kegagalan <i>Adhesi</i> (%)	Kegagalan <i>kohesi</i> (%)	Kekuatan Rekat (Mpa)	Ketebalan cat (μm)	Kegagalan <i>Adhesi</i> (%)	Kegagalan <i>kohesi</i> (%)	Kekuatan Rekat (Mpa)
139.08	49 %	51%	2.5	171.33	49,01 %	50,98%	2.6
153.33	67,75 %	32,24%	3	187.97	62,94 %	37,05%	3.83
162	57,42 %	42,57%	3.33	182.52	40,18 %	59,81%	2.83

Sumber : Dokumen pribadi.

Dari tabel diatas terlihat pengaruh ketebalan cat terhadap adhesivitas hasil *coating* yang diaplikasikan setelah dilakukanya proses *sandblasting* dapat dilihat dari Gambar 4.6 dan 4.7. Untuk menganalisa mekanisme ikatan yang tercipta, pada profil permukaan. Benda kerja mengenai luasan patahan di daerah adhesi, kohesi dan hasilnya disajikan seperti pada tabel 4.3. Dari hasil analisa seperti yang tertera pada tabel diatas tingkat kerusakan permukaan dibagi menjadi 2 daerah kegagalan ikatan kerekatan material dan cat, yaitu :

- (1) daerah kegagalan adhesi dimana cat yang tercabut sampai pada permukaan substrat.
- (2) daerah kegagalan kohesi dimana kerusakan terjadi terjadi didaerah ketebalan cat atau antara cat dan lem *epoxy* yang digunakan. Dimana sebagian lem masih tetap melekat pada permukaan alat uji kerekatan.



Gambar 4.9 Diagram Pengaruh Jenis Peningkatan Penyemprotan Terhadap Kekuatan Rekat Cat.

Sumber : Dokumen pribadi.

Dari diagram seperti pada gambar 4.9 diatas 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 nilai kekasaran permukaan, yang juga berpengaruh terhadap meningkatnya ketebalan cat, peningkatan ketebalan cat memberikan peluang gaya adhesi kohesi yang semakin besar. Secara spesifik keadaan dimana cat akan menempel ke substrat karena adanya gaya antar molekul atau gaya antar atom dari kedua material. Timbulnya ikatan-ikatan kimia maupun fisik yang terjadi antara substrat dan cat secara langsung berpengaruh terhadap tingkat kekuatan rekat cat hasil pengecatan terhadap baja. Dari hasil pengujian *pull-off* seperti yang tertera pada diagram diatas terlihat perbedaan antara nilai kekuatan rekat cat pada spesimen dengan beda perlakuan. Terlihat bahwa kekuatan rekat *coating* mencapai titik optimal pada ketebalan 187,97 μm , dengan kekuatan rekat sebesar 3,83MPa . Kekuatan rekat cat itu sendiri dihasilkan karena adanya ikatan yang di dukung oleh faktor profil substrat (*mechanical Interlock*) yang terbentuk dengan cat, dimana semakin besar luasan bidang kontak yang tercipta akan menghasilkan ikatan *adhesi*, *kohesi* yang meningkat sehingga meningkatkan juga kekuatan rekat dari lapisan cat.

