

BAB 4

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

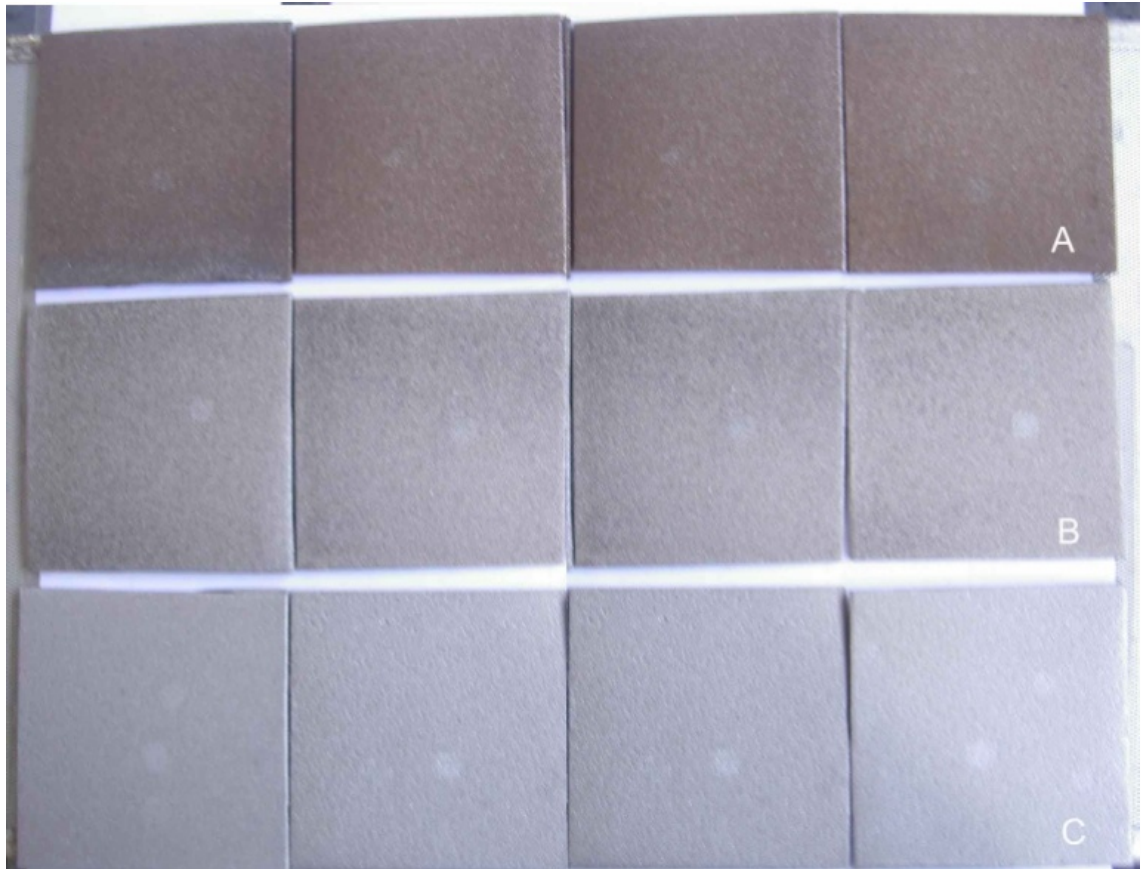
4.1 Pengujian Visual Permukaan Sampel

Pada seluruh tahapan pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini, sampel yang digunakan berjumlah 18 (delapan belas), dengan fokus pengamatan visual tingkat karat (rust grade) permukaannya mengacu pada alat buku gambar acuan BS EN ISO 8501-1, SSPC-Vis 1. Gambar 4.1 menunjukkan hasil dari pengujian tingkat karat dan buku gambar acuan yang digunakan.

Berdasarkan buku gambar acuan, tingkat karat sampel uji adalah Grade C, yaitu keseluruhan permukaan tertutup oleh karat.



Gambar 4.1. A. Sampel uji memiliki tingkat karat Grade C, B. Standard gambar acuan SSPC-Vis 1



Gambar 4.2. Gambar 4.2 . Sampel uji yang telah dipotong dan dipreparasi "Grit Blasting", A.Persiapan permukaan SP 7, B. Persiapan permukaan SP 6, C. Persiapan permukaan SP 10

4.2 Pengujian Tingkat Kebersihan dan Profil Permukaan

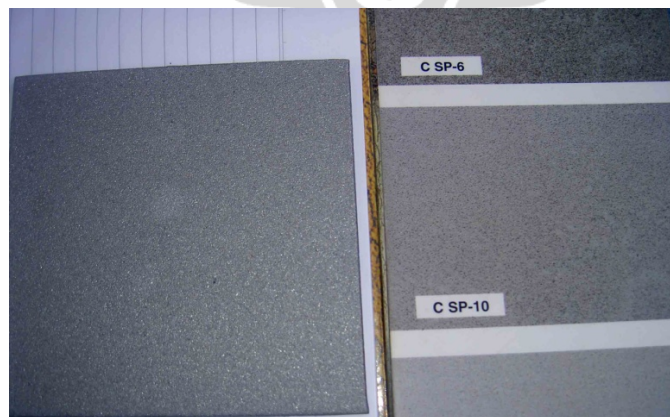
Perlakuan pembersihan permukaan dilakukan dengan cara "Grit Blasting". Tingkat pembersihan di bagi menjadi tiga, yaitu SP7,SP6 dan SP10. Hasil pembersihan permukaan seperti pada gambar 4.3 - 4.5, dan tingkat kebersihan secara visual sudah sesuai dengan acuan gambar BS EN ISO 8501-1 - SSPC Vis 1.



Gambar 4.3. Pengujian hasil persiapan permukaan SP 7 dengan acuan gambar SSPC Vis 1.



Gambar 4.4. Pengujian hasil persiapan permukaan SP 6 dengan acuan gambar SSPC Vis 1.



Gambar 4.5. Pengujian hasil persiapan permukaan SP 10 dengan acuan gambar SSPC Vis 1.

Pengujian profil permukaan bertujuan untuk mengetahui kedalaman profil pada sampel uji. Hasil pengujian seperti pada tabel 4.1 dibawah ini

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Profil Permukaan

Sampel	SP	Pengujian 1 (µm)				Pengujian 2(µm)				Pengujian 3(µm)				Pengujian 4(µm)				Pengujian 5(µm)				Avg(µm)
		1	2	3	X1	1	2	3	X2	1	2	3	X3	1	2	3	X4	1	2	3	X5	
1	SP 7	25	27	28	27	24	24	24	24	26	24	22	24	25	24	24	24	24	24	21	23	24
2	SP 7	23	25	27	25	25	24	26	25	27	25	24	25	23	26	25	25	25	25	22	24	25
3	SP 7	26	27	24	26	25	26	24	25	28	26	25	26	26	24	26	25	26	25	27	26	26
4	SP 7	28	27	24	26	24	27	27	26	24	27	25	25	28	27	27	27	27	24	27	26	26
5	SP 7	27	26	22	25	26	26	25	26	24	26	21	24	27	25	26	26	22	23	23	23	25
6	SP 7	28	28	27	28	25	26	27	26	25	26	23	25	28	27	26	27	22	23	28	24	26
7	SP 6	67	66	68	67	65	65	67	66	66	64	64	65	67	67	64	66	64	65	66	65	66
8	SP 6	66	68	69	64	68	68	68	68	67	68	67	67	66	68	68	67	66	68	65	66	67
9	SP 6	65	65	64	65	67	69	70	69	65	69	68	67	65	66	69	67	67	67	65	66	67
10	SP 6	69	69	64	64	60	61	63	61	68	61	65	65	59	63	61	61	61	60	68	63	63
11	SP 6	68	65	62	65	65	65	64	65	69	65	69	64	68	64	65	66	65	65	65	65	65
12	SP 6	63	69	63	62	58	58	60	59	79	58	61	66	63	60	58	60	68	70	67	68	63
13	SP 10	114	109	112	112	108	107	102	106	102	107	114	108	103	114	100	106	104	114	100	106	107
14	SP 10	108	108	107	108	109	105	104	106	103	102	107	104	108	107	102	106	100	108	105	104	106
15	SP 10	96	99	101	99	107	107	105	106	103	103	103	103	111	103	105	106	101	119	107	109	105
16	SP 10	110	111	107	109	113	100	108	107	107	104	104	105	107	104	105	105	107	103	112	107	107
17	SP 10	104	106	110	107	110	102	114	109	107	104	107	106	108	108	107	108	109	104	102	105	107
18	SP 10	105	105	113	108	112	103	117	111	109	105	107	107	109	107	107	108	110	107	103	107	108

Berdasarkan Standard ISO 8503 kriteria profil permukaan dengan metode persiapan permukaan Grit Blasting seperti tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2. Spesifikasi Profil Permukaan Berdasarkan ISO 8503-1998.

Seg No	ISO 8503/1 Spec'n	Data from Microscope Method ISO 8503/3			Data from Stylus Method ISO 8503/4		
	µm Hy or Ry5	µm Hy	Actual Mean Deviation of 20 rdgs	Max Mean Deviation	µm Ry5	Actual Mean Deviation of 10 rdgs	Max Mean Deviation
MASTER COUPON - Grit G201							
1	23-28	24.95	20.76%	33%	26.46	11.45%	20%
2	50-70	64.3	13.14%	33%	62.7	7.91%	20%
3	85-115	103.95	17.8%	33%	90.8	7.09%	20%
4	130-170	153.1	16.63%	33%	147.71	11.42%	20%

4.3 Pengujian Ketebalan Film Basah Cat

Untuk mendapatkan ketebalan cat yang seragam, selama proses aplikasi cat dilakukan pengujian Ketebalan Film Basah – Wet Film Thickness (WFT). Untuk menghasilkan dry film thickness 200 μm dengan volume persen padatan 66%, angka WFT yang dijadikan acuan adalah 300 μm , diperoleh dari perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Wet Film Thickness (WFT)} &= \frac{\text{Dry Film Thickness} \times 100}{\text{Percent Solids by Volume}} \\ &= \frac{200 \mu\text{m} \times 100}{66} = 300 \mu\text{m} \end{aligned}$$

66

4.4 Pengujian Ketebalan Film Kering Cat

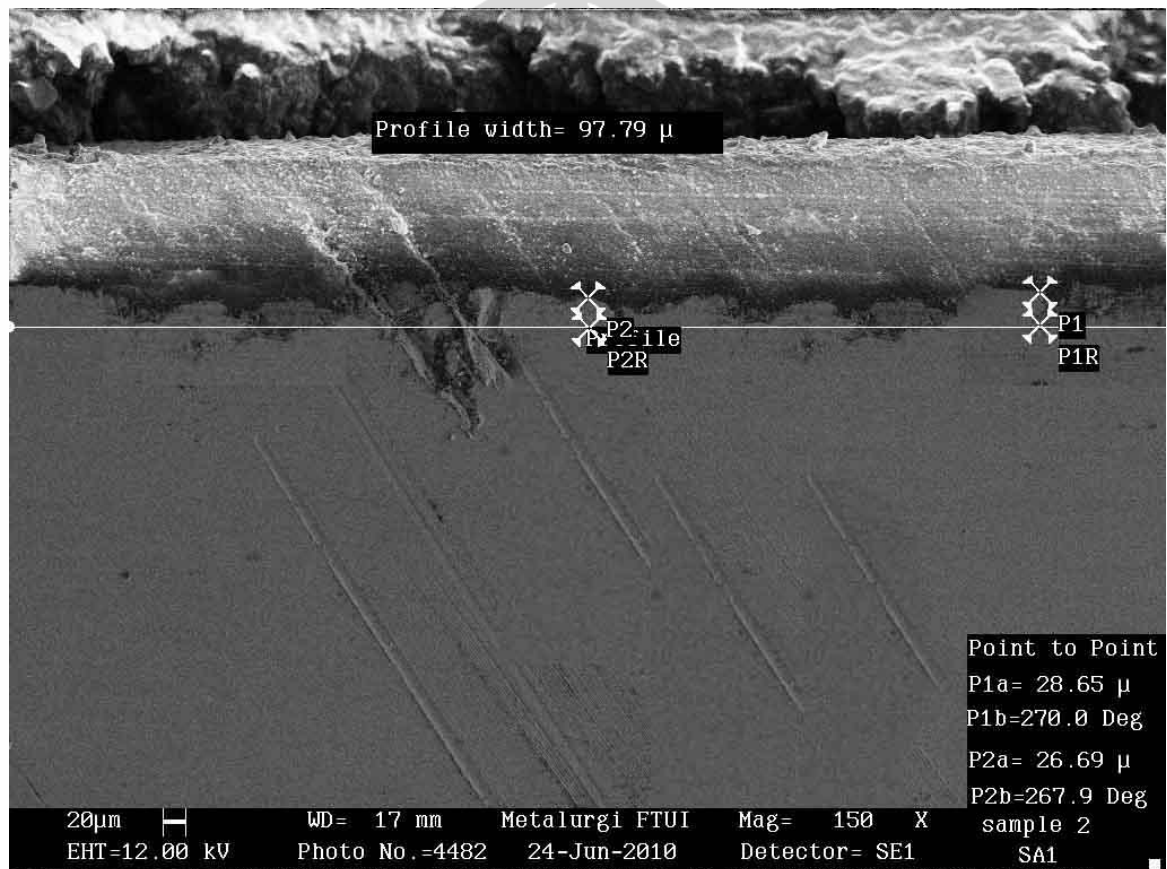
Adapun pengujian Ketebalan Film Kering dilakukan dengan electronic magnetic gauge dan hasil pengujian seperti pada tabel 4.3. Berdasarkan EN ISO 19840, (*Measurement of, and acceptance criteria for, the thickness of dry films on rough surfaces*), rentang *acceptance criteria* adalah $\pm 5\%$ dari spesifikasi. Jadi ketebalan cat yang diterima dalam rentang 190 μm -210 μm .

Tabel 4.3. Ketebalan Film Kering Lapisan Cat

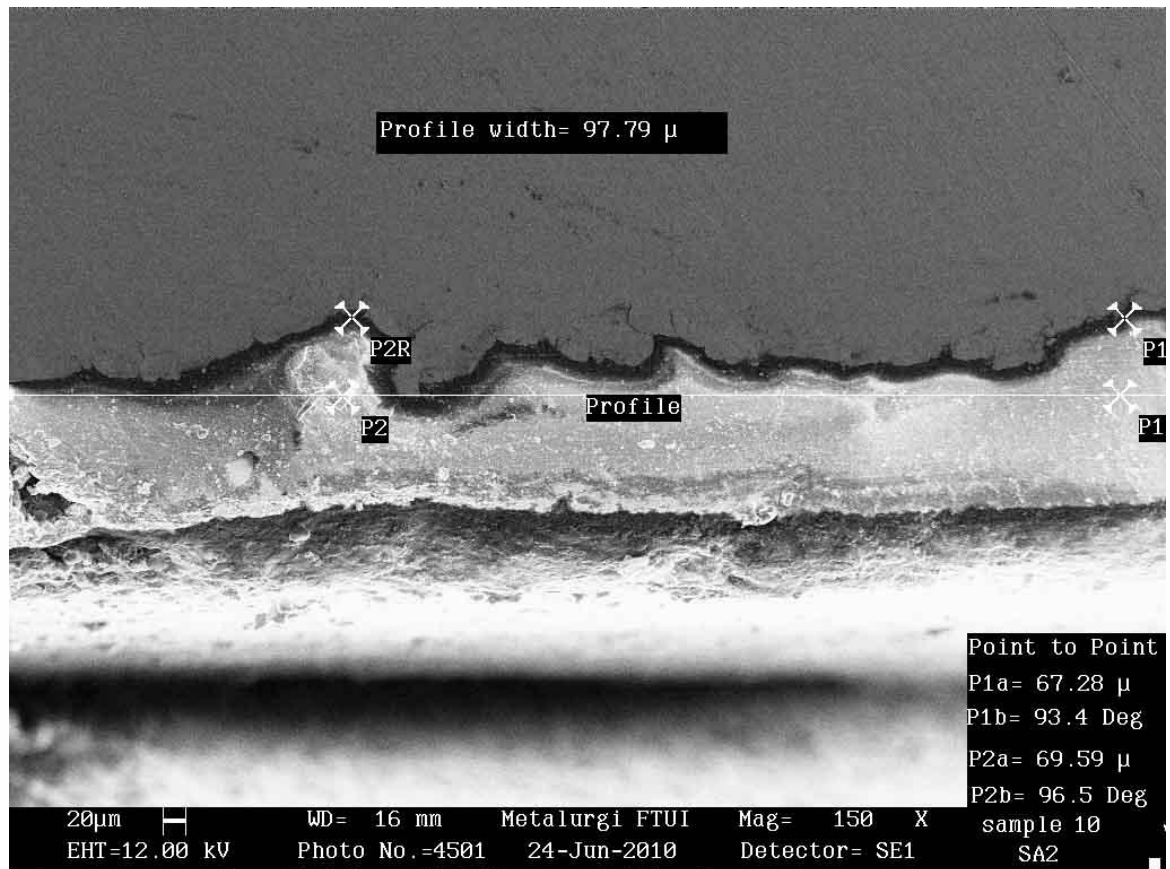
Sampel	Pengujian 1(μm)				Pengujian 2(μm)				Pengujian 3(μm)				Pengujian 4(μm)				Pengujian 5(μm)				Avg(μm)
	1	2	3	X1	1	2	3	X2	1	2	3	X3	1	2	3	X4	1	2	3	X5	X'
1	197	208	202	201	209	203	202	205	197	199	202	199	201	200	200	200	208	207	201	204	202
2	201	200	200	200	204	204	205	204	201	201	204	202	208	208	204	205	206	209	200	205	203
3	202	200	208	202	200	200	200	200	203	203	205	204	207	206	206	206	201	207	203	204	203
4	210	204	205	206	204	205	205	205	206	206	205	206	201	201	204	202	203	207	206	205	205
5	201	211	199	204	206	201	203	203	201	202	201	201	201	207	208	205	201	204	201	202	203
6	189	210	205	201	199	197	199	198	203	204	205	203	203	209	199	204	204	201	202	202	202
7	199	201	206	202	201	201	201	201	201	199	201	200	202	207	206	205	206	207	205	206	203
8	200	200	201	200	202	204	205	204	204	204	204	204	201	207	201	203	204	208	200	204	203
9	204	205	206	205	201	201	201	201	200	200	201	200	204	204	208	204	208	205	205	206	203
10	208	195	197	200	200	200	200	200	201	204	209	205	207	201	204	204	199	201	203	201	202
11	188	198	212	199	205	203	204	204	208	207	202	206	201	207	201	208	201	189	203	198	202
12	200	201	202	201	206	207	207	207	208	208	206	207	207	208	207	207	207	199	204	203	205
13	206	201	208	208	201	202	201	201	201	200	200	200	208	207	201	204	202	200	203	202	202
14	199	197	199	198	203	204	203	203	208	203	204	205	206	209	200	205	210	204	205	206	204
15	201	201	201	201	201	199	201	200	207	206	206	206	201	207	208	204	201	211	199	204	203
16	202	204	205	204	204	204	204	204	201	201	204	202	208	207	206	205	189	210	205	201	203
17	201	201	201	201	200	200	201	200	203	204	208	203	203	209	199	204	199	201	206	202	202
18	207	206	206	206	201	207	203	204	201	199	201	200	202	207	206	205	200	200	201	200	203

4.5 Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM)

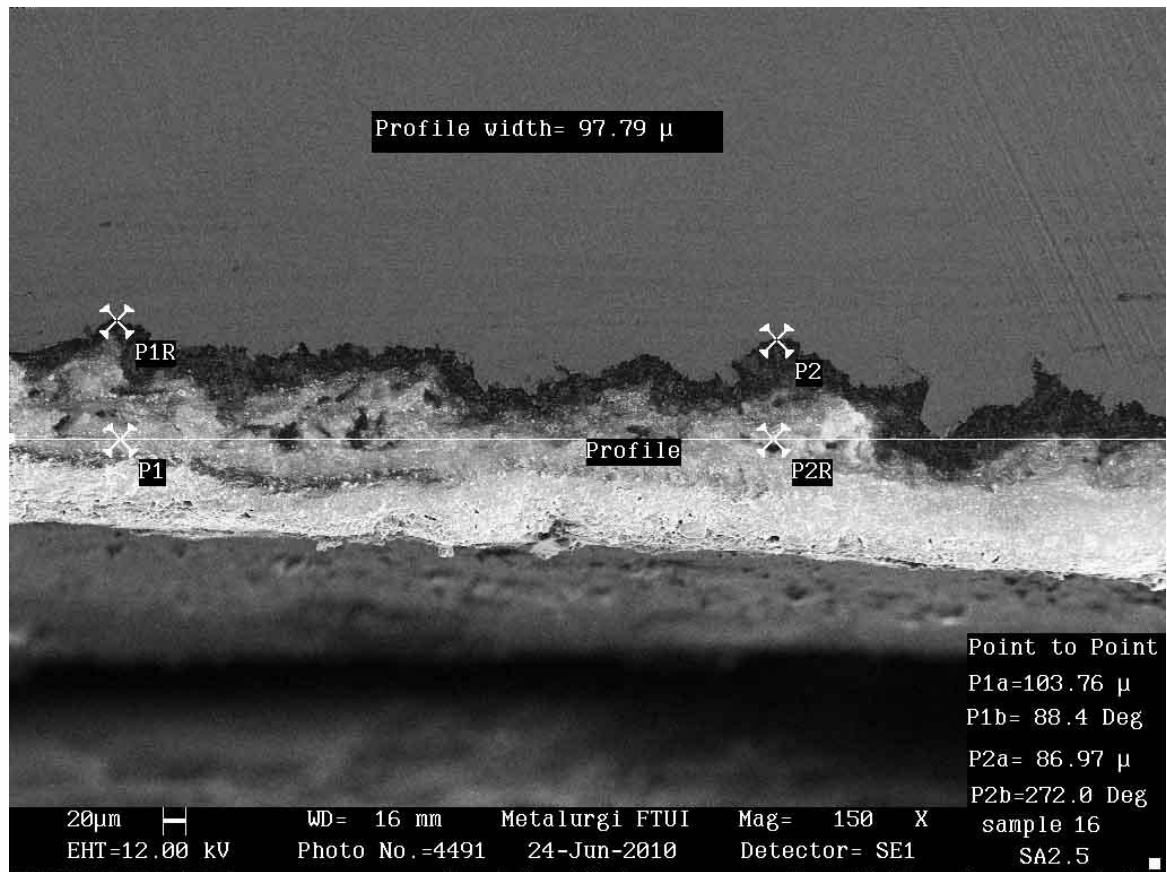
Pengujian dilakukan untuk melihat profil ikatan antara cat dan substrat. Sebelum pengujian SEM dilakukan, sampel dipotong dengan menggunakan *Diamond Saw* agar profil permukaan tidak rusak akibat pemotongan. Pengambilan gambar area penampang dari sampel uji dilakukan pada 15 buah sampel pada tiap tingkatan pembersihan SP 7, SP6 dan SP10, yaitu 1-5, 7-11,14-18. Hasil Pengujian SEM dilakukan dengan pembesaran 150X seperti pada gambar 4.6-4.8.



Gambar 4.6. Hasil uji SEM Sampel 2 ,pembesaran 150X pada profil permukaan SP7



Gambar 4.7. Hasil uji SEM Sampel 10, pembesaran 150X pada profil permukaan SP6



Gambar 4.8. Hasil uji SEM Sampel 16, pembesaran 150X pada profil permukaan SP10

4.6 Pengujian Adhesi-Pull Off Test

Pengujian adhesi dengan metode Pull-Off dilakukan sebelum dan sesudah pengujian *Cathodic disbondment*. Tabel 4.4 dan 4.5 menunjukkan hasil pengujiannya

Tabel 4.4. Hasil Pengujian adhesi sebelum pengujian *cathodic disbondment*.

Sampel No.	Blasting	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata (Psi)	Rata-rata (MPa)	Rata-Rata Total (Mpa)
1	SP 7	447	456	453	452	3.12	3.14
2	SP 7	449	460	461	457	3.15	

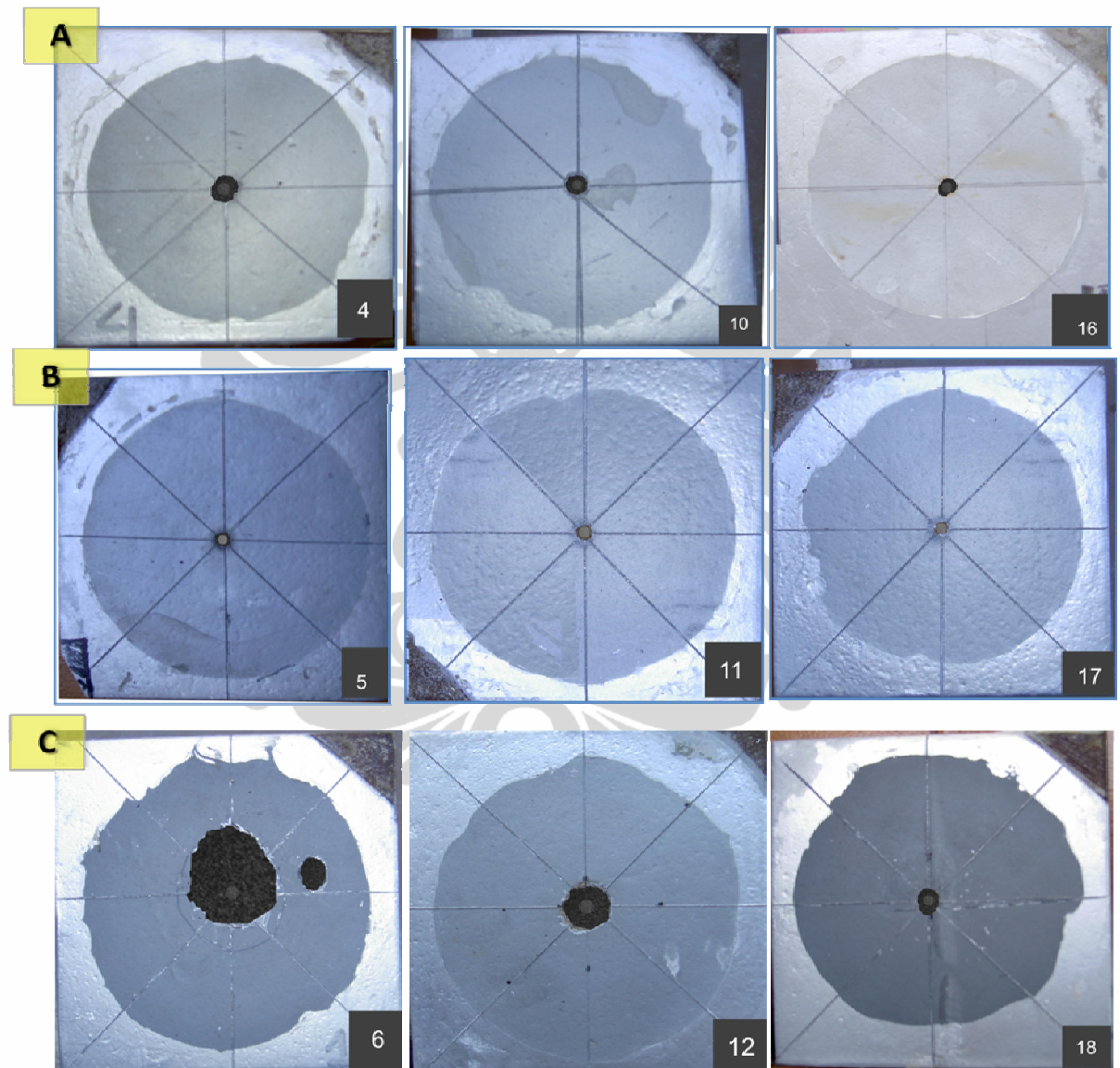
3	SP 7	457	461	451	456	3.15	
7	SP 6	603	607	606	605	4.17	4.17
8	SP 6	601	602	603	602	4.15	
9	SP 6	603	606	608	606	4.18	
13	SP 10	753	754	757	755	5.20	5.20
14	SP 10	756	750	756	754	5.20	
15	SP 10	757	751	754	754	5.20	

Tabel 4.5. Hasil Pengujian adhesi setelah pengujian *cathodic disbondment*.

Sampel No.	CP (Volt)	Blasting	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata (Psi)	Rata-rata (MPa)
4	-0.5	SP 7	445	455	444	448	3.09
10	-0.5	SP 6	598	598	597	598	4.12
16	-0.5	SP 10	754	745	754	751	5.18
5	-0.85	SP 7	439	437	432	436	3.01
11	-0.85	SP 6	587	578	582	582	4.02
17	-0.85	SP 10	729	726	723	726	5.01
6	-2	SP 7	324	324	325	324	2.24
12	-2	SP 6	410	410	411	410	2.83
18	-2	SP 10	455	455	453	454	3.13

4.7 Pengujian *Cathodic Disbondment*

Pengujian *cathodic disbondment* dilakukan untuk melihat *radius disbondment* yang terjadi pada lapisan cat terhadap variasi paparan tegangan uji -0.5V , -0.85 V dan -2 V . Tabel 4.6, 4.7 dan 4.8 menunjukkan hasil pengujian *cathodic disbondment*.



Gambar 4.9. Perbandingan Sampel setelah pengujian *Cathodic disbondment* selama 28 hari, dengan variasi paparan tegangan uji. A. Sampel no.4,10,16 (-0.5 Volt). B. Sampel no.5,11,17 (-0.85 Volt). C Sampel no. 6,12,18 (-2 Volt)

Tabel 4.6. Hasil pengujian *cathodic disbondment* pada tegangan -0.5 V

Sampel No.	Blasting	pH setelah pengujian	Diameter <i>Disbondment</i>
4	SP 7	7.5	12
10	SP 6	7.5	8
16	SP 10	7.5	5

Tabel 4.7. Hasil pengujian *cathodic disbondment* pada tegangan -0.85 V

Sampel No.	Blasting	pH setelah pengujian	Diameter <i>Disbondment</i>
5	SP 7	8.5	4.5
11	SP 6	8.5	3.9
17	SP 10	8.5	3.5

Tabel 4.8. Hasil pengujian *cathodic disbondment* pada tegangan -2 V

Sampel No.	Blasting	pH setelah pengujian	Diameter <i>Disbondment</i>
6	SP 7	11	32
12	SP 6	11	21
18	SP 10	11	13

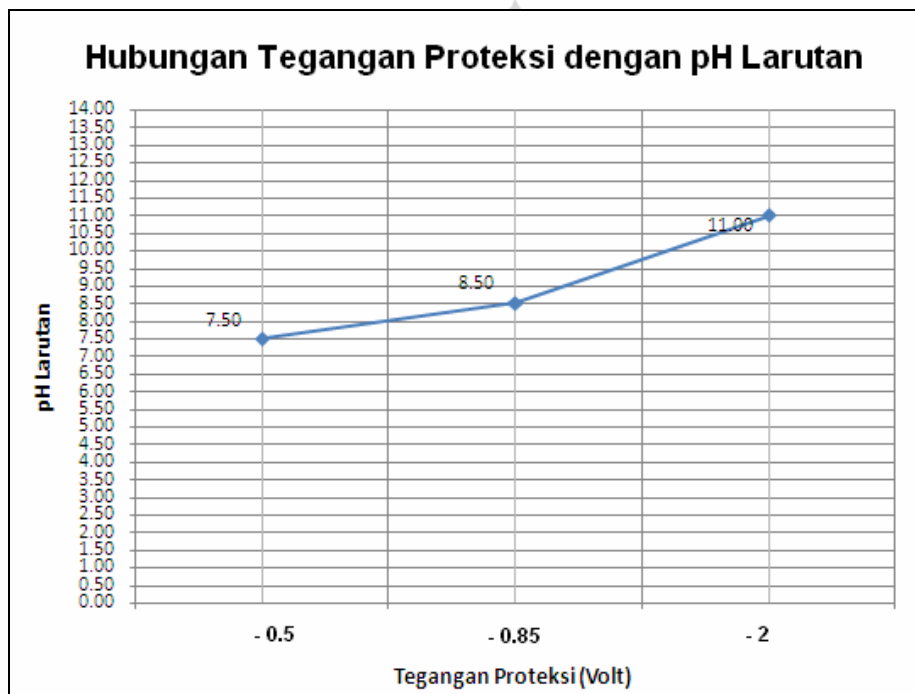
4.8 Efek Tegangan Proteksi

Tes *cathodic disbondment* (CD) juga dikenal oleh praktisi korosi sebagai *Salt Crock test*. Tes ini merupakan metode cepat untuk menentukan karakteristik lapis lindung yang dirancang untuk berfungsi sebagai kombinasi proteksi katodik. Tes ini mengukur *radius disbondment* lapisan cat yang disebabkan oleh tegangan listrik selama perlindungan katodik. Hasil tes ini hanya menggambarkan sebuah indikasi komparatif, namun tidak memberikan penilaian yang akurat tentang kinerja lapis lindung di lapangan.

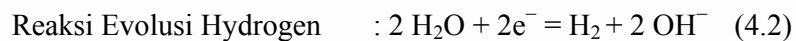
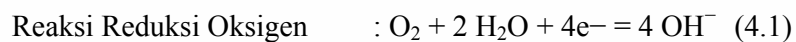
Seperti disajikan dalam gambar 4.10, hasil pengujian CD pada tegangan -0.5, -0.85 dan -2 Volt menunjukkan adanya perubahan pH larutan, dengan trend yang

sama, yaitu meningkat dari pH awal (pH 7). Kenaikan pH tertinggi ada pada variasi tegangan -2 Volt, dimana pH mencapai 11, dan terendah pada tegangan -0.5 Volt.

Mekanisme terjadinya kenaikan pH larutan, disebabkan reaksi katodik dibawah lapisan cat yang membentuk larutan dengan pH tinggi di interfasa yang menjadi penyebab disbonding. Reaksi reduksi oksigen dan evolusi hydrogen adalah reaksi yang dominan terjadi dalam meningkatkan pH larutan.



Gambar 4.10. Hubungan Tegangan Proteksi vs pH larutan

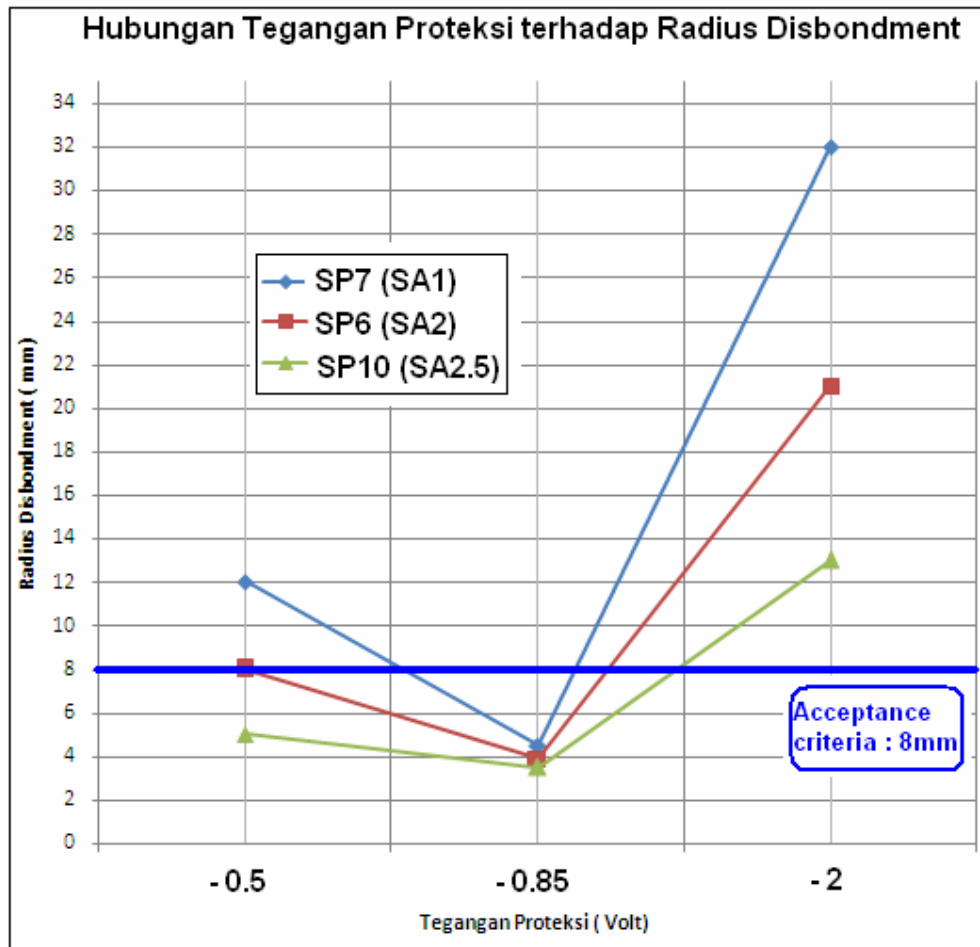


Menurut *Leidheiser*, kedua reaksi memiliki kecepatan yang sama pada *bare steel* dalam air laut pada saat dipolarisasi -1000 mV SCE. Pada potensial tinggi, yang mendominasi adalah reaksi evolusi Hidrogen, sedangkan reaksi reduksi oksigen mendominasi pada potensi yang lebih rendah⁽²³⁾. *Leidheiser* mengasumsikan bahwa resistansi antara anoda dan katoda dibawah lapis lindung terlalu tinggi untuk reaksi evolusi hydrogen. *Kamalanand, et al.* juga telah menunjukkan bahwa sampel harus terpolarisasi dengan potensial di bawah -1200 mV SCE untuk mendapatkan evolusi

hidrogen signifikan di bawah lapis lindung⁽²⁴⁾. Jadi reaksi reduksi oksigen akan mendominasi reaksi katodik dibawah lapis lindung pada keadaan dimana tidak ada tegangan proteksi katodik dan pada keadaan terproteksi, dalam konteks penelitian ini pada potensial -0.5 V dan -0.85 V.

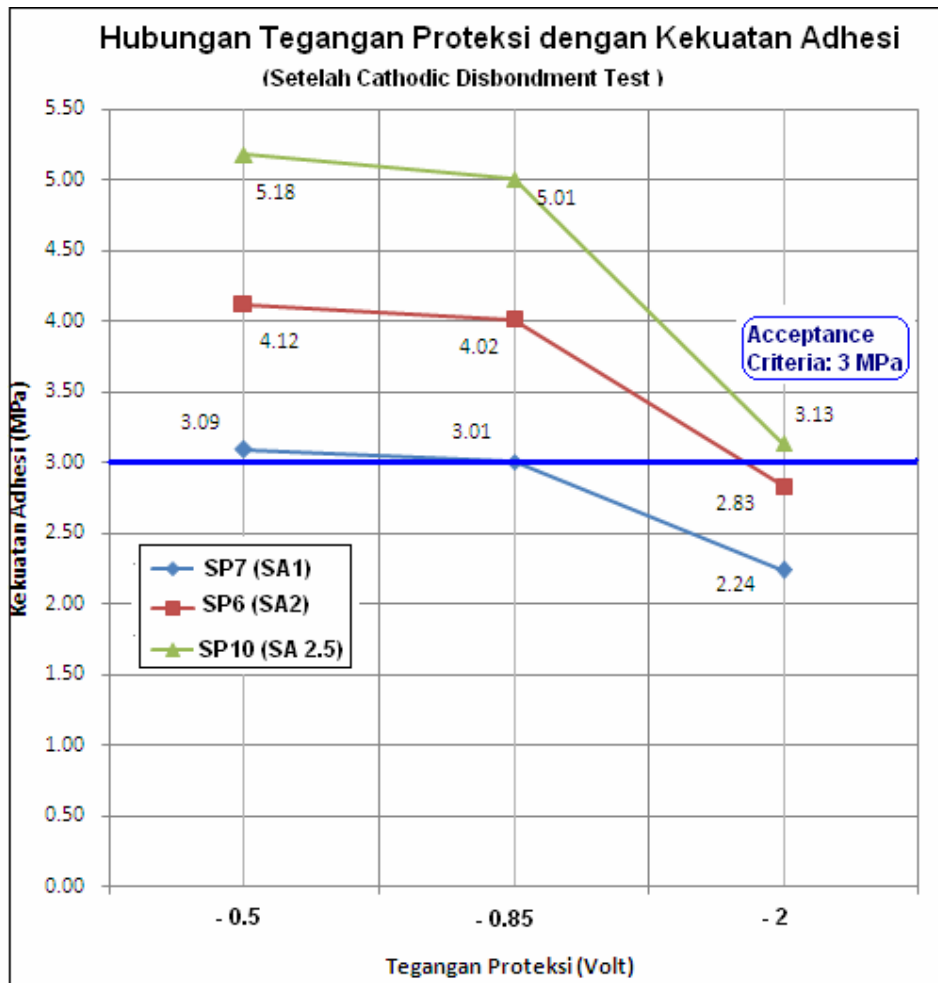
Reaksi reduksi oksigen memerlukan pasokan oksigen dan air, dan juga kation untuk menyeimbangkan muatan negative hidroksida di sisi produk reaksi⁽²⁵⁾. Lapisan cat biasanya cukup permeabel untuk oksigen dan air. Oleh karena itu untuk sampel yang terpolarisasi katodik, para peneliti umumnya mengasumsikan bahwa transport oksigen, air dan kation melalui lapisan cat⁽²⁶⁾.

Dengan meningkatnya tegangan proteksi, maka reaksi evolusi hidrogen akan meningkat dan akan mempengaruhi radius *disbondment* pada lapisan cat. Hubungan tegangan proteksi dengan radius *disbondment* disajikan pada gambar 4.11. Trend hubungan yang terjadi tidak linear karena tegangan arus proteksi -0.85 V adalah tegangan proteksi katodik yang sesuai dengan kriteria normal perlindungan katodik. Oleh karena itu radius *disbondment* tertinggi ada pada tegangan -2 V dan terendah ada pada -0.85 V.



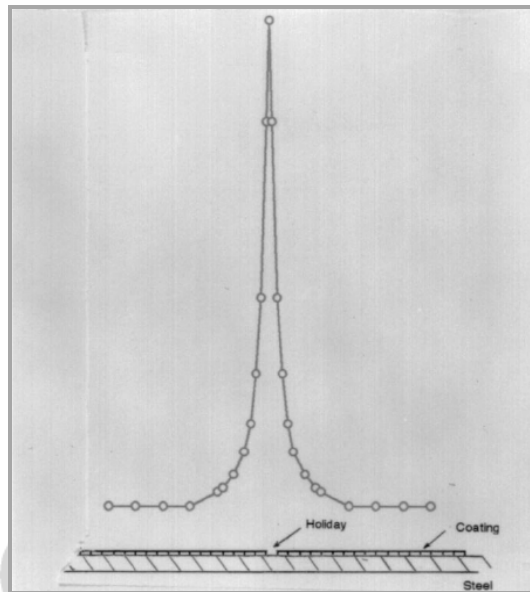
Gambar 4.11. Hubungan Tegangan Proteksi vs Radius *Disbondment*

Acceptance criteria untuk radius *disbondment* adalah variatif tergantung ketebalan lapisan cat yang diuji. Jika standar *EN 10289 Annex E* dijadikan acuan, maka kriteria radius *disbondment* yang masih bisa diterima adalah 8 mm. Penilaian performa baik jika radius *disbondment* ada di bawah 8 mm seperti pada tegangan proteksi -0.85 V, dan performa buruk jika nilainya ada diatas 8 mm seperti pada tegangan -2 Volt.



Gambar 4.12. Hubungan Tegangan Proteksi vs Sifat Adhesi

Pengaruh tegangan proteksi terhadap sifat adhesi setelah pengujian *cathodic disbondment* disajikan pada gambar 4.12. Didapatkan hubungan bahwa semakin tinggi variasi tegangan proteksi maka kekuatan adhesi cat terhadap substrat logam semakin menurun. Penurunan adhesi yang cukup signifikan terjadi pada tegangan proteksi -2 Volt. Sedangkan pada tegangan proteksi -0.85 dan -0.5 Volt, ada penurunan sifat adhesi, tapi masih di atas *acceptance criteria* 3 MPa.



Gambar 4.13. Distribusi arus pada area *Holiday*⁽⁴⁾

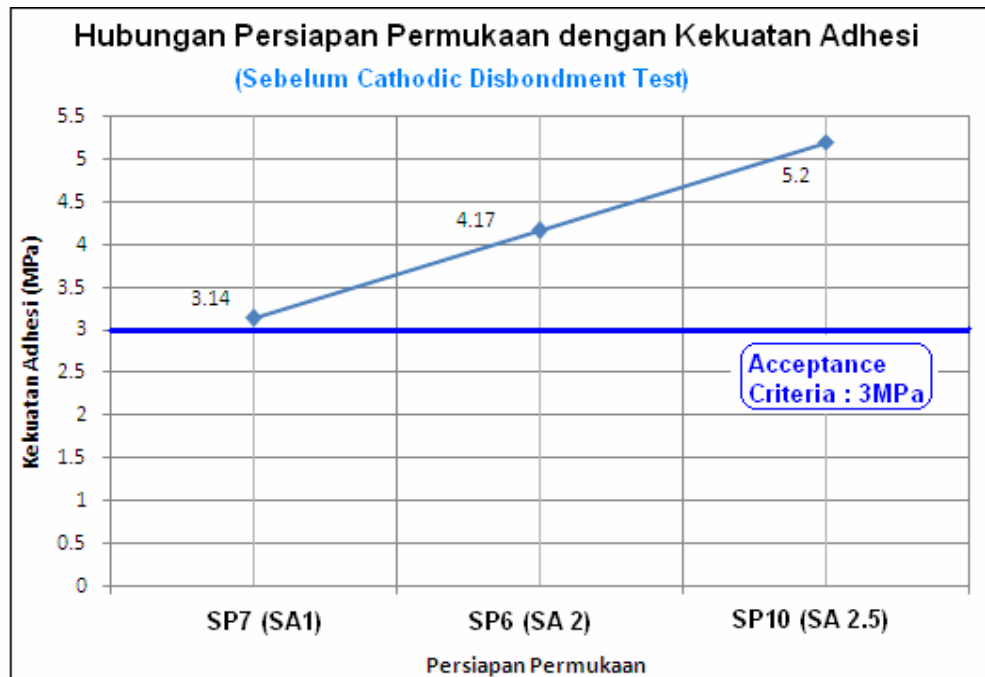
Dennis Neal dan *G.R Ruschau et.al* mengindikasikan bahwa penurunan sifat adhesi cat didominasi melalui beberapa mekanisme elektrokimia seperti: Formasi Gas dan Electroosmotic/Osmotic Blistering⁽²²⁾. Diantara kedua mekanisme tersebut, faktor yang berpengaruh lebih banyak adalah Electroosmosis⁽⁴⁾. Electroosmosis berkaitan secara proporsional dengan dengan tegangan proteksi.

Dalam pengujian CD dengan *artificial holiday*, arus listrik akan mengalir tidak merata, karena arus akan lebih banyak terkonsentrasi ke daerah *holiday*. Ketika hal ini terjadi, gradient rapat arus tertinggi ada pada daerah holiday dan menurun di sekitar lapisan cat pada substrat, seperti pada gambar 4.13. Pada daerah holiday, efek osmotic blistering dan pH akan lebih tinggi daripada di daerah lapisan cat, oleh karena itu terjadi blistering pada daerah holiday.

4.9 Efek Persiapan Permukaan

Persiapan permukaan memiliki peranan besar dalam menentukan masa umur pakai cat dalam melindungi substrat logam di lingkungan korosif. Hubungan antara persiapan permukaan dan sifat adhesi cat sebelum pengujian CD seperti pada gambar 4.34.

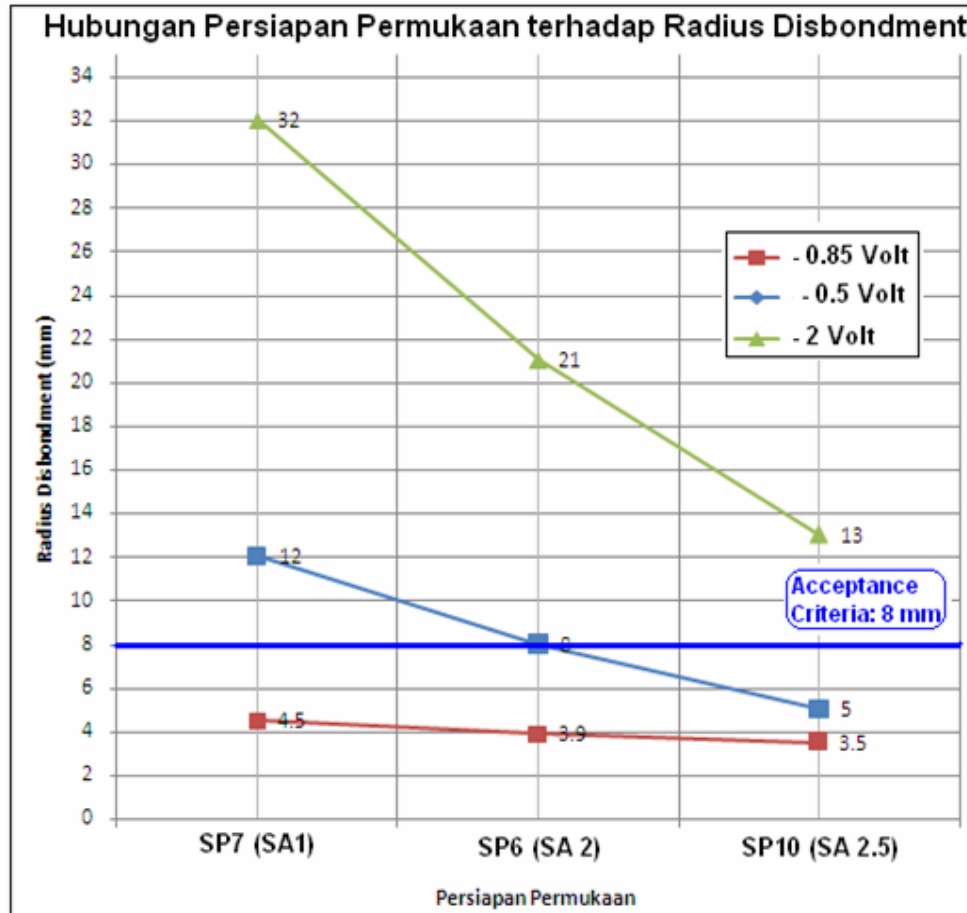
Tingkat adhesi meningkat secara linear seiring dengan meningkatnya kekasaran profil permukaan. Ini diyakini karena meningkatnya daerah kontak antara lapisan dan substrat ketika kekasaran profil meningkat⁽¹⁶⁾.



Gambar 4.14. Hubungan Persiapan Permukaan vs Sifat Adhesi (sebelum CD Test)

Secara umum, persiapan permukaan mempengaruhi radius *disbondment* dengan trend yang sama pada semua variasi tegangan proteksi, yaitu semakin tinggi tingkat kebersihan dan profil permukaan maka radius *disbondment* semakin kecil. Jin *et.al* telah mempelajari tingkat radius disbonding sebagai fungsi dari tingkat persiapan permukaan dan profil permukaan⁽²⁷⁾. Persiapan permukaan SP 10 memiliki tingkat radius *disbondment* terkecil pada semua variasi tegangan proteksi karena memiliki tingkat kebersihan hingga “*Near White Metal*” seperti pada gambar 4.15, sedangkan persiapan permukaan SP 7 (*brush off cleaning*) memiliki tingkat radius *disbondment* terbesar, karena perlakuan persiapan permukaan masih meninggalkan sisa oksida besi seperti pada gambar 4.5. Jadi permukaan sampel SP10 lebih bersih dari pada sampel SP7, karena kehadiran kontaminan pada permukaan sampel menyebabkan besarnya radius *disbondment* yang terjadi dan begitupun

sebaliknya. Persiapan permukaan SP6(SA2) pada variasi tegangan proteksi 0.85 Volt masih masuk *acceptance criteria* karena radius *disbondment* ≤ 8 mm.



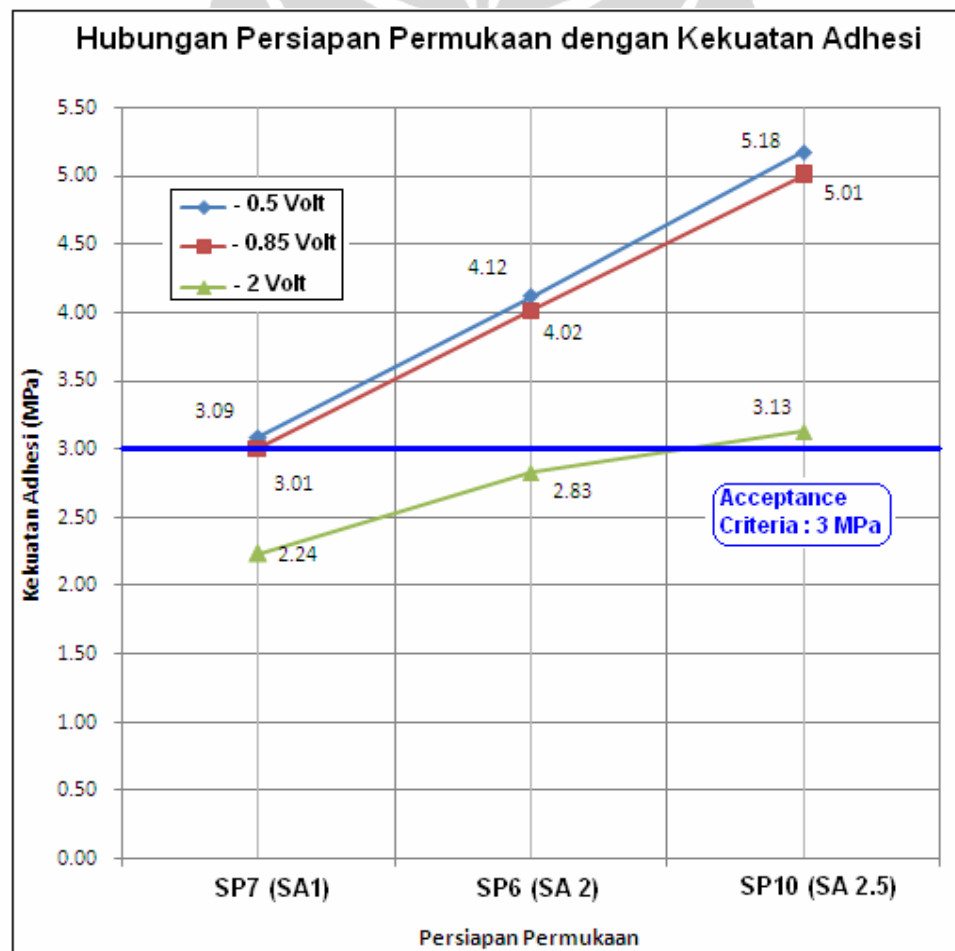
Gambar 4.15. Persiapan Permukaan vs Radius *Disbondment*

Pada tabel 4.1 terlihat bahwa pada sistem persiapan permukaan dengan SP 7 menghasilkan rentang profil permukaan pada 24-26 μm , SP 6 menghasilkan rentang profil permukaan 63-67 μm dan SP10 menghasilkan rentang profil permukaan 105-108 μm . Kekuatan adhesi tertinggi ada pada persiapan permukaan SP 10, sedangkan terendah oleh SP7. Secara keseluruhan, kualitas adhesi cat yang diaplikasikan pada semua sampel uji masuk dalam *acceptance criteria*, karena berada pada nilai di atas 3 MPa.

Setelah dilakukan pengujian CD, dilakukan pengujian adhesi pada semua sampel dan seperti terlihat pada gambar 4.16, terjadi penurunan kekuatan adhesi

setelah pengujian. Hal ini juga banyak dipengaruhi oleh mekanisme elektrokimia seperti: Formasi Gas dan *Electroosmotic/Osmotic Blistering* ^{(4) (22)}.

Toleransi *acceptance criteria* kekuatan adhesi minimum 3 MPa masih berlaku, dan jika dilihat dari gambar 4.16, maka persiapan permukaan SP 10 (SA 2.5) memiliki performa yang baik karena masih di atas *acceptance criteria*. Adapun persiapan SP6(SA2) ada di atas *acceptance criteria* hingga variasi tegangan 0.85 volt, ada di bawah *acceptance criteria* pada tegangan -2 volt. SP 6(SA 2) adalah minimum tingkat persiapan permukaan yang memiliki kekuatan adhesi di atas *acceptance criteria* dan tahan terhadap *disbonding* pada tegangan proteksi 0.85 Volt



Gambar 4.16. Persiapan Permukaan vs Kekuatan Adhesi

Perbedaan perlakuan permukaan yang dihasilkan dari preparasi sampel awal pada akhirnya akan menghasilkan perbedaan profil permukaan, dan dalam

hubungannya dengan kekuatan adhesi antar muka, juga akan mempengaruhi ketahanan sistem lapisan cat – substrat logam terhadap proses perambatan atau propagasi pelemahan yang terjadi di bidang antar muka.

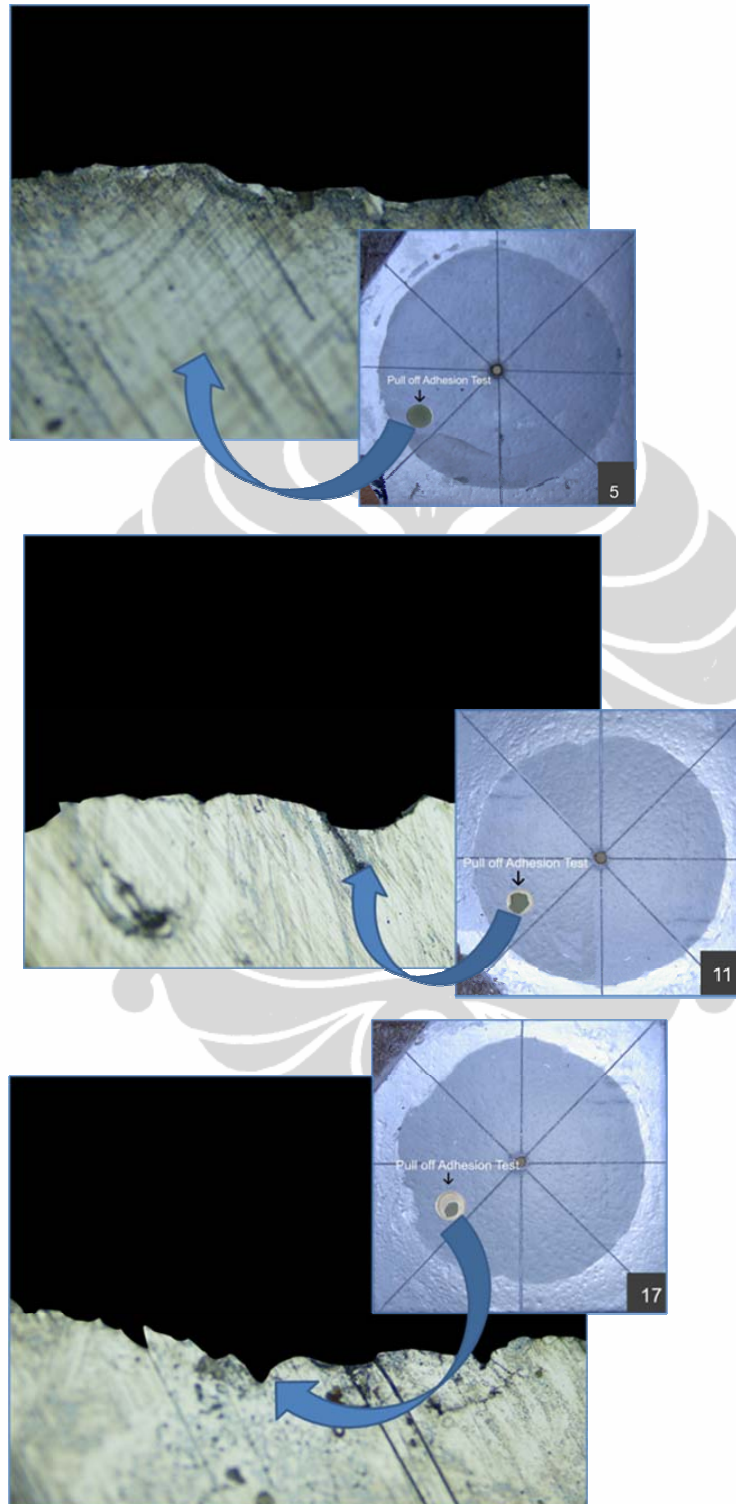
4.10 Profil Antar Muka Lapisan Cat dan Substrat Logam

Profil permukaan cat sebelum pengujian *cathodic disbondment* dapat dilihat dari hasil uji SEM pada Gambar 4.6 - 4.8. Sementara untuk profil penampang setelah *cathodic disbondment* ditunjukkan pada Gambar 4.17 berikut.

Berdasarkan foto penampang samping seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.17, maka dapat diindikasikan tidak terjadi proses difusi antara lapisan cat dengan substrat logam. Mekanisme ikatan lapisan cat yang terjadi pada permukaan substrat logam adalah melalui ikatan mekanis (*mechanical interlocking*).

Berdasarkan Tabel 4.2 Spesifikasi Profil Permukaan, proses persiapan permukaan SP10, memiliki profil tinggi bukit (*peak height*) dan lembah pada rentang 85-115 μm , pada proses persiapan permukaan SP6, tinggi bukit dan lembah dalam rentang 50-70 μm , sedangkan untuk persiapan permukaan SP7, tinggi bukit dan lembah dalam rentang 23-28 μm . Profil *peak height* pada permukaan substrat logam mempengaruhi ikatan mekanis lapisan cat pada logam.

Ikatan mekanis yang tertinggi akan dimiliki oleh persiapan permukaan SP 10, karena memiliki distribusi *peak height* yang tinggi dan merata, sedangkan ikatan mekanis yang terendah ada pada persiapan permukaan SP 7, karena memiliki distribusi *peak height* yang rendah.



Gambar 4.17. Percitraan foto mikro sampel paparan 0.85 V, area uji *Pull-Off Adhesion Test* dengan perbesaran 200x