

**STUDY PERSIAPAN PERMUKAAN LOGAM
MENGUNAKAN HCI DAN TANPA HCI
PADA PELAPISAN BAJA KARBON RENDAH
MENGUNAKAN KACA BEKAS
DENGAN VARIASI AMPLAS 400,600,1000 (Mesh)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

TEGUH WARDOYO
NIM : D200130190

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDY PERSIAPAN PERMUKAAN LOGAM MENGGUNAKAN HCl
DAN TANPA HCl PADA PELAPISAN BAJA KARBON RENDAH
MENGGUNAKAN KACA BEKAS DENGAN VARIASI AMPLAS
400,600,1000 (Mesh).**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

TEGUH WARDOYO

NIM : D200130190

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing,



Patna Partono, S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDY PERSIAPAN PERMUKAAN LOGAM
MENGUNAKAN HCI DAN TANPA HCI
PADA PELAPISAN BAJA KARBON RENDAH
MENGUNAKAN KACA BEKAS
DENGAN VARIASI AMPLAS 400,600,1000 (Mesh)**

**OLEH
TEGUH WARDOYO
NIM : D200130190**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 29 Oktober 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

Ketua : Patna Partono, S.T.,M.T.

Anggota 1 : Ir. Tri Tjahjono.,M.T.

Anggota 2 : Ir. Masyrukan, M.T.

(.....)
(.....)
(.....)



Dekan,

Ir. Sri Sunarjono, M.T.,Ph.D.

Dr. Ir. Dhani Mutiari, MT

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 5 November 2018

Penulis,



TEGUH WARDOYO

D 200130190

STUDY PERSIAPAN PERMUKAAN LOGAM
MENGUNAKAN HCl DAN TANPA HCl
PADA PELAPISAN BAJA KARBON RENDAH
MENGUNAKAN KACA BEKAS
DENGAN VARIASI AMPLAS 400,600,1000 (Mesh)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia penyusun kaca dan kemudian membandingkannya dengan standar komposisi kimia untuk kaca enamel. Dalam penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh HCl dan tanpa HCl pada baja karbon rendah, dengan melihat pada mikro dan adhesi antara enamel dan permukaan baja karbon rendah. Penelitian ini menggunakan pengujian SEM (Scanning Elektron Microscope) untuk mengetahui komposisi kimia pada kaca. Sedangkan untuk mengetahui pengaruh HCl dan tanpa HCl pada permukaan baja karbon rendah dilakukan pengujian kekasaran permukaan serta pengujian foto mikro. Untuk mengetahui hasil perekatan glass coating pengujian yang dilakukan yaitu pengujian bonding yang sesuai dengan Standar Eropa EN10209. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwasanya kaca yang dapat digunakan dalam glass coating hanyalah kaca yang memiliki komposisi kimia mendekati standar komposisi kimia kaca enamel yaitu yang kandungan persentase silika yang rendah dan persentase alumina dan floor yang lumayan tinggi. Pada pengujian foto mikro dan bonding dari pengaruh HCl dan tanpa HCl terhadap permukaan baja karbon rendah diperoleh hasil perekatan (*strength of bonding*) yang paling baik pada lamanya pencelupan logam pada logam yang dicelupkan pada cairan HCl.

Kata kunci : *glass coating*, baja karbon rendah, HCl, *strength of bonding*.

Abstract

This study aims to determine the chemical composition of the glass compiler and then compare it with the standard chemical composition for enamling glass. In this study also aims to determine the effect of HCl & non HCl on low carbon steel. by looking at the microstructure and adhesion between enamels and low carbon steel surfaces. This study uses SEM (Scanning Electron Microscope) test to determine the chemical composition of the glass. Whereas to determine the effect of HCl and without HCl on low carbon steel surfaces, surface roughness testing and micro photo testing were carried out. To find out the results of glass coating adhesion the testing carried out is bonding testing in accordance with European Standard EN10209. From the test results it can be concluded that the glass that can be used in glass coating is only glass which has a chemical composition close to the standard enamel glass chemical composition which contains a low percentage of silica and a fairly high percentage of alumina and

floor. In microstructure and bonding testing of the effect of HCl and without HCl on low carbon steel surfaces, the strength of bonding results were best obtained for the duration of metal dipping on metals dipped in HCl liquid.

Keywords : glass coating, low carbon, HCl, strength of bonding

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar kebutuhan manusia memerlukan yang namanya logam dalam menjalani kehidupan sehari-hari. Logam memiliki peranan penting dalam kehidupan karena banyaknya alat-alat yang digunakan untuk mempermudah kehidupan manusia terbuat dari unsur logam, sehingga logam-logam pada alat atau mesin memerlukan pelapisan logam yang bertujuan untuk melindungi komponen logam tersebut dan meningkatkan sifat fisik logam tersebut agar dapat memperpanjang umur pemakaian logam itu sendiri.

Industri pelapisan dimasa sekarang ini telah menjadi salah satu bidang pekerjaan yang mengalami perkembangan dan kemajuan yang sangat pesat mulai dari jenis-jenis pelapisan yang digunakan, bahan pelapis yang digunakan hingga hasil lapisan yang juga bermacam-macam. Ketersediaan material logam yang mempunyai kekuatan sangat dibutuhkan untuk menjadi bahan dasar dari suatu komponen pelapisan, padahal kebutuhan industri pelapisan menuntut ketersediaan material yang tidak hanya memiliki kekuatan tetapi juga tahan terhadap korosi, tahan aus, konduktifitas listrik yang baik, keindahan penampilan suatu permukaan serta yang tidak kalah penting yaitu mempunyai nilai ekonomis yang tinggi.

Peran akademis dan praktisi dibidang teknik mesin dituntut usaha dan perannya dalam upaya memecahkan dan mencari solusi dari berbagai permasalahan yang timbul tersebut. Bidang pelapisan logam awalnya dimulai dengan adanya penelitian yang menggunakan material yang berkualitas sedang yang mendapatkan perlakuan khusus pada permukaannya (*surface treatment*) sehingga permukaan bahan tersebut memiliki sifat-sifat fisis dan

mekanis yang lebih baik dari bahan dasarnya, bahkan dapat lebih baik dari bahan yang berkualitas tinggi. Sifat-sifat permukaan suatu bahan dapat diperoleh dengan berbagai cara, yaitu dengan cara transformasi struktural, termokimia dengan difusi, konversi dan pelapisan (*coating*).

Sifat-sifat permukaan yang baik dapat diperoleh dengan cara pelapisan, karena cara ini memiliki beberapa kelebihan yaitu mudah dilakukan, diperoleh hasil yang baik dan murah dalam ongkos produksinya. *Coating Glass* adalah suatu metode pelapisan logam dimana menggunakan serbuk kaca (*powder glass*) yang dibakar suhu tinggi (850°C) hingga meleleh dan dapat melapisi logam dengan baik sehingga didapat hasil permukaan yang berkilat, tahan gores, tahan luntur dan tahan api. (E. Scrinzi, S. Rossi, 2010)

Dalam teknologi pengerjaan logam, proses pelapisan kaca (*Glass*) termasuk ke dalam proses pengerjaan akhir (*metal finishing*). Fungsi utama dari pelapisan logam adalah memperbaiki penampilan (*dekoratif*) pelapisan. Selain itu juga melindungi logam dasar dari korosi baik itu melindungi dengan logam yang lebih mulia seperti pelapisan platina, emas dan baja atau melindungi dengan logam dasar yang kurang mulia seperti pelapisan seng pada baja dan terakhir adalah meningkatkan ketahanan produk terhadap gesekan (*abrasi*). (Andrew Irving Andrews, 1961)

Coating Glass atau sering disebut *enameling* berkembang sangat pesat dengan menjelma menjadi industri kecil dan menengah di berbagai Negara-negara maju maupun berkembang, perlahan proses pelapisan kaca ini menjadi kebutuhan di bidang perindustrian dan menjadi pilihan utama dari berbagai metode pelapisan yang lain dikarenakan prosesnya mudah serta biaya yang relatif terjangkau. Bahan baku dalam metode pelapisan ini juga mudah didapatkan bahkan bisa menggunakan kaca-kaca bekas sehingga ramah terhadap lingkungan. Oleh karena itu, pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelapisan kaca (*Glass*) terhadap permukaan logam dan juga pemanfaatan kaca bekas sehingga dapat berperan dalam mengurangi limbah kaca yang ada di sekitar kita.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Mengetahui komposisi kimia kaca yang berwarna hijau dan kaca berwarna biru serta membandingkannya dengan standar komposisi kimia enameling.
2. Mengetahui pengaruh HCl dan tanpa HCl terhadap kekasaran permukaan (Ra) baja karbon rendah.
3. Mengetahui terbentuknya anchor (jangkar-jangkar) pada substrate baja karbon rendah setelah dicelupkan pada cairan HCl dan tanpa menggunakan cairan HCl dengan variasi amplas 400, 600, 1000.
4. Mengetahui pengaruh baja karbon rendah yang di proses permukaanya menggunakan cairan HCl dan tanpa HCl dengan variasi jenis amplas 400, 600, 1000 terhadap kekuatan bonding *glass coating* (enameling).

1.3 Batasan Masalah

Agar ini penelitian ini sesuai dengan yang diinginkan dan tidak meluas pada pembahasan yang lain, maka penelitian ini memiliki batasan masalah yaitu :

1. Kaca yang digunakan adalah kaca botol bekas yang berwarna biru dan hijau.
2. Perlakuan substrate baja karbon rendah (*surface treatment*) menggunakan HCl dan tanpa HCl dengan proses pengamplasan dengan nilai kekasaran 400, 600, 1000.
3. Pelapisan dilakukan dengan waktu dan suhu yang sama pada setiap spesimen.
4. Waktu pengampelasan dianggap sama
5. Waktu pencelupan logam didalam larutan HCl selama 10 jam.

1.4 Tinjauan Pustaka

Di antara berbagai sistem pelapis untuk aplikasi industri dan teknik, pelapis kaca dan kaca keramik memiliki keunggulan dari tahan terhadap kimia, stabilitas suhu tinggi dan sifat mekanik yang superior seperti abrasi, dampak dll dibandingkan dengan bahan pelapis lainnya yang digunakan oleh penyemprotan panas dalam bentuknya yang berbeda. . PVD, CVD, plasma,

dan lain-lain. Selain memberikan sifat fungsional yang dibutuhkan seperti panas, abrasi dan ketahanan korosi agar sesuai dengan kebutuhan penggunaan akhir tertentu, kaca dan lapisan keramik kaca pada umumnya juga memberikan ketaatan yang baik, merusak permukaan bebas dan refraktori. (Amitafa Mujaḡdar And Sunirmal Jana, 2001).

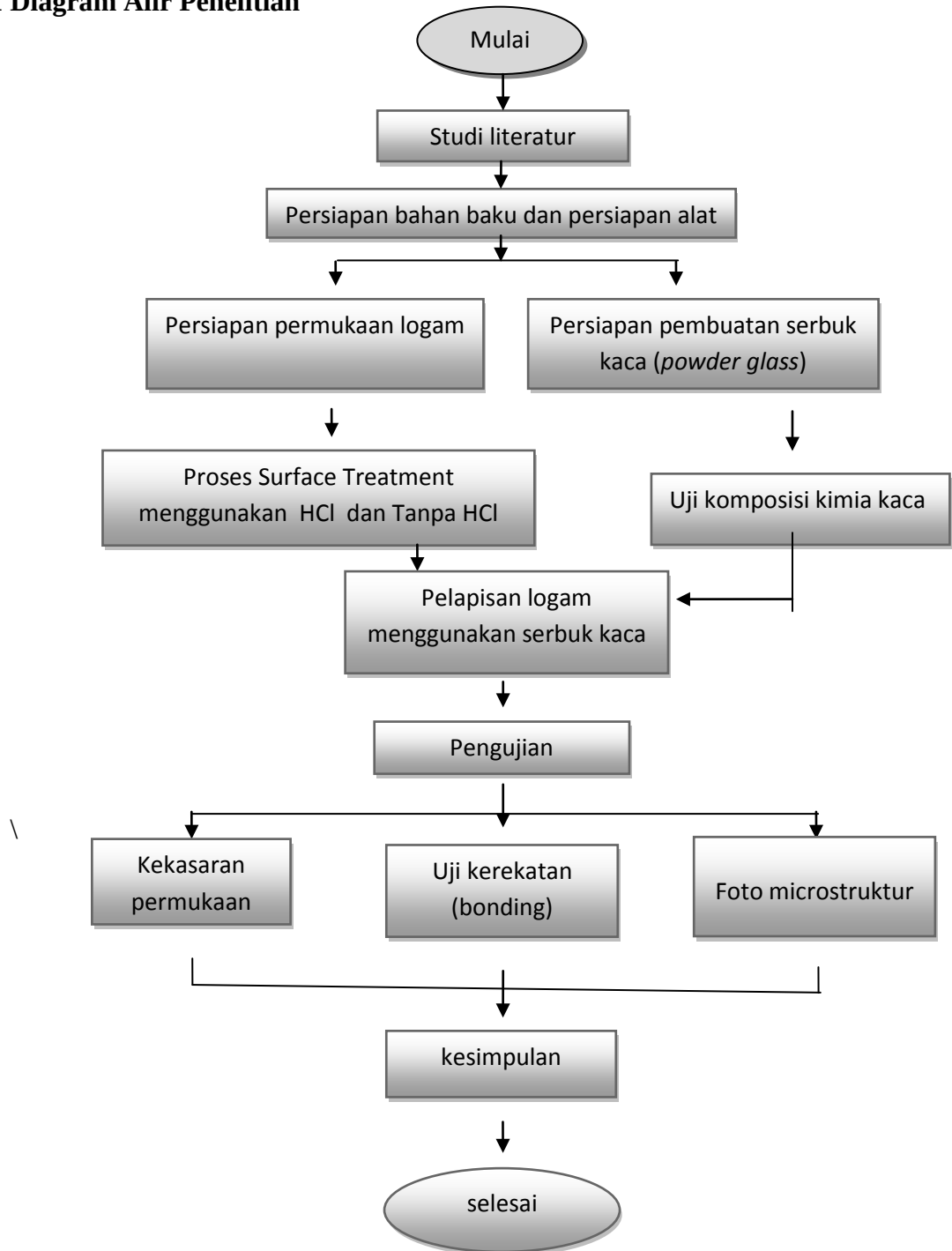
Baja enamel porselen dengan berbagai *treatmen* diproduksi dengan praktik standar untuk evaluasi kerekatan menggunakan pengukuran konduktivitas dan metode perengkahan periodik. Dari hasil pengujian, ditemukan bahwa kerekatan enamel porselin terhadap baja yang diolah dengan kobalt lebih tinggi dari pada perlakuan dengan nikel dan tanpa logam transisi. Perbedaan kerekatan dapat dijelaskan dari pemeriksaan mikrostruktur antarmuka enamel dengan baja dengan memindai mikroskop elektron. Kerekatan yang baik dikaitkan dengan yang memiliki kepadatan titik jangkar yang tinggi pada antarmuka enamel dengan baja. Ini menunjukkan bahwa kerekatan enamel porselen terhadap baja dikendalikan oleh mekanisme *interlocking* mekanis. (F.S. Shieu, L.K.C. Lin, J.C. Wong, 1999).

Dalam material penyusun enamel, selain zirkonium silikat ada juga bahan penyusun seperti komposit material dan zirkonium silikat amorf yang membuat lapisan enamel memiliki sifat tahan terhadap perubahan suhu dan meningkatkan ketahanan asam yang sangat baik. (Shenhai Wang, Junhao Zang, 2015).

Kobalt memainkan peran besar dalam kekuatan adhesi untuk kedua substrate dan pelapisan. Dimasukkannya kobalt sangat terbukti meningkatkan indeks kerekatan untuk spesimen dengan heat treatment untuk beberapa menit. Di sisi lain, tanpa kerekatan kobalt dari enamel pada substrat baja waktu penembakan harus ditingkatkan. Selain itu, kehadiran kobalt sebagai unsur dalam komposisi enamel efektif dalam mengurangi waktu pemanasan berbeda dengan enamel kobalt-bebas. (Masoud Bodaghi, Amin Davarpanah. 2011).

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.2 Bahan dan Alat Penelitian

2.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Plat baja karbon rendah dengan ketebalan 1 mm
2. Botol bekas
3. Cairan HCl.

2.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Touch
2. Saringan
3. Alat penguji kekasaran
4. Alat uji bonding
5. Alat uji foto micro

1.2 Langkah Penelitian

1.2.1 Persiapan Material

Material yang dipersiapkan adalah pelat baja karbon rendah dan botol bekas. Plat baja karbon rendah tersebut dipotong dengan ukuran 2 cm x 4 cm dan merendam plat baja karbon rendah tersebut ke dalam cairan HCl. Pada botol bekas dilakukan proses penumbukan sehingga kaca botol menjadi serbuk (*powder glass*)

1.2.2 Proses Pelapisan

Proses pelapisan ini dilakukan secara manual dengan ketebalan berkisar antara 0,2-0,5 mm. Proses pelapisan serbuk kaca pada permukaan logam dilakukan dengan cara terlebih dahulu mencampur serbuk kaca dengan air sehingga menjadi seperti lumpur. Selanjutnya logam dicelupkan kedalam lumpur serbuk kaca dan meletakkan plat logam di atas permukaan yang rata agar diperoleh permukaan lapisan serbuk kaca yang rata.

1.2.3 Proses Pengeringan

proses pengeringan ini dilakukan agar kandungan air dalam lapisan serbuk kaca benar-benar hilang. Proses pengeringan ini dilakukan dengan cara menjemur plat yang telah dilapisi dengan lumpur kaca di bawah sinar matahari langsung.

1.2.4 Proses Pembakaran

setelah plat baja yang dilapisi dengan lumpur serbuk kaca mengering, selanjutnya dilakukan proses membakar dengan menggunakan gas touch sebagai sumber panasnya. Pembakaran dilakukan dalam waktu 10 menit pada setiap spesimen dengan suhu $\pm 800^{\circ}\text{C}$. Proses pembakaran dilakukan dengan cara menyemburkan semburan api yang keluar dari ujung touch dengan arah yang berlawanan dari permukaan plat yang dilapisi. Besar semburan api selama pemanasan konstan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji Komposisi Kimia

Dari hasil pengujian komposisi kimia yang dilakukan di laboratorium terpadu Universitas Diponegoro diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 1. hasil pengujian komposisi kimi serbuk kaca berwarna hijau

Kandungan	Komposisi Serbuk Kaca (% Berat)		
	Hijau	Biru	Enameling
Karbon, C	7,84	-	-
Floor, F	-	5,00	3,57
Natrium Oksida, Na_2O	11,28	13,15	13,37
Alumina, Al_2O_3	2,48	11,64	9,79

Silika Dioksida, SiO_2	66,42	49,89	61,36
Sulfur trioksida, SO_3	-	0,31	-
Kalium Oksida, K_2O	0,75	1,97	4,74
Kalsium Oksida, CaO	9,54	6,28	5,34
Kromium Oksida, Cr_2O_3	0,11	3,24	-
Mangan Oksida, MnO	-	1,02	1,83
Besi Oksida, FeO	0,39	4,10	-
Tembaga Oksida, CuO	-	2,08	-
Barium Oxide, BaO	-	1,33	-

Dari tiap kandungan komposisi kimia pada kaca tersebut memiliki fungsi antra lain :

a. Karbon, C

Karbon pada kandungan komposisi kimia diatas berfungsi untuk membuat kaca menjadi sulfit.

b. Floor, F

Floor berfungsi untuk menurunkan suhu fusi pada kaca.

c. Natrium Oksida, Na_2O

Kandungan natrium oksida pada kaca berfungsi untuk membuat kaca menjadi tahan kimia dan menurunkan koefisien ekspansi .

d. Alumina, Al_2O_3

Alumina berfungsi untuk meningkatkan viskositas dan juga ketahanan kimia serta membuat kaca memiliki sifat elastis.

- e. Silika Dioksida, SiO_2
silika dioksida adalah bahan utama dalam pembuatan kaca.
- f. Sulfur trioksida, SO_3
Sulfur trioksida berfungsi sebagai pewarna pada kaca.
- g. Kalium Oksida, K_2O
Kalium Oksida, K_2O berfungsi untuk mengoksidasi besi dari pasir silika sehingga tidak terlalu tampak pada kaca.
- h. Kromium Oksida, Cr_2O_3
senyawa kromium oksida berfungsi untuk membuat kaca menjadi mengkilat dan meningkatkan indeks bias.
- i. Mangan Oksida, MnO
Mangan oksida berfungsi untuk menghilangkan warna pada kaca.
- j. Besi Oksida, FeO
Besi oksida berfungsi sebagai pewarna yang membuat kaca menjadi berwarna hijau.
- k. Tembaga Oksida, CuO
Tembaga oksida berfungsi sebagai pewarna pada kaca yang menjadikan kaca menjadi berwarna gelap.
- l. Barium Oksida, BaO
Barium oksida berfungsi untuk meningkatkan massa kaca.

setelah mengetahui komposisi kimia penyusun dari setiap kaca dan mengetahui fungsi dari tiap-tiap kandungan tersebut, kaca yang paling baik digunakan sebagai *coating glass* adalah kaca yang berwarna biru dikarenakan kandungan kaca yang berwarna biru memiliki kandungan silika dioksida yang lebih sedikit dan memiliki kandungan alumina yang lebih besar sehingga mudah untuk dileburkan atau dilelehkan. Hal itu dikarenakan jika kaca memiliki

kandungan silika yang lebih kecil dan memiliki kandungan alumina yang lebih besar sehingga titik lebur pada kaca menjadi kecil.

3.2 Uji Kekasaran Permukaan

Pengujian kekasaran permukaan ini dilakukan pada hasil pelapisan serbuk kaca diatas permukaan plat baja karbon rendah. Hasil pengujian kekasaran permukaan pada setiap spesimen yaitu ditampilkan pada tabel 2

Tabel 2. Nilai kekasaran permukaan baja karbon menggunakan HCl dan tanpa HCl dengan jenis amplas 400, 600, 1000.

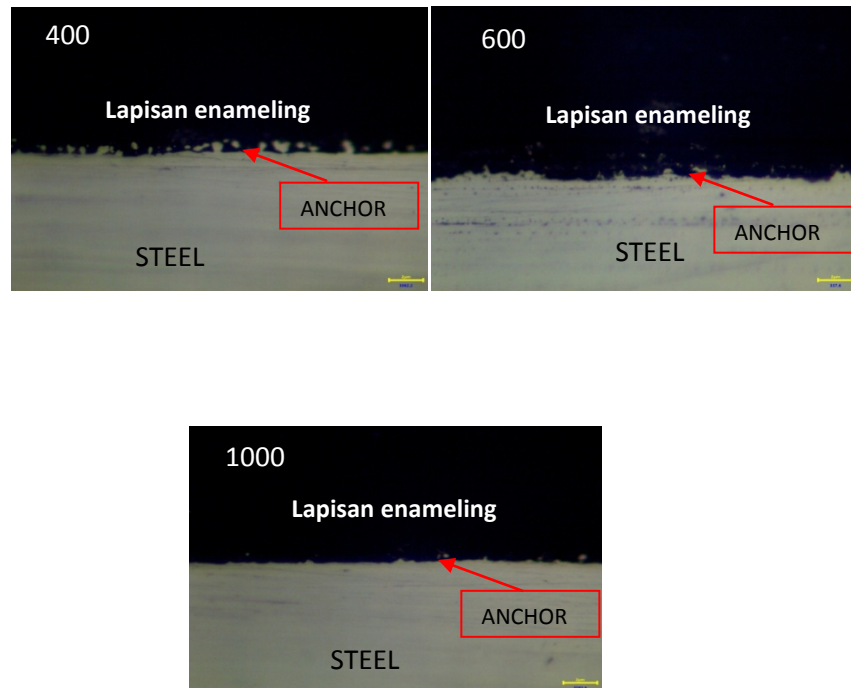
Benda Uji	Variasi Amplas	Ra (μm)
Menggunakan HCL	400	0,782
	200	0,740
	1000	0,584
Tanpa HCL	400	0,889
	600	0,858
	1000	0,614

Dari tabel 2. menunjukan bahwa pada benda uji yang dicelupkan menggunakan HCl lebih memiliki nilai Ra yang lebih rendah dibandingkan dengan benda uji tanpa perlakuan HCl. Hal ini disebabkan oleh pengaruh korosifitas dari kandungan HCl pada permukaan logam dan dari pengaruh nilai kekasaran amplas yang digunakan.

3.3 Uji Foto Mikro

Uji foto mikro ini bertujuan untuk melihat antar muka plat baja karbon rendah yang dilapisi dengan serbuk kaca. Selain itu, juga untuk mengetahui sumur atau jangkar- jangkar yang terbentuk akibat proses krorosi yang di akibatkan oleh pengaruh HCL dan tanpa HCL.

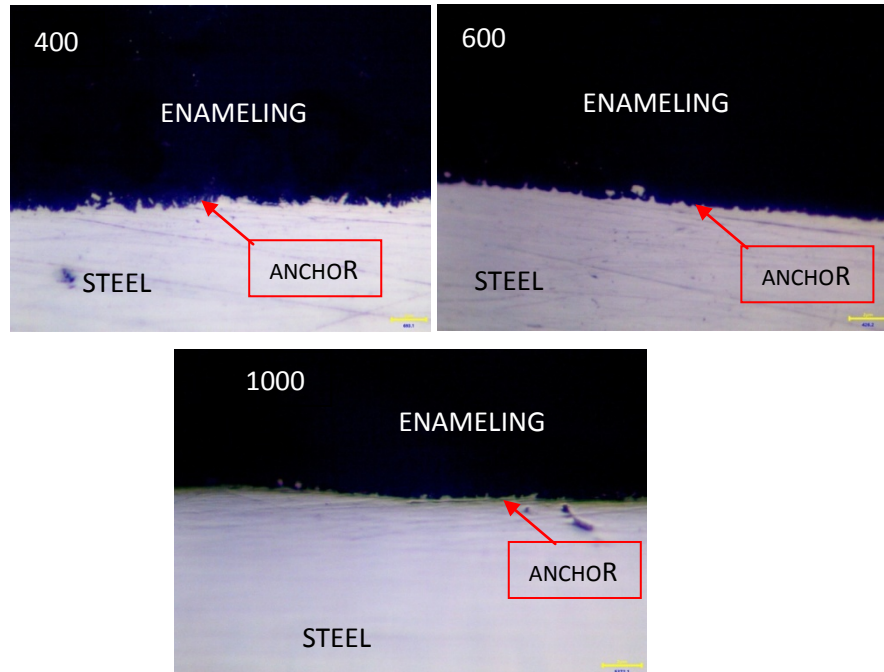
Hasil foto pengujian mikro pada baja karbon rendah dengan pencelupan HCL dengan variasi amplas 400, 600, 1000 :



Gambar 2. hasil foto mikro dari plat yang telah dilapisi dengan perendaman cairan HCl dengan variasi amplas 400, 600,1000.

Dari hasil pengujian foto mikro lapisan baja karbon rendah menggunakan kaca bekas dengan waktu perendaman 10 jam pada cairan HCL menunjukkan *anchor* yang berbeda terbentuknya lebih banyak dan lebih terjal. Pada perlakuan permukaan logam dengan pencelupan dalam cairan HCl hasil yang lebih baik ditunjukkan pada variasi jenis amplas 400. Hal ini karena pencelupan logam kedalam cairan HCl selama 10 jam dengan jenis amplas menghasilkan *anchor* yang lebih dalam dibandingkan dengan yang lainnya sehingga dapat menghasilkan kaitan perekatan yang lebih baik pada *glass coating*.

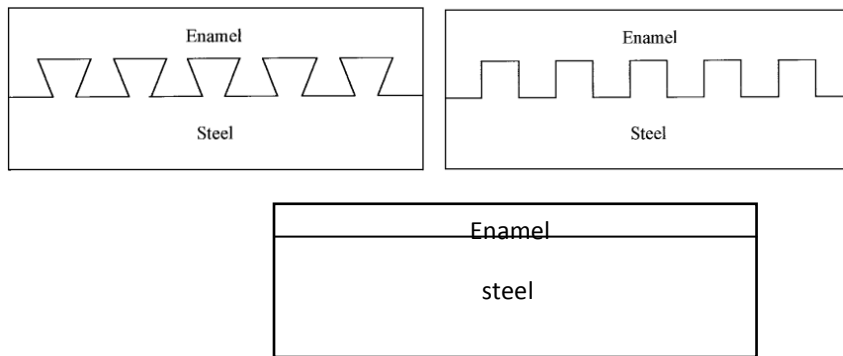
Hasil foto pengujian mikro pada baja karbon rendah tanpa menggunakan HCl dengan variasi amplas 400,600,1000 :



Gambar 3. Hasil foto mikro dari plat yang telah dilapisi tanpa perendaman HCl dengan variasi amplas 400,600,100.

Dari hasil pengujian foto mikro lapisan baja karbon rendah menggunakan kaca bekas dengan waktu perendaman 10 jam pada cairan HCl menunjukkan *anchor* yang berbeda. Pada perendaman 10 jam pada HCl *anchor* yang dihasilkan lebih banyak dan lebih mengikat.

Pada perlakuan permukaan logam dengan tanpa pencelupan dalam cairan HCl hasil yang kurang baik ditunjukkan pada gambar 4.3. Hal ini karena logam yang tidak dicelupkan kedalam cairan HCl selama 10 jam menghasilkan *anchor* yang dangkal dibandingkan dengan yang lainnya sehingga tidak dapat menghasilkan kaitan perekatan yang kurang baik pada *glass coating*.

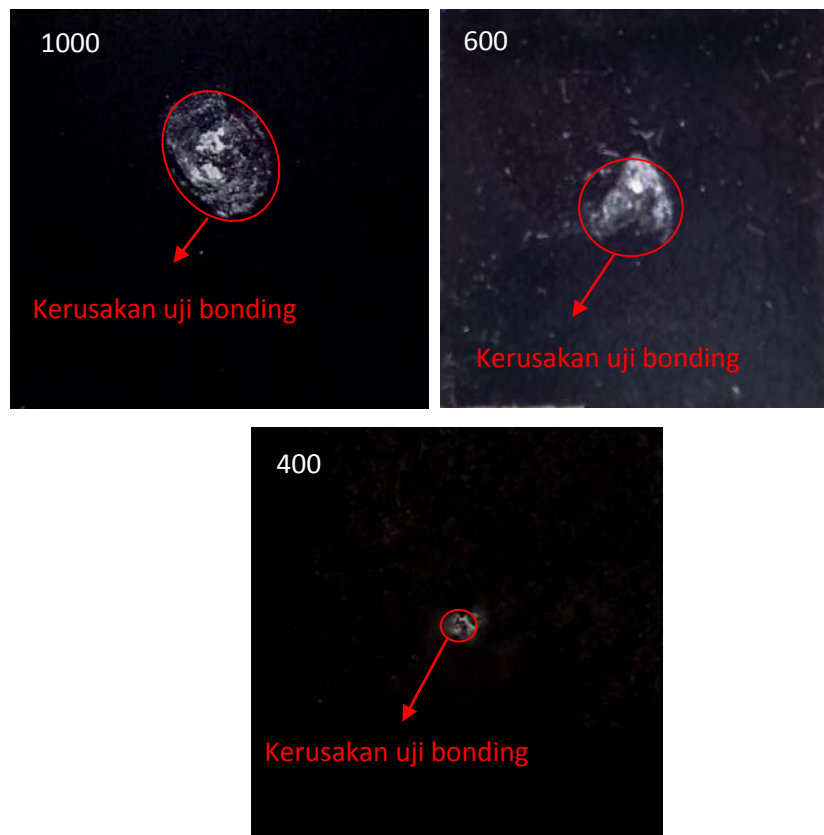


Gambar 4. adhesi mekanik yang disebabkan oleh kekasaran permukaan baja yang mengalami *treatment*.

Tujuan dilakukannya *surface treatment* pada permukaan baja karbon rendah yaitu untuk membentuk jangkar (*ancore*) yang berfungsi sebagai koneksi atau perlekatan (*attachement*) seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. diatas. Ikatan antara enamel dan baja karbon rendah terjadi karena enamel mengalir masuk ke dalam celah-celah jangkar (*ancore*) pada saat proses pemanasan. Karena adanya *mechanical interlocking* yang terjadi pada saat enamel mengeras, maka akan terbentuk ikatan (*bond*) yang kuat.

3.4 Uji Bonding

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana daya rekat antara permukaan plat baja karbon rendah dengan pelapisan serbuk kaca. Pengujian ini dilakukan dengan cara menjatuhkan bola baja dari ketinggian tertentu sesuai dengan standar Eropa EN10209. Dari hasil kerusakan yang ditimbulkan dari jatuhnya bola baja, kekuatan kerekatan dinilai sesuai dengan enamel yang tertinggal pada permukaan benda uji. Kekuatan lekat enamel dapat dinilai menjadi 1st, 2nd, 3rd, 4th dan 5th kelas, di mana 1st kelas adalah yang terbaik.



Gambar 5. permukaan yang rusak setelah uji *bonding* pada plat dengan perendaman menggunakan cairan HCl.

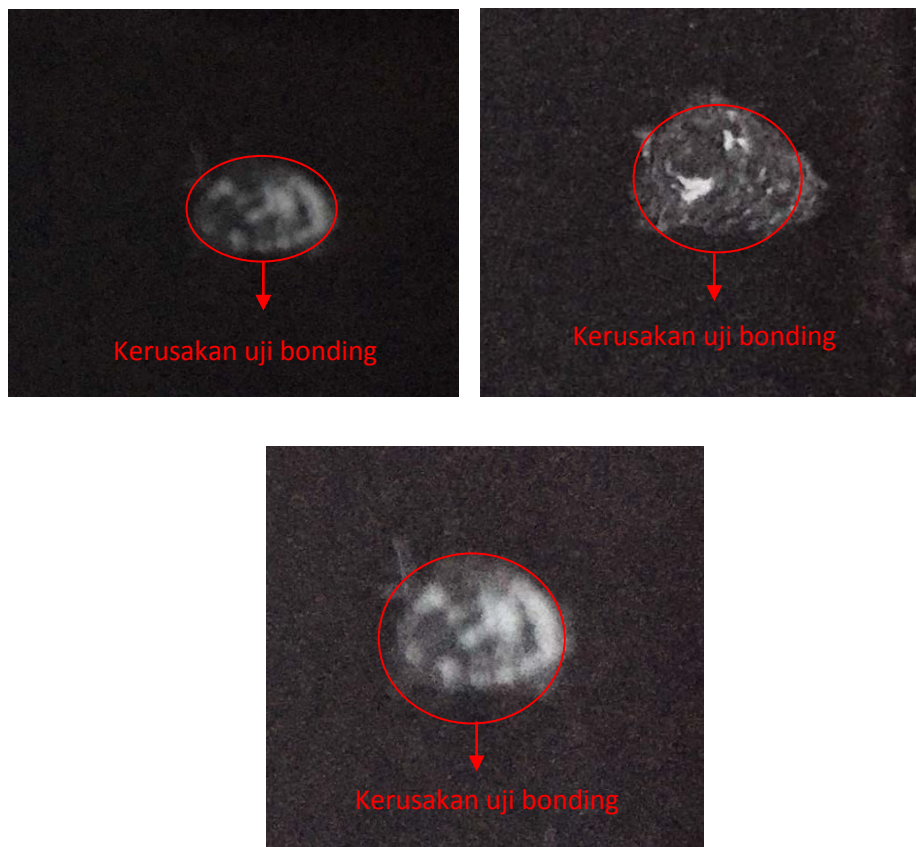
Kerusakan luas permukaan enameling setelah dilakukan uji *bonding* pada logam tanpa HCl ditunjukkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 3. Luas kerusakan permukaan lapisan *enameling* setelah di uji *bonding* dengan pencelupan HCl

Jenis Amplas	Luas kerusakan permukaan (mm^2)
400	4,982
600	17,349

1000	22,062
------	--------

Dari tabel 3. menunjukkan bahwa pencelupan plat logam pada cairan HCl dan jenis kekasaran amplas berpengaruh terhadap hasil kelekatan lapisan serbuk kaca pada permukaan logam. Hal ini dapat dilihat dari kerusakan yang ditimbulkan dari hasil tumbukan bola baja yang dijatuhkan pada permukaan pelapisan. Semakin baik perlakuan terhadap substrate logam baja karbon rendah, semakin kuat pula daya rekat lapisan enameling terhadap permukaan logam. Hasil yang paling baik ditunjukkan pada amplas 400 Ra.



Gambar 6. permukaan yang rusak setelah uji *bonding* pada plat tanpa menggunakan cairan HCl.

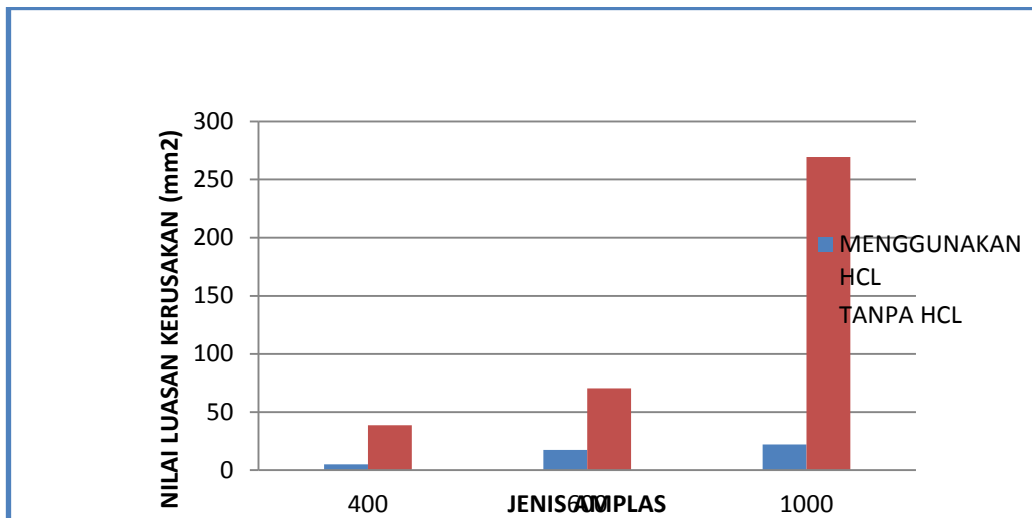
Kerusakan luas permukaan enameling setelah dilakukan uji *bonding* tanpa menggunakan HCl ditunjukkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. Luas kerusakan permukaan lapisan *enameling* setelah di uji *bonding* tanpa pencelupan HCl.

Jenis Amplas	Luas kerusakan permukaan (mm ²)
400	38,762
600	70,238
1000	269,257

Dari gambar 4. menunjukan bahwa pada plat logam tanpa pencelupan cairan HCl berpengaruh terhadap hasil kelekatan lapisan serbuk kaca pada permukaan logam. Hal ini dapat dilihat dari kerusakan yang ditimbulkan dari hasil tumbukan bola baja yang dijatuhkan pada permukaan pelapisan. pada logam tanpa pencelupan HCl, daya rekat lapisan enameling terhadap permukaan logam semakin rendah perekatnya. Hasil yang paling baik ditunjukkan oleh benda uji tanpa pencelupan HCl dengan jenis amplas 1000 Ra

Pada diagram 1. menunjukan pengaruh HCl dan jenis amplas terhadap kekuatan *bonding* pada pelapisan baja karbon rendah menggunakan kaca bekas.



Gambar 7. Histogram hubungan antara logam dengan pencelupan HCl dan tanpa pencelupan HCl terhadap luas kerusakan permukaan *enameling* dengan variasi amplas 400,600,1000.

Dari hasil pengujian pada diagram 1 menunjukkan bahwa kerusakan permukaan yang paling kecil ditunjukkan pada pencelupan baja karbon rendah pada cairan HCl dengan jenis amplas 400 Ra yang memiliki nilai luasan keruakan 4,982 mm². Sedangkan kerusakan yang paling buruk ditunjukkan oleh baja karbon rendah tanpa pencelupan dengan variasi amplas 1000 Ra dengan luas permukaan yang rusak sebesar 269,257 mm².

4. PENUTUP

Dari hasil pegujian dan analisa tentang pelapisan logam baja karbon rendah menggunakan serbuk kaca, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kandungan komposisi pada kaca berpengaruh terhadap titik lebur, warna kaca, tahan terhadap kimia, viskositas serta kesetabilan kaca. Kandungan pada kaca juga mempengaruhi kegunaanya didalam melakukan *glass coating*, dikarenakan komposisi kimia pada setiap jenis kaca berbeda. Kaca yang dapat digunakan sebagai *glass coating* hanyalah kaca yang kandungan kiminya mendekati komposisi standar kandungan kimia kaca *enameling*.

2. Cairan HCl dan jenis amplas berpengaruh terhadap kekasaran permukaan plat baja karbon rendah. Pada pencelupan baja karbon rendah terhadap cairan HCl selama 10jam dengan kekasaran amplas 400 600 1000 diperoleh nilai kekasaran (Ra) sebesar 0,782 μm , 0,740 μm , dan 0,584 μm . Sedangkan tanpa pencelupan HCL pada baja karbon rendah dengan kekasaran amplas 400, 600, 1000 diperoleh nilai kekasaran (Ra) sebesar 38,762 μm , 70,238 μm , dan 269,257 μm .
3. Dari hasil foto mikro dapat dilihat bahwa pengaruh lamanya pencelupan logam pada HCl dan tanpa menggunakan HCl menunjukkan terbentuknya anchor yang berbeda. Pada pencelupan terhadap HCl selama 10 jam, dengan kekasaran amplas 400, 600, 1000 hasil yang paling baik ditunjukkan pada logam dengan kekasaran 400 dikarenakan anchor yang terbentuk lebih dalam sehingga lebih mengikat. Sedangkan tanpa pencelupan HCL , terbentuknya ancor yang paling baik ditunjukkan pada logam selama dengan kekasaran 400.
4. Hasil dari pengujian bonding dengan pencelupan HCL menunjukan daya rekat yang paling baik dibandingkan dengan tanpa menggunakan pencelupan HCl . Pada logam yang dicelupkan kedalam HCl, kerusakan yang timbul akibat pengujian bonding lebih kecil yaitu sebesar 4,982 mm^2 , 17,349 mm^2 , dan 22,062 mm^2 dibandingkan dengan kerusakan pada permukaan logam yang tanpa dicelupkan kedalam HCl dengan luas kerusakan 38,762 mm^2 , 70,238 mm^2 , dan 269,257 mm^2 . Dari hasil pengujian bonding keseluruhan hasil yang paling baik ditunjukkan oleh logam yang dicelupkan kedalam HCl dengan kekasaran amplas 400 dengan luas kerusakan yang paling kecil yaitu 4,982 mm^2 .

Daftar Pustaka

- Amitava Majumdar and Sunirmal Jana, 2001. Glass and glass- ceramic coatings, versatile materials for industrial and engineer- ing applications. Bull. Mater.
- Andrew Irving Andrews, 1961. Porcelain enamels: the prepara- tion, application, and properties of enamels. Garrard Press.

- Chisholm, Hug. 1911. "Enamel". Eneyclopaedia Britania. Cambridge University Press.
- E. Scrinzi, S. Rossi, 2010. The aesthetic and functional properties of enamel coatings on steel. *Materials & Design – Mater-Design*, Vol. 31(9), pp. 4138-4146.
- F.S. Shieu, L.K.C. Lin, J.C. Wong, "Microstructure and adherence of porcelain enamel to low carbon ste-el", *Ceram. Int.*, **25** (1999) 27–34.
- Masoud Bodaghi, Amin Davarpanah, 2011. The influence of cobalt on the microstructure and adherence characteristics of enamel on steel sheet. *Processing and Application of Ceramics*.
- Pye, L.D. & others, 1972. *Introduction to Glass Science*, Plenum Press, New York
- Shenhai Wang, junhao zhang, 2015. Study on preparation and properties of enamel material.