

ANALISA DAERAH ANTAR MUKA HASIL PROSES CLADDING MATERIAL STAINLESS STEEL TERHADAP BAJA KARBON MENENGAH

Bresman P Siboro¹, Syahrul Abda², Mahadi³, Farida Ariani⁴, M. Sabri⁵, Bustami Syam⁶

^{1,2,3,4,5,6}Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

Email: *br3zman@yahoo.co.id*

ABSTRAK

Penggunaan Baja karbon menengah dalam dunia industri masih sangat banyak digunakan. Namun dalam aplikasi tertentu, seperti peralatan otomotif, konstruksi dekat laut, tangki tekanan tinggi, Baja karbon menengah perlu dilapis dengan stainless steel agar dapat digunakan sesuai aplikasinya dan masa pakai yang tahan lama. Proses yang diteliti adalah proses cladding yaitu ikatan bersama-sama dari dua logam berbeda. Cladding dapat dicapai dengan dua logam, melalui logam induk dan logam pelapis serta menekan lembaran bersama dibawah tekanan dan temperatur tinggi (850 °C). Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan nilai kekerasan dan mengamati difusi yang terjadi pada struktur mikro di daerah antar muka. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan dan uji struktur mikro. Nilai kekerasan pada daerah antar muka pada masing – masing varian waktu penahanan 20 menit, 40 menit dan 60 menit ditemukan peningkatan nilai kekerasan secara berturut – turut yakni 113,5 BHN, 125,6 BHN dan 128,30 BHN. Analisa struktur mikro waktu penahanan 20 menit terjadi difusi, tetapi belum sepenuhnya disepanjang daerah antar muka, pada waktu penahanan 40 menit difusi yang terjadi disepanjang daerah antar muka, dan pada waktu penahanan 60 menit difusi yang terjadi disepanjang daerah antar muka. kesimpulan yang diperoleh adalah semakin lama waktu pemanasan pada proses cladding, nilai kekerasan yang diperoleh akan semakin tinggi. Pada struktur mikro, semakin lama waktu penahanan pemanasan difusi terjadi disepanjang daerah interface.

Kata kunci: Cladding, Baja Karbon Menengah, Stainless Steel, Uji Kekerasan dan Struktur Mikro.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan Baja karbon menengah dalam dunia industri masih sangat banyak digunakan. Namun dalam aplikasi tertentu, seperti peralatan otomotif, konstruksi dekat laut, tangki tekanan tinggi, baja karbon menengah perlu dilapis dengan stainless steel agar dapat digunakan sesuai aplikasinya dan masa pakai yang tahan lama [1].

Baja karbon adalah sejenis campuran unsur besi (Fe_3C) dengan karbon (C). Pada masa sekarang ini penggunaan baja karbon sering diaplikasikan pada komponen-komponen mesin seperti block silinder mesin, katup dan lain sebagainya. Ketahanan baja terhadap korosi biasanya sangatlah buruk, untuk itu sering baja di pergunakan di bidang teknik tidak berumur panjang. Untuk menambah umur baja agar lebih tahan terhadap korosi biasanya sering di lakukan proses perlindungan permukaan, baik dengan cara menambah unsur pada permukaan hingga proses pelapisan permukaan baja [2].

2. TINJAUAN PUSTAKA

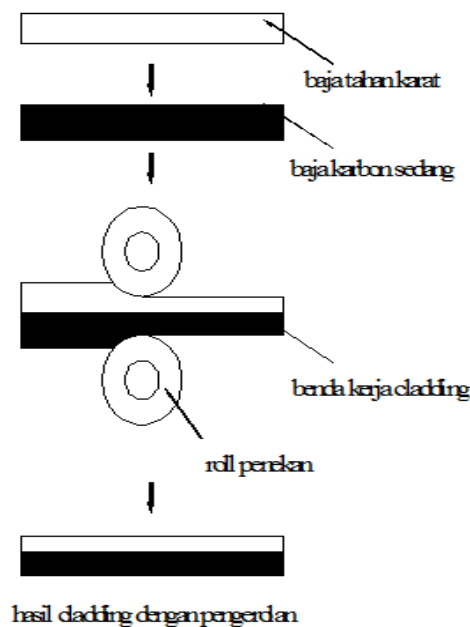
2.1. Pelapisan Permukaan logam

Pelapisan logam adalah suatu cara yang dilakukan untuk memberikan sifat tertentu pada suatu permukaan benda kerja, dimana diharapkan benda tersebut akan mengalami perbaikan baik dalam hal struktur mikro maupun ketahanannya, dan tidak menutup kemungkinan pula terjadi perbaikan terhadap sifat fisiknya. Pelapisan logam merupakan bagian akhir dari proses produksi dari suatu produk. Proses tersebut dilakukan setelah benda kerja mencapai bentuk akhir atau setelah proses pengerjaan mesin serta penghalusan terhadap permukaan benda kerja yang dilakukan. Dengan demikian, proses pelapisan termasuk dalam kategori pekerjaan *finishing* atau sering juga disebut tahap penyelesaian dari suatu produksi benda kerja [3].

2.2. Cladding

Cladding adalah ikatan bersama-sama dari dua logam berbeda. Hal ini berbeda dari pengelasan atau *addesive* (perekatan) logam sebagai penambah unsur dari logam induk tersebut. *Cladding* sering di capai dengan dua logam, melalui logam induk dan logam pelapis serta menekan lembaran bersama dengan temperature rekristalisasi dan tekanan tinggi. Tujuan umum penggabungan baja karbon menengah dengan stainless steel adalah untuk meningkatkan tahan karat dengan harga yang rendah dibandingkan penggunaan stainless steel yang lebih mahal.

Dalam proses *cladding* biasanya menggunakan dua jenis logam yang memiliki sifat keunggulan yang tidak sama. Proses *cladding* biasanya di bantu dengan bantuan mesin rol sebagai alat untuk melakukan tekanan yang besar terhadap kedua logam, agar menempelkan logam pelapis terhadap logam induk untuk mencapai hasil yang diinginkan terhadap logam induk [4].



Gambar 2.1 Proses Cladding Dengan Menggunakan Pengerollan Panas [4]

2.3. Daerah Antar Muka (Interface)

Daerah antar muka (*Interface*) adalah sebuah titik, wilayah atau permukaan dimana dua zat atau benda berbeda bertemu. Bentuk kerja dari daerah antar muka ini berarti menghubungkan dua atau lebih benda pada suatu titik atau batasan yang terbagi. Dalam hal ini antar muka yang dimaksud adalah daerah antara baja karbon sedang yang di *cladding* dengan *stainless steel* [5]

2.4. Waktu Penahanan (Holding Time)

Waktu Penahanan (*Holding time*) dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses cladding dengan menahan pada temperature pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen sehingga struktur austenitnya homogen. Pada proses holding time sangat diperlukan untuk menghasilkan kelarutan pada baja, semakin lama holding timenya maka semakin banyak waktu berdifusi untuk bahan yang sedang di cladding [3]

2.5. Difusi

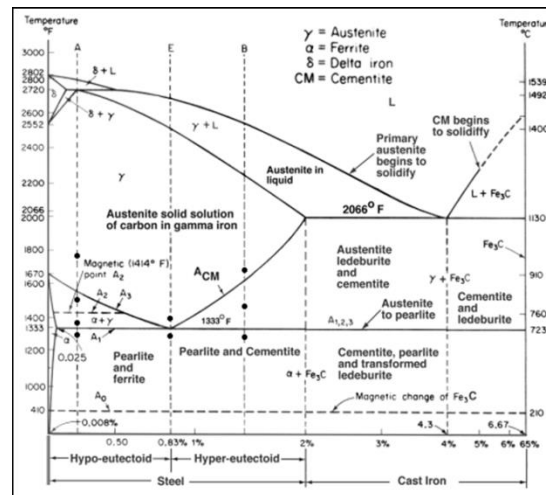
Difusi adalah peristiwa mengalirnya / berpindahnya suatu zat dari bagian berkonsentrasi tinggi ke bagian yang berkonsentrasi rendah. Contoh yang sederhana adalah penambahan carbon ke dalam baja karbon rendah sehingga pada baja, karbonnya lebih besar. Apabila suhu pada suatu material naik, akan menyebabkan atom- atomnya bergetar dengan energi yang lebih besar dan sejumlah kecil atom akan berpindah dalam kisi. Mekanisme perpindahan atom dalam suatu logam

dapat terjadi secara interstisi dan kekosongan. Perpindahan secara interstisi terjadi bila atom tidak memiliki ukuran yang sama. Sedangkan perpindahan secara kekosongan dapat terjadi bila semua atom memiliki ukuran sama. Proses *difusi* dapat terjadi lebih cepat apabila:

1. Suhu tinggi
2. Atom yang berdifusi kecil
3. Ikatan struktur induk lemah (dengan titik cair rendah)
4. Terdapat cacat-cacat dalam bahan kekosongan atau batas butir [6].

2.6. Baja Karbon Menengah

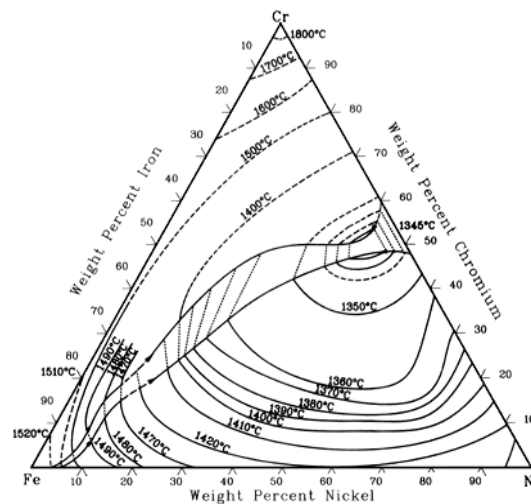
Baja karbon menengah memiliki kandungan karbon diatas 0,25% C – 0,6% C ditambah dengan unsur paduan tertentu. Sifatnya sulit untuk dibengkokkan, dilas dan dipotong. Kekuatan lebih tinggi dari pada baja karbon rendah biasanya digunakan untuk rel kereta api dan sejumlah peralatan mesin seperti roda gigi otomotif, poros bubutan, poros engkol, sekrup dan alat angkat presisi [7].



Gambar 2.2. Diagram fasa Fe-C [7]

2.7. Baja Tahan Karat (*stainless steel*)

Baja tahan karat merupakan kelompok baja paduan tinggi yang berdasarkan pada sistem Fe - Cr, Fe - Cr - C, dan Fe - Cr - Ni dengan unsur paduan utama minimal 10,5% Krom (Cr) dan Nikel (Ni) dengan sedikit unsur paduan lain seperti Molibdenum (Mo), Tembaga (Cu) dan Mangan (Mn). Kadar kromium tersebut merupakan kadar minimum untuk pembentukan permukaan pasif oksida yang dapat mencegah oksidasi dan korosi. [6].



Gambar 2.3 Diagram Fasa Ternary Fe-Ni-Cr [8]

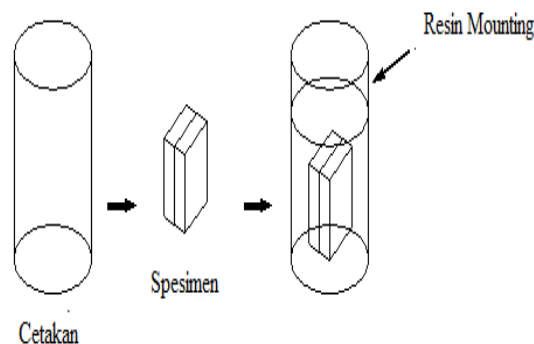
2.8. Metalografi

Metalografi adalah suatu disiplin ilmu yang mempelajari suatu karakteristik mikro struktur suatu logam, paduan logam dan material lainnya serta berhubungan erat dengan sifat-sifat material tersebut

Metalografi merupakan suatu teknik atau metode persiapan material untuk mengukur, baik secara kuantitatif maupun kualitatif dari informasi-informasi yang terdapat dalam material yang dapat diamati, seperti fasa, butir, komposisi kimia, orientasi butir, jarak atom, dislokasi, dan sebagainya.

Adapun secara garis besar langkah-langkah yang dilakukan pada metalografi adalah:

1. Pemotongan spesimen (*sectioning*)
2. Pemingkaian (*mounting*)
3. Penggerindaan, abrasi dan pemolesan (*grinding, abrasion and polishing*)
4. Pengetsaan (*etching*) Observasi pada mikroskop optik [9]



Gambar 2.4 Proses Mounting pada spesimen [9]

2.9 Pengujian Kekerasan

Kekerasan (*Hardness*) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Pengujian kekerasan adalah satu dari sekian banyak pengujian yang dipakai, karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang kecil tanpa kesukaran mengenai spesifikasi.

Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gaya gesek (*frictional force*) dan dinilai dari ukuran sifat mekanis material yang diperoleh dari Deformasi Plastis (deformasi yang diberikan dan setelah dilepaskan).

Pengujian yang paling banyak dipakai adalah dengan menekan penekan tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan dengan mengukur ukuran bekas penekanan yang terbentuk di atasnya, cara ini dinamakan cara kekerasan dengan penekanan.

Kekerasan juga didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan). Didunia teknik, umumnya pengujian kekerasan menggunakan 4 macam metode pengujian kekerasan, yakni :

1. Brinnel (HB / BHN)
2. Rockwell (HR / RHN)
3. Vickers (HV / VHN)
4. Micro Hardness (Namun jarang sekali dipakai) [10].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Dan Alat

3.1.1. Bahan

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon menengah dan baja tahan karat (*stainless steel*) digunakan baja tahan karat jenis *ferritic stainless steel* sebagai pelapis permukaan baja karbon yang banyak beredar di pasaran dan mudah didapat (produk jadi).

3.1.2. Alat

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Kunci momen

2. Penekan spesimen
3. Gergaji
4. Tungku pemanas
5. Sarung tangan
6. Penjepit
7. Mesin Polish

3.2. Proses Penelitian

3.2.1. Proses Pembuatan Alat Penekan

Alat penekan spesimen dibuat dari lembaran plat dengan tebal 10 mm dengan dimensi alat penekan panjang 70 mm, lebar 70 mm, tinggi 10 mm dan disatukan dengan proses pengelasan. Baut penekan yang di gunakan yakni baut yang memiliki ulir halus dengan diameter 20 mm dan panjang 100 mm.



Gambar 3.1 Penekan Spesimen

3.2.2 Proses Penekanan Pada Spesimen

Setelah pembersihan permukaan spesimen selesai maka dilakukan proses penekanan spesimen dengan memberikan putaran kepada baut penekan melalui kunci momen yang sebelumnya telah di atur untuk gaya yang sama yakni sebesar 100 Kgf untuk setiap spesimen.



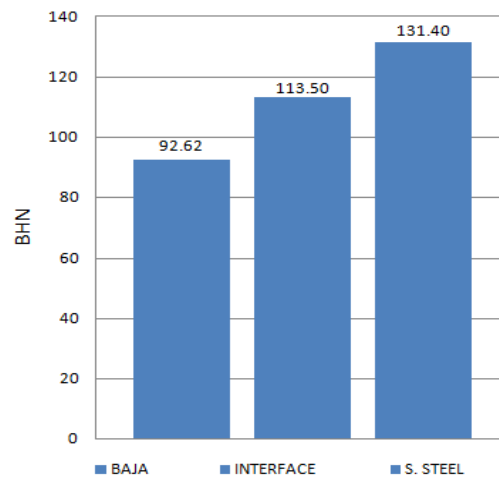
Gambar 3.2 Penekanan Pada Spesimen

4. ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

4.1. Hasil Pengujian Kekerasan Brinell

Pengujian ini menggunakan spesimen baja karbon menengah dan stainless steel. Untuk nilai kekerasan bahan sebelum proses cladding adalah pada baja karbon menengah 89,90 BHN dan pada stainless steel adalah 125,80 BHN. Waktu penahanan pemanasan (*holding time*) masing-masing 20 menit, 40 menit dan 60 menit serta memakai alat uji Brinell Hardness Test.

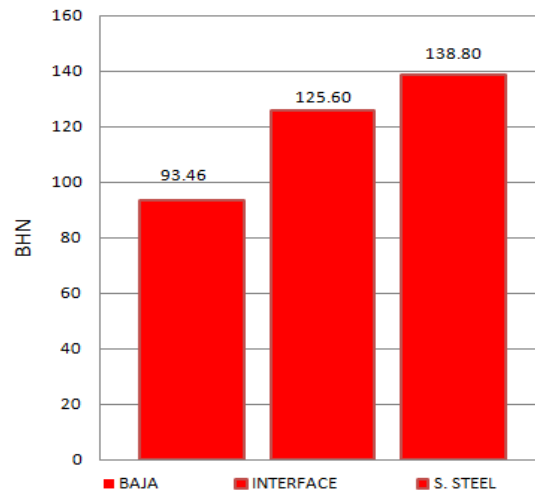
4.1.1. Hasil Uji Brinnel 20 Menit



Gambar 4.1 Hasil Uji Kekerasan 20 Menit

Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa rata-rata nilai kekerasan untuk spesimen waktu penahan 20 menit untuk daerah baja karbon menengah adalah 92,62 BHN, pada daerah interface 113,50 BHN dan pada daerah stainless steel 131,40 BHN. Pada gambar 4.2 dapat dilihat grafik kekerasan spesimen waktu penahanan pemanasan 20 menit.

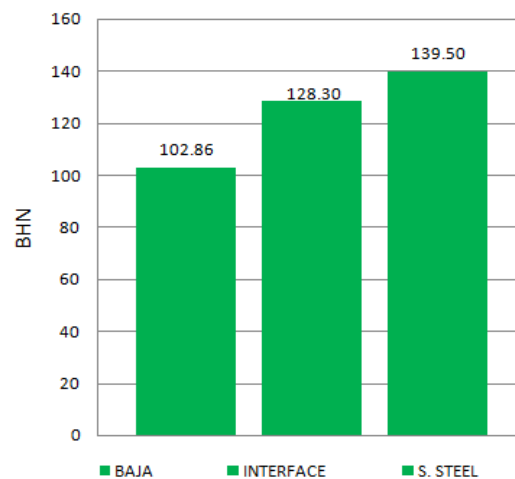
4.1.2. Hasil Uji Brinnel 40 Menit



Gambar 4.2 Hasil Uji Kekerasan 40 Menit

Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa rata – rata nilai kekerasan untuk spesimen waktu penahan 40 menit untuk daerah baja karbon menengah adalah 93,46 BHN, pada daerah interface 125,60 BHN dan pada daerah stainless steel 138,80 BHN. Pada gambar 4.3 dapat dilihat grafik nilai kekerasan spesimen waktu penahanan 40 menit.

4.1.3. Hasil Uji Brinnel 60 Menit

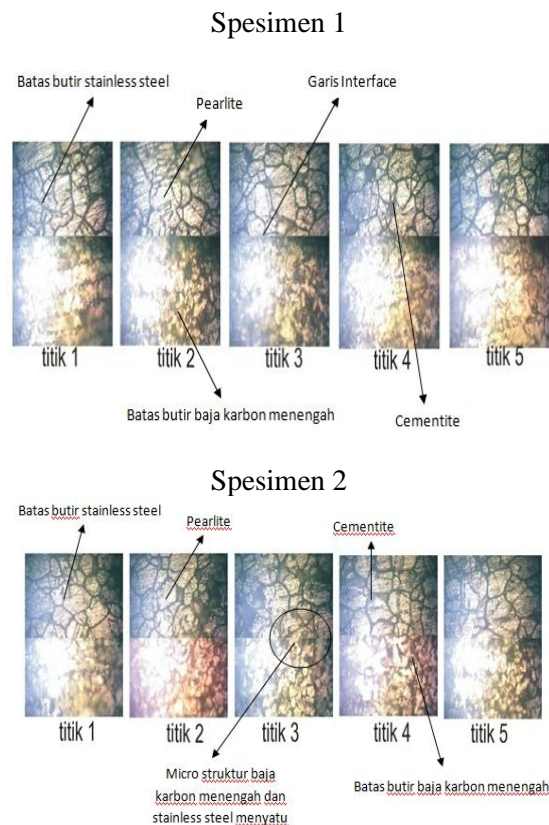


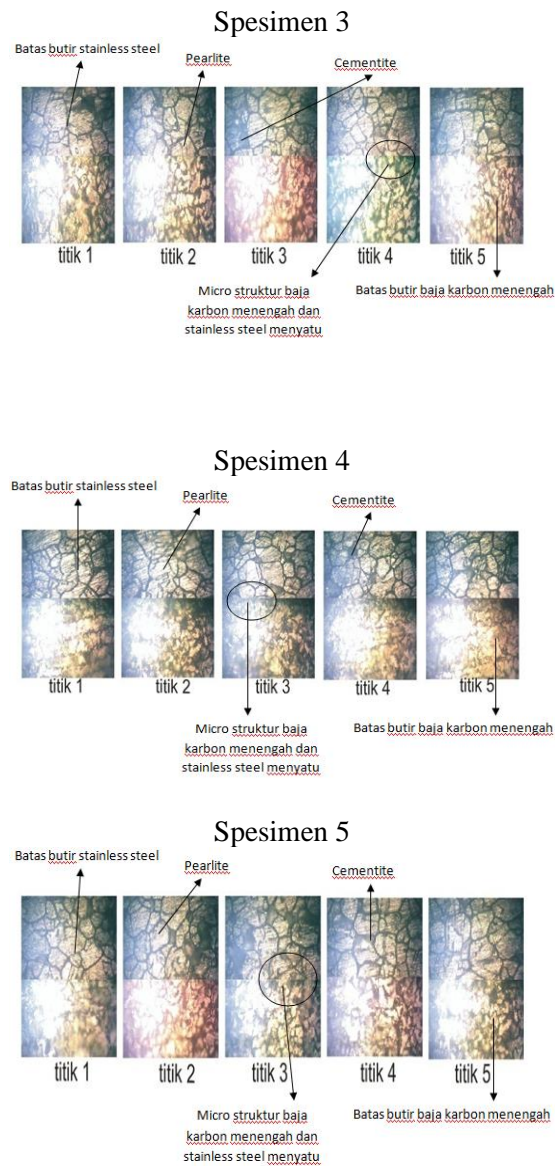
Gambar 4.3 Hasil Uji Kekerasan 60 Menit

Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa rata – rata nilai kekerasan untuk spesimen waktu penahan 60 menit untuk daerah baja karbon menengah adalah 102,86 BHN, pada daerah interface 128,30 BHN dan pada daerah stainless steel 139,50 BHN. Pada gambar 4.4 dapat dilihat nilai kekerasan spesimen waktu penahanan 60 menit.

4.2. Hasil Pengujian Struktur Mikro

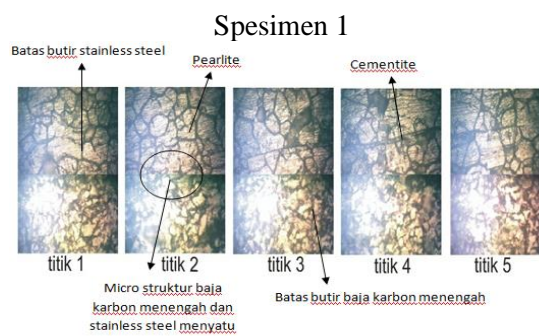
4.2.1 Hasil Uji Struktur Mikro waktu Penahanan 20 Menit

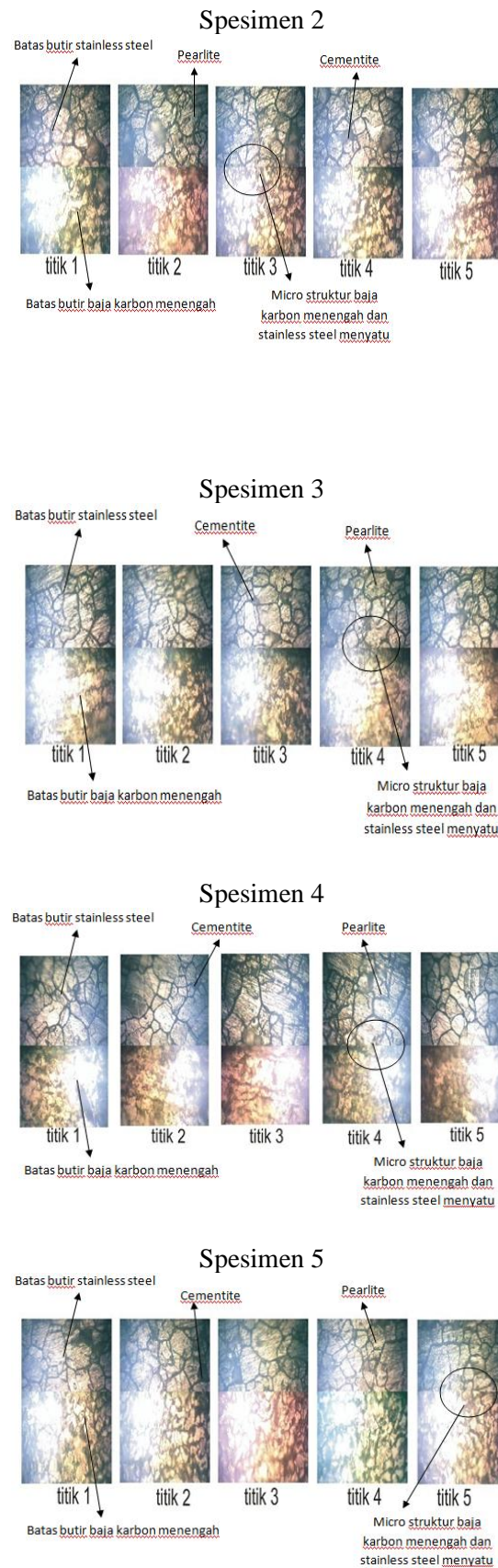




Gambar 4.4 Hasil Uji Foto Mikro Pada Spesimen Penahanan 20 Menit

4.2.2 Hasil Uji Struktur Mikro Spesimen Penahanan 40 Menit

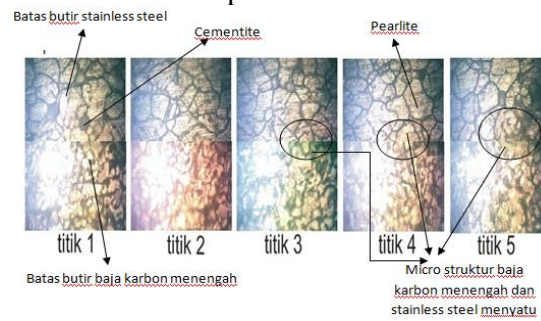




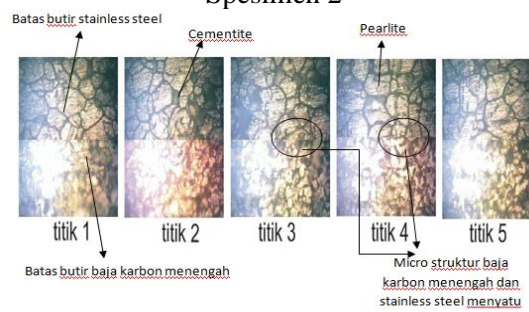
Gambar 4.5 Hasil uji foto mikro pada spesimen penahanan 40 menit

4.2.3 Hasil Uji Struktur Mikro Spesimen Penahanan 60 Menit

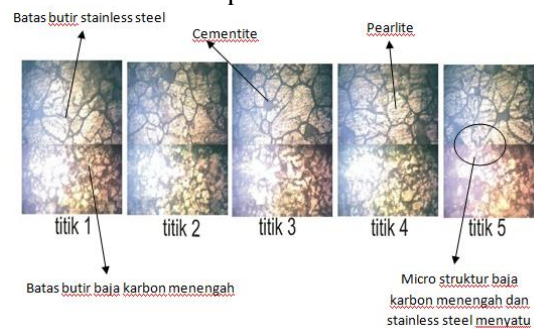
Spesimen 1



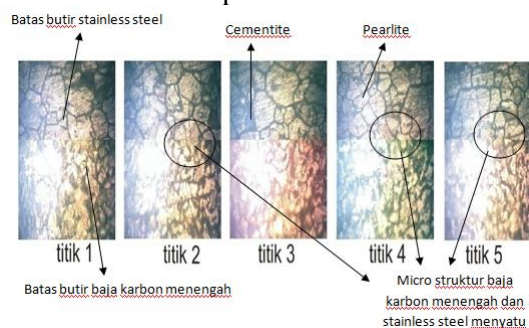
Spesimen 2

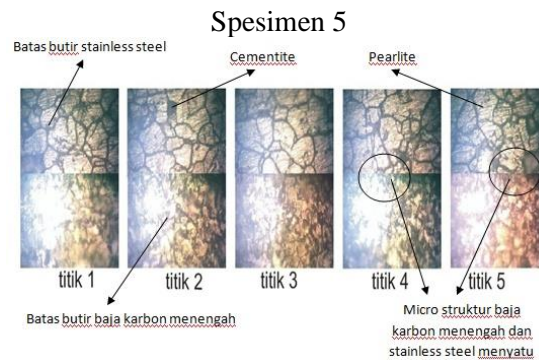


Spesimen 3



Spesimen 4





Gambar 4.6 Hasil uji foto mikro pada spesimen waktu penahanan 60 menit.

5. KESIMPULAN

Dari seluruh kegiatan mulai dari pembuatan spesimen uji dan pengujian specimen maka penulis dapat menyimpulkan beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Sebelum dan sesudah proses cladding, terjadi peningkatan nilai kekerasan pada baja karbon menengah dari 89,90 BHN menjadi 92,62 BHN dan stainless steel dari 125,80 BHN menjadi 131,40 BHN. Hal ini dikarenakan spesimen telah mengalami pemanasan dengan waktu penahanan.
 - a. Nilai kekerasan waktu penahanan 20 menit lebih rendah dibanding waktu penahanan 40 menit dan 60 menit yakni pada baja karbon menengah adalah 92,62 BHN, daerah interface 113,50 BHN dan pada stainless steel 131,40 BHN.
 - b. Nilai kekerasan waktu penahanan 40 menit berada diantara nilai kekerasan waktu pemanasan 20 menit dan 60 menit yakni pada baja karbon menengah 93,46 BHN, daerah interface 125,60 BHN dan pada stainless steel 138,80 BHN.
 - c. Nilai kekerasan yang paling tinggi adalah pada waktu penahanan 60 menit yakni pada baja karbon menengah 102,86 BHN, daerah interface 128,30 BHN dan pada stainless steel 139,50 BHN.

Untuk itu jelas bahwa semakin lama waktu pemanasan (*holding time*) pada proses cladding maka nilai kekerasan yang diperoleh akan semakin tinggi.

2. Hasil pengamatan struktur mikro dengan pembesaran 800 kali pada masing-masing varian waktu penahanan (*holding time*) menunjukkan bahwa pada waktu penahanan 20 menit difusi terjadi tetapi belum disepanjang daerah interface (Gambar 4.4) dan pada waktu penahanan 40 menit difusi terjadi sudah disepanjang daerah interface (Gambar 4.5) begitu juga pada waktu penahanan 60 menit difusi terjadi di sepanjang daerah interface (Gambar 4.6), untuk itu jelas bahwa semakin lama waktu penahanan pemanasan (*Holding time*) maka difusi terjadi disepanjang daerah interface.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Beumer, B. J.M dan B. S Anwir. (1985), Ilmu Bahan Logam, Jilid I. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara.
- [2] Surdia, Tata dan Kenji Chijiwa, (1984), Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- [3] D.W, Hopkins, (1986), *Principles of Metal Surface Treatment and Protection*, Pergamon International Library.
- [4] DeGarmo, E. Paul. (1979), Materials and Processes in Manufacturing. London: The Macmillan Company.
- [5] Johnson, J. Harold (1985), ASM Handbook. *Surface Engineering*, Vol 3.

- [6] Dieter, George E. (1986), *Mechanical Metallurgy*. New York: Mc Graw Hill.
- [7] Bogdan O.K and Nicholas W. (1977), *Steel Design for Structural Engineers*.
- [8] Callister, (2007), *Material and Engineering*, Jhon Wiley & Son. Inc. *An Introduction*, 6th edition.
- [9] George F. Vander Voord, Mc. Graw Hill. (1984), *Metallography, Principles and Practice*, Vol 36.
- [10] Davis Troxell Wiskocil. (1988), *The Testing and Inspection Of Engineering Materials*, Third Edition.