

## Pengamatan Atas Daerah Interface Pada Cladding Material Stainless Steel Terhadap Baja Karbon Rendah Secara Metalografi dan Uji Keras

Yohanes Hutahaean<sup>1</sup>, Sahat Mauli Lubis<sup>1</sup>, Charles Manurung<sup>2,\*</sup>, Salomo Simanjuntak<sup>3</sup>, Yetty R. Saragi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi Teknik Mesin, Fak. Teknik, Universitas HKBP Nommensen, Medan

<sup>2</sup>Prodi Teknik Mesin, Fak. Teknik, Universitas HKBP Nommensen, Medan 20234

<sup>3</sup>Prodi Teknik Sipil, Fak. Teknik, Universitas HKBP Nommensen, Medan 20234

\*charles.manurung1972@gmail.com

### Abstract

*Low carbon steel metal is a type of steel that has poor corrosion resistance. For that it is necessary to protect against corrosion through a coating process. In this case the coating is carried out using solid metal and is known as cladding. In this cladding process using another metal as a coating medium, namely stainless steel, the specimen will be given additional deformation from the outside in the form of pressure and the heating process is carried out above the recrystallization temperature (950°C) then cooled slowly in free air. The heating process of the specimens was carried out with three temperature variations, namely 750°C, 850°C and 950°C with a holding time of 60 minutes, from the research results obtained that the specimens and the highest temperature, 950 °C, had better metal bonds compared to specimens at temperatures of 750 and 850°C with hardness values. average 227.96 VHN.*

**Keywords** : *Cladding, Heating Temperature, Stainless Steel, Low Carbon Steel, Emphasis, Hardness Test and Microstructure.*

### 1. PENDAHULUAN

Baja karbon adalah sejenis campuran unsur besi (*Fe*) dengan karbon (*C*)[1]. Pada masa sekarang ini penggunaan baja karbon sering di aplikasikan pada komponen-komponen mesin seperti komponen mesin, kebutuhan konstruksi dan sebagainya. Ketahanan baja terhadap korosi biasanya sangatlah buruk, sehingga 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]. Proses pelapisan baja dapat dilakukan dengan banyak cara baik dengan metode *elektroplating*, *cladding*, pengecatan dan lain sebagainya [3].

Penulis merasa tertarik dengan salah satu metode perlindungan terhadap logam dalam hal ini baja dengan metode *cladding*, karena prosesnya dilakukan tanpa melibatkan proses pencairan namun memanfaatkan mekanisme difusi. Hal inilah yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian ini.

Baja merupakan paduan yang terdiri dari besi karbon dan unsur yang lainnya. Seperti: *Silicon (Si)*, *Fospor (p)*, *Tembaga (Cu)*. Karbon merupakan suatu unsur terpenting karena dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja. Baja merupakan logam yang paling banyak digunakan dalam dunia teknik, dalam bentuk pelat, lembaran, pipa batang, profil dan sebagainya. Baja dapat dibentuk melalui pengecoran pencairan dan penempaan.

Baja karbon rendah mengandung kurang dari 0,25 % karbon (*C*). Kebanyakan dari produk baja ini berbentuk pelat hasil pembentukan rol dingin. Kandungan karbonnya yang rendah dan mikro strukturnya yang terdiri dari fasa ferit dan perlit menjadikan baja karbon rendah bersifat lunak dan kekuatannya lemah namun keuletan dan ketangguhannya sangat baik. Baja karbon rendah kurang responsif terhadap perlakuan panas untuk mendapatkan mikro struktur martensit maka dari itu untuk meningkatkan kekuatan dari baja karbon rendah dapat dilakukan dengan proses rol dingin maupun karburisasi [4-5].

Perlakuan yang sering di terima baja karbon jenis ini biasanya bersifat pengerjaan dingin. Untuk mendapatkan hasil yang lebih kuat pada bagian luar dari baja jenis ini biasanya dilakukan proses penambahan unsur lain pada permukaannya (*surface hardening*).

Carburasi atau *carburizing* terbagi atas 3 jenis bahan karbon yaitu: *pack carburizing* (penambahan carbon yang berasal dari carbon padat). *Liquid carburizing* (penambahan carbon yang berasal dari carbon cair). Maupun *gas carburizing* (penambahan karbon yang berasal dari carbon gas) [6].

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Bahan

Bahan yang digunakan yaitu :

- Baja Karbon
- Baja Tahan Karat (Stainless Stell)

### 2.2 Alat

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| 1. Kunci Momen.          | 6. Penjepit                |
| 2. Alat Penekan Spesimen | 7. Mesin Polish            |
| 3. Gergaji               | 8. Mesin Uji Keras Vickers |
| 4. Tungku Pemanas        | 9. Mikroskop Optik         |
| 5. Sarung Tangan         |                            |

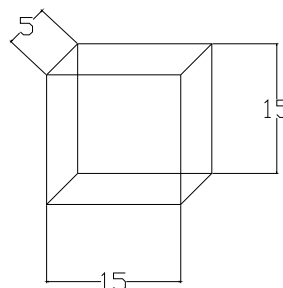
### 2.3. Metode Penelitian

#### 2.3.1. Pembuatan Spesimen

Spesimen baja karbon rendah dipotong dengan spesifikasi spesimen yang telah ditentukan. Jumlah spesimen yang dibuat adalah 3pasang spesimen. Dengan dimensi panjang 15 mm, lebar 15 mm, tebal 5 mm. Pemotongan spesimen di



**Gambar 1.** Spesimen Penelitian



### 2.3.2. Uji Komposisi

Uji komposisi dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia khususnya kandungan karbon pada bahan. Uji komposisi dilakukan yang pertama pada *raw material* dengan untuk memastikan bahwa bahan pesimen adalah benar-benar baja karbon rendah yang mempunyai kandungan karbon sebesar 0,183% C.

**Tabel 1.** Hasil uji komposisi baja karbon.

Sample id : 3 30481 C Cl - B.D 1516-18W										
C	SI	MN	P	S	CMN	CE	MMSI	MNS	V	
0.18347	0.11315	0.47390	0.01163	0.01851	0.26245	0.26476	4.18669	25.9915	0.001	
AL	CR	NI	MO	CU	SH	FE	MG	SnCu		
0.00292	0.14498	0.07130	0.00895	0.08925	0.06052	98.46	0.00163	0.11027		

C	SI	MN	P	S	CMN	CE	MMSI	MNS	V	
0.18347	0.11315	0.47390	0.01163	0.01851	0.26245	0.26476	4.18669	25.9915	0.001	
AL	CR	NI	MO	CU	SH	FE	MG	SnCu		
0.00000	0.00633	0.00412	0.00150	0.00289	0.00159	99.18	0.00167	0.00255		

### 2.3.3. Proses Pembuatan Alat Penekan Spesimen

Alat penekan spesimen di buat dengan menggunakan lembaran plat dengan tebal 10 mm dengan dimensi alat penekan panjang 10 mm, lebar 10 mm, tinggi 5 mm dan disatukan dengan proses pengelasan. Baut penekan di gunakan baut yg memiliki ulir halus dengan diameter 20 mm dan panjang 3,5 inci.



**Gambar 2.** Alat Penekan Spesimen

### 2.3.4. Proses Pembersihan Permukaan Spesimen

Proses pembersihan permukaan spesimen [7] dilakukan dengan 2 tahap yakni

#### 1. Dilakukan pembersihan mekanik

Pada proses ini permukaan spesimen di bersihkan dari korosi, kotoran dan porositas sehingga di dapat permukaan yang halus, bersih dan rata. Pembersihan ini menggunakan kertas amplas dengan 800 mesh.

#### 2. Pembersihan dengan menggunakan bahan kimia

Berikutnya dilakukan proses pembersihan permukaan dengan cara mencelupkan spesimen ke dalam cairan HCL selama  $\pm 1$  menit dengan tujuan menghilangkan semua kotoran yang ada di seluruh permukaan spesimen. Kemudian spesimen dibilas dengan menggunakan alkohol dengan tujuan untuk menghilangkan sisa cairan kimia yang mungkin tertinggal.

### 2.3.5. Proses Pemanasan Pada Tungku

Setelah pembersihan permukaan spesimen selesai di lakukan berikutnya di lakukan proses penekanan spesimen dengna memberikan putaran kepada baut

penekan melalui kunci momen yang sebelumnya telah di atur untuk tenaga pemutaran sebesar 200 N.



**Gambar 3.** Penekanan spesimen

Setelah spesimen di tekan lalu di lakukan proses pemanasan spesimen pada tungku dengan temperatur pemanasan 850°C. Dengan waktu penahanan 60 menit.

### 2.3.6. Pendinginan Dengan Udara

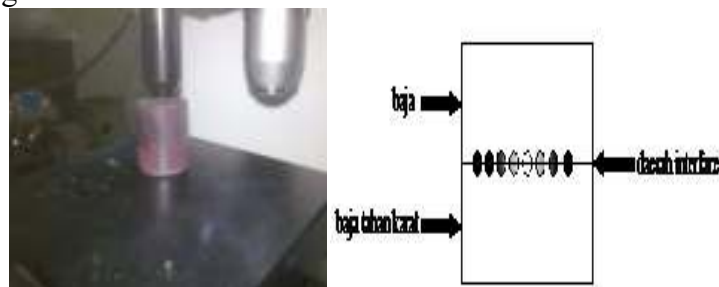
Setelah spesimen selesai melalui waktu penahanan maka spesimen harus di keluarkan dari tungku dan dilakukan pendinginan lambat dengan udara.

Proses pendinginan dari spesimen berkisar  $\pm 1-2$  jam. Setelah spesimen dingin lalu selanjutnya spesimen dibuka dari alat penekan dan dilakukan proses *mounting* spesimen. Tujuan dilakukannya proses pembungkaihan ini untuk memperbesar bidang spesimen agar mempermudah proses pengamplasan dan pemolesan spesimen sebelum di uji keras dan di foto struktur mikronya.

### 2.3.7. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan alat uji keras *Vickers*, dengan cara:

- Permukaan interface spesimen dihaluskan dengan cara diampelas dengan urutan amplas No.120-320-400-600-1000-1500.
- Setelah diampelas pada bagian permukaan spesimen diautosol sampai mengkilap
- Menentukan besar pembebanan yaitu 0.3 kgf
- Menekan tombol untuk menggerakkan penginjak (*indento*). Mengukur bekas injakan indenter. Menentukan nilai kekerasan dari diameter bekas injakan sesuai dengan rumus..

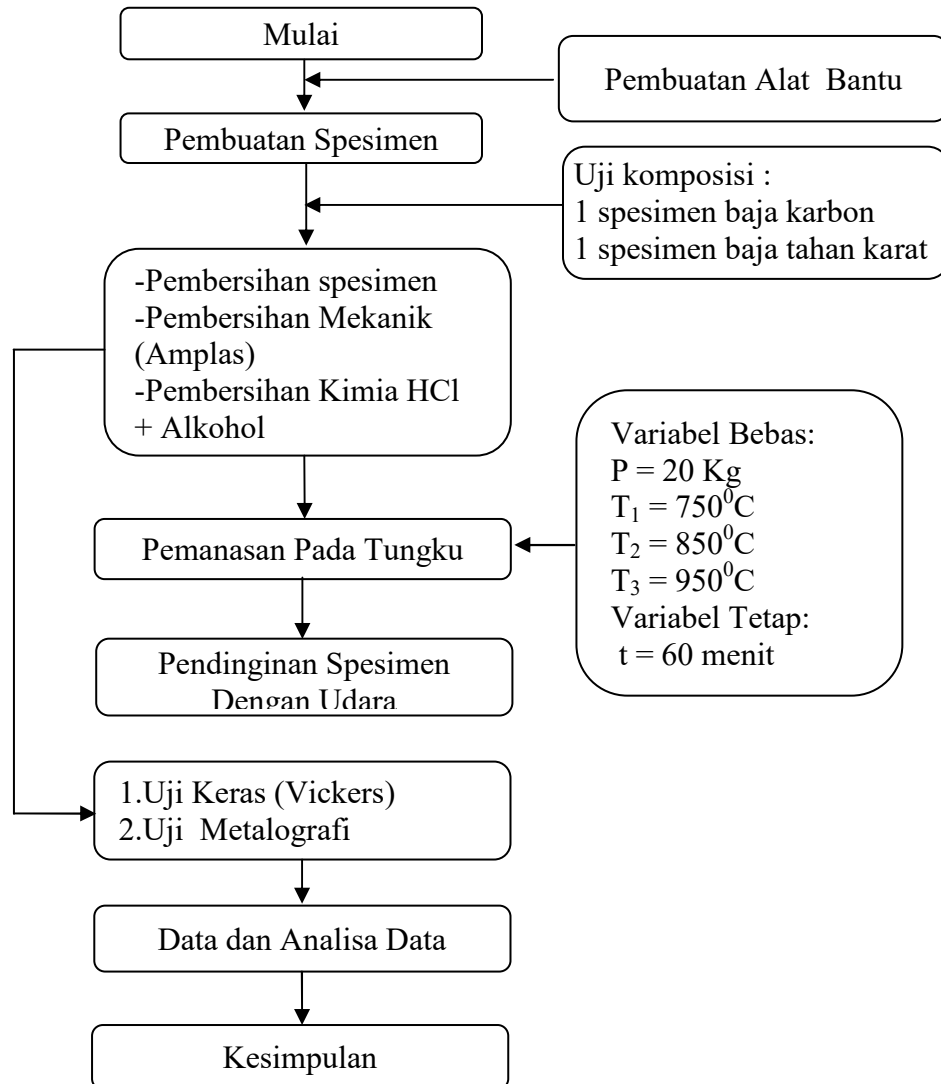


**Gambar 4.** Pengujian Kekerasan dan Daerah Pengujian Kekerasan

### 2.3.8 Pengujian Metalografi .

Sebelum melakukan foto mikro benda kerja dipoles. Pemolesan dilakukan dengan cara mengamplas bagian permukaan sampai halus kemudian diautosol supaya mengkilap dan dicelup pada larutan *etsa* (30 ml HNO<sub>3</sub> dan 20ml Alkohol)  $\pm 60$  detik, kemudian di bilas dengan menggunakan alkohol lalu dikeringkan [8].

Setelah selesai di etsa spesimen dilakukan foto struktur mikro dengan kamera menggunakan lensa pembesaran 400 x pembesaran. Pengambilan gambar struktur mikro di daerah interfae dilakukan sebanyak 5 kali di setiap titik penekanan indentor uji keras. Kemudian di lanjutkan dengan pengambilan foto struktur mikro pada bagian baja dan stainless steel nya

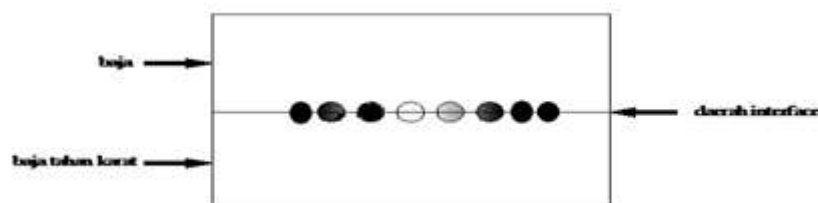


**Gambar 5.** Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil

Dari hasil penelitian diperoleh data data pengujian kekerasan vickers terhadap spesimen berikut dengan foto struktur mikronya.



**Gambar 6.** Daerah pengujian kekerasan spesimen

**a. Baja tahan karat (stainless steel)**

**Tabel 2.** Kekerasan spesimen awal pada baja tahan karat (stainless steel)

$d_1$	$d_2$	$d_{rata-rata}$	VHN
58.019	58.171	0.058	164.79
58.021	58.352	0.058	164.28
58.352	58.049	0.058	164.20
58.685	58.654	0.059	161.58
58.049	58.050	0.058	165.05
Rata-rata			163.98

**b. Baja karbon rendah**

**Tabel 3.** Kekerasan spesimen awal pada baja karbon rendah

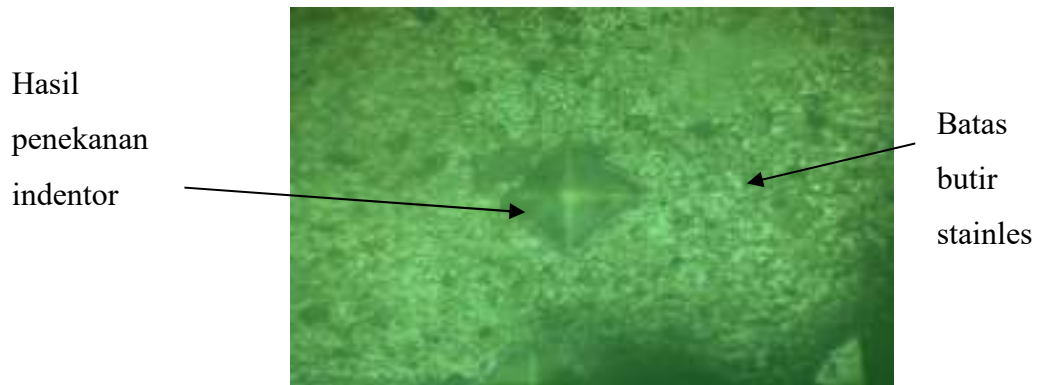
$d_1$	$d_2$	$d_{rata-rata}$	VHN
49.429	49.822	0.049	225.85
47.432	47.220	0.047	248.33
47.160	47.190	0.047	249.92
47.099	47.765	0.047	247.22
48.824	48.551	0.048	241.40
Rata-rata			242.54

➤ **Spesimen 1**

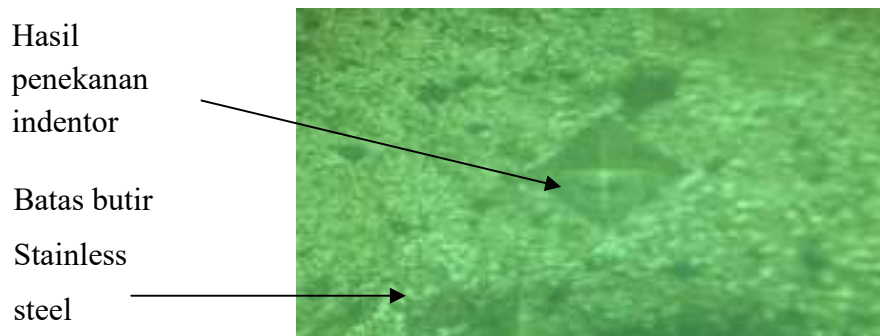
- Temperatur pemanasan  $750^0$  c
- Waktu penahanan 60 menit
- Dilakukan pembersihan permukaan secara mekanik dengan amplas 800 mesh

**Tabel 4.** Hasil pengujian kekerasan spesimen 1

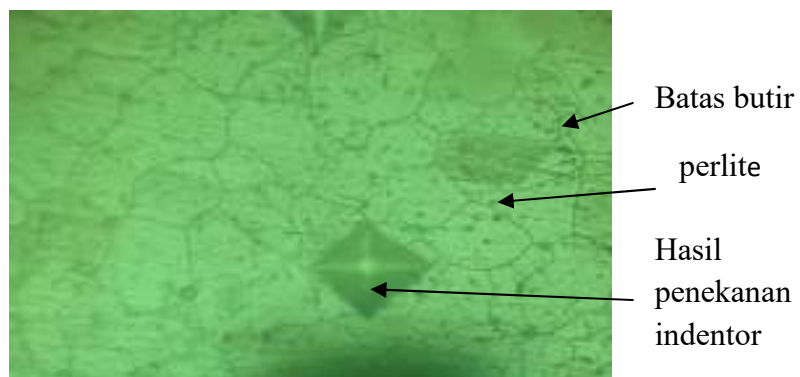
Area	$d_1$	$d_2$	$d_{rata-rata}$	VHN
Stainless steel	50.699	52.574	0.0516365	208.60
	50.430	50.368	0.050399	218.97
Interface	0	0	0	0.00
Baja Karbon	46.577	47.604	0.0470905	250.82
	47.762	47.310	0.047536	246.14
Interface	0	0	0	0.00
Stainless steel	50.860	50.344	0.050602	217.21
	51.330	52.254	0.051792	207.35



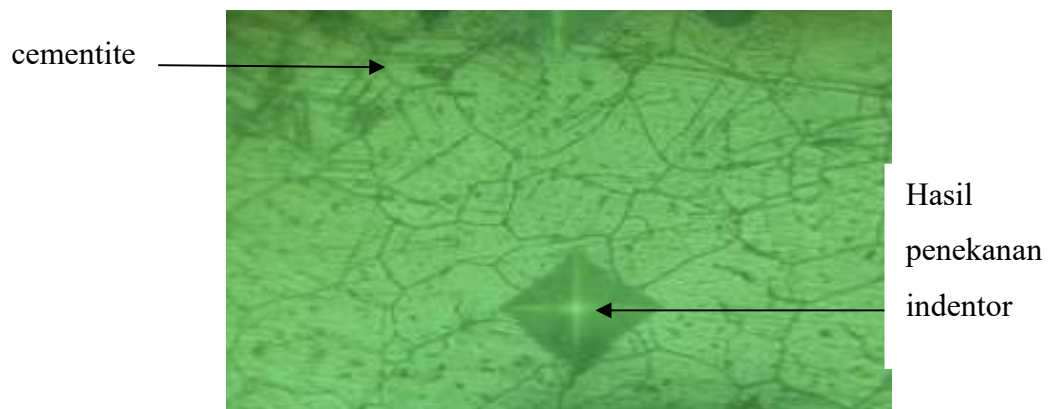
**Gambar 7.** Struktur mikro stainless steel VHN 208,60. Pembesaran lensa 400 x



**Gambar 8.** Struktur mikro stainless steel VHN 218,97. Pembesaran lensa 400 x

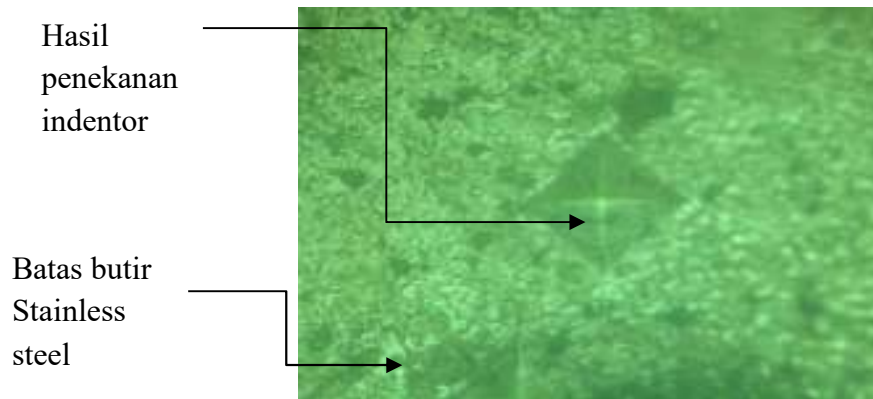


**Gambar 9.** Struktur mikro baja karbon VHN 250,82. Pembesaran lensa 400 x



**Gambar 10.** Struktur mikro baja karbon VHN 246,14. Pembesaran lensa 400 x





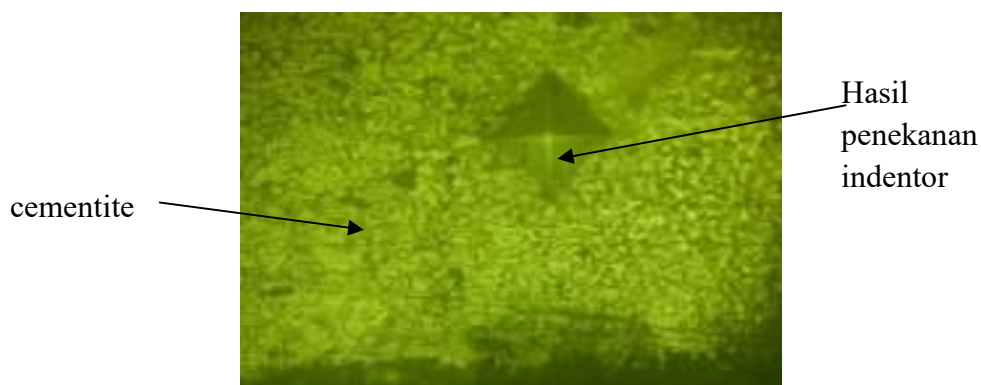
**Gambar 11.** Struktur mikro stainless steel VHN 217,21. Pembesaran lensa 400 x

➤ **Spesimen 2**

- Temperatur pemanasan 850<sup>0</sup>C
- Waktu penahanan 60 menit
- Dilakukan pembersihan permukaan dengan cairan kimia (*pickling*) HCL

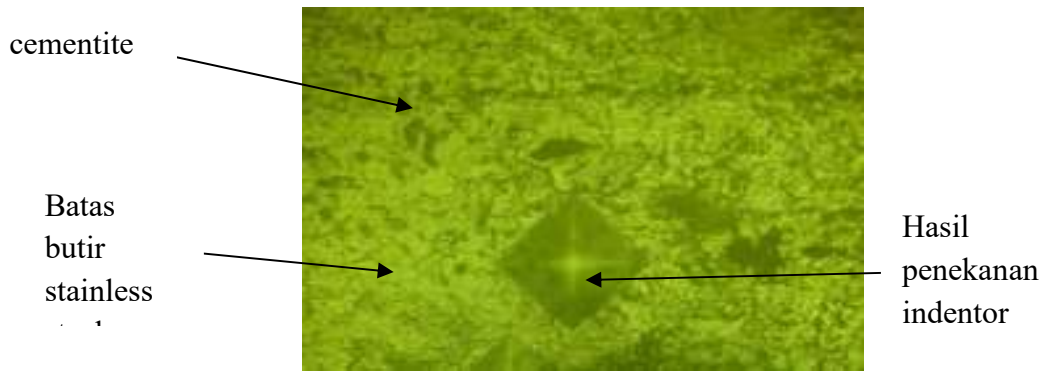
**Tabel 4.** Hasil Pengujian Kekerasan Pada Spesimen 2

Area	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>rata-rata</sub>	VHN
Stainles stell	50.838	51.830	0.051334	211.06
	50,822	50.823	0.0508225	215.33
Interface	0	0	0	0.00
Baja Karbon	47.743	47.846	0.0477	244.45
	47.754	47.834	0.047794	243.94
Interface	70.089	69.617	0.69853	113.79
Stainless Steel	50.647	51.741	0.051194	212.22
	50.624	51.642	0.051133	212.72

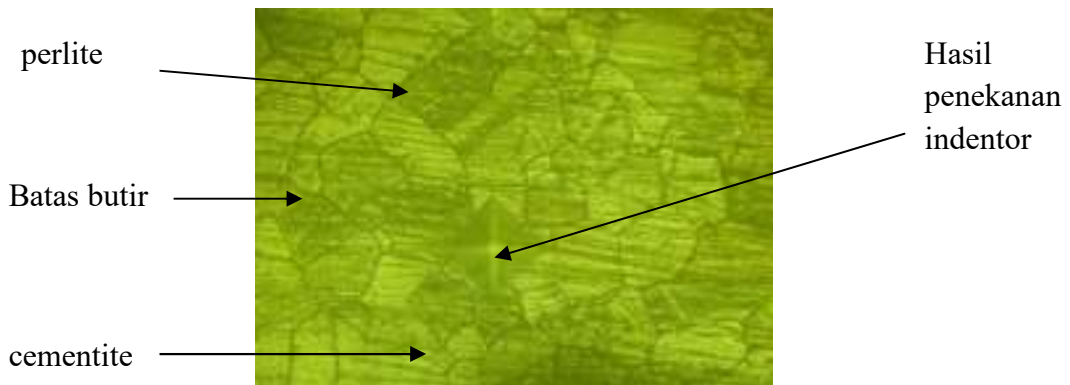


**Gambar 12.** Struktur mikro stainless steel VHN 211,06. Pembesaran lensa 400 x

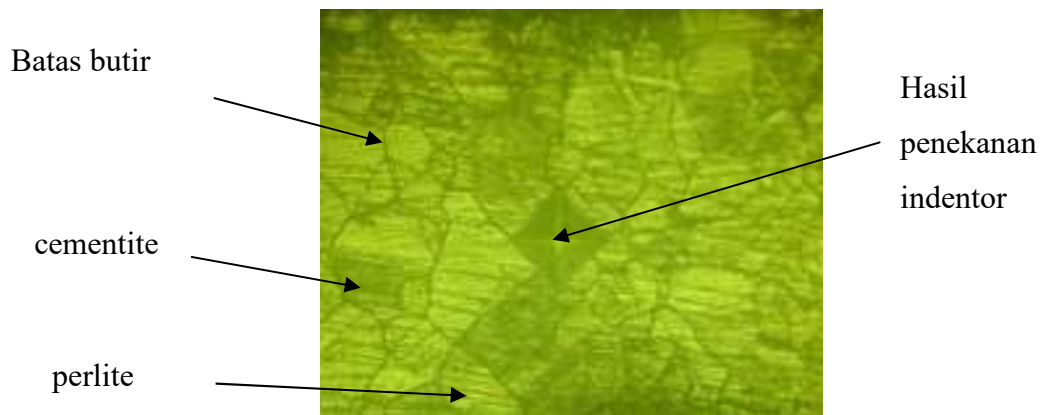




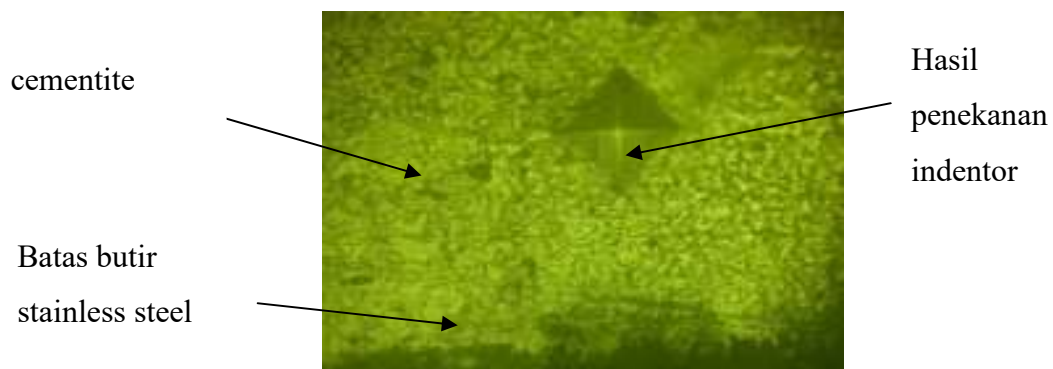
**Gambar 13.** Struktur mikro stainless steel VHN 215,33. Pembesaran lensa 400 x



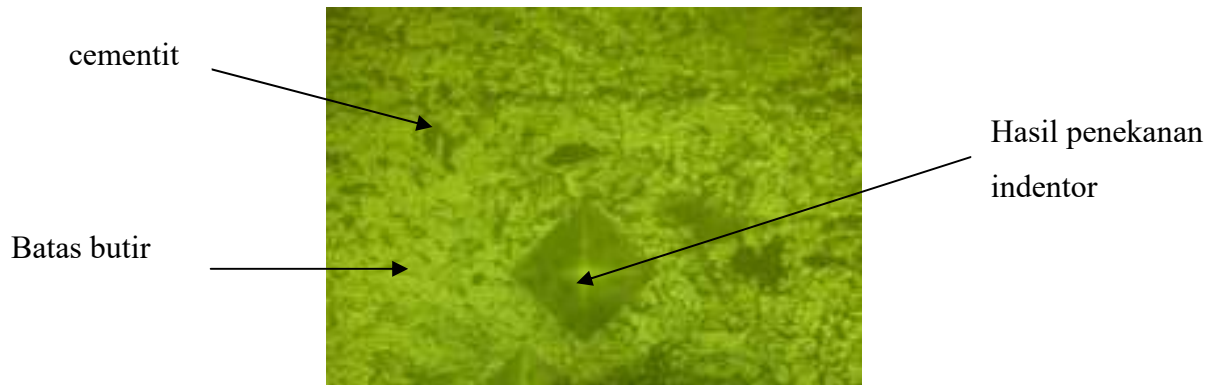
**Gambar 14.** Struktur mikro baja karbon VHN 244,45. Pembesaran lensa 400 x



**Gambar 15.** Struktur mikro baja karbon VHN 243,94. Pembesaran lensa 400 x



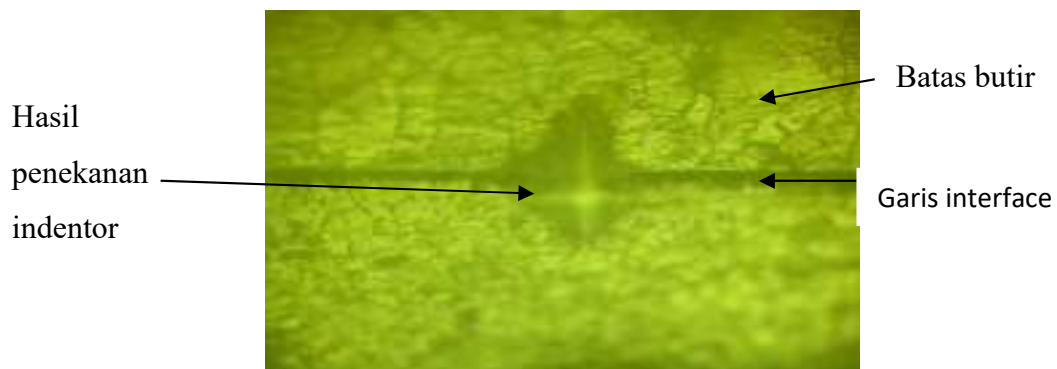
**Gambar 16.** Struktur mikro stainless steel VHN 212,22. Pembesaran lensa 400 x



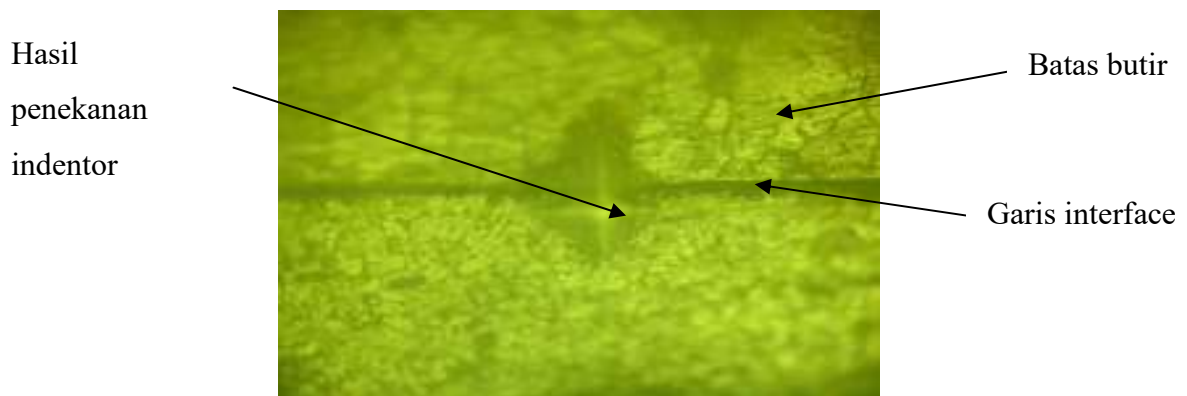
**Gambar 17.** Struktur mikro stainless steel VHN 212,27. Pembesaran lensa 400 x

**Tabel 5.** Hasil pengujian kekerasan pada daerah interface spesimen 2

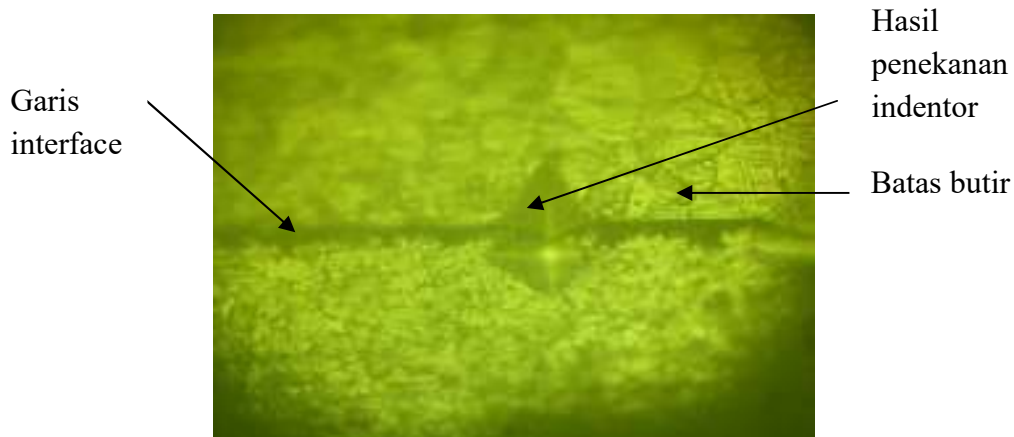
Pengujian	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Rata-rata
VHN	115.69	113.53	113.79	114.27	108.13	113.12



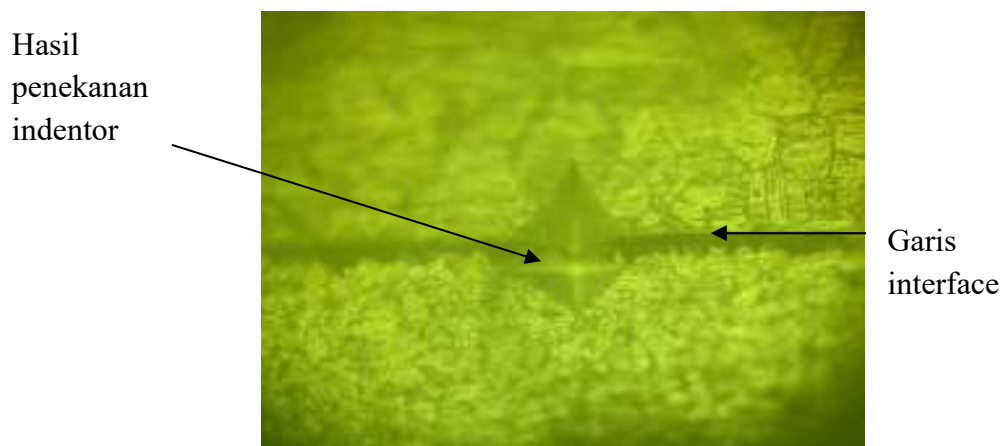
**Gambar 18.** Daerah interface VHN 115,69. Pembesaran lensa 400 x



**Gambar 19.** Daerah interface VHN 113,53. Pembesaran lensa 400 x



**Gambar 20.** Daerah interface VHN 114,27. Pembesaran lensa 400 x



**Gambar 21.** Daerah interface VHN 108,13. Pembesaran lensa 400 x

➤ **Spesimen 3**

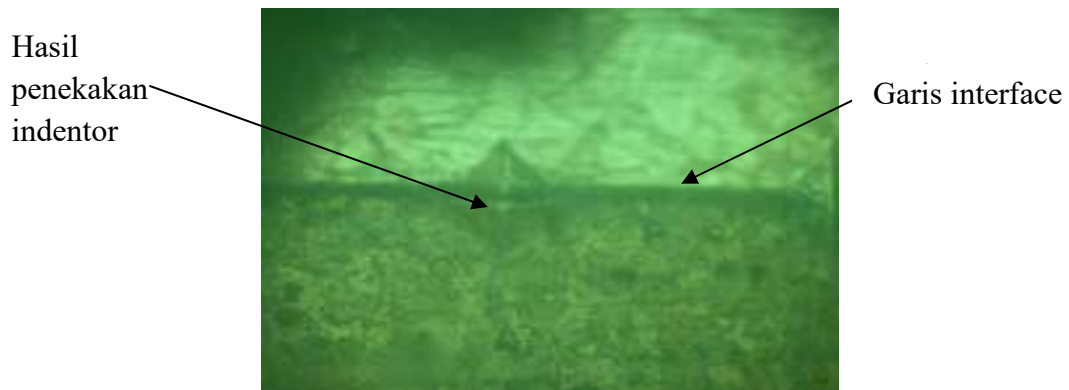
- temperatur pemanasan 950<sup>0</sup>C
- waktu penahanan 60 menit
- Dilakukan pembersihan permukaan secara mekanik dengan amplas 1200 mesh

**Tabel 6.** Hasil pengujian kekerasan pada spesimen 3

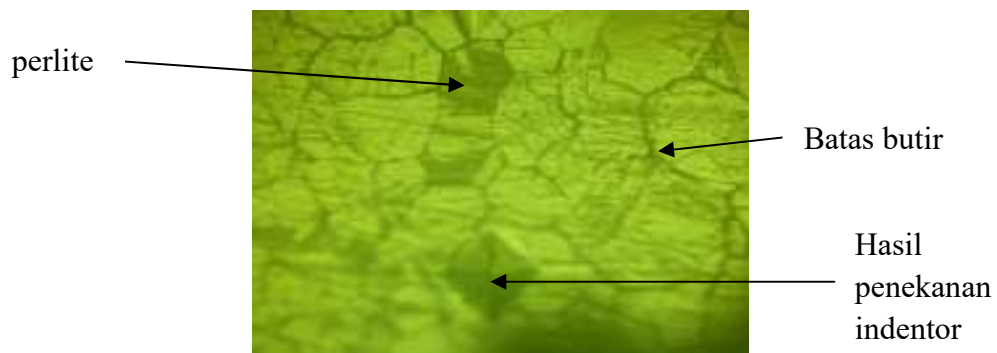
Area	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>rata-rata</sub>	VHN
Stainless steel	60.947	61.906	0.061426	147.40
	60.933	61.661	0.061272	148.15
interface	73.676	72.732	0.073204	103.79
Baja karbon	51.546	52.211	0.051878	206.66
	51.697	53.119	0.052448	202.19
Interface	72.795	73.852	0.073323	103.45
Stainless Steel	50.973	51.124	0.051048	213.43
	50.119	51.635	0.050877	214.87



**Gambar 22.** Struktur mikro stainless steel VHN 148,15. Pembesaran lensa 400 x



**Gambar 23.** Daerah interface baja karbon rendah dan stainless steel VHN 103,79



**Gambar 24.** Struktur mikro baja karbon rendah VHN 206,66



**Gambar 25.** Struktur mikro baja karbon rendah VHN 202,19.

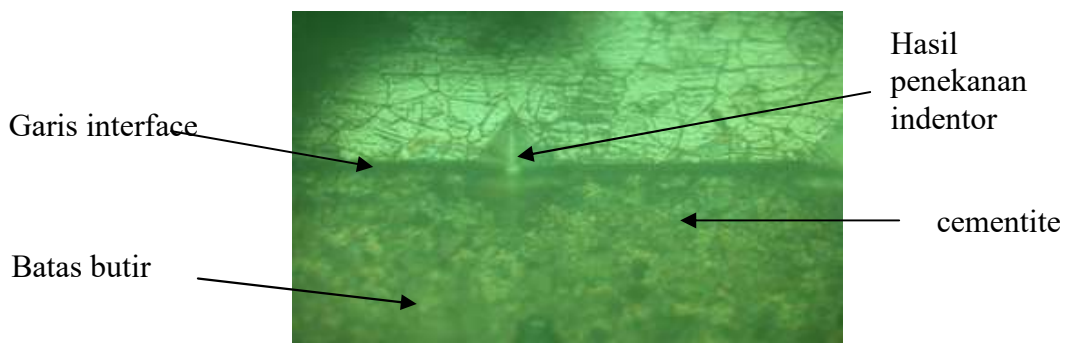


**Gambar 26.** Daerah interface baja karbon rendah dan stainless steel VHN 103,45.

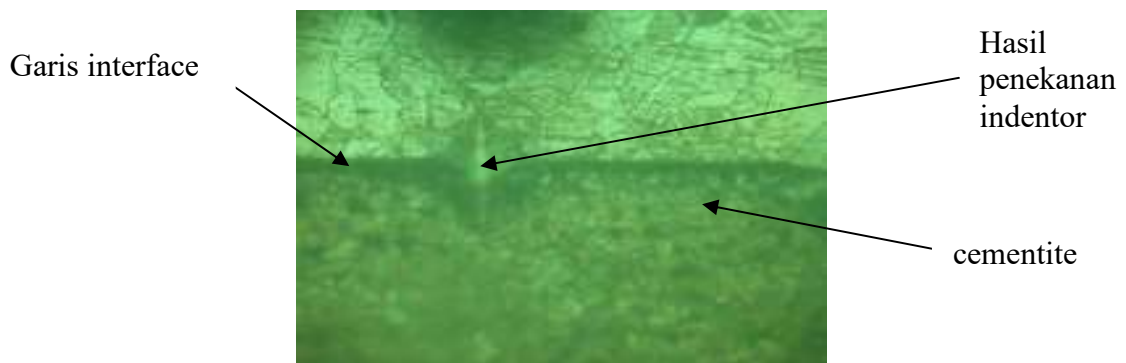
Dari 5 hasil uji kekerasan pada daerah interface baja dengan stainless steel maka di dapat hasil sebagai berikut.

**Tabel 7.** Hasil Pengujian Kekerasan Daerah Interface Spesimen 3

Pengujian	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Rata-rata
VHN	103,79	103,45	208,59	232,90	209,57	227,96

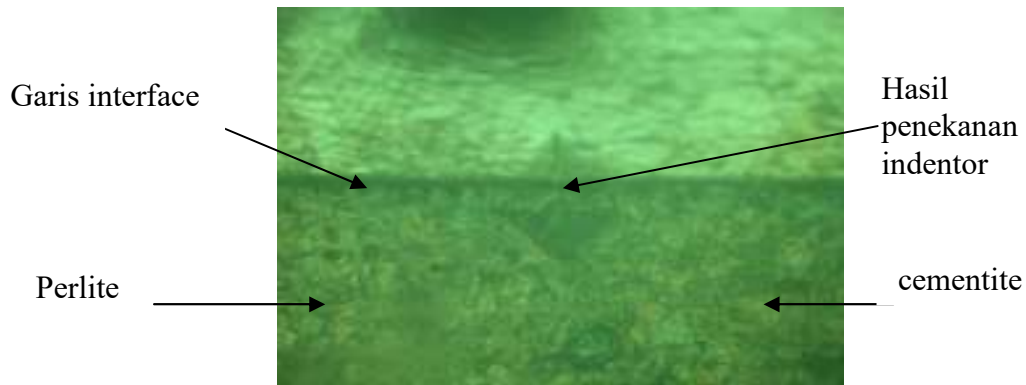


**Gambar 27.** Daerah interface VHN 103,79. Pembesaran lensa 400 x

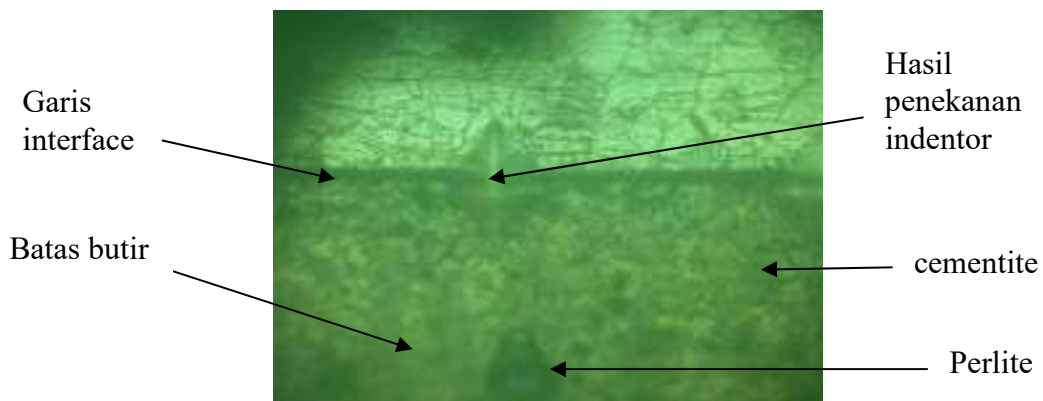


**Gambar 28.** Daerah interface VHN 103,48. Pembesaran Lensa 400 x





**Gambar 29.** Daerah interface VHN 208,59. Pembesaran Lensa 400 x



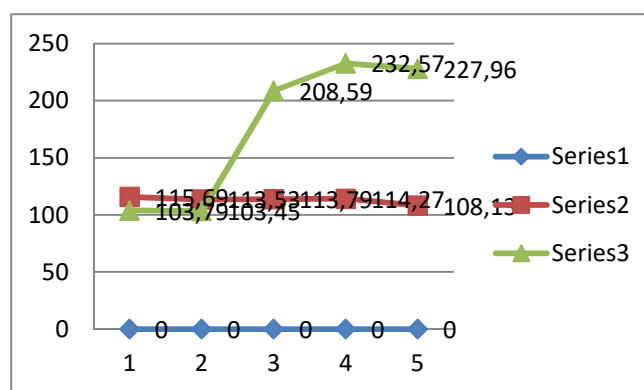
**Gambar 30.** Daerah interface VHN 232,90. Pembesaran lensa 400 x

**4.2. Analisa Data**

1. Dari hasil pengujian kekerasan interface spesimen 1,2,3 dengan pembersihan mekanik, maka diperoleh data

**Tabel 8.** Hasil pengujian kekerasan daerah interface spesimen 1,2,3.

Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
0	115.69	103.79
0	113.53	103.45
0	113.79	208.59
0	114.24	232.57
0	109.13	227.96



**Gambar 31.** Hasil pengujian kekerasan daerah interface spesimen 1,2,3

#### 4. KESIMPULAN

- Pada daerah interface spesimen 1 dengan waktu penahanan 60 menit dengan pembersihan mekanik tidak terjadi difusi, terdapat resin/ daerah kosong.
- Dari hasil pengujian kekerasan daerah interface spesimen 3 memiliki tingkat kekerasan yang cenderung stabil dari ke 8 titik pengujian pada daerah interface
- Dari hasil pengamatan foto hasil penelitian, didapat spesimen 3 dengan waktu penahanan 60 menit terjadi ikatan logam pelapis dengan logam induk yang lebih baik dibanding dengan specimen 1&2.
- Diharapkan spesimen yang mengalami proses pembersihan kimia (*pickling*) dengan menggunakan bahan kimia HCL + alkohol akan terbebas dari oksidasi pada permukaan spesimen. Namun pada saat pemanasan di dalam tungku berlangsung tidak terbebas dari oksigen, sehingga pada daerah interface terbentuk juga lapisan oksida yang menghambat laju difusi antar material cladding.
- Kebersihan dan kerataan permukaan spesimen sangat mempengaruhi tingkat keberhasilan kelekatan antar spesimen.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Callister Jr, William D, 2007, *Material and Engineering, An Introduction*, sixth edition, Jhon Wiley & Son. Inc
2. ASM Handbook , *Surface Engineering*, Vol 5
3. Hopkins, D.W., *Principles of Metal Surface Treatment and Protection*, Pergamon International Library, Second Edition, 2005.
4. Dian Yezhi Anggoro, Samsudi Raharjo, Solechan, “Pengaruh Pack carburizing dengan Arang Batok Kelapa Terhadap Kekerasan Roda Gigi Fly Wheel Daihatsu” *Majalah Ilmiah Teknik TRAKSI Vol. 13 No.1. 2013*.
5. Adi Dermawan, Mustaqim, Fajar Sidiq, “Pengaruh Temperatur Carburizing Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Sifat - Sifat Mekanis Baja S21C” *Jurnal Engineering*, Vol. 14 No. 1., 2017.
6. Muhammad Zuchry M. , “Pengaruh Karburasi Dengan Variasi Media Pendingin Terhadap Micro Struktur Baja Karbon”, *majalah Ilmiah MEKTEK*, Tahun XIII NO. 2, Mei 2011
7. Wiskocil Davis Troxell, “*The Testing and Inspection Of Engineering Materials*”, Third Edition, 2001
8. George F. Vander Voord, “*Metallography, Principles and Practice*”, Vol 36 , Mc. Graw Hill, 1984