

# Shielded Metal Arc Welding Cladding pada Shaft Wringer Roll

Slamet Wiyono<sup>1</sup>, Sunardi<sup>1</sup>, Widodo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: [maswie@untirta.ac.id](mailto:maswie@untirta.ac.id)

## ABSTRAK

*Cladding merupakan proses pelapisan logam dengan logam lainnya dengan cara pengerolan panas atau pengelasan. Tujuan dilakukan cladding adalah untuk memberikan tambahan lapisan luar pada permukaan material yang mengalami keausan untuk mendapatkan kembali dimensi awal. Pada prakteknya, proses cladding ini akan menyebabkan perubahan struktur pada material akibat proses pemanasan yang diberikan selama proses cladding berlangsung. Berdasarkan data histori perbaikan shaft wringer roll, perbaikan shaft wringer roll telah dilakukan dengan metode cladding menggunakan shielded metal arc welding [SMAW] namun belum diperoleh hasil yang optimal. Tujuan penelitian ini adalah menentukan kombinasi dan level parameter yang sesuai untuk rekomendasi proses perbaikan selanjutnya. Shaft wringer roll yang digunakan sebagai sampel adalah milik salah satu perusahaan baja terbesar di Kota Cilegon. Material shaft tersebut adalah AFNOR 25CD4 [SAE 4130] dan elektroda Nikko Steel RD-18B yang memiliki karakteristik mirip dengan material shaft wringer roll. Proses cladding dilakukan menggunakan tiga parameter cladding yang dikelompokkan dalam dua level parameter, yaitu arus cladding (110 A dan 170 A), kecepatan cladding (3 mm/s dan 7 mm/s), dan perlakuan panas (tanpa preheating dan preheating pada 200 oC selama 1 jam). Melalui pendekatan full factorial design experiments didapatkan delapan kombinasi parameter proses cladding. Hasil penelitian diperoleh perubahan struktur mikro dan kekerasan material yang paling mendekati raw material adalah sampel dengan parameter cladding menggunakan arus las 110 A, kecepatan pengelasan 3 mm/s, dan diberikan pemanasan awal.*

**Kata Kunci:** parameter cladding, shielded metal arc welding, shaft wringer roll

## ABSTRACT

*Cladding is a metal coating process with other metals by means of hot rolling or welding. The purpose is to provide additional cladding outer layer of the surface material of wear to get back the original dimension. In practice, this cladding process will cause structural changes in the material due to the heating process is given during the cladding process takes place. Based on historical data Wringer roll shaft repair, repair shaft Wringer roll has been done by the method of cladding using shielded metal arc welding [SMAW] but has yet to obtain optimal results. Tujuan this study is to determine the combination and level appropriate parameters for subsequent repair process recommendations. Shaft Wringer roll is used as the sample is owned by one of the largest steel companies in the city of Cilegon.*

*The shaft material is AFNOR 25CD4 [SAE 4130] and elektroda Nikko Steel RD-18B that has characteristics similar to the material Wringer roll shaft. The process of cladding carried out using three parameters cladding, which are grouped into two level parameters, the current cladding (110 A and 170 A), speed cladding (3 mm / s and 7 mm / s), and heat treatment (without preheating and preheating at 200 oC for 1 hour). Approach through full factorial design experiments obtained eight combinations cladding process parameters. The results were obtained changes in microstructure and hardness of material that comes closest to raw material is sampled with cladding parameters using welding current 110 A, welding speed of 3 mm / s, and given preheating.*

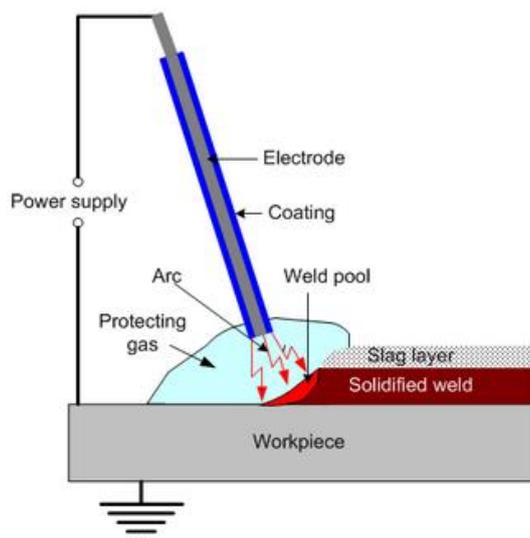
**Keywords:** *cladding parameters, shielded metal arc welding, shaft wringer roll*

## 1. PENDAHULUAN

Pada umumnya setiap komponen mekanikal akan mengalami penurunan dari fungsi seiring bertambahnya umur pakai. Penurunan fungsi ini salah satunya disebabkan oleh gesekan dengan komponen mekanikal lainnya maupun bongkar pasang saat perawatan sehingga menyebabkan keausan. Sebagaimana pada kasus *shaft wringer roll* yang dipasangkan dengan *bearing*, setiap bulan harus dilakukan bongkar pasang *bearing* pada *shaft wringer roll* untuk tujuan perawatan. Akibat seringnya bongkar pasang *bearing* mengakibatkan permukaan *shaft* menjadi aus sehingga *shaft* tidak bisa digunakan lagi. Salah satu metode paling mudah untuk perbaikan keausan permukaan yang selama ini sering digunakan adalah dengan cara proses *cladding*. *Cladding* adalah proses penambahan *layer* pada permukaan *shaft* untuk memberikan tambahan lapisan luar, selanjutnya di-*machining* untuk membentuk kembali dimensi *shaft* [Alan, Brooker, 2002]

Selama proses *cladding* berlangsung, material *shaft* akan mengalami pemanasan yang dapat mengakibatkan perubahan struktur mikro pada material *shaft*, dimana perubahan struktur mikro berpengaruh terhadap kekuatan dan keuletan material *shaft* itu sendiri. Apabila proses *cladding* tidak dikontrol dapat berakibat material tersebut berubah menjadi getas dan berpotensi patah saat *shaft* dibebani [Miller, 2015].

Beberapa macam metode *cladding yang umum dilakukan* adalah *roll bonded cladding* dan *weld overlay cladding* [Welding Handbooks, 1985]. *Roll bonded cladding* [RBC] adalah *cladding* dimana plat induk dan plat *cladding* digabungkan dengan proses pengerolan panas. Sebelum dilakukan pengerolan panas, bagian tepi dari plat yang sudah disusun dilakukan pengelasan untuk mencegah udara masuk selama proses pengerolan panas. *Cladding* dengan sistem ini biasanya dilakukan pada plat untuk material pipa air atau bejana tekan untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi. Sedangkan *weld overlay cladding* [WOC] adalah metode *cladding* dimana lapisan logam *cladding* depositkan pada permukaan logam induk dengan menggunakan proses *arc-metal welding*. *Cladding* jenis ini dapat dilakukan dengan menggunakan *shielded metal arc welding* [SMAW], *submerged arc welding* [SAW] dan *gas metal arc welding* [GMAW]. Pada saat *cladding* elektroda las ini yang akan menentukan sifat pelapis pada proses *cladding* [J.S. Davis and Associates, 1994, Alan, Brookes J., 2002].



Gambar 1. Prinsip *shielded metal arc welding*

Pencairan logam las pada saat *cladding* menyebabkan adanya perubahan fasa logam dan terjadi perubahan struktur mikro dalam *deposit* logam las dan logam dasar [workpiece] yang terkena pengaruh panas. [Hussein N.I.S, et. all. 2013, Putri, F. 2009].

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kasus pada shaft wringer roll milik salah satu perusahaan baja terbesar di Kota Cilegon. Shaft wringer roll seringkali mengalami patah pada masa pakai yang pendek setelah dilakukan perbaikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan kekerasan dan struktur mikro material *shaft wringer roll* sekaligus memperoleh parameter *cladding* yang sesuai untuk perbaikan *shaft wringer roll*.

Metode penelitian yang diterapkan pada kasus ini adalah memvariasikan parameter *cladding* dengan pendekatan *full factorial design experiments* [Montgomery, D. 2013]. Parameter yang digunakan adalah arus las, kecepatan pengelasan dan proses perlakuan pada suhu ruang dan pemanasan awal. Material *Shaft wringer roll* AFNOR 25CD4 [SAE 4130] dan elektroda *Nikko Steel RD-18B*.

**Tabel 1. Komposisi material SAE 4130**

C	Si	Mn	Cr	Mo
0.25	0.25	0.7	1.05	0.25

**Tabel 2. Parameter proses cladding**

Level	Arus, ampere	Kecepatan, mm/s	Preheating, °C
High [+]	170	7	200
Low [-]	110	3	0

Melalui pendekatan full factorial design experimental dihasilkan delapan variasi perlakuan yang harus diberikan pada sample. Proses *cladding* dilakukan menggunakan *shielded metal arc welding* [SMAW].

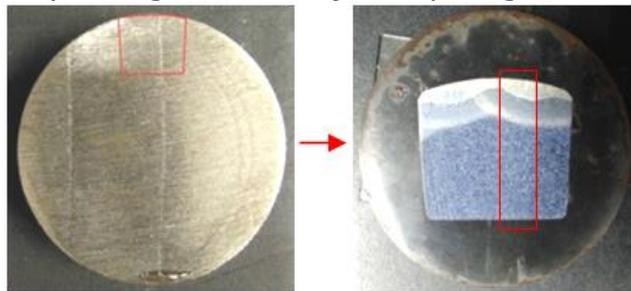
Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran lensa 500x, kemudian dilakukan pengambilan gambar dari masing-masing sample yang diamati.

Sedangkan pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *Vickers* menggunakan *diamond pyramid indenter* dengan beban penekanan sebesar 300 Kgf. Pengujian dilakukan pada titik-titik yang ditentukan yang akan diamati kemudian diukur panjang diagonal rata-ratanya dan selanjutnya dihitung nilai kekerasannya.

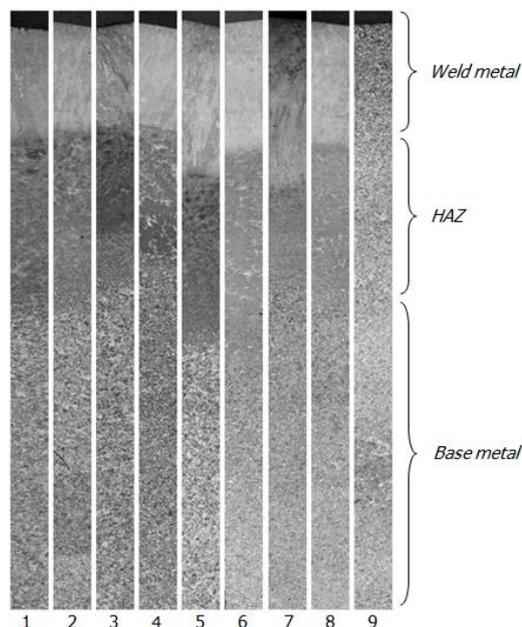
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Struktur Mikro

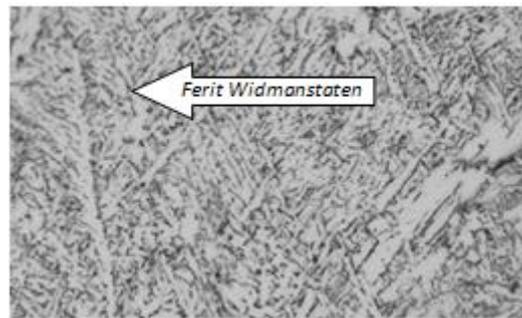
Pengambilan gambar struktur mikro dilakukan dengan mikroskop optik dengan perbesaran yang bisa dipilih sesuai kebutuhan. Dilakukan pengamatan struktur mikro pada masing-masing sampel sesuai parameternya sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut ini.



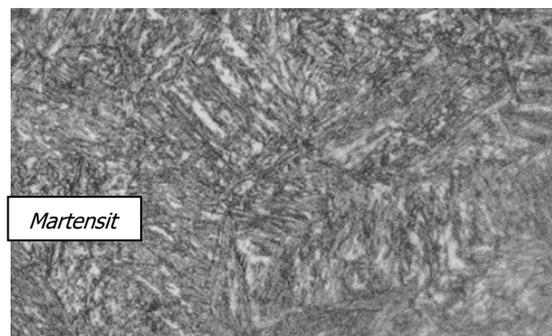
**Gambar 2. Potongan sampel**



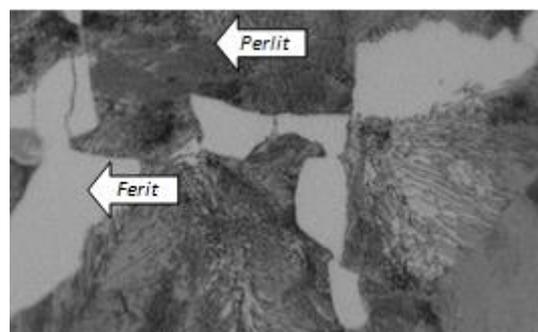
**Gambar 3. Struktur mikro sampel 1 sampai 9 dengan pembesaran 50X**



**Gambar 4. Struktur mikro area *weld metal* dengan pembesaran 500X**



**Gambar 5. Struktur mikro area *HAZ* dengan pembesaran 500X**



**Gambar 6. Struktur mikro area *base metal* dengan pembesaran 500X**

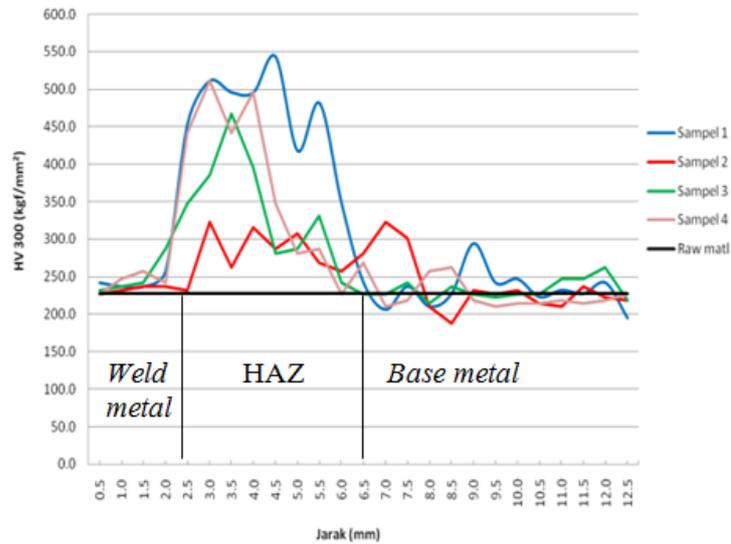
Untuk sampel 1 sampai dengan sampel 8 susunan struktur mikronya hampir sama karena adanya pengaruh proses *cladding*, dimana terdapat struktur campuran kawat las dan *base metal* pada permukaan terluar, kemudian *heat affected zone (HAZ)* dan *base metal* di bagian bawahnya, hanya saja luasan area antara sampel satu dengan lainnya berbeda karena adanya perbedaan parameter *cladding* yang dilakukan terhadap masing-masing sampel. Dalamnya penetrasi lasan dipengaruhi oleh besarnya arus las yang diberikan, sedangkan perubahan struktur mikro yang terjadi dipengaruhi oleh arus las, kecepatan las dan ada tidaknya *preheating*.

### **3.2 Hasil Uji Kekerasan *Micro Vickers***

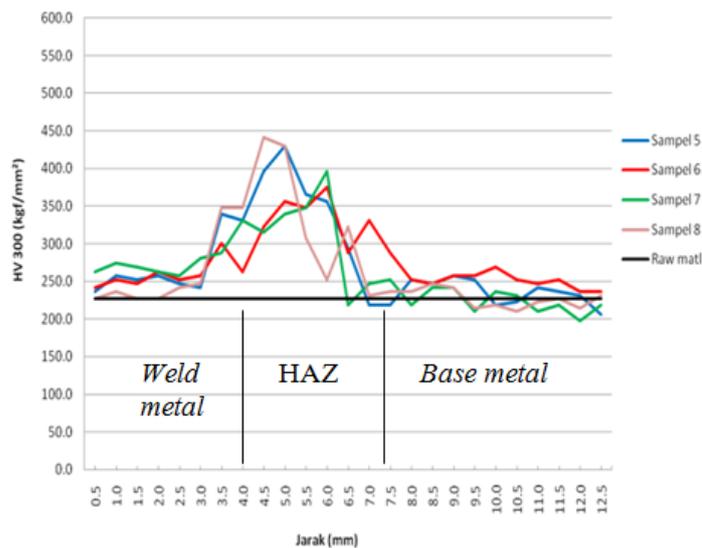
Kekerasan logam didefinisikan sebagai ketahanan material terhadap pembebanan atau penetrasi yang diterima dari alat penguji. Alat uji kekerasan menekankan piramida atau

kerucut intan ke permukaan logam dengan beban 300 kgf. Bilangan kekerasan *vickers* (HV) didefinisikan sebagai beban dibagi dengan luas permukaan jejak piramida dan dinyatakan dalam satuan kgf/mm<sup>2</sup>.

Pengujian kekerasan tiap sampel dilakukan pada 5 titik yang berbeda untuk mendapatkan nilai rata-rata kekerasan pada sampel. Untuk pembandingnya adalah sampel 9 (*raw material*) karena merupakan sampel yang tidak di *cladding*.



a. Grafik uji kekerasan sampel 1, 2, 3 dan 4



b. Grafik uji kekerasan sampel 5, 6, 7 dan 8

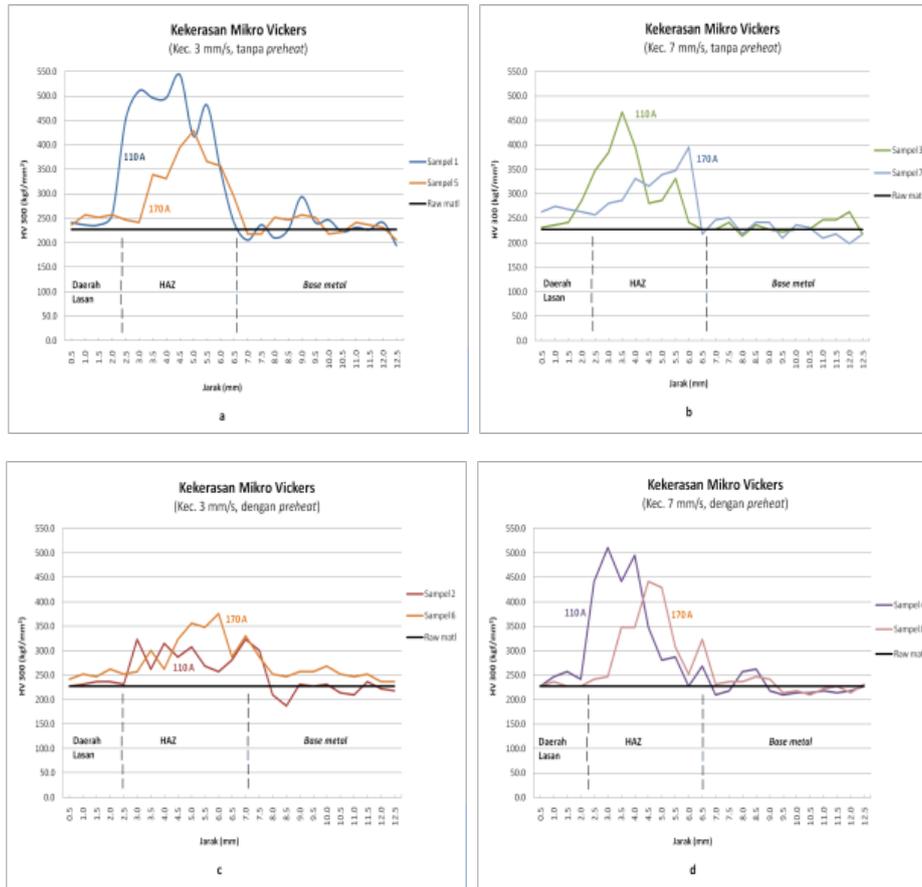
**Gambar 7. Grafik hasil uji kekerasan**

Pada sampel 1, area 2 mm sampai 5,5 mm dari tepi sampel merupakan daerah HAZ dimana *cladding* dengan parameter arus 110A, kecepatan 3 mm/s dan tanpa *preheating* menghasilkan panas yang tinggi dan material mengalami penurunan temperatur kembali dalam waktu yang

cepat dan akibatnya terjadi struktur mikro yang didominasi oleh *martensit* yang sifatnya keras. Pada sampel 2, area 2,5 mm sampai 7 mm dari tepi sampel merupakan daerah HAZ dimana *cladding* dengan parameter arus 110A, kecepatan 3 mm/s dan dengan *preheating* menghasilkan panas yang tinggi dan material mengalami penurunan temperatur kembali dalam waktu yang lama karena sebelumnya ada proses *preheating*. Hal ini mengakibatkan terjadi struktur mikro yang mengandung *martensit* dengan kekerasan sedikit di atas *raw material*. Pada sampel 3, area 2.5 mm sampai 5.5 mm dari tepi sampel merupakan daerah HAZ dimana *cladding* dengan parameter arus 110A, kecepatan 7 mm/s dan tanpa *preheating* menghasilkan panas yang lebih rendah dan material mengalami penurunan temperatur kembali dalam waktu yang cukup cepat. Hal ini mengakibatkan terjadi struktur mikro yang banyak mengandung *martensit* sehingga kekerasannya tinggi. Pada sampel 4, area 2.5 mm sampai 4.5 mm dari tepi sampel merupakan daerah HAZ dimana *cladding* dengan parameter arus 110A, kecepatan 7 mm/s dan dengan *preheating* menghasilkan panas yang agak rendah dan material mengalami penurunan temperatur kembali dalam waktu yang cukup cepat. Meskipun sudah dilakukan *preheating*, karena *inputan* panas dari proses *cladding* masih agak rendah mengakibatkan area HAZ ini terjadi struktur mikro yang banyak *martensit* dengan kekerasan hampir menyerupai sampel 1. Pada sampel 5 area 3 mm sampai 6 mm dari tepi sampel merupakan daerah HAZ dimana *cladding* dengan parameter arus 170 ampere, kecepatan 3 mm/s dan tanpa *preheating* menghasilkan panas sangat tinggi dan material mengalami penurunan temperatur kembali dalam waktu yang agak cepat dan akibatnya terjadi struktur mikro banyak terjadi *martensit* yang sifatnya keras terutama di area 3 mm dari tepi sampel. Pada sampel 6 area 3.5 mm sampai 7 mm dari tepi sampel merupakan daerah HAZ dimana *cladding* dengan parameter arus 170 ampere, kecepatan 3 mm/s dan dengan *preheating* menghasilkan panas sangat tinggi dan material mengalami penurunan temperatur kembali dalam waktu yang lama karena sebelumnya ada proses *preheating*. Daerah HAZ pada sampel ini sangat panjang dikarenakan adanya *input* panas yang sangat besar akibat arus besar dan kecepatan *cladding* yang pelan. Hal ini mengakibatkan terjadi struktur mikro yang area 3.5 mm sampai 6.5 mm banyak mengandung *martensit* dan kekerasannya cukup tinggi, sedangkan area 7 mm sampai 10 mm banyak mengandung *ferit* dan *perlit* dengan bentuk kecil yang memiliki kekerasan sedikit di atas *raw material*. Pada sampel 7 area 3 mm sampai 6 mm dari tepi sampel merupakan daerah HAZ dimana *cladding* dengan parameter arus 170 ampere, kecepatan 7 mm/s dan tanpa *preheating* menghasilkan panas yang sedang dan material mengalami penurunan temperatur kembali dalam waktu yang cukup cepat. Hal ini mengakibatkan terjadi struktur mikro yang banyak *martensit* sehingga kekerasannya tinggi dibanding *raw material*. Pada sampel 8 area 3.5 mm sampai 6.5 mm dari tepi sampel merupakan daerah HAZ dimana *cladding* dengan parameter arus 170 ampere, kecepatan 7 mm/s dan dengan *preheating* menghasilkan panas yang sedang dan material mengalami penurunan temperatur kembali dalam waktu yang agak cepat. Meskipun sudah dilakukan *preheating*, karena *inputan* panas dari proses *cladding* masih agak rendah mengakibatkan area HAZ ini terjadi struktur mikro yang banyak *martensit* dengan kekerasan sangat tinggi terutama pada area 4 mm.

Dengan membandingkan semua sampel (1 sampai 8) pada Gambar 3 maka terlihat bahwa sampel 2 memiliki struktur mikro yang paling bagus dibanding sampel-sampel lainnya yang dilakukan proses *cladding*. Struktur mikro yang bagus ini diperoleh dari parameter *cladding* menggunakan arus las 110A, kecepatan pengelasan 3 mm/s dan dilakukan proses *preheating*.

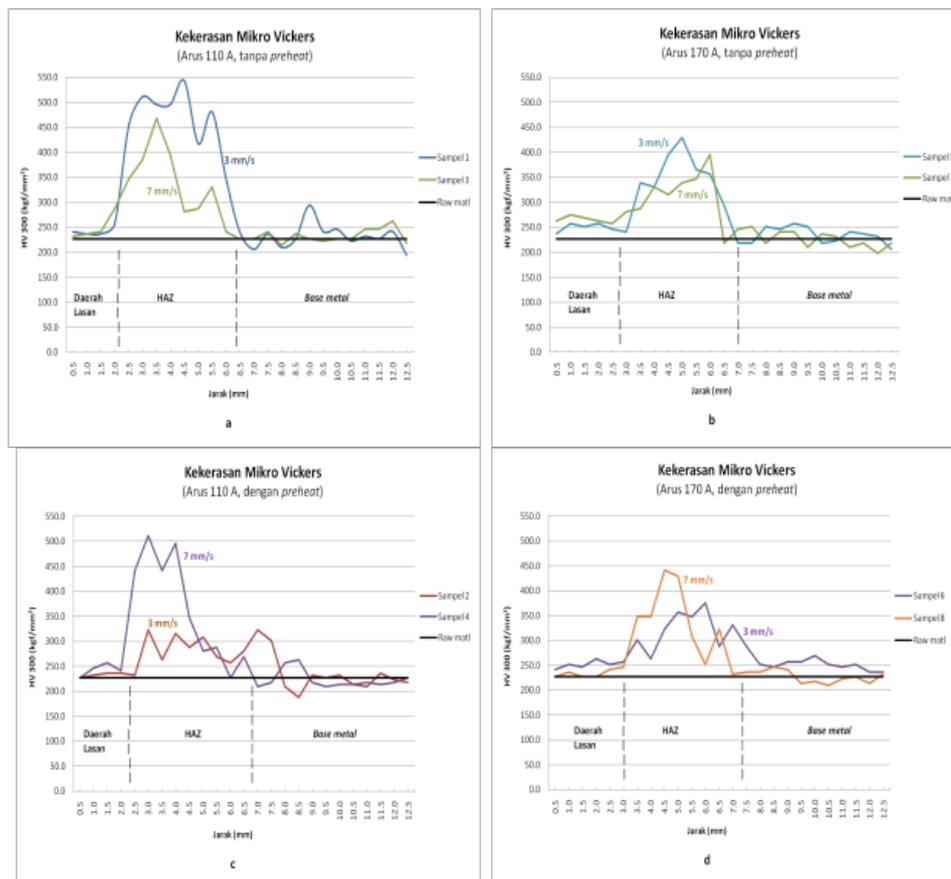
### 3.3 Tinjauan pengaruh parameter *cladding*



**Gambar 8. Grafik uji kekerasan dengan tinjauan perbedaan arus cladding**

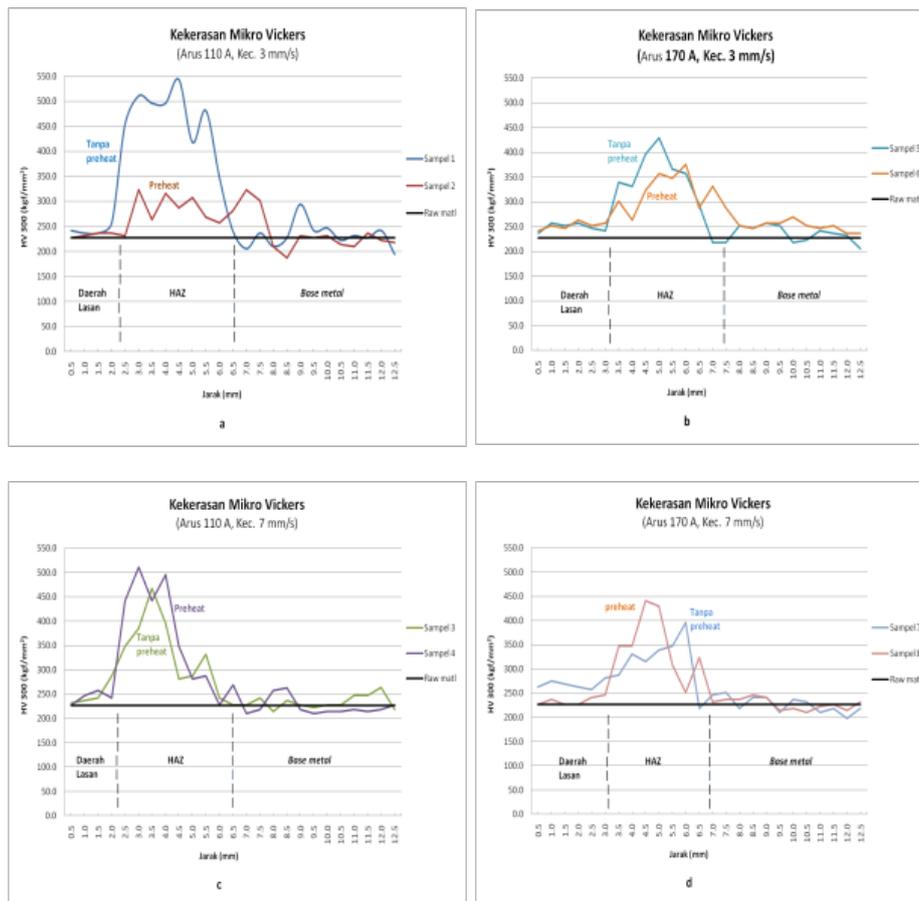
Dari gambar 8 menunjukkan bahwa proses *cladding* dengan perbedaan arus las hasilnya relatif sama. Terlihat pada gambar 8c dengan arus 110 A dan 170 A kekerasan sampel mendekati *raw material*, sedangkan pada gambar 8a, 8b dan 8d hasil lasan memiliki kekerasan yang sama-sama lebih tinggi dari *raw material*.

## Shielded Metal Arc Welding Cladding pada Shaft Wringer Roll



**Gambar 9. Grafik uji kekerasan dengan tinjauan perbedaan kecepatan cladding**

Dari gambar 9a dan 9b menunjukkan proses *cladding* dengan kecepatan 3 mm/s menghasilkan kekerasan lebih tinggi dibanding dengan menggunakan kecepatan 7 mm/s. Sedangkan pada gambar 9c dan 9d terlihat bahwa proses *cladding* dengan kecepatan 3 mm/s menghasilkan kekerasan yang mendekati *raw material*, hal ini diakibatkan karena adanya proses *preheating*.



**Gambar 10. Grafik uji kekerasan dengan perbedaan *preheating***

Dari gambar 10a dan 10b menunjukkan proses *cladding* dengan dilakukan *preheating* akan memberikan pengaruh besar, sehingga kekerasan sampel mendekati *raw material*. Sedangkan pada gambar 10c dan 10d terlihat bahwa *cladding* dengan dilakukan *preheating* tidak berpengaruh pengaruh besar dan hasil akhir kekerasan hampir sama dengan tanpa *preheating*, hal ini diakibatkan karena kecepatan pengelasan yang tinggi (7 mm/s).

#### 4. KESIMPULAN

Nilai kekerasan material meningkat setelah dilakukan proses *cladding*, terutama pada *heat affected zone (HAZ)* dengan variasi kekerasan yang berbeda sesuai perlakuan *cladding* yang diterima material. Peningkatan kekerasan area HAZ diakibatkan karena pengaruh panas dari proses *cladding* sehingga pada struktur mikronya terbentuk martensit yang sifatnya keras tetapi getas. Proses *cladding* menggunakan arus las 110 A, kecepatan pengelasan 3 mm/s dan dengan *preheating*, akan menghasilkan panas yang tinggi dan material mengalami penurunan temperatur kembali dalam waktu yang cukup lama sehingga didapatkan hasil *cladding* yang paling baik dimana struktur mikro dan kekerasan yang dihasilkan paling mendekati material aslinya.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Laboratorium Metalografi PT Krakatau Steel atas dukungannya dalam penyelesaian penelitian ini.

### DAFTAR RUJUKAN

- Alan, Brookes J., 2002, "Cladding of Cladding 3rd Edition", Blackweel, UK.
- Hussein N.I.S, et. All. 2013. Preliminary study of on cladding process on gray cast Iron substrate. International Journal of Research in Engineering and Technology
- J.S. Davis, Davis and Associates. 1994. Stainless steel clading and weld overlays. ASM International
- Miller, 2015. Welding, cladding and heating solution. <http://www.itw-welding.com>.
- Montgomey, D. 2013. Design and Analysis of Experiments.SAS Institute, Inc.
- Putri, F., 2009, "Pengaruh besar arus listrik dan panjang busur api terhadap hasil pengelasan", Jurnal Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Welding Handbooks*, 1985. " *Weld Overlay Cladding*", AWS, New York.

