

Pengaruh Variasi Suhu Pemanas Awal Terhadap Karakteristik Lapisan Ni-Cr Pada Baja Karbon Sedang Dengan Metode *Powder Flame Spray Coating*

Edwin Reynaldo, I Made Widiyarta, I Made Parwata
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Pemanasan awal dalam metode *powder flame spray coating* sangat dibutuhkan untuk mengurangi tegangan sisa yang terjadi selama pelapisan dan untuk menggabungkan antara material pelapis dan material inti agar dapat melekat dengan baik. Pemanasan awal juga akan mempengaruhi nilai kekerasan dari materialnya. Pada penelitian *powder flame spray coating* ini, menggunakan baja karbon sedang (ST-60) sebagai material induk dan material pelapis nikel chromium (Ni-Cr). Suhu yang digunakan untuk melakukan pemanasan awal dimulai dari 300°C, 400°C sampai ke 500°C dengan menggunakan tekanan oksigen 4×10^5 Pa dan tekanan asitilin 9×10^4 Pa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material pelapis memiliki nilai kekerasan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan material induknya, nilai kekerasan tertinggi berada pada suhu pemanasan awal 500°C yang mencapai 742 VHN, sedangkan material induk hanya 191 VHN. Ini menunjukkan bahwa material yang dilapisi Ni-Cr jauh lebih baik dibandingkan dengan material yang tidak dilapisi.

Kata Kunci: Baja Karbon, Kekerasan, Ni-Cr, *Powder Flame Spray Coating*, Pemanasan Awal

Abstract

Preheating in the process of powder flame spray coating was needed to reduce residual stresses and make a good bounding of the coating material on the surface of the substrate, preheat may also cause the hardness of material to change. This studies, powder flame spray coating using a medium carbon steel (ST-60) as the substrate and the coating material is Ni-Cr. Preheating performed on the material with different temperatures (300°C, 400°C and 500°C) with a pressure of oxygen 4×10^5 Pa and asitilin pressure of about 9×10^4 Pa. The results show that the coating material has a hardness value higher than the hardness of substrate, where increasing temperatures of preheat the hardness value increase. The highest hardness occurs at preheat temperature of 500°C which is about 742 VHN for the coating layer and the hardness of the substrate is about 191 VHN. This indicates that the material with Ni-Cr coating better than the uncoated material.

Key Search: Carbon Steel, Hardness, Ni-Cr, *Powder Flame Spray Coating*, *Preheat*

1. Pendahuluan

Banyak komponen dari logam pada kendaraan mengalami kontak satu dengan yang lain sehingga mengalami gesekan contohnya pada roda gigi dan poros. Akibat dari kontak/gesekan tersebut komponen dari kendaraan mengalami kegagalan material yaitu keausan yang dapat menyebabkan berkurangnya umur pakai dari material. Banyak cara yang digunakan untuk meningkatkan ketahanan aus material yaitu meningkatkan kekerasan permukaan material dan pemberian pelumas terhadap material tersebut, Salah satu cara terbaik yang digunakan untuk meningkatkan kekerasan permukaan material yaitu dengan menggunakan *thermal spray coating*. Pelapisan *thermal spray* adalah suatu proses pelapisan dimana bahan baku dipanaskan dan diteteskan ke permukaan. Dalam *thermal spray*,

material dapat berupa serbuk (*powder*), kawat atau batang dan dimasukkan ke dalam *flame* yang dihasilkan oleh *spray gun*, dimana material akan meleleh dan disemprot secara cepat menuju material inti yang akan dilapisi [1]. Penelitian sebelumnya [2], meneliti tentang ketahanan aus lapisan Ni-Cr pada dinding silinder liner yang juga meneliti dengan metode *thermal spray coating*. Dari hasil penelitian terlihat bahwa material yang tidak dilapisi memiliki nilai kekerasan dan keausan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan material yang telah dilapisi Ni-Cr dengan menggunakan metode *powder flame spray coating*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi suhu pemanasan awal terhadap karakteristik lapisan Ni-Cr sehingga dapat memperpanjang umur pakai material.

Dalam proses pelapisan ini, permasalahan yang akan dikaji, yaitu:

Bagaimana pengaruh variasi suhu pemanasan awal terhadap karakteristik (fisik dan mekanis) lapisan Ni-Cr.

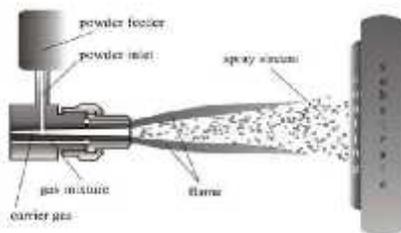
Beberapa batasan yang ditetapkan dalam penelitian ini meliputi, temperatur lingkungan kerja *powder flame spray coating* yang digunakan *ambient*(suhu ruangan), spesimen/benda uji terbebas dari korosi dan debu yang menempel, ketebalan pelapisan Ni-Cr dimulai dari 50 μm sampai 6.5 mm dan waktu pelapisan dengan menggunakan *powder flame spray coating* kurang lebih 120 detik/benda uji.

2. Dasar teori

Baja karbon adalah baja yang memiliki kandungan karbon dari 0 sampai 2 %, dimana sifat baja di pengaruhi oleh kandungan unsur karbonnya semakin banyak kandungan karbon maka semakin keras dan rapuh sifat baja tersebut [3]. Baja karbon di klasifikasikan menjadi 3 yaitu baja karbon rendah, sedang dan tinggi, dimana baja karbon rendah dengan kandungan karbon kurang dari 0,3 %, baja karbon sedang yang memiliki kandungan karbon 0,3 sampai 0.59 % dan baja karbon tinggi dengan kandungan karbon 0,6 sampai 2 %.

Pelapisan *thermal spray* adalah suatu proses dimana bahan baku pelapis yang digunakan dipanaskan dan disemprotkan ke atas permukaan material. Dalam *thermal spray*, material yang bisa digunakan berupa serbuk (*powder*), kawat atau batang yang dimasukkan ke dalam *flame* yang dihasilkan oleh *spray gun*, dimana bahan baku pelapis tersebut akan meleleh dan harus disemprot secara cepat menuju material inti yang akan dilapisi [1].

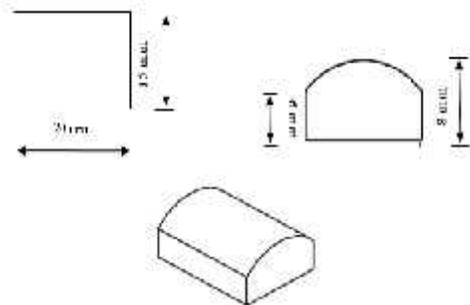
Powder flame spray coating merupakan salah satu contoh dari *thermal spray coating*, dimana pada prosesnya bahan bakar yang digunakan untuk membakar material pelapis berupa oksigen dan asitilin. Dan proses pelapisanya dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 Skema *powder flame spray* [4]

3. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan untuk proses penelitian dan pengujian *powder flame spray coating* terdiri dari spesimen uji yaitu baja karbon sedang (St-60) sebagai material inti, serbuk paduan Ni-Cr yang digunakan sebagai bahan pelapis dalam proses *powder flame spray coating*, resin yang digunakan sebagai untuk membantu dalam proses grinding spesimen dalam uji metalografi dan autosol yang digunakan sebagai Bahan *polishing* sebelum spesimen di uji *metalografi*, sedangkan alat-alat yang digunakan pada proses pelapisan ini terdiri dari jangkas sorong yang digunakan untuk membuat spesimen uji, alat *sandblasting* yang digunakan untuk membersihkan spesimen dari debu dan karat, *ultrasonic cleaner* digunakan untuk mencuci spesimen setelah proses *sandblasting*, oksigen dan asitilin yang digunakan sebagai bahan bakar pada saat proses *powder flame spray coating*, penggaris digunakan untuk mengukur jarak benda uji dengan nosel, *thermometer gun* digunakan untuk mengukur variasi suhu pemanasan awal dari 300°C, 400 °C dan 500°C, Selain itu alat lain yang digunakan adalah *image j* dan mikroskop dimana *image j* digunakan untuk menghitung besar porositas dan oksidasi yang terjadi sedangkan mikroskop optik digunakan untuk melihat ketebalan pada proses *powder flame spray coating* dan melihat karakteristik lapisan yang terjadi pada setiap variasi pemanasan awalnya.



Gambar 2 Dimensi spesimen Uji

Bahan uji (Baja karbon sedang) dibentuk dengan ukuran $l = 15 \text{ mm}$, $p = 20 \text{ mm}$ dan $t = 8 \text{ mm}$. (gambar 2).

Selanjutnya akan dilakukan *sandblasting* untuk menghilangkan debu dan kotoran yang ada pada material uji dengan parameter sebagai berikut :

Tabel 1 Parameter sandblasting [4]

Parameter	Satuan
Jarak Nosel	6 cm
Tekanan Udara	8 x 10 ⁵ Pa
Sudut Nosel	90°
Waktu (t)	60 detik
Mass flowrate	0,018 kg/s

Spesimen yang telah di *sandblasting* kemudian dilakukan pembersihan dengan *ultrasonic bath* selama 480 detik menggunakan alkohol. Selanjutnya spesimen yang telah dibersihkan dilakukan pemanasan awal pada spesimen hingga temperature 300°C, 400°C dan 500°C, kemudian dilanjutkan dengan proses *coating* dengan powder Ni-Cr menggunakan parameter sebagai berikut:

Tabel 2 Parameter Proses Coating:

Parameter	Satuan
Bahan Bakar	Oksigen dan Asitilin
Sudut Nosel	90°
Jarak nosel	100 mm
Tekanan Oksigen	4 x 10 ⁵ Pa
Tekanan Asitilin	9 x 10 ⁴ Pa
Diameter nosel	1,9 mm
Mass flowrate	0, 04 gr/s

Setelah dilakukan proses pelapisan dengan metode *powder flame spray coating* maka tahap selanjutnya adalah melakukan uji kekerasan dengan metode *vikers hardness number* dan uji metalografi untuk melihat karakteristik yang terjadi pada lapisan.

4. Hasil dan pembahasan

4.1. Uji kekerasan *Vickers Hardness Number*

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan uji kekerasan *Vickers* dengan standart ASTM E 384 pada pembebanan 1 kg dan dilakukan pengujian dari lapisan turun kebawah sampai substrat, kekerasan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [6] :

$$VHN = \frac{[2P \sin \theta]}{D^2} = 1,8544 \frac{P}{D^2} \quad (1)$$

Dimana P adalah pembebanan indentasi (kg), D adalah panjang rata-rata diagonal indentasi (mm), Ø sudut indentasi 136°, VHN adalah *vikers hardness numbers* (kg/mm²).

Tabel 3 Kekerasan dengan variasi pemanasan awal

300°C		400°C		500°C	
Depth (mm)	Hardness ss (VHN)	Depth (mm)	Hardness ss (VHN)	Depth (mm)	Hardness ss (VHN)
0,141	641	0,34	715	0,76	741
0,191	615	0,41	670	0,84	619
0,301	479	0,47	663	0,90	597
0,352	414	0,54	651	0,96	575
0,492	133	0,97	244	1,23	114
0,542	125	1,03	279	1,31	133
0,592	133	1,10	269	1,33	118
0,642	121	1,15	250	1,41	116
0,692	124	1,19	239	1,50	117
0,742	121	1,25	242	1,53	114

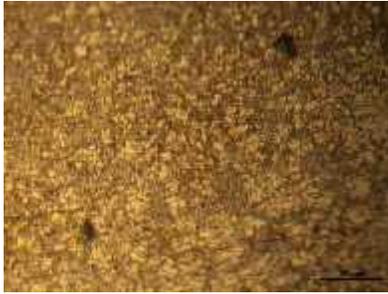
Tabel 3 diatas memperlihatkan hasil uji kekerasan vikers hasil pelapisan *thermal spray coating* dimana terdapat perbedaan kekerasan diantara pelapis Ni-Cr dengan material inti. nilai kekerasan tertinggi berada pada lapisan Ni-Cr pada suhu pemanasan awal 500°C sekitar 749 VHN, sedangkan pada suhu 300°C dan 400 °C hanya 641 VHN dan 715 VHN, terus menurun secara signifikan sampai pada material inti yang mempunyai kekerasan yang hampir seragam yaitu 120 VHN sampai 130 VHN.

4.2. Pengamatan mikroskop optik

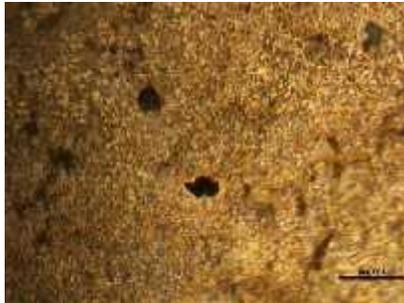
Photo dibawah merupakan hasil pengamatan struktur mikro hasil *powder flame spray coating* untuk melihat karakteristik lapisan yang terjadi pada setiap variasi suhu dimulai dari 300°C,400°C sampai 500°C dengan menggunakan mikroskop optik pada pembesaran 200x untuk setiap photonya.



Gambar 3 Photo mikro dengan suhu *Preheat* 300°C



Gambar 4 Photo mikro dengan suhu *Preheat* 400°C



Gambar 5 Photo mikro dengan suhu *Preheat* 500°C

Hasil pengamatan struktur mikro pada gambar 3, 4 dan 5 dapat dilihat masih adanya porositas dan oksidasi yang terjadi pada variasi suhu 300°C, 400°C dan 500°C yang sulit untuk dibedakan, untuk itu digunakan image j untuk membedakan antara porositas dan oksidasi, hasilnya dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4 Porositas dan oksidasi dengan image-j

	Porositas (mm)	Oksidasi (mm)	Luas (mm ²)
300°C	0,0355	0,0264	0,285
400°C	0,00654	0,00613	0,285
500°C	0,0149	0,0137	0,285

Tabel 4 diatas merupakan hasil perhitungan porositas dan oksidasi pada lapisan yang terjadi, dimana dapat dilihat bahwa setiap pemanas awal memiliki luas porositas dan oksidasi yang berbeda.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengaruh Variasi pemanasan awal pada suhu (300°C, 400°C dan 500°C) mengakibatkan adanya perubahan nilai kekerasan material yang cukup berbeda setiap variasinya, dimana kekerasan yang dicapai setelah melakukan pelapisan mencapai 3 sampai 4 kali lebih tinggi dibandingkan dengan material tanpa pelapisan. Ini bisa disebabkan karena material pelapis (Ni-Cr) yang cukup baik dan adanya perbedaan suhu pemanas awal setiap variasinya. Selain berpengaruh terhadap

tingkat kekerasan lapisan, suhu pemanasan awal juga berpengaruh terhadap laju porositas dan oksidasi yang terjadi pada lapisan material.

Daftar Pustaka

- [1] Setiawan, S., Setyorini, Y. 2013. **Pengaruh Variasi Sudut Nozzle Dan Jarak Nozzle Pada Arc Spray Coating Terhadap Ketahanan abrasive Lapisan 13% Chrome Stell.** Vol.2 No 1. ISSN: 2377-3539.
- [2] Arthana, I. W. G. 2014. **Ketahanan Aus Lapisan Ni-Cr pada dinding Silinder dengan menggunakan Powder Flame Spray Coating.** Thesis. Universitas udayana.
- [3] Rusmardi, 2006. *Analisa Persentase Kandungan Karbon Pada Logam Baja.* Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang. Vol. 3 No.1: 36-43
- [4] Simunovic, K. 2010. **Thermal Spraying Welding Engineering And Technology: Thermal Spraying.** London: Ed. Eolss Publisher. Hal 1-14.
- [5] Junianta, D.P. 2016. **Pengaruh Variasi Jarak Nosel Terhadap Permukaan Material Coating Pada Proses Pelapisan Ni-Cr Dengan Metode Powder Flame Spray Coating.** Skripsi. Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Udayana.
- [6] Callister, William D. 1995. **Material Science and Engineering.** Canada : Wiley. Halaman 129-130