

Hardness Distribution of Carbon Steel under Ni-Cr Coating after Various Preheating on Substrate Material

I Made Widiyarta^{1,2,*}, I Putu Lokantara¹, I Made Parwata^{1,2}, Edwin Reynaldo^{1,2} dan Mustika^{1,2}

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana - Denpasar

²Prodi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana - Denpasar

*Korespondensi: m.widiyarta@unud.ac.id

Abstract. Surface material modification is used to decrease surface failure due to friction can be accomplished using coating process, namely coating the contact surface with material whose better mechanical properties. One process for surface modification is flame powder spray coating. In coating process, preheating of core material is important to reduce residual strain and produce better sticking power between coating material and core material. Temperature of preheating on core material may influence the hardness of coating material and core material, so that needs attention. In this research, coating process using flame powder spray coating method is conducted by coat the surface of medium carbon steel with nickel-chromium (Ni-Cr). Preheating of core material (medium carbon steel) is varied from 300, 400 and 500 °C. Hardness of coating and core material under surface until certain depth is investigated.

Abstrak. Rekayasa permukaan material untuk mengurangi tingkat kegagalan permukaan material akibat gesekan dapat dilakukan melalui proses pelapisan, yaitu melapisi permukaan kontak dengan material yang memiliki sifat mekanik yang lebih baik. Salah satu proses rekayasa permukaan material tersebut yaitu dapat melalui proses pelapisan panas (*flame powder spray coating*). Dalam proses pelapisan, pemanasan awal material inti sangat penting dilakukan untuk mengurangi tegangan sisa dan menghasilkan perekatan antara material pelapis dan material inti menjadi lebih baik. Suhu pemanasan awal pada material inti mungkin dapat mempengaruhi sifat kekerasan material pelapis dan material inti, sehingga besarnya suhu pemanasan awal perlu mendapat perhatian. Pada penelitian ini, proses pelapisan dengan metode *flame powder spray coating* dilakukan dengan melapisi permukaan material inti (baja karbon sedang) dengan lapisan Nickel-Chromium (Ni-Cr). Pemanasan awal terhadap material inti dilakukan sebelum pelapisan dengan variasi suhu 300°, 400° dan 500° C. Kekerasan lapisan dan material inti dibawah permukaan sampai pada kedalaman tertentu selanjutnya diinvestigasi.

Kata kunci: baja karbon, Ni-Cr, pelapisan, pemanasan awal, kekerasan

© 2017. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Rekayasa permukaan material untuk meningkatkan sifat mekanik permukaan material telah banyak dimanfaatkan industri untuk memperpanjang umur komponen terutama pada komponen yang mengalami gesekan dalam penggunaannya. Salah satu metode rekayasa permukaan material yaitu proses pelapisan panas (*thermal coating*). Pelapisan panas merupakan salah satu proses rekayasa permukaan material dengan menyemprotkan/melekatkan material panas/cair ke permukaan material inti dengan tekanan dan kecepatan tertentu [1 – 4].

Dalam proses pelapisan panas, ada beberapa perlakuan awal umumnya diberikan pada material inti salah satunya adalah pemanasan awal (*pre-heating*). Perlakuan panas awal pada material inti bertujuan untuk mengurangi tegangan sisa yang terjadi [1]. Selain itu pemanasan awal pada permukaan material inti juga dapat berfungsi untuk

membakar sisa kotoran berupa minyak pada permukaan, penyebaran partikel pelapis dipermukaan material inti [2]. Suhu pemanasan awal menjadi penting untuk dipahami, karena suhu pemanasan awal mungkin dapat mempengaruhi sifat mekanik material inti dan material pelapis.

Pada penelitian ini, suhu pemanasan awal (*pre-heating*) permukaan material inti akan divariasikan dalam proses pelapisan panas dengan metode *flame powder spray coating*. Selanjutnya bagaimana suhu preheating pada permukaan substrate dapat mempengaruhi sifat mekanik (kekerasan vickers) material pelapis dan material inti dibawahnya akan diinvestigasi.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini, pelapisan panas yang digunakan yaitu pelapisan dengan metode *flame powder spray coating* dengan menggunakan Oxyge dan

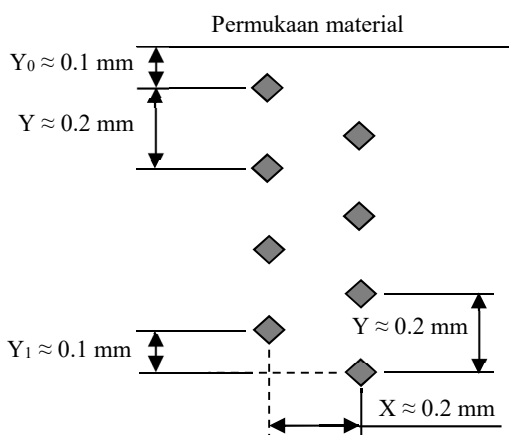
Acetyline sebagai bahan bakar. Baja karbon komersial ST60 (mengandung sekitar 0.5% C) [5] dipilih sebagai material inti (*substrate*) dan powder NiCr (dengan komposisi 55,62%wt Ni dan 13,5%wt Cr) sebagai bahan pelapis (*deposite material*).

Kekasaran permukaan material inti (*substrate*) sebagai benda uji (gambar 1) dirubah melalui proses sand-blasting. Proses sand-blasting dilakukan dengan menyemprotkan partikel keras dan tajam (*aluminium oxide/Al₂O₃* dengan ukuran partikel sekitar 0,6 mm) ke permukaan material inti dengan tekanan sekitar 8×10^5 Pa, laju alir massa *grit sand blasting* sekitar 22 g/sec; jarak penyemprotan ke permukaan *substrate* sekitar 60 mm dan waktu proses *grit sand blasting* sekitar 60 detik.



Gambar 1. Bentuk spesimen uji

Perlakuan panas awal terhadap material inti dilakukan hingga suhu permukaan *substrate* mencapai sekitar 300°C, 400°C dan 500°C. Bila suhu permukaan *substrate* telah mencapai suhu yang diinginkan, maka powder Ni-W segera disemprotkan ke permukaan *substrate*. Proses pelapisan dilakukan dengan tekanan Oxygen sekitar 4×10^5 Pa, tekanan Acetyline sekitar 0.75×10^5 Pa, kecepatan massa aliran powder sekitar 49 gr/menit, jarak torch nosel ke permukaan *substrate* sekitar 100 mm. Pelapisan dilakukan hingga ketebalan tertentu.

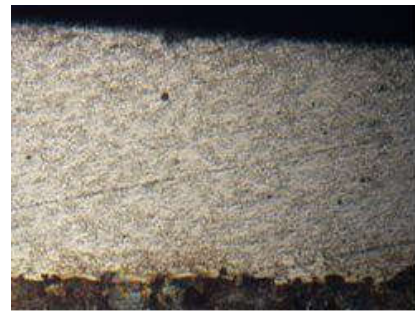


Gambar 2. Pola indentasi uji kekerasan Vicker material dibawah permukaan

Uji kekerasan vicker dilakukan dengan memotong spesimen secara melintang dan kekerasan vicker dilakukan dari posisi dekat permukaan sampai kedalaman tertentu dengan mengikuti pola indentasi seperti ditunjukkan pada gambar 2.

Hasil dan Pembahasan

Gambar 3, 4 dan 5 menunjukkan potongan melintang hasil pelapisan dengan suhu pemanasan awal permukaan *substrate* yang berbeda, hasil pelapisan dengan suhu pemanasan awal 300°C ditunjukkan pada gambar 3, gambar 4 menunjukkan hasil pelapisan dengan suhu pemanasan awal sebesar 400°C dan gambar 5 untuk suhu pemanasan awal sebesar 500°C. Dari ketiga hasil pelapisan dengan berbeda perlakuan awal tersebut menunjukkan hasil pelapisan yang relatif baik. Perbedaan terlihat pada bagian dekat batas lapisan, pada suhu *pre-heat* 500°C terlihat adanya rongga (*porosity*) yang relatif lebih banyak dibandingkan dengan hasil pelapisan dengan suhu *pre-heat* 400°C dan 300°C.



Gambar 3. Photo lapisan NiCr dengan pre-heat substrate 300C



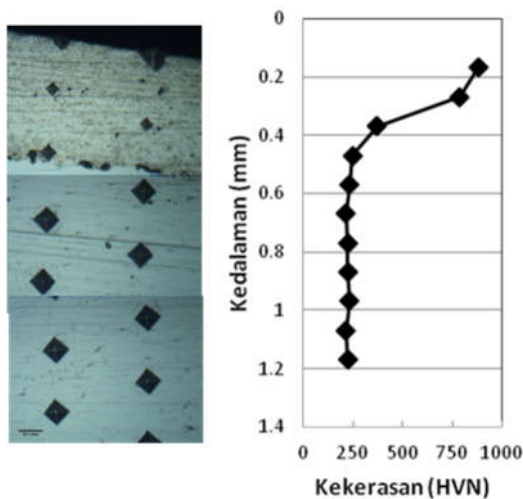
Gambar 4. Photo lapisan NiCr dengan pre-heat substrate 400C



Gambar 5. Photo lapisan NiCr dengan pre-heat substrate 500C

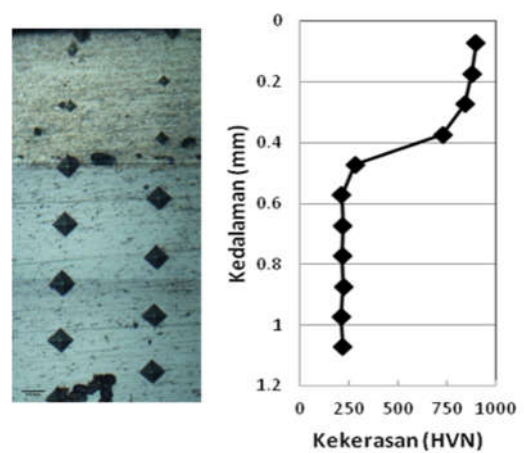
Gambar 6, 7 dan 8 menunjukkan distribusi kekerasan material pelapis dan material inti dengan suhu pre-heating substrate yang berbeda. Gambar 6 menunjukkan hasil pelapisan dengan suhu *pre-heat* 300°C, hasil pelapisan dengan suhu *pre-heat* 400°C ditunjukkan pada gambar 7 dan suhu *pre-heat* 500°C pada gambar 8. Dari ketiga suhu pre-heating pada substrate tersebut menunjukkan kekerasan tertinggi pada material pelapis terjadi pada material dekat permukaan.

Pada suhu *pre-heat* 300°C kekerasan dekat permukaan mencapai sekitar 880 HVN pada kedalaman sekitar 170 µm, pada suhu *pre-heat* 400°C kekerasan maksimum lapisan dekat permukaan mencapai 890 HVN pada kedalaman sekitar 70 µm dan pada suhu *pre-heat* 500°C kekerasan dekat permukaan mencapai sekitar 780HVN pada kedalaman sekitar 88 µm. Semakin ke dalam mendekati batas antar lapisan, kekerasan yang terjadi pada lapisan menjadi lebih rendah. Kekerasan turun mencapai sekitar 600 HVN pada material dekat batas antar lapisan. Perbedaan kekerasan yang terjadi pada lapisan dari material dekat permukaan sampai kedalam mendekati batas antar lapisan mungkin diakibatkan karena adanya proses difusi dan laju pendinginan yang tidak sama. Untuk memahami apakah terjadi proses difusi, perlu dilakukan pengamatan komposisi kimia pada lapisan.

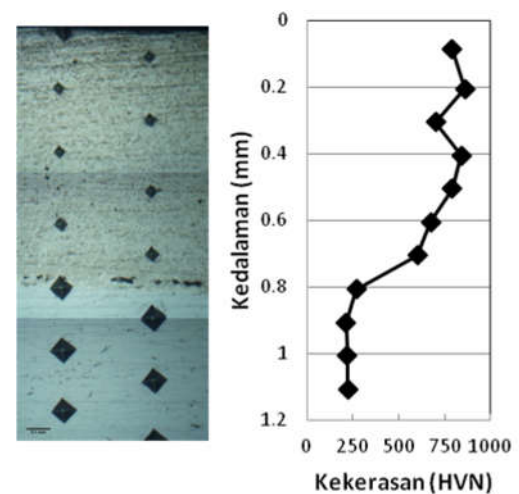


Gambar 6. distribusi kekerasan dibawah permukaan dengan suhu *preheat substrate* 300°C

Pada material inti tidak terjadi perbedaan kekerasan yang cukup signifikan dengan perlakuan pemanasan awal yang berbeda (300°C, 400°C dan 500°C). Kekerasan pada material inti dekat batas antar lapisan relatif sama dengan kekerasan material dibawahnya. Hal ini menunjukkan suhu preheating dari 300°C sampai 500°C tidak dapat memberi perubahan sifat mekanik pada material inti.



Gambar 7. distribusi kekerasan dibawah permukaan dengan suhu *preheat substrate* 400°C



Gambar 8. distribusi kekerasan dibawah permukaan dengan suhu *preheat substrate* 500°C

Kesimpulan

Perlakuan awal berupa pemanasan awal (dengan suhu berbeda yaitu sebesar 300°C, 400°C dan 500°C) pada permukaan material inti (baja karbon ST60) sebelum dilapisi tidak mengakibatkan adanya perubahan sifat kekerasan material inti. Pada material pelapis NiCr, terjadi perubahan sifat kekerasan material pelapis dari permukaan sampai kedalam mendekati batas lapisan dimana kekerasan tertinggi terletak pada material dekat permukaan.

Referensi

- [1] R.C. Tucker, Jr., Thermal Spray Technology, ASM Handbook, 2013, Volume 5A
- [2] R.S.C. Paredes, S.C. Amico, A.S.C.M. d'Oliveira, "The effect of roughness and pre-heating of the substrate on the morphology of aluminium coatings deposited by thermal spraying" Surface & Coatings Technology 200 (2006) 3049 – 3055.

- [3] Setiawan, S., Setyorini, Y.2013. Pengaruh Variasi Sudut Nozzle Dan Jarak Nozzle Pada Arc Spray Coating Terhadap Ketahanan abrasi Lapisan 13% Chrome Stell. Vol.2 No 1. ISSN: 2377-3539.
- [4] I Made Widiyarta, I Made Parwata, I Putu Lokantara dan Davin P. A., Karakteristik lapisan NiCr pada baja karbon sedang dengan metode pelapisan *flame spray coating* dengan variasi jarak semprotan, Jurnal METTEK Volume 2, No. 1, 2016.
- [5] Sarjito, Analisa kekuatan puntir, lentur putar dan kekerasan baja ST60 untuk poros propeller setelah diquencing, ROTASI, Volume 11 Nomor 2 April 2009.