

Ketahanan aus lapisan NiCr pada baja karbon sedang dengan metode pelapisan *powder flame spray coating*

I Made Widiyarta^{1, 2,*}, I Made Parwata^{1, 2}, I Putu Lokantara¹, Davin Perangin-Angin¹ dan Nyoman A. Suryawiranata¹

¹Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Bali, Indonesia 80362

²S2 Teknik Mesin Program Pascasarjana Universitas Udayana
Jl. P.B. Sudirman, Denpasar, Bali, Indonesia 80114

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

Abstrak

Ketahanan aus permukaan material baja karbon sedang ditingkatkan melalui proses pelapisan permukaan dengan lapisan NiCr dengan metode pelapisan panas (*powder flame spray coating*). Uji aus dilakukan dengan beban gesek gerak translasi bolak-balik, dan ketahanan aus dan mekanisme aus lapisan material diinvestigasi. Hasil uji menunjukkan lapisan NiCr mengalami kegagalan aus sangat kecil sekitar tigabelas kali lebih kecil daripada tingkat keausan material inti. Kondisi lekat lapisan NiCr pada baja karbon terlihat sangat baik, hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya lapisan NiCr yang terlepas dari permukaan baja karbon selama diberi beban gesek yang berulang-ulang.

Kata kunci : baja karbon, NiCr, pelapisan panas, beban gesek, aus

Pendahuluan

Dua buah benda saling kontak dan bergerak relatif satu dengan yang lain menimbulkan gesekan yang dapat mengakibatkan kegagalan pada permukaan kontak material berupa aus. Aus merupakan kegagalan permukaan yaitu hilangnya material dari permukaan material yang sangat progresive akibat gesekan yang terjadi antara dua buah benda [1]. Aus mengakibatkan perubahan profil komponen dan dapat mengurangi performa kerja komponen.

Meningkatkan ketahanan aus material menjadi sangat diperlukan untuk dapat meningkatkan umur kerja komponen. Hal yang dapat dilakukan yaitu meningkatkan kekerasan material khususnya pada bagian komponen/material yang mengalami kontak langsung. Satu proses yang mungkin dapat dilakukan yaitu dengan cara melapisi bagian material komponen tersebut dengan material yang memiliki kekerasan yang lebih baik. Pelapisan panas adalah salah satu cara

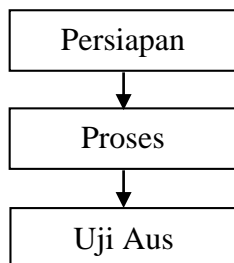
pelapisan yang mungkin dapat dipilih untuk tujuan tersebut.

Pelapisan panas yaitu metode pelapisan dengan cara mencairkan material pelapis sebelum dilekatkan ke permukaan material yang akan dilapisi (permukaan *substrat material*) melalui proses penyemprotan. Kualitas dari hasil lapisan sangat tergantung pada variable proses pelapisan yang meliputi suhu, jarak semprotan (ujung nosel terhadap permukaan *substrate material*) [2] dan gerak pelapisan, dan kecepatan semprotan partikel pelapis (*flow rate* partikel pelapis) keluar dari nosel *spray-torch* [3]. Kualitas lapisan dapat dilihat dari karakteristik fisik lapisan yaitu tingkat porositas, partikel yang tidak cair dan oksidasi yang terdapat pada hasil lapisan.

Pada penelitian ini, pelapisan panas (*powder flame spray coating*) dilakukan dengan serbuk paduan NiCr (78,68% Ni, 14,1% Cr) [4] sebagai material pelapis dan baja karbon ST 60 dengan kadar karbon sekitar 0,4% [5] sebagai material yang dilapisi (*substrate material*). Uji aus dengan gerak beban bolak-balik dilakukan selanjutnya untuk

mengetahui tingkat aus lapisan dan mekanisme proses kegagalan aus diinvestigasi.

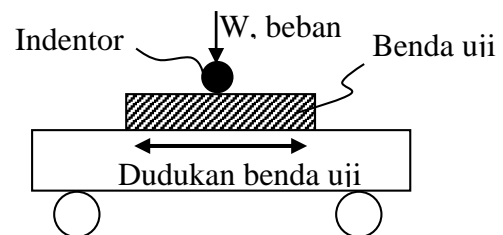
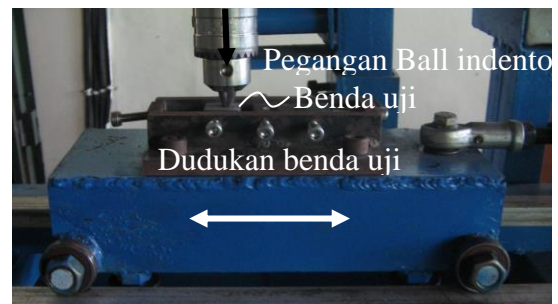
Metode



Gambar 1 menunjukkan alur pengujian ketahanan aus lapisan. Bahan yang akan dilapisi (*substrate material*) dipilih baja karbon sedang (ST 60) yang memiliki kadar karbon sekitar 4% [Sarjito]. Bahan dibentuk dalam ukuran 15 x 20 x 8 mm. Beberapa perlakuan awal terhadap *substrate material* dilakukan sebelum proses pelapisan dilakukan, yaitu meningkatkan kekasaran permukaan, pembersihan dan perlakuan panas awal (*pre-heating*). Peningkatan kekasaran permukaan material yang akan dilapisi (*substrate material*) dilakukan melalui proses *sand-blasting* dengan partikel *Aluminum Oxide* (Al_2O_3), dengan tekanan 8 bar, jarak penyemprotan 40 mm dan dalam waktu 60 detik. Pemanasan awal (*pre-heating*) terhadap permukaan material yang akan dilapisi dilakukan sesaat sebelum proses pelapisan dilakukan yaitu permukaan *substrate material* dipanaskan sampai permukaan *substrate material* mencapai suhu sekitar 400°C. Proses pelapisan panas (*powder flame spray coating*) dilakukan dengan memilih serbuk paduan Nikel-Kromium (Ni-Cr) sebagai material pelapis. Powder Ni-Cr disemprotkan ke permukaan *substrate material* melalui *powder-spray-torch* dengan *powder-feeder* sekitar 300 gr/menit, dengan bahan bakar *Oxygen* (dengan tekanan sekitar 4 bar) dan *Acetylene* (dengan tekanan sekitar 0.9 bar) dan jarak penyemprotan 30 mm dengan posisi nosel *powder-spray-torch* tegak lurus permukaan material yang dilapisi (*substrate material*). Pelapisan dilakukan hingga lapisan mencapai ketebalan tertentu. Sebelum dilakukan uji aus,

permukaan lapisan NiCr digerinda untuk memperoleh permukaan yang rata.

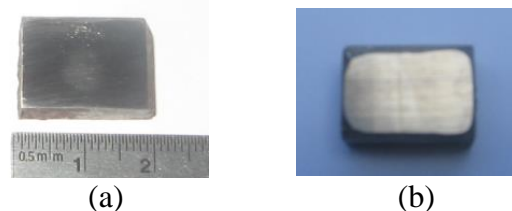
Uji aus dilakukan dengan beban gesek dua arah bolak-balik seperti ditunjukkan pada gambar skematik uji aus (Gambar 2). Beban W diberikan melalui *indenter* bola (*ball bearing*) dengan diameter bola 6 mm dengan beban sebesar 2,5 kg, panjang langkah pembebanan 10 mm dan dengan lama pembebanan mencapai 10000 langkah bolak-balik.



Gambar 2 Skematik uji aus gerak dua arah bolak-balik.

Hasil dan Pembahasan

Gambar 3 menunjukkan spesimen uji (a) sebelum dilapisi dan (b) setelah dilapisi NiCr yang permukaannya telah digerinda dan dipoles untuk dapat diuji aus.

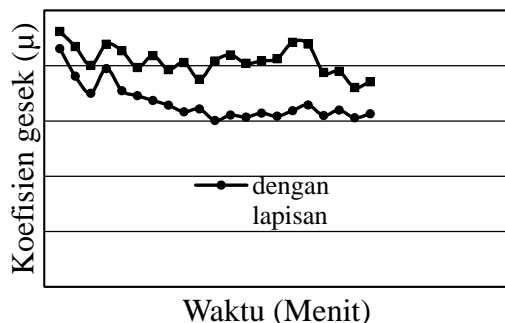


Gambar 3 Spesimen uji; (a) spesimen uji sebelum dilapisi, (b) spesimen uji setelah dilapisi

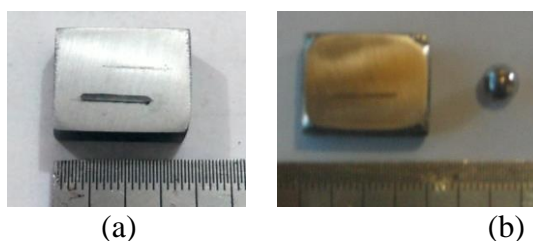
Dari hasil uji kekerasan, diperoleh kekerasan material yang dilapisi ST 60 (*substrate material*) sekitar 230Hv dan

kekerasan lapisan NiCr sekitar 1100Hv atau sekitar 5 kali lebih keras dari material yang dilapisi.

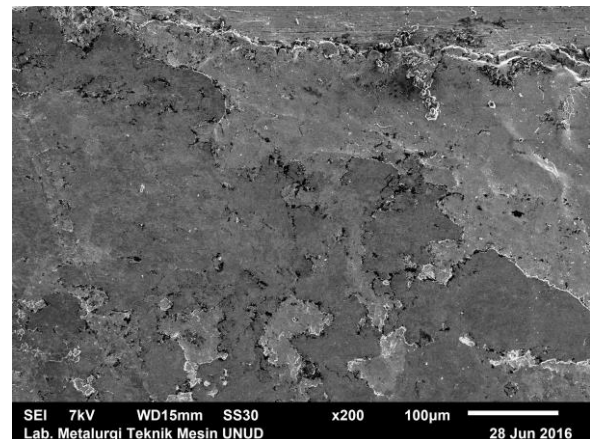
Koefisien gesek antara bola indentor dengan permukaan spesimen uji (tanpa dan dengan pelapisan) selama proses pembebanan (10000 langkah pembebanan) terus mengalami perubahan (Gambar 4). Hal ini mungkin dikarenakan adanya perubahan topography permukaan kontak atau kekasaran permukaan kontak mengalami perubahan setelah menerima beban gesek. Untuk spesimen uji tanpa pelapisan, nilai koefisien gesek mengalami perubahan atau berfluktuasi antara 0,46 dan 0,35 dan dengan koefisien gesek rata-rata sekitar 0,41. Untuk spesimen uji dengan pelapisan, nilai koefisien gesek awal sekitar 0,43 dan selanjutnya mengalami penurunan sampai 0,3 di menit ke 20 dan seterusnya nilai koefisien gesek mengalami fluktuasi antara 0,3 dan 0,35 dan nilai koefisien gesek rata-rata sekitar 0,33.



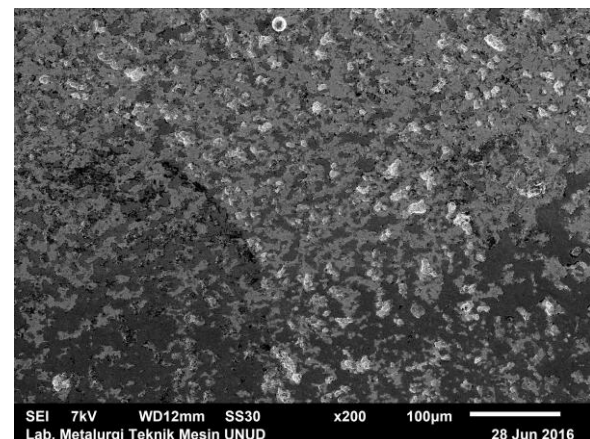
Gambar 4 Koefisien gesek tanpa dan dengan pelapisan selama pembebanan



Gambar 5 Spesimen uji setelah uji aus; (a) spesimen uji tanpa lapisan, (b) spesimen uji dengan lapisan NiCr + bola indentor



Gambar 6 Photo SEM permukaan aus baja karbon ST 60



Gambar 7 Photo SEM permukaan aus lapisan NiCr

Gambar 5 menunjukkan kondisi spesimen uji setelah uji aus dengan beban sebesar 2,5 kg dan dalam 10000 kali pembebanan arah bolak-balik. Secara makro terlihat goresan yang terjadi pada permukaan material tanpa lapisan lebih dalam dibandingkan dengan goresan pada permukaan material yang telah dilapisi. Permukaan aus baja karbon ST 60 terlihat goresan permukannya cukup luas berupa flak yang cukup lebar dan panjang (Gambar 6), ini menunjukkan ukuran partikel aus cukup besar dan menandakan material yang ulet. Sedangkan, goresan pada permukaan aus lapisan NiCr terlihat seperti adanya coakan-coakan kecil akibat terlepasnya butiran-butiran yang sangat kecil dari permukaan (Gambar 7) dan tidak terlihat adanya goresan panjang atau flak panjang seperti pada permukaan material aus baja karbon ST 60. Hal ini menunjukkan lapisan NiCr memiliki ketahanan terhadap kegagalan aus akibat beban gesek lebih baik

dibandingkan dengan substrate material (baja ST 60).

Dari hasil uji menunjukkan tingkat aus yang terjadi pada material yang dilapisi mengalami penurunan yang sangat drastis yaitu tingkat keausan material tanpa pelapisan sekitar $5,47 \times 10^{-7}$ gr/langkah dan besar tingkat keausan material dengan lapisan NiCr sekitar $0,41 \times 10^{-7}$ gr/langkah. Turunnya tingkat keausan tersebut mencapai sekitar 13 kali lipat, hal ini sangat dipengaruhi oleh sifat mekanis (kekerasan) NiCr yang sangat besar, yaitu sekitar 5 kali lebih besar dari baja karbon ST 60. Hal lain yang mempengaruhi tingkat keausan lapisan NiCr jauh lebih kecil dibandingkan dengan baja karbon ST 60 yaitu koefisien gesek. Koefisien gesek antara lapisan NiCr dengan bola indenter lebih kecil dibandingkan dengan koefisien gesek antara permukaan baja ST 60 dengan bola indenter. Dengan koefisien gesek yang lebih kecil, dengan beban normal yang sama tentunya menimbulkan gaya gesek yang lebih kecil, sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk dapat mengakibatkan kegagalan pada permukaan.

Dengan melapisi komponen dari material baja karbon ST 60 dengan lapisan NiCr yang memiliki kekerasan yang jauh lebih besar tentunya dapat meningkatkan ketahanan aus komponen dan memperpanjang umur komponen.

Simpulan

Dari hasil uji dapat disimpulkan, ketahanan aus lapisan NiCr jauh lebih besar dibandingkan dengan ketahanan aus baja karbon sedang, yaitu sekitar $5,47 \times 10^{-7}$ gr/langkah untuk material tanpa lapisan, dan untuk baja karbon ST60 yang dilapisi NiCr mengalami aus sebesar sekitar $0,41 \times 10^{-7}$ gr/langkah. Kekerasan dan koefisien gesek sangat mempengaruhi tingkat keausan material, semakin besar kekerasannya dan semakin kecil koefisien gesek pada kontak dapat menurunkan tingkat keausan material.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas bantuan dana penelitian melalui

Hibah Penelitian Kompetitif Nasional Tahun 2016.

Referensi

- [1] Williams, J. A., "Engineering tribology", 1994, New York: Oxford University Press Inc.
- [2] I Made Widiyarta, I Made Parwata, I Putu Lokantara dan Davin Perangin-Angin, Karakteristik lapisan NiCr pada baja karbon sedang dengan metode pelapisan *flame spray coating* dengan variasi jarak semprotan, Jurnal METTEK Volume 2, No. 1, 2016.
- [3] R.C. Tucker, Jr., Thermal Spray Technology, ASM Handbook, 2013, Volume 5A
- [4] I Wayan Gede Arthana, I Made Widiyarta dan Ngakan Putu Gede Suardana, Ketahanan aus lapisan Ni-Cr pada dinding silinder liner dengan menggunakan *powder flame spray coating*, Jurnal Logic, Vol. 14, No. 2, Juli 2014.
- [5] Sarjito, Analisa kekuatan puntir, lentur putar dan kekerasan baja ST60 untuk poros propeller setelah dikuencing, ROTASI, Volume 11 Nomor 2 April 2009.