



P-ISSN 0126-3188

E-ISSN 2443-3926

METALURGI

MAJALAH ILMU DAN TEKNOLOGI

VOLUME 32 Nomor 2, AGUSTUS 2017

AKREDITASI NO. SK 637/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

Perlakuan Panas Ganda pada Fabrikasi Film Tipis AZO Nanokristal dengan Teknik *Spray*: Studi XRD

Fatigue Failure of Wheel Studs and Nuts of Light Vehicles Used in Coal Mine Operation

Analisa Strukturmikro dan Pengaruhnya terhadap Sifat Mekanis Batangan Rel Tipe R54

Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Pelapisan Nikel pada Aisi 410 dengan Metode *Pulse Electrodeposition* terhadap Strukturmikro dan Laju Korosi

Strukturmikro, Kekerasan, dan Ketahanan Korosi Baja Tahan Karat Martensitik 13Cr3Mo3Ni Hasil *Quench - Temper* dengan Variasi Temperatur dan Waktu Austenisasi

Pengaruh Substrat terhadap Kekerasan Lapisan NiCoCrAlY yang Terdeposisi dengan Teknik HVOF

Pusat Penelitian Metalurgi dan Material
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia



Penanggung Jawab:

Kapuslit Metalurgi dan Material – LIPI

Dewan Redaksi :

Ketua Merangkap Anggota:

Dr. Ika Kartika, M.T, P2MM - LIPI

Anggota :

Dr. Ir. Djusman Sajuti (P2MM - LIPI, Metalurgi Ekstraksi)

Dr. Ir. Rudi Subagja (P2MM - LIPI, Metalurgi Ekstraksi)

Dr. Ir. Florentinus Firdiyono (P2MM - LIPI, Metalurgi Ekstraksi)

Dr. Nono Darsono (P2MM - LIPI, Fungsional Material)

Mitra Bestari :

Dr. Ir. Hadi Suwarno, M.Eng (Ilmu Material - BATAN)

Dr. Asep Ridwan (Teknik Material – Institut Teknologi Bandung)

Dr. Yulianti Herbani (Fisika Material – Pusat Penelitian Fisika, LIPI)

Pelaksana Redaksi:

Lia Andriyah, M.Si

Agus Budi Prasetyo, M.T

Arif Nurhakim, S.Sos

M. Yunan Hasbi, ST

Bahari, BE

Galih Senopati, S.T

Rahadian Roberto, A.Md

Adi Noer Syahid, A.Md

Penerbit:

Pusat Penelitian Metalurgi dan Material – LIPI Ged. 470, Kawasan Puspiptek Serpong, Tangsel Telp: (021) 7560911, Fax: (021) 7560553

Alamat Sekretariat:

Pusat Penelitian Metalurgi dan Material – LIPI Ged. 470, Kawasan Puspiptek Serpong, Tangsel

Telp: (021) 7560911, Fax: (021) 7560553

E-mail : metalurgi_magz@yahoo.com

Majalah ilmu dan teknologi terbit berkala setiap tahun, satu volume terdiri atas 3 nomor.

METALURGI

VOLUME 32 NOMOR 2, AGUSTUS 2017

P-ISSN 0126-3188

E-ISSN 2443-3926

AKREDITASI : SK 637/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

Pengantar Redaksi.....iv

Abstrak.....v

Perlakuan Panas Ganda pada Fabrikasi Film Tipis AZO Nanokristal dengan Teknik *Spray* : Studi XRD

Didik Aryanto,dkk.....45-52

Fatigue Failure of Wheel Studs and Nuts of Light Vehicles Used in Coal Mine Operation

D.N Advana53-66

Analisa Strukturmikro dan Pengaruhnya terhadap Sifat Mekanis Batangan Rel Tipe R45

Robby Dwiwandono,dkk.....67-76

Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Pelapisan Nikel pada AISI 410 dengan Metode *Pulse Electrodeposition* terhadap Strukturmikro dan Laju Korosi

Rivaldo Ramadhana, dkk.....77-82

Strukturmikro, Kekerasan, dan Ketahanan Korosi Baja Tahan Karat Martensitik 13Cr3Mo3Ni Hasil *Quench-Temper* dengan Variasi Temperatur dan Waktu Austenisasi

Siska Prifiharni, dkk.....83-90

Pengaruh Substrat terhadap Kekerasan Lapisan NiCoCrAlY yang Terdeposisi dengan Teknik HVOF

Resetiana D.D, dkk.....91-96

Indeks

PENGANTAR REDAKSI

Syukur Alhamdulillah Majalah Metalurgi Volume 32 Nomor 2, Agustus 2017 kali ini menampilkan 6 buah tulisan.

Tulisan pertama hasil penelitian disampaikan oleh Didik Aryanto dan kawan-kawan menulis tentang *Perlakuan Panas Ganda pada Fabrikasi Film Tipis AZO Nanokristal dengan Teknik Spray : Studi XRD*. Selanjutnya D.N. Adnyana menulis tentang *Fatigue Failure of Wheel Studs and Nuts of Light Vehicles Used in Coal Mine Operation*. Robby Dwiwandono dan kawan-kawan menulis tentang *Analisa Strukturmikro dan Pengaruhnya terhadap Sifat Mekanis Batangan Rel Tipe R45*. Selanjutnya Rivaldo Ramadhana dan kawan-kawan menulis tentang *Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Pelapisan Nikel pada AISI 410 dengan Metode Pulse Electrodeposition terhadap Strukturmikro dan Laju Korosi*. Siska Prifiharni dan kawan-kawan menulis *Strukturmikro, Kekerasan, dan Ketahanan Korosi Baja Tahan Karat Martensitik 13Cr3Mo3Ni Hasil Quench-Temper dengan Variasi Temperatur dan Waktu Austenisasi*. Terakhir yaitu Resetiana D.D dan kawan-kawan menulis tentang *Pengaruh Substrat terhadap Kekerasan Lapisan NiCoCrAlY yang Terdeposisi dengan Teknik HVOF*.

Semoga penerbitan Majalah Metalurgi volume ini dapat bermanfaat bagi perkembangan dunia penelitian di Indonesia.

REDAKSI

Kata Kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh diperbanyak tanpa izin dan biaya.

UDC (OXDCF) 536

Didik Aryanto^{a*}, Naimatul Husniya^{a,b}, Toto Sudiro^a, Erna Hastuti^b (^aPusat Penelitian Fisika – LIPI, ^bJurusan Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim)

Perlakuan Panas Ganda pada Fabrikasi Film Tipis AZO Nanokristal dengan Teknik Spray : Studi XRD

Metalurgi, Vol 32 No. 2 Agustus 2017

Karakterisasi XRD telah digunakan untuk mempelajari efek perlakuan panas tunggal dan ganda pada fabrikasi film tipis ZnO doping Al (AZO) nanokristal yang dideposisikan dengan teknik *spray*. Pada perlakuan panas tunggal, film tipis AZO nanokristal dengan struktur polikristal heksagonal *wurtzite* terbentuk pada suhu 500 °C dan 600 °C. Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan ukuran kristal dan pengurangan kerapatan dislokasi. Perlakuan panas ganda pada film tipis AZO nanokristal mengakibatkan perubahan kecil pola difraksi. Hal ini mengindikasikan bahwa parameter kristal film tipis AZO nanokristal berubah setelah mendapat perlakuan panas kedua. Film tipis AZO nanokristal yang diberikan perlakuan panas pada suhu 500 °C dalam lingkungan udara dan dilanjutkan hingga suhu 600 °C dalam kondisi vakum memperlihatkan bahwa rata-rata ukuran kristal berkurang dan muncul cacat kristal (regangan dan kerapatan dislokasi meningkat). Hasil yang berbeda ditunjukkan pada film tipis AZO nanokristal yang diberikan perlakuan panas pada suhu 600 °C dalam lingkungan udara kemudian dilanjutkan dengan suasana vakum. Kualitas kristal film tipis AZO nanokristal meningkat, yang diindikasikan dengan peningkatan rata-rata ukuran kristal, berkurangnya nilai regangan dan kerapatan dislokasi. Berdasarkan pada hasil yang didapat, perlakuan panas ganda berpengaruh pada parameter dan kualitas kristal film tipis AZO nanokristal yang dideposisikan dengan teknik *spray*.

Kata Kunci: Film tipis AZO, perlakuan panas, struktur kristal, XRD

Double Heat Treatments on the Fabrication of Nanocrystalline AZO Thin Films by Spray Technique: XRD Studies

XRD characterization was used to study the effect of single and double thermal treatment on the fabrication of nanocrystalline Al-doped ZnO (AZO) thin films deposited by spray technique. In the single thermal treatment, nanocrystalline AZO thin film with a wurtzite hexagonal polycrystalline structure was formed at temperatures of 500 °C and 600 °C. An increasing of treatment temperature led to the increase of crystalline size and the decrease of dislocation density. The double thermal treatment on nanocrystalline AZO thin films resulted in a small change in diffraction pattern. This indicated that the crystal parameters of nanocrystalline AZO thin films changed after receiving a second thermal treatment. Nanocrystalline AZO thin films which was thermal treatment at temperatures of 500 °C in air environment and continued at temperatures of 600 °C in vacuum showed that the decrease of average crystal size and the presence of crystal defect (an increase of strain and dislocation). Different results were shown in the nanocrystalline AZO thin film after thermal treatment at temperatures of 600 °C in air environment then followed by vacuum condition. The crystal quality of nanocrystalline AZO thin films was improved, which was indicated by an increase of the average crystal size and reduce of the strain value and dislocation density. Based on the obtained results, the double heat treatment effected the crystal parameter and the quality of nanocrystalline AZO thin films deposited by spray technique.

Keywords: AZO thin film, thermal treatment, crystal structure, XRD

METALURGI
(Metallurgy)

P-ISSN 0126-3188
E-ISSN 2443-3926

Vol. 32 No. 2 Agustus 2017

Kata Kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh diperbanyak tanpa izin dan biaya.

UDC (OXDCF) 616.85

D.N. Adnyana (Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology National Institute of Science and Technology)

Kerusakan Fatik pada Baut dan Mur Roda Kendaraan Ringan untuk Operasi Tambang Batubara

Metalurgi, Vol 32 No. 2 Agustus 2017

Kendaraan ringan merupakan moda transportasi yang potensial dan efisien digunakan dalam mendukung operasi tambang batubara. Akan tetapi, karena kondisi jalan yang sangat buruk pada lokasi pertambangan, banyak kendaraan ringan yang saat ini digunakan sering mengalami kecelakaan akibat terjadi kelonggaran pada roda. Terjadinya kelonggaran pada roda tersebut sangat terkait dengan patahnya atau rusaknya baut dan/atau mur roda kendaraan tersebut. Dalam makalah ini dibahas jenis kerusakan dan faktor-faktor yang kemungkinan telah menyebabkan terjadinya kerusakan pada baut dan/atau mur roda kendaraan. Penelitian/pengujian metalurgi telah dilakukan dengan menggunakan sejumlah benda uji yang diambil dari baut dan mur roda kendaraan, baik yang telah rusak maupun yang tidak rusak. Berbagai pengujian laboratorium telah dilakukan meliputi: uji makro, analisa komposisi kimia, uji metalografi, uji kekerasan dan uji SEM (*scanning electron microscopy*) yang dilengkapi dengan analisis EDS (*energy dispersive spectroscopy*). Disamping itu, uji torsi juga telah dilakukan pada beberapa baut dan mur yang baru untuk mengukur hubungan antara momen torsi dan sudut torsi. Hasil dari penelitian/pengujian metalurgi yang diperoleh menunjukkan bahwa kerusakan pada baut roda disebabkan oleh retak atau patah lelah atau fatik akibat beban siklus yang bersifat tekukan searah dan pada tegangan nominal yang rendah.

Kata Kunci: *Kendaraan ringan, baut dan mur roda, penelitian/pengujian metalurgi, retak atau patah fatik*

Fatigue Failure of Wheel Studs and Nuts of Light Vehicles Used in Coal Mine Operation

Light vehicle is a potentially useful and efficient mode of transportation to be utilized in supporting the coal mine operation. However, due to the harsh road condition at the mine site, many light vehicles presently used are frequently experiencing a number of incidents caused by loose wheel. The occurrence of this loose wheel is very much related with some broken or damaged wheel studs and/or nuts of the vehicle. Type of failure and factors that may have caused the damage of the wheel studs and/or nuts of the vehicles are discussed in this paper. The metallurgical assessment was conducted by preparing a number of specimens from the damaged and undamaged wheel studs and nuts of the vehicles. Various laboratory examinations were performed including macroscopic examination, chemical composition analysis, metallographic examination, hardness test and SEM (scanning electron microscopy) examination equipped with EDS (energy dispersive spectroscopy) analysis. In addition, torsion test was also conducted on several new studs and nuts to measure the relationship between the torque and angular displacement. Results of the metallurgical assessment obtained show that the damaged wheel studs have experienced fatigue crack or fracture that was caused by load cycling under unidirectional bending at a low nominal stress.

Keywords: *Light vehicle, wheel studs and nuts, metallurgical assessment, fatigue crack or fracture*

Kata Kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh diperbanyak tanpa izin dan biaya.

UDC (OXDCF) 621.381

Robby Dwiwandono^a, Leksono Firmansyah^a, Satrio Herbirowo^b, M Yunan Hasbi^b, Fatayalkadri Citrawati^b
(^aUniversitas Sultan Ageng Tirtayasa, ^bPusat Penelitian Metalurgi dan Material – LIPI)

Analisa Strukturmikro dan Pengaruhnya terhadap Sifat Mekanis Batangan Rel Tipe R54

Metalurgi, Vol 32 No. 2 Agustus 2017

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sifat mekanik dan strukturmikro dari beberapa jenis batangan rel bertipe R54 yang digunakan di Indonesia, yaitu yang berasal dari Jerman (Baja Rel G) dan Cina (Baja Rel C). Dalam aplikasinya, ketangguhan tinggi diperlukan agar material batangan rel mampu meredam atau menahan beban roda kereta api saat berjalan. Dalam penelitian ini, beberapa pengujian telah dilakukan, antara lain pengujian komposisi kimia dengan OES (*optical emission spectroscopy*), pengamatan metalografi dengan OM (*optical microscope*), pengujian kekuatan tarik serta uji keras *micro Vickers*. Dari hasil pengujian komposisi kimia didapatkan bahwa kedua batangan rel termasuk ke dalam baja rel (*rail steel*) Fe-C-Mn, dimana Baja Rel G memiliki unsur pemadu mikro Zr lebih besar dari Baja Rel C. Perbedaan komposisi kimia ini tidak mempengaruhi besarnya kekuatan tarik pada kedua material secara signifikan, dimana dari hasil pengujian tarik didapatkan nilai kekuatan tarik untuk Baja Rel G sebesar 1050 MPa dan Baja Rel C sebesar 1044 MPa dengan nilai elongasi yang sama yaitu sebesar 13%. Pengaruh dari perbedaan kandungan unsur-unsur pemadu, dalam hal ini Zr, dimungkinkan dapat mempengaruhi nilai kekerasan rata-rata dari kedua batangan rel melalui pembentukan presipitat, dimana dari hasil pengujian kekerasan pada bagian badan rel, secara keseluruhan, Baja Rel G memiliki nilai kekerasan rata-rata lebih tinggi dibandingkan Baja Rel C, yaitu 341 HV (Baja Rel G) dan 324 HV (Baja Rel C). Perbedaan pada nilai kekerasan juga ditunjukkan untuk bagian kepala dan bagian badan rel dari kedua batangan rel. Pada bagian kepala, terutama di seputaran bagian permukaannya, memiliki nilai kekerasan rata-rata yang lebih tinggi, yaitu 452 HV (Baja Rel G) dan 423 HV (Baja Rel C), dibandingkan dengan kekerasan rata-rata pada bagian badan, baik di area tepi maupun tengah. Perbedaan kekerasan yang terjadi antara bagian kepala dan badan rel pada kedua batangan rel salah satunya dipengaruhi oleh strukturmikronya, yang didominasi oleh fasa perlit.

Kata Kunci: Baja rel, rel kereta, strukturmikro, sifat mekanis, R54, perlit, jarak lamela

Microstructure Analysis and Its Effect to Mechanical Properties of Rail Track Type R54

This study was conducted to observe the mechanical properties and microstructures of two rail tracks type R54 used in Indonesia, which produce in Germany (rail steel G) and China (rail steel C). During its application, it is necessary for rail track to have high toughness to bear the dynamic load from wheel movement. In this study, several examinations and observations have been made, which comprise OES chemical composition analysis, metallography by using OM, tensile test, and micro Vickers hardness test. The OES chemical composition result shows that both rail tracks belong to Fe-C-Mn rail steels, in which, rail steel G has higher Zr micro alloy content than rail steel C. These differences do not significantly affect their tensile strength, which are 1050 MPa and 1044 MPa for rail steel G and rail steel C, respectively. Moreover, both samples were observed to have elongation of 13%. The difference in micro alloys, specifically Zr, may influence the hardness of the samples through precipitate strengthening. The average hardness in the body part of the tracks show that rail steel G has slightly higher hardness value compare to rail steel C. It is 341 HV for rail steel G and 324 HV for rail steel C. This hardness difference was also found between the head part and the body part of both rail tracks. In the head part, the area near the edge of the rail tracks e has an average hardness of 452 HV for rail steel G and 423 HV for rail steel C. These values are higher than the hardness value of the body part of both rail tracks. The difference in hardness of the body part and the head part might be due to the phases in their microstructure, which observed to be dominated by pearlite.

Keywords: Rail steel, rail track, microstructure, mechanical property, R54, pearlite, lamellar spacing

Kata Kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh diperbanyak tanpa izin dan biaya.

UDC (OXDCF) 553.4

Rivaldo Ramadhana Saputra^a, Soesaptri Oediyani^a, Yulinda Lestari^b, Efendi Mabru^b (^aUniversitas Sultan Ageng Tirtayasa, ^bPusat Penelitian Metalurgi dan Material – LIPI)

Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Pelapisan Nikel pada AISI 410 dengan Metode Pulse Electrodeposition terhadap Strukturmikro dan Laju Korosi

Metalurgi, Vol 32 No. 2 Agustus 2017

Proses pelapisan nikel dengan metode *pulse electrodeposition* pada AISI 410 dilakukan untuk menurunkan laju korosi AISI 410 pada aplikasi industri, yaitu *turbine blade* yang sering mengalami masalah korosi. Proses pelapisan menggunakan larutan *nickel sulphate* 250 g/l, *boric acid* 50 g/l dan *nickel chloride* 45 g/l pada temperatur 50 – 60 °C dengan variasi rapat arus 10, 15, 20 dan 25 A/dm² dan lamanya proses pelapisan 10, 15 dan 20 menit. *Duty cycle* yang digunakan adalah 80% dan frekuensi *pulse* 100 Hz. Pengujian strukturmikro dilakukan menggunakan SEM-EDS (*scanning electron microscopy-energy dispersive spectroscopy*) untuk melihat ukuran butir dan ketebalan lapisan nikel yang terbentuk. Pengujian laju korosi dilakukan menggunakan alat CMS (*corrosion measurement system*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar rapat arus dan semakin lama proses pelapisan maka ukuran butir dalam strukturmikro lapisan semakin kecil dan laju korosi yang terukur semakin kecil. Laju korosi paling kecil adalah 0,00027 mmpy pada rapat arus 25 A/dm² dan waktu pelapisan 20 menit.

Kata Kunci: *Pulse electrodeposition, AISI 410, nikel, strukturmikro, laju korosi*

The Influences of Current Density and Time on Microstructure and Corrosion Rate Nickel Coating in Aisi 410 by Pulse Electro Deposition Method

Nickel plating process with pulse methods in AISI 410 electrodeposition has been done to reduce corrosion rate of this material in industrial applications i.e turbine blade that is often experienced corrosion problems. The coating process using nickel sulfate 250 g / l, boric acid 50 g / l and nickel chloride 45 g / l at temperature of 50-60 ° C with various of current densities for 10, 15, 20 and 25 A / dm² and time for coating process of 10, 15 and 20 minutes. Duty cycle used was 80% and the pulse frequency approximately around 100 Hz. Microstructure examined by using SEM-EDS (scanning electron microscopy-energy dispersive spectroscopy) to observe grain size and thickness of the nickel layer. Corrosion rate measured by using CMS (corrosion measurement system). The results showed that increasing of current density and coating process would reduce grain size and corrosion rate in coating area. The corrosion rate is 0.00027 mmpy when the current density is 25 A / dm² and plating time is 20 minutes.

Keywords: *Pulse electrodeposition, AISI 410, nickel, microstructure, corrosion rate*

Kata Kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh diperbanyak tanpa izin dan biaya.

UDC (OXDCF) 621.381

Siska Prifiharni^a, Denni Ahmad^b, Andini Juniarsih^b, Efendi Mabru^a (^aPusat Penelitian Metalurgi dan Material – LIPI, ^bUniversitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Struktur mikro, Kekerasan, dan Ketahanan Korosi Baja Tahan Karat Martensitik 13Cr3Mo3Ni Hasil *Quench-Temper* dengan Variasi Temperatur dan Waktu Austenisasi

Metalurgi, Vol 32 No. 2 Agustus 2017

Baja tahan karat martensitik tipe 410 biasa digunakan untuk aplikasi sudu turbin pada *steam turbine*. Perilaku baja tahan karat jenis ini dapat diperbaiki dengan berbagai cara, salah satunya yaitu dengan cara memodifikasi unsur baja tahan karat tipe 410 tersebut dan perlakuan panas. Baja tahan karat martensitik yang telah dimodifikasi dalam hal ini baja tahan karat martensitik 13Cr-3Mo-3Ni dilakukan proses hot forging kemudian dianil. Baja tahan karat martensitik 13Cr-3Mo-3Ni kemudian dipreparasi dan dilakukan proses perlakuan panas. Proses perlakuan panas yang dilakukan yaitu *quenching* pada variasi temperatur austenisasi 950, 1000, 1050, dan 1100 °C selama 1 dan 3 jam dan didinginkan dengan menggunakan media oli, dilanjutkan dengan proses *temper* pada temperatur 650 °C selama 1 jam. Baja tahan karat martensitik 13Cr-3Mo-3Ni hasil *temper* kemudian dilakukan uji kekerasan dengan metoda Rockwell C, metalografi dengan mikroskop optik, dan uji ketahanan korosi dengan menggunakan CMS (*corrosion measurement system*). Hasil menunjukkan bahwa baja tahan karat martensitik 13Cr-3Mo-3Ni pada temperatur austenisasi 950 °C selama 1 jam setelah *temper* 650 °C selama 1 jam memiliki nilai kekerasan yang paling rendah dengan nilai kekerasan 33,5 HRC dan laju korosi yang paling rendah yaitu 0,02 mpy, sedangkan pada temperatur austenisasi 1100 °C selama 3 jam setelah *temper* 650 °C selama 1 jam memiliki nilai kekerasan paling tinggi dengan nilai kekerasan 46,2 HRC dan laju korosi paling tinggi yaitu 1,62 mpy. Struktur mikro yang terbentuk adalah fasa martensit, karbida, dan delta ferit. Peningkatan kekerasan pada temperatur austenisasi 1100 °C disebabkan oleh peningkatan kandungan karbida pada fasa martensit. Namun, presipitasi karbida yang terbentuk selama proses *quenching* dapat menurunkan ketahanan korosi karena kadar Cr dan Mo menurun di dalam karbida.

Kata Kunci: Baja tahan karat martensitik 13Cr-3Mo-3Ni, austenisasi, martensit, kromium karbida, korosi

Microstructure, Hardness, and Corrosion Resistant of Martensitic Stainless Steel 13Cr3Mo3Ni after Quench-Temper with Various Austenization Temperature and Time

Martensitic stainless steel type 410 have been extensively used for turbine blade in steam turbine system. Their properties can be improved in various ways, such as modification element and heat treatment. The modified stainless steel in this case is martensitic stainless steel 13Cr-3Mo-3Ni were hot forged then annealed. Afterwards, martensitic stainless steel 13Cr-3Mo-3Ni were prepared and heat treated. Martensitic stainless steel 13Cr-3Mo-3Ni were austenized at temperature 950, 1000, 1050, dan 1100 °C for 1 and 3 hour followed by quench in oil. After quenching, material were tempered at 650°C for 1 hour. Several examinations were carried out on the material such as of hardness test with rockwell C, metallographic using optical microscope, and corrosion test using CMS (corrosion measurement system). The results show that martensitic stainless steel 13Cr3Mo3Ni at austenitizing temperature of 950 °C for 1 hour and tempering at 650 °C for 1 hour has the lowest hardness value with hardness value was 33.5 HRC and the lowest corrosion rate 0.02 mpy, whereas at austenitizing temperature of 1100 °C for 3 hours and tempering at 650 °C for 1 hour has the highest hardness value with hardness value was 46.2 HRC and the highest corrosion rate 1.62 mpy. The microstructures formed are martensite, carbide, and ferrite delta phases. Increased hardness at austenitizing temperature 1100 °C is due to an increase in carbide content in the martensite phase. However, carbide precipitation formed during quenching process can decrease corrosion resistance as Cr and Mo levels decrease in carbides.

Keywords: Martensitic stainless steel 13Cr-3Mo-3Ni, austenitization, martensite, chromium carbide, corrosion

Kata Kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh diperbanyak tanpa izin dan biaya.

UDC (OXDCF) 553.2

Resetiana D. D^a, Eni Sugiarti^a, Endro Juniarto^b, Erie Martides^b, Budi Prawara^b
(^aPusat Penelitian Fisika – LIPI, ^bPusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik - LIPI)

Pengaruh Substrat terhadap Kekerasan Lapisan NiCoCrAlY yang Terdeposisi dengan Teknik HVOF

Metalurgi, Vol 32 No. 2 Agustus 2017

Telah dilakukan karakterisasi strukturmikro dan kekerasan mikro pada lapisan NiCoCrAlY yang dideposisikan di atas substrat yang berbeda yaitu baja karbon, nikel krom dan hastelloy. Lapisan NiCoCrAlY dideposisikan menggunakan teknik penyemprotan HVOF (*high velocity oxy fuel*). Proses karakterisasi dan pengukuran dilakukan pada seluruh lapisan dengan irisan melintang. Karakterisasi strukturmikro diamati dengan menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 40x. Selanjutnya untuk pengukuran kekerasan menggunakan kekerasan mikro dengan beban 300 gf selama 13 detik. Data pengujian kekerasan diperoleh dengan mengukur nilai rata-rata dari 3 posisi uji kekerasan pada masing-masing bagian substrat sebelum dilapisi, setelah dilapisi dan lapisan NiCoCrAlY. Berdasarkan hasil karakterisasi strukturmikro diketahui bahwa lapisan NiCoCrAlY berhasil terdeposisi dengan ketebalan 370,76 μm , 92 μm , dan 115,73 μm masing-masing di atas substrat baja karbon, nikel krom dan hastelloy. Morfologi permukaan lapisan menunjukkan bahwa lapisan yang terdeposisi tidak begitu rata dan masih tampak adanya pori atau lubang di area lapisan NiCoCrAlY yang terbentuk. Porositas dari lapisan sangat berpengaruh pada sifat mekanik, semakin tinggi persentase porositas lapisan maka kekerasan akan menurun. Nilai kekerasan lapisan NiCoCrAlY pada substrat baja karbon adalah sebesar 349,95 HV, nikel krom sebesar 315,60 HV dan hastelloy sebesar 311,30 HV. Jarak dengan *interface* mempengaruhi pengukuran kekerasan. Semakin dekat dengan *interface* akan semakin menurun nilai kekerasaannya. Hal ini dipengaruhi oleh daerah interdifusi elemen pelapis sehingga mempengaruhi kekuatan mekaniknya.

Kata Kunci: *Strukturmikro, kekerasan mikro, lapisan NiCoCrAlY, HVOF*

Effect of Different Substrate on Hardness Properties of NiCoCrAlY Coatings Deposited by HVOF Technique

Micro structure and micro hardness characterizations have been done on NiCoCrAl coating deposited on different substrate, i.e., carbon steel, nickel chrome and hastelloy. NiCoCrAlY coating was deposited by high velocity oxy fuel (HVOF) thermal spraying technique. Characterization and measurements were applied on all cross section of the coating surfaces. Micro structural analysis was characterized by optical microscope with 40x magnification. Moreover, micro hardness tester was utilized to measure the hardness of the sample with 300 gf for 13 second. The hardness data was measured by calculating the average of 3 position of hardness measurement on substrate before coating, after coating and NiCoCrAl coating layer. According to micro structural analysis, it revealed that the thickness of NiCoCrAlY coating layer was about 370.76 μm , 92 μm , dan 115.73 on carbon steel, nickel chrome and hastelloy substrate, respectively. Surface morphology showed that the coated layer was not flat and porous structure or void on the coated layer. The porosity of the coated layer might effect the mechanical properties of the sample where high procentase of porosity might reduce the hardness of the sample. The hardness of NiCoCrAlY coating was about 349.95, 315.60 and 311.30 HV for carbon steel, nickel chrome and hastelloy substrate, respectively. The distance from interface between coating layer and substrate might effect hardness measurement. More closer to interface could decrease hardness value and it might caused by interdiffusion of coating elements. Thus would be effect to its mechanical properties.

Keywords: *Microstructure, micro hardness, NiCoCrAlY coating, HVOF*