



P-ISSN 0126-3188

E-ISSN 2443-3926

LIPI

METALURGI

MAJALAH ILMU DAN TEKNOLOGI

VOLUME 33 Nomor 1, APRIL 2018

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

Magnet Nanokomposit Sebagai Magnet Permanen Masa Depan

Pengaruh Perlakuan Panas Baja Tahan Karat Martensitik AISI 410 Terhadap Strukturmikro Dan Ketahanan Korosi

Analisa Ukuran Partikel Serbuk Komposit NiCrAl Dengan Penambahan Reaktif Elemen Untuk Aplikasi Lapisan Tahan Panas

Karakteristik Sifat Mekanik Dan Strukturmikro Baja Laterit Paduan Ni-Cr-Mn Hasil Tempa Panas Dengan Variasi Beban Tempa

Karakterisasi Tingkat Degradasi SUPERALLOY UDIMET 520 Pada Sudu Putar Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Gas

Pusat Penelitian Metalurgi dan Material
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia



METALURGI

VOLUME 33 NOMOR 1, APRIL 2018

P-ISSN 0126-3188

E-ISSN 2443-3926

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

Penanggung Jawab :

Kapuslit Metalurgi dan Material – LIPI

Ketua Dewan Redaksi :

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

Dewan Editor :

Prof. Dr. Ir. F. Firdiyono (P2MM – LIPI)

Dr. Ir. Rudi Subagja (P2MM - LIPI)

Prof. Dr. Ir. Rochim Suratman (ITB)

Prof. Dr. Ir. Akhmad Herman Yuwono,
M.Phil. Eng (UI)

Dr. I Nyoman Jujur, M.Eng (BPPT)

Mitra Bestari :

Dr. Anawati, M.Sc (Fakultas MIPA,
Universitas Indonesia)

Dr. Witha Berlian Kesuma Putri S.Si, M.Si
(Pusat Penelitian Fisika – LIPI)

Dr. Yuliati Herbani, M.Sc (Pusat Penelitian
Fisika - LIPI)

Dr. M. Zaki Mubarak (Teknik Metalurgi,
Institut Teknologi Bandung)

Dr. Asep Ridwan S. (Teknik Mesin, Institut
Teknologi Bandung)

Alfirano, ST, MT, Ph.D (Teknik Metalurgi,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Nofrijon Sofyan, Ph. D (Fakultas Teknik,
Universitas Indonesia)

Ir. Soesaptri Oediyani, ME (Teknik
Metalurgi, Universitas Sultan Ageng
Tirtayasa)

Timotius Pasang (Auckland University of
Technology, New Zealand)

Redaksi :

Lia Andriyah, M.Si

Tri Arini, M.T

Disain Grafis :

Arif Nurhakim, S.Sos

Website :

Daniel Panghuhutan, M.Si

Adi Noer Syahid, A.Md

M. Satrio Utomo, M.Sc

Sekretariat dan Penerbit :

Pusat Penelitian Metalurgi dan Material –
LIPI Ged. 470, Kawasan Puspiptek Serpong,
Tangerang Selatan, 15314

Telp: (021) 7560911

E-mail:

ejurnal.material.metalurgi@gmail.com

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

Pengantar Redaksi.....iii

Abstrak.....v

**Magnet Nanokomposit sebagai Magnet
Permanen Masa Depan**

Novrita Idavanti, dkk.....1-18

**Pengaruh Perlakuan Panas Baja Tahan Karat
Martensitik AISI 410 terhadap Strukturmikro
dan Ketahanan Korosi**

Rizky Dwisaputro, dkk19-26

**Analisa Ukuran Partikel Serbuk Komposit
NiCrAl dengan Penambahan Reaktif Elemen
untuk Aplikasi Lapisan Tahan Panas**

Resetiana Dwi Desiati, dkk.....27-34

**Karakteristik Sifat Mekanik dan Strukturmikro
Baja Laterit Paduan Ni-Cr-Mn Hasil Tempa
Panas dengan Variasi Beban Tempa**

Satrio Herbirowo, dkk.....35-42

**Karakterisasi Tingkat Degradasi SUPERALLOY
UDIMET 520 pada Sudu Putar Turbin
Pembangkit Listrik Tenaga Gas**

Dewa Nyoman Adnyana.....43-56

Indeks

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur Majalah Metalurgi Volume 33 Nomor 1, April 2018 kali ini dapat menampilkan 5 buah tulisan.

Tulisan pertama merupakan hasil *review* yang disampaikan oleh Novrita Idayanti dan kawan-kawan menulis tentang *Magnet Nanokomposit sebagai Magnet Permanen Masa Depan*. Selanjutnya Rizky Dwisaputro dan kawan-kawan menulis tentang *Pengaruh Perlakuan Panas Baja Tahan Karat Martensitik AISI 410 terhadap Strukturmikro dan Ketahanan Korosi*. Resetiana dan kawan-kawan menulis tentang *Analisa Ukuran Partikel Serbuk Komposit NiCrAl dengan Penambahan Reaktif Elemen untuk Aplikasi Lapisan Tahan Panas*. Selanjutnya, Satrio Herbirowo menulis tentang *Karakteristik Sifat Mekanik dan Strukturmikro Baja Laterit Paduan Ni-Cr-Mn Hasil Tempa Panas dengan Variasi Beban Tempa*. Terakhir yaitu Dewa Nyoman Adnyana menulis tentang *Karakterisasi Tingkat Degradasi SUPERALLOY UDIMET 520 pada Sudu Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Gas*.

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

REDAKSI

METALURGI (Metallurgy)

ISSN 0126 – 3188

Vol 33 No. 1 April 2018

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

UDC (OXDCF) 621.34

Novrita Idayanti^{a,b}, Azwar Manaf^a, Dedi^b (^aProgram Studi Ilmu Bahan-FMIPA Universitas Indonesia, ^bPusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI))

Magnet Nanokomposit sebagai Magnet Permanen Masa Depan

Metalurgi, Vol. 33 No. 1 April 2018

Naskah ini dibuat berdasarkan kajian literatur tentang penelitian dan pengembangan material magnet permanen terutama pengembangan yang dilakukan oleh para peneliti dalam lebih 100 tahun belakangan. Diketahui bahwa, era magnet permanen modern dimulai pada awal abad ke 19 berlangsung kurang lebih 100 tahun. Dalam 100 tahun kebelakang, ternyata fokus penelitian para peneliti adalah pencarian senyawa magnetik yang potensial. Tidak mengherankan bila dalam periode 100 tahun tersebut berbagai jenis senyawa magnetik berhasil ditemukan. Diawali dengan baja sebagai magnet permanen telah digunakan pada awal abad 19, menyusul kelas-kelas magnetik lainnya seperti *alnico*, magnet keramik, magnet logam tanah jarang Sm-Co dan terakhir magnet magnet logam tanah jarang Nd-Fe-B dan Sm-Fe-N. Magnet logam tanah jarang Nd-Fe-B ditemukan di ujung abad 19 dengan nilai *maximum energy product* atau $(BH)_{max}$ sebesar 56 MGOe (448 kJ.m^{-3}) telah berhasil diperoleh. Nilai tersebut adalah nilai tertinggi yang pernah dicapai oleh para peneliti sampai saat ini. Namun, penulis mengamati bahwa sejak awal abad 20, ternyata telah terjadi perubahan pada fokus pengembangan penelitian yaitu saat ini tidak lagi berfokus pada pencarian dan penemuan fasa magnetik baru, akan tetapi lebih kepada merekayasa struktur material magnetik melalui penggabungan fasa magnetik keras yang memiliki konstanta *magnetocrystalline* tinggi dengan fasa magnetik lunak yang memiliki nilai magnetisasi jenuh yang tinggi dalam sebuah struktur komposit sehingga menjadi magnet nanokomposit. Magnet nanokomposit adalah magnet permanen dengan sifat kemagnetan yang lebih unggul dibandingkan dengan magnet konvensional. Keunggulan dimaksud adalah pada nilai magnetisasi remanen (M_r) dan nilai produk energi maksimum $(BH)_{max}$ yang tinggi disebabkan terjadinya efek *exchange coupled spring* antara fasa magnetik keras dan lunak sehingga mensejajarkan arah magnetisasi kedua magnetik di bawah pengaruh interaksi pertukaran. Para peneliti teoritik pun telah menggali potensi magnet permanen nanokomposit dan menetapkan nilai $(BH)_{max}$ sebesar 1 MJ.m^{-3} sebagai nilai *ultimate* yang harus dapat dicapai secara eksperimental. Nilai ultimate tersebut telah membuka tantangan yang besar dan menjadi destinasi baru bagi para peneliti eksperimental. Dalam makalah *review* ini, disampaikan pengetahuan, penelitian, dan metoda tentang peningkatan sifat kemagnetan material ferit, tanah jarang, dan logam paduan berdasarkan *exchange interaction mechanism* pada saat terjadinya *exchange spring magnet* antara fasa keras dan fasa lunak.

Kata Kunci: Magnet nanokomposit, magnet permanen, perkembangan material magnet

Nanocomposite Magnets as Future Permanent Magnets

This paper reviews research and development of permanent magnet materials based on study literatures that have been conducted by researchers in more than 100 years. It is known that the era of modern permanent magnets began in the early 19th century and lasted for approximately 100 years. In the past 100 years, it turned out the research focus of the researchers was to look for potential magnetic compounds. Not surprisingly, in a period of 100 years that various types of magnetic compounds were found. The rare earth metal magnet Nd-Fe-B was found at the end of the 19th century with a maximum energy product value or $(BH)_{max}$ of 56 MGOe (448 kJ.m^{-3}) obtained. The value is the highest value ever achieved by researchers to date. However, the authors observe that since the early 20th century, there has been a change in the focus of research development that is currently not focus on the search and discovery of new magnetic phases, but rather to develop the magnetic material structure through the incorporation of hard magnetic phases with high magnetocrystalline value with a soft magnetic phase that has a high saturated magnetization value in a composite structure to become a nanocomposite magnets. The nanocomposite magnets are permanent magnets with superior magnetism properties compared to conventional magnets. The excellence magnetic properties are the value of remanent magnetization (M_r) and the maximum energy product $(BH)_{max}$ due to the effect of exchange coupled spring between the hard and soft magnetic phases so as to align the magnetic orientation of the two magnetic phases under the influence of exchange interaction. The theoretical researchers have also explored the potential of a nanocomposite permanent magnet and assigned $(BH)_{max}$ value of 1 MJ.m^{-3} as the ultimate value that must be achieved experimentally. The ultimate value has opened big challenges and become a new destination for experimental researchers. In this review paper, we present knowledge, research, and methods on improving the magnetism properties of ferrite, rare earth, and alloy metals based on exchange interaction mechanisms during the exchange spring magnet between hard and soft phases.

Keywords: Magnet nanocomposite, permanent magnets, development of materials magnets

METALURGI
(Metallurgy)

ISSN 0126 – 3188

Vol 33 No. 1 April 2018

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

UDC (OXDCF) 620.112

Rizky Dwisaputro^a, Mochamad Syaiful Anwar^b, Rusnaldy^a, Efendi Mabru^b (^aJurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, ^bPusat Penelitian Metalurgi dan Material – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI))

Pengaruh Perlakuan Panas Baja Tahan Karat Martensitik AISI 410 terhadap Struktur Mikro dan Ketahanan Korosi

Metalurgi, Vol. 33 No. 1 April 2018

Baja tahan karat martensitik telah digunakan pada material *turbine blade* pada turbin uap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas (austenisasi dan *tempering*) terhadap struktur mikro dan laju korosi baja tahan karat martensitik AISI 410. Pengujian yang dilakukan adalah pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik dan uji korosi di dalam larutan 3,5% NaCl dengan alat Gamry G750. Struktur mikro baja AISI 410 setelah proses *annealing* adalah ferit dan karbida logam. Struktur mikro martensit dan austenit sisa dapat terbentuk bilamana baja AISI 410 telah mengalami proses *tempering* pada suhu 600 °C dengan suhu austenisasi yang berbeda. Sedangkan struktur mikro berupa martensit temper dengan austenit sisa dan karbida logam ditemukan pada baja AISI 410 setelah mengalami proses austenisasi pada suhu 1050 °C dengan suhu *tempering* yang berbeda. Laju korosi baja AISI 410 semakin rendah seiring peningkatan suhu austenisasi. Sedangkan laju korosi sangat tinggi ditemukan pada baja AISI 410 pada suhu *temper* 550 °C dan austenisasi 1050 °C.

Kata Kunci: Baja martensitik AISI 410, fasa martensit, austenit sisa

Effect of Heat Treatment of AISI 410 Martensitic Stainless Steel on Microstructure and Corrosion Resistance

Martensitic stainless steels are used in turbine blade materials in steam turbines of power plants. This study aims to determine the effect of heat treatment (austenitized and tempering) on microstructure and corrosion rate of AISI 410 martensitic stainless steel. The observation of microstructure was conducted using optical microscope and the corrosion test was performed in 3.5% NaCl solution which was carried out with Gamry G750 tool. The microstructure of AISI 410 steels after annealing process was composed of ferrite and metal carbide. The microstructure of martensite and retained austenite was obtained after the steel AISI 410 underwent a process of tempering at 600 °C with different austenitizing temperature. Meanwhile, the microstructure of temper martensite with retained austenite and metal carbide was found in AISI 410 steels after austenitized at 1050 °C with different tempering temperature. The corrosion rate of AISI 410 steels decreased with increasing austenitizing temperature. Meanwhile, very high corrosion current was found in AISI 410 steel at tempering of 550 °C and austenitized of 1050 °C.

Keywords: AISI 410 martensitic steels, martensite phase, retained austenite

METALURGI (Metallurgy)

ISSN 0126 – 3188

Vol 33 No. 1 April 2018

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

UDC (OXDCF) 546.3

Resetiana Dwi Desiati^a, Ani Sugiarti^a, Safitry Ramandhany^b (^aPusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), ^bProdi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah Jakarta)

Analisa Ukuran Partikel Serbuk Komposit NiCrAl dengan Penambahan Reaktif Elemen untuk Aplikasi Lapisan Tahan Panas

Metalurgi, Vol. 33 No. 1 April 2018

Dalam makalah ini dibahas mengenai ukuran sampel serbuk NiCrAl yang ditambahkan reaktif elemen yttrium (Y), silikon (Si), hafnium (Hf), dan zirconium (Zr) menjadi paduan NiCrAlY, NiCrAlSi, NiCrAlYSi, NiCrAlHf, NiCrAlZr dengan proses *milling* menggunakan *ball mill* selama 36 jam dengan kecepatan *milling* 25 Hz atau 1500 rpm dan perbandingan antara serbuk dengan *ball mill* adalah 1:2. SEM (*scanning electron microscopy*) digunakan untuk mengkarakterisasi sampel serbuk yang bertujuan untuk mengetahui morfologi sampel seperti bentuk dan ukuran partikel. Gambar digital dari hasil karakterisasi SEM diolah menggunakan software ImageJ untuk mengetahui ukuran partikelnya dan hasil pengukurannya dibandingkan dengan data hasil karakterisasi menggunakan PSA (*particle size analyzer*). Analisis serbuk NiCrAl pada partikel saat 0 jam (sebelum *milling*) berdasarkan data PSA bernilai rata-rata 44,04 μm sedangkan data pengolahan ImageJ untuk klasifikasi sampel bernilai rata-rata 46,98 μm . Disamping itu untuk klasifikasi partikel pada serbuk NiCrAl setelah 36 jam *milling* berdasarkan data PSA bernilai rata-rata 71,12 μm sedangkan data pengolahan ImageJ bernilai rata-rata 67,93 μm . Metode analisis tersebut juga dilakukan untuk serbuk NiCrAlSi, NiCrAlYSi, NiCrAlHf, dan NiCrAlZr. Sehingga berdasarkan hasil analisa dapat diketahui bahwa pengolahan gambar digital SEM menggunakan ImageJ memiliki keakuratan kurang lebih sebesar 80% dari data PSA. Hal ini disebabkan dari bentuk sampel serbuk yang tidak homogen dan sebarannya yang tidak merata. Selain itu pula dapat diketahui juga bahwa sampel serbuk paduan NiCrAl, NiCrAlY, NiCrAlSi, NiCrAlYSi, NiCrAlHf, NiCrAlZr setelah pemilinan selama 36 jam mengalami perbesaran ukuran dari kondisi awal atau 0 jam yang disebabkan selama proses pemilinan mengalami aglomerasi dan *cold welding*. Penambahan reaktif elemen dengan komposisi kecil pada NiCrAl tidak berdampak pada ukuran partikel.

Kata Kunci: Ukuran partikel, NiCrAl, reaktif elemen

Particle Size Analysis of NiCrAl Composite Powders with Reactive Elements Addition for Thermal Barrier Coating Applications

In this paper we discuss about the particle size of NiCrAl powder in addition to reactive elements, i.e. yttrium (Y), silicon (Si), hafnium (Hf), and zirconium (Zr) to produce compound powder of NiCrAlY, NiCrAlSi, NiCrAlYSi, NiCrAlHf, and NiCrAlZr produced by milling process using ball mill for 36 hours at rotating speed of 25 Hz or 1500 rpm and the ball to powder ratio (BPR) of 1:2. SEM (scanning electron microscopy) was used to characterize the powder sample to understand the morphology of the sample such as particle shape and size. Digital picture of SEM results was analyzed using free software ImageJ to understand the particle size and the results was compared by using characterization results of Particle Size Analyzer (PSA). Analysis of NiCrAl powder on at 0 hour (before milling) has a value of 44.04 μm based on PSA data, while based on ImageJ processing data NiCrAl powder has an average value of 46.98 μm . On the contrary, the PSA data on the classification of NiCrAl powder after 36 hours of milling time has a particle size of 71.12 μm whereas ImageJ processing data has an average value of 67.93 μm . These analysis methods have also been applied to NiCrAlSi, NiCrAlYSi, NiCrAlHf, and NiCrAlZr powders. Therefore, analysis results reveal that the digital processing of SEM image using ImageJ has an accuracy value of about 80% compared with PSA data. It is caused by the shape of powder sample which was not homogenous and not well-distributed. In addition, the SEM results show that the particle size of compound powder of NiCrAl, NiCrAlY, NiCrAlSi, NiCrAlYSi, NiCrAlHf, and NiCrAlZr after 36 hours was larger than the initial condition or 0 hours of milling time due to agglomeration and cold welding during milling process. The addition of reactive elements with small compositions to NiCrAl has no impact on particle size.

Keywords: Particle size, NiCrAl, reactive elements

METALURGI
(Metallurgy)

ISSN 0126 – 3188

Vol 33 No. 1 April 2018

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

UDC (OXDCF) 669.1

Satrio Herbirowo, Bintang Adjiantoro, Fatayalkadri Citrawati (Pusat Penelitian Metalurgi dan Material – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI))

Karakteristik Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Laterit Paduan Ni-Cr-Mn Hasil Tempa Panas dengan Variasi Beban Tempa

Metalurgi, Vol. 33 No. 1 April 2018

Baja laterit paduan NiCrMn berpotensi sebagai bahan baku alternatif baja yang memiliki ketangguhan yang tinggi dan dapat mensubstitusi baja AISI 4340 komersial. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik baja laterit sesuai standar AISI 4340 dilihat dari komposisi kimia, sifat mekanik dan struktur mikro setelah dilakukan proses tempa panas dengan variasi beban tempa. Proses tempa panas dilakukan pada temperatur 1200 °C menggunakan 3 variasi beban tempa yaitu 50, 75, dan 100 ton dan media pendingin oli. Hasil proses tempa panas kemudian dikarakterisasi komposisi kimia dengan OES (*optical emission spectrometry*), pengamatan metalografi dengan OM (*optical microscopy*), pengujian dampak metoda charpy dan uji keras dengan metoda Rockwell C. Hasil analisis komposisi kimia menunjukkan bahwa baja laterit paduan NiCrMn memiliki komposisi kimia sesuai dengan AISI 4340 dengan modifikasi unsur Ni sebesar (% berat) 1,8; Cr 1,71; dan Mn 1,87. Hasil karakterisasi pada baja laterit paduan NiCrMn menunjukkan bahwa dengan semakin meningkatnya persen reduksi yang diberikan, kekerasan dan ketangguhan makin meningkat. Pada persentase reduksi 31,02% diperoleh nilai kekerasan sebesar 61,21 HRC dengan struktur yang terbentuk adalah fasa martensit, dimana kemampuan menyerap energi adalah sebesar 0,166 J/mm². Akan tetapi pada persen reduksi lebih besar yaitu 31,72%, nilai kekerasan dan kekuatan dampak adalah menurun menjadi 58,56 HRC dan 0,19 J/mm². Hal ini terjadi karena struktur yang terbentuk dalam baja laterit paduan NiCrMn adalah fasa martensit dengan austenit sisa.

Kata Kunci: Baja laterit paduan NiCrMn, AISI 4340, martensit, austenit sisa

Mechanical Properties and Microstructure Characterization of Ni-Cr-Mn Alloys Lateritic Steel as a Result of Hot Forging with Variated Forging Loads

NiCrMn alloy lateritic steel has a potential as an alternative for steel raw material that has high toughness and substitute the commercial AISI 4340 steel. This research is conducted to know the characteristics of lateritic steels according to AISI 4340 standard from chemical composition, mechanical properties, and microstructure after hot forging process with variety of loads and oil as cooling media. The hot forging process was carried out at temperature of 1200 °C using 3 variety of forging loads: 50, 75, and 100 tons. The forged NiCrMn alloy lateritic steel was characterized by chemical composition analysis with OES (optical emission spectrometer), metallographic observation using OM (optical microscopy), Charpy impact test, and hardness Rockwell C. The result of chemical composition analysis showed that NiCrMn alloy lateritic steel had chemical composition in accordance to AISI 4340 with modification of Ni, Cr, and Mn elements equal to (wt.%) 1.8; 1.71; 1.87. The characteristics of NiCrMn alloy lateritic steel showed that the hardness and toughness increased when the % reduction improved. In reduction percentage of 31.02% it was obtained hardness value and energy absorb equal to 61.21 HRC and 0.166 J / mm², with structure formed was martensite phase. However, at a higher reduction percentage of 31.72%, the hardness and impact strength values decreased to 58.56 HRC and 0.19 J / mm². This occurred because of the structure formed in the NiCrMn alloy lateritic steel was a martensite phase with residual austenite.

Keywords: NiCrMn alloy lateritic steels, AISI 4340, martensite, retained austenite

METALURGI
(Metallurgy)

ISSN 0126 – 3188

Vol 33 No. 1 April 2018

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

UDC (OXDCF) 620.16

Dewa Nyoman Adnyana (Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN))

Karakterisasi Tingkat Degradasi Superalloy Udimet 520 pada Sudu Putar Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Gas

Metalurgi, Vol. 33 No. 1 April 2018

Sudu putar turbin tingkat pertama pada sebuah unit pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) dengan kapasitas terpasang 130 MW telah dioperasikan selama lebih dari 50.000 jam. Material sudu turbin dibuat dari paduan *superalloy* berbasis Ni dengan spesifikasi Udimet 520. Selama pengoperasiannya, sudu turbin diperkirakan mengalami degradasi akibat sejumlah mekanisme kegagalan yang terjadi seperti: *thermal aging*, mulur (*creep*), fatik, korosi, dan/atau erosi. Pengujian yang dilakukan ini bertujuan untuk menentukan tingkat degradasi dan kelayakan sudu turbin untuk kelanjutan pengoperasiannya di waktu yang akan datang. Sebuah sudu turbin tingkat pertama dilepas dari rotor unit PLTG untuk digunakan dalam pengujian ini. Beberapa pengujian yang dilakukan meliputi analisa kimia, uji metalografi, uji kekerasan dan uji ketahanan mulur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa material sudu turbin belum mengalami perubahan yang berarti pada morfologi struktur mikro akibat *thermal aging*, baik pada matrik fasa austenit (γ) dan partikel/presipitat fasa *gamma prime* (γ') Ni₃ (Al,Ti) maupun pada fasa karbida. Disamping itu tingkat ketahanan mulur material sudu turbin terlihat masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan sifat ketahanan mulur minimum material standar Udimet 520. Lebih jauh, tingkat degradasi akibat korosi dan/atau oksidasi yang terjadi pada permukaan luar sudu turbin pada umumnya masih tergolong rendah. Pada kondisi ini secara aplikasi di lapangan sudu turbin masih layak pakai.

Kata Kunci: UDIMET 520, sudu turbin, gamma prime (γ'), karbida

Characteristic Degradation Level of Superalloy Udimet 520 of Rotating Blade of a Gas Turbine Power Plant

First stage rotating blades of a gas turbine power plant having design capacity of 130 MW have been in operation for more than 50.000 hours. The blade material was made of Udimet 520, a Ni- based superalloys. During its operation, the turbine blades may have been subjected to degradation due to several damage mechanisms such as thermal aging, creep, fatigue, corrosion and/or erosion. The aim of this examination was to determine the degree of degradation and the possibility of future service continuation of the turbine blades. A post-service first stage turbine blade was dismantled from the engine rotor and used for examination. Various laboratory examinations were performed including chemical analysis, metallographic examination, hardness testing and creep testing. Results of the examination obtained showed that the turbine blade material has not been experiencing some significant morphology change in microstructure due to thermal aging, either on the matrix austenite phase (γ) and precipitate of gamma prime (γ') or on the carbide phase particles. In addition, the level of creep resistance of the turbine blade material was still higher than the minimum creep property of the Udimet 520. Furthermore, the degree of degradation due to corrosion and/or oxidation occurred on most of the blade exterior in general was considered low. Based on this condition, the first stage gas turbine blades were considered serviceable.

Keywords: UDIMET 520, Turbine blade, gamma prime (γ'), carbide

