

PROCEEDING



Seminar **Nas** TM
FTUP 2012

SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN 2012

**PENGHEMATAN PENGGUNAAN ENERGI BAHAN BAKAR FOSIL
SERTA PENGEMBANGAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF
DI INDONESIA**



Jakarta, 24 Oktober 2012

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PANCASILA
Jl. Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan**



SemNas **TM**
FTUP 2012

SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN 2012

**PENGHEMATAN PENGGUNAAN ENERGI BAHAN BAKAR FOSIL SERTA
PENGEMBANGAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF DI INDONESIA**

Proceeding

Jakarta, 24 Oktober 2012

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PANCASILA
Jl. Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan**

DIPUBLIKASIKAN OLEH:

Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Pancasila

Dengan mengirimkan makalah kepada kami, maka seluruh penulis dalam prosiding ini kami anggap sudah memberikan pernyataan mengenai orisinalitas karya mereka serta mengizinkan penerbitannya dalam prosiding ini. Penerbit dan Panitia SEMNAS TM 2012 tidak bertanggung jawab terhadap kebenaran, kesalahan, dan keakuratan isi, serta akibat yang diakibatkan oleh penggunaan sebagian atau seluruh materi makalah dalam prosiding ini. Pengutipan, pengambilan, penggunaan, atau penerbitan kembali sebagian atau seluruh materi makalah dalam prosiding ini hanya dapat dilakukan atas ijin penulis yang bersangkutan. Penerbit dan Panitia SEMNAS TM 2012 tidak bertanggung jawab secara hukum atas akibat yang mungkin dihasilkan

ISBN 978-602-17026-0-4



Copyright © by Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pancasila
2012

KATA SAMBUTAN KETUA PANITIA PELAKSANA

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh dan salam sejahtera bagi kita semua

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena hanya atas berkat, rahmat dan karunia-Nya-lah seminar SEMNAS TM 2012 ini kembali dapat terselenggara pada hari ini, 24 Oktober 2012, di Gedung Fakultas Teknik Universitas Pancasila yang sangat kita cintai ini.

SEMNAS TM 2012, yang merupakan kependekan dari Seminar Nasional Teknik Mesin 2012, adalah seminar tahunan, yang diharapkan dapat menjadi wahana pertukaran informasi hasil penelitian/karya ilmiah dari para mahasiswa dan akademisi di tingkat perguruan tinggi khususnya, serta para ilmuwan dan kalangan profesional dari seluruh Indonesia. Seminar ini diharapkan juga dapat menjadi forum diskusi ilmiah antar disiplin ilmu yang tercakup dalam berbagai bidang keilmuan, khususnya ilmu teknik, serta ilmu-ilmu lain yang terkait.

Seluruh panitia SEMNAS TM 2012 telah berupaya keras untuk melakukan tugasnya dengan baik. Hal ini terlihat dari banyaknya artikel ilmiah yang telah kami terima. Setelah melalui proses penilaian yang cukup ketat oleh tim reviewer kami yang berasal dari perguruan tinggi dan lembaga penelitian di Indonesia, hanya sekitar 90% dari keseluruhan paper yang akhirnya dinilai layak untuk disajikan dalam serangkaian sesi presentasi yang diadakan selama seminar berlangsung, serta selanjutnya akan didokumentasikan dan diterbitkan dalam *Proceeding SEMNAS TM 2012*.

Terima kasih yang setulus-tulusnya kami sampaikan kepada seluruh anggota tim pengarah dan *reviewer*, yang telah membantu terjaminnya kualitas artikel-artikel yang disajikan dalam seminar ini.

Sebagai Ketua Panitia SEMNAS TM 2012, saya sampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya atas antusias serta kerja keras yang telah ditunjukkan oleh seluruh anggota panitia, serta berbagai pihak yang telah terlibat secara langsung atau pun tidak langsung demi suksesnya seminar ini.

Akhir kata, saya ucapkan terima kasih dan selamat datang kepada semua peneliti, dosen, mahasiswa, pihak industri, serta seluruh peserta SEMNAS TM 2012 ini. Kami akui bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyelenggaraan acara ini, namun begitu kami selalu berharap adanya saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Ketua Panitia Pelaksana SEMNAS TM 2012,

Dr. Ir. Yohannes Dewanto, MT



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA SAMBUTAN KETUA PELAKSANA	iii
SUSUNAN PANITIA	iv
DAFTAR ISI	v
UCAPAN TERIMA KASIH	ix

A. KELOMPOK ENERGI TERBARUKAN

1. ENERGI LISTRIK TENAGA OMBAK GERAK VERTIKAL DENGAN “ <i>TAPERED CHANNEL</i> ” (K1-4-01) <i>Soebyakto, M. Fajar Nurwildani, M. Agus Shidiq, Drajat Samyono</i>	A1
2. STUDI POTENSI ENERGI ANGIN (<i>WIND ENERGY</i>) DI CIREBON UNTUK TURBIN ANGIN (<i>WIND TURBINE</i>) KAPASITAS 900 W – 1000 W KEPERLUAN DAERAH NELAYAN DESA GEBANG KABUPATEN CIREBON (K1-7-02) <i>W.Djoko Yudisworo dan Junial Heri</i>	A8
3. ANALISIS PRESTASI KETEL UAP DENGAN PENGGUNAAN SUMBER PANAS ULANG GAS BUANG MOTOR BAKAR TORAK YANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR GAS ALAM. (K1-5-03) <i>Bambang Hermani</i>	A11
4. DESAIN ALAT PENANGKAP GAS METHAN BAHAN SAMPAH ORGANIK DI PASAR (K1-9-04) <i>Sugeng Suprijadi</i>	A16
5. GENERASI LISTRIK DARI ENERGI PEMBANGKIT TENAGA PANAS BUMI DI JAWA BARAT INDONESIA (K1-10-05) <i>Agus Siswanto</i>	A21
6. STUDI AWAL KULTUR MIKROALGA <i>Scenedesmus</i> sp DENGAN MENGGUNAKAN WARNA PENCAHAYAAN BERSUMBER DARI LED SEBAGAI UPAYA PENYEDIA BAHAN BAKU BIODIESEL: SEBUAH RANCANGAN PENELITIAN (K1-32-06) <i>Amalia Rizky Eka Putri, Agung Sedayu dan Satwiko Sidopekso</i>	A26
7. STUDI KARAKTERISTIK MODUL SURYA SISTEM 48 VOLT PADA DC HOUSE (K1-37-07) <i>Riyan M. Satwiko S. dan Hadi N</i>	A31
8. STUDI UJI COBA <i>WIND TURBINE</i> MENGGUNAKAN <i>ADJUSTABLE SPEED DRIVE</i> SEDERHANA (K1-39-08) <i>Kristin Natalia, Satwiko S. dan Hadi N</i>	A36



- | | | |
|-----|---|-----|
| 9. | STUDI RANCANG BANGUN PORTABLE NANO HYDRO SEBAGAI ALTERNATIF SUMBER PEMBANGKIT ENERGI LISTRIK
(K1-43-10)
<i>Al Amin, Satwiko S dan Taufik</i> | A40 |
| 10. | PERANCANGAN TURBIN ANGIN SAVONIUS KAPASITAS 110 W
(K1-49-10)
<i>Eka Maulana dan Adri Huda</i> | A44 |
| 11. | PENGUKURAN KANDUNGAN ENERGI PANAS PADA PANAS BUMI
(K1-53-10)
<i>Nafsan Upara</i> | A48 |

B. KELOMPOK REKAYASA ENERGI

- | | | |
|----|---|-----|
| 1. | ANALISIS PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK PADA <i>ELECTRIC ARC FURNACE</i> DENGAN SISTEM <i>WASTE HEAT RECOVERY</i>
(K2-6-01)
<i>Ade Nadjuri</i> | B1 |
| 2. | ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN DUA BUSI PADA KINERJA MESIN VESPA <i>SCOOTER</i>
(K2-11-02)
<i>Imron rosyadi, Yusvardi Yusuf dan Heru Sulton</i> | B6 |
| 3. | PEMANFAATAN GAS BUANG YANG MASUK KEDALAM EKONOMISER SEBAGAI PENINGKATAN KINERJA KETEL UAP PIPA AIR
(K2-12-03)
<i>Wasiran</i> | B12 |
| 4. | RANCANG BANGUN PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK MIKROHIDRO BERBASIS PEDESAAN
(K2-14-09)
<i>Ibrahim Sb</i> | B19 |
| 5. | RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID (PANEL SURYA DAN <i>WIND TURBINE</i>) UNTUK <i>SUPPLY</i> DAYA <i>BASE TRANSCIEVER STATION (BTS)</i>
(K2-15-10)
<i>Muhamad Soleh dan Safrizal</i> | B23 |
| 6. | SIMULASI KURVA POLARISASI PEMFC TERHADAP PENGARUH PERUBAHAN PARAMETER TEKANAN, TEMPERATUR, DAN KELEMBABAN
(K2-23-11)
<i>Anton Dwi Kusuma</i> | B28 |
| 7. | STUDI PARAMETER DESAIN DAN OPERASI SIKLUS RANKINE ORGANIK SEBAGAI PEMBANGKIT TENAGA DENGAN MEMANFAATKAN ENERGI TERBUANG
(K2-25-12)
<i>Darwin Rio Budi Syaka, Syarifuddin Ahmad dan Nugroho Gama Yoga</i> | B35 |

8. *THE ANALYSIS OF SOLARDEX FUEL HEATING AGAINST PERFORMANCE OF STATIONARY CYCLE DIESEL ENGINE* B40
(K2-26-13)
Nugrah Rekto Prabowo
9. PENINGKATAN *PERFORMANCE* ALAT PENUKAR KALOR *SHELL & TUBE* MENGGUNAKAN *INSERT* UNTUK MENGURANGI KONSUMSI BAHAN BAKAR SISTEM PEMBANGKIT TENAGA (K2-27-14) B45
Chandrasa Soekardi
10. OPTIMALISASI DESIGN ALAT *ECONOMIZER* SEBUAH HRSG INSTALASI PEMBANGKIT TENAGA GAS-UAP UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI (K2-28-15) B51
Chandrasa Soekardi
11. DESAIN ALAT APLIKATIF PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK POLIETILEN SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF MESIN BENSIN (K2-31-17) B55
Ahmad Kholil, Eko Arif Syaefudin dan Fani Anggriawan
12. KARAKTERISTIK POLA ALIRAN NANOFLUIDA Al_2O_3 -Water DI SUSUNAN SUB BULUH SEGI EMPAT (K2-41-18) B61
Anwar Ilmar Ramadhan, As Natio Lasman dan Anggoro Septilarso
13. ANALISA KEMAMPUAN POMPA EMERGENCY SEAL BFP SEBAGAI ALTERNATIF PENGISI AIR MAIN DRUM UNIT 5 PLTU XY (K2-42-19) B65
Yusvardi Yusuf, Slamet Wiyono dan Andi Rahman
14. ANALISA HASIL REAKSI PEMBAKARAN BAHAN BAKAR YANG MENGGUNAKAN OKSIDATOR UDARA DAN MENGGUNAKAN GAS OKSIGEN (K2-48-21) B72
Setiyono, I Gede Eka Lesmana dan Rini Prasetyani
15. MENINGKATKAN NILAI OKTAN BAHAN BAKAR DENGAN MENCAMPURKAN GAS HYDROGEN, DALAM RANGKA PENGHEMATAN BAHAN BAKAR DAN MENINGKATKAN MUTU GAS BUANG (K2-51-22) B77
Setiyono, I Gede Eka Lesmana dan Rini Prasetyani
16. PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO SKALA LABORATORIUM (K2-52-23) B85
Rudi Hermawan, Eko Prasetyo, dan Ainil Syafitri

C. KELOMPOK DAMPAK LINGKUNGAN

1. ANALISIS KINERJA MESIN PENDINGIN COLD STORAGE DENGAN MENGGUNAKAN HIDROKARBON MUSICOOL 134 (K3-24-06) C1
Ismail dan Widodo

D. KELOMPOK MANUFAKTUR

1. OPTIMASI KERJA POMPA HIDRAM (**K4-8-01**) D1
Mastur
2. PENGARUH SUHU AUSTEMPER PADA *DUCTILE IRON* D8
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS (**K4-29-03**)
Triyono dan Himawan HS
3. PERANCANGAN & ANALISA *STYROFOAM* PADA PROSES D13
PENGEPAKAN TELEVISI (**K4-33-04**)
Eko Prasetyo, Febryan Maulana dan Hasan Hariri
4. PENGARUH KUAT ARUS TERHADAP STRUKTUR MAKRO DAN D18
CACAT LAS BAJA KONTRUKSI BJ.44 PADA PROSES
PENGELASAN SMAW MENGGUNAKAN KAMPUH SINGLE V
DENGAN ELEKTRODA E6013 (**K4-36-07**)
Imam Basori
5. OPTIMASI DESAIN *MOULD* PADA *TIN BALL CASTING MACHINE* D22
UNTUK SKALA INDUSTRI KECIL DAN MENENGAH (**K4-40-08**)
Eddy Djatmiko, Titiek Ediyanto dan Agri Suwandi
6. STUDI KOMPARASI SERBUK NICKEL CHROMIUM ALUMINUM D27
METCO 443NS DAN NICKEL ALUMINUM METCO 450NS
TERHADAP SIFAT MEKANIS PERMUKAAN PADA PROSES
THERMAL SPRAYING (**K4-44-09**)
Sunardi, Ipick Setiawan dan Saepuloh
7. UPAYA MENURUNKAN *SHORT SHOOT* PROSES *INJECTION* DI D32
PT. XYZ DENGAN MENERAPAN *SIX SIGMA* (**K4-45-10**)
Lukman Arhami
8. PENGUKURAN KINERJA PERUSAHAAN DENGAN METODE D38
SUPPLY CHAIN (SUPPLY CHAIN OPERATION REFERENCES)
(STUDI KASUS DI PT X Y Z) (**K4-47-11**)
Tri Bambang AK
9. ANALISIS DESAIN PENINGKATAN GAYA DORONG PADA D42
MOTOR ROKET RX-220 (**K4-50-12**)
Pirnadi
10. PERANCANGAN TUNGKU CRUCYBLE UNTUK PELEBURAN D49
ALUMINIUM, TIMAH DAN KUNINGAN (**K4-53-13**)
Hendri Sukma, Ismail dan Ramon Trisno



D **KELOMPOK** **MANUFAKTUR**

(K4-44-09)

STUDI KOMPARASI SERBUK *NICKEL CHROMIUM ALUMINUM METCO 443NS* DAN *NICKEL ALUMINUM METCO 450NS* TERHADAP SIFAT MEKANIS PERMUKAAN PADA PROSES *THERMAL SPRAYING*

Sunardi, Ipick Setiawan, Saepuloh

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jurusan Teknik Mesin, Cilegon 42435

E-mail: parikesit_ka@yahoo.co.id

Abstrak

Pelapisan dengan metode thermal spraying memiliki peranan penting dalam meningkatkan sifat mekanis permukaan material. Metode ini digunakan untuk melindungi logam induk dari pengaruh lingkungan. Sifat permukaan lapisan yang dikehendaki adalah memiliki kekerasan dan kekuatan ikatan yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis serbuk terhadap karakteristik permukaan, seperti kekerasan, kekuatan ikatan dan struktur mikronya. Serbuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah nickel chromium aluminum METCO 443NS dan nickel aluminum METCO 450NS. Parameter proses yang bisasa digunakan sebagai variabelnya adalah kecepatan pelapisan, jarak spray dan suhu awal material logam induk. Tiga parameter ini memiliki dampak yang berbeda, seperti kekerasan permukaan, kekuatan ikatan dan strumtur mikronya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa suhu preheating pada proses *thermal spraying* berpengaruh secara signifikan terhadap sifat mekanisnya. Peningkatan suhu pemanasan awal pada proses ini dapat meningkatkan kekerasan permukaannya. Sedangkan pada serbuk METCO 443NS, kekerasan mengalami penurunan pada suhu 160°C. Hal ini disebabkan oleh jumlah porositas yang berlebih pada lapisan permukaan material ini. Prosentase porositas memiliki pengaruh signifikan pada kekerasan lapisan. Hasil lain menunjukkan bahwa kekuatan ikatan antara lapisan serbuk dengan logam induk meningkat seiring dengan peningkatan suhu preheating.

Kata kunci: *thermal spray coating*, kekerasan permukaan, METCO 443NS, METCO 450NS.

Abstract

Thermal spraying method has role to increase the mechanical properties at material surface. This method to protect the base material from the effects of environment. The desired coating layer are high hardness and bonding strength. The purpose of this paper is to know the effect of powder type toward characteristic of surface layer, such as hardness, bonding strength and microstructure. The powder used in this research were nickel chromium aluminum METCO 443NS and nickel aluminum METCO 450NS. Three parameters as process variable are coating speed, distance of spraying and preheating temperature. Three parameter have the difference effect on surface hardness, bonding strength and microstructure. The result of this research show that preheating temperature of thermal spraying process has effect to the mechanical properties significantly. The increasing of preheat temperature in this process able to increase the hardness of its surface. However, for the powder METCO 443NS, the hardness is decrease at temperature 160°C. It is caused by excessive porosity in this layer surface of material. Percentage of porosity have significant effect to the layer hardness. Another result show that bonding strength between coating layer and base material is increase as preheating temperature.

Keywords: *thermal spray coating*, surface hardness, METCO 443NS, METCO 450NS.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan sumber energi yang semakin tinggi menuntut sebuah sistem pembangkit daya yang mampu melayani temperatur kerja yang tinggi pula. Tuntutan lain adalah kehandalan material terhadap pengaruh buruk lingkungan dan fluida kerja yang bersinggungan.

Rekayasa dan teknologi material mengalami perkembangan yang sangat pesat dan memegang

peranan penting dalam menjawab persoalan-persoalan di atas. Metode coating, perlakuan panas, nano material dan modifikasi teknologi pembekuan merupakan contoh-contoh usaha yang dilakukan para insiyur untuk memperoleh sifat-sifat material yang diinginkan. Metode coating (pelapisan) merupakan salah satu metode yang cukup populer digunakan di lapangan. Banyak sekali produk-produk hasil pelapisan yang digunakan dalam



bidang teknik, mulai dari persyaratan teknis sederhana hingga persyaratan-persyaratan khusus. Peralatan dan pernik-pernik rumah tangga, bodi kendaraan bermotor dan sudu-sudu turbin pesawat memerlukan proses pelapisan material.

Pelapisan material bertujuan untuk melindungi material dari serangan korosi dan menghasilkan sifat-sifat mekanis tertentu pada permukaannya, seperti kekerasan, laju keausan, kekasaran permukaan, porositas dan ketahanan terhadap suhu tinggi. Pada paper ini akan dipaparkan karakteristik lapisan permukaan hasil proses *thermal spray coating*. Pengaruh jenis serbuk terhadap kekerasan, kekuatan ikatan antara material induk dengan lapisan yang terbentuk sebagai fungsi serbuk serta struktur mikro lapisan *coating*. Serbuk yang digunakan dalam riset ini adalah METCO 443 NS dan METCO 450NS.

Tujuan dari riset ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan tipe serbuk dan suhu pemanasan awal logam induk terhadap karakteristik permukaan lapisan yang dihasilkan. Karakteristik permukaan yang dimaksud adalah kekerasan lapisan permukaan, kekuatan ikatan sambungan antara logam induk dengan lapisan serbuk serta struktur mikro yang dibentuk.

1.1 Proses thermal spraying

Thermal spray coating adalah proses pelapisan dimana terdapat material yang dilelehkan atau dipanaskan dan disemurkan ke permukaan material induk. Dengan proses *thermal spraying* dapat diperoleh ketebalan antara 20 μm hingga beberapa milimeter tergantung proses dan sumber panas yang digunakan. Material pelapisan dapat berupa logam, paduan, keramik, plastik maupun komposit. Material pelapis tersebut dapat berupa serbuk atau kawat. Kualitas pelapisan dicirikan oleh besaran porositas, kekerasan, kekuatan ikatan atom, kandungan oksida dan kekasaran permukaannya. Kualitas pelapisan ditentukan juga oleh proses *thermal spraying*, seperti kecepatan dan jarak *spraying* serta temperatur pemanasan awal.

Proses *thermal spray coating* banyak digunakan di lapangan dengan beberapa alasan sebagai berikut:

1. Lapisan yang terbentuk minimal 20 μm .
2. Memiliki umur pelapisan yang relatif lama, di atas 40 tahun.
3. Kekuatan ikatan antara material induk dengan material lapisan sangat baik.
4. Tingkat porositas lapisan sangat rendah.
5. Ketahanan terhadap korosi tergantung pada ketebalan lapisan. Artinya semakin tebal lapisan yang terbentuk, semakin lama ketahanan material terhadap serangan korosi.

Sifat lapisan yang terbentuk pada proses *thermal spray coating* dipengaruhi oleh beberapa

parameter spray, seperti: komposisi kimia, struktur fase, ukuran kristal serbuk, suhu substrat, gas plasma, sudut spray dan jarak spray [1]. Dari riset yang sama diketahui bahwa penurunan aliran gas H_2 dari 9,5 L/min menjadi 8,6 L/min dapat menurunkan kandungan H_2 sebesar 2%. Penurunan jarak spray dari 130 mm menjadi 75 mm menyebabkan suhu substrat meningkat.

Kekasaran permukaan substrat memiliki pengaruh terhadap kekerasan mikro, porositas dan kekasaran lapisan. Semakin tinggi kekasaran substrat memiliki kecenderungan menurunkan kekerasan mikro, meningkatkan porositas dan kekasaran permukaan lapisan. Kekerasan mikro, porositas dan kekasaran lapisan titik balik pada jarak 12 cm [2]. Porositas lapisan pada umumnya meningkat jika terjadi penurunan laju aliran gas hidrogen dan daya spray. Kekerasan mikro dan modulus Young lapisan mengalami penurunan seiring dengan peningkatan porositas lapisan [3].

Pada riset ini, kualitas lapisan permukaan hasil proses *thermal spray coating* ditentukan berdasarkan kekerasan dan kekuatannya. Cacat atau retakan yang terbentuk antarmuka lapisan tidak boleh melebihi standar yang sudah ditetapkan. Kualitas lapisan permukaan juga ditentukan oleh ada atau tidaknya *crack* pada permukaan yang mengalami bending pada *qualitatif bend test* [4].

1.2 METCO 443NS dan METCO 450NS

Metco 443NS memiliki rumus kimia (NiCr) 6 Al dengan ukuran partikel antara -125 +45 μm (-120 +325 mesh) [5]. Pada proses *thermal spray coating*, material ini tidak dapat mengikat sendiri tetapi digunakan sebagai pelapisan yang dapat melicinkan. Serbuk Metco 443NS direkomendasikan untuk pelapisan material pada kondisi khusus seperti ketahanan terhadap oksidasi dan korosi pada suhu tinggi. Pelapisan ini juga digunakan sebagai pelapisan dasar untuk keramik.

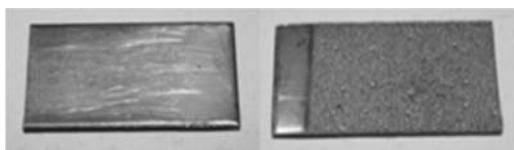
Metco 450NS memiliki rumus kimia Ni 5Al dengan ukuran partikel -90 +45 μm (-170 +325 mesh) [5]. Pelapisan yang dihasilkan dari serbuk ini relatif padat dan tebal dan tahan terhadap oksidasi dan abrasi. Serbuk ini digunakan sebagai pelapisan ikatan tahan oksidasi dan dapat digunakan hingga suhu 800°C. pengikatan sendiri dan melayani rekasi eksotermis selama penyemprotan, yang menghasilkan ikatan ke substrat yang sangat baik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Material induk dan serbuk lapisan

Material dasar (*base material*) yang digunakan sebagai substrat adalah paduan nickel chromium dengan dimensi 40 x 18 x 2 mm. Menurut CES Edupack, komposisi kimia dan

spesifikasi material induk adalah (14-46)%Cr, (54-86)%Ni, (100-600) HV, kekuatan tarik (330-2300) MPa dan modulus geser (55-100) GPa [5].



(a) (b)

Gambar 1. Spesimen paduan nickel chromium (a) sebelum pelapisan dan (b) sesudah pelapisan

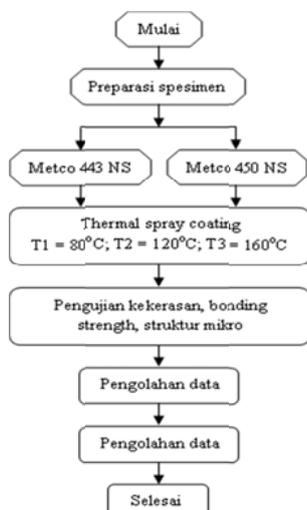
2.2 Parameter proses thermal spray coating

Seperti yang dinyatakan sebelumnya bahwa parameter proses pengerjaan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sifat dan karakteristik permukaan lapisan. Dalam riset ini, parameter proses yang menjadi variabel tetap adalah jarak dan kecepatan spray, sedangkan suhu pemanasan awal pada logam induknya merupakan variabel bebasnya. Kecepatan dan jarak spray masing-masing 5lb/jam dan 5 inchi.

Tujuan pemanasan awal logam induk adalah untuk menghilangkan uap air pada permukaan substrat, meningkatkan kekuatan ikatan antara substrat dengan material coating dan mengontrol perbedaan ekspansi panas sebagai akibat perbedaan material. Temperatur preheating yang digunakan dalam penelitian ini terbagi atas 80°C, 120°C dan 160°C.

2.3 Diagram Alir

Agar proses penelitian ini dapat berjalan dengan baik, maka diperlukan sebuah alur kerja seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2 di bawah ini.

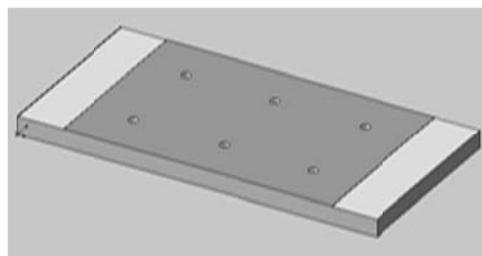


Gambar 2 Diagram alir penelitian

2.4 Pengujian kekerasan dan kekuatan ikatan

2.4.1 Uji kekerasan

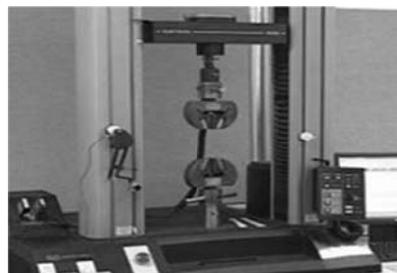
Uji kekerasan dilakukan pada skala mikro dengan indenter berbentuk piramida intan yang memiliki sudut diagonal 136°. Besar beban yang digunakan adalah 300 gram. Pengambilan data dilakukan di setiap sesimen pada 6 titik spesimen dengan waktu tahan 30detik.



Gambar 3. Titik pengujian kekerasan mikro

2.4.2 Uji kekuatan ikatan

Pengujian kekuatan ikatan (*bonding strength*) antara material induk dengan material pelapis permukaan mengacu pada standar ASTM C633-01 tentang metode pengujian standar untuk kekuatan adhesi atau kohesi pada *thermal spray coatings*.



Gambar 4. Mesin uji tarik (*bonding strength*)

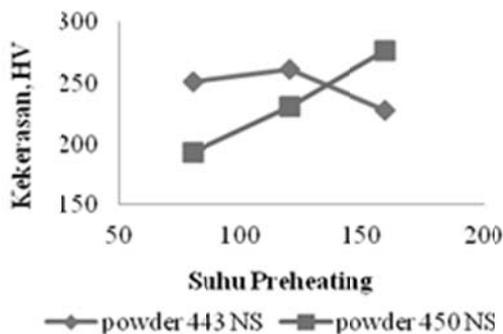
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hubungan antara suhu preheating dan kekerasan permukaan lapisan

Gambar 5 menunjukkan perilaku lapisan serbuk pada proses *thermal spray coating* terhadap kekerasan permukaan lapisan. Suhu preheating memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekerasan lapisan permukaan yang dihasilkan dari serbuk Metco 443NS dan Metco 450NS.

Kekerasan lapisan permukaan yang dihasilkan oleh serbuk Metco 450NS cenderung mengalami peningkatan seiring dengan naiknya suhu preheating. Peningkatan kekerasan dari suhu 80°C ke 120°C sebesar 19,10% dan peningkatan kekerasan dari 120°C menjadi 160°C terjadi peningkatan sebesar 19,77%. Kekerasan lapisan

permukaan pada suhu preheating 80°C, 120°C dan 160°C masing-masing sebesar 193,7 HV, 230,7 HV dan 276,3 HV.



Gambar 5. Hubungan suhu preheating dengan kekerasan material

Sedangkan pada serbuk Metco 443NS mengalami peningkatan kekerasan hingga suhu 120°C dan selanjutnya mengalami penurunan. Kekerasan lapisan permukaan pada suhu 80°C, 120°C dan 160°C masing-masing adalah 251 HV, 261,5 HV dan 228,3 HV. Peningkatan kekerasan ini sebesar 4,18% dan langsung terjadi penurunan kekerasan yang cukup signifikan sebesar 12,70%. Penurunan kekerasan ini disebabkan terjadinya peningkatan prosentase porositas lapisan. Lapisan dengan porositas tinggi memiliki kecenderungan densitas yang rendah.

3.2 Hubungan antara suhu preheating dan kekuatan ikatan lapisan dengan material induk

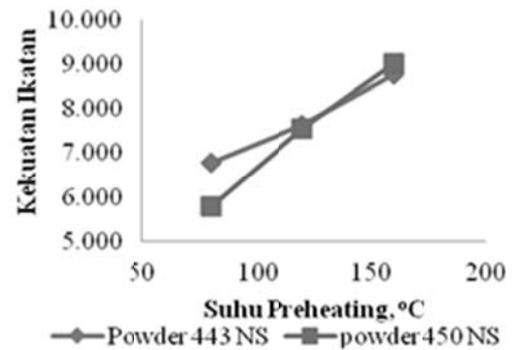
Kedua jenis serbuk, baik Metco 443NS dan Metco 450NS memiliki kecenderungan yang sama, yakni kekuatan ikatan antara material induk dengan lapisan hasil *coating* mengalami peningkatan seiring dengan naiknya suhu preheating. Yang menarik adalah pada suhu 120°C, kedua jenis serbuk memiliki kekuatan ikatan yang hampir sama.

kekuatan ikatan (*bonding strength*)

Kekuatan tarik antara material induk dengan lapisan permukaan yang dibentuk oleh serbuk Metco 443NS pada suhu 80°C, 120°C dan 160°C masing-masing adalah 6.775,9 psi, 7.626,8 psi dan 8.756,2 psi. Sedangkan untuk serbuk Metco 450NS pada suhu 80°C, 120°C dan 160°C masing-masing adalah 5.790,4 psi, 7.548,2 psi, dan 9.005,5 psi.

Kekuatan ikatan semakin tinggi berkaitan dengan waktu pembekuan material serbuk. Artinya, semakin lama waktu pembekuan memungkinkan terbentuknya stabilitas atom yang baik. Hal ini ditunjukkan oleh semakin kecilnya cacat (*defect*)

pada lapisan batas antara material induk dengan lapisan serbuk pelapis.

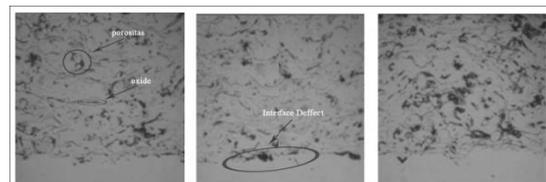


Gambar 6 Hubungan suhu preheating dengan

Semakin tinggi kekerasan lapisan permukaan memiliki kecenderungan menurunkan kekuatan ikatannya pada serbuk Metco 443NS. Hal ini disebabkan prosentase cacat semakin tinggi dengan bertambahnya suhu preheating. Sehingga *pore* atau *microvoid* ini dapat menjadi retakan awal pada lapisan *coating*. Sedangkan serbuk Metco NS 450NS memiliki kecenderungan sebaliknya.

3.3 Struktur mikro

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa prosentase dan diameter rata-rata porositas pada suhu 120°C cenderung lebih kecil jika dibandingkan dengan kondisi pada suhu 80°C dan 160°C. Hal ini yang menyebabkan terjadinya perbedaan kekerasan dan kekuatan ikatan atom.

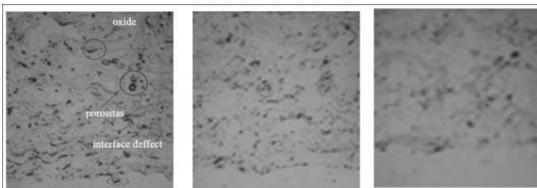


Gambar 7 Struktur mikro lapisan permukaan serbuk Metco 443NS pada suhu preheating yang bervariasi (pembesaran 200x)

Struktur mikro yang terbentuk antara dua permukaan material pada suhu 120°C menunjukkan terbentuknya *interface defect*. Cacat seperti ini memiliki pengaruh terhadap kekuatan ikatan antar permukaan. Sedangkan porous cukup banyak terbentuk pada spesimen pada suhu 160°C. Kondisi ini memungkinkan terjadinya penurunan kekerasan lapisan permukaan.

Hal berbeda terjadi pada lapisan permukaan hasil thermal spray coating dengan serbuk Metco 450NS. Dari Gambar 7 dan Gambar 8 terlihat jelas bahwa *interface defect* pada lapisan

batas relatif lebih baik jika dibandingkan dengan serbuk Metco 450NS.



Gambar 8 Struktur mikro lapisan permukaan serbuk Metco 450NS pada suhu preheating yang bervariasi (pembesaran 200x)

4. KESIMPULAN

Temperatur preheating mempengaruhi karakteristik permukaan lapisan hasil proses *thermal spray coating*. Ada beberapa hal yang dapat disimpulkan dari riset ini, antara lain:

1. Semakin tinggi suhu preheating memiliki kecenderungan meningkatkan kekerasan dan kekuatan ikatan antar lapisan permukaan.
2. Pada suhu preheating di atas 160°C, kecenderungan serbuk Metco 450NS memiliki kekerasan dan kekuatan ikatan yang lebih baik jika dibandingkan dengan serbuk Metco 443NS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M.S. Morsi, S.A.A. El Gwad, M.A. Shoeib, K.F. Ahmed, Effect of Air Plasma Sprays Parameters on Coating Performance in Zirconia-Based Thermal Barrier Coating, 2012, *International Journal Electrochemical Science*, Vol. 7 (2012), 2811-2831.
- [2] A. Sarikaya, 2005, Effect of some parameters on microstructure and hardness of alumina coatings prepared by the air plasma spraying process, *Surface & Coating Technology 190 (2005)*, 388-393.
- [3] X.C. Zhang, B.S. Fu, F.Z. Xuan, S.T. Tu, H.D. Wang, Y.X. Fu, 2009, Porosity and effective mechanical properties of plasma-sprayed Ni-based alloy coatings, *Applied Surface Science 255 (2009)*, 4362-4371.
- [4] A. Bhatia, 1999, *Thermal Spraying Technology and Applications*, Continuing Education and Development, Inc., New York.
- [5] Sulzer Metco, 2006, *Thermal Spray Material Guide*, Sulzer.