

## Pelapisan *Hydroxyapatite* Pada Logam *Titanium* Material Sistem Gas Buang Mesin *Diesel Generator*

Lilik Budiyanto

Universitas Maritim Amni Semarang  
Email: Budiyantolilik@gmail.com

### ABSTRAK

*Sistem gas buang pada diesel generator memerlukan material yang tahan panas. Penggunaan logam titanium dirancang untuk material sistem gas buang. Sistem pelapisan material untuk aplikasi temperatur tinggi yang di kenal dengan Thermal Barrier Coating (TBC) telah di aplikasikan pada material mesin diesel. TBC memiliki kemampuan menurunkan temperatur pada permukaan dan melindungi oksidasi thermal pada saat temperatur tinggi. Pada penelitian ini membahas tentang pelapisan material keramik hydroxyapatite (HA) pada logam titanium yang akan digunakan sebagai material sistem gas buang dengan variasi temperatur pelapisan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas logam titanium sebelum di gunakan pada material sistem gas buang diesel generator agar lebih tahan panas karena paparan gas sisa pembakaran. Modifikasi logam titanium dengan pelapisan hydroxyapatite diperlukan karakteristik material dan temperature yang tepat untuk mengasilkan kerekatan pelapisan yang tinggi pada substart. Metode yang dilakukan adalah pengujian kandungan komposisi kimia pada logam titanium, pengujian mikroskop makro pada pelapisan keramik dan pengujian kerekatan dengan spesimen variabel suhu 700°C, 800°C dan 900°C. Dengan pengujian yang telah peneliti lakukan pada spesimen dengan variasi temperatur pelapisan 900°C diketahui memiliki difusi pada substrat dan memiliki nilai kerekatan paling tinggi dibanding dengan variabel yang lain.*

**Kata Kunci:** *thermal barrier coating, hydroxyapatite, titanium.*

### I. PENDAHULUAN

Mesin *Diesel generator* adalah mesin yang digunakan untuk membangkitkan listrik dengan sistem induksi *elektro magnetik*. Untuk menjamin ketersediaan listrik di atas kapal diesel generator harus beroperasi terus menerus secara bergantian (Jj handoyo, 2014). Hal ini menyebabkan temperatur gas buang yang tinggi untuk itu di perlukan material yang kuat dan tahan panas.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas logam *titanium* sebelum di gunakan untuk material sistem gas buang *diesel generator* agar lebih tahan panas karena paparan gas sisa pembakaran. Modifikasi logam

*titanium* (Ti) dengan pelapisan *hydroxyapatite* diperlukan karakteristik material dan temperatur yang tepat untuk mengasilkan kerekatan pelapisan yang tinggi pada substrat. Dengan pelapisan keramik *hydroxyapatite* pada logam *titanium* yang akan di gunakan sebagai material sistem gas buang *diesel generator* menjadi lebih tahan panas sehingga mampu meredam paparan gas sisa pembakaran.

*Titanium* merupakan material logam yang kuat. Dalam kondisi murni memiliki kekuatan luluh mencapai 241 MPa dengan elongasi sebesar 55 %. Titik lebur dari logam ini adalah 1.677°C. *Titanium* bukan konduktor yang baik jika dibandingkan dengan tembaga (Ezugwu, E.O. & Wang,

Z.M,1997). Pada penelitian sebelumnya material *titanium* digunakan untuk katalis knalpot sepeda motor dengan hasil penurunan emisi CO gas buang rata rata 18,93% (Yoga Arob Wicaksono, warju 2014).

Ada beberapa metode pelapisan keramik pada *titanium*. Di dunia industri teknik *coating* yang paling banyak digunakan saat ini adalah teknik *Air Plasma Spray*, tetapi memiliki biaya yang mahal sehingga Teknik yang digunakan pada penelitian ini untuk menghemat biaya adalah jenis *coating Flame Spraying*. Dimana Teknik ini merupakan teknik klasik, perkembangan antara 1910 dan 1920 secara luas menggunakan proses seperti *flame spraying* dan *wire arc spraying*. Plasma spray, perkembangan di tahun 1970an, menggunakan temperatur tinggi plasma jet menghasilkan pancaran bunga api dengan temperatur lebih dari 150<sup>0</sup>K, yang mana membuat material hasil spray mengeras seperti *oxides* dan *molybdenum* (Vishu Sankar, 2014)

## II. METODE

### 2.1 Bahan dan Alat

Pada penelitian ini spesimen yang di gunakan adalah logam jenis *titanium* Ti-6Al-4V yang di potong persegi empat dengan ukuran 30 mm X 40 mm tebal 5mm. Bahan pelapis menggunakan keramik jenis HA atau *Hydroxyapatite* keramik ini memiliki sifat biokompatibilitas yang bagus, karena secara kimia dan fisika memiliki kandungan mineral sama dengan tulang yang bisa menyerap panas dengan baik (Putri Arini, Ahmad Fadli, Amun Amri, 2016).

Alat yang digunakan untuk melakukan pelapisan adalah *Thermal Barrier Coating* (TBC). TBC memiliki kemampuan menurunkan temperatur pada permukaan dan melindungi *oksidasi thermal* pada saat temperatur

tinggi.

### 2.2 Prosedur Penelitian

Variabel pelapisan keramik *hydroxyapatite* pada logam *titanium* menggunakan *Thermal Barrier Coating* dengan jarak 10 cm ± 2cm variable temperature 700<sup>0</sup>C, 800<sup>0</sup>C dan 900<sup>0</sup>C, prosedur penelitian memiliki beberapa tahap yaitu persiapan pembuatan spesimen, persiapan substrat, proses pelapisan keramik dan karakterisasi spesimen.

Pada tahap persiapan: Serbuk *hidroksiapatite* (HA) ditakar dan dimasukkan dalam botol yang akan di pasang pada *flame spray* dengan berat serbuk 25 gram. kemudian botol yang sudah terisi dengan serbuk HA dipasang kembali pada *flame Spray*.

Pada tahap persiapan substrat, sediakan logam *titanium* yang masih dalam bentuk plat dengan tebal 5mm perlu kita potong dahulu sebelum kita lapiasi keramik dengan metode TBC, dalam hal ini penulis memotong benda kerja tersebut dengan ukuran 30 mmX 40 mm agar memudahkan kita dalam melakukan pelapisan.

Pada tahap pelapisan spesimen *titanium* yang sudah di potong dan di bersihkan, menaruh benda kerja (*titanium*) yang sudah dipotong, diampelas dan di bersihkan pada meja besi, menyalakan *flame spray* dengan pematik kemudian atur pada pengatur oksigen dan asetelin untuk mencapai titik nyala yang tepat. Memanaskan benda kerja *titanium* sampai titik panas 3 variabel pada 3 spesimen yaitu kurang lebih 700<sup>0</sup>C, 800<sup>0</sup>C, 900<sup>0</sup>C ± 5<sup>0</sup>C dengan menggunakan *thermo gun* kita bisa melihat suhu yang telah dicapai pada benda kerja.

Pemanasan yang dilakukan pada langkah ini peneliti membuat 3 variabel untuk mencari temperatur yang tepat dalam pelapisan keramik tersebut. Pemanasan ini berfungsi untuk membuka pori-pori logam *titanium* agar

bubuk keramik *hydroxyapatite* bisa masuk ke dalam pori-pori logam *titanium* yang dilakukan pelapisan.

**Tabel 1.** Tabel uji komposisi kimia pada logam *titanium*.

UNSUR	SAMPSEL UJI	
	TEST 16/S1154 (%)	Standart Deviasi
Fe 2	91,77	0,0285
C	0,000	0,0000
Si	0,232	0,0005
Mn 1	2,55	0,0199
P	0,007	0,0000
S	0,006	0,0000
Cr 1	0,222	0,0027
Mo	0,010	0,0000
Ni 1	4,85	0,0095
Al	0,000	0,0000
B	0,0000	0,0000
Co	0,089	0,0005
Cu	0,072	0,0000
Nb	0,000	0,0000
Pb	0,0000	0,0000
Sn	0,000	0,0000
Ti	0,016	0,0003
V	0,006	0,0102
W	0,000	0,0000

Sumber tabel 1: laboratorium Logam Ceper Politeknik manufaktur Ceper

Pada tahap karakteristik *titanium* yang di lakukan pelapisan dengan *hydroxyapatite* menggunakan uji komposisi pada *titanium* untuk mengetahui komposisi kimia logam *titanium*. Uji *XRD SEM* untuk mengetahui untuk mengkaji morfologi kristal sedangkan pengujian *microanalyser* bertujuan untuk mengetahui komposisi kristal. Kajian morfologi adalah kajian yang meliputi kekasaran kristal, ukuran kristal, bentuk kristal, proses pengintian serta fenomena pembentukan kristal.

Uji mikroskop makro dipergunakan untuk melihat sisi permukaan antar muka pada lapisan untuk melihat difusi atau tidak hasil pelapisan HA yang dilakukan.

Serta pengujian kerekatan dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kerekatan lapisan, sehingga di harapkan peneliti mengetahui sejauh mana kemampuan lapisan tidak mudah terkelupas dan sejauh mana daya rekat lapisan tersebut. Pada pengujian kerekatan yang peneliti lakukan

menggunakan standar ASTM D 3395-09.

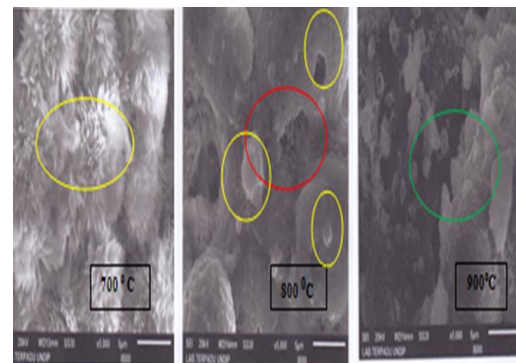
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini di lakukan *coating* HA pada logam *titanium* dengan metode *thermal barrier coating*. Terdapat 3 sampel *coating* yang di variasikan menurut temperatur pelapisan 700°C, 800°C, 900°C. Tabel 1 menunjukkan kandungan komposisi sampel logam *titanium* di tabel bisa dilihat bahwa kandungan Ti hanya 0,016%, kandungan Al= 0,000%, kandungan V= 0,006% dan paling banyak kandungannya adalah Fe2= 91,77%. Hasil pengujian komposisi di ketahui bahwa logam spesimen mengandung *Titanium* dengan kandungan 0,016 %.

#### 3.2 Analisis Uji *Scaning Electron Microscope* (SEM)

Pada masing-masing spesimen terbentuk gumpalan atau *aglomerat*. Terjadinya gumpalan atau *Agglomerat* butiran HA karena *coupling agent vinyl silane* menyelimuti butiran HA (Dian A, Suasmoro 2014), hal itu ditunjukan pada gambar lingkaran masing-masing spesimen di pengujian SEM. Untuk menunjukkan perbedaan bentuk dan mempermudah analisis ketiga spesimen.



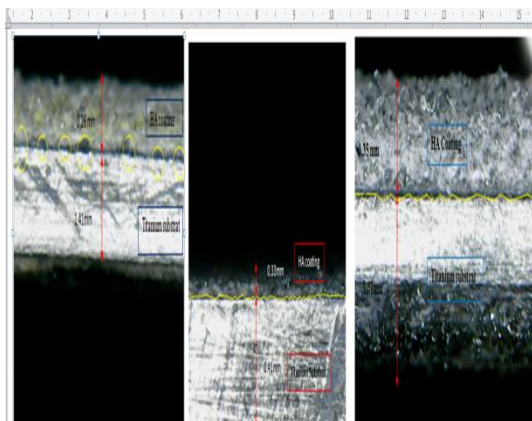
**Gambar 1.** Uji SEM tiga variabel 700°C, 800°C dan 900°C dengan perbesaran 5000 kali.

Pada gambar 1 Dari ketiga spesimen yang diuji *Scaning Electron*

*Miscroscope* (SEM) menunjukkan persamaan mengenai daerah persebaran unsur karbon, daerah berwarna gelap merupakan daerah persebaran senyawa karbon sedangkan *aglomerat* atau gumpalan berwarna putih adalah lapisan *Hidroksiapatite*. Dari ketiga spesimen tersebut menunjukkan perbedaan temperatur mempengaruhi unsur karbon dan pada lapisan semakin tinggi temperatur memungkinkan untuk melapiskan butiran *hidroksiapatite*, pada permukaan spesimen yang dapat dilihat pada hasil pengujian *Scanning Electron Miscroscope* (SEM) pada temperatur 800°C dan 900°C terlihat lapisan HA tidak merata dan terdapat lubang pori-pori pada lapisan.

### 3.3 Analisis Uji Makro

Pengujian dilakukan pada sisi samping pelapisan dengan membersihkan sisi samping lebih dahulu untuk melihat substansi dan pelapisannya dengan pembesaran 50 kali. Selain untuk melihat *interface* antar muka pengujian ini dimaksudkan juga untuk mengukur ketebalan pelapisan dari ketiga spesimen tersebut.



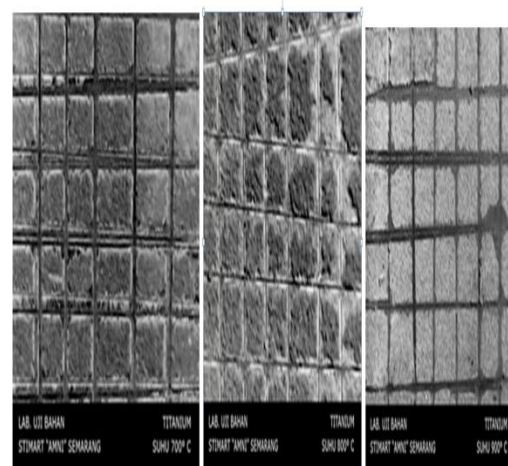
Gambar 2. Hasil uji mikroskop makro ke tiga spesimen

Hasil uji mikroskop makro dapat menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur lapisan semakin dalam difusi lapisan tersebut. Terdapat hubungan antara pengujian mikroskop makro dan

pengujian SEM bahwa kedua pengujian tersebut sama-sama menunjukkan pada temperatur yang paling tinggi yaitu 900°C menghasilkan hasil uji yang paling baik. Semakin tinggi temperatur pelapisan semakin merata pelapisan dan memiliki difusi yang semakin dalam. Kedua pengujian tersebut akan diperkuat pada pengujian kerekatan.

### 3.4 Analisis Uji Kerekatan

Pada pengujian kerekatan yang peneliti lakukan menggunakan standar ASTM D 3395-09. Pengujian kerekatan dilakukan pada tiga spesimen yaitu: spesimen pertama variabel temperatur 700°C dengan ketebalan lapisan 260µm, spesimen ke dua variabel temperatur 800°C dengan ketebalan lapisan 330µm dan spesimen ketiga variabel temperatur 900°C dengan ketebalan lapisan 350 µm.



Gambar 3. hasil uji kerekatan ketiga spesimen

Tingkat kerekatan pelapisan dipengaruhi beberapa faktor salah satunya adalah Variabel temperatur semakin tinggi temperatur semakin tinggi pula tingkat kerekatan pada pelapisan (sudarmono 2013). Dari ketiga spesimen dapat diperbandingkan bahwa spesimen dengan variabel temperatur 900°C memiliki daya rekat atau adhesive yang paling tinggi dengan nilai pengelupasan 5% dan kelas 4B dibanding dengan variabel temperatur 700°C dan 800°C



Dengan terdifusinya serbuk secara baik seperti pada spesimen dengan temperatur pelapisan 800<sup>0</sup>C dan 900<sup>0</sup>C, material *hydroxyapatite* dapat masuk kedalam substrat secara merata

#### IV. SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut: Komposisi logam *titanium* yang di jadikan sebagai substrat merupakan logam jenis *titanium* paduan yang bisa digunakan untuk material sistem gas buang *diesel generator*.

Dari hasil analisis pengujian SEM, Pengujian mikroskop makro dan pengujian kerekatan dapat diambil analisis bahwa spesimen semakin tinggi temperatur pelapisan semakin dalam lapisan HA masuk ke dalam pori pori substrat sehingga memiliki tingkat kerekatan yang paling baik dengan area pengelupasan 5% masuk kelas 4B.

Dari hasil analisis pengujian di ketahui peningkatan kualitas logam *titanium* yang digunakan untuk material sistem gas buang *diesel generator* dengan pelapisan *hydroxyapatite* menggunakan *thermal barrier coating* sebaiknya menggunakan temperatur 900<sup>0</sup>C.

Saran dari peneliti variabel ini bisa di teliti dengan variabel temperatur yang berbeda.

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan pengujian *konduktifitas thermal* untuk mengetahui nilai resistant (Hariyati P, Sulistijono 2010) yang dihasilkan dari proses pelapisan keramik *hydroxyapatite* terhadap panas gas buang mesin *diesel generator*.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

Dian Agustinawati, Suasmoro (2014)  
Analisa XRD dan SEM pada

dan hasilnya mempunyai *adhesive* yang baik dibandingkan dengan spesimen yang lain. Pelapisan menghasilkan pencapaian adhesi yang baik apabila pelapis masuk ke substrat.

Lapisan Tipis TiC Setelah Uji Oksidasi, Jurnal Teknik vol. 3, No. 2.

Ezugwu, E.O. & Wang, Z.M., (1997), "Titanium alloys and their machinability- a review", Journal of Materials Processing Technology, 262-274.

Hariyati P, Sulistijono, Lukman N, Rindang F, Cartha K, (2010) Studi Antar Muka Top Coat Dan Bond Coat Pada Rekayasa Pelapisan Alumina Sebagai Lapisan Perintang Panas Untuk Aplikasi Temperatur Tinggi, Mekanika jurnal, Volume 9 .

Jusak Johan Handoyo (2014), Teknik Kelistrikan Kapal Ahli Teknik Tingkat III.

Putri Arini ,Ahmad Fadli, Amun Amri (2016) Coating Hidroksiapatit Pada Logam Stainless Steel 316L Menggunakan Metode DIP Coating Dengan Variabel Temperatur Sintering Dan Komposisi Air Dalam Suspensi, Volume 3.

Sudarmono Rizki Yulianto, Edi Widodo.(2013), Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Proses Pelapisan Nikel Khrom Terhadap kualitas ketebalan Dan Kekerasan Pada Baja ST 40, Proceeding Call For Paper-SNFT UMSIDA,145-149.

Vishu Sankar (2014). Thermal Barrier Coating Material Selection, Method Of Prepare And A-Review. Internatioanl Journal Mech Eng; Vol 3, No 2,510-517.

Yoga Arob Wicaksono, warju (2014)  
Pengaruh Catalytic Converter  
*Titanium* Dioksida Terhadap  
Emisi Gas Buang Sepeda Motor  
Honda Supra X 125 Volume 03  
Nomor 02, 197-206.