

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Turbin gas merupakan komponen paling krusial dalam pembangkit listrik karena mengubah energi kinetik gas panas menjadi energi mekanik yang memutar generator untuk menghasilkan listrik. Dalam turbin gas, kompresor mengembungkan udara untuk dialirkan dengan kecepatan tinggi ke dalam ruang bakar dan bercampur dengan bahan bakar. Turbin gas yang beroperasi dalam kondisi sangat ekstrim yaitu dengan beban mekanik tinggi serta berada dalam lingkungan suhu tinggi yang korosif dapat menyebabkan kerusakan pada sistem turbin gas, dimana hal ini rentan terjadi pada bagian yang sering terpapar panas seperti komponen sudu turbin (*Turbine Blade*). Sudu turbin ini bertanggung jawab untuk mengekstraksi energi dari gas bersuhu tinggi dan bertekanan tinggi yang dihasilkan oleh ruang bakar serta sudu turbin seringkali menjadi komponen pembatas pada turbin gas. Maka hal ini sudu turbin merupakan komponen paling penting dalam turbin gas. Adapun beberapa kerusakan yang umumnya terjadi pada bagian sudu turbin gas yaitu deformasi *creep*, fatik (*Fatigue*), korosi panas (*Hot Corrosion*), dan pemanasan berlebih (*Overheating*) (Pengukuhan *et al.*, 2021).

Material *superalloy* berbasis inconel 625 memiliki sifat mekanik yang tinggi diantaranya yaitu memiliki kekuatan tarik dan ketahanan terhadap korosi saat bekerja pada temperatur tinggi. Jadi keunggulan material ini sesuai untuk aplikasi komponen sudu turbin. Namun, kelemahan material ini yaitu meskipun material ini memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap oksidasi dan korosi pada suhu tinggi yang disebabkan oleh sebagian besar asam dan basa, bahan kimia khusus tertentu serta proses perlakuan panas yang tidak tepat masih dapat berdampak buruk pada permukaannya dari waktu ke waktu jika tidak ditangani dengan benar selama proses produksi atau pemeliharaan seperti yang dijelaskan pada literatur Wiyoko (2014) maka metode pencegahan yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal ini yaitu dengan memberikan pelapisan pada komponen tersebut. Pelapisan TBC (*Thermal Barrier Coating*) diketahui menjadi solusi yang paling efektif untuk melindungi material aplikasi suhu tinggi, khususnya pada komponen turbin gas. (Pengkukhan *et al.*, 2021).

TBC adalah lapisan keramik dengan konduktivitas termal rendah yang berfungsi menurunkan suhu logam dan mengisolasi adanya perpindahan panas. Lapisan TBC membantu turbin gas bekerja pada suhu yang lebih tinggi sehingga dapat memaksimalkan efisiensi kerja. TBC ini terdiri atas substrat, kombinasi NiAl sebagai lapisan pengikat (*Bond*

Coat), TGO dan keramik zirkonia sebagai lapisan luar (*Topcoat*). TBC secara umum diproduksi dengan metode APS (*Air-Plasma-Spray*) dan EB-PVD (*Electron Beam Physical Vapor Deposition*) serta CVD (*Chemical Vapour Deposition*). Namun karena biaya produksi yang tinggi dan kurang fleksibel (peralatan rumit untuk digunakan) saat pelapisan berlangsung, hal ini menjadi kelemahan dari metode-metode tersebut. Sehingga metode pelapisan lain dengan biaya rendah dan proses yang mudah mulai dikembangkan dimana metode EPD (*Electrophoretic Deposition*) telah direkomendasikan untuk proses pelapisan (Bai *et al.*, 2014).

EPD merupakan metode alternatif yang murah, sederhana, memungkinkan deposisi yang seragam pada substrat bentuk kompleks, tidak ada batasan bentuk substrat dan dapat menghasilkan lapisan dengan komposisi yang tepat, kekuatan adhesi yang bagus dan ketebalan yang bervariasi dari 1- 500 μm (Aruna & Rajam, 2008).

Penambahan YSZ (*Yttria Stabilized Zirconia*) menggunakan metode EPD yaitu supaya membentuk lapisan perintang termal homogen yang diharapkan mampu meningkatkan masa pakai material pada suhu tinggi selain itu karena harga fabrikasi yang rendah dan kekuatan mekanik signifikan.

Baru-baru ini penelitian tentang nanopartikel YSZ sebagai bahan dasar keramik dari TBC banyak dipelajari. Dalam proses fabrikasi TBC dengan metode EPD, proses *sintering* menjadi suatu tahapan yang perlu dilakukan karena untuk memperkuat ikatan adhesi antar lapisan. Suhu lebur dari YSZ 2700 °C dan suhu sintering 1400 °C maka suhu lebur yang tinggi membutuhkan proses pemanasan pada suhu yang tinggi juga sehingga doping diperlukan untuk mengatasi hal ini (Khezarloo & Baghshahi, 2022).

Guo *et al.*, (2012) mengemukakan bahwa pengaruh doping Fe_2O_3 yaitu untuk meningkatkan pertumbuhan ukuran butir dan memiliki nilai porositas yang tinggi, sedangkan pengaruh doping Al_2O_3 yaitu berfungsi untuk menguatkan lapisan keramik ZrO_2 secara intertisi maka hasilnya meningkatkan kekerasan dan menurunkan nilai porositas pada suatu lapisan sesuai dengan penelitiannya Fan Yang (2011). Oleh karena itu doping yang paling bagus yaitu doping $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$.

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya, maka dalam penelitian ini penulis akan melakukan kebaruan yaitu mempelajari pengaruh doping Fe_2O_3 dan doping $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ terhadap hasil pelapisan pada suspensi 8YSZ dengan menggunakan material *superalloy* inconel 625. Selanjutnya akan diamati variasi pelapisan pada *single layer* dan *double layer*. Lapisan *single layer* adalah pelapisan keramik yang tersusun atas

YSZ sebagai *top coat* dengan metode EPD. Sedangkan lapisan *double layer* adalah terdiri atas lapisan *ceramic-metal* dengan NiCrMo sebagai *bond coat* yang dibuat dengan teknik HVOF (*High Velocity Oxygen Fuel*) dan YSZ sebagai *top coat* dengan metode EPD. Variasi pelapisan ini diharapkan dapat meningkatkan ketahanan material terhadap suhu tinggi.

B. Batasan Masalah

1. Substrat yang digunakan yaitu *superalloy* inconel 625
2. Material yang digunakan untuk melapisi substrat adalah YSZ dan NiCrMo, dengan variasi *single layer* (YSZ) dan *double layer* (YSZ/NiCrMo)
3. Bahan keramik yang digunakan yaitu 8 mol% YSZ
4. Metode pelapisan yang digunakan yaitu EPD
5. Doping yang digunakan pada suspensi 8YSZ yaitu Al_2O_3 dan Fe_2O_3
6. Adanya perlakuan panas *sintering* secara *gradient* pada suhu 750 C selama 2 jam dan dinaikan pada suhu 1200 C selama 2 jam, dengan menggunakan *vacuum furnace*
7. Alat karakterisasi yang digunakan yaitu XRD (*X-ray diffraction*), dan FESEM (*Field-emission scanning electron microscopy*)
8. Alat uji kekerasan menggunakan Vicker hardness

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana viskositas suspensi yang optimal untuk proses EPD?
2. Bagaimana pengaruh doping Fe_2O_3 dan $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ terhadap sifat mekanik lapisan 8 YSZ?
3. Bagaimana pengaruh doping Fe_2O_3 dan $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ terhadap morfologi lapisan 8 YSZ?
4. Bagaimana fasa yang terbentuk pada sampel dengan doping Fe_2O_3 dan $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$?

D. Tujuan Penelitian

1. Menentukan viskositas suspensi yang optimal untuk proses EPD
2. Menentukan pengaruh doping Fe_2O_3 dan $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ pada sifat mekanik lapisan 8YSZ
3. Menentukan pengaruh doping Fe_2O_3 dan $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ pada morfologi lapisan 8YSZ
4. Menentukan fasa yang terbentuk pada sampel dengan doping Fe_2O_3 dan $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Dapat menjadi referensi pendukung untuk menentukan viskositas yang optimal, pengaruh doping pada morfologi lapisan, menentukan fasa yang terbentuk dari doping, menentukan nilai

kekerasan dan porositas lapisan 8YSZ untuk pengaplikasian pada turbin gas.

2. **Manfaat Praktis**

Dari hasil penelitian ini dapat menjadi bahan referensi bahwa pelapisan TBC (*Thermal Barrier Coating*) dapat digunakan sebagai material pelapis turbin gas untuk meminimalisir kerusakan.