

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin yang mengadaptasi sistem pembakaran dalam atau yang biasa disebut *Internal Combustion Engine* digunakan itu pada mesin kendaraan maupun mesin-mesin yang digunakan di dunia industri. Mesin dengan sistem pembakaran dalam melakukan proses pertukaran energi di dalam sebuah sistem tertutup yang disebut ruang silinder. Di dalam ruang silinder terjadi proses perubahan energi dengan cara mengkompresi udara dan bahan bakar oleh piston untuk kemudian dibakar dan diubah menjadi energi gerak, energi gerak inilah yang dapat menggerakkan sebuah mesin. Dalam proses perubahan energi ini akan terjadi gesekan antara piston dengan dinding silinder secara terus menerus, Hal ini dapat mengakibatkan Keausan pada dinding silinder disebabkan kondisi kerja komponen tersebut yang bekerja menahan suhu yang tinggi, tekanan yang besar dan gaya gesek secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama. Jika ini terus dibiarkan maka akan terjadi kebocoran gas, tekanan kompresi berkurang dan tenaga yang dihasilkan juga berkurang, Agar keausan silinder tidak terlalu besar maka dibutuhkan material yang memiliki ketahanan aus dan juga tahan terhadap panas, namun penggunaan material yang memiliki sifat tahan aus dan tahan panas akan menaikkan biaya produksi yang mengakibatkan naiknya harga jual barang tersebut. Untuk menjawab permasalahan tersebut dibuatlah teknologi pelapisan pada komponen permesinan guna mereduksi dampak keausan yang terjadi pada komponen permesinan. Teknologi pelapisan material ini lebih dipilih karena lebih efektif dalam menahan degradasi seperti keausan, oksidasi, korosi, atau kerusakan pada suhu tinggi tanpa mengorbankan material sampel yang dilapisinya.

Saat ini komponen *Cylinder liner* banyak menggunakan besi cor kelabu sebagai bahan utamanya material itu dinilai mampu meredam getaran dan murah. Metode *coating* yang biasa digunakan pada material besi cor biasa disebut sebagai *hard chrome coating* cocok untuk melapisi besi cor kelabu karena memiliki kemudahan dalam perawatan, namun masalah yang terjadi pada metode tersebut terletak pada toksisitas proses pelapisan. Untuk itu lah dikembangkan metode baru yang saat ini banyak digunakan untuk pelapisan material adalah metode *ceramic Thermal Barrier Coating*. Menurut (M.Mathanbu, 2019) Pelapisan dengan *Ceramic Thermal Barrier Coating* dapat

menambah nilai keandalan dan daya tahan performa mesin serta meningkatkan efisiensi, pada mesin diesel karena dapat mengurangi 30% panas yang terbuang (*heat loss*) serta mengurangi emisi gas buang.

Adapun jenis *ceramic Thermal barrier Coating* yang digunakan adalah *Powder Flame Spray Coating*, metode ini adalah salah satu jenis pelapisan material dengan teknik penumpukan material dimana semprotan partikel cair diarahkan atau disemprotkan ke bagian material yang akan dilapisi, dengan powder digunakan saat ini adalah *mixing Powder Ni - Cr* menurut (Arthana, 2014) pelapisan dengan teknik powder flame spray coating menggunakan bahan pelapis Ni-Cr menghasilkan kekerasan permukaan sebesar 526 HV dan 206 HV tanpa pelapisan.

Untuk mencari nilai kekerasan yang lebih baik akan dicoba menggantikan material *coating* pada ruang silinder dengan menggunakan material *nano powder ceramic* berbasis BaTiO₃, BiFeO₃, dan BaFe₁₂O₁₉ mengingat keramik ini berbentuk nano powder yang diharapkan memiliki sifat dan karakteristik yang lebih baik.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dibuat sebuah rumusan masalah yaitu memberikan pilihan material baru untuk teknologi pelapisan komponen dinding ruang silinder dengan menggunakan material *nano powder ceramic* dengan basis material BaTiO₃, BiFeO₃, dan BaFe₁₂O₁₉ serta menentukan parameter sintesis yang tepat sehingga menghasilkan karakteristik yang baik

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mencari material pengganti sebagai *Coating* pada komponen dinding silinder
2. Menentukan parameter sintesis yang tepat untuk menghasilkan nano powder BaTiO₃, BiFeO₃, dan BaFe₁₂O₁₉ dengan karakteristik yang baik

1.4 Batasan Masalah

- 1 Penelitian melakukan proses sintesis material *nano powder ceramic* BaTiO₃, BiFeO₃, dan BaFe₁₂O₁₉
- 2 Metode sintesis BaTiO₃, BiFeO₃, dan BaFe₁₂O₁₉ menggunakan metode *Sol-gel*
- 3 Rasio berat material BaTiO₃, BiFeO₃, dan BaFe₁₂O₁₉ = 1:1:1 ; 1:2:2 ; 2:1:1 ; 1:2:1 ; 2:1:2

- 4 Parameter sintesis BaTiO₃ adalah pada suhu pemanasan 150°C selama 1 jam, dan proses *sintering* 450°C selama 24 jam dan *sintering* 700°C dengan lama waktu 2 jam
- 5 Parameter sintesis BiFeO₃ adalah pada proses *sintering* dengan suhu 600°C dengan lama waktu 4 jam
- 6 Parameter sintesis BaFe₁₂O₁₉ adalah dilakukan proses pemanasan dengan suhu 150°C selama 4 jam, dilakukan proses kalsinasi dengan suhu 450°C selama 24 jam dan proses *sintering* dengan suhu 1000°C dengan lama waktu 10 jam
- 7 Pengujian material menggunakan uji kekerasan microvickers, pengamatan melalui *Scanning Electron Microscopy* (SEM)
- 8 Pada Penelitian ini tidak melakukan proses *coating* pada permukaan benda

1.5 State of The art Penelitian

- Salah satu kasus kerusakan pada suku cadang yang sering ditemui pada alat transportasi selama ini adalah keausan piston. Keausan pada piston dikarenakan kondisi kerja piston yang bekerja menahan suhu yang tinggi, tekanan yang besar dan gaya gesek secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama, sehingga piston mengalami keausan. (Nurhadi, 2010).
- Pelapisan mesin dengan *Ceramic Thermal Barrier Coating* dapat diterapkan untuk meningkatkan keandalan dan ketahanan performa mesin serta efisiensi pada mesin diesel. Dalam mesin diesel konvensional, sekitar 30% dari total energi dibuang ke pendingin dan dilaporkan bahwa pelapis mesin mungkin merupakan solusi yang baik. Keuntungan utama dari konsep pelapisan mesin adalah seperti peningkatan penghematan bahan bakar, pengurangan hidrokarbon, emisi asap dan karbon monoksida, pengurangan kebisingan karena tingkat kenaikan tekanan yang lebih rendah dan energi yang tinggi dalam gas buang. Lapisan penghalang termal umumnya diterapkan pada kepala silinder, piston dan katup dengan metode *Flame Spray Coating* (Mathanbu, 2019)
- Penggunaan *single coating* FeCrBMnSi tidak direkomendasikan untuk dilakukan post-annealing di atas temperature 500° C karena nilai *fracture toughness* yang sangat rendah di bawah 2,5 dan munculnya banyak *crack* saat di 100 uji impingement particle test (*hot-erosion*). Aplikasi *coating*

dengan *mixing coating* NiAl dan FeCrBMnSi menjadi pilihan paling baik dengan berbagai alternatif perlakuan setelah *coating* disesuaikan dengan keperluan (Irawan, 2016)

- Piston yang bergerak bolak-balik mengakibatkan keausan pada dinding *cylinder liner* bagian dalam, hal ini akan menimbulkan penambahan kelonggaran antara torak dan silinder, sehingga dapat menyebabkan kebocoran gas, tekanan kompresi berkurang dan tenaga yang dihasilkan juga berkurang. Agar keausan silinder tidak terlalu banyak maka diupayakan bahan yang digunakan tahan aus dan juga tahan terhadap panas. Akan tetapi penggunaan bahan yang tahan aus serta tahan panas akan mengakibatkan biaya produksi akan semakin meningkat. Teknologi pelapisan material telah menjadi perhatian besar di lingkungan penelitian dan industri dikarenakan merupakan cara yang efektif dan secara ekonomis lebih murah dalam menahan degradasi seperti keausan, oksidasi, korosi, atau kerusakan pada suhu tinggi tanpa mengorbankan material sampel yang dilapisinya. Oleh karena itu penelitian ini dikaji pengaruh lapisan Ni-Cr menggunakan Powder flame spray coating terhadap kekerasan dan ketahanan aus dinding silinder liner menggunakan teknik XRF, mikroskop optik, SEM, uji kekerasan dan keausan. Dari hasil observasi menunjukkan bahwa setelah dilakukan pelapisan dengan teknik powder flame spray coating menggunakan bahan pelapis Ni-Cr menghasilkan kekerasan permukaan yang cukup signifikan yaitu sebesar 536 HV dan 206 HV tanpa pelapisan.. (Arthana, 2014)
- BiFeO₃ dengan kemurnian tinggi Serbuk (BFO) disintesis dengan metode sol-gel menggunakan bismuth nitrate, iron nitrate sebagai sumber dan asam sitrat sebagai bahan bakar. Perlakuan kalsinasi gel asam sitrat adalah 160°C dan 200°C selama 4 jam masing-masing. Perlakuan *sintering* divariasikan pada 600°C masing-masing selama 4, 6 dan 8 jam. Serbuk telah dikarakterisasi dengan Thermogravimetric Analysis / Differential Thermal Analysis (TGA / DTA) untuk mengetahui suhu referensi kalsinasi dan *sintering*, uji X Ray Diffraction (XRD) untuk mengkonfirmasi fasa BFO dan Fourier Transform Infra Red (FTIR) untuk

mengidentifikasi ikatan kimia di dalamnya. molekul dengan menghasilkan spektrum absorpsi infra merah. Hasil TGA / DTA menunjukkan kehilangan massa dan aliran panas sebesar 160°C, ini digunakan sebagai referensi suhu kalsinasi. Hasil XRD menunjukkan bahwa bubuk BFO *disintering* pada 600°C selama 8 jam tidak menunjukkan fase sekunder, Bi₂O₃. Sedangkan FTIR Spectrum menunjukkan bahwa serbuk BFO fasa tunggal memiliki bilangan gelombang 1385 cm⁻¹ (CH), 1560 cm⁻¹ (CC) dan 2930 cm⁻¹ (CH). (Dwita suastiyanti, 2016)

- Sintesis larutan padat BiFeO₃ - BaFe₁₂O₁₉ bertujuan untuk meningkatkan sifat kemagnetan material yang dapat meningkatkan kualitas sifat multiferroik material. Seperti yang kita ketahui bahwa BiFeO₃ merupakan material multiferroik jika dalam fasa tunggal namun sayangnya sulit untuk menghasilkan BiFeO₃ dalam fasa tunggal, yang dapat menyebabkan kebocoran arus yang besar yang timbul dari non stoikiometri. Metode yang digunakan adalah metode sol gel untuk menghasilkan larutan padat BiFeO₃-BaFe₁₂O₁₉ dengan perbandingan berat 1;1. Untuk mengetahui sifat kemagnetan digunakan uji permagraf yaitu jenis magnet MPS – Fisik EP3 – Permagraf L . Suhu *sintering* adalah 750, 800 dan 850°C masing-masing selama 8, 10 dan 12 jam. Peningkatan dan penurunan sifat remanen dan koersivitas tidak terjadi secara teratur dengan meningkatnya suhu *sintering* dan waktu *sintering* tetapi terdapat peningkatan energi magnet dengan meningkatnya suhu *sintering* dan waktu *sintering*. Nilai energi magnet tertinggi sebesar 10.716 GkA/m dimiliki oleh serbuk yang *disintering* pada suhu 850 °C selama 12 jam. (Dwita Suastiyanti, 2019)
- Barium Titanate merupakan material fotoelektrik yang dapat diterapkan sebagai salahsatu material dasar penyusun material multiferroik yaitu material yang menunjukkan sifat feroelektrik, feromagnetik dan feroelastis secara simultan dalam sebuah material. Untuk dapat digunakan sebagai salah satu bahan penyusun material multiferroik BTO harus dalam keadaan nanopartikel, fasa tunggal, dan mempunyai nilai polarisasi saturasi elektrik yang cukup tinggi sehingga dapat memunculkan efek magnetoelektrik. Efek kopling ME merupakan karakteristik utama dari

material multiferroik sintesa yang diterapkan adalah metode sol gel yang merupakan metode mudah dan sederhana, pengujian yang dilakukan adalah dengan uji TGA/DTA, *X-ray Diffraction*, *particle size analyze* dan karakteristik elektrik, precursor (senyawa dasar) yang digunakan pada proses adalah barium nitrate, titanium oxide, nitric acid, ammonium nitrate dan citric acid sebagai fuel. Parameter yang digunakan adalah dengan rasio berat citric acid/BTO = 1:1 dan 2:1 waktu *sintering* adalah 2 dan 4 jam masing-masing 700C hasil uji XRD diketahui fasa tunggal BTO diperoleh citric acid/BTO = 2:1 dengan waktu *sintering* 2 jam (Dwita Suastiyanti, 2014)

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penyusunan proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

❖ **BAB 1. PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian batasan masalah, *state of the art* bidang penelitian pada Penentuan Parameter sintesis *nano powder coating* ini serta sistematika penulisannya.

❖ **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi referensi pustaka atau teori dasar untuk mendukung penulisan tugas akhir yang berkaitan dengan *nano powder coating*.

❖ **BAB 3. METODE PENELITIAN**

Berisi cara atau tahapan penelitian yang digunakan menggunakan diagram alir serta proses penelitian yang berkaitan dengan *nano powder coating*.

❖ **BAB 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Berisi data – data penelitian yang diperoleh setelah pengujian selesai serta analisa dari data – data tersebut. Data – data ditampilkan dalam bentuk gambar, tabel, serta grafik untuk memudahkan dalam membaca.

❖ **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan dari hasil data analisa dan pembahasan yang telah dilakukan. Saran ditambahkan jika ada beberapa hal yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini.

❖ **DAFTAR PUSTAKA**

Berisi daftar referensi yang terkait dengan *nano powder coating* sehingga mempermudah dalam penyusunan tugas akhir