

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Saat ini kebutuhan akan energi listrik terus meningkat. Indonesia sebagai negara berkembang dan mempunyai target menjadi negara yang mandiri, maju, adil dan makmur dalam bidang sektor energi. Maka hal tersebut tentunya harus di dukung dengan teknologi pada mesin pembangkit listrik. Teknologi *Ultra Supercritical* (USC) merupakan pembangkit listrik dengan teknologi batubara bersih, dengan efisiensi tinggi dan emisi rendah. Teknologi ini memiliki tekanan dan temperatur uap di atas 26 MPa dan 700 °C, sehingga efisiensinya adalah sekitar 42% - 45% (Keiji dkk, 2016). Di Pulau Jawa, beberapa PLTU berkapasitas 1x1000 MW yang menggunakan teknologi USC antara lain PLTU Jawa 7 dan PLTU Cirebon 2.

Pembakaran batubara bertujuan untuk melepaskan energi panas untuk pembangkitan uap. Namun produk pembakaran selain panas adalah abu batubara yang tidak terbakar akan sebagian kecil jatuh didasar tungku sebagai abu dasar dan sebagian besar akan terbang mengikuti gas buang sebagai abu terbang. Abu terbang tidak semuanya keluar tetapi ada yang terdepositasi di pipa-pipa boiler. Abu terbang (*fly ash*) dapat menjadi masalah serius karena menyebabkan terdepositnya mineral yang tidak diinginkan pada permukaan *boiler*. Komponen yang terkandung dalam *fly ash* bervariasi bergantung pada sumber batubara yang dibakar. Terdapat perbedaan dalam mekanisme pengendapan/depositasi abu pada suhu tinggi, yaitu *slagging* dan *fouling* (Stultz & Kitto, 1992).

*Fouling* dapat didefinisikan sebagai pembentukan dan akumulasi lapisan deposit pada permukaan *boiler* dan alat penukar panas dari suatu bahan atau senyawa yang tidak diinginkan (Ibrahim, 2012). *Fouling* terjadi karena penguapan oksida-oksida alkali (Na dan K), yang kemudian mengendap pada partikel abu terbang dan *boiler* sehingga membentuk lapisan yang lengket yang dapat menyerap gas SO<sub>2</sub> (Sukandarrumidi. 2018). *Fouling* dapat menyebabkan masalah erosi dan korosi yang serius, akumulasi deposit pada permukaan *boiler* akan bertindak sebagai insulator (mencegah penghantaran panas), sehingga menimbulkan kenaikan tekanan dan menurunkan efisiensi perpindahan panas (*heat loss*) (Regueiro dkk,

2017). Pada salah satu penelitian, 1-1,5 mm *fouling* pada permukaan *boiler* dapat menaikkan konsumsi bahan bakar sekitar 3%-8% (Regueiro dkk, 2017). Pada penelitian lain, sebanyak 0,08 mm tebal lapisan *fouling* menyebabkan penurunan perpindahan panas sebesar 9,5%, dan pada 4,5 mm tebal lapisan *fouling* menyebabkan 69% penurunan perpindahan panas yang sangat ekstrim (Barma dkk, 2017). Pencegahan *fouling* yang biasa dilakukan di industri adalah dengan cara *soot blower* untuk membersihkan *boiler* dan penggunaan mineral tambahan (seperti kaolin) pada utilitas pembakaran batubara untuk menurunkan kadar alkali (Hare, Rasul, & Moazzem, 2010). Namun, cara tersebut memerlukan biaya operasi yang sangat tinggi dan tidak bersifat jangka panjang, serta *soot blower* juga dapat menyebabkan erosi akibat dari kecepatan tumbukan yang tinggi.

Dalam beberapa tahun terakhir, teknik pelapisan telah semakin banyak digunakan untuk merawat permukaan pemanasan boiler. Cara ini efektif digunakan dalam mengurangi korosi suhu tinggi. Pada penelitian sebelumnya dan beberapa aplikasi saat ini dari lapisan tahan korosi suhu tinggi sebagian banyak menggunakan metode *thermal spraying* (Szymanski, 2015). Namun, *thermal spraying* memiliki kelemahan seperti biaya mahal, peralatan penyemprotan yang kompleks, dan sulit dioperasikan secara langsung di tempat (Formanek dkk, 2005). Jika dibandingkan dengan metode *slurry coating* yang mempunyai kelebihan yaitu proses yang simpel dan murah, konsumsi bahan baku rendah, kontrol ketebalan pelapisan mudah, operasi pada temperatur rendah, dapat diaplikasikan pada *part* besar, serta cacat pelapisan mudah diperbaiki. *Slurry* adalah suspensi partikel (logam atau keramik) dalam sistem *binder-solvent* yang dapat diaplikasikan ke substrat melalui pencelupan (*immersion*), menggunakan kuas (*brush*), dan penyemprotan (*spraying*). Setelah itu, dilakukan anil pada temperatur tertentu untuk selanjutnya di sinter (Agüero dkk, 2012).

Untuk meningkatkan sifat dari *slurry*, beberapa macam aktif *filler* dan pasif *filler* dengan ukuran partikel sebesar 2-25  $\mu\text{m}$  ditambahkan ke dalam binder. Pada penelitian sebelumnya, digunakan beberapa pasif *filler* seperti BN,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{Si}_3\text{N}_4$  untuk meningkatkan ketebalan, kepadatan (*dense*), dan ketahanan retak (*crack free*) pada pelapisan komposit (Günthner, 2011).  $\text{ZrO}_2$  telah dilakukan

sebagai campuran *coating* yang bersifat anti-*fouling*, meningkatkan ketahanan terhadap korosi, dan meningkatkan ketahanan terhadap temperatur tinggi (Oldani, 2015). Pada penelitian sebelumnya, pelapisan dengan h-BN dan *waterglass* sebagai binder mempunyai ketahanan *thermal shock* yang rendah, namun ketika ditambahkan sedikit kadar *flake* grafit (sebagai *lubricant*) dihasilkan lapisan dengan ketahanan *thermal shock* yang meningkat (Wang dkk, 2017). Molibdenum disulfide ( $\text{MoS}_2$ ) juga dapat digunakan sebagai pasif *filler* dan *lubricant*, memiliki koefisien gesek yang rendah dan *thermal stability* yang baik pada lingkungan *non oxidizing* dan temperatur tinggi.

Hal tersebut melatarbelakangi dilakukannya penelitian mengenai Studi Awal Pengaruh Komposisi Filler Pelapisan Keramik Pada Baja Terhadap Ketahanan Fouling Dengan Metode Slurry Coating.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sintesis *ceramic coating* dengan metode *Slurry Coating*.
2. Menganalisis pengaruh komposisi dan jenis *filler* terhadap ketahanan *fouling ceramic coating* menggunakan *Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive Spectrometer* (SEM-EDS).
3. Menganalisis pengaruh komposisi dan jenis *filler* terhadap ketahanan *thermal shock*.
4. Mengetahui jenis dan komposisi *filler* yang paling baik untuk aplikasi *ceramic coating* pada lingkungan *boiler* (PLTU).

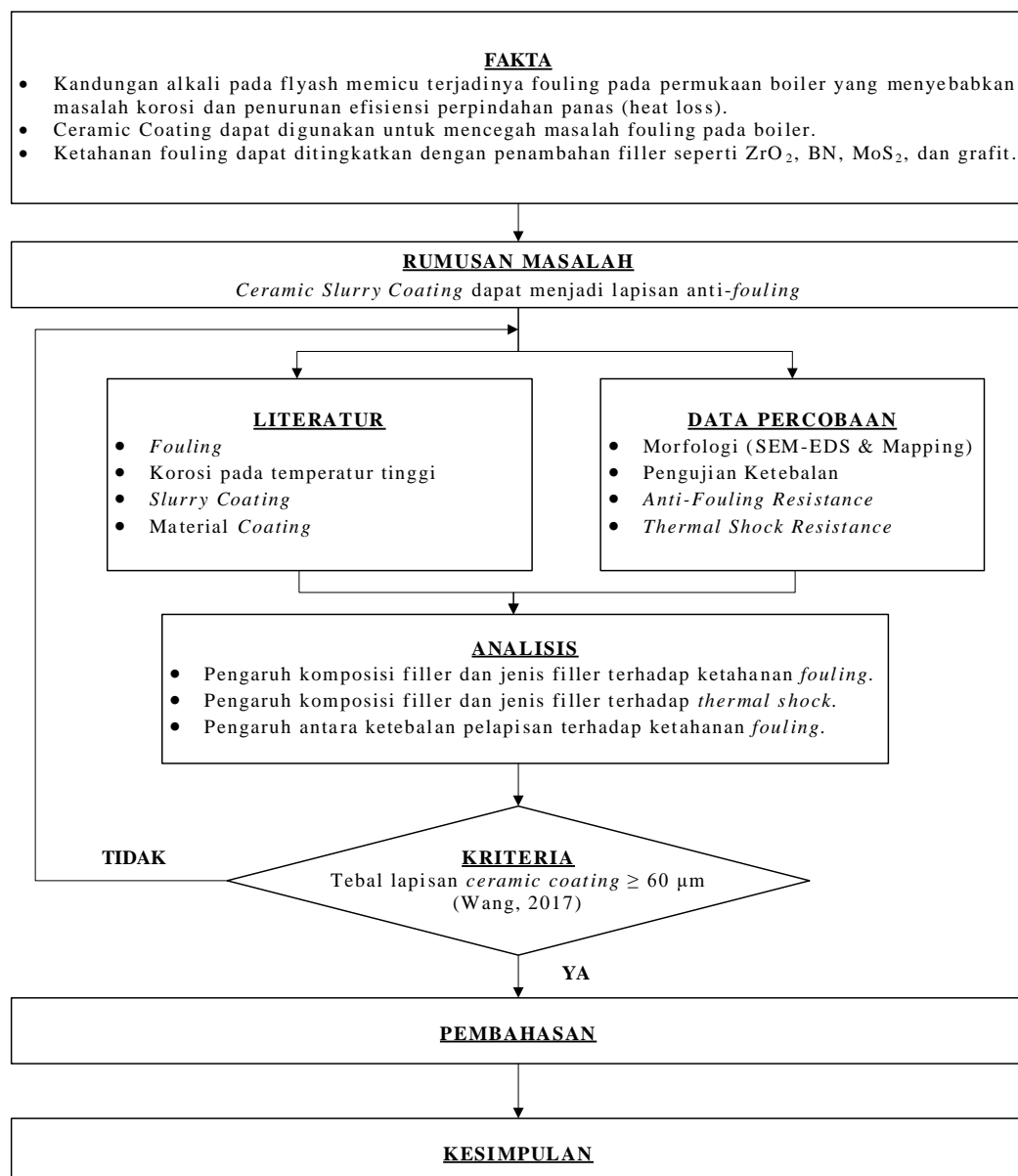
## 1.3. Ruang Lingkup

Batasan masalah dari penelitian tugas akhir ini adalah menganalisis pengaruh komposisi *filler* terhadap ketahanan *fouling* dan ketahanan *thermal shock* pada pelapisan baja dengan *ceramic slurry coating* berbasis Zirkonia yang ditinjau dari *surface morphology coating*.

Dalam penelitian ini telah digunakan spesimen pipa baja karbon AISI 1005 yang berasal dari PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan serbuk Zirkonia dari merk

komersil China dengan kadar 99,7%. Ruang lingkup dari penelitian ini mencakup persiapan spesimen, persiapan *slurry*, proses *coating*, dan pengujian ketahanan *fouling* serta *thermal shock*. Variabel yang divariasikan merupakan jenis dan komposisi *filler* yaitu Zirkonia dengan Molybdenum disulphide, Grafit dan Boron Nitrida terhadap ketahanan *fouling*. Komposisi yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada penelitian Wang dkk, 2017.

#### 1.4. Metodologi Penelitian



Gambar 1.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian pada gambar 1.1 disusun sedemikian rupa berdasarkan ruang lingkup penelitian diatas. Fakta, perumusan, analisis merujuk pada kajian pustaka yang diambil dari berbagai sumber, diantaranya adalah: paper, jurnal, buku, hasil penelitian tugas akhir sebelumnya, dan artikel pada internet.

Penelitian tugas akhir ini, terutama dimulai dengan studi literatur mengenai artikel yang berjudul “*Anti-Fouling Ceramic Coating for Improving the Energy Efficiency of Steel Boiler Systems*” oleh Minh Dat Nguyen, et al. (2018). Serta didukung dengan artikel berjudul “*Surface properties and anti-fouling assessment of coatings obtained from perfluoropolyethers and ceramic oxides nanopowders deposited on stainless steel*” oleh Valeria Oldani, et al. (2015), yang kemudian dilanjutkan dengan eksperimen laboratorium.

### **1.5. Sistematika Penelitian**

- Bab 1** Berisi latar belakang penelitian, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penelitian.
- Bab 2** Menjelaskan dasar teori mengenai *fouling*, korosi pada lingkungan PLTU, metode *coating*, material *coating* dan alat pengujian.
- Bab 3** Menjelaskan tentang prosedur penelitian yang mencakup proses preparasi sampel dari material yang diujikan hingga didapatkan kesimpulan dari penelitian.
- Bab 4** Berisi tentang data pengujian dan analisa berdasarkan hasil pengujian.
- Bab 5** Berisi mengenai kesimpulan dari penelitian disertai dengan saran yang diusulkan untuk penelitian selanjutnya.

Referensi dan lampiran dimuat pada halaman-halaman terakhir dalam laporan penelitian ini.