

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan semakin tingginya peradaban manusia maka penggunaan energi juga semakin meningkat. Peningkatan penggunaan energi secara terus-menerus mengakibatkan kelangkaan sumber energi khususnya energi fosil. Salah satu jalan alternatif untuk mengatasi kelangkaan sumber energi tersebut adalah memanfaatkan energi terbarukan (*renewable energy*). Beberapa aplikasi dari *renewable energy* yang telah diterapkan antara lain; turbin angin, panel surya, bahan bakar, biodiesel, dan *solar water heater*.

Pemakaian energi terbarukan memiliki ciri yang khas yaitu memerlukan penyimpanan energi. Salah satu bentuk penyimpanan energi adalah *Thermal Energy Storage* (TES). TES memiliki prinsip kerja untuk menyimpan energi termal baik dari sumber panasnya langsung atau dari panas yang terbuang di lingkungan yang dapat digunakan pada waktu tertentu. Cabeza (2015) menyatakan bahwa TES bermanfaat untuk mengatasi ketidaksesuaian antara pembangkit energi dengan penggunaannya. Penyimpanan kalor laten (*Latent Heat Thermal Energy Storage*, LHTES) merupakan bentuk TES yang paling efektif untuk pengelolaan energi termal. LHTES memerlukan media penyimpanan energi yang disebut *Phase Change Material* (PCM) yang fasenya dapat berubah saat menyimpan energi termal atau ketika pelepasan energi.

PCM memiliki keunggulan dan kekurangan sebagai penyimpanan energi. Beberapa peneliti seperti Watanabe dan Kanzawa (1995) menyatakan bahwa keunggulan PCM yakni penyimpanan kalornya lebih besar dibandingkan *sensible* pada setiap *unit volumenya*, dan pelepasan kalornya pada saat temperatur yang konstan, sedangkan kekurangan dari PCM yakni rendahnya nilai konduktivitas termal yang dimiliki PCM sehingga kecepatan proses penyerapan dan pelepasan kalornya rendah. *Parrafin wax* merupakan salah satu jenis material dari PCM yang digunakan untuk LHTES pada TES. Beberapa karakteristik yang dimiliki *parrafin wax* diantaranya: ekonomis, nilai densitas energinya tinggi (kisaran 200 kJ/kg),

memiliki nilai konduktivitas termal yang rendah (kisaran $0,2 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$) (Farid dkk, 2004), temperatur lelehnya bervariasi antara 8°C - 106°C (Kenisarin dan Mahkamov, 2007), tidak reaktif dan tidak berbahaya (Sharma dan Sagara, 2005), dan kondisi sifat termal yang stabil di bawah 500 °C (Sharma, dkk, 2009).

Penelitian eksperimental yang menggunakan *paraffin wax* untuk penyimpanan energi termal pernah dilakukan peneliti sebelumnya. *Paraffin wax* dipakai pada instalasi pemanas air tenaga surya (Nadjib dan Suhanan, 2014). *Paraffin wax* juga digunakan pada alat penukar kalor sebagai penyimpan energi termal (Hosseini dkk, 2014). Kesulitan penelitian tersebut adalah prediksi waktu terjadinya proses pelelehan *paraffin wax*. Kesulitan ini dapat diatasi dengan mengaplikasikan simulasi numerik memakai *software Computational Fluid Dynamics (CFD) ANSYS Fluent*.

Fluent merupakan salah satu jenis program CFD yang menggunakan metode *volume* hingga. Fluent didukung beberapa jenis *mesh* yaitu dua dimensi, tiga dimensi, dan *mesh* campuran (*hybrid*). Struktur data yang dihasilkan lebih efisien dan fleksibel, karena Fluent ditulis dalam bahasa C. Penggunaan *software ANSYS Fluent* pada penelitian ini sangat tepat untuk simulasi numerik. Geometri permodelan simulasi yang digunakan yakni berbentuk 3D dengan pipa silinder konsentrik pada kondisi *transient*, dengan fokus penelitian untuk melihat *heat transfer* dan karakteristik pelelehan dari PCM RT52 seperti: *melting curve*, memprediksi waktu pelelehan, dan kontur dari PCM baik secara aksial maupun radial pada proses *charging*.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian tentang TES dengan menggunakan *paraffin wax* sebagai media penyimpanan kalor laten yang telah banyak dilakukan. Kesulitan dalam penelitian secara eksperimental yaitu waktu terjadinya proses pelelehan *paraffin wax* tidak dapat diprediksikan. Oleh karena itu, perlu dilakukan simulasi numerik dengan menggunakan *software CFD ANSYS Fluent*. Fokus penelitian yakni untuk memprediksi waktu pelelehan dan menyelidiki proses pelelehan *paraffin wax* di dalam tabung pada arah aksial dan arah radial dengan variasi temperatur air masuk.

1.3. Asumsi dan Batasan Masalah

Asumsi dan batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Heat loss* pada sistem diabaikan.
2. Perpindahan kalor radiasi dianggap tidak ada.
3. *Paraffin wax* RT52 bersifat homogen di sepanjang kapsul.
4. Sifat-sifat dari *paraffin wax* RT52 bersifat konstan, kecuali pada densitasnya yang menggunakan metode *boussinesq* (tergantung oleh jenis fasenya).
5. Dinding tembaga dan *galvanized iron pipe* (GIP) diasumsikan sebagai dinding tipis pada *interface*.
6. Proses pelelehan PCM di dalam sistem diakhiri sampai terjadi *melting* sempurna.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan hasil penyelidikan tentang proses pelelehan *paraffin wax* RT52 di dalam tabung TES pada arah aksial dan arah radial dengan variasi temperatur air masuk searah dengan sumbu tabung menggunakan *software* CFD ANSYS Fluent.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dari penelitian ini yaitu:

1. Menyajikan *data base charging* pada TES yang berisi PCM sebagai media penyimpanannya menggunakan simulasi numerik (ANSYS Fluent).
2. Bisa menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya baik secara eksperimental maupun simulasi khususnya untuk proses pelelehan *paraffin wax* RT52 sebagai PCM pada TES dengan konfigurasi bentuk geometri yang berbeda.
3. Penelitian dalam klaster energi terbarukan akan semakin berkembang khususnya aplikasi penyimpanan energi, salah satunya *thermal energy storage*.