

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan teknologi, kebutuhan akan energi semakin meningkat. Energi merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi manusia dalam kehidupan sehari-hari, baik di bidang industri maupun rumah tangga. Peningkatan penggunaan energi secara terus-menerus mengakibatkan kelangkaan sumber energi khususnya energi fosil. Salah satu cara untuk mengatasi kelangkaan sumber energi tersebut adalah memanfaatkan energi terbarukan (*renewable energy*). Beberapa aplikasi dari energi terbarukan yang telah diterapkan seperti halnya; panel surya, bahan bakar, dan *solar water heater* (Nadjib dkk 2014). Pemanfaatan energi radiasi matahari cukup populer di masyarakat salah satunya yaitu *Solar Water Heater* (SWH). SWH metode *Sensible Heat Storage* (SHS) memiliki kekurangan yaitu densitas yang rendah maka metode *Latent Heat Storage* (LHS) adalah solusi untuk mengatasi kekurangan tersebut. Metode LHS menggunakan *Phase Change Material* (PCM) untuk menyimpan energi thermal sehingga lebih efisien. 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 adalah jenis penyimpanan kalor laten yang dikembangkan sebagai material TES pada sistem pemanas (Zalba dkk, 2003). PCM mempunyai keunggulan 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. *Paraffin wax* merupakan salah satu jenis material dari PCM yang digunakan untuk LHTES pada TES. Beberapa karakteristik yang dimiliki *paraffin wax* diantaranya: ekonomis, nilai densitas energinya tinggi (kisaran 200 kJ/kg) dan konduktivitas termalnya rendah (kisaran 0,2 W/m.°C) (Ferid dkk, 2014). Temperatur leleh untuk *paraffin wax* 8°C - 106°C (Kenisarin dan Mahkamov, 2007), sifat untuk termal stabil dibawah 500°C (Sharma dkk, 2009).

Penelitian 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). Penambahan PCM pada tangki TES dapat memberikan kontribusi yang positif, seperti halnya mengurangi volume tangki (Cabeza dkk, 2006), sehingga pada penelitian yang akan dilakukan, PCM yang akan digunakan adalah tanki berisi kapsul *Paraffin Wax* untuk menghasilkan penyimpanan energi termal yang lebih besar.

Kesulitan pada penelitian secara eksperimental yaitu sulit mengetahui proses peleburan dan pembekuan pada PCM karena posisi yang tidak dapat diamati secara kasat mata. Metode menggunakan simulasi dengan software dinilai lebih sederhana dan murah untuk memaksimalkan parameter pada tangki penyimpanan termal (Beemkumar 2007). Studi simulasi proses peleburan dan pembekuan *paraffin wax* menggunakan perangkat lunak, ANSYS Fluent perlu digunakan untuk mengamati proses peleburan dan pembekuan PCM selain itu digunakan untuk memprediksi kemungkinan yang terjadi saat dilakukan pengujian secara eksperimental.

## **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 pembekuan *paraffin wax* di dalam

tangki dan kecepatan perpindahan kalor dengan variasi debit air pada proses charging dan discharging secara kontinyu .

### 1.3. Asumsi dan Batasan Masalah

Asumsi dan batasan masalah pada penelitian yang dapat digunakan sebagai berikut :

1. Heat loss pada sistem diabaikan
2. Temperatur inlet pada proses charging diambil dari hasil eksperimen.
3. Perpindahan kalor radiasi dianggap tidak ada.
4. PCM bersifat homogen dan isotropic.
5. Aliran fluidanya bersifat turbulen.
5. Variasi yang digunakan pada proses charging yaitu fluks kalor sebesar 1200 W dan debit air sebesar 0,6 LPM dan 0,9 LPM
6. Variasi yang digunakan pada proses discharging secara kontinyu yaitu dengan variasi debit air sebesar 1,5 LPM dan 2,5 LPM.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan hasil sebagai berikut ini :

1. Mengetahui waktu proses pelelehan *paraffin wax* pada proses *charging*.
2. Mengetahui waktu proses pembekuan *paraffin wax* pada proses *dicharging* secara kontinyu.
3. Mengetahui laju penyerapan dan pelepasan kalor yang terjadi pada tangki TES.
4. Mengetahui laju kenaikan dan penurunan temperatur yang terjadi pada tangki TES.
5. Mengetahui perbedaan penelitian simulasi dengan penelitian eksperimental mengenai evolusi temperatur dan laju perpindahan kalor.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini yaitu :

1. Menyajikan *data base charging* dan *discharging* pada TES yang berisi PCM sebagai media penyimpanannya menggunakan simulasi numerik (CFD ANSYS Fluent 18.0).
2. Dari penelitian dapat dibandingkan hasil Eksperimen dengan hasil simulasi CDF ANSYS Fluent.
3. Dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan proses *charging* dan *discharging*, baik dari hasil simulasi maupun eksperimental.

