

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. Di Indonesia saat ini energi fosil merupakan sumber energi yang mendominasi kebutuhan energi, padahal energi tersebut semakin menipis. Sehingga pemakaian energi perlu melibatkan kebijakan, aturan yang lebih baik dan terencana, supaya kebutuhan energi dalam jangka waktu yang panjang dapat tercukupi. Oleh karena itu, pemanfaatan energi alternatif menjadi penting untuk mensubstitusi kebutuhan minyak bumi. Energi matahari merupakan salah satu energi yang memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi alternatif, hal itu dikarenakan negara Indonesia terletak di garis khatulistiwa dan beriklim tropis sehingga sangat berpotensi untuk memanfaatkan energi matahari sebagai energi alternatif.

Sejauh ini, pemanfaatan energi matahari yang salah satu banyak digunakan untuk pemanas air dengan menggunakan tenaga surya atau lebih dikenal dengan sebutan PATS (pemanas air tenaga surya). Akan tetapi ketersediaan sumber energi panas sangat terbatas oleh waktu dan keadaan cuaca. Sehingga perlu menyimpan energi termal didalam *Thermal Energy Storage* (TES) untuk menyediakan penyimpanan energi untuk mengatasi ketidak sesuaian antara energi yang tersedia dengan penggunaannya. Cara yang umum digunakan pada sistem PATS pada pemanasan air konvensional adalah penggunaan penyimpanan kalor *sensible*, *Sensible Heat Storage* (SHS). Namun penggunaan SHS memiliki kelemahan yaitu memerlukan volume penyimpanan yang besar karena nilai densitas energinya rendah. Kelemahan penggunaan SHS pada PATS dapat menggunakan material penyimpan Kalor laten, *Latent Heat Storage* (LHS), penggunaan LHS 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). Salah satu jenis material PCM adalah *Paraffin wax* karena memiliki sifat antara lain : densitas energinya cukup tinggi (200 kJ/kg) dan konduktivitas termalnya rendah (0,2 W/m.°C) (Farid dkk, 2004), sifat termal stabil dibawah 500°C (Sharma dkk, 2009), tidak berbahaya dan tidak reaktif (Sharma dkk, 2005) dan temperatur leleh beberapa produk paraffin wax bervariasi antara 8 sampai 106°C (Kenisarin dan Mahkamov, 2007).

Penambahan PCM pada tangki TES dapat memberikan kontribusi positif, seperti : berpotensi mengurangi volume tangki (Cabeza, dkk, 2006), prestasi termal kombinasi LHS dan SHS lebih baik dari pada sistem konvensional (Nallusamy dkk, 2007), memberikan peningkatan unjuk kerja termal pada tangki (Mazman dkk, 2009), dan penambahan PCM pada kolektor matahari mampu menstabilkan temperatur yang keluar dari kolektor (Bouadila dkk, 2013). Pada penelitian eksperimental yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya PCM yang digunakan hanya menggunakan *paraffin wax* sebagai material penyimpan kalor. Sehingga pada penelitian yang akan dilakukan, PCM yang digunakan adalah *paraffin wax* dicampur dengan serbuk tembaga (Cu) 10 % dari fraksi massa, dimana tembaga memiliki konduktivitas termal (401 W/m.K), sehingga dapat meningkatkan konduktivitas termal pada *paraffin wax* untuk menghasilkan penyimpanan energi termal yang lebih besar.

Kesulitan pada penelitian secara eksperimental yaitu waktu terjadinya proses pelelehan dan pembekuan campuran *paraffin wax* dengan serbuk tembaga fraksi massa 10% tidak dapat dipredikasi. Oleh karena itu diperlukan studi simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk mengetahui waktu proses terjadinya pelelehan dan pembekuan pada campuran *paraffin wax* dengan serbuk tembaga. *Software ANSYS Fluent* merupakan salah satu *software* CFD yang dapat digunakan dalam pengujian TES secara studi simulasi.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian secara eksperimental waktu proses pelelehan dan pembekuan campuran *paraffin wax* dengan serbuk tembaga fraksi massa 10% tidak dapat diketahui. Oleh sebab itu, perlu dilakukan simulasi numerik dengan menggunakan *software* CFD ANSYS Fluent untuk mengetahui waktu terjadinya proses pelelehan dan pembekuan PCM didalam tangki TES dengan variasi debit air masuk yaitu 0,6 LPM dan 0,9 LPM dengan pemanas fluks kalor 227 Volt pada proses *charging*, sedangkan untuk proses *discharging* variasi debit air masuk yaitu 1,5 LPM dan 2,5 LPM.

1.3. Asumsi dan Batasan Masalah

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

1. *Heat loss* pada sistem diabaikan.
2. Penelitian yang dilakukan menggunakan laju aliran volume konstan dan bersifat kontinyu.
3. Campuran PCM bersifat homogen.
4. Temperatur awal HTF, pipa tembaga dan campuran PCM adalah sama.
5. Rugi-rugi termal ke lingkungan diabaikan.
6. Temperatur *inlet* pada proses *charging* diambil dari hasil eksperimen.
7. Kalor jenis (C_p) dan konduktivitas termal (k) pada campuran PCM ditentukan dengan secara proporsional dengan memperhatikan sifat-sifat individunya dan fraksi massanya.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui waktu terjadinya proses pelelehan dan pembekuan campuran *paraffin wax* dengan serbuk tembaga fraksi massa 10% di dalam tangki TES.
2. Mengetahui laju penyerapan dan pelepasan kalor yang terjadi pada tangki TES.

3. Mengetahui laju kenaikan dan penurunan temperatur yang terjadi pada tangki TES.
4. Mengetahui perbedaan penelitian simulasi dengan penelitian eksperimen mengenai evolusi temperaturnya.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Menyediakan *data base charging* dan *discharging* untuk studi simulasi pelelehan dan pembekuan *paraffin wax* dicampur serbuk tembaga 10 % dari fraksi massa menggunakan ANSYS Fluent.
2. Dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan penyimpanan energi termal terutama pada proses *charging* dan *discharging*, baik secara eksperimental maupun simulasi.
3. Penelitian tentang aplikasi penyimpanan energi akan semakin berkembang salah satunya *thermal energy storage*.
4. Dapat membandingkan hasil dari Eksperimen dengan hasil simulasi CFD ANSYS Fluent.