

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi matahari adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, dan juga sumber energinya banyak tersedia di alam. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atau lebih dikenal dengan sel surya (sel fotovoltaik) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya (Ramadhan dkk., 2016).

Seiring dengan meningkatnya konsumsi energi fosil, maka pemakaian energi terbarukan adalah upaya untuk menekan peningkatan tersebut. Energi terbarukan yang memiliki potensi terbesar adalah energi matahari. Matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Kurang dari 30% energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, 47% dikonversikan menjadi panas, 23% digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi, sebagian kecil 0,25% ditampung angin, gelombang dan arus dan masih ada bagian yang sangat kecil 0,025% disimpan melalui proses fotosintesis di dalam tumbuh-tumbuhan yang akhirnya digunakan dalam proses pembentukan batu bara dan minyak bumi (bahan bakar fosil, proses fotosintesis yang memakan jutaan tahun) yang saat ini digunakan secara ekstensif dan eksploratif bukan hanya untuk bahan bakar, tetapi juga untuk bahan pembuat plastik, formika, bahan sintesis lainnya, sehingga bisa dikatakan bahwa sumber segala energi adalah energi matahari. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan berbagai cara yang berlainan bahan bakar minyak adalah hasil fotosintesis, tenaga hidro elektrik adalah hasil sirkulasi hujan, tenaga angin adalah hasil perbedaan suhu antar daerah dan sel surya (sel fotovoltaik) yang menjanjikan masa depan yang cerah sebagai sumber energi listrik (Saiful Manan, 2008).

Aplikasi energi matahari yang menghasilkan air panas dikenal dengan nama Pemanas Air Tenaga Surya (PATS). Pemanas air tenaga surya (PATS) adalah salah satu alat yang dapat mengonversi energi matahari menjadi termal. PATS dapat digunakan untuk memanaskan air dan udara sebagai fluida pemindah kalor (*heat transfer fluid*, HTF) baik dalam skala rumah tangga maupun industri (Hossain, 2011). PATS mempunyai sistem yang sederhana di mana sinar matahari akan digunakan untuk memanaskan air, air menerima kalor dari absorber yang terkena radiasi matahari menyebabkan suhu air meningkat (Vishal dkk., 2014). PATS dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam berdasarkan sirkulasi HTF yang bekerja, yaitu sistem pasif dan aktif. Sirkulasi sistem pasif menggunakan metode konveksi alami antara kolektor dan tangki yang diletakkan pada atas kolektor. Sedangkan, sirkulasi sistem aktif menggunakan pompa listrik, katup dan pengontrol sebagai sirkulasi air maupun perpindahan panas air dari kolektor (Vishal dkk., 2015).

Karakteristik ketersediaan sumber energi PATS adalah tergantung oleh waktu dan kondisi cuaca. Di lain pihak, puncak kebutuhan air panas di rumah tangga terjadi pada sore dan malam hari dimana saat itu radiasi matahari tidak tersedia. Dengan demikian, antara ketersediaan sumber energi dan kebutuhan air panas tidak ada kesesuaian waktu. Oleh sebab itu, TES diperlukan untuk mengatasi ketidaksesuaian tersebut (Chidambaram dkk., 2011). TES pada PATS konvensional adalah berupa tangki untuk menyimpan air panas. SHS berupa air, biasa digunakan pada PATS konvensional dan terbukti handal. Hal ini disebabkan air harganya murah dan memiliki karakteristik perpindahan kalor yang baik. Namun begitu, penggunaan air ini memiliki kekurangan, antara lain: berpotensi menimbulkan masalah, seperti korosi dan kebocoran (Buddhi dkk., 1988); mempunyai kerapatan energi yang rendah dan pelepasan energinya terjadi pada kisaran temperatur yang lebar (Hasan, 1994); dan cenderung memiliki karakteristik sistem yang berat (Fazilati dan Alemrajabi, 2013). Kekurangan penggunaan SHS pada PATS dapat diminimalkan dengan memakai LHS. TES yang menggunakan PCM sebagai LHS sangat menarik karena mempunyai keuntungan seperti: berpotensi menghasilkan sistem penyimpanan termal yang *compact* dan efisien (Chidambaram dkk., 2011); penyimpanan kalornya tiap unit volume lebih besar daripada SHS dan pelepasan

kalornya terjadi pada temperatur yang konstan (Watanabe dan Kanzawa, 1995); dan fluktuasi temperatur operasional LHS rendah, ukurannya lebih kecil, dan berat tiap unit lebih rendah (Canbazoglu dkk., 2005). Namun demikian, aplikasi LHS mempunyai kelemahan yaitu kecepatan proses pengambilan dan pelepasan kalornya rendah yang disebabkan oleh rendahnya konduktivitas termal dari PCM (Watanabe dan Kanzawa, 1995).

Salah satu teknologi penyimpanan energi yang memiliki prospek cerah di masa depan adalah *Phase Change Material* (PCM) (Sharma dkk., 2009). Penyimpanan kalor pada PCM mempunyai keunggulan pada kepadatan material dikarenakan *heat of fusion* pada proses peleburan jauh lebih besar daripada kalor sensibel atau panas spesifiknya. PCM dapat dimanfaatkan salah satunya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik pada pemanas air. Penggunaan PCM sebagai material dari tangki penyimpanan maka, temperatur maksimum dari air panas dapat dikontrol dan kapasitas dari penyimpanan panasnya dapat dinaikkan (M.A. Syarif dkk., 2015). PCM sebagai *thermal storage* dapat memperpanjang waktu operasional dari sistem yang menggunakan energi terbarukan terutama pada PCM yang diaplikasikan pada sistem pemanas. PCM sebenarnya telah banyak diaplikasikan pada berbagai keperluan seperti pemanas air domestik dengan kolektor surya, tangki penyimpanan, *packed bed*, penukar kalor dan pada *ducting* ventilasi (Ibrahim dkk., 2014).

Pengembangan berbagai jenis PCM seperti *paraffin*, *fatty acids*, dan *inorganic salt hydrates* telah dilakukan untuk berbagai aplikasi. PCM yang memiliki temperatur operasional 15-90°C tepat untuk diterapkan pada system PATS. *Paraffin wax* merupakan salah satu material yang banyak digunakan sebagai PCM. *Paraffin wax* banyak digunakan sebagai material PCM karena dapat menyimpan panas pada temperatur medium yang tepat diterapkan pada system PATS yang beroperasi pada temperatur antara 30-90°C (Farid dkk., 2004). Selain itu, *paraffin wax* memiliki karakteristik yang menjadikannya tepat untuk diterapkan pada system PATS antarlain: densitas energi cukup tinggi (~200 kJ/kg) (Farid dkk., 2004), sifat kimia stabil hingga 1500 siklus termal (Sharma dkk., 2002), tekanan uap rendah (Khan, 2016)

Penelitian tentang PATS sistem pasif lebih banyak dilakukan terhadap tipe *integrated collector storage* sebagaimana uraian di atas. Fokus penelitian ini adalah proses pemanasan media penyimpanan kalor pada tangki pemanas air tenaga surya tipe aktif berisi *paraffin wax* dengan variasi porositas tangki. Adapun tujuan penelitian adalah mengetahui evolusi temperatur HTF dan PCM di dalam tangki PATS dan mendapatkan pengaruh perubahan terhadap proses pemanasan HTF dan PCM. Sistem ini mengkombinasikan *paraffin wax* dan air sebagai material penyimpan energi termal. Hasil penelitian diharapkan dapat data base penelitian serupa berikutnya dengan hilirisasi berupa produk baru PATS.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian tentang PATS menggunakan metode *outdoor* telah banyak dilakukan peneliti menggunakan PCM menjadi media penyimpanan termal. Kelemahan dari metode ini yaitu intensitas radiasi surya bersifat fluktuatif yang menyebabkan besarnya energi masuk sulit diatur. Hal tersebut menyebabkan kesulitan mengamati pengaruh suatu parameter terhadap perilaku termal PATS. Penelitian tentang proses pemanasan media penyimpanan kalor pada tangki pemanas air tenaga surya tipe aktif berisi *paraffin wax* dengan variasi porositas tangki belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang pengaruh porositas tangki terhadap proses pemanasan HTF dan PCM di dalam tangki PATS dan untuk pengembangan PATS berbasis PCM di masa mendatang.

1.3. Batasan Masalah

Asumsi dan batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

- a. *Paraffin wax* yang berada di kapsul PCM bersifat homogen.
- b. Laju aliran massa dianggap konstan.
- c. Sifat fisis *paraffin wax* mengacu pada data dari pabrik pembuat.
- d. *Heat flux* yang dikeluarkan *solar simulator* dianggap konstan.
- e. Penelitian hanya difokuskan pada tangki PATS-PCM selama proses *charging*.
- f. Pengambilan data dilakukan dengan menganggap aliran HTF telah tunak

1.4. Tujuan Masalah

Tujuan masalah dalam penelitian tugas akhir ini, yaitu:

- a. Untuk memperoleh evolusi temperatur HTF dan PCM di dalam tangki PATS
- b. Untuk mendapatkan analisis pengaruh porositas tangki terhadap proses pemanasan HTF dan PCM.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat di antaranya:

- a. Memberikan pemahaman kepada masyarakat tentang teknologi PATS menggunakan PCM.
- b. Hasil penelitian diharapkan mampu untuk menjadi data base informasi tentang proses pemanasan media penyimpanan kalor pada tangki PATS tipe aktif berisi *paraffin wax* dengan variasi porositas tangki.
- c. Untuk dijadikan contoh atau pengembangan PATS berbasis PCM dalam penelitian berikutnya.