

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan peradaban manusia, kebutuhan energi semakin meningkat. Sebagian besar penggunaan energi tersebut berasal dari energi fosil. Tercatat pada tahun 2014, pemakaian energi fosil hampir 80% dari kebutuhan energi total yang digunakan di dunia (Zhao dan Luo, 2016). Akan tetapi, energi fosil di dunia sangat terbatas sehingga tidak mungkin memenuhi kebutuhan energi terus-menerus (Shukla dkk, 2009; Al-Badi dan Albadi, 2012) . Oleh karena itu, penggunaan energi terbarukan (*renewable energy*) menjadi sangat penting. Energi terbarukan dapat menjadi pilihan karena ketersediaannya yang terus ada hingga akhir zaman, gratis dan ramah lingkungan.

Sumber energi terbarukan ada 5 macam, yaitu energi matahari, energi angin, energi air, energi biomassa, dan energi geotermal. Energi angin, energi air, energi biomassa dan energi geotermal pada dasarnya berasal dari energi matahari. Energi rata-rata yang diemisikan matahari sebesar $3,8 \times 10^{23}$ kW. Bumi menerima energi matahari sebesar $1,8 \times 10^{14}$ kW. 60% dari energi yang diterima bumi dapat sampai ke permukaan bumi, sedangkan sisanya dipantulkan kembali ke angkasa dan diserap oleh atmosfer (Thirugnanasambandam dkk, 2010). Menurut Kamal (1999), kebutuhan energi dunia dapat terpenuhi dengan menggunakan 0,008% dari luasan bumi. Sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi lebih dibandingkan negara-negara 4 musim. Matahari mengemisikan energi di Indonesia dengan insolasi rata-rata sebesar 4,5 - 4,8 KWh/m²/hari dan dipancarkan kira-kira selama 10 jam. Energi matahari yang dipancarkan tersebar secara merata di seluruh kepulauan di Indonesia (Yulinanda dkk, 2015). Dengan potensi energi sebesar itu, penggunaan energi matahari di Indonesia sebagai sumber energi sangat menjanjikan sehingga pemanfaatan dari energi matahari perlu diperhatikan.

Aplikasi teknologi dengan menggunakan energi matahari sudah banyak digunakan. Salah satunya adalah pemanas air tenaga surya (PATS), yaitu pemanas

air yang menggunakan energi matahari. PATS memiliki tangki yang berfungsi sebagai tempat menyimpan energi termal. Penyimpanan termal dikategorikan menjadi 2, yaitu *sensible heat storage* (SHS) dan *latent heat storage* (LHS). Keuntungan dari penggunaan air yang merupakan salah satu jenis SHS adalah konduktivitas termalnya tinggi dan harganya murah (Hasan, 1994), tetapi bobotnya cenderung berat karena memerlukan volume yang besar. Penyebabnya karena densitas energi air rendah (Nadjib dan Suhanan, 2014). Di sisi lain, penggunaan LHS dengan *phase change material* (PCM) memiliki densitas energi yang lebih tinggi dibandingkan SHS (Lacroix, 1993). Salah satu material yang dapat digunakan sebagai PCM adalah *paraffin wax*. *Paraffin wax* memiliki beberapa karakteristik yang membuatnya cocok untuk digunakan pada PATS, antara lain: memiliki densitas energi cukup tinggi (~ 200 kJ/kg) (Farid dkk, 2004), *melting point* berkisar antara 8 °C sampai 106 °C (Kenisarin & Mahkamov, 2007) dan sifat kimianya stabil hingga 1500 siklus termal (Sharma dkk, 2002). Air sebagai SHS tidak dapat dilepas karena merupakan *output* dari sistem PATS. Oleh karena itu, penggabungan dari SHS dan LHS dapat menjadi solusi untuk meningkatkan penyimpanan termal pada sistem PATS. LHS akan berperan sebagai penyimpanan termal, sedangkan SHS akan berfungsi sebagai *heat transfer fluid* (HTF).

Penelitian penggunaan PCM pada PATS telah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu. Akan tetapi, alat uji eksperimen pada PATS umumnya menggunakan bantuan pompa untuk mensirkulasikan air pada sistem seperti yang dilakukan oleh Shuangmao dkk (2011) yang melakukan penelitian tentang karakteristik PCM berbentuk bola banyak pada proses *discharging* dan Hussain (2014) yang meneliti performa dari *nanocomposites* PCM. Penelitian pada PATS yang bekerja dengan konveksi natural atau yang sering disebut sistem *thermosyphon* masih jarang dilakukan. Penelitian tentang PATS jenis *thermosyphon* menggunakan PCM sebagai penyimpan energi termal pernah dilakukan oleh Nadjib dkk (2015). Penelitian terakhir ini telah ditindak lanjuti dengan penelitian lanjutan menggunakan volume tangki yang lebih besar, yaitu 60 liter. Beberapa penelitian yang telah dilakukan pada PATS sistem *thermosyphon*

dengan volume 60 liter meliputi investigasi stratifikasi termal yang terjadi di dalam tangki selama proses *charging* (Kismawan, 2017), investigasi kinerja PATS selama proses *charging* (Mubtadi'in, 2017), dan investigasi penyimpanan energi termal pada proses *charging* dan *discharging* dengan menggunakan metode *discharging* kontinu (Ghofar, 2017). Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah disebutkan, belum pernah ada penelitian yang secara khusus membahas tentang metode *discharging* bertahap sehingga menarik untuk dilakukan.

1.2. Rumusan Masalah

Penggunaan air sebagai HTF pada PATS memiliki kelemahan yaitu memerlukan penyimpanan energi yang besar karena densitas energinya yang rendah. *Paraffin wax* berpotensi meningkatkan penyimpanan energi karena mempunyai densitas energi yang tinggi. Penerapan *paraffin wax* pada PATS telah dilakukan oleh peneliti terdahulu. Namun, berdasarkan penelitian terakhir tentang PATS jenis *thermosyphon* volume 60 liter, belum membahas secara mendalam tentang proses *discharging* bertahap. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan yang mengkaji proses *discharging* bertahap dan membandingannya dengan proses *discharging* kontinu.

1.3. Asumsi dan Batasan Masalah

1.3.1. Asumsi

Penelitian ini menggunakan asumsi bahwa pengadukan air di dalam bak penampung secara manual dianggap telah menghasilkan temperatur air yang *steady*.

1.3.2. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut.

- a. Rugi-rugi kalor ke lingkungan dalam proses *discharging* tidak diperhitungkan, baik pada tangki maupun kolektor.
- b. Termokopel yang dipasang pada sisi HTF dianggap mewakili temperatur air yang ada di dalam tangki.

- c. Laju aliran massa air selama *discharging* kontinyu dianggap konstan.
- d. Penentuan jumlah air panas yang diambil berdasarkan temperatur air rata-rata yang ada di dalam tangki.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk

- 1. mengetahui karakteristik metode *discharging* kontinyu dan *discharging* bertahap pada PATS yang berisi PCM;
- 2. mengetahui kemampuan tangki dalam menghasilkan air panas untuk kebutuhan mandi pada skala rumah tangga.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

- a. menyediakan *data base discharging* pada PATS yang berisi PCM;
- b. menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya dalam rangka mengembangkan teknologi PATS yang melibatkan PCM;
- c. menggairahkan penelitian dalam klaster energi terbarukan khususnya aplikasi termal energi matahari.