

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan manusia yang paling dasar dan dalam penggunaannya terus meningkat khususnya energi dari sektor minyak bumi. Indonesia merupakan negara penghasil minyak bumi namun seiring bertambahnya populasi penduduk, ketersediaan minyak bumi semakin menipis. Salah satu usaha untuk mengatasi penggunaan energi minyak bumi adalah diperlukan pengembangan energi khususnya energi terbarukan (*renewable energy*). Indonesia memiliki banyak potensi energi terbarukan yang dapat dikembangkan seperti energi matahari.

Matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang tidak akan habis hingga akhir zaman. Potensi energi matahari di Indonesia sangat besar. Indonesia terletak di garis katulistiwa pada bidang horizontal! Indonesia memperoleh energi 4,8-6,0 kWh/m<sup>2</sup> setiap harinya (Yani dkk, 2016). Pemanfaatan energi matahari dapat dilakukan secara termal dan listrik. Contoh pemanfaatan sumber energi matahari adalah pemanas air tenaga surya (PATS).

PATS adalah alat pemanasan yang sumber energinya berasal dari matahari. PATS diaplikasikan pada skala industri dan rumah tangga. Gultom (2013) menyatakan PATS ada beberapa jenis yaitu pemanasan langsung dan menggunakan teknik penyimpanan kalor. Tangki *thermal energy storage* (TES) pada PATS digunakan untuk menanggulangi kesenjangan waktu antara energi *supply* (masuk) dan energi *demand* (keluar), karena dalam penggunaannya tergantung oleh waktu. Puncak energi matahari yang menyinari bumi terjadi di siang hari sedangkan puncak kebutuhan air panas terjadi pada sore dan malam hari. Penyimpanan kalor terdiri dari 2 jenis yaitu penyimpan kalor jenis sensibel (*sensibel heat storage*, SHS) dan penyimpan kalor jenis laten (*laten heat storage* LHS). LHS merupakan penyimpan energi termal yang efisien dan *compact* (Buddhi dkk. 1988)

SHS berupa air umumnya digunakan pada PATS jenis konvensional. Air memiliki sifat sebagai fluida pemindah kalor (*heat transfer fluid*, HTF) (Sen, 2008). Kelebihan SHS menggunakan air yaitu memiliki konduktivitas termal yang tinggi dan harganya murah sedangkan kekurangan SHS menggunakan air yaitu membutuhkan volume yang besar karena air memiliki sifat dengan kerapatan energi yang rendah (Hasan, 1994). Kekurangan SHS dapat diminimalkan dengan penyimpanan jenis LHS menggunakan PCM (Budi dkk, 1988). Penyimpan energi termal dengan PCM (*phase change material*) memiliki kelebihan dari SHS karena volume tiap unitnya lebih besar dan temperaturnya terjadi secara konstan (Watanabe dan Kanzawa, 1995). Farid *et al* (2004) pernah meneliti karakteristik *paraffin wax* sebagai PCM pada PATS memiliki harga yang murah dengan kerapatan energi *paraffin wax* ~200 kJ/kg adalah cukup tinggi. Konduktivitas termal *paraffin wax* ~0,2 W/m.°C adalah cukup rendah. Sharma *et al* (2009) mengemukakan sifat termal pada *paraffin wax* yang stabil di bawah 500°C. Temperatur leleh *paraffin wax* antara 8°C – 106°C (Kenisarin dan Mahkamov, 2007). Sharma dan Sagara (2005) mengemukakan sifat *paraffin wax* memiliki kerapatan energi yang tinggi dan konduktivitas yang rendah merupakan material yang tidak berbahaya dan tidak reaktif.

Penelitian pemakaian PCM pada PATS pernah dilakukan peneliti terdahulu. Penelitian terakhir tentang penggunaan PCM pada PATS sistem *thermsyphon* dilakukan oleh Nadjib dan Suhanan (2013). PCM yang digunakan adalah *paraffin wax* sebagai penyimpan energi termal yang ditempatkan dalam tangki penyimpan selama proses *charging* dengan kapasitas tangki 31,27 liter. Penelitian ini fokus pada penyimpanan energi termal dan belum membahas secara dalam tentang stratifikasi.

Berdasarkan uraian di atas maka PATS yang menggunakan *paraffin wax* sebagai penyimpan kalor menarik untuk dikembangkan dengan memperbesar kapasitas tangki sebesar 60 liter. Disamping itu perlu diteliti tentang stratifikasi termal yang terjadi selama proses *charging*.

## 1.2. Rumusan Masalah

PATS menggunakan air memiliki kekurangan sebagai media penyimpanan energi termal yaitu memiliki sifat kerapatan energi yang rendah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya penggunaan PCM pada PATS mampu berperan dalam penyimpanan energi termal. Penelitian PCM pada PATS sangat menarik dikembangkan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian serupa dengan memperbesar kapasitas tangki menjadi 60 liter dan dikaji stratifikasi termal yang terjadi.

## 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. PATS yang digunakan adalah sistem pasif *thermosyphon* dengan tangki horizontal.
2. PCM ditempatkan di dalam tangki PATS dan diwadahi dengan kapsul silinder.
3. Sifat termofisis *paraffin wax* mengacu pada data dari pabrik.
4. Karakteristik stratifikasi termal ditinjau pada bagian tengah tangki.
5. Perhitungan stratifikasi menggunakan bilangan Richardson.

## 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji secara eksperimental stratifikasi termal di dalam tangki pada sistem PATS *thermosyphon* berisi PCM selama proses *charging*.

## 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan referensi pemakaian PCM pada PATS sebagai penyimpan kalor laten.
2. Hasil penelitian dapat dijadikan acuan penelitian berikutnya mengenai penggunaan PCM pada PATS.
3. Memberikan informasi tentang stratifikasi termal pada PATS sistem *thermosyphon* yang berisi PCM.