

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi global yang semakin meningkat penggunaannya di sebagian besar dunia sangat dipengaruhi oleh perkembangan populasi, teknologi, serta situasi ekonomi. Batu bara, minyak, dan gas, atau yang dikenal sebagai sumber daya bahan bakar fosil merupakan energi yang sangat dibutuhkan di masa sekarang. Sumber daya ini berfungsi memproduksi energi yang dibutuhkan di berbagai sektor industri. Bahan bakar fosil mempunyai masalah utama yaitu menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) yang dikategorikan sebagai gas rumah kaca, sehingga kenaikan produksi karbon dioksida menimbulkan kenaikan pemanasan global. Batubara adalah penghasil karbon dioksida paling besar, sementara itu gas alam merupakan yang terendah. Bahan bakar fosil dengan tingkat penggunaan yang lebih tinggi dibandingkan tingkat produksinya dapat mengakibatkan peningkatan harga bahan bakar fosil dan peningkatan gas rumah kaca di lapisan ozon (Al-Waeli dkk., 2019).

Energi yang diterapkan melalui modul surya merupakan alternatif yang sangat potensial untuk diaplikasikan di wilayah Indonesia karena memiliki potensi energi surya yang cukup besar. Permukaan bumi menerima sekitar 1000 W/m² energi matahari ketika cuaca cerah. Energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa sekitar 30%, 23% difungsikan untuk semua sirkulasi kerja yang ada di atas permukaan bumi, 47% diubah menjadi panas, sekitar 0,25% ditampung oleh angin, gelombang, dan arus, sekitar 0,025% energi surya disimpan melalui proses fotosintesis di dalam tumbuh-tumbuhan yang hasilnya dimanfaatkan dalam proses pembentukan minyak bumi dan batu bara (Widayana, 2012). Energi surya dapat diaplikasikan sebagai pemanas air di berbagai sektor domestik, institusi kesehatan, dan sektor pariwisata. Contoh alat yang memanfaatkan energi matahari dan dapat menggantikan pemanas air listrik konvensional adalah pemanas air tenaga surya (Jamar dkk., 2016).

Photovoltaic Thermal (PV/T) adalah alat yang dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dan termal. PV/T terdiri dari modul surya yang terdapat *absorber plate* atau plat penangkap panas di belakang modul sebagai alat untuk mengekstraksi kalor. Modul surya memiliki fungsi mengkonversikan radiasi matahari menjadi listrik, sedangkan plat penyerap di bawah modul surya memiliki dua fungsi yaitu mendinginkan plat modul surya dan mengumpulkan energi panas yang dihasilkan (Krismadinata dkk., 2017). Perilaku termal air yang tersimpan di dalam tangki *Thermal Energy Storage* (TES) diantaranya penyimpanan kalor sesaat (*instantaneous heat stored*) yaitu harga yang didapat berdasarkan dari hasil temperatur air masuk dan temperatur air keluar sesaat di dalam tangki TES dan energi tersimpan kumulatif yang dihasilkan dari perkalian antara kalor yang tersimpan sesaat pada tangki TES dengan waktu dan kemudian dijumlahkan secara kumulatif (Nallusamy dkk., 2007). Efisiensi termal sistem PV/T sangat dipengaruhi laju aliran masuk kolektor (Rounis dkk., 2019).

Modul PV/T memiliki unjuk kerja yang lebih baik dari sisi daya yang dihasilkan dibandingkan modul surya konvensional. Transfer panas dari kolektor ke fluida kerja dipengaruhi oleh bentuk penampang (Krismadinata dkk., 2017). Pipa dengan bentuk penampang persegi panjang dapat meningkatkan transfer panas dan menghasilkan daya listrik lebih besar (Kazem, 2019). Pipa dengan penampang persegi memiliki efisiensi termal yang lebih tinggi dibandingkan dengan pipa penampang bundar (Amrizal dkk., 2021). *Dual oscillating absorber* yaitu pipa yang didesain khusus juga mampu meningkatkan transfer panas (Abdullah dkk., 2020). Sistem PV/T tidak hanya dipengaruhi bentuk penampang pipa dalam kinerja keluarannya. Kapasitas tangki, jenis fluida kerja, dan jenis pompa juga mempengaruhi kinerja keluaran dari sistem PV/T (Bhattarai dkk., 2013). Othman dkk. (2016) meneliti PV/T menggunakan fluida kerja air dan udara yang dilakukan secara *indoor*. Efisiensi listrik, termal, dan suhu *outlet* tertinggi didapat dengan laju aliran udara yang tinggi dan laju aliran massa air yang rendah. Nanofluida juga dapat digunakan sebagai fluida kerja PV/T selain air dan udara (Fadli dkk., 2021). Ammar dkk. (2018) melakukan penelitian pada sistem PV/T menggunakan pemodelan matematika yang dikombinasikan dengan *Solar-Assisted Heat Pump*

System (SAHPS). Pemodelan menunjukkan bahwa energi termal dan listrik akan turun dengan naiknya radiasi matahari pada sistem PV/T yang dilengkapi pompa SAHPS.

Operasional modul surya sangat mungkin terjadi fenomena *over charge* baterai pada saat intensitas radiasi tinggi, kelebihan arus dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain seperti pemanas air. Penelitian terdahulu memiliki kelemahan yaitu daya yang dihasilkan oleh pemanas air masih kurang serta belum mengungkap tentang karakteristik termal fluida air di dalam tangki. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem PV/T dari peneliti terdahulu dengan penambahan kapasitas modul surya sebesar 100 Wp. Penelitian ini melanjutkan penelitian terdahulu dengan menggunakan tangki *Thermal Energy Storage* (TES) berkapasitas 20 L dan modul surya 100 Wp dengan air sebagai fluida kerja penyerap panas yang disirkulasikan secara konstan dan dipanaskan menggunakan elemen pemanas yang diposisikan di sisi *inlet* tangki. Penelitian dengan penambahan kapasitas daya modul surya ini penting dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang karakteristik termal sistem PV/T yang digunakan sebagai sumber energi listrik untuk memanaskan air.

1.2 Rumusan Masalah

Sistem fotovoltaik dapat dikembangkan sebagai penghasil energi termal untuk pemanasan air karena ada kemungkinan terjadi *overheating* selama proses *charging*. Perilaku termal proses pemanasan air di dalam tangki berkapasitas 20 liter memakai modul surya 100 Wp belum pernah diungkap. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk memperoleh hubungan antara perilaku termal di dalam tangki dan modul surya yang digunakan.

1.3 Batasan Masalah

Asumsi dan batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Spesifikasi modul surya mengacu data dari pabrik pembuat.
2. Laju aliran massa air dianggap konstan
3. Energi yang hilang ke lingkungan tidak diperhitungkan

4. Semua area modul surya dianggap memperoleh intensitas radiasi matahari yang sama.
5. Penelitian terfokus pada karakteristik termal pemanasan air di tangki yang meliputi evolusi temperatur air, kalor tersimpan sesaat, dan energi termal kumulatif.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh evolusi temperatur air di dalam tangki dan intensitas radiasi matahari.
2. Mendapatkan karakteristik perilaku termal air di dalam tangki.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Database yang dihasilkan pada penelitian ini diharapkan menjadi informasi tentang sistem PV/T.
2. Database tersebut dapat dijadikan acuan penelitian berikutnya serta pengembangan lebih lanjut tentang karakteristik termal sistem PV/T sehingga suatu saat teknologi ini dapat dikembangkan lebih baik dimasa depan.
3. Memberikan informasi kepada masyarakat umum tentang penggunaan dan pemanfaatan sistem PV/T.