

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan energi terbarukan menjadi prioritas global dan nasional dalam upaya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil serta menekan emisi karbon. Energi surya merupakan salah satu sumber energi paling potensial karena tersedia melimpah, ramah lingkungan, bersih dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, salah satunya sebagai sumber energi pada sistem pemanas air. Secara global, teknologi pemanas air tenaga surya (*solar water heating*) terus menunjukkan pertumbuhan signifikan dan menjadi salah satu teknologi pemanfaatan energi panas surya yang banyak diterapkan di sektor rumah tangga, komersial, maupun industri. *International Energy Agency Solar Heating and Cooling Programme* (IEA-SHC) melaporkan bahwa kapasitas pemanfaatan energi panas surya dunia terus meningkat sebagai bagian penting dari bauran energi terbarukan untuk mendukung pengurangan konsumsi energi fosil (International Energy Agency, 2024).

Indonesia sendiri memiliki potensi energi surya yang sangat besar karena berada di wilayah khatulistiwa dengan intensitas radiasi matahari rata-rata berkisar antara harian kisaran 3,6–6,0 kWh/m² per hari, kondisi geografis masing-masing wilayah. Nilai *Global Horizontal Irradiance* (GHI) yang relatif tinggi tersebut menjadikan teknologi pemanas air tenaga surya sangat layak diterapkan untuk memenuhi kebutuhan air panas pada sektor rumah tangga maupun usaha kecil dan menengah (Putra, Nugroho, & Wibowo, 2023). Di sisi lain, penggunaan

pemanas air berbasis listrik dan gas masih mendominasi masyarakat meskipun memiliki konsumsi energi yang tinggi serta biaya operasional yang relatif besar. Oleh karena itu, pemanas air tenaga surya menjadi alternatif yang lebih efisien, ekonomis, dan ramah lingkungan (Kurniawan, Pramono, & Hidayat, 2022). Berdasarkan Laporan Kinerja Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Tahun 2024, pemerintah terus mendorong peningkatan pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) sebagai bagian dari upaya transisi energi nasional. Pada tahun 2024, total kapasitas terpasang pembangkit energi terbarukan di Indonesia mencapai 13,88 GW, meningkat dibandingkan tahun sebelumnya melalui penambahan kapasitas dari sektor tenaga air, bioenergi, panas bumi dan tenaga surya. Peningkatan pemanfaatan energi surya tersebut menunjukkan semakin besarnya perhatian terhadap teknologi berbasis energi matahari, termasuk sistem pemanas air tenaga surya (*solar water heater*), sebagai alternatif untuk mengurangi konsumsi energi fosil dan emisi karbon. Kondisi ini menegaskan bahwa pengembangan sistem pemanas air berbasis tenaga surya memiliki prospek yang baik serta sejalan dengan kebijakan nasional dalam meningkatkan pemanfaatan energi bersih dan efisiensi energi.

Secara teknis, peningkatan kinerja sistem pemanas air tenaga surya dapat dilakukan dengan mengoptimalkan penyerapan radiasi matahari pada kolektor melalui penggunaan reflektor berupa cermin datar. Reflektor berfungsi memantulkan radiasi matahari tambahan menuju permukaan absorber sehingga energi panas yang diterima kolektor menjadi lebih besar. Selain itu, penggunaan pipa tembaga berdiameter $\frac{1}{2}$ inch dipilih karena memiliki konduktivitas termal

yang tinggi, tahan terhadap korosi, serta mampu mempercepat proses perpindahan panas dari permukaan absorber ke fluida kerja. Kombinasi reflektor cermin datar dan pipa tembaga diharapkan mampu meningkatkan efisiensi termal sistem pemanas air tenaga surya (Sidabutar, Abdullah, Rahman, & Amir, 2024).

Pada penelitian ini digunakan *Solar Cube* berkapasitas 25 Liter sebagai media penyimpanan air panas (*thermal storage tank*). *Solar Cube* pada penelitian ini merupakan wadah penampung air berbentuk kubus (*cube container*) berkapasitas 25 Liter menggunakan jirigen HDPE atau terbuat dari material *High Density Polyethylene* (HDPE) sebagai media penyimpanan air hasil pemanasan. Material HDPE dipilih karena memiliki ketahanan terhadap suhu hingga sekitar 80–100°C, ringan, mudah diperoleh di pasaran, memiliki harga yang relatif ekonomis, serta cukup kuat untuk aplikasi penyimpanan air panas skala rumah tangga. Wadah ini berfungsi sebagai media penyimpanan sementara air hasil pemanasan dari sistem kolektor surya sebelum digunakan. Kapasitas 25 Liter dipilih karena sesuai untuk kebutuhan air panas skala rumah tangga kecil maupun usaha mikro seperti kafe dan penginapan, serta memiliki dimensi yang lebih ringkas sehingga mudah diintegrasikan dengan sistem kolektor surya dan reflektor cermin datar.

Pemilihan *Solar Cube* 25 Liter juga didasarkan pada pertimbangan efisiensi sistem. Kapasitas yang relatif kecil memungkinkan proses pemanasan berlangsung lebih cepat dibandingkan tangki berkapasitas besar, sehingga energi matahari yang diterima kolektor dapat dimanfaatkan secara lebih optimal. Dengan dukungan reflektor cermin datar dan pipa tembaga Ø½ inch, sistem ini diharapkan

mampu menghasilkan kenaikan temperatur air yang lebih tinggi dengan biaya investasi dan operasional yang lebih rendah sehingga sesuai untuk aplikasi pemanas air skala kecil hingga menengah (Ashari *et al.*, 2019).

Selain aspek teknis, kebijakan energi nasional dan komitmen Indonesia dalam meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan turut mendukung pengembangan teknologi pemanas air tenaga surya. Penerapan sistem pemanas air berbasis energi surya tidak hanya berkontribusi terhadap penghematan energi listrik dan bahan bakar fosil, tetapi juga mendukung target transisi energi menuju sistem energi yang lebih bersih dan berkelanjutan (IESR, 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai Perencanaan Sistem Pemanas Air Tenaga Surya Berbasis Cermin Datar dan Pipa Tembaga Ø½ Inch dengan *Solar Cube* 25 L untuk Kapasitas 25 Liter menjadi penting untuk dilakukan sebagai upaya menghasilkan rancangan sistem yang efisien, ekonomis dan mudah diterapkan pada skala rumah tangga maupun usaha kecil. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi dalam pengembangan teknologi pemanas air tenaga surya yang memanfaatkan potensi energi matahari secara optimal di Indonesia. Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang ada, peneliti mengambil judul penelitian **“Perencanaan Sistem Pemanas Air Tenaga Surya Berbasis Cermin Datar dan Pipa Tembaga Ø½ Inch dengan *Solar Cube* 25 L untuk Kapasitas 25 Liter”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, rumusan masalah yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pemanas air tenaga surya berbasis cermin datar dan pipa tembaga Ø½ inch dengan *Solar Cube* HDPE berkapasitas 25 Liter yang sesuai untuk kebutuhan pemanasan air skala rumah tangga?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan cermin datar dengan variasi sudut 20°, 30°, dan 40° sebagai reflektor terhadap peningkatan energi radiasi yang diterima kolektor?
3. Berapa besar energi panas yang dapat diserap air serta kenaikan temperatur yang dapat dicapai oleh sistem yang direncanakan?
4. Berapa nilai efisiensi termal yang dapat dihasilkan oleh sistem pemanas air tenaga surya berbasis cermin datar dan pipa tembaga Ø½ inch dengan *Solar Cube* 25 Liter?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian yang ingin di capai adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem pemanas air tenaga surya berbasis cermin datar dan pipa tembaga Ø½ inch dengan *Solar Cube* HDPE berkapasitas 25 Liter untuk kebutuhan pemanasan air skala rumah tangga.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan cermin datar dengan variasi sudut 20°, 30°, dan 40° sebagai reflektor dalam meningkatkan radiasi matahari yang diterima kolektor.
3. Menghitung energi panas yang diserap air serta memperkirakan kenaikan temperatur air yang dihasilkan oleh sistem.
4. Menghitung efisiensi termal sistem pemanas air tenaga surya yang

direncanakan berdasarkan energi radiasi matahari yang diterima dan energi panas yang dimanfaatkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari hasil penelitian ini adalah:

1. Bagi penulis, penelitian ini bermanfaat untuk meningkatkan pemahaman dan wawasan keilmuan di bidang energi terbarukan, khususnya terkait perancangan dan analisis kinerja sistem pemanas air tenaga surya, serta melatih kemampuan berpikir ilmiah dan analisis teknis.
2. Bagi universitas, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan memperkaya referensi akademik, khususnya dalam bidang teknik energi dan sistem termal, serta dapat menjadi bahan rujukan untuk penelitian selanjutnya yang tertarik mengkaji desain kolektor surya, pemanfaatan reflektor cermin datar, serta optimasi kinerja sistem pemanas air tenaga surya..
3. Bagi masyarakat, diharapkan dapat memberikan informasi dan pemahaman mengenai alternatif pemanas air yang efisien, ekonomis, dan ramah lingkungan sebagai pengganti pemanas air berbasis listrik atau bahan bakar fosil. Bagi pelaku usaha skala kecil, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam merancang atau memilih sistem pemanas air tenaga surya skala kecil dengan biaya terjangkau menggunakan reflektor cermin datar dan pipa tembaga.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian hanya berfokus pada sistem pemanas air tenaga surya kapasitas 25

Liter menggunakan cermin datar sebagai reflektor dan pipa tembaga Ø½ inch sebagai absorber.

2. Intensitas radiasi yang digunakan berdasarkan data lokasi penelitian dan pengukuran lapangan atau data sekunder resmi.
3. Variabel performa yang diukur terbatas pada kenaikan suhu air, waktu pemanasan, dan efisiensi termal.
4. Sudut kemiringan yang diukur pada penelitian ini adalah sudut 20°, 30°, dan 40°.