

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi matahari adalah sumber utama untuk berbagai proses di Bumi, baik fisik maupun biologis. Radiasi adalah metode penyebaran energi (panas) dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang tidak memerlukan medium perantara. Energi matahari mencapai permukaan Bumi melalui radiasi karena ruang antara Bumi dan Matahari adalah ruang hampa. Gelombang elektromagnetik, yang terdiri dari komponen medan listrik dan medan magnet, dapat merambat dengan sangat cepat tanpa memerlukan medium perantara. Energi matahari yang mencapai Bumi melalui radiasi kemudian diserap oleh permukaan Bumi, yang menyebabkan peningkatan suhu di Bumi[1]

Energi matahari dapat dikonversi menjadi listrik menggunakan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya), yang dirancang untuk memenuhi berbagai kebutuhan listrik, mulai dari skala kecil hingga besar. Proses ini memanfaatkan perangkat yang dikenal sebagai panel surya (*Photovoltaic*)[2]. Efisiensi rata-rata panel surya biasanya berkisar 20%[3]. Efisiensi konversi panel surya dapat menurun karena beberapa alasan, seperti penumpukan debu, pantulan cahaya, variasi sudut kemiringan dan orientasi, bayangan, paparan sinar matahari, serta suhu. Di antara faktor-faktor tersebut, suhu memiliki pengaruh terbesar[4].

Peningkatan suhu ini dapat berpengaruh pada daya keluaran yang dihasilkan panel sel surya. Setiap kenaikan temperatur panel surya 1°C (dari 25°C). Akan mengakibatkan berkurangnya sekitar 0,5% pada total tenaga yang dihasilkan. Suhu atau temperatur udara yang tinggi dapat mempengaruhi kinerja panel surya[5]. Hal ini karena hanya cahaya tampak yang dapat diubah menjadi energi listrik oleh sel fotovoltaiik, sementara spektrum lain seperti inframerah diubah menjadi energi panas, yang pada akhirnya mengurangi keseluruhan efektivitas panel surya[4].

Agar efisiensi panel surya meningkat dan efektivitasnya tidak menurun, diperlukan beberapa penambahan yang dapat membuatnya lebih efektif, serta sistem pendinginan untuk mencegah penurunan efektivitas yang disebabkan oleh peningkatan suhu.

Teknik pendinginan menjadi faktor kunci dalam meningkatkan efisiensi dan masa pakai panel surya. Sistem pendinginan panel surya dapat dikelompokkan ke dalam dua jenis utama Sistem pendinginan pasif dan Sistem pendinginan aktif. Sistem pendinginan pasif mencakup teknik-teknik pendinginan yang tidak memerlukan energi tambahan untuk operasional media pendinginnya. Sebaliknya, sistem pendinginan aktif, seperti penggunaan pompa, kipas, blower, dan perangkat serupa lainnya[6], membutuhkan sumber daya eksternal untuk mengoperasikan sistem yang menggunakan udara sebagai media pendingin. Dengan demikian, sistem pendinginan aktif dapat meningkatkan efisiensi sebesar 7,2%. Namun,

kelemahan dari penggunaan udara sebagai media pendingin adalah kapasitas perpindahan kalor konveksi yang rendah. Untuk mengatasi hal ini, metode optimasi yang dapat digunakan adalah memperluas permukaan perpindahan kalor dengan memasang sirip-sirip pendingin[7].

Dalam penelitian sebelumnya, metode pendinginan pasif menggunakan heatsink dengan aliran udara alami dianggap lebih efisien karena tidak memerlukan energi tambahan. Heatsink adalah komponen dengan konduktivitas termal tinggi yang berbentuk pelat dengan sejumlah sirip untuk memperluas kontak permukaan[8]. Ketika dipasang pada komponen elektronik, kalor dikonduksikan dari pelat dasar ke sirip, kemudian dikonveksikan dari sirip ke lingkungan[9][10].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu rata-rata modul surya tanpa pendingin heatsink di bagian atas, yang diukur dari pukul 08.00 hingga 16.00, mencapai $32,20^{\circ}\text{C}$ dengan tegangan keluaran (Voc) rata-rata 18,52V. Suhu rata-rata di bagian bawah modul tercatat $31,81^{\circ}\text{C}$, atau terdapat selisih $0,39^{\circ}\text{C}$ dari suhu bagian atas modul. Nilai ini berdasarkan pada iradiasi rata-rata 1083 W/m^2 dengan suhu lingkungan rata-rata $30,52^{\circ}\text{C}$. Untuk modul surya yang menggunakan pendingin heatsink, suhu rata-rata di bagian atas modul yang diukur dari pukul 08.00 hingga 16.00 mencapai $29,77^{\circ}\text{C}$ dengan tegangan keluaran (Voc) rata-rata 20,76V. Suhu permukaan di bagian bawah modul tercatat $29,27^{\circ}\text{C}$, dengan selisih $0,5^{\circ}\text{C}$. Nilai ini juga berdasarkan pada iradiasi rata-rata 1083 W/m^2 dengan suhu lingkungan rata-rata $30,52^{\circ}\text{C}$ [11]. Dari kedua kondisi di atas, terlihat bahwa pada modul surya yang menggunakan pendingin heatsink terjadi penurunan suhu pada permukaannya, baik di sisi bawah maupun di sisi atas modul. Hal ini berdampak pada peningkatan tegangan keluaran (Voc), dengan selisih rata-rata sebesar 2,24 V [11]. Kondisi ini menunjukkan bahwa heatsink benar-benar dapat bekerja sebagai bahan penyerap panas yang efektif, sehingga berdampak positif pada tegangan keluaran dari modul surya[12].

Selain penggunaan sistem pendingin pasif, dibeberapa penelitian juga digunakan pendinginan aktif, dimana penelitian sebelumnya mengevaluasi efek pendinginan konveksi paksa menggunakan kipas untuk menurunkan suhu bagian belakang modul PV yang terpasang di atap. Faktor-faktor seperti jarak antara modul dan atap, laju aliran udara, dan suhu lingkungan terbukti mempengaruhi kinerja PV secara signifikan. Meskipun pendinginan aktif dengan udara jarang digunakan pada sistem PV karena biasanya beroperasi di udara terbuka, jarak antar panel memainkan peran penting dalam mengatur pendinginan panel dan menjaga keseimbangan sistem melalui pengaturan aliran udara yang optimal[9].

Pada Penelitian sebelumnya telah membahas tentang peningkatan efisiensi panel surya dengan berbagai cara seperti penambahan sistem pendingin yang telah dipaparkan diatas, cara lain meningkatkan efisiensi panel surya adalah dengan cara melalui pelapisan permukaan panel dengan minyak halus setebal $\sim 1 \text{ mm}$. Teknik ini terbukti dapat meningkatkan efisiensi panel surya. Berbagai jenis minyak telah diperiksa dalam penelitian tersebut, termasuk minyak mineral dan minyak alami.

Minyak mineral yang diuji meliputi oli pompa vakum (Labovac), oli mesin (Mobil), dan oli rem (Abro). Sedangkan minyak alami yang diuji adalah minyak zaitun dan minyak bunga matahari[13].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa output daya panel PV pada kondisi tanpa pelapisan minyak pada suhu 25°C dan intensitas radiasi 1058 W/m² adalah 21.17 W. Dengan pelapisan minyak halus, hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut: oli Mobil menghasilkan daya sebesar 21.33 W, oli Labovac 25.34 W, minyak rem 21.75 W, minyak bunga matahari 20.5 W, dan minyak zaitun 16.13 W. Dari data ini, dapat disimpulkan bahwa pelapisan permukaan panel PV dengan minyak Labovac dapat meningkatkan output daya sebesar sekitar 26.2% ±5.9% dibandingkan dengan kondisi tanpa pelapisan. Peningkatan efisiensi oleh minyak lain relatif kecil, yaitu minyak Mobil sebesar 7.3% ± 2.9%, minyak Abro 7.1% ±3%, dan minyak bunga matahari 5.3% ± 4.6%. Sebaliknya, minyak zaitun justru menurunkan kinerja panel PV sebesar 17.8% ± 3.7% [13].

Percobaan yang sama diulangi dengan intensitas radiasi 675 W/m². Hasilnya menunjukkan bahwa output daya panel PV dengan pelapisan minyak Labovac meningkat sekitar 25.8% ±6.3% dibandingkan dengan kondisi tanpa pelapisan. Minyak-minyak lainnya tidak memberikan peningkatan efisiensi yang signifikan, dan minyak zaitun kembali menunjukkan penurunan output daya sebesar 18% ±3.2%[13].

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pelapisan panel PV dengan minyak pompa vakum adalah metode yang paling efektif, mampu meningkatkan daya keluaran panel surya lebih dari 20% dibandingkan dengan panel tanpa pelapisan. Namun, pelapisan ini memiliki kelemahan, yaitu menyebabkan pemanasan berlebihan pada panel surya karena peningkatan transmisi cahaya matahari. Pemanasan ini dapat mengurangi efisiensi panel dalam jangka panjang dan menimbulkan kerusakan jika tidak ditangani dengan baik. Oleh karena itu, dalam penelitian sebelumnya, penggunaan pelapisan minyak disarankan di daerah dingin, di mana suhu lingkungan yang lebih rendah dapat membantu mengimbangi efek pemanasan tersebut[13].

Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan sebelumnya, dalam penelitian ini, penulis akan menguji efisiensi panel surya dengan menggunakan pelapisan minyak di daerah panas, yaitu di Padang. Untuk menjaga suhu panel surya tetap stabil, penulis berencana mengkombinasikan pelapisan minyak ini dengan sistem pendingin yang dirancang untuk mempertahankan suhu panel pada tingkat optimal. Sistem pendingin ini bertujuan untuk mengurangi efek pemanasan yang disebabkan oleh pelapisan minyak, sehingga panel surya dapat beroperasi dengan efisiensi maksimal meskipun berada di lingkungan dengan suhu tinggi. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk menyusun tugas akhir dengan judul **“Pengaruh Pelapisan Minyak dan Sistem Pendingin Kipas-Heatsink terhadap Daya Keluaran Panel Surya”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penelitian sebelumnya, diperlukan penelitian lebih lanjut karena studi tersebut hanya menambahkan pelapisan minyak untuk meningkatkan efisiensi panel surya. Namun, pelapisan minyak menyebabkan peningkatan suhu pada panel surya yang berdampak pada penurunan kinerja. Oleh karena itu, penelitian ini menggabungkan pelapisan minyak dengan sistem pendingin untuk mengatasi permasalahan tersebut. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pelapisan minyak pompa vakum terhadap daya keluaran panel surya?
2. Bagaimana pengaruh sistem pendingin kipas dan heatsink terhadap daya keluaran panel surya?
3. Bagaimana pengaruh kombinasi pelapisan minyak dan sistem pendingin terhadap daya keluaran panel surya secara optimal?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui dan menganalisis seberapa besar peningkatan daya keluaran panel surya akibat pelapisan minyak pompa vakum.
2. Mengetahui dan menganalisis seberapa besar peningkatan daya keluaran panel surya akibat penggunaan sistem pendingin kipas dan heatsink.
3. Menganalisis seberapa besar peningkatan daya keluaran panel surya akibat kombinasi pelapisan minyak pompa vakum dan sistem pendingin.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat meningkatkan daya keluaran panel surya dengan pelapisan minyak pada panel surya.
2. Mengetahui efektifitas sistem pendingin kipas dan heatsink dalam menurunkan suhu panel surya.
3. Meningkatkan efisiensi dan performa panel surya dengan memanfaatkan kombinasi optimal antara pelapisan minyak dan sistem pendingin.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini menggunakan dua modul surya tipe *monocrystalline* dengan daya 20 WP, berukuran 39.5 x 30 x 2 cm.
2. Jenis minyak yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak pompa vakum.
3. Sistem pendinginan yang diterapkan pada panel surya menggunakan kipas (*fan*) dan heatsink.
4. Perubahan suhu diukur menggunakan termometer infrared.
5. Pengukuran arus dan tegangan diukur menggunakan multimeter.
6. Pengukuran intensitas cahaya diukur menggunakan *luxmeter*.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mencakup Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang tinjauan umum yang membahas tentang teori-teori pendukung yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan tugas akhir.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan kerangka kerja penelitian, metode yang digunakan, serta objek dan prosedur penelitian.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil pengujian dan pembahasan mengenai penelitian.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil dan pembahasan penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

