

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1. 1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang berada di area tropis dengan 2/3 luasnya merupakan daerah perairan. Potensi energi surya yang dimiliki rata-rata  $4,8 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$  [1]. Pengembangan sistem *photovoltaic* untuk perkotaan atau pedesaan menjadi pilihan tepat untuk memenuhi kebutuhan. Dalam memaksimalkan potensi modul *photovoltaic*, banyak faktor yang mempengaruhi kinerja *photovoltaic*. Salah satunya temperatur solar panel. Hanya 4–17% radiasi matahari yang terkonversi menjadi listrik dan sisanya menjadi panas yang terbuang [2].

Peningkatan temperatur pada modul mengakibatkan menurunnya efisiensi kinerja solar panel. Setiap peningkatan  $1^\circ\text{C}$  pada permukaan modul maka efisiensi turun sampai 0,45% [3]. Efek pendinginan permukaan modul PV saat pengoperasian menjadi faktor operasional yang perlu dipertimbangkan. Pendinginan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi listrik yang dihasilkan, mengurangi laju degradasi panas sel terhadap waktu dan memaksimalkan masa solar panel [4]. Tantangan lainnya, ketika permintaan pembangkit tenaga surya melambung maka meningkat juga kebutuhan lahan yang cukup luas. Oleh karena itu, untuk menghemat lahan

di daratan, pemasangan sistem PV pada badan air dapat menjadi pilihan menarik.

Saat ini mulai berkembang teknologi sistem panel surya apung atau *floating photovoltaic system* (FPV). FPV merupakan pengaplikasian sistem solar panel yang diletakan terapung di atas air seperti bekas tambang, waduk, atau danau. FPV relatif dianggap menguntungkan karena meningkatkan efisiensi dengan mempertahankan suhu panel surya lebih rendah daripada yang berbasis di daratan [5].

Di Indonesia, penerapan metode numerik mengenai FPV belum banyak dilakukan. Berikut ini merupakan penelitian yang dilakukan:

1. Liu et al. (2017) menganalisis karakteristik aliran panas yang terjadi pada panel surya berbasis di daratan dan FPV, di mana ditemukan dengan efek pendinginan di bawah air, suhu pada modul FPV lebih rendah dibandingkan yang diletakan pada daratan.
2. Sutanto & Indartono (2019) melakukan studi numerik dengan menganalisis karakteristik profil aliran distribusi panas dan kecepatan terhadap penurunan temperatur FPV yang menggunakan *loop thermosiphon*. Hasil menunjukan FPV tersebut efektif dapat mengurangi temperatur pada modul PV.

Mengingat kedua penelitian di atas, hingga saat ini di Indonesia belum ada penelitian numerik pengembangan FPV dengan mengoptimalkan

sudut kemiringan PV untuk meningkatkan efisiensi sistem FPV di bawah efek pendinginan air. Faktor kondisi lingkungan seperti, intensitas radiasi matahari, kecepatan angin, dan suhu lingkungan perlu diperhitungkan untuk mendapatkan hasil yang mendekati kondisi sebenarnya. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan dilakukan analisis numerik FPV menggunakan simulasi metode elemen hingga (*Finite Element Method* atau FEM) untuk menjelaskan distribusi temperatur pada PV dan memerhitungkan efisiensi sistem *photovoltaic* dengan kondisi lingkungan sekitarnya, yaitu intensitas radiasi matahari, kecepatan angin, dan suhu lingkungan, sebagai fungsi dari temperatur solar panel saat beroperasi. Pentingnya pelaksanaan tugas akhir ini untuk memberikan peluang dan membantu studi kelayakan untuk implementasi FPV untuk berkembang di Indonesia.

## **1. 2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dari penulisan tugas akhir ini, maka dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi oleh penulis, yaitu:

- 1.2.1. Apa pengaruh variasi sudut kemiringan terhadap distribusi temperatur FPV?
- 1.2.2. Apa pengaruh variasi kecepatan angin terhadap efisiensi FPV?
- 1.2.3. Bagaimana perbandingan efisiensi FPV pada sudut kemiringan yang berbeda?

### 1. 3. Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini sebagai berikut:

- 1.3.1. Menganalisis dampak variasi sudut kemiringan terhadap distribusi temperatur FPV.
- 1.3.2. Menganalisis dampak variasi kecepatan angin terhadap efisiensi FPV.
- 1.3.3. Menganalisis parameter hasil untuk meningkatkan efisiensi FPV.

### 1. 4. Batasan Masalah

Berikut ini batasan yang perlu dilakukan untuk memfokuskan penelitian dan memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan:

#### 1.4.1. Penyederhanaan Geometri FPV

Model sistem FPV disederhanakan hanya panel FPV yang diasumsikan mengapung di atas permukaan air tanpa memasukan model ponton. Lapisan yang lebih tipis seperti *anti-reflecting coating* (ARC) dan *back contact* serta bingkai aluminium diasumsikan tidak mengambil bagian dalam perpindahan panas [6]. Hal ini dikarenakan keterbatasan yang dimiliki Ansys R2 2020 dimana untuk struktural dibatasi hanya 300 sisi, 50 bagian badan, dan 32.000 elemen atau node [7]. Selain itu, setiap lapisan material dianggap menjadi isotropik.

#### 1.4.2. Kondisi Lingkungan

Radiasi matahari, kecepatan angin, dan temperatur sekelilingnya pada kondisi batas yang seragam (*uniform*) sehingga koefisien konveksi paksa ( $h_{conv,forced}$ ) dapat diabaikan. Kondisi suhu lingkungan sekitarnya ( $T_{ambient}$ ) diasumsikan sama pada semua sisi model PV.

#### 1.4.3. Simulasi Komputasi

Komputasi hanya menggunakan sistem analisis *steady-state thermal* karena keterbatasan kualitas perangkat. Tugas akhir hanya sebatas simulasi komputasi dan tidak dilanjutkan sampai tahap eksperimen. Simulasi FPV hanya sebatas pada distribusi temperatur menggunakan FEM tanpa memerhatikan pengujian lainnya.

### 1. 5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir dibagi menjadi lima bab yang masing-masing memuat konten sebagai berikut:

#### BAB I           Pendahuluan

Pada bab ini berisi uraian yang terdiri dari latar belakang dari topik tugas akhir, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

## BAB II Landasan Teori

Pada bab ini membahas landasan teori dan beberapa literatur yang mendukung pembahasan tentang studi kasus yang diambil, yaitu teknologi FPV, analisis model termal, metode elemen hingga, kualitas *mesh*, dan *state of the art*.

## BAB III Metodologi Penelitian

Pada bab ini membahas proses ilmiah untuk mendapatkan data yang digunakan untuk keperluan penelitian. Langkah-langkah penelitian secara rinci meliputi: pembuatan geometri model, pengumpulan data simulasi, implementasi *steady state thermal*, rancangan analisis hasil simulasi, dan diagram alur penelitian.

## BAB IV Hasil dan Analisis

Pada bab ini memuat hasil penelitian dan pembahasannya.

## BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini memuat kesimpulan yang diambil dari bab hasil dan analisis dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN