

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penurunan cadangan bahan bakar fosil dan peningkatan masalah emisi karbon telah mendorong peralihan dari sistem energi konvensional ke energi terbarukan. Terlebih lagi, tuntutan terhadap keamanan energi dan stabilitas ekonomi semakin meningkat, sehingga fokusnya lebih diarahkan pada pengembangan energi terbarukan[1]. Energi fotovoltaik dipandang sebagai opsi yang ramah lingkungan karena dapat menghasilkan tenaga listrik tanpa mengeluarkan emisi gas rumah kaca atau bahan pencemar berbahaya. Energi fotovoltaik memainkan peran penting dalam mengurangi emisi karbon dioksida (CO₂) untuk mendukung upaya global dalam melawan pemanasan global. Dengan keunggulan yang dimilikinya, energi fotovoltaik menawarkan potensi untuk menyediakan listrik secara terdesentralisasi, mencapai netralitas karbon, dan mengurangi dampak lingkungan dari produksi listrik[2].

Meskipun demikian, modul fotovoltaik sangat rentan terhadap pengaruh kondisi lingkungan eksternal yang terus berubah. Faktor-faktor seperti fluktuasi suhu, kelembapan, variasi intensitas cahaya matahari, dan perubahan tekanan atmosfer dapat menyebabkan penurunan efisiensi modul serta efektivitas sistem PLTS[3]. Jika tidak ada upaya untuk mengatasi masalah ini, penurunan kinerja tersebut dapat menghambat pemanfaatan optimal dari energi surya sebagai sumber energi terbarukan, menurunkan keandalan pasokan listrik dari PLTS, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi stabilitas energi. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pemantauan yang efektif untuk mengetahui pengaruh parameter lingkungan terhadap kinerja modul fotovoltaik pada PLTS, sehingga energi surya dapat terus memberikan kontribusi signifikan dalam transisi ke energi terbarukan.

Efisiensi atau performa PLTS adalah kemampuan sistem dalam mengubah sinar matahari menjadi listrik yang bisa digunakan dengan

maksimal. Efisiensi konversi dari sistem tenaga fotovoltaik berbeda dari kondisi pengujian standar karena pengaruh kondisi cuaca eksternal yang dinamis. Selain itu, suhu lingkungan, kelembapan, dan intensitas cahaya juga dapat memberikan dampak negatif pada kinerja sistem tenaga fotovoltaik[4].

Menurut penelitian yang dilakukan Bylykbashi dan Filkoski[5] menyebutkan kinerja modul fotovoltaik menurun saat suhu modul tinggi karena panas berlebih mengurangi efisiensi konversi energi. Intensitas radiasi matahari yang tinggi meningkatkan produksi energi, sedangkan penurunan radiasi mengurangi daya yang dihasilkan. Pemahaman mengenai fluktuasi suhu dan intensitas cahaya memungkinkan optimasi yang efektif untuk menjaga efisiensi energi yang dihasilkan modul fotovoltaik. Dan penelitian lainnya Kalaiarasi, Devi, Yeshwanth, Pravinraj, dan Prabakaran [6] menyebutkan kelembapan relatif yang tinggi berdampak langsung terhadap penurunan intensitas cahaya yang diterima oleh permukaan modul fotovoltaik, sehingga menyebabkan penurunan tegangan keluaran dan mengurangi daya listrik yang dihasilkan.

Untuk mengatasi pengaruh eksternal yang menyebabkan penurunan kinerja dari modul fotovoltaik maka diterapkan penggunaan *IoT* untuk teknologi desain sistem *monitoring* modul fotovoltaik yang memiliki kemampuan untuk melacak berbagai parameter seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya. *IoT* adalah sebuah konsep yang memanfaatkan jaringan internet untuk memungkinkan sebuah perangkat dan internet dapat saling berkomunikasi. Fokus penelitian ini akan memanfaatkan konsep *IoT* untuk membuat sistem *monitoring* berbasis aplikasi menggunakan sensor suhu, kelembapan dan intensitas cahaya untuk mengumpulkan data yang akan digunakan sebagai acuan analisis terhadap performa PLTS.

Dengan memanfaatkan *IoT* untuk sistem *monitoring* performa PLTS dalam pemantauan parameter suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya sehingga dapat memonitor secara akurat. Hal ini memungkinkan untuk mendeteksi dini penurunan performa PLTS. Misalnya perubahan suhu,

kelembapan dan intensitas cahaya yang signifikan dapat diidentifikasi lebih awal, sehingga langkah-langkah pemeliharaan dapat diambil sebelum adanya penurunan kinerja yang lebih besar. Data yang dikumpulkan melalui sensor juga dapat digunakan untuk analisis performa yang memungkinkan efisiensi PLTS. Selain itu sistem *monitoring* berbasis *IoT* juga memberikan kemudahan pada pengguna karena dapat memantau kondisi sistem dari jarak jauh melalui aplikasi berbasis website.

Pemanfaatan *IoT* telah banyak diterapkan dalam berbagai penelitian untuk memantau kinerja modul fotovoltaik pada PLTS. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Esmail dan Mekhail[7] memanfaatkan teknologi *IoT* untuk memantau suhu dan kelembapan pada PLTS, menekankan pentingnya pemantauan dalam meningkatkan kinerja operasional sistem. Penggunaan sensor untuk mendeteksi perubahan parameter lingkungan menyediakan informasi penting yang dapat diakses dari jarak jauh guna mengambil langkah-langkah pencegahan. Lebih lanjut, penelitian yang dilakukan oleh Kalaiarasi, Devi, Yeshwanth, Pravinraj, dan Prabakaran[6], mengembangkan sistem pemantauan *IoT* berbasis *cloud*. Sistem ini dirancang untuk mengumpulkan data dari sensor suhu, kelembapan, dan iradiasi matahari. Data yang dikumpulkan kemudian dikirim ke server *cloud* dan dapat diakses melalui aplikasi blynk, memungkinkan pemantauan kinerja modul fotovoltaik secara berkelanjutan serta mendeteksi potensi penurunan kinerja yang disebabkan oleh kondisi lingkungan yang tidak mendukung.

Solusi yang diusulkan pada penelitian ini, yaitu sistem *monitoring* suhu lingkungan, kelembapan, dan intensitas cahaya matahari menggunakan konsep *IoT* yang terintegrasi dengan website *monitoring* dan bot telegram, dengan didukung fitur notifikasi pada bot telegram operator dapat memantau kondisi lingkungan dan kinerja pada modul fotovoltaik dengan lebih cepat dan efisien sehingga operator bisa mengambil keputusan yang lebih cepat dan terjadwal terhadap pemeliharaan modul fotovoltaik agar penurunan kinerja pada modul dapat diminimalkan. Secara keseluruhan pada penelitian ini akan

merancang sistem monitoring dengan penerapan konsep *IoT* menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan sensor suhu DS18B20, kelembapan DHT22, dan intensitas cahaya BH1750, dengan fitur *monitoring* pada website dan bot telegram kemudian data yang didapatkan dari hasil *monitoring* akan dianalisis agar dapat mengetahui performa dari sistem PLTS.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang, maka disimpulkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengetahui kinerja dari PLTS yang dipengaruhi oleh parameter suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya?
2. Apakah parameter suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya yang saling memengaruhi dapat berdampak terhadap kinerja modul fotovoltaik pada PLTS?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem *monitoring* berbasis *IoT* yang dapat mendeteksi perubahan parameter suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya yang digunakan untuk memantau kinerja PLTS. Sistem ini diharapkan dapat memberikan data yang akurat mengenai kondisi lingkungan yang berpengaruh langsung terhadap performa sistem PLTS. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis pengaruh dari perubahan parameter suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya yang saling memengaruhi terhadap kinerja modul fotovoltaik dalam sistem PLTS. Dengan menggunakan data yang diperoleh melalui *monitoring* sistem, penelitian ini akan menggali sejauh mana perubahan parameter lingkungan tersebut mempengaruhi efektivitas energi yang dihasilkan oleh sistem fotovoltaik.

1.4. Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah pada penelitian tugas akhir yang dilakukan :

1. Penelitian ini hanya berfokus pada pemantauan parameter lingkungan tanpa melakukan pengendalian atau intervensi langsung terhadap operasional PLTS.
2. Analisis pengaruh suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya terhadap kinerja modul fotovoltaik hanya dilakukan berdasarkan data pemantauan tanpa melakukan modifikasi fisik pada modul fotovoltaik.
3. Pengujian sistem *monitoring* hanya dilakukan pada waktu pagi, siang, dan sore hari, tanpa mempertimbangkan kondisi malam hari atau pengaruh faktor eksternal lainnya seperti gangguan jaringan listrik eksternal.

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian ini dilakukan dengan merancang dan membangun sistem monitoring berbasis *IoT* menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi dengan sensor suhu DS18B20, kelembapan DHT22, dan intensitas cahaya BH1750. Sistem tersebut digunakan untuk memantau kondisi lingkungan dan mengukur performa PLTS berdasarkan daya yang dihasilkan.

Data yang diperoleh dikirim ke layanan *cloud* melalui integrasi dengan *web server* sebagai media penyimpanan dan pemantauan data jarak jauh. Data yang terkumpul selama periode tertentu selanjutnya dianalisis, untuk mengetahui sejauh mana pengaruh masing-masing parameter lingkungan terhadap kinerja PLTS. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh kondisi lingkungan dengan efisiensi energi yang dihasilkan oleh sistem PLTS.

1.6. Jadwal Pelaksanaan

Jadwal pelaksanaan penelitian tugas akhir ini akan dilakukan sesuai dengan tabel berikut :

Tabel 1.1. Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir

No.	Deskripsi Tahapan	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6
1	Studi Literatur						
2	Perancangan Sistem						
3	Pengembangan Perangkat Lunak						
4	Pengujian Sistem						
5	Pengumpulan Data						
6	Analisis Data						
7	Penyusunan Laporan/Buku TA						