

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Energi memiliki peran yang penting dalam kehidupan manusia. Energi dapat membantu manusia dalam berbagai kegiatan. Energi terbagi menjadi dua, yaitu energi tak terbarukan dan energi baru terbarukan. Energi tak terbarukan merupakan energi yang didapatkan dari fosil yang telah terbentuk berjuta tahun lamanya. Sedangkan energi baru terbarukan ialah energi yang diperoleh dari alam, tidak terbatas, serta tidak akan pernah habis (Hasrul et al., 2021) . Salah satu contoh energi baru terbarukan adalah energi matahari. Energi matahari merupakan energi yang didapat dengan cara mengubah energi panas matahari dengan menggunakan peralatan tertentu menjadi energi dalam bentuk lain.

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dan memiliki intensitas penyinaran matahari yang tinggi, dikarenakan posisi Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa. Dengan posisi Indonesia yang mendapatkan penyinaran matahari yang baik, maka Indonesia menjadi wilayah yang tepat untuk menerapkan pemasangan energi baru terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Jika dikelola dengan baik, maka penerapan panel surya pada wilayah Indonesia merupakan pilihan yang tepat (Rahman, dkk., dalam Mungkin, dkk., 2020:). Terlebih, penggunaan energi baru terbarukan merupakan solusi yang tepat, mengingat ketersediaan energi tak terbarukan sangat terbatas dan akan habis jika digunakan secara terus-menerus. Namun dengan besarnya peluang penggunaan energi baru terbarukan ini, angka pemanfaatannya masih tergolong rendah yaitu 4.000 pengguna di seluruh Indonesia berdasarkan Laporan Perkembangan PLTS Indonesia pada tahun 2023 oleh Kementerian ESDM. Berdasarkan data di atas dari Energi Baru dan Terbarukan dari Kementerian ESDM, Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) menyatakan tenaga surya menempati posisi ke-4 paling tinggi dalam menghasilkan energi listrik dengan besaran 573,8 MW di tahun 2023, target yang ingin dicapai pada tahun 2024 adalah sebesar 13.886 MW yang mana akan terus meningkat seiring berjalannya waktu. Ketidadaan sistem monitoring jarak jauh pada panel surya menyebabkan potensi dan efisiensi PLTS belum dapat dimaksimalkan sepenuhnya. Monitoring yang terbatas

pada sistem internal PLTS menghambat kemampuan untuk mengawasi dan mengelola produksi energi secara efektif. Hal ini menyulitkan pemantauan secara real-time, memperlambat deteksi dini terhadap masalah, serta mengurangi peluang untuk mengoptimalkan kinerja, oleh karena itu pengembangan sistem monitoring berbasis internet menjadi langkah penting untuk menjawab tantangan ini dan mendukung pemantauan jarak jauh secara efektif.

(Lubna et al., 2021) menjelaskan bahwa sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek *photovoltaic*. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi panel surya adalah temperatur, koneksi kabel, inverter, debu, dan baterai. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi performa dan kinerja yang dihasilkan oleh panel surya. Untuk meminimalisir penurunan performa panel surya, maka dibutuhkan sistem kontrol dan monitoring. Untuk meminimalisir penurunan performa panel surya, maka dibutuhkan sistem *monitoring*.

Pangestu, dkk. (2019: 188), memaparkan bahwa *monitoring* merupakan tahap pengumpulan data dan juga pengukuran atas suatu objek. *Monitoring* memiliki tujuan untuk memperoleh *feedback* bagi kebutuhan program yang sedang dilaksanakan, dengan mengetahui kebutuhan maka pelaksanaan program akan dipersiapkan sebaik mungkin. Proses *monitoring* yang dilakukan pada panel surya dilakukan untuk melihat data yang masuk secara *real-time*, mengetahui besarnya konsumsi harian rata-rata energi yang dihasilkan, dan besarnya kapasitas pembebanan, sehingga suplai listrik terjamin (Mungkin, dkk., 2020: 320). Pada penelitian terdahulu, yang telah dilakukan oleh (Said et al., 2022) membahas mengenai perancangan sistem *monitoring* panel surya yang hanya dilakukan pada 1 panel surya, sistem akan mencatat arus, tegangan, suhu, serta menampilkannya pada layar *display* secara *real-time* dan kemudian merekamnya dalam bentuk file.txt setiap 5 menit sekali ke dalam microSD. Proses *monitoring* yang dilakukan tidak dapat dilakukan dengan jarak jauh. Penelitian yang dilakukan oleh Mungkin, dkk (2020), dan Prasetyo & Wardhana (2021) juga melakukan perancangan sistem *monitoring* panel surya yang dirancang secara *real-time* dan dilakukan secara *online*. Mungkin, dkk. (2020) menggunakan *web firebase* dalam sistem *monitoring*-nya, dan Wardhana (2021) menggunakan *thinger.io* dalam proses *monitoring*-nya.

Namun, dalam ketiga penelitian tersebut, proses *monitoring* hanya dilakukan pada 1 panel surya.

Namun demikian, penelitian-penelitian sebelumnya masih memiliki keterbatasan dalam hal skala dan fleksibilitas sistem monitoring. Umumnya, sistem hanya diterapkan pada satu panel surya dan belum dirancang secara terpusat yang memungkinkan pemantauan beberapa panel secara bersamaan. Selain itu, masih terbatasnya integrasi antar sensor serta akses data secara jarak jauh juga menjadi kendala yang menghambat optimalisasi pemanfaatan energi surya. Padahal, berdasarkan laporan dari Kementerian ESDM tahun 2023, kebutuhan akan sistem monitoring yang canggih dan dapat diakses secara daring semakin mendesak, seiring dengan meningkatnya target kapasitas PLTS hingga 13.886 MW pada tahun 2024. Di samping itu, masih minimnya pemanfaatan platform IoT open source yang mudah dikembangkan dan diakses oleh berbagai kalangan, terutama di lingkungan pendidikan dan skala rumah tangga, turut menjadi hambatan dalam adopsi teknologi monitoring panel surya secara luas. Menurut Nugraha, dkk. (2022), sebagian besar sistem yang telah dikembangkan masih berbasis perangkat lunak tertutup atau memerlukan biaya tinggi untuk server cloud, sehingga menyulitkan pengembangan lanjutan oleh pengguna pemula maupun peneliti skala kecil. Dari paparan penelitian terdahulu, maka penelitian ini akan mengembangkan penelitian yang sebelumnya telah dilakukan, yaitu merancang sistem *monitoring* panel surya secara *real-time* dan terpusat menggunakan *thinksboard*. Sistem *monitoring* menggunakan panel surya, dua sensor tegangan dan sensor cahaya. Data yang didapat dari panel surya akan diproses pada ESP32 sebelum akhirnya akan ditampilkan secara *real-time*. Melalui aplikasi yang akan dibuat dengan menggunakan MITT app data hasil monitoring dapat diakses dalam jarak jauh maupun dekat. Dengan perancangan sistem ini, diharapkan dapat melakukan *monitoring* panel surya secara *real-time* dan terpusat. Sehingga proses *monitoring* akan lebih mudah dilakukan, baik dalam jarak jauh maupun dekat.

Sehingga, judul yang diambil dalam penelitian ini adalah : “Implementasi Sistem Pengukuran Pemakaian Energi Untuk Rumah Menggunakan PLTS Hybrid Dengan Mikrokontroler Berbasis *Internet of Things*”.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Pemanfaatan energi baru terbarukan, khususnya energi surya di Indonesia, masih belum optimal, meskipun memiliki potensi yang besar karena letak geografis Indonesia yang berada di daerah khatulistiwa.
2. Kurangnya sistem pemantauan jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT) menyebabkan pengguna tidak dapat mengakses data arus dan tegangan dari panel surya, baterai, maupun inverter secara mudah dan cepat.
3. Ketidakmampuan dalam memantau parameter listrik secara langsung dapat menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi gangguan, seperti *overvoltage*, *undervoltage*, maupun arus berlebih yang dapat mempengaruhi kinerja dan efisiensi sistem PLTS.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada perancangan dan pembuatan sistem monitoring pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) hybrid skala kecil, yang digunakan sebagai prototipe untuk memantau pemanfaatan energi surya.
2. Parameter kelistrikan yang dimonitor dalam penelitian ini hanya meliputi arus dan tegangan pada beberapa bagian sistem, yaitu panel surya, baterai, dan *output* inverter.
3. Sistem monitoring yang dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mengirimkan dan menampilkan data secara *real-time* melalui platform monitoring yang dapat diakses jarak jauh.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan pembatasan masalah, maka perumusan masalah dapat dirumuskan yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem monitoring pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) hybrid skala kecil sebagai prototipe pemanfaatan energi surya?

2. Bagaimana cara memonitor parameter kelistrikan berupa arus dan tegangan pada panel surya, baterai, dan output inverter pada sistem PLTS?
3. Bagaimana mengimplementasikan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk menampilkan data arus dan tegangan secara real-time dan dapat diakses dari jarak jauh?

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi energi terbarukan melalui perancangan sistem *monitoring* panel surya berbasis *Internet of Things* (IoT) secara *real-time* dan terpusat, guna meningkatkan efisiensi, efektivitas, serta mendukung pemanfaatan energi baru terbarukan secara luas di Indonesia.

1. Merancang dan membangun sistem monitoring energi listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memantau penggunaan energi listrik secara *real-time*.
2. Mengintegrasikan sensor atau alat ukur energi listrik dengan jaringan komunikasi sehingga data pemakaian listrik dapat dikirim dan dipantau dari jarak jauh.
3. Menganalisis kinerja sistem monitoring energi listrik dalam menampilkan data penggunaan energi secara akurat dan efektif.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun prototipe sistem monitoring arus dan tegangan pada PLTS sistem hybrid berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Mengintegrasikan sensor arus dan sensor tegangan dengan mikrokontroler yang dapat membaca dan mengirimkan data secara *real-time*.
3. Mengimplementasikan platform MITT App sebagai media monitoring jarak jauh yang menampilkan data arus dan tegangan secara *real-time* dalam bentuk visual (dashboard).
4. Menguji kinerja sistem monitoring yang dirancang dalam melakukan pemantauan daya listrik secara akurat dan efisien baik dari jarak dekat maupun jauh.