

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Era industri modern menghadapi tantangan besar terkait efisiensi energi, yang menjadi fokus utama dalam upaya mengurangi dampak lingkungan dari konsumsi energi [1], [2]. Berdasarkan laporan International Energy Agency (IEA), konsumsi energi global meningkat sekitar 1,5% per tahun sejak 2010, dengan sektor perumahan menyumbang lebih dari 20% dari total konsumsi energi dunia [3]. Peningkatan konsumsi energi ini berdampak langsung pada peningkatan emisi karbon, yang berkontribusi terhadap pemanasan global [4], [5]. Oleh karena itu, inovasi dalam pemantauan dan pengelolaan energi listrik menjadi solusi potensial dalam meningkatkan efisiensi energi serta mendukung keberlanjutan lingkungan [6].

Di Indonesia, sektor rumah tangga menyumbang sekitar 38% dari total konsumsi energi listrik nasional [7]. Seiring dengan meningkatnya urbanisasi dan penggunaan perangkat listrik yang semakin kompleks, kebutuhan energi di sektor rumah tangga terus meningkat setiap tahunnya [8], [9]. Pemerintah Indonesia melalui Peraturan Menteri ESDM No. 49 Tahun 2018 telah mendorong penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap atau PV Rooftop sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil [10]. Namun, pemanfaatan energi terbarukan seperti PV Rooftop di sektor rumah tangga masih menghadapi tantangan dalam hal pemantauan konsumsi listrik secara real-time, yang berakibat pada kurang optimalnya pemanfaatan energi yang dihasilkan [11], [12].

Salah satu solusi yang semakin berkembang dalam pengelolaan energi rumah tangga adalah penggunaan Internet of Things (IoT) dalam sistem rumah pintar [13]. Teknologi IoT memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung melalui jaringan internet, sehingga memberikan kontrol otomatis dan pemantauan yang lebih efisien terhadap konsumsi energi listrik [14]. Dengan adanya teknologi ini, pengguna dapat memperoleh data konsumsi energi secara real-time, mengelola penggunaan daya secara lebih efisien, serta mendukung integrasi dengan sumber energi terbarukan seperti PV Rooftop [15]. Namun, di Indonesia, adopsi rumah pintar berbasis IoT masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan jaringan internet, kurangnya kesadaran masyarakat, serta biaya implementasi teknologi yang masih relatif tinggi [16]. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang lebih efektif, terjangkau, dan mudah diakses agar dapat diterapkan secara luas di masyarakat.

Selain aspek efisiensi energi, keamanan rumah pintar juga menjadi perhatian utama dalam pengembangan sistem berbasis IoT [17]. Sistem keamanan tradisional seperti kunci mekanis, alarm sederhana, atau CCTV pasif sering kali

memiliki keterbatasan dalam memberikan respons cepat terhadap ancaman seperti kebakaran atau bencana alam [18]. Dengan dukungan IoT, sistem keamanan dapat ditingkatkan melalui deteksi dini dan respons otomatis terhadap situasi darurat [19]. Sistem ini memungkinkan deteksi cepat terhadap potensi bahaya seperti api dan gempa, sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih efektif dibandingkan dengan sistem keamanan konvensional [20].

Meskipun berbagai penelitian telah mengembangkan sistem pemantauan energi listrik berbasis IoT, masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian yang perlu diperbaiki. Penelitian yang terkait yaitu penelitian A Smart Solar Photovoltaic Remote Monitoring and Controlling telah mengembangkan pemantauan energi berbasis Raspberry Pi, tetapi belum mengintegrasikan fitur pemantauan konsumsi listrik secara real-time yang lebih fleksibel bagi pengguna [21]. Penelitian lainnya, Perancangan dan Pemenuhan Material Rumah Pintar (SH) Bertenaga IoT Menggunakan Aplikasi Blynk, telah mengembangkan sistem rumah pintar berbasis WiFi untuk pengelolaan peralatan rumah tangga, tetapi masih terbatas dalam pemantauan konsumsi energi yang mendetail serta kurangnya integrasi dengan sistem penyimpanan data historis yang dapat dianalisis untuk efisiensi lebih lanjut [22].

Dalam upaya mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan energi listrik pada sistem rumah pintar berbasis IoT. Sistem ini akan menggunakan sensor PZEM-004T untuk pemantauan konsumsi daya listrik secara real-time sedangkan untuk sistem keamanan meliputi sensor DHT11, sensor gas dan sensor *vibration* dengan Raspberry Pi sebagai mikrokontroler utama. Sistem ini dirancang agar dapat mengintegrasikan data pemantauan dengan antarmuka berbasis web, memungkinkan pengguna untuk memantau konsumsi listrik dan menganalisis penggunaan energi secara efisien. Dengan adanya fitur ini, pengguna dapat mengidentifikasi pola konsumsi listrik, mengurangi penggunaan energi yang tidak perlu, serta meningkatkan efisiensi daya secara keseluruhan. Selain itu, sistem keamanan berbasis IoT memungkinkan deteksi dini terhadap potensi bahaya seperti kebakaran, kebocoran gas, dan upaya intrusi, sehingga pengguna dapat menerima notifikasi secara real-time dan mengambil tindakan pencegahan lebih cepat untuk meningkatkan keselamatan rumah.

Dengan adanya pengembangan sistem pemantauan ini, rumah pintar dapat memberikan solusi yang lebih efektif dalam pengelolaan energi listrik dan meningkatkan keamanan rumah, sehingga tidak hanya meningkatkan efisiensi energi tetapi juga mendukung penggunaan sumber energi terbarukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan rumah pintar yang lebih hemat energi, lebih aman, dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem monitoring pemakaian energi listrik berbasis IoT untuk mencatat dan menganalisis konsumsi listrik secara real-time dari PV Rooftop dan PLN?
2. Bagaimana mengintegrasikan fitur keamanan rumah dengan sistem IoT untuk mendeteksi potensi ancaman seperti kebakaran, kebocoran gas, dan getaran akibat bencana alam?
3. Bagaimana menerapkan sistem pemantauan real-time berbasis IoT untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan penghuni rumah?

1.3 Tujuan

1. Mengembangkan sistem monitoring energi berbasis IoT yang mampu mencatat dan menganalisis konsumsi listrik secara real-time dari PV Rooftop dan PLN.
2. Merancang dan mengimplementasikan fitur keamanan berbasis IoT yang terintegrasi untuk mendeteksi potensi ancaman seperti kebakaran, kebocoran gas, dan getaran akibat bencana alam.
3. Menerapkan sistem pemantauan real-time berbasis IoT untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan penghuni rumah yang efektif.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi real-time terkait konsumsi energi listrik.
2. Meningkatkan keamanan rumah dengan fitur deteksi dini terhadap ancaman seperti kebakaran, kebocoran gas, atau getaran akibat bencana alam.
3. Memberikan kemudahan bagi pengguna untuk mengakses data rumah pintar melalui gadget atau PC.
4. Mendukung pengurangan emisi karbon melalui pemanfaatan energi terbarukan dari PV Rooftop secara efisien.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah sebagai tolok ukur untuk ketercapaian target dari pembuatan laporan tugas akhir ini, yaitu :

1. Sistem monitoring energi listrik dibatasi pada pengukuran arus dan tegangan listrik menggunakan sensor PZEM-004T untuk mencatat konsumsi energi dari PV Rooftop.
2. Fitur keamanan rumah pintar hanya mencakup deteksi kebakaran dengan menggunakan sensor DHT11 dan sensor gas, sedangkan gempa menggunakan sensor *vibration*.
3. Sistem ini dirancang sebagai prototipe rumah pintar skala kecil yang difokuskan pada monitoring energi dan keamanan.
4. Sistem monitoring dapat diakses melalui website yang dikembangkan menggunakan Flask, dengan tampilan sederhana untuk visualisasi data secara real-time.

5. Sistem komunikasi data menggunakan jaringan WiFi dengan mikrokontroler Raspberry Pi sebagai unit pemroses utama.
6. Penelitian ini tidak mencakup implementasi fisik PV Rooftop, tetapi hanya analisa data konsumsi energi dari sumber PV.

1.6 Inovasi Keterbaruan

Dalam penelitian ini, terdapat inovasi yang diberikan, berikut inovasi tersebut ;

1. Menggunakan Raspberry Pi sebagai pengendali utama yang terhubung dengan berbagai sensor dan antarmuka web (Flask) untuk pemantauan real-time yang mudah diakses via perangkat mobile atau pc.
2. Sistem memantau konsumsi energi berbasis IoT sekaligus mendeteksi kebakaran, kebocoran gas dan getaran atau gempa, sehingga meningkatkan efisiensi energi dan keamanan rumah.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penelitian ini, hasil riset dan pengujian dari perancangan sistem akan disajikan dalam bentuk laporan tesis dengan struktur penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan ringkas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta struktur penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mencakup materi-materi yang berkaitan dengan system monitoring, IoT, inverter *hybrid*, komponen komponen elektronika yang akan digunakan dalam penelitian seperti; Sensor, relay, pump, buzzer dan lain-lain.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan perancangan dan metode yang diterapkan, serta langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai proses dan hasil pengujian dari sistem yang telah dibuat serta analisa dari hasil pengujian tersebut.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini beserta saran untuk penelitian selanjutnya untuk hasil yang lebih baik berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dari penelitian.

DAFTAR PUSTAKA