

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan daya listrik dalam infrastruktur bangunan, seperti kantor, universitas, dan fasilitas umum, semakin bertumbuh sejalan dengan peningkatan kegiatan, peralatan elektronik, dan durasi operasional yang semakin lama, yang dapat menyebabkan potensi pemborosan energi yang signifikan. Sebuah penelitian mengungkap bahwa pemeriksaan energi menggunakan parameter Intensitas Konsumsi Energi (IKE) di gedung universitas menunjukkan angka IKE yang masih melebihi ambang efisiensi, mengindikasikan bahwa manajemen energi belum dijalankan secara efektif [1]. Karena adanya penggunaan yang tinggi tanpa adanya pemantauan dan evaluasi yang terorganisir, maka tindakan manajemen energi tidak cukup hanya dengan mengganti alat, tetapi juga memerlukan suatu sistem informasi yang dapat mengelola data konsumsi, analisis, dan pelaporan secara menyeluruh.

Dalam praktik pengelolaan energi pada bangunan, audit energi menjadi bagian penting untuk mengidentifikasi pola konsumsi energi dan peluang peningkatan efisiensi pemakaian listrik. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa audit energi diperlukan untuk memahami profil penggunaan energi bangunan serta mengidentifikasi potensi pemborosan energi yang masih terjadi di berbagai fasilitas, termasuk bangunan pendidikan dan institusi lainnya, sehingga dapat memandu penerapan langkah-langkah penghematan yang efektif dalam pengelolaan energi listrik [2].

Audit energi merupakan suatu metode terorganisir yang meliputi pengumpulan informasi, penentuan pola konsumsi energi, penilaian efektivitas penggunaan, serta penyusunan saran untuk penghematan energi [3]. Dalam sektor konstruksi bangunan, hasil evaluasi sering kali mengungkap bahwa beban dari pencahayaan, sistem pendingin, dan perangkat elektronik menjadi elemen utama yang berkontribusi terhadap penggunaan listrik yang belum dioptimalkan. Oleh karena itu, sangat krusial untuk mengembangkan sistem yang tidak hanya mampu menghitung IKE, tetapi juga mengidentifikasi ketidaknormalan atau pemborosan energi dan menyuguhkan saran penghematan yang didasarkan pada data konkret.

Walaupun sejumlah penelitian telah melakukan pemeriksaan energi di bangunan dengan pendekatan IKE, sebagian besar masih bergantung pada cara manual atau semi-otomatis dan belum mengkombinasikan proses pengumpulan data, analisis, serta pelaporan dalam satu sistem perangkat lunak [4]. Keterbatasan tersebut membuat pelaksanaan audit menjadi tidak efisien, sulit untuk diterapkan di berbagai bangunan, dan kurang mampu menanggapi perubahan kebutuhan pengguna atau kondisi operasional bangunan. Maka dari itu, terdapat kebutuhan yang nyata untuk solusi sistem informasi audit energi yang lebih adaptable dan dapat disesuaikan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa proses audit energi yang dilakukan secara manual memiliki berbagai kelemahan signifikan. Dalam penelitian [5] tentang Analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Gedung Kampus ITDA menemukan bahwa proses pengumpulan data, perhitungan IKE, dan klasifikasi efisiensi yang dilakukan secara manual memerlukan waktu yang lama dan rentan terhadap kesalahan hitung. Demikian pula, dalam studi [6] di gedung perkantoran PT Graha Sarana Duta II Denpasar menyimpulkan bahwa audit manual tidak mampu mendeteksi pemborosan energi secara real-time, sehingga rekomendasi penghematan sering terlambat disampaikan kepada manajemen gedung.

Selain itu, hasil penelitian empiris yang dilakukan secara langsung di lapangan menunjukkan bahwa audit energi mampu mengungkap pola pemakaian energi serta potensi penghematan, termasuk pada bangunan yang telah dikategorikan efisien berdasarkan standar tertentu. Temuan tersebut menegaskan bahwa penerapan sistem audit energi yang terstruktur berperan penting sebagai sarana evaluasi penggunaan energi secara berkelanjutan dari waktu ke waktu, sekaligus membantu pihak pengelola dalam merumuskan strategi efisiensi guna menurunkan konsumsi energi listrik dan biaya operasional yang terkait [2].

Dalam proses pengembangan perangkat lunak, teknik klasik sering mengandalkan strategi linier (*Waterfall*) yang terbukti kurang fleksibel terhadap perubahan kebutuhan yang muncul. Sebaliknya, teknik pengembangan berbasis siklus seperti *Agile Development* memberikan kesempatan untuk menciptakan fitur secara bertahap, memperoleh umpan balik dari pengguna dengan lebih cepat, serta melakukan perbaikan awal agar sistem selaras dengan kebutuhan yang sebenarnya.

Oleh karena itu, penerapan metode *Agile* dalam pengembangan sistem audit energi dapat mempercepat proses implementasi, meningkatkan kemampuan untuk beradaptasi, dan mendukung perubahan fitur sesuai dengan dinamika audit energi yang terjadi.

Dengan menyatukan elemen-elemen dari audit energi konvensional (pengumpulan data penggunaan listrik, perhitungan IKE, dan identifikasi potensi penghematan) serta pendekatan perangkat lunak berbasis sistem informasi yang dirancang melalui metode *Agile*, maka sistem yang dikembangkan akan memiliki berbagai keunggulan, kemampuan untuk beradaptasi dengan berbagai sumber data (seperti tagihan, input manual, dan CSV), analisis otomatis untuk mendeteksi pemborosan atau anomali, serta pembuatan laporan dan saran penghematan secara otomatis. Ini membuat sistem ini lebih mudah diterapkan di berbagai bangunan tanpa memerlukan sensor *IoT* khusus atau infrastruktur tambahan yang terlalu banyak.

Studi ini memiliki tujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah sistem audit energi listrik yang berbasis perangkat lunak untuk bangunan, yang menekankan pada pengumpulan data penggunaan energi listrik, analisis efisiensi serta pemborosan, dan penyusunan laporan auditan untuk penghematan. Dengan menggunakan metode *Agile*, proses pengembangan sistem berlangsung secara bertahap dan melibatkan pengguna akhir (manajer gedung/fasilitas) untuk memastikan bahwa sistem ini sesuai dengan kebutuhan operasional dan menciptakan keuntungan nyata, yaitu pengurangan pemakaian listrik, penurunan biaya, dan dukungan terhadap praktik manajemen energi yang berkelanjutan. Penelitian ini diharapkan bisa memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengelola bangunan serta kontribusi dalam ranah akademis di bidang sistem informasi dan audit energi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diidentifikasi beberapa rumusan masalah yang menjadi fokus dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi berbasis web yang mampu mengumpulkan serta mengelola data konsumsi energi listrik dari berbagai sumber pada suatu gedung secara efisien dan terstruktur?

2. Bagaimana sistem dapat melakukan analisis terhadap data konsumsi energi listrik untuk mendeteksi potensi pemborosan atau anomali dalam penggunaan energi?
3. Bagaimana sistem dapat menghasilkan laporan audit energi yang informatif dan mudah dipahami, termasuk rekomendasi penghematan energi berdasarkan hasil analisis data?
4. Bagaimana penerapan metode *Agile Development* dalam proses pengembangan sistem audit energi dapat meningkatkan efektivitas pengembangan dan kualitas sistem yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan sistem informasi yang mampu membantu proses audit energi listrik secara efektif dan efisien pada gedung atau fasilitas lainnya. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang dan membangun sistem audit energi yang dapat mengumpulkan serta mengelola data konsumsi energi listrik secara terpusat dan terstruktur.
2. Mengembangkan fitur analisis data konsumsi energi untuk mengidentifikasi potensi pemborosan, mendeteksi anomali, serta menghitung efisiensi penggunaan energi berdasarkan standar Intensitas Konsumsi Energi (IKE).
3. Menyediakan sistem pelaporan hasil audit energi yang informatif, interaktif, dan dilengkapi dengan rekomendasi penghematan energi sesuai hasil analisis yang diperoleh.
4. Menerapkan metode *Agile Development* dalam proses pengembangan sistem untuk memastikan fleksibilitas, kecepatan iterasi, serta keterlibatan pengguna secara aktif selama proses pembangunan sistem.
5. Menghasilkan sistem audit energi yang dapat dijadikan alat bantu bagi instansi, pengelola gedung, atau auditor energi dalam melakukan evaluasi dan pengambilan keputusan terkait efisiensi energi.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka diperlukan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dibangun hanya berfokus pada pengumpulan, pengolahan, analisis, dan pelaporan data konsumsi energi listrik, tanpa melibatkan perangkat keras atau sensor *IoT* secara langsung.
2. Data konsumsi energi listrik yang digunakan dalam sistem bersumber dari data historis atau input manual yang diperoleh dari hasil pencatatan meteran listrik, laporan energi, atau data audit sebelumnya.
3. Analisis energi yang dilakukan dalam sistem hanya mencakup perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE), deteksi anomali atau pemborosan energi, serta penyusunan rekomendasi penghematan berdasarkan hasil analisis tersebut. Tidak membahas audit energi rinci berdasarkan peralatan listrik.
4. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode *Agile Development* dengan Model *Scrum*, sehingga fokus penelitian ini terbatas pada tahap perancangan dan pembangunan perangkat lunak berbasis web.
5. Sistem ini tidak membahas aspek audit energi non-listrik, seperti konsumsi bahan bakar, air, atau sistem pendingin berbasis gas, melainkan hanya berfokus pada energi listrik.
6. Uji coba sistem dilakukan menggunakan data studi kasus pada satu atau beberapa gedung sebagai contoh penerapan, bukan sebagai representasi keseluruhan gedung di wilayah tertentu.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian Rancang Bangun Sistem Audit Energi Menggunakan Metode *Agile Development* Model *Scrum* antara lain:

1. Untuk Pengelola Gedung atau Fasilitas
Sistem ini mendukung pengelola gedung untuk memantau serta menilai penggunaan listrik secara sistematis, mengukur efisiensi energi, dan mendeteksi peluang pemborosan sebagai fondasi keputusan pengelolaan energi yang tepat.
2. Untuk Auditor Energi dan Tim Evaluasi
Sistem audit energi menyederhanakan proses audit lewat perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE), analisis penggunaan listrik, serta pembuatan laporan otomatis, sehingga audit berjalan lebih cepat dan presisi.

3. Untuk Instansi atau Organisasi
Sistem ini mendukung instansi dalam mengendalikan penggunaan energi listrik dan biaya operasional melalui penyediaan informasi dan rekomendasi penghematan yang berbasis data.
4. Untuk Pengguna Sistem (Admin atau Operator)
Sistem berbasis web ini memudahkan pengguna dalam pengelolaan data konsumsi energi, penyajian grafik, serta pembuatan laporan audit energi tanpa proses manual yang kompleks.