

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Konsumsi energi di gedung telah mencapai tingkat yang mengkhawatirkan dan menyumbang porsi besar dari total konsumsi energi global. Menurut perkiraan terbaru dari *International Energy Agency* (IEA), operasional gedung menyumbang 30% dari total konsumsi akhir energi global [1]. Di Indonesia, persentase penggunaan energi listrik untuk kebutuhan penerangan diperkirakan berkisar antara 13–33% [2]. Tanpa adanya upaya transisi menuju sistem pencahayaan yang lebih hemat energi, diprediksi konsumsi energi global untuk pencahayaan akan meningkat sebesar 60% pada tahun 2030 [3]. Sementara itu, sektor pencahayaan memiliki potensi penghematan energi yang besar mencapai 75% dengan penerapan teknologi pencahayaan hemat energi [4].

Menurut *Japan International Cooperation Agency* (JICA), sistem penerangan merupakan salah satu komponen utama dalam bangunan yang menyumbang konsumsi energi listrik secara signifikan. Oleh karena itu, pencahayaan yang tidak memenuhi standar tidak hanya berdampak pada peningkatan konsumsi energi, tetapi juga dapat mengurangi kenyamanan serta menghambat fungsi ruangan secara optimal [5]. Pencahayaan yang baik sangat penting, terutama di ruang kelas, karena berperan dalam mendukung aktivitas belajar dan membaca. Secara umum, terdapat dua sumber pencahayaan, yaitu cahaya alami dan cahaya buatan. Cahaya alami memiliki keunggulan hemat energi tetapi intensitas cahaya alami sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan faktor eksternal lainnya, sehingga tidak dapat selalu memenuhi kebutuhan pencahayaan secara konsisten. Oleh karena itu, dalam kondisi tertentu, diperlukan tambahan pencahayaan buatan seperti lampu untuk meningkatkan efektivitas aktivitas, termasuk belajar dan membaca [6]. Berdasarkan standar tingkat pencahayaan SNI 03-6197-2020, ruang kelas dan harus memiliki tingkat pencahayaan sebesar 350 lux yang harus dipenuhi [7].

Namun dalam praktiknya, penggunaan lampu sebagai sumber pencahayaan buatan di ruang kelas dan ruang baca belum berjalan secara efisien. Lampu tetap menyala penuh selama pembelajaran berlangsung tanpa mempertimbangkan intensitas cahaya alami yang tersedia, sehingga tidak hemat energi. Kondisi ini berkontribusi terhadap tingginya konsumsi energi listrik di gedung pembelajaran, termasuk di Universitas Andalas. Oleh karena itu, diperlukan strategi penghematan konsumsi energi yang lebih optimal. Salah satu penelitian terbaru oleh Refdinal Nazir dkk. tentang pengaruh kondisi lingkungan terhadap penghematan energi pada sistem penerangan menggunakan metode *dimming* berbasis *AC-Chopper* menunjukkan bahwa sistem pengaturan cahaya lampu berdasarkan cahaya alami menggunakan rangkaian *AC-Chopper* mampu memberikan penghematan energi

yang signifikan. Sistem ini telah berhasil diuji coba di ruang baca Departemen Teknik Elektro Universitas Andalas dan mampu menghemat konsumsi energi listrik hingga 50,31% pada kondisi cuaca cerah serta dapat mempertahankan intensitas pencahayaan sesuai standar SNI sebesar 350 lux. Penelitian ini menunjukkan bahwa masih terdapat potensi besar untuk penghematan energi pada sistem penerangan ruangan [8]. Selain itu, beberapa penelitian sebelumnya juga telah mengembangkan sistem kontrol pencahayaan hemat energi, seperti pengaturan cahaya lampu LED berbasis intensitas cahaya alami menggunakan *dimmer* dengan transistor jenis *triac*, serta sistem *monitoring* penerangan berbasis *Internet of Things (IoT)* yang memanfaatkan platform *ThingSpeak* untuk pemantauan konsumsi energi secara *real-time* [9][10].

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah berhasil mengembangkan sistem penghematan energi pada sistem penerangan gedung, masih ada peluang penghematan energi listrik pada sistem penerangan untuk ruangan yang relatif besar dengan jumlah pengguna yang fluktuatif. Misalkan ruang kuliah ataupun ruangan perpustakaan yang relatif luas digunakan oleh pengguna dalam jumlah yang jauh dari kapasitas yang seharusnya. Jika seandainya ruangan ini masih menggunakan sistem penerangan dengan instalasi listrik konvensional yang berbasis kebutuhan pencahayaan maksimal (malam hari), maka berisiko penggunaan energi listrik untuk sistem penerangan ini tidak sesuai dengan kebutuhan sebenarnya seperti pada kondisi siang hari.

Oleh karena itu, salah satu keterbatasan yang ditemukan adalah belum diterapkannya sistem zonasi dalam pengendalian lampu, sehingga seluruh lampu di ruangan tetap menyala meskipun hanya sebagian area yang digunakan. Hal ini menyebabkan konsumsi energi yang tidak efisien, terutama pada ruangan dengan jumlah pengunjung yang fluktuatif. Oleh karena itu, topik “Rancangan Sistem Penerangan Hemat Energi Berbasis Zonasi Berdasarkan Jumlah Pengunjung: Studi Kasus Ruang Baca Teknik Elektro Universitas Andalas” diangkat sebagai solusi untuk meningkatkan penghematan energi. Sistem ini dirancang agar lampu hanya menyala di zona yang sedang digunakan, dengan memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi jumlah pengunjung, sehingga pencahayaan dapat dikontrol secara lebih adaptif dan hemat energi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Tugas akhir ini memiliki beberapa poin rumusan masalah yang menjadi dasar pelaksanaan. Adapun rumusan masalah yang ingin diselesaikan dalam penelitian tugas akhir sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan sistem penerangan hemat energi berbasis zonasi berdasarkan jumlah pengunjung: studi kasus ruang baca Teknik Elektro Universitas Andalas menggunakan sensor ultrasonik?

2. Bagaimana hasil penerapan sistem penerangan hemat energi berbasis zonasi berdasarkan jumlah pengunjung menggunakan sensor ultrasonik terhadap penghematan konsumsi energi?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapat rancangan sistem penerangan hemat energi berbasis zonasi berdasarkan jumlah pengunjung: studi kasus ruang baca Teknik Elektro Universitas Andalas menggunakan sensor ultrasonik
2. Mendapat uji kinerja sistem penerangan hemat energi berbasis zonasi berdasarkan jumlah pengunjung menggunakan sensor ultrasonik terhadap penghematan konsumsi energi

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengurangi konsumsi listrik pada sistem penerangan dengan menyesuaikan pencahayaan berdasarkan jumlah pengunjung dan zonasi ruangan.
2. Mendukung upaya pengurangan emisi karbon melalui efisiensi penggunaan energi listrik, sejalan dengan program pengembangan kampus hijau (*green campus*).
3. Referensi dalam pengembangan sistem pengaturan cahaya lampu LED lebih lanjut.

### 1.5 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir, permasalahan yang diuraikan di atas dibatasi dengan asumsi sebagai berikut:

1. Penelitian ini memodelkan ruang baca Departemen Teknik Elektro Universitas Andalas sebagai ruangan dengan pembagian zona penggunaan, tanpa mempertimbangkan fungsinya sebagai ruang baca.
2. Penerapan sistem zonasi dalam penelitian ini dibatasi hanya pada tiga zona
3. Penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik sebagai teknologi utama untuk menghitung jumlah pengunjung.
4. Penelitian ini menggunakan sistem pengaturan cahaya lampu LED dengan metode *AC-Chopper* pada penelitian sebelumnya.
5. Evaluasi konsumsi energi dilakukan berdasarkan data konsumsi energi lampu LED sebelum dan sesudah implementasi sistem selama periode tertentu.
6. Pengimplementasian dan evaluasi sistem dilakukan mulai dari pukul 08.00 hingga 17.40
7. Penelitian ini mengabaikan pengaruh harmonisa pada metode *AC-Chopper*.

8. Penelitian ini dibatasi pada rentang intensitas cahaya alami di dalam ruangan berdasarkan kondisi cuaca, yaitu sebesar 197–5400 lux saat cuaca cerah dan 50–333 lux saat mendung atau hujan, yang telah dikonfirmasi melalui pengamatan langsung serta didasarkan pada hasil riset rata-rata intensitas cahaya dalam ruangan dengan berbagai kondisi cuaca oleh Bhandary dkk.

