

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

1.1.1 Latar Belakang Masalah

Pengaplikasian teknologi yang ada saat ini banyak dipakai di gedung-gedung perkantoran maupun gedung pemerintahan. Contohnya Gedung TULT yang berdiri megah tetapi pada kenyataan hanya dibangun saja tanpa mempertimbangkan berbagai aspek seperti ekonomi, manufaktur, keberlanjutan dan lingkungan. Karena bisa berdampak bagi lingkungan, TULT yang *green* dan *smart* harus direalisasikan. Tiongkok menjadi salah satu negara penyumbang emisi karbon terbesar di dunia. Dihasilkan 70% energi karbon dan salah satu penyebabnya karena tidak menerapkan konsep *green* dan *smart building*[1]. Topik dari *Capstone Design* diangkat dari masalah yang ada pada gedung TULT, khususnya ruang dosen. Pada ruang dosen, pemakaian lampu sangat boros, daya seharusnya saja bisa mencapai 17 kWh. Dalam *Capstone Design* ini, akan dikembangkan sebuah alat yang bisa meningkatkan efisiensi dengan cara membuat lampu itu mati secara otomatis, menggunakan sensor PIR dan *Smart Switch*.

Gedung *Telkom University Landmark Tower* (TULT) adalah ikon arsitektur modern yang menandai kemajuan dan keunggulan *Telkom University* sebagai lembaga pendidikan terkemuka. Desainnya yang futuristik akan menarik perhatian pengunjung serta mahasiswa. TULT memadukan kecanggihan teknologi serta estetika untuk memadukan lingkungan belajar yang dapat meneginspirasi. TULT memfasilitasi ruang kuliah, laboratorium, serta pemandangan kota yang cukup indah [2].

TULT memiliki 19 lantai serta basement untuk area parkir. Pembagian letak ruangan serta fasilitas yang disediakan pada setiap lantai di TULT ditunjukkan pada Tabel 1.1 Setiap lantai dilengkapi dengan *lift* untuk mahasiswa dan dosen, *lift* barang serta tangga darurat. Data menyangkut letak ruangan pada setiap lantai pada gedung TULT belum termasuk untuk adanya mushola, ruang teknis hingga toilet yang ada di setiap lantai.

Tabel 1. 1 Daftar Fasilitas TULT

Lantai	Fasilitas	Keterangan
Basement (B)	Tempat parkir dosen dan karyawan	Fakultas Teknik Elektro (FTE), Fakultas Rekayasa Industri (FRI), Fakultas Informatika (FI)
1	Ruang Telkom <i>One Stop Service</i> (TOSS), Ruang Layanan Akademik FTE FRI FIF, Ruang Dosen LB, Ruang Podcast, TULT Mart, BANK	
2	Auditorium dan Masjid	
3	Ruang Dosen FTE dan Ruang Sidang FTE	
4	Ruang Dosen FRI dan Ruang Sidang FRI	
5	Ruang Dosen FI dan Ruang Sidang FI	
6	Ruang Kelas dan Laboratorium FI	
7	Ruang Kelas dan Laboratorium FI	
8	Ruang Kelas dan Laboratorium FRI	
9	Ruang Kelas dan Laboratorium FRI	
10	Ruang Kelas dan Laboratorium FTE	
11	Ruang Kelas dan Laboratorium FTE	
12	Ruang Kelas dan Laboratorium FTE	
13	Ruang Kelas dan Laboratorium FTE	
14	Ruang Kelas dan Laboratorium FTE	
15	Ruang Kelas Internasional dan Laboratorium FTE	
16	Ruang Rapat Besar, Ruang Rapat Kecil, Ruang Konsultasi	
17	Ruang Dekan FI, Ruang Kaprodi FI, Ruang Rapat, Ruang Sekretariat & SDM FI	
18	Ruang Dekan FRI, Ruang Kaprodi FRI, Ruang Rapat, Ruang Sekretariat & SDM FRI	
19	Ruang Dekan FTE, Ruang Kaprodi FTE, Ruang Rapat, Ruang Sekretariat & SDM FTE	

Telkom University secara bertahap sedang mewujudkan konsep kampus yang *green* dan *smart*. Belum lama, *Telkom University* menduduki peringkat terbaik ke-1 kampus swasta *green campus* Indonesia dari pemeringkatan oleh UI GreenMetric 2023 [3]. Namun, menjadi sebuah pertanyaan apakah gedung dengan 19 lantai yang menarik perhatian dengan desain futuristiknya tersebut termasuk salah satu gedung yang sudah memenuhi kriteria *green* dan *smart* di *Telkom University*, jika diamati secara menyeluruh mengenai kondisi dan teknis kerja gedung tersebut.

Berkaitan dengan konsep *green and smart building* yang terus menerus menjadi topik pembahasan di era modern, menurut jurnal *Building Sustainable Smart Cities and The Green Building Agenda*, konsep *Green Building* telah ada sejak lama dan biasanya mengacu pada pembuatan bangunan dengan bahan baku seperti karang, batu pasir, dan tanah liat. Prinsip sustainable development mendukung konsep *dari Green Building* itu sendiri. Bangunan yang memiliki konsep *Green Building* akan menggunakan lebih sedikit air serta pencahayaan. Penggunaan ulang, daur ulang, dan pengurangan limbah adalah fokus utama *Green Building*. Konsep *Smart Building* sangat berbeda dari konsep *Green Building*[4].

Konsep *Smart Building* merupakan konsep arsitektur yang menggunakan teknologi modern, terutama teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan kenyamanan, keamanan, efisiensi energi, dan pengelolaan gedung secara keseluruhan. *Smart Building* mengintegrasikan intelijen, institusi (sebagai pemilik), material, desain, dan kontrol ke dalam sistem yang komprehensif. *Smart Building* dapat beradaptasi dengan teknologi baru dan terhadap perubahan[5].

Sebagai contoh *green and smart building*, Gedung Geotermal Universitas Boston menggunakan energi geotermal bumi untuk mengatur suhu di ruang seluas 95.000 kaki persegi tanpa menggunakan bahan bakar fosil. Enam sumur bor hingga kedalaman 1500 kaki di bawah gedung, menjaga air sumur tetap hangat pada suhu sekitar 55°F. Air dipompa keluar dan melewati penukar panas, di mana pompa panas dengan kompresor seperti kulkas mengeluarkan panas. Pada musim dingin, panas bumi disalurkan ke pompa panas untuk menjaga gedung tetap hangat, sementara pada musim panas, penukar panas menyerap panas berlebih dari udara untuk kemudian didinginkan dan kembali ke dalam gedung, sementara panas yang diserap dilepaskan kembali ke dalam bumi.

Contoh gedung lain yang juga telah menerapkan konsep *green and smart building* adalah gedung Gaia pada Nanyang Technological University (NTU) di Singapura. Gaia adalah bangunan kayu terbesar di Asia. Bangunan ini disebut *green and smart* karena didesain ramah lingkungan dan hemat energi. Bangunan ini telah menerima penghargaan Green Mark Platinum (Zero Energy), penghargaan tertinggi yang diberikan oleh Otoritas Bangunan dan Konstruksi Singapura untuk bangunan yang menggunakan energi sebanyak yang dihasilkannya. Bangunan ini dibuat dari kayu buatan massal, yang memiliki jejak karbon yang jauh lebih rendah dibandingkan bangunan beton tradisional. Bangunan pada Gambar 2.1 juga dilengkapi berbagai teknologi pintar, termasuk sistem pencahayaan cerdas yang menyesuaikan kecerahan lampu berdasarkan jumlah cahaya alami yang tersedia, dan sistem pendingin ruang canggih

yang menggunakan sensor untuk mendeteksi jumlah orang untuk menyesuaikan suhu didalam ruangan[6].



Gambar 1. 1 Gedung Gaia NTU



Gambar 1. 2 Interior Gedung Gaia



Gambar 1. 3 Kondisi Penggunaan Lampu Pada Gedung Gaia

Berdasarkan contoh gedung *green and smart* serta penjelasan mengenai konsep *green and smart building* di atas, dapat dibandingkan kondisi gedung TULT saat ini belum bisa dikatakan gedung yang *green and smart* sepenuhnya. Walaupun gedung TULT sudah menggunakan beberapa teknologi yang cerdas, namun masih banyak hal yang perlu ditingkatkan, salah satunya bagaimana mengatasi penggunaan listrik yang berlebih pada gedung TULT. Tidak seperti gedung Gaia, TULT tidak menerapkan sistem pencahayaan cerdas yang bisa menyesuaikan kecerahan lampu berdasarkan jumlah cahaya alami yang tersedia serta pemakaian *Air Conditioner* (AC) yang masih manual, sehingga penggunaannya tidak terkendali. Salah satu case mengenai penggunaan listrik yang berlebih di gedung TULT, yaitu pada ruang dosen. Pada ruangan tersebut lampu menyala hingga malam. Lampu pada ruang tersebut terus menerus menyala tanpa melihat kondisi cuaca yang ada. Penggunaan banyaknya lampu juga tidak menyesuaikan kebutuhan banyaknya orang yang ada di dalam ruangan.

Untuk mengatasi hal tersebut, inovasi untuk bisa menghadapi krisis energi dengan memanfaatkan teknologi yang sangat berkembang dibutuhkan. Solusi yang bisa dilakukan adalah penerapan teknologi berbasis 4.0 pada ruang dosen pada gedung TULT dengan menggunakan sensor PIR dan *Smart Switch*. Diketahui Revolusi Industri 4.0 merupakan sebuah fenomena industri yang berkembang pesat. Banyak orang yang ingin memanfaatkan fenomena ini untuk mempermudah pekerjaan mereka di industri. Revolusi Industri 4.0 merupakan perpaduan antara teknologi otomasi dan teknologi komputer yang memungkinkan tugas-tugas sebelumnya yang dilakukan secara manual dapat lebih cepat dan efisien. Konsep otomasi terintegrasi diperkenalkan dan diimplementasikan bersamaan dengan teknologi komputer mulai tahun 1990 [7]. Teknologi otomasi membuat pengendalian konsumsi daya di pabrik menjadi lebih mudah dan efisien[8].

1.1.2 Analisis Masalah

Berkaitan dengan topik yang dibahas, masalah yang ada dianalisis dari berbagai aspek seperti aspek ekonomi, manufaktur, keberlanjutan dan lingkungan. Menganalisis masalah berdasarkan aspek-aspek tersebut akan dijelaskan sebagai berikut,

1.1.2.1 Aspek Ekonomi

Dari segi ekonomi, gedung TULT menghabiskan pengeluaran sebesar 300 juta rupiah per bulannya untuk pemakaian daya listrik secara keseluruhan. Diketahui bahwa pada gedung tersebut masih kurang menerapkan konsep Green and Smart Building, contohnya pada penggunaan lampu di gedung yang tidak menyesuaikan keadaan. Ditunjukkan pada Gambar 1.4, Gambar 1.5, Gambar 1.6 dan Gambar 1.7, semua lampu terus menyala selama 16 jam tanpa melihat banyaknya orang beraktivitas didalam ruangan. Keterangan mengenai jumlah dan daya dari lampu yang dimiliki oleh ruang dosen lantai 3, 4 dan 5 terdapat pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Jumlah Lampu & Daya Listrik di Ruang Dosen TULT

No	Lokasi	Lampu (Buah)	Daya (Watt)
1	Ruang Dosen Lantai 3	250	2.304
2	Ruang Dosen Lantai 4	196	1.806
3	Ruang Dosen Lantai 5 dan Ruang Lantai 6-15	1468	13.529



Gambar 1. 4 Ruang Dosen Lantai 3



Gambar 1. 5 Lobby Utama Ruang Dosen Lantai 3



Gambar 1. 6 Ruang Dosen Lantai 4



Gambar 1. 7 Ruang Dosen Lantai 5

1.1.2.2 Aspek Manufakturabilitas

Masalah terkait pada aspek berkaitan dengan kelayakan produk yang dibuat mampu terbuat di manufaktur. Bila ditinjau, alat yang digunakan seperti sensor PIR dan *Smart Switch*, kedua alat ini dibuat secara terpisah. Sehingga nantinya produk akan terangkai menjadi satu kesatuan. Pada saat produk telah selesai dibuat, produk ini tidak bisa dibuat utuh seperti yang dibuat pada penelitian ini karena produk telah digabungkan dari beberapa alat menjadi satu. Alat-alat yang digunakan merupakan alat yang telah diproduksi massal oleh pabrik.

1.1.2.3 Aspek Keberlanjutan & Lingkungan

Dalam aspek ini, ditinjau bagaimana gedung TULT beroperasi. Berdasarkan data yang sudah dihimpun, gedung TULT beroperasi dari jam 6 pagi hingga jam 10 malam. Sebagian besar daya yang dihabiskan dalam rentang waktu tersebut adalah lampu. Karena lampu digedung TULT terus menyala walaupun di luar gedung terang, hal ini menyebabkan penggunaan daya atau energi yang berlebihan. Dampak dari hal tersebut membuat pembangkit listrik bekerja lebih banyak lagi untuk menghasilkan listrik yang dibutuhkan, hal ini dianggap tidak baik bagi lingkungan. Isu-isu terhadap penggunaan energi yang berlebihan sudah sering dibicarakan yang berdampak pada percepatan pemanasan global dan limbah pembangkit listrik yang bisa mencemari lingkungan.

1.1.3 Tujuan Capstone

Tujuan dari pembuatan *capstone* adalah untuk menerapkan konsep *Green and Smart building* berbasis teknologi 4.0 pada ruang dosen pada gedung TULT menggunakan sensor PIR dan *Smart Switch* sebagai upaya penggunaan energi yang lebih efisien untuk pencahayaan.

Mengintegrasikan sensor PIR dan *Smart Switch* dalam proyek untuk memenuhi ketentuan atas kebutuhan sistem yaitu ini dirancang untuk beroperasi secara otomatis, menghitung konsumsi daya, dan memantau penggunaan perangkat. Sensor PIR dan *Smart Switch* dapat terkoneksi dengan sebuah *platform* web yang ada.

1.2 Analisa Solusi yang Ada

Berdasarkan masalah yang telah dianalisis pada poin sebelumnya, beberapa analisis solusi dapat diberikan, diantaranya menyangkut pemantauan energi secara *real-time*, menggunakan sensor PIR, *Smart Switch* serta pengendaliannya dengan *IoT Integration*.

a) Sensor PIR

Mengimplementasikan penggunaan sensor pada ruangan untuk mengatasi penghematan listrik yang digunakan pada gedung TULT, berfokus pada ruang dosen. Sensor yang dipertimbangkan yaitu *Sensor Passive Infrared (PIR)*, yang bekerja dengan mendeteksi perubahan suhu tubuh manusia membuat kerja menjadi efisien dan cocok untuk mendeteksi gerakan yang ada dalam ruangan[9].

b) *Smart Switch*

Terdapat dua pendekatan untuk mengendalikan *Smart Switch* pada sistem kontrol cerdas berbasis IoT. Pengguna dapat mengakses dan mengontrol rumah mereka melalui koneksi Internet. Pemrosesan yang lebih kuat pada prosesor baru mengurangi konsumsi daya, biaya, dan kapasitas perangkat elektronik. Sakelar pintar dapat dihidupkan atau dimatikan melalui Wi-Fi atau secara manual jika tidak ada Wi-Fi. Perangkat IoT memantau dan mengontrol sistem di berbagai lingkungan, termasuk publik, swasta, industri, institusi, atau perumahan, dan dalam konteks otomasi industri.

c) *IoT Integration*

Sensor yang digunakan tersebut nantinya akan membentuk suatu jaringan sensor dan disambungkan untuk pengumpulan data yang terpusat melalui *platform* secara *online*. Contohnya memanfaatkan *cloud computing* untuk mengontrol *smart lamp* yang harus terhubung ke Internet [10]. Jaringan sensor sendiri merupakan infrastruktur yang terdiri dari sensor (pengukuran), komponen komputasi, dan komponen komunikasi yang memungkinkan administrator menginstrumen, mengamati, dan bereaksi terhadap peristiwa dan fenomena dalam lingkungan tertentu[11].