BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri dan teknologi pada era globalisasi saat ini mendorong setiap daerah untuk memiliki kawasan inovasi yang mampu berperan sebagai penghubung antara dunia industri, perguruan tinggi, pemerintah, dan masyarakat. Integrasi keempat elemen tersebut menjadi kunci dalam menciptakan ekosistem yang mendukung peningkatan daya saing daerah, transfer teknologi, serta penguatan sumber daya manusia. Kota Surakarta sebagai salah satu pusat pertumbuhan ekonomi di Jawa Tengah merespons tantangan ini dengan mendirikan Solo Technopark (STP) pada tahun 2009. Kawasan ini hadir sebagai pusat inovasi, riset, dan pendidikan vokasi yang mengedepankan sinergi antara teknologi dan kewirausahaan guna mendorong lahirnya industri kreatif dan perusahaan pemula berbasis teknologi.

Secara kelembagaan, STP dikelola sebagai Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) di bawah naungan Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (BALITBANGDA) Kota Surakarta, dengan pola tata kelola Badan Layanan Umum Daerah (BLUD). Dalam menjalankan perannya, STP memiliki visi untuk menjadi kawasan terpadu yang mampu mengintegrasikan dunia industri, perguruan tinggi, riset dan teknologi, serta kewirausahaan berbasis inovasi. Misi mencakup peningkatan kesejahteraan masyarakat melalui penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek), pengembangan perusahaan pemula berbasis teknologi, transfer teknologi, pembangunan budaya inovatif, serta penanaman semangat kewirausahaan.

STP memiliki tiga klaster utama, yaitu manufaktur, *technopreneurship*, dan industri kreatif dengan berfokus pada sembilan sektor. Klaster manufaktur mencakup sektor mekanik dan desain manufaktur, pengelasan umum dan *underwater*, dan otomasi. Klaster *technopreneurship* mencakup sektor teknologi in*forma*si/ICT, kewirausahaan, serta *gaming* dan *e-sport.* Klaster terakhir yaitu industri kreatif, mencakup sektor seni pertunjukan dan penyiaran, serta kuliner.



Gambar 1.1 Aktivitas dan program di klaster manufaktur

Gambar 1.1 menunjukkan kegiatan klaster manufaktur berfokus pada pembuatan barang dan pelatihan manufaktur yang berada di area divisi produksi. Pembuatan barang dilakukan dengan sistem pemesanan *Make To Order* (MTO) sehingga proses produksi dilakukan setelah ada permintaan dari c*ustomer.* Barang yang dihasilkan sangat bervariasi, mulai dari komponen *spare part* hingga produk tertentu tergantung *request* dari *customer.* Pada divisi produksi juga dibuka pelatihan atau diklat untuk meningkatkan kemampuan dan wawasan seseorang di bidang tertentu. Beberapa pelatihan yang disediakan oleh STP adalah Diklat Mekanik Manufaktur, Diklat Desain Manufaktur, Diklat *General Welding*, Diklat *Underwater Wet Welding*, Diklat Otomasi, Diklat Mekanik Garmen, dan Diklat *Basic Aircraft Structure*. *Output* yang diperoleh peserta pelatihan berupa sertifikasi kompetensi, keterampilan teknis sesuai bidang yang diikuti, dan kesiapan mental untuk bekerja.



Gambar 1.2 Aktivitas dan program di klaster *technopreneurship*

Gambar 1.2 menunjukkan kegiatan di klaster *technopreneurship* dengan menggabungkan teknologi dan kewirausahaan. Kedua sektor ini menciptakan nilai ekonomi dengan terus melakukan inovasi dan tersebar pada kawasan Gedung *Solo Trade Center* (STC) dan Gedung *Research and Development* (RnD). Jika Gedung STC berfokus pada komunitas dan bisnis digital, maka Gedung RnD sendiri berfokus pada pengujian teknologi, riset, dan menciptakan inovasi baru. Terdapat beberapa fasilitas yang disediakan di Gedung STC seperti Area *Game Working Space* (GWS), program pelatihan *cyber security* dan *Artificial Intelligence* (AI), dan program kemitraan. Sedangkan fasilitas yang disediakan di Gedung RnD mencakup layanan inkubasi bisnis serta pertemuan rutin untuk riset, pelatihan, atau kolaborasi.



Gambar 1.3 Aktivitas dan program di klaster industri kreatif

Gambar 1.3 menunjukkan kegiatan klaster industri kreatif lebih mengandalkan ide, bakat, dan kreativitas yang dominan berada di Gedung STC. Beberapa kegiatan yang dilakukan pada klaster ini seperti produksi konten, radio, podcast, acara *gaming,* hingga pengembangan produk oleh UMKM.

Ruang lingkup *Capstone Project* ini berfokus pada klaster *technopreneurship* dikarenakan keterbatasan kapasitas ruang riset di klaster manufaktur dan perbedaan manajemen pengelola di klaster industri kreatif. Pada klaster *technopreneurship,* berbagai layanan unggulan sangat mendukung tumbuhnya industri kecil dan menengah (IKM) serta *startup*. Dalam pelaksanaannya, STP membutuhkan konsumsi energi skala besar untuk menjalankan fasilitas-fasilitas di setiap gedung sehingga akan menyebabkan peningkatan beban jika tidak memiliki sistem manajemen yang sesuai.
Di dalam Teknik Industri, energi yang terbuang (*energy loss*) seringkali lebih tinggi dibanding biaya investasi seperti biaya perbaikan aset itu sendiri sehingga diperlukan perancangan sistem di STP. Dengan melakukan pendekatan yang sesuai, STP dapat menghemat biaya operasional dan mewujudkan ekosistem inovasi berkelanjutan untuk mencapai visi dan misinya.

1.2 Eksplorasi Masalah

Pelaksanaan *Capstone Project* ini difokuskan pada Gedung *Research and Development* (RnD) yang berada pada klaster technopreneurship. Pemilihan klaster ini didasarkan pada tingginya aktivitas operasional, penggunaan fasilitas yang dinamis, serta intensitas penggunaan ruang kerja dan fasilitas pendukung yang cukup tinggi dibanding area lainnya. Aktivitas pada gedung ini meliputi penggunaan ruang kerja, aktivitas kantor, pelatihan, serta penggunaan fasilitas pendukung lainnya yang memerlukan konsumsi energi listrik secara terus menerus.

Tingginya aktivitas operasional menyebabkan kebutuhan energi listrik pada Gedung RnD cukup besar. Berdasarkan data penggunaan listrik tahun 2025, konsumsi listrik Gedung RnD memiliki daya terpasang sebesar 147.000 VA dengan penggunaan energi

mencapai 27.018 kWh. Tagihan listrik bulanan juga menunjukkan nilai yang cukup tinggi dan cenderung fluktuatif, seperti pada bulan Januari sebesar Rp36.062.580, Maret sebesar Rp41.906.814, dan Agustus mencapai Rp42.056.372. Kondisi ini menunjukkan bahwa penggunaan energi listrik menjadi salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan dalam operasional gedung.

Berdasarkan hasil observasi dan audit energi, ditemukan bahwa konsumsi energi terbesar berasal dari penggunaan sistem AC dan pencahayaan. Hasil analisis pareto menunjukkan bahwa penggunaan AC menyumbang sekitar 73,7% konsumsi energi listrik, sedangkan sistem pencahayaan menyumbang sekitar 13,8% dari semua total konsumsi energi. Selain itu, masih ditemukan beberapa kondisi operasional yang kurang efisien, seperti lampu yang tetap menyala saat ruangan kosong, AC yang tetap beroperasi meskipun tidak digunakan, serta belum adanya sistem monitoring dan pengendalian energi listrik secara optimal.

Dari sisi pengelolaan fasilitas, sistem pemeliharaan aset di Gedung RnD masih bersifat reaktif, di mana perawatan umumnya dilakukan setelah terjadi kerusakan. Kondisi ini menyebabkan beberapa fasilitas pendukung mengalami penurunan per*form*a dan berpotensi meningkatkan konsumsi energi listrik. Selain itu, penggunaan fasilitas dan operasional gedung masih belum sepenuhnya terkontrol karena belum terdapat prosedur penggunaan fasilitas dan monitoring energi yang terintegrasi.

Eksplorasi permasalahan pada Solo Technopark dilakukan melalui wawancara kepada beberapa *stakeholder* yang terdiri dari pejabat teknis umum, karyawan, serta pengguna fasilitas. Hasil wawancara ini digunakan untuk mengidentifikasi kondisi operasional secara menyeluruh dari berbagai sudut pandang. Adapun jumlah responden wawancara terdiri dari 1 orang pejabat teknis umum, 4 karyawan umum (staf, petugas kebersihan, teknisi, dan satpam), serta 3 pengguna fasilitas (peserta pelatihan, penyewa tenant, dan pelanggan produksi) sehingga total terdapat 8 responden yang terlibat.

Berdasarkan wawancara dengan pihak pimpinan, yakni pejabat teknis umum, diketahui bahwa Solo Technopark memiliki target untuk meningkatkan efektivitas operasional serta kualitas layanan dalam beberapa tahun ke depan. Namun, dalam pelaksanaannya masih terdapat tantangan dalam pengelolaan fasilitas dan sistem kerja yang belum sepenuhnya terintegrasi. Pimpinan juga menyampaikan bahwa kondisi fasilitas secara umum sudah memadai, namun belum dimanfaatkan secara maksimal untuk mendukung produktivitas seperti pengembangan area *eco-green.* Selain itu, masih terdapat gangguan teknis tertentu yang terkadang mempengaruhi kelancaran operasional dan pengambilan keputusan.

Dari sisi karyawan, diperoleh in*forma*si bahwa alur kerja yang ada masih menghadapi beberapa hambatan, terutama pada waktu-waktu tertentu yang mengalami penumpukan pekerjaan. Karyawan juga menyampaikan bahwa beberapa proses operasional masih dilakukan secara manual, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakefisienan. Kondisi lingkungan kerja seperti pencahayaan, suhu ruangan, dan kenyamanan fasilitas dinilai belum selalu konsisten, yang dalam beberapa kasus mempengaruhi konsentrasi dan produktivitas kerja. Selain itu, terdapat indikasi bahwa penggunaan fasilitas, termasuk peralatan listrik, belum sepenuhnya terkontrol dengan baik. Karyawan juga menyampaikan bahwa masih ditemukan kondisi fasilitas yang tetap menyala meskipun ruangan tidak digunakan.

Selanjutnya, berdasarkan wawancara dengan peserta pelatihan sebagai pengguna fasilitas, diperoleh masukan bahwa secara umum fasilitas yang disediakan sudah cukup mendukung kegiatan pembelajaran. Namun demikian, terdapat beberapa kondisi di mana kenyamanan ruangan, seperti suhu dan pencahayaan, belum optimal untuk mendukung konsentrasi secara maksimal. Selain itu peserta juga menyampaikan bahwa masih terdapat fasilitas yang tidak selalu dalam kondisi siap digunakan atau kurang terawat dengan baik.

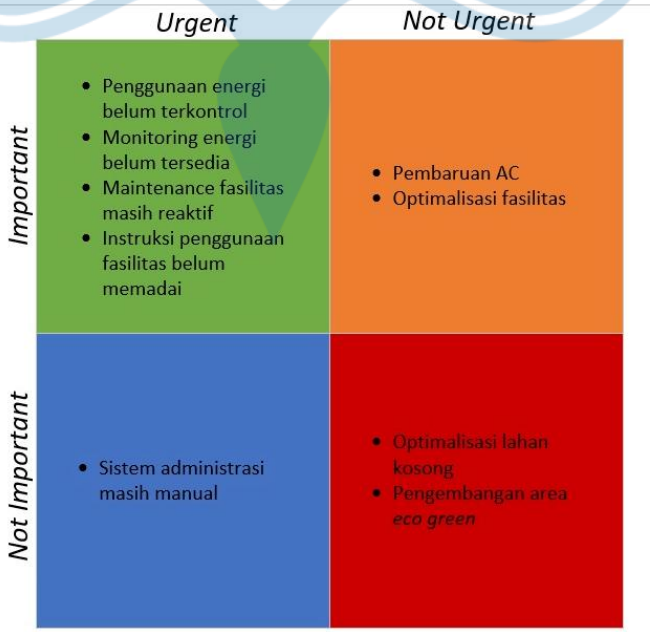
Dari sisi penyewa *tenant*, diperoleh in*forma*si bahwa Solo Technopark dipilih sebagai lokasi usaha karena fasilitas yang tersedia cukup lengkap dan strategis. Meskipun demikian, dalam pelaksanaannya masih terdapat beberapa kendala operasional, seperti gangguan pada fasilitas pendukung (listrik atau peralatan), serta respon penanganan yang terkadang belum optimal. Penyewa juga menilai bahwa pengelolaan energi di area *tenant* masih dapat ditingkatkan agar lebih efisien dan terkontrol.

Sementara itu, berdasarkan wawancara dengan pelanggan pada unit produksi, diketahui bahwa kualitas produk dan layanan secara umum sudah baik, namun masih terdapat beberapa kendala pada aspek ketepatan waktu (*lead time*) serta komunikasi dalam proses pemesanan. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat peluang untuk meningkatkan koordinasi dan efisiensi dalam proses operasional produksi.

Berdasarkan keseluruhan hasil wawancara tersebut, dapat disimpulkan bahwa permasalahan yang terdapat di Solo Technopark mencakup beberapa aspek, antara lain belum optimalnya integrasi sistem operasional, masih adanya proses manual dalam pengelolaan fasilitas, kondisi lingkungan kerja tidak konsisten, belum optimalnya pengendalian penggunaan fasilitas, serta sistem pemeliharaan yang masih bersifat reaktif. Permasalahan-permasalahan tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat

peluang untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasional melalui pengelolaan fasilitas yang lebih terstruktur.

Hasil wawancara tersebut selanjutnya dibandingkan dengan hasil observasi lapangan dan audit energi yang telah dilakukan sebelumnya. Wawancara memberikan gambaran mengenai kondisi operasional, pengelolaan fasilitas, dan kendala yang dihadapi oleh masing-masing *stakeholder*, sedangkan observasi serta audit energi memberikan bukti mengenai pola penggunaan energi listrik pada Gedung RnD. Berdasarkan hasil observasi ditemukan bahwa masih terdapat lampu dan AC yang tetap beroperasi ketika ruangan tidak digunakan, sedangkan hasil audit energi menunjukkan bahwa sistem AC merupakan penyumbang konsumsi energi listrik terbesar, yaitu sebesar 73,7%, diikuti sistem pencahayaan sebesar 13,8%. Di sisi lain, hasil wawancara menunjukkan bahwa penggunaan fasilitas belum sepenuhnya terkontrol, proses operasional masih banyak dilakukan secara manual, dan pemeliharaan fasilitas masih bersifat reaktif. Oleh karena itu, berdasarkan sudut pandang dari ketiga sumber data tersebut dapat disimpulkan bahwa kondisi operasional yang belum terkelola secara optimal berpotensi menyebabkan penggunaan energi listrik yang tidak efisien sehingga pengendalian penggunaan energi menjadi salah satu isu utama yang perlu diprioritaskan dalam *Capstone Project*. Pemilihan tiga kelompok *stakeholder* tersebut didasarkan pada peran mereka yang paling berhubungan langsung dengan operasional gedung, pengelolaan fasilitas, serta penggunaan energi. Informasi dari ketiga kelompok *stakeholder* tersebut digunakan sebagai salah satu dasar dalam mengidentifikasi permasalahan yang kemudian dipadukan dengan hasil observasi dan audit energi.



Gambar 1.4 Matriks *eisenhower*

Meskipun terdapat beberapa potensi permasalahan operasional lainnya, setelah meninjau tingkat urgensi terhadap kelancaran aktivitas dan pentingnya optimalisasi sumber daya, tim *Capstone* memutuskan untuk memfokuskan pada masalah yang berada di kategori *urgent* dan *important* yaitu penggunaan energi belum terkontrol, monitoring energi belum tersedia, pemeliharaan fasilitas bersifat reaktif, dan instruksi penggunaan fasilitas belum memadai. Keempat permasalahan tersebut selanjutnya menjadi dasar dalam penyusunan alternatif solusi *Capstone* yang berorientasi pada peningkatan efisiensi operasional dan pengurangan konsumsi energi listrik.

Untuk mengetahui besarnya tingkat inefisiensi energi yang menjadi dasar penentuan target *Capstone,* dilakukan estimasi awal potensi penghematan energi dengan membandingkan konsumsi energi listrik pada kondisi eksisting dan kebutuhan energi setelah mempertimbangkan target operasional dari usulan solusi yang dirancang.

$$=22.848\text{-}19.379$$

$$=3.469 \text{ kWh per bulan}$$

$$\%Penghematan = \frac{22.848\text{-}19.379}{22.848} \times 100\%$$

$$=15{,}18\%$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh potensi penurunan konsumsi energi listrik sebesar 3,469 kWh per bulan atau setara dengan 15,18% dari kondisi eksistng. Nilai tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat peluang peningkatan efisiensi energi melalui perbaikan pada aspek pengendalian penggunaan fasilitas, monitoring energi, dan pemeliharaan fasilitas. Oleh karena itu, *Capstone Project* ini menetapkan *Critical Success Factor* (CSF) berupa terget penurunan konsumsi energi listrik sebesar 12%. Target tersebut dipilih karena mendekati hasil analisis kebutuhan serta memberikan target yang realistis untuk dicapai melalui usulan solusi yang dirancang.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil penelusuran masalah, Solo Technopark mengalami permasalahan berupa penggunaan energi listrik yang tidak sesuai kebutuhan pada fasilitas pendukung, yang disebabkan oleh belum optimalnya penggunaan konsumsi energi listrik, pola perilaku pengguna fasilitas yang belum terstandarisasi, serta aktivitas pemeliharaan yang masih bersifat reaktif.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari *Capstone* ini adalah merancang solusi untuk menurunkan konsumsi energi listrik minimal 12% pada fasilitas kantor.

1.5 Persyaratan dan Batasan

Persyaratan dan batasan ini dibuat sesuai dengan tujuan *Capstone* sehingga memperjelas lingkup permasalahan dan memaksimalkan hasil *Capstone*. Batasan ini sangat penting sebelum masuk ke permasalahan supaya tidak ada kebingungan dalam menjelaskan hasil *Capstone*. Berikut merupakan batasan *Capstone* yang digunakan.

a. *Capstone* ini melibatkan kawasan Solo Technopark, yaitu di bagian kantor dan fasilitas umum di Gedung RnD.
b. Data *Capstone* yang digunakan adalah data pada bulan Januari 2025 hingga Desember 2025.
c. Masalah inefisiensi yang dibahas dibatasi pada penggunaan energi listrik serta frekuensi kegagalan aset pada fasilitas kantor.