

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan Krisis energi global dan meningkatnya emisi karbon telah mendorong berbagai negara untuk beralih ke sumber energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Energi terbarukan, khususnya tenaga surya, menjadi pilihan utama karena ketersediaannya yang melimpah dan dampaknya yang rendah terhadap lingkungan. Menurut Gielen et al. (2019), transisi energi ke sumber terbarukan tidak hanya menekan emisi CO₂, tetapi juga mampu menciptakan stabilitas energi jangka panjang di sektor industri dan domestik.

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) berbasis solar cell kini menjadi salah satu teknologi yang paling cepat berkembang dan ekonomis dalam sistem energi global. Penelitian oleh IRENA (2021) mencatat bahwa biaya pembangunan PLTS telah turun lebih dari 80% dalam satu dekade terakhir, menjadikan solar cell sebagai opsi investasi yang semakin rasional dan kompetitif untuk sektor industri.

Dalam konteks industri pertambangan, pemanfaatan solar cell tidak hanya menjadi solusi alternatif sumber energi, tetapi juga berkontribusi terhadap efisiensi operasional dan pengurangan biaya listrik. Sebuah studi oleh Nyatsanga et al. (2024) menunjukkan bahwa integrasi energi surya dalam sistem kelistrikan tambang mampu mengurangi ketergantungan terhadap genset berbasis solar dan memperpendek waktu payback period hingga 4–6 tahun, tergantung kapasitas dan lokasi tambang.

Studi lain oleh Benli dan Gürtürk (2021) memperkuat bahwa pendekatan manajerial dalam mengevaluasi investasi solar cell menggunakan metode Payback Period dan Cost-Benefit Analysis sangat penting untuk menilai kelayakan ekonomi jangka panjang, terutama dalam lingkungan yang konsumsi energinya tinggi dan bersifat terus-menerus seperti tambang.

Bangunan kantor Tambang Quarry XYZ, yang terletak di kawasan dengan intensitas penyinaran matahari yang relatif tinggi sepanjang tahun, memiliki potensi besar untuk penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi alternatif. Pemanfaatan PLTS pada bangunan perkantoran di sektor pertambangan dapat menjadi strategi efektif dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi konvensional dan menekan biaya operasional jangka panjang. Meskipun demikian, hingga saat ini belum banyak penelitian yang secara spesifik

mengkaji kelayakan ekonomi penerapan solar cell pada bangunan non-produktif seperti kantor tambang, khususnya dengan mempertimbangkan faktor-faktor penentu seperti potensi shading dari vegetasi sekitar dan kebutuhan energi aktual. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan ekonomi penggunaan solar cell pada bangunan kantor Tambang Quarry XYZ. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode Payback Period dan Cost-Benefit Analysis (CBA), serta didukung oleh simulasi teknis melalui aplikasi Helioscope untuk menentukan jumlah panel surya yang optimal serta dampak shading terhadap performa sistem. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan strategis dalam pengambilan keputusan investasi energi terbarukan di lingkungan pertambangan.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada isu-isu yang telah diangkat dalam latar belakang, fokus utama dari penelitian ini diarahkan untuk menjawab sejumlah pertanyaan yang telah dirancang secara sistematis dalam bentuk rumusan masalah.

1. Berapa besar kebutuhan energi listrik bangunan kantor Quarry XYZ berdasarkan kondisi operasional eksisting?
2. Apakah penerapan PLTS Rooftop pada bangunan kantor Quarry XYZ layak secara ekonomi, ditinjau dari hasil analisis NPV, Profitability Index (PI), dan Discounted Payback Period (DPP)?
3. Seberapa besar potensi pengurangan emisi karbon yang dapat dicapai melalui penerapan PLTS Rooftop dibandingkan penggunaan listrik PLN pada bangunan kantor tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan solusi atas permasalahan yang telah dirancang sebelumnya, dengan rincian sasaran yang diuraikan sebagai berikut.

1. Menganalisis kebutuhan energi listrik tahunan pada bangunan kantor Quarry XYZ sebagai dasar perencanaan sistem PLTS Rooftop.
2. Menilai kelayakan ekonomi penerapan PLTS Rooftop pada bangunan kantor Quarry XYZ berdasarkan indikator NPV, PI, dan DPP.
3. Menganalisis dampak lingkungan penerapan PLTS Rooftop, khususnya dalam hal potensi reduksi emisi karbon akibat pengurangan penggunaan listrik PLN.

1.4 Batasan masalah

Agar pelaksanaan penelitian tetap terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, ditetapkan sejumlah batasan dan ruang lingkup sebagai acuan dalam kegiatan studi ini.

1. **Penelitian ini hanya mencakup analisis efisiensi ekonomi penggunaan solar cell sebagai sumber energi listrik alternatif pada bangunan kantor Tambang Quarry XYZ**, tanpa membahas jenis energi terbarukan lainnya seperti angin, biomassa, atau mikrohidro.
2. Kajian difokuskan pada aspek kelayakan ekonomi, menggunakan pendekatan Payback Period dan Cost-Benefit Analysis (CBA), tanpa mengulas aspek teknis detail seperti desain sistem kelistrikan, kapasitas inverter, atau konfigurasi panel secara rinci.
3. Data konsumsi energi listrik yang digunakan adalah data rata-rata tahunan atau bulanan, baik dari tagihan listrik PLN maupun konsumsi bahan bakar genset, sesuai dengan kondisi eksisting di Tambang Quarry XYZ.
4. Estimasi produksi listrik dari solar cell disimulasikan berdasarkan data potensi energi surya (irradiance) lokal, menggunakan data dari sumber terpercaya seperti Global Solar Atlas, tanpa dilakukan pengukuran lapangan langsung.
5. Analisis dilakukan dari sudut pandang pengelola kawasan tambang (manajerial), sehingga tidak membahas aspek lingkungan atau regulasi pemerintah secara mendalam.

1.5 Manfaat Penelitian

Melalui hasil analisis efisiensi ekonomi penelitian ini memberikan gambaran konkret kepada pihak pengelola Kantor Tambang Quarry XYZ mengenai potensi penghematan biaya operasional listrik dalam jangka panjang melalui penerapan solar cell. Pemanfaatan aplikasi Helioscope turut mendukung akurasi estimasi kebutuhan jumlah panel surya dan identifikasi area dengan potensi shading akibat vegetasi di sekitar bangunan, sehingga hasil analisis menjadi lebih kontekstual dan aplikatif. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan strategis dalam perencanaan energi, alokasi anggaran, dan pengambilan keputusan investasi energi terbarukan, serta mendorong langkah awal transformasi menuju sistem energi yang lebih efisien dan ramah lingkungan di sektor pertambangan. Selain itu, temuan dari studi ini juga dapat menjadi referensi praktis bagi industri sejenis yang beroperasi di kawasan dengan intensitas radiasi matahari tinggi, seperti di wilayah Ungaran dan sekitarnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan Laporan Tesis ini terdiri dari 5 bab, dimana masing-masing bab terdiri dari:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang akan digunakan dalam laporan ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan kajian pustaka terkait solar cell secara umum dan berbagai konsep atau teori yang relevan dengan topik penelitian dalam tesis ini.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan jenis penelitian, sumber dan jenis data yang digunakan, metode analisis, serta diagram alur proses penelitian yang dijalankan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat hasil pengolahan data, proses pemodelan, serta analisis dan pembahasan mendalam atas penelitian yang telah dilakukan.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi rangkuman kesimpulan dari penelitian serta rekomendasi atau saran yang dapat diberikan berdasarkan temuan studi.