

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi pemantauan jarak jauh sudah mengalami perkembangan pesat untuk memenuhi kebutuhan dalam berbagai bidang, seperti mitigasi bencana, pemantauan infrastruktur, dan konservasi lingkungan. Sistem pemantauan jarak jauh yang dikembangkan salah satunya adalah *Power over Fiber* (PoF). PoF merupakan sebuah metode untuk mentransmisikan daya melalui kabel serat optik (Matsuura, 2021). PoF menjadi solusi yang menjanjikan untuk mengatasi keterbatasan metode konvensional. PoF menawarkan transmisi daya yang andal serta tahan terhadap gangguan elektromagnetik (Werthen dkk, 2005).

PoF juga memungkinkan suplai daya ke perangkat-perangkat yang berada di lokasi yang sulit diakses, seperti bawah laut, area pegunungan, atau lokasi bencana. Penelitian mengenai PoF telah berkembang dalam berbagai aplikasi, termasuk pemantauan bawah laut, sistem telekomunikasi, dan sistem pemantauan geoteknik (Diouf dkk, 2020). Pada konteks pemantauan geoteknikal, sensor yang sering digunakan yaitu tilt meter. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi perubahan kemiringan tanah yang dapat mengindikasikan potensi terjadinya longsor (Qolbi, 2021). Pemantauan ini penting dalam mendeteksi perubahan kemiringan tanah yang dapat menjadi pemicu bencana seperti longsor. Namun, pemanfaatan teknologi ini di lapangan menghadapi berbagai tantangan, termasuk penyedia daya yang stabil dan andal pada lokasi yang sulit dijangkau. Penelitian mengenai integrasi teknologi PoF dengan sensor tilt meter menjadi sangat relevan dan diperlukan.

Kemajuan teknologi dalam bidang transmisi daya optik melalui serat *Power over Fiber* (PoF) telah membuka berbagai peluang baru untuk pengaplikasian yang sebelumnya sulit dijangkau. Beberapa penelitian sebelumnya sudah pernah membahas pengembangan dan implementasi PoF dalam berbagai konteks. Penelitian oleh

Matsuura (2021) telah mengidentifikasi komponen utama dalam teknologi PoF, seperti sumber laser berdaya tinggi, serat optik, dan perangkat *photovoltaic* yang digunakan untuk mengkonversi daya optik menjadi daya listrik. Pada penelitian tersebut juga menunjukkan adanya potensi besar dari sistem PoF dalam berbagai pengaplikasian, seperti sistem sensor dan komunikasi. Pengaplikasian secara spesifik pada pemantauan geoteknik belum secara eksplisit dijabarkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Souza dkk (2022) berfokus pada penerapan PoF dalam *Industrial Internet of Things* (IIoT), dimana node sensor nirkabel yang ditenagai PoF menunjukkan kinerja yang baik dalam lingkungan industrial yang menantang. Menggunakan serat optik sebagai media suplai daya, penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa PoF mampu menggantikan kabel listrik konvensional, sehingga meningkatkan keandalan sistem di area yang penuh dengan interferensi elektromagnetik. Penelitian ini belum mengeksplorasi bagaimana sistem PoF dapat diterapkan di luar konteks industri, seperti pemantauan pergerakan tanah yang memiliki kebutuhan daya berkelanjutan dan kondisi lingkungan yang lebih bervariasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Setiono dkk (2023), mengembangkan dan menerapkan ekstensometer kawat berbasis optik untuk mengukur dan memantau longsor translasi di daerah rawan. Penelitian ini menunjukkan ekstensometer kawat memiliki kinerja yang positif dan mampu mendeteksi pergeseran tanah. Pada penelitian ini masih menggunakan panel surya sebagai sumber utama untuk suplai daya. Meskipun teknologi ini bekerja dengan baik pada kondisi tertentu, kerentanannya terhadap pencurian, khususnya baterai, serta kebutuhan perawatan yang kompleks, menjadi tantangan signifikan dalam implementasinya di lapangan.

Pengaplikasian sistem PoF untuk pemantauan geoteknik khususnya untuk pemantauan perubahan kemiringan tanah menggunakan sensor tilt meter belum dilakukan. Sebagai satu dari banyaknya faktor krusial dalam mendeteksi perubahan kemiringan yang bisa menjadi pemicu dalam bencana seperti longsor, sensor tilt meter membutuhkan suplai daya yang stabil dan berkelanjutan di lingkungan yang sering kali terpencil dan sulit diakses. Sistem PoF memiliki potensi besar dalam mengatasi

permasalahan ini, tetapi belum ada studi mendalam tentang bagaimana teknologi ini dapat diintegrasikan pada pemantauan geoteknik khususnya pemantauan perubahan kemiringan tanah. Pada penelitian ini, penerapan sistem PoF menggunakan serat optik yang tersedia secara komersial yang umum digunakan. Implementasi tersebut bertujuan untuk memasok daya ke sistem tiltmeter untuk memantau kemiringan lereng. Menggunakan *High Power Laser Source* (HPLS) mengacu pada perangkat laser berdaya tinggi, digunakan sebagai sumber daya, juga menggunakan perangkat *photovoltaic* untuk melakukan konversi energi cahaya menjadi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa sistem dalam mentransmisikan daya secara efisien dan stabil, serta keberlanjutan sistem pemantauan jarak jauh. Selain itu, pengujian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sistem PoF dapat mendukung pengoperasian sensor.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini ditujukan guna mengembangkan sistem transmisi daya berbasis laser menggunakan serat optik sebagai media transmisi untuk mendukung pengoperasian sensor tilt meter dalam pengaplikasiannya pada pemantauan kemiringan lereng yang dapat menjadi pemicu terjadinya bencana longsor.

Temuan dari penelitian ini harapannya bisa bermanfaat untuk menyediakan solusi suplai daya berbasis *Power over Fiber* (PoF) yang andal dan efisien untuk mendukung pemantauan perubahan kemiringan lereng menggunakan sensor tiltmeter.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi pengembangan sistem transmisi daya berbasis *Power over Fiber* (PoF) yang diaplikasikan untuk mendukung sensor tilt meter dalam pemantauan perubahan kemiringan lereng. Penelitian ini melibatkan perancangan sistem PoF, analisis kinerja sistem dalam menghasilkan daya listrik dari proses konversi daya optik, serta penerapannya pada sensor tilt meter. Batasan penelitian yang ditetapkan agar penelitian lebih terarah dan sesuai tujuannya yaitu :

1. Sumber daya optik menggunakan laser diode inframerah sebagai sumber utama.
2. Perangkat *photovoltaic* yang digunakan adalah AFBR-POC206L sebagai konverter yang akan mengkonversi daya optik menjadi daya listrik.
3. Serat optik yang dipergunakan yakni serat optik multimode dengan panjang 4 km.
4. Pengujian dilakukan pada sensor tiltmeter untuk mengukur kemiringan lereng dalam skenario pemantauan geoteknik.
5. Sistem difokuskan pada suplai daya jarak jauh, tidak mencakup transmisi data dari sensor yang digunakan.
6. Evaluasi kinerja dilakukan dalam skala laboratorium, tidak mencakup uji langsung di lapangan.
7. Penggunaan PoF difokuskan pada suplai daya jarak jauh, tidak mencakup transmisi data melalui serat optik.

Dengan ruang lingkup dan batasan penelitian yang ditetapkan, penelitian ini harapannya dapat berfokus terhadap tujuan utama, yaitu menghasilkan sistem PoF yang efisien, stabil, dan dapat diandalkan untuk mendukung operasional sensor tiltmeter.

