

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Observasi satwa liar merupakan metode penting dalam konservasi lingkungan, di mana data tentang keberadaan, kebiasaan, dan pergerakan spesies hewan dikumpulkan untuk mendukung pengambilan keputusan yang berbasis bukti [1]. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah kamera jebak (*camera trap*), yang memungkinkan pengambilan gambar atau video hewan secara otomatis dalam habitat aslinya tanpa mengganggu aktivitas mereka [2]. Kamera ini sangat berguna untuk memantau spesies yang sulit diamati langsung, terutama di area yang sulit diakses atau memiliki visibilitas rendah [3].

Kamera jebak konvensional biasanya diaktifkan oleh sensor inframerah pasif (PIR) dan bekerja selama berhari-hari atau bahkan berminggu-minggu di lapangan. Kamera akan merekam gambar atau video saat ada pergerakan di sekitarnya [4]. Kendala utama operasional di lapangan seringkali bersumber pada manajemen daya. Kamera yang bekerja terus-menerus membutuhkan suplai energi yang stabil. Penggunaan baterai sekali pakai tidak hanya tidak efisien secara logistik karena sulitnya akses medan, tetapi juga kurang ramah lingkungan untuk kawasan konservasi. Oleh karena itu, integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off-Grid* menjadi solusi paling rasional untuk menjamin keberlangsungan daya perangkat secara mandiri di lokasi terpencil tanpa ketergantungan pada penggantian baterai manual secara rutin [5]. Masalah umum yang sering terjadi adalah kamera tidak lagi berfungsi karena kehabisan baterai atau memori, dan hal ini baru diketahui setelah kunjungan lapangan dilakukan secara manual, yang biasanya dilakukan setiap 3–4 minggu [6].

Kondisi tersebut menjadi kendala nyata di lokasi dengan medan ekstrem seperti Taman Nasional Ujung Kulon (TNUK). Sebagai habitat terakhir Badak Jawa, aksesibilitas yang sangat rendah di Taman Nasional Ujung Kulon (TNUK) sering menyebabkan kerusakan teknis atau habisnya daya pada kamera jebak tidak terdeteksi secara dini oleh petugas. Akibatnya, terjadi risiko kehilangan data pemantauan populasi satwa penting dalam periode waktu yang cukup lama [8]. Oleh karena itu, diperlukan integrasi teknologi jaringan sensor nirkabel yang mampu memberikan informasi status perangkat secara jarak jauh untuk memastikan kontinuitas data di kawasan konservasi terpencil [7].

Untuk mengatasi hambatan tersebut, teknologi komunikasi nirkabel berbasis *Long Range* (LoRa) menawarkan solusi strategis. LoRa dirancang untuk komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya yang sangat rendah, sehingga sangat ideal untuk perangkat bertenaga baterai di area tanpa infrastruktur sinyal seluler [10]. Dengan mengintegrasikan mikrokontroler ESP32-S3 yang memiliki fitur manajemen daya yang efisien dan modul transmisi LoRa, status baterai dan memori kamera dapat dipantau dari jarak jauh tanpa harus mendatangi lokasi fisik kamera secara rutin [9].

Meskipun penelitian [11] telah menggunakan LoRa dan ESP32-CAM, sistem tersebut masih berfokus pada pemantauan status teknis perangkat dengan performa pemrosesan yang terbatas. Penelitian ini melakukan pengembangan lebih lanjut dengan menggunakan ESP32-S3 yang memiliki manajemen daya dan akselerasi pemrosesan citra yang lebih unggul. Perbedaan utama terletak pada optimasi pengiriman gambar melalui mekanisme fragmentasi data (*chunking*) untuk mengatasi keterbatasan *bandwidth* LoRa, serta penggunaan modul Ebyte E220 yang lebih handal. Dengan demikian, sistem ini lebih difokuskan pada stabilitas transmisi visual satwa di medan dengan vegetasi padat seperti Taman Nasional Ujung Kulon (TNUK).

Penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem monitoring kamera jebak berbasis ESP32-S3 dan LoRa. Sistem ini diharapkan dapat meminimalkan hilangnya data akibat kegagalan perangkat yang tidak terdeteksi, mengoptimalkan jadwal perawatan di lapangan, serta meningkatkan efisiensi operasional pemantauan satwa liar di medan sulit seperti Ujung Kulon. Melalui implementasi ini, diharapkan manajemen konservasi dapat merespons kendala teknis di lapangan dengan lebih cepat dan akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Adanya kebutuhan suatu sistem kamera pengawas untuk mendeteksi data yang akurat menggunakan sensor PIR dan *thermal*. Yang didukung dengan sistem catu daya mandiri menggunakan PLTS *off-grid* untuk mendukung operasional di lokasi terpencil dan medan yang sulit.
- b. Adanya kebutuhan sistem monitoring jarak jauh untuk memberikan notifikasi dan pengiriman gambar secara *real-time*.

1.3 Tujuan Penelitian

Merancang sistem kamera pengawas berbasis ESP32-S3 yang diaktifkan oleh sensor gerak dan sensor *thermal*, dengan komunikasi nirkabel menggunakan LoRa Ebyte E220-900T22D untuk pengiriman data serta memberikan notifikasi secara *real-time* kepada pengguna, dengan dukungan sumber daya mandiri berbasis PLTS *off-grid*.

1.4 Batasan Masalah

Lingkup batasan masalah dalam tugas akhir ini dibatasi pada:

- a. Sistem hanya mengirimkan gambar, bukan video, dari ESP32-S3 yang memiliki kamera ke Telegram.
- b. Komunikasi nirkabel menggunakan modul LoRa Ebyte dengan topologi *point-to-point* (satu pengirim, satu penerima) dengan *settingan* LoRa bersifat *default*.
- c. Kamera hanya diaktifkan berdasarkan deteksi gerakan dari sensor PIR dan perubahan suhu $> 1,5^{\circ}\text{C}$.
- d. Sistem tidak memonitor status baterai dan penyimpanan secara detail, fokus pada pengambilan gambar dan pengiriman data.
- e. Sistem menggunakan PLTS *off-grid* sebagai sumber energi utama, sehingga performa sistem tergantung pada intensitas cahaya matahari.
- f. Proyek ini dibatasi pada *prototipe* skala kecil dan belum diterapkan pada lingkungan satwa liar secara langsung.
- g. Pengiriman gambar dilakukan menggunakan mekanisme fragmentasi data (*chunking*) akibat keterbatasan *bandwidth* LoRa.

1.5 Metode Penyelesaian Masalah

Agar perancangan dan penelitian ini mendapatkan data yang akurat dan objektif, sehingga data tersebut dapat dijadikan acuan perancangan alat yang lebih terarah, maka diperlukan metode penelitian. Metode - metode yang dilakukan selama pelaksanaan proposal, yaitu:

- a. Studi Literatur dan Studi lapangan

Studi literatur dan studi lapangan adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data, membaca dan mencatat, serta mengelola bahan penelitian. Desain – desain yang sudah dilakukan sebelumnya menjadi referensi dalam perancangan sistem monitoring kamera pengawas dengan komunikasi LoRa.

b. Perancangan Dan Implementasi

Perancangan dan implementasikan untuk membuat desain sistem kelistrikan dalam perancangan sistem monitoring kamera pengawas dengan komunikasi LoRa.

c. Pengujian Dan *Troubleshooting*.

Metode ini digunakan untuk melakukan pengujian pada perancangan sistem monitoring kamera pengawas berbasis komunikasi LoRa. Apabila terjadi kendala, dilakukan proses *troubleshooting* untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan permasalahan yang muncul. Tahapan pengujian meliputi pengujian tiap komponen secara individual, pengujian keakuratan respons sensor, serta pengujian fungsionalitas sistem secara keseluruhan.

d. Analisis dan Penyempurnaan

Analisis merupakan pengujian seberapa besar kinerja dari model sistem yang telah dirancang. Jika terjadi ketidaksempurnaan maka akan segera dilakukan perbaikan.

e. Penulisan laporan

Tahapan ini merupakan proses penyusunan dokumentasi tertulis yang menyajikan seluruh hasil perancangan, implementasi, serta data dari percobaan yang telah dilakukan. Penulisan ini disusun secara sistematis sebagai laporan Tugas Akhir, yang mencakup analisis hasil pengujian, kesimpulan dari kinerja sistem monitoring kamera berbasis LoRa, serta saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut di masa depan.

