

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem monitoring lingkungan berbasis ESP32 dan LoRa berhasil dibangun dengan dukungan panel surya 30 Wp, baterai 12V 7,5Ah, dan SCC PWM sebagai sumber daya mandiri sehingga sistem dapat beroperasi secara kontinu tanpa ketergantungan jaringan listrik.
2. Sensor-sensor bekerja dengan baik sesuai fungsinya, yaitu MH-Z19 untuk mengukur konsentrasi CO₂, ZH03B untuk mendeteksi partikel debu PM2.5, DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, serta sensor berbasis LM2904 untuk mendeteksi tingkat kebisingan lingkungan. Data yang diperoleh terbukti akurat dan konsisten dalam pengujian lapangan.
3. Komunikasi data menggunakan LoRa E220-400T22D berjalan dengan stabil pada jarak efektif kurang lebih 500 meter dalam kondisi area terbuka. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu beroperasi di wilayah tanpa akses internet dengan tetap menjaga keandalan transmisi data.
4. Visualisasi data menggunakan platform IoT ThingSpeak dapat menampilkan informasi CO₂, PM2.5, suhu, kelembapan, dan kebisingan secara real-time dalam bentuk grafik yang responsif, serta data dapat tersimpan dalam format CSV otomatis untuk analisis jangka panjang.
5. Hasil pengujian sistem daya menunjukkan kinerja panel surya 30 Wp cukup mendukung operasional sistem selama 24 jam penuh. Saat siang hari panel mampu mengisi baterai dengan baik, dan pada malam hari beban tetap dapat disuplai oleh baterai sehingga sistem bekerja tanpa gangguan.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan telah terbukti mampu melakukan monitoring parameter lingkungan secara real-time, mandiri, hemat energi, dan dapat diakses dengan mudah. Implementasi ini dapat menjadi solusi praktis untuk

pemantauan kualitas udara dan kebisingan yang membutuhkan sistem monitoring berkelanjutan dengan dukungan energi terbarukan.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan implementasi sistem monitoring lingkungan berbasis ESP32, LoRa E220-400T22D, dan dukungan panel surya 30 Wp, beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Optimalisasi Jarak Komunikasi LoRa

Hasil pengujian menunjukkan jangkauan komunikasi efektif LoRa hanya sekitar 500 meter di kondisi terbuka. Untuk meningkatkan jarak, dapat digunakan antena dengan gain lebih tinggi, penyesuaian parameter modulasi LoRa, atau penempatan node di posisi yang lebih strategis.

2. Penambahan Kapasitas Sistem Daya

Walaupun panel surya 30 Wp dan baterai 12V 7,5Ah cukup untuk mendukung operasional 24 jam, pada kondisi cuaca mendung kapasitas tersebut mungkin kurang optimal. Oleh karena itu, penggunaan panel dengan daya lebih besar atau sistem baterai tambahan disarankan untuk menjamin kestabilan suplai energi.

3. Penambahan Sensor penting

Agar data CO₂, PM2.5, kelembapan, dan kebisingan sangat berguna untuk Monitoring Lingkungan, bisa ditambahkan sensor lain yang berguna untuk pemantauan lingkungan.

4. Pengembangan Sistem Multi-node

Untuk implementasi yang lebih luas, sistem dapat dikembangkan menjadi jaringan monitoring dengan banyak node LoRa yang mengirimkan data ke satu gateway, sehingga cakupan area pemantauan menjadi lebih besar.

5. Penyimpanan Data Lokal

Untuk mengantisipasi kegagalan komunikasi, disarankan menambahkan fitur penyimpanan data lokal menggunakan SD card, sehingga data tetap aman dan dapat disinkronkan ke server saat koneksi kembali normal.