

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring lingkungan berbasis ESP32 dan LoRa berhasil direalisasikan dengan dukungan panel surya 30 Wp, baterai 12V 7,5Ah, serta SCC tipe PWM sebagai sumber daya mandiri, sehingga sistem dapat beroperasi secara berkelanjutan tanpa ketergantungan jaringan listrik eksternal.
2. Seluruh sensor bekerja sesuai fungsi masing-masing, yaitu SEN0564 untuk mendeteksi gas CO, SEN0574 untuk mengukur konsentrasi NO₂, PMS5003 untuk mendeteksi partikel debu PM2.5, serta DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan. Hasil pengukuran menunjukkan data yang diperoleh akurat dan konsisten saat pengujian lapangan.
3. Transmisi data menggunakan LoRa E220-400T22D berjalan stabil dengan jarak efektif sekitar 500 meter pada kondisi area terbuka. Hal ini membuktikan sistem mampu digunakan di wilayah tanpa akses internet dengan tetap menjaga keandalan komunikasi data.
4. Data hasil pemantauan dapat divisualisasikan secara real-time melalui platform IoT sehingga parameter CO, NO₂, PM2.5, suhu, dan kelembapan ditampilkan dalam bentuk grafik interaktif. Selain itu, data juga tersimpan otomatis dalam format CSV untuk keperluan analisis lebih lanjut.
5. Hasil pengujian sistem daya menunjukkan bahwa panel surya 30 Wp mampu mendukung operasional sistem selama 24 jam penuh. Pada siang hari panel efektif mengisi baterai, sementara pada malam hari beban tetap dipasok oleh baterai sehingga sistem dapat bekerja tanpa gangguan.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan terbukti mampu melakukan pemantauan kualitas udara dan kondisi lingkungan secara real-time, mandiri, hemat

energi, serta mudah diakses. Implementasi ini memberikan solusi praktis untuk monitoring lingkungan berkelanjutan dengan dukungan energi terbarukan.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem monitoring lingkungan berbasis ESP32, LoRa E220-400T22D, serta dukungan panel surya 30 Wp, maka beberapa saran pengembangan ke depan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Optimalisasi Jarak Komunikasi LoRa

Uji coba menunjukkan jangkauan komunikasi efektif LoRa sekitar 500 meter pada kondisi terbuka. Untuk memperluas jarak komunikasi, dapat dilakukan penggunaan antena dengan gain lebih tinggi, pengaturan ulang parameter modulasi LoRa, atau penempatan node pada lokasi yang lebih strategis.

2. Peningkatan Kapasitas Sistem Daya

Meskipun kombinasi panel surya 30 Wp dan baterai 12V 7,5Ah sudah mampu mendukung operasi sistem selama 24 jam, pada kondisi cuaca mendung kapasitas tersebut berpotensi tidak mencukupi. Oleh karena itu, disarankan penambahan kapasitas panel atau baterai agar kestabilan suplai energi tetap terjaga.

3. Penambahan Jenis Sensor

Saat ini sistem memanfaatkan sensor SEN0564 untuk CO, SEN0574 untuk NO₂, PMS5003 untuk PM2.5, dan DHT22 untuk suhu serta kelembapan. Ke depan, dapat ditambahkan sensor lain seperti SO₂, O₃, atau sensor intensitas cahaya untuk memperluas parameter pemantauan kualitas lingkungan.

4. Pengembangan Sistem Multi-node

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

5. Penyimpanan Data Lokal

Sebagai antisipasi jika terjadi gangguan komunikasi, sistem sebaiknya dilengkapi dengan fitur penyimpanan lokal menggunakan SD card. Dengan

cara ini, data tetap tersimpan aman dan dapat disinkronkan kembali ke server ketika koneksi sudah normal.