BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem *Smart Classroom* berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan NodeMCU dan aplikasi Blynk mampu berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan desain. Sistem ini dapat memantau suhu dan kelembapan, mendeteksi gas berbahaya secara waktu nyata (*real-time*), serta mengendalikan perangkat elektronik seperti lampu dan kipas, baik secara otomatis maupun manual melalui aplikasi Blynk.

Di samping kontribusi teknisnya, purwarupa *Smart Classroom* ini menawarkan manfaat pendidikan yang substansial untuk mendukung kegiatan belajar mengajar. Salah satu keuntungan paling signifikan adalah pengurangan beban kerja guru. Pada kelas tradisional, guru harus mengelola kondisi lingkungan secara manual—menyalakan atau mematikan lampu dan kipas, memeriksa suhu ruangan, memantau ventilasi, dan memastikan perangkat tidak dibiarkan menyala setelah kelas usai. Tugas-tugas ini, meskipun sederhana, terakumulasi sepanjang hari sekolah dan menambah beban kognitif guru. Melalui kontrol lingkungan otomatis dan pemantauan waktu nyata, sistem *Smart Classroom* mengeliminasi banyak tugas repetitif tersebut. Guru dapat lebih fokus pada penyampaian instruksional, interaksi kelas, dan keterlibatan siswa, daripada menghabiskan waktu mengelola kondisi fisik kelas.

Sistem ini juga mengurangi risiko keselamatan bagi siswa dan staf. Integrasi sensor gas MQ-2 menyediakan pemantauan kontinu terhadap gas berbahaya seperti asap atau kebocoran LPG, yang memicu peringatan instan melalui aplikasi Blynk. Deteksi waktu nyata ini secara signifikan menurunkan risiko bahaya keselamatan yang tidak terdeteksi, yang sangat krusial di sekolah-sekolah yang kekurangan personel keselamatan khusus atau infrastruktur pemantauan. Selain itu, sensor pintu magnetik meningkatkan keamanan dengan memberikan notifikasi instan saat pintu kelas dibuka. Fitur ini membantu guru menjaga kesadaran akan akses ruangan, mencegah masuknya pihak yang tidak berwenang, dan meningkatkan keselamatan kelas secara keseluruhan. Secara kolektif, manfaat pendidikan ini menunjukkan bahwa sistem *Smart Classroom* bukan hanya peningkatan teknologi, tetapi juga solusi praktis yang meningkatkan efisiensi guru, memperbaiki manajemen keselamatan, dan mendukung lingkungan belajar yang lebih kondusif.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen, termasuk sensor DHT11, sensor MQ-2, dan modul relai, beroperasi dengan tingkat respons yang cepat dan akurat. Sistem ini juga mampu memberikan notifikasi keselamatan ketika kondisi abnormal terdeteksi, seperti kenaikan suhu, kebocoran gas, atau aktivitas pintu. Secara keseluruhan, penelitian ini telah menghasilkan purwarupa *Smart Classroom* yang efisien, ekonomis, dan mudah diimplementasikan, sehingga sangat sesuai untuk lingkungan pendidikan.

5.2 Saran Pengembangan

Sebagai rekomendasi untuk pengembangan di masa depan, sistem ini dapat ditingkatkan melalui beberapa cara berikut:

- Mekanisme Logging Database: Mengintegrasikan sistem dengan database khusus—seperti Firebase, MySQL, atau InfluxDB—untuk menyimpan data sensor dan aktivitas perangkat dalam jangka panjang. Penyimpanan data jangka panjang akan memungkinkan analisis tren, evaluasi historis kondisi kelas, dan pengambilan keputusan yang lebih tepat terkait penggunaan energi, jadwal pemeliharaan, dan optimalisasi lingkungan.
- Peningkatan Akurasi Sensor: Mengganti sensor tingkat dasar seperti DHT11 dan MQ-2 dengan sensor lingkungan berpresisi tinggi (misalnya, SHT31 untuk suhu-kelembapan atau sensor berbasis NDIR untuk kualitas udara) guna meningkatkan akurasi dan mengurangi derau yang disebabkan oleh fluktuasi lingkungan.
- Integrasi Machine Learning: Menambahkan model pembelajaran mesin untuk memprediksi okupansi ruangan, mengantisipasi perubahan lingkungan, atau mengoptimalkan penggunaan kipas/lampu berdasarkan pola data historis.
- Peningkatan Konektivitas: Mengintegrasikan kapabilitas *local edge-processing* atau menggunakan mikrokontroler dengan konektivitas ganda (misalnya, ESP32 dengan Wi-Fi dan BLE) untuk meningkatkan keandalan selama pemutusan internet sementara.
- Skalabilitas: Memperluas sistem untuk mendukung penyebaran di banyak ruang kelas, *dashboard* pemantauan terpusat, dan sistem peringatan di seluruh sekolah guna mendukung manajemen institusional terhadap kenyamanan, keselamatan, dan efisiensi energi.