

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian alat pembersih panel surya otomatis yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Sistem berhasil dirancang dan dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali utama yang mengatur proses pembersihan berdasarkan dua parameter utama, yaitu konsentrasi debu PM2.5 dan penjadwalan waktu tertentu (pukul 04.00 dan 19.00 WIB).
2. Sensor GP2Y1010AU0F mampu membaca kadar debu PM2.5 secara akurat dalam berbagai kondisi lingkungan (bersih, asap rokok, pembakaran), dan dapat menjadi pemicu utama aktivasi sistem secara otomatis apabila nilai PM2.5 melebihi ambang batas $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sesuai dengan PP No. 22 Tahun 2021.
3. Modul RTC DS3231 berfungsi baik sebagai sistem penjadwalan untuk menjalankan pembersihan secara rutin tanpa perlu menunggu sensor mendeteksi debu berlebih. Hal ini membantu menjaga performa panel surya secara preventif.
4. Motor DC dan pompa air dapat dikendalikan sesuai logika otomatis, baik melalui pemicu dari sensor maupun jadwal waktu, menunjukkan respon kerja aktuator yang konsisten dalam membersihkan panel.
5. Integrasi dengan platform ThingSpeak memungkinkan data seperti waktu pembersihan, nilai PM2.5, dan status alat dikirim ke cloud secara real-time, sehingga proses pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh.
6. Efektivitas sistem dalam merespon berbagai kondisi lingkungan telah dibuktikan melalui pengujian, di mana alat hanya aktif ketika salah satu dari dua kondisi (jadwal atau PM2.5) terpenuhi, dan tetap tidak

aktif jika kondisi tidak memenuhi. Hal ini menunjukkan efisiensi logika kerja dan hemat daya.

7. Secara keseluruhan, alat ini telah berfungsi dengan baik sebagai sistem pembersih panel surya otomatis yang adaptif, efisien, dan mendukung monitoring IoT, serta memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dalam skala yang lebih besar.

6.2 SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan implementasi alat, sistem ini sudah mampu bekerja secara otomatis sesuai dengan parameter yang ditentukan. Namun, untuk meningkatkan performa, keandalan, dan skalabilitas alat di masa mendatang, terdapat beberapa saran pengembangan yang dapat dipertimbangkan sebagai berikut:

1. Evaluasi efektivitas pembersihan melalui pengukuran output listrik panel (tegangan/arus).
2. Tambahkan indikator kebersihan fisik secara langsung.
3. Tingkatkan presisi mekanik dan optimalkan daya motor.
4. Integrasikan sensor hujan untuk mencegah pembersihan saat hujan.