

## **BAB VI PENUTUP**

### **6.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem alat penyiram tanaman kelapa sawit otomatis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan Sistem Otomatis telah berhasil dirancang sebuah *prototype* sistem penyiraman otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32 (berdasarkan hasil evaluasi alternatif terbaik) yang terintegrasi dengan sensor kelembaban tanah (*Capacitive Soil Moisture Sensor*) dan sensor suhu udara (DHT11). Sistem ini mampu menggantikan proses penyiraman manual yang sebelumnya membutuhkan banyak tenaga kerja dan waktu.
2. Mekanisme Kontrol Presisi alat ini bekerja berdasarkan data riil kelembaban tanah (*Data-Driven Precision*), di mana pompa akan otomatis menyala jika kelembaban tanah di bawah 60% dan akan berhenti (*Auto-Cut off*) saat mencapai target 75%. Hal ini efektif mencegah terjadinya kelebihan kapasitas air (*over-watering*) yang dapat menyebabkan pembusukan akar pada bibit kelapa sawit.
3. Implementasi Teknologi IoT: Sistem telah dilengkapi dengan fitur Remote Monitoring melalui konektivitas Wi-Fi. Hal ini memungkinkan kepala area atau pengelola pembibitan untuk memantau kondisi suhu dan kelembaban tanah secara real-time melalui *Smartphone* atau *web dashboard* tanpa harus berada langsung di lapangan.
4. Efisiensi Operasional melalui metode *Weighted Scoring*, penggunaan alternatif sistem dengan ESP32 dan daya cadangan panel surya dinilai paling unggul untuk kondisi lapangan di PT Prima Agri Nusa karena stabilitasnya dalam menangani area lahan yang luas serta efisiensi energinya.

### **6.2. Saran**

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut agar dapat diimplementasikan secara optimal pada skala industri, disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Peningkatan Skalabilitas untuk area lahan yang sangat luas (seperti 8 hektar lahan PT Prima Agri Nusa), disarankan untuk menambah jumlah sensor tanah secara merata dengan rasio ideal 1 sensor mewakili 500-1000 bibit guna memastikan akurasi data kelembaban di seluruh blok tanaman.
2. Pemeliharaan Sensor, mengingat kondisi lingkungan pembibitan yang ekstrim, perlu dilakukan kalibrasi sensor kelembaban secara berkala dan pembersihan pada komponen output (seperti lubang pipa/keran) agar distribusi air tetap merata dan tidak tersumbat oleh kotoran.
3. Penggunaan Energi Terbarukan: Sangat direkomendasikan untuk mengimplementasikan penggunaan panel surya secara penuh sebagai sumber daya utama sistem, mengingat lokasi pembibitan yang mungkin jauh dari jangkauan instalasi listrik PLN yang stabil.
4. Fitur Notifikasi Darurat yakni penambahan fitur *failsafe* yaitu mekanisme perlindungan pada suatu sistem yang dirancang untuk secara otomatis beralih ke kondisi aman jika terjadi kegagalan fungsi, kesalahan operasi, atau gangguan eksternal yang lebih canggih, seperti notifikasi otomatis ke *Smartphone* jika pompa gagal menyala saat tanah kering atau jika terjadi kebocoran pipa, untuk meningkatkan keamanan sistem secara keseluruhan.