

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

Rancang bangun sistem pemantauan panci penguapan otomatis berbasis IoT telah berhasil dikembangkan dengan memanfaatkan sensor suhu DS18B20, curah hujan *Tipping Bucket* TB3, sensor ultrasonik JSN-SR04T serta lama penyinaran matahari. Sistem ini dirancang untuk dapat memantau dan merekam data penguapan secara *real-time* yang kemudian dikirim ke *platform* Firebase melalui koneksi internet menggunakan modul ESP32. Data yang dikumpulkan disimpan secara otomatis dan dapat diakses dari jarak jauh sehingga memberikan efektivitas dalam pengumpulan data harian tanpa perlu pemantauan manual langsung di lapangan. Perancangan perangkat keras dan perangkat lunak sistem telah diuji dan menunjukkan stabilitas serta ketepatan pembacaan dalam periode pemantauan yang telah ditentukan.

Dibandingkan dengan metode manual, sistem pemantauan ini terbukti lebih efektif dalam mendukung pengelolaan data penguapan. Data yang dihasilkan oleh sistem otomatis memiliki pola yang konsisten dengan metode konvensional dengan nilai kesalahan yang relatif kecil. Data perbandingan suhu minimum menunjukkan eror *rate* sebesar 5,58%, suhu maksimum sebesar 4,8%, curah hujan sebesar 16%, dan penguapan sebesar 11,34%. Selain itu, otomatisasi proses pengumpulan data mampu mengurangi risiko kesalahan pencatatan dan meningkatkan efisiensi waktu serta tenaga kerja. Integrasi IoT juga memungkinkan proses pemantauan dilakukan secara daring yang menjadikan sistem ini lebih adaptif terhadap kebutuhan operasional stasiun klimatologi yang memerlukan data harian yang akurat dan tepat waktu.

Implementasi algoritma *Random Forest* dalam sistem ini digunakan sebagai model prediksi penguapan berbasis data historis yang dikumpulkan dari sensor. Model dibangun menggunakan fitur suhu minimum, suhu maksimum, curah hujan, dan lama sinar matahari, termasuk juga nilai-nilai variabel pada hari sebelumnya.

Setelah dilakukan pelatihan model, diperoleh model terbaik dengan performa evaluasi yang cukup baik, ditandai dengan nilai MAE sebesar 0,542, RMSE sebesar 0,826, dan nilai R^2 sebesar 0,75. Hasil ini menunjukkan bahwa algoritma *Random Forest* mampu memberikan prediksi penguapan yang cukup akurat dan berpotensi menjadi alat bantu untuk mendukung pengambilan keputusan terkait pengelolaan data klimatologi secara lebih prediktif dan berbasis data.

Penelitian ini memiliki implikasi penting dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi proses pemantauan penguapan di lingkungan BMKG. Dengan merancang sistem pemantauan otomatis berbasis IoT, pencatatan tinggi air pada panci penguapan dapat dilakukan secara *real-time* tanpa memerlukan intervensi manual, sehingga mengurangi potensi kesalahan pencatatan dan meningkatkan keandalan data klimatologi. Selain itu, integrasi algoritma regresi linear dalam sistem ini memungkinkan prediksi penguapan dilakukan secara lebih sederhana dan efisien, memberikan peluang bagi pengambilan keputusan berbasis data yang lebih responsif, terutama dalam pengelolaan sumber daya air dan mitigasi bencana iklim.

Kontribusi utama dari penelitian ini mencakup empat aspek yaitu kontribusi teknologi melalui penerapan sistem berbasis sensor dan mikrokontroler yang terhubung ke platform digital, kontribusi ilmiah berupa penerapan algoritma *Random Forest* dalam prediksi penguapan yang dapat menjadi dasar bagi pengembangan model prediktif lainnya, kontribusi praktis melalui potensi penerapan sistem di berbagai stasiun pengamatan cuaca, serta kontribusi sosial yang mendukung perencanaan sektor pertanian, pengelolaan air, dan upaya adaptasi perubahan iklim berbasis data yang lebih akurat dan terkini.

5.2 Rekomendasi

Untuk pengembangan lebih lanjut disarankan agar uji coba lapangan dilakukan dalam jangka waktu yang lebih lama dan mencakup berbagai lokasi dengan kondisi geografis serta cuaca yang berbeda-beda. Variasi lingkungan tersebut akan memberikan gambaran yang lebih menyeluruh dan representatif terhadap performa sistem pemantauan dalam situasi nyata. Dengan cakupan data yang lebih luas dan

beragam maka validasi terhadap kestabilan sistem, keakuratan sensor, serta ketepatan model prediksi dapat dilakukan secara lebih komprehensif. Peningkatan jumlah data dari berbagai kondisi cuaca pun akan memperkaya dataset pelatihan model sehingga diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan generalisasi dari algoritma prediksi *Random Forest* dalam memperkirakan nilai penguapan secara lebih presisi dan adaptif.