

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman hias merupakan salah satu subsektor hortikultura yang memiliki potensi ekonomi dan estetika tinggi, serta semakin diminati seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kualitas lingkungan dan keindahan ruang. Di Indonesia, produksi tanaman hias terus menunjukkan pertumbuhan yang signifikan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), total produksi nasional mencapai lebih dari 1,3 miliar satuan pada tahun 2021, meningkat menjadi sekitar 1,5 miliar pada 2022, dan terus naik hingga lebih dari 1,7 miliar pada tahun 2023 (Badan Pusat Statisti, 2023). Peningkatan ini mencerminkan besarnya permintaan terhadap tanaman hias, baik untuk keperluan dekorasi, kegiatan budaya, maupun sebagai bagian dari industri kreatif. Salah satu jenis tanaman hias yang memiliki nilai artistik dan filosofi tersendiri adalah bonsai. Bonsai merupakan tanaman yang dibentuk menjadi miniatur dari pohon besar yang tumbuh di alam bebas, dan umumnya dibudidayakan dalam pot (Tosa et al., 2022). Lebih dari sekadar tanaman hias, bonsai dipandang sebagai karya seni hidup yang memerlukan pemahaman mendalam, ketekunan, dan kesabaran dalam proses pembentukannya.

Di Indonesia, Bonsai Sancang (*Premna microphylla*) menjadi salah satu jenis yang paling diminati karena nilai estetika dan ekonomisnya yang tinggi. Tanaman ini dikenal dengan daunnya yang kecil dan pertumbuhannya yang lambat namun padat. Meskipun demikian, spesies ini tergolong sensitif terhadap perubahan lingkungan mikro, seperti fluktuasi suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya, sehingga memerlukan manajemen budidaya yang cermat dan berkelanjutan.

Perawatan tanaman bonsai, khususnya jenis Sancang, memerlukan ketekunan serta pemahaman yang mendalam mengenai kebutuhan dasar tanaman seperti air, nutrisi, pencahayaan, dan keseimbangan kondisi lingkungan. Bonsai Sancang memiliki karakteristik pertumbuhan yang sensitif terhadap lingkungan, termasuk kelembapan tanah, pH tanah, dan intensitas penyinaran. Jika bonsai sancang kekurangan air, pertumbuhannya bisa terhambat, tanaman menjadi kering, dan pada

akhirnya bisa mati. Sebaliknya, jika penyiraman terlalu berlebihan, air akan menggenang di dalam pot yang dapat menyebabkan akar membusuk (Sahtyawan & Wicaksono, 2022).

Selain itu, air juga berperan penting dalam proses fotosintesis karena berfungsi sebagai reaktan utama serta media pengangkut nutrisi. Ketika air dibatasi untuk mempertahankan ukuran bonsai yang kecil, stomata cenderung menutup untuk mengurangi penguapan, yang secara tidak langsung menghambat masuknya karbon dioksida dan menurunkan efisiensi fotosintesis. Oleh karena itu, keseimbangan dalam pemberian air menjadi kunci, agar bonsai tetap tumbuh optimal tanpa kehilangan karakter bentuk miniaturnya.

Dalam praktik perawatan bonsai ini, metode penyiraman manual masih dominan digunakan. Pendekatan konvensional ini tidak hanya tidak efisien dalam hal waktu, tetapi juga rentan terhadap ketidakakuratan dalam penentuan dosis dan jadwal pemberian. Risiko ini semakin kritis dengan adanya perubahan iklim global yang menyebabkan pola cuaca semakin tidak terprediksi. Bonsai Santigi misalnya, memerlukan rentang kelembapan tanah ideal sebesar 40–60% dan pH tanah mendekati nilai optimal 6,5–7,5 untuk menjaga kesuburan dan mencegah pembusukan akar (Fahd Yusran, Dadan Nur Ramadan, 2023).

Beberapa solusi teknologi telah dikembangkan untuk mengatasi masalah ini. Namun, sistem IoT konvensional umumnya hanya mampu melakukan pemantauan (*monitoring*) tanpa dilengkapi kemampuan prediktif yang memadai. Di sinilah penerapan *Long Short-Term Memory* (LSTM) sebagai bagian dari sistem IoT menjadi relevan. Jaringan saraf tiruan ini memiliki keunggulan khusus dalam memproses data deret waktu, memungkinkan sistem tidak hanya memantau tetapi juga memprediksi kebutuhan air. Model prediktif berbasis LSTM memungkinkan pengaturan irigasi yang lebih presisi, sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien (Zaman, 2025).

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan keberhasilan sistem IoT dalam membantu pemantauan dan penyiraman otomatis tanaman hias. Sistem berbasis NodeMCU ESP8266 yang dapat memantau kelembapan tanah dan udara dengan respons cepat serta pemantauan melalui *smartphone*, sehingga

memudahkan perawat bonsai dalam mengambil keputusan kapan waktu yang tepat untuk menyiram tanaman. Sistem ini bekerja dengan waktu respons sekitar 17 detik untuk menghasilkan data pemantauan (Nugraha, 2023). Selain itu, sistem kecerdasan buatan seperti *Long Short Term Memory* (LSTM) telah digunakan untuk memberikan keputusan penyiraman secara otomatis dengan tingkat akurasi tinggi pada sistem pertanian (Wattanapanich et al., 2024).

Berdasarkan tantangan yang dihadapi dalam perawatan Bonsai Sancang, solusi yang diusulkan adalah pengembangan sistem *Internet of Things* (IoT) berbasis *Long Short-Term Memory* (LSTM) dengan pemanfaatan *multi-sensor* dan mekanisme perlindungan otomatis. Sistem ini dirancang untuk memantau parameter kritis seperti kelembapan tanah menggunakan *soil moisture sensor*, suhu dan kelembapan udara menggunakan sensor DHT22, serta intensitas hujan menggunakan *rain sensor*. Data dari sensor tersebut kemudian dianalisis oleh algoritma LSTM untuk memprediksi kebutuhan penyiraman serta melindungi tanaman dari paparan air hujan. Sebagai langkah pencegahan, sistem akan mengaktifkan penutup otomatis saat hujan terdeteksi sehingga bonsai terlindungi dari paparan air hujan yang terlalu asam, yang dapat merusak akar dan mengganggu keseimbangan nutrisi tanah. Sementara itu, penyiraman dilakukan secara otomatis untuk menjaga kestabilan kelembapan tanah pada kisaran ideal 50–70%, dengan mempertimbangkan kondisi kelembapan udara kurang dari 50% dan suhu lebih dari 30 °C. Selain implementasi sistem, penelitian ini juga melakukan pengujian kinerja model LSTM menggunakan metrik *Accuracy*, *F1-Score*, *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Root Mean Square Error* (RMSE), serta pengujian fungsionalitas sistem untuk memastikan seluruh komponen perangkat keras maupun perangkat lunak dapat bekerja sesuai kebutuhan. Dengan pendekatan ini, Bonsai Sancang diharapkan dapat tumbuh optimal meskipun terjadi perubahan iklim yang ekstrem, sekaligus mengurangi ketergantungan pada perawatan manual yang kurang efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem penyiraman dan penutup atap otomatis untuk Bonsai Sancang berbasis *Internet of Things* (IoT)?
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam sistem untuk memprediksi keputusan penyiraman Bonsai Sancang secara efektif?
3. Bagaimana kinerja algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam memprediksi keputusan penyiraman serta fungsionalitas keseluruhan sistem IoT yang dikembangkan?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang sistem *Internet of Things* (IoT) yang mampu melakukan penyiraman dan penutup atap otomatis untuk perlindungan Bonsai Sancang (*Premna microphylla*) berdasarkan data sensor secara *real-time*.
2. Mengimplementasikan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam sistem untuk memprediksi kelembapan tanah sebagai dasar pengambilan keputusan penyiraman otomatis.
3. Menguji kinerja algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) serta fungsionalitas sistem IoT yang telah dikembangkan.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pertanian berbasis IoT dan kecerdasan buatan untuk tanaman hias, khususnya bonsai.
2. Meningkatkan kualitas pertumbuhan bonsai melalui pemeliharaan otomatis berbasis data, sehingga memperpanjang umur dan memperbaiki nilai estetika tanaman.
3. Menjadi acuan untuk penelitian lanjutan terkait integrasi IoT dan model prediktif dalam bidang budidaya tanaman skala kecil maupun besar.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian, batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada tanaman bonsai jenis Sancang (*Premna microphylla*) sebagai objek utama.
2. Penelitian ini difokuskan pada bonsai Sancang berukuran mini hingga kecil yang ditanam pada pot berdiameter sedang sesuai objek penelitian.
3. Sensor yang digunakan terbatas, hanya menggunakan sensor kelembapan tanah, sensor DHT22 dan sensor hujan
4. Sistem IoT dikembangkan menggunakan *mikrokontroller* NodeMCU ESP32 dengan komunikasi berbasis WiFi.
5. Model prediksi kebutuhan penyiraman menggunakan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) yang dilatih berdasarkan data sensor lokal dan historis.
6. Lingkungan pengujian dilakukan dalam kondisi semi-terkontrol di ruang terbuka dengan paparan perubahan cuaca yang terjadi secara alami.
7. Aspek pemeliharaan lainnya seperti pemangkasan, pengendalian hama dan pemupukan tidak termasuk dalam lingkup penelitian ini.