

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor pertanian yang penting, terutama di negara-negara penghasil utama seperti Indonesia dan Malaysia. Sebagai salah satu komoditas ekspor terbesar, kelapa sawit memberikan kontribusi signifikan terhadap ekonomi nasional. Namun, tantangan besar seperti manajemen lahan, efisiensi produksi, dan keberlanjutan lingkungan masih menjadi perhatian utama dalam industri ini. Untuk mengatasi berbagai tantangan tersebut, teknologi *Internet of Things (IoT)* mulai banyak diterapkan, memberikan solusi cerdas dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi di sektor perkebunan kelapa sawit. Di era digital saat ini, teknologi *Internet of Things (IoT)* menawarkan solusi inovatif untuk monitoring lingkungan secara *real-time*, yang dapat diintegrasikan ke dalam program pengembangan petani sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan *IoT* dalam monitoring parameter lingkungan seperti kelembaban tanah, suhu udara, curah hujan, dan kadar CO₂, guna mendukung praktik pertanian yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Penerapan *IoT* untuk *monitoring* lingkungan dalam perkebunan sawit sangat mendesak karena industri ini berkontribusi terhadap sekitar 60% produksi minyak sawit dunia (menurut data FAO 2022, Indonesia memproduksi 47 juta ton minyak sawit mentah per tahun). Namun, praktik pertanian tradisional sering kali tidak optimal, menyebabkan kerugian ekonomi dan lingkungan.

Berdasarkan perkembangan teknologi saat ini, parameter lingkungan seperti kelembaban tanah, suhu udara, dan curah hujan dapat dikendalikan melalui

sistem penyiraman otomatis yang dikenal dengan konsep *Internet of Things (IoT)*. Teknologi *IoT* memungkinkan berbagai perangkat untuk saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet. Penerapan teknologi ini mampu mengubah sistem pertanian, khususnya dalam pengelolaan irigasi tanaman, tanpa mengharuskan pengguna berada langsung di lokasi perangkat. Dengan demikian, teknologi ini menjadi solusi efektif dalam menjaga kondisi kelembapan tanah secara optimal.

Penerapan *IoT* dalam sektor pertanian tidak hanya memberikan manfaat dari sisi ekonomi, tetapi juga berkontribusi dalam menjaga keberlanjutan lingkungan. Melalui sistem pemantauan yang lebih akurat dan terintegrasi, upaya mitigasi terhadap perubahan iklim serta penerapan praktik pertanian ramah lingkungan dapat dilakukan secara lebih efektif. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan daya saing petani kelapa sawit di pasar global.

Teknologi ini juga memungkinkan pengelola perkebunan untuk mengambil keputusan secara cepat dan tepat berdasarkan data yang diperoleh dari perangkat *IoT*. Contohnya, sistem dapat secara otomatis memberikan respons seperti melakukan penyiraman pada tanaman yang mengalami kekurangan air atau mengidentifikasi kendala dalam proses distribusi hasil panen. Selain itu, penerapan teknologi ini juga mendukung terbentuknya sistem pelaporan berbasis data yang lebih akurat, dapat diakses secara *real-time*, serta sangat membantu dalam proses pengambilan keputusan strategis oleh pihak manajemen.

Saat ini, sebagian besar petani sawit di Indonesia masih mengandalkan metode manual untuk *monitoring* lingkungan, seperti pengukuran manual atau

pengamatan visual, yang kurang akurat dan efisien. Hal ini menyebabkan produktivitas rendah, kerugian akibat hama dan cuaca ekstrem. Penelitian ini dapat memberikan bukti empiris tentang efektivitasnya dalam meningkatkan efisiensi sumber daya. Selain itu, penelitian ini akan mengidentifikasi tantangan seperti keterbatasan infrastruktur internet di daerah pedesaan (hanya 60% desa terjangkau 4G, data Kemkominfo 2023) dan biaya implementasi, serta mengusulkan model integrasi yang sesuai untuk program pengembangan petani sawit. Hasilnya diharapkan berkontribusi pada inovasi pertanian berkelanjutan, mengurangi risiko lingkungan, dan meningkatkan kesejahteraan petani, yang pada akhirnya mendukung ketahanan pangan nasional.

Meskipun digitalisasi memberikan berbagai manfaat serta potensi besar dalam mendorong modernisasi sektor kelapa sawit, penerapannya di lapangan masih menghadapi berbagai kendala, khususnya di kalangan petani swadaya dan koperasi lokal. Beberapa hambatan utama yang dihadapi antara lain keterbatasan infrastruktur teknologi di wilayah pedesaan serta kurangnya pelatihan yang tepat sasaran bagi para petani.

Sebagian besar petani kelapa sawit di Indonesia masih mengandalkan metode konvensional dalam mengelola lahan dan hasil panennya. Selain itu, tingkat pemahaman dan keterbiasaan terhadap penggunaan teknologi modern masih tergolong rendah. Hal ini terlihat dari belum optimalnya pemanfaatan teknologi seperti aplikasi keuangan digital, sistem navigasi berbasis *Global Positioning System (GPS)* untuk pertanian, maupun sistem pemantauan berbasis *online*.

Penerapan *Internet of Things (IoT)* Untuk *Monitoring* Lingkungan Pada Program Pengembangan Petani Sawit ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana inovasi teknologi *IoT* dapat mendukung pertanian berkelanjutan. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan rekomendasi strategis yang bermanfaat bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan lainnya dalam mendorong adopsi teknologi *IoT* untuk memaksimalkan potensi sektor pertanian. Melalui pendekatan holistik, penelitian ini akan mengkaji berbagai aspek yang memengaruhi keberhasilan implementasi *IoT*. Fokus penelitian meliputi efisiensi penggunaan sumber daya, peningkatan produktivitas, pengurangan dampak lingkungan, serta pemberdayaan petani dalam memanfaatkan teknologi *IoT*. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi pembangunan pertanian.

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan "Penerapan *Internet of Things (IoT)* Untuk *Monitoring* Lingkungan Pada Program Pengembangan Petani Sawit". Penerapan ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif untuk mendukung efisiensi penggunaan sumber daya, peningkatan produktivitas, pengurangan dampak lingkungan, serta pemberdayaan petani dalam memanfaatkan teknologi *IoT*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja tantangan yang dihadapi dalam penelitian ini?
2. Bagaimana *IoT* dapat diimplementasikan untuk meningkatkan efektivitas dari penelitian ini?
3. 3. Apa yang diperoleh petani sawit dari penerapan teknologi *IoT*?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan terfokus, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas penerapan *IoT* untuk *monitoring* lingkungan berupa suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah pada lahan perkebunan sawit. Parameter lingkungan lain seperti intensitas cahaya, atau kualitas udara tidak dibahas secara mendalam.
2. Sistem *IoT* yang digunakan dibatasi pada perangkat sensor berbasis mikrokontroler (misal: Arduino/ESP32) yang terhubung ke jaringan internet menggunakan modul WiFi. Penggunaan teknologi lain seperti LoRa, Zigbee, atau GSM tidak menjadi fokus utama.
3. Penelitian ini tidak membahas aspek sosial, ekonomi, atau kebijakan terkait pengembangan petani sawit secara mendalam. Fokus penelitian hanya pada aspek teknis penerapan *IoT* untuk *monitoring* lingkungan.
4. Implementasi sistem *monitoring* lingkungan ini hanya diterapkan pada satu lokasi perkebunan sawit yang menjadi mitra program pengembangan petani sawit. Generalisasi ke wilayah lain tidak dibahas dalam penelitian ini.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji tantangan dalam *monitoring* lingkungan dikebun sawit, termasuk faktor teknis, logistik, dan lingkungan yang mempengaruhi efektivitas *monitoring*.

2. Menjelaskan implementasi dalam *monitoring* kebun sawit, serta mengidentifikasi strategi dan alat yang dapat digunakan untuk meningkatkan efektivitas *monitoring* tersebut.
3. Menganalisis manfaat yang diperoleh petani sawit dari penerapan teknologi *IoT*, termasuk dampak pada produktivitas, efisiensi operasional, dan pengambilan keputusan berbasis data.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis, antara lain:

1.5.1 Manfaat Teoritis

1. Memberikan kontribusi bagi pengembangan kebijakan pertanian berkelanjutan, dengan menawarkan pendekatan berbasis teknologi yang dapat diadopsi oleh pemerintah dan lembaga terkait.
2. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penerapan *IoT* untuk *monitoring* lingkungan pada program pengembangan petani sawit.

1.5.2 Manfaat Praktis

1. Bagi Petani sawit
 - a. Dapat memberikan wawasan tentang bagaimana teknologi *IoT* dapat meningkatkan produktivitas petani sawit melalui *monitoring* yang lebih efisien terhadap kondisi lingkungan.
 - b. Dengan pemantauan yang lebih baik, petani dapat memastikan kesehatan tanaman, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen.

2. Bagi Peneliti

- a. Menambah wawasan dan pengalaman dalam merancang dan *memonitoring* lingkungan berbasis *IoT*.
- b. Sebagai pembelajaran praktis dalam mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak untuk *monitoring* lingkungan.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika Penelitian laporan penelitian ini disusun secara sistematis untuk memudahkan pemahaman dan pembahasan. Adapun sistematika Penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah yang mendasari penelitian, rumusan masalah yang akan diselesaikan, batasan masalah agar penelitian lebih terfokus, tujuan penelitian yang ingin dicapai, manfaat penelitian baik secara teoritis maupun praktis, serta sistematika Penelitian laporan penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi penjelasan tentang *Internet of Things (IoT)*, lingkungan, sawit, mikrokontroler ESP32, serta penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian sebagai acuan dan pembanding.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai metode penelitian yang digunakan, desain sistem yang dirancang, alat dan bahan yang digunakan dalam

penelitian, diagram blok sistem, *flowchart* atau alur kerja sistem, serta tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian dari awal hingga akhir.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil implementasi *monitoring* lingkungan berbasis *IoT*, analisis data hasil pengujian sistem, pembahasan mengenai kinerja sistem meliputi akurasi deteksi dan waktu respons, serta evaluasi terhadap kelebihan dan kekurangan sistem yang telah dibangun.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian, serta saran untuk pengembangan dan perbaikan sistem di masa mendatang.