

BAB I

USULAN GAGASAN

1.1 Pengantar

1.1.1 Ringkasan Isi Dokumen

Dokumen ini membahas penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan aplikasi *mobile* dalam sistem *smart farming* untuk pemeliharaan tanaman sayur di *Rooftop* FTE. Masalah utama yang diidentifikasi adalah bagaimana mempermudah pemilik kebun dalam mengelola penyiraman, pemberian nutrisi, dan pengelolaan air secara otomatis dan efisien. Solusinya adalah mengembangkan sistem berbasis IoT yang dilengkapi dengan sensor-sensor.

Sistem ini memungkinkan otomatisasi penyiraman dan pemberian nutrisi, sehingga tanaman mendapatkan air dan nutrisi yang tepat sesuai kebutuhannya. Aplikasi *mobile* menjadi antarmuka pengguna untuk mengontrol sistem dari jarak jauh, mengurangi kebutuhan perawatan manual, dan meningkatkan produktivitas.

Analisis masalah mencakup aspek ekonomi, aspek manufakturabilitas (kemudahan produksi dan perawatan), efisiensi waktu, dan aspek keberlanjutan (penggunaan air dan pupuk yang hemat). Implementasi teknologi ini mendukung pertanian berkelanjutan dengan meminimalkan pemborosan sumber daya dan memaksimalkan hasil panen.

Kesimpulannya, proyek ini menawarkan solusi pertanian modern berbasis IoT yang meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan dalam pengelolaan kebun.

1.1.2 Tujuan Penulisan Dokumen

Tujuan penulisan dari proyek *Capstone Design 1* dengan judul "*Implementasi Teknologi IoT dan Aplikasi Mobile untuk Pemeliharaan Tanaman Sayur pada Smart Farming Rooftop FTE*" adalah untuk memenuhi syarat tugas akhir program studi S1 Teknik Telekomunikasi, serta memberikan solusi inovatif dalam bidang pertanian modern. Proyek ini bertujuan untuk mengintegrasikan teknologi *Internet of Things*

(IoT) dan aplikasi *mobile* dalam pemeliharaan tanaman sayuran di *rooftop*, guna meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan terbatas, penghematan sumber daya, serta memaksimalkan produktivitas pertanian perkotaan. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan *smart farming* yang berkelanjutan dan memberdayakan teknologi dalam pertanian di lingkungan perkotaan.

1.2 Deskripsi Masalah

1.2.1 Latar Belakang Masalah

Bercocok tanam telah menjadi kegemaran bagi banyak orang, tidak terkecuali orang yang tinggal di perkotaan. Hambatan utama bagi masyarakat perkotaan dalam bercocok tanam adalah keterbatasan lahan dan waktu. Lahan di daerah perkotaan yang semakin sempit memaksa masyarakat untuk mencari alternatif ruang, dan salah satu solusinya adalah memanfaatkan area *rooftop*. *Rooftop* kini tidak hanya menjadi tempat tambahan, tetapi juga digunakan untuk berbagai fungsi, seperti menanam tanaman menggunakan metode *polybag*, tanaman gantung, vertikultur, dan hidroponik. Lalu untuk keterbatasan waktu, melakukan penyiraman dan perawatan tanaman secara rutin menjadi tantangan, terutama bagi mereka dengan kesibukan tinggi. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan akan solusi otomatis yang dapat membantu pemeliharaan tanaman tanpa memerlukan kehadiran fisik secara terus-menerus. Selain itu, pengukuran pH media tanam secara manual dianggap tidak praktis dan kurang efisien, terutama untuk pemantauan jangka panjang. Oleh karena itu, penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan sensor pH media tanam dan aplikasi *mobile* diharapkan menjadi solusi efektif untuk memantau kondisi tanaman secara *real-time* dan menjalankan tindakan otomatis, seperti penyiraman, sehingga pemeliharaan tanaman dapat dilakukan dengan lebih optimal.

Teknologi IoT awalnya dirancang untuk meningkatkan proses bisnis di industri manufaktur. Namun, seiring perkembangannya, teknologi ini telah diterapkan di berbagai sektor, termasuk sektor-sektor penting seperti pertanian. IoT memungkinkan perangkat terhubung melalui Internet untuk melakukan aktivitas secara otomatis. Teknologi ini sangat cocok untuk diterapkan dalam pertanian modern karena membantu petani mengatasi berbagai permasalahan, seperti pemantauan

kondisi tanaman dan lingkungan. Sensor IoT dapat digunakan untuk memonitor penyakit tanaman, aktivitas hama, kesuburan media tanam, serta cuaca dan iklim. Selain itu, teknologi nirkabel memungkinkan pemantauan kondisi cuaca dan lingkungan secara lebih mudah. Peralatan berbasis IoT juga dapat mengatur pemberian nutrisi, penyemprotan pestisida, dan penyiraman secara otomatis, sehingga pemeliharaan tanaman menjadi lebih efisien dan akurat [1].

Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan solusi yang mampu memudahkan pemilik kebun dalam mengelola tanaman dari jarak jauh. Sistem otomatis ini harus bisa mendeteksi kondisi tanah dan pH media tanam serta mengatur pemberian pupuk cair secara otomatis. Sistem juga harus dapat mengisi air pada penampungan secara otomatis, sehingga beban kerja petani atau penanam menjadi lebih ringan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem *Smart Farming* berbasis IoT yang mampu memonitor dan mengontrol kondisi tanaman dengan lebih efektif [2].

Sistem *Smart Farming* yang dirancang memanfaatkan teknologi IoT secara optimal melalui fitur komunikasi, kontrol, dan *monitoring* data. Sensor pH Tanah digunakan sebagai masukan untuk mendeteksi tingkat keasaman tanah, sementara sensor *Water Level* berfungsi memantau ketersediaan air di penampungan. Semua komponen ini terintegrasi dengan aplikasi *mobile*, sehingga pengguna dapat memantau dan mengelola penyiraman serta pemupukan dari jarak jauh [2].

Berdasarkan kebutuhan tersebut, kami mengajukan *Capstone Design* berjudul “Implementasi Teknologi IoT dan Aplikasi *Mobile* untuk Pemeliharaan Tanaman Sayur pada *Smart Farming Rooftop* FTE”. Proyek ini diharapkan mampu memberikan solusi efektif bagi petani dan pemilik kebun dalam mengelola proses pertanian dengan lebih efisien. Melalui pemanfaatan teknologi sensor, sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi media tanah dan air secara *real-time* serta otomatisasi proses penyiraman dan pemupukan. Dengan adanya teknologi IoT, diharapkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian dapat ditingkatkan melalui penggunaan sumber daya yang lebih tepat sasaran. Inovasi ini juga menunjukkan pentingnya digitalisasi sektor pertanian dalam menghadapi tantangan era Revolusi Industri 4.0, di mana teknologi berperan penting dalam mendukung keberlanjutan dan efisiensi pertanian.

1.2.2 Analisa Masalah

Proyek tugas akhir yang berjudul “Implementasi Teknologi IoT dan Aplikasi *Mobile* untuk Pemeliharaan Tanaman Sayur Pada *Smart Farming Rooftop* FTE” ini merupakan salah satu inovasi yang dapat membantu masyarakat khususnya pekerja di *Rooftop* FTE untuk lebih mudah saat melakukan pemeliharaan tanaman sayur. Namun, beberapa tantangan masalah muncul dan memerlukan penyelesaian lebih lanjut. Pada analisis masalah ini, terdapat beberapa aspek yang di dalamnya akan dijelaskan sebagai berikut :

1.2.2.1 Aspek Ekonomi

Dari sisi ekonomi, penerapan teknologi IoT dalam sistem Smart Farming di *Rooftop* FTE dapat memberikan manfaat signifikan dalam jangka panjang dengan meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Penggunaan sensor dan otomatisasi memungkinkan pengelolaan sumber daya yang lebih tepat, sehingga dapat menekan biaya operasional seperti penggunaan air, pupuk, dan tenaga kerja. Meskipun investasi awal untuk pengadaan perangkat IoT, instalasi, dan pengembangan aplikasi *mobile* relatif tinggi, penghematan biaya yang diperoleh dari pengurangan penggunaan sumber daya serta pengoptimalan hasil panen dapat mengimbangi biaya tersebut. Tantangan ekonomi utama terletak pada aksesibilitas teknologi ini bagi petani dengan skala kecil, karena mereka mungkin memerlukan bantuan finansial atau subsidi untuk mengadopsi sistem yang berbasis teknologi tinggi ini.

1.2.2.2 Aspek Manufakturabilitas

Dari sisi manufakturabilitas, proyek *Smart Farming* berbasis IoT ini menggunakan komponen elektronik yang umum seperti sensor-sensor yang sudah tersedia secara luas di pasaran. Hal ini memungkinkan sistem untuk diproduksi secara massal dengan biaya yang relatif terjangkau. Namun, tantangan manufaktur terletak pada aspek integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak, serta bagaimana sistem dapat dirancang agar tahan terhadap kondisi lingkungan pertanian, seperti cuaca ekstrem dan kelembapan tinggi. Selain itu, perlu diperhatikan juga bahwa sistem ini memerlukan perawatan berkala untuk memastikan sensor tetap bekerja dengan akurat, sehingga perangkat harus mudah diakses dan diganti.

1.2.2.3 Aspek Waktu

Proyek ini memberikan solusi yang signifikan dalam hal penghematan waktu bagi para petani atau pemilik kebun. Sistem otomatisasi untuk penyiraman dan pemupukan mengurangi kebutuhan waktu yang dihabiskan untuk pemantauan manual dan perawatan rutin. Pemantauan *real-time* melalui aplikasi *mobile* memungkinkan pengguna untuk merespons kebutuhan tanaman dengan cepat, sehingga meningkatkan efisiensi pengelolaan waktu. Namun, instalasi awal dan pelatihan pengguna dalam pengoperasian sistem berbasis IoT ini mungkin membutuhkan waktu tambahan, meskipun hal ini diimbangi dengan penghematan waktu dalam jangka panjang.

1.2.2.4 Aspek Keberlanjutan

Dalam hal keberlanjutan, Smart Farming berbasis IoT mendukung praktik pertanian yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Sistem ini membantu mengurangi penggunaan air dan pupuk dengan cara memantau kondisi media tanam dan air secara tepat waktu, sehingga mencegah pemborosan sumber daya. Selain itu, sistem ini juga memungkinkan pertanian untuk lebih berkelanjutan dalam jangka panjang dengan cara meningkatkan produktivitas tanpa mengorbankan lingkungan. Namun, ketergantungan pada teknologi dan energi listrik bisa menjadi tantangan dalam memastikan keberlanjutan operasional di daerah dengan akses energi atau internet yang terbatas.

1.3 Analisa Solusi yang Sudah Ada

Berikut merupakan analisa solusi yang kami dapatkan dari berbagai referensi jurnal yang telah kami temukan. Solusi tersebut diantaranya :

1.3.1 Penyiraman Tanaman Secara Otomatis

Pada sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT, sensor digunakan untuk mendeteksi kelembapan tanah serta kelembapan suhu di lingkungan sekitarnya, yang nantinya akan memberikan informasi mengenai tingkat kelembapan dan suhu di sekitar area tersebut [1].

Penyiraman tanaman otomatis merupakan solusi inovatif yang menggunakan teknologi untuk memastikan tanaman mendapatkan air secara teratur tanpa campur

tangan manual. Sistem ini biasanya terdiri dari beberapa komponen utama, seperti sensor kelembaban tanah, kontroler, pompa air, dan jaringan irigasi. Sensor kelembaban berfungsi untuk mengukur kadar air di dalam tanah dan mengirimkan data ini ke kontroler. Ketika kelembaban tanah berada di bawah ambang batas yang ditentukan, kontroler akan mengaktifkan pompa air, sehingga air disalurkan tanaman melalui pipa atau selang. Setelah kelembaban mencapai tingkat optimal, sistem akan berhenti mengairi secara otomatis. Hal ini memastikan tanaman selalu mendapatkan jumlah air yang tepat, mengurangi pemborosan air, serta meminimalkan risiko tanaman kekeringan atau *overwatering*. Dengan menggunakan sumber daya seperti panel surya untuk tenaga dan aplikasi IoT (*Internet of Things*), pengguna dapat mengontrol dan memantau sistem ini dari jarak jauh, yang membuatnya lebih efisien dan ramah lingkungan.

Tabel 1.1 Karakteristik Penyiraman Tanaman Secara Otomatis

Keunggulan : ● Efisiensi dan otomatisasi: Sistem ini mampu menyiram tanaman secara otomatis berdasarkan kelembaban media tanam dan suhu sekitar, sehingga tidak perlu intervensi manual. Ini memberikan efisiensi waktu dan tenaga bagi pengguna. ● Real-time monitoring: Data mengenai kelembaban dan suhu tanah ditampilkan secara <i>real-time</i> melalui aplikasi, memungkinkan pemantauan kondisi tanaman secara mudah dari jarak jauh. ● Penyiraman yang presisi: Menggunakan logika <i>fuzzy</i> untuk menentukan jumlah air yang dibutuhkan (tidak menyiram, sedikit, sedang, atau banyak), yang membuat penyiraman lebih presisi sesuai dengan kebutuhan tanaman.
Kekurangan : ● Keterbatasan sensor: Akurasi sensor kelembaban dan suhu mungkin masih perlu ditingkatkan karena adanya variasi kesalahan (<i>error</i>) dalam pembacaan data, yang dapat mempengaruhi efektivitas penyiraman.

- **Ketergantungan pada koneksi internet:** Sistem berbasis IoT sangat tergantung pada stabilitas koneksi internet. Jika terjadi gangguan pada koneksi, maka sistem penyiraman mungkin tidak akan berfungsi dengan optimal.
- **Kebutuhan daya listrik:** Sistem ini memerlukan daya listrik untuk menjalankan sensor dan pompa air, sehingga kurang cocok untuk area yang terbatas dalam akses listrik.

Keterbatasan :

- **Tidak berfungsi optimal dalam kondisi cuaca ekstrem:** Kelembapan dan suhu udara bisa sangat berfluktuasi pada cuaca ekstrem, yang mungkin tidak selalu sesuai dengan logika *fuzzy* yang digunakan, sehingga penyiraman bisa tidak akurat.
- **Biaya instalasi awal:** Sistem IoT memerlukan investasi awal yang mungkin cukup mahal untuk perangkat keras seperti sensor, mikrokontroler, dan pompa air.
- **Pemeliharaan sistem:** Alat-alat berbasis IoT memerlukan pemeliharaan berkala, terutama sensor dan perangkat keras lainnya yang rentan terhadap kerusakan akibat cuaca atau lingkungan.

1.3.2 Sistem Hidroponik dengan Metode NFT

Hidroponik menggunakan *Nutrient Film Technology* (NFT) merupakan metode bercocok tanam yang mengalirkan larutan nutrisi dalam aliran tipis melalui akar tanaman, tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Sistem ini memastikan bahwa akar tanaman mendapat pasokan nutrisi, oksigen, dan air secara optimal melalui aliran larutan yang terus mengalir.

Larutan nutrisi dipompa dari tangki penyimpanan ke saluran yang dirancang untuk menampung akar tanaman. Setelah larutan melewati saluran, larutan dipompa kembali ke tangki untuk digunakan ulang. Hal ini membuat proses lebih efisien dan mengurangi jumlah limbah.

Sistem ini memungkinkan tanaman tumbuh dengan cepat dan menghasilkan tanaman berkualitas baik, menjadikannya teknik hidroponik yang unggul dan dapat diterapkan pada berbagai skala pertanian [3].

Tabel 1.2 Sistem Hidroponik dengan Metode NFT

Keunggulan : ● Efisiensi Nutrisi dan Air : Sistem NFT menggunakan larutan nutrisi yang bersirkulasi ulang, sehingga meminimalkan pemborosan air dan nutrisi. ● Pertumbuhan Tanaman yang Cepat : Akar tanaman mendapatkan oksigen, nutrisi, dan air secara langsung, sehingga mendukung pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan metode konvensional. ● Pemeliharaan yang Mudah : Struktur sistem yang sederhana memungkinkan pembersihan dan perawatan yang mudah, termasuk penggantian larutan nutrisi dan pengecekan saluran. ● Hemat Ruang : Metode ini cocok untuk lahan terbatas karena sistemnya dapat disusun secara vertikal atau horizontal dalam berbagai konfigurasi.
Kekurangan : ● Ketergantungan pada Listrik : Sistem NFT membutuhkan pompa untuk sirkulasi larutan nutrisi secara terus-menerus, sehingga sangat bergantung pada pasokan listrik. ● Sensitif terhadap Gangguan : Gangguan seperti kegagalan pompa atau pemadaman listrik dapat menyebabkan akar tanaman kekeringan dengan cepat, yang berpotensi merusak tanaman. ● Penyumbatan Saluran : Aliran larutan yang tipis dapat tersumbat oleh kotoran, lumut, atau akar tanaman yang terlalu panjang, sehingga memerlukan pemantauan dan pembersihan rutin. ● Keterbatasan Jenis Tanaman : Metode NFT lebih cocok untuk tanaman dengan akar kecil atau ringan, seperti sayuran daun. Tanaman dengan akar besar atau berat kurang cocok karena dapat menghambat aliran larutan.

Keterbatasan :

- **Ketergantungan pada Kualitas Air** : Kualitas air harus optimal untuk mencegah masalah seperti penyumbatan atau pertumbuhan lumut yang dapat mengganggu sirkulasi larutan nutrisi.
- **Biaya Awal yang Relatif Tinggi** : Investasi awal untuk membangun sistem NFT, termasuk tangki, pompa, saluran, dan sensor, dapat menjadi kendala bagi pengguna dengan anggaran terbatas.
- **Memerlukan Keahlian Teknis** : Sistem NFT memerlukan pemahaman dasar tentang cara kerja hidroponik, termasuk pengelolaan nutrisi dan perawatan alat. Hal ini bisa menjadi tantangan bagi pemula.

1.3.3 Aplikasi *Mobile* untuk Monitoring dan Manajemen Pertanian

Dalam smart farming, aplikasi *mobile* memiliki tujuan untuk membuat pengelolaan pertanian lebih mudah dengan antarmuka yang mudah digunakan. Aplikasi ini umumnya terhubung dengan berbagai sensor dipasang di media tanam untuk memantau parameter seperti suhu, pH, dan kandungan nutrisi pada air. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini ditampilkan secara *real-time* di aplikasi, memungkinkan pengguna untuk mengamati kondisi lahan secara langsung.

Selain itu, aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengatur jadwal irigasi, memantau pemupukan, dan mencatat hasil panen. Fitur notifikasi membantu memberitahu kondisi yang memerlukan tindakan, seperti air memiliki pH yang terlalu tinggi atau kekurangan nutrisi. Beberapa aplikasi bahkan menyediakan visualisasi data dalam bentuk grafik, membantu petani dalam menganalisis pola pertumbuhan tanaman.

Aplikasi *mobile* umumnya terintegrasi dengan sistem kendali otomatis yang dapat mengoperasikan perangkat seperti pompa atau katup air berdasarkan informasi yang diterima dari sensor. Hal ini memungkinkan pengguna mengelola pertanian mereka kapan saja dan di mana saja tanpa perlu hadir secara langsung [4].

Tabel 1.3 Aplikasi *Mobile* untuk Monitoring dan Manajemen Pertanian

Keunggulan :

- **Pemantauan *Real-Time*** : Aplikasi *mobile* memungkinkan pemantauan kondisi sistem hidroponik secara *real-time*, termasuk pH, suhu air, kelembapan udara, dan *Electrical Conductivity* (EC).
- **Kemudahan Manajemen** : Petani dapat mengatur jadwal pemupukan, penyiraman, atau perawatan lainnya langsung dari aplikasi tanpa perlu hadir di lokasi.
- **Efisiensi Operasional** : Dengan integrasi IoT, aplikasi dapat secara otomatis mengirimkan perintah ke pompa, ventilasi, atau sistem lain berdasarkan data sensor, mengurangi intervensi manual.
- **Aksesibilitas Jarak Jauh** : Pengguna dapat memantau dan mengontrol sistem hidroponik dari mana saja melalui perangkat *mobile*, memberikan fleksibilitas yang tinggi tanpa perlu hadir di lokasi.
- **Integrasi Data yang Terpusat** : Semua informasi mengenai kondisi dan performa sistem hidroponik dapat diakses dalam satu platform, mempermudah analisis dan pengambilan keputusan.

Kekurangan :

- **Ketergantungan pada Internet** : Sistem ini membutuhkan koneksi internet yang stabil untuk mengirim dan menerima data antara sensor, perangkat, dan aplikasi.
- **Kompleksitas Sistem** : Pengguna membutuhkan pemahaman teknis dasar tentang sistem IoT dan cara kerja aplikasi untuk memastikan sistem berjalan dengan baik.
- **Resiko Keamanan Data** : Data yang disimpan dan diakses melalui aplikasi berpotensi rentan terhadap ancaman keamanan, seperti peretasan atau kehilangan data.

Keterbatasan :

- **Keterbatasan Lingkungan Operasi** : Sistem hidroponik dengan aplikasi *mobile* dan IoT sangat bergantung pada parameter lingkungan yang stabil. Fluktuasi ekstrem, seperti suhu tinggi atau rendah, bisa mengganggu kinerja perangkat dan sensor.
- **Keterbatasan Jangkauan Jaringan** : Sistem ini sulit diimplementasikan di daerah dengan akses jaringan internet yang buruk atau tidak stabil.
- **Resiko Gangguan Teknis** : Jika perangkat keras atau lunak mengalami gangguan, seperti sensor rusak atau aplikasi *crash*, sistem mungkin tidak dapat memberikan data atau menjalankan fungsinya secara optimal.

Untuk mewujudkan sistem pemeliharaan tanaman sayur yang efisien dan berkelanjutan pada smart farming *rooftop* FTE, solusi yang diusulkan adalah penerapan teknologi IoT yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile*. Teknologi IoT memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan kadar air secara *real-time* melalui sensor-sensor yang ditempatkan di sekitar tanaman. Data dari sensor akan dikirimkan secara otomatis ke aplikasi *mobile*, yang kemudian menginformasikan pengguna mengenai kondisi tanaman dan memberikan rekomendasi tindakan yang diperlukan, seperti penyiraman, pemupukan, atau mengetahui kadar pH tanaman. Aplikasi *mobile* juga akan berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang memudahkan akses dan kontrol terhadap berbagai perangkat IoT yang terhubung, memungkinkan pengguna untuk melakukan pemeliharaan tanaman dengan lebih cepat dan tepat. Dengan solusi ini, diharapkan peningkatan efektivitas pemeliharaan tanaman dapat tercapai, serta terjadi pengurangan penggunaan air dan energi secara signifikan berkat pengaturan otomatis yang sesuai dengan kebutuhan tanaman.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem smart farming berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile* untuk mendukung pemeliharaan tanaman sayur di lingkungan *rooftop* FTE. Sistem ini dirancang untuk menjawab tantangan keterbatasan lahan dan waktu dalam kegiatan bercocok tanam di daerah perkotaan, khususnya di lingkungan kampus.

Secara khusus, tujuan dari tugas akhir ini meliputi:

- Mengembangkan sistem pemantauan suhu, pH, dan TDS media tanam secara *real-time* menggunakan sensor yang terhubung dengan mikrokontroler berbasis ESP32.
- Mengimplementasikan sistem otomatisasi pemberian air dan nutrisi berdasarkan ambang batas pH, TDS, dan suhu yang telah ditentukan.
- Mendesain dan mengintegrasikan aplikasi *mobile* Android sebagai antarmuka pengguna untuk memantau kondisi tanaman dan mengontrol sistem secara manual maupun otomatis.
- Menyimpan data pemantauan ke Firebase Realtime Database sebagai basis pengambilan keputusan serta pelaporan historis kondisi lingkungan tanaman.
- Menganalisis kinerja sistem dari aspek keandalan, efisiensi energi, efektivitas pemeliharaan tanaman, serta kemudahan pengguna dalam pengoperasian sistem.

Dengan tercapainya tujuan-tujuan tersebut, diharapkan tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan pertanian perkotaan yang lebih cerdas, efisien, dan berkelanjutan.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Untuk memastikan fokus dan ketercapaian dalam pelaksanaan proyek *Capstone Design* ini, maka ruang lingkup tugas akhir dibatasi pada aspek-aspek berikut:

- **Lokasi dan Lingkungan**

Sistem hanya diterapkan pada *rooftop* Fakultas Teknik Elektro (FTE) dengan fokus pada budidaya tanaman hidroponik selada. Sistem ini tidak dirancang untuk mendukung jenis tanaman lain yang memerlukan media tanah atau metode pertanian konvensional.

- **Teknologi IoT**

Sistem memanfaatkan sensor suhu (DS18B20), sensor pH air analog, dan sensor *Total Dissolved Solids* (TDS) untuk memantau kualitas larutan nutrisi hidroponik. Komunikasi antar perangkat dilakukan menggunakan koneksi Wi-Fi, dan tidak mencakup protokol nirkabel lainnya seperti LoRa atau ZigBee.

- **Aplikasi *Mobile***

Aplikasi pengendali hanya dikembangkan untuk platform Android, dengan fungsi utama sebagai alat monitoring kondisi larutan hidroponik dan notifikasi otomatis terkait kebutuhan perawatan tanaman. Sistem tidak mencakup pengembangan aplikasi untuk Android maupun aplikasi web.

- **Lingkup Fungsi Sistem**

Sistem yang dikembangkan hanya mendukung monitoring parameter lingkungan dan kendali manual melalui aplikasi *mobile*. Tidak terdapat fungsi otomatisasi pengelolaan nutrisi secara penuh ataupun pengambilan keputusan berbasis kecerdasan buatan (AI).

- **Waktu Implementasi**

Proyek dibatasi untuk diselesaikan dalam satu semester akademik, sehingga fitur yang dikembangkan difokuskan pada pemantauan kondisi lingkungan secara *real-time*, pengendalian perangkat secara manual, dan integrasi sistem secara fungsional tanpa perluasan ke sistem prediksi atau optimasi lanjutan.

Batasan-batasan tersebut ditetapkan untuk menjaga ruang lingkup proyek tetap realistis dan sesuai dengan sumber daya, waktu, serta kompleksitas yang tersedia dalam lingkup tugas akhir *Capstone Design* ini.