

**Sistem Kendali dan *Monitoring* Nutrisi Hidroponik dalam Rak
Hidroponik Berbeda Berbasis IoT (*Internet of Things*) untuk Desa
Cibodas Kecamatan Lembang**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh
Faisal Abu Niddal
220341030



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFaktur DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFaktur BANDUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:
Sistem Kendali dan *Monitoring* Nutrisi Hidroponik dalam Rak Hidroponik Berbeda Berbasis IoT (*Internet of Things*) untuk Desa Cibodas Kecamatan Lembang

Oleh:

Faisal Abu Niddal

220341030

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV) Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 1 Agustus 2024

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Sandy Bhawana Mulia, S.Pd., M.T.

Siti Aminah, S.T., M.T.

NIP. 198611052019031009

NIP.197408172009122001

Disahkan,

Penguji I,

Penguji II,

Penguji III,



Fitria Suryatini, S.Pd.,

Ega Mardoyo, M.Kom.

Wahyu Adhie Candra

M.T.

NIP.198612032009121006

S.T., M.Sc.

NIP.198804242018032001

NIP.197701092023211004

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Faisal Abu Niddal
NIM : 220341030
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Sistem Kendali dan *Monitoring* Nutrisi Hidroponik dalam Rak Hidroponik Berbeda Berbasis IoT (*Internet of Things*) untuk Desa Cibodas Kecamatan Lembang

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 1 – Agustus– 2024

Yang Menyatakan,

(Faisal Abu Niddal)

NIM 220341030

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Faisal Abu Niddal
NIM : 220341030
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Sistem Kendali dan *Monitoring* Nutrisi Hidroponik dalam Rak Hidroponik Berbeda Berbasis IoT (*Internet of Things*) untuk Desa Cibodas Kecamatan Lembang

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada di bawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 1 – Agustus – 2024
Yang Menyatakan,

(Faisal Abu Niddal)
NIM 220341030

ABSTRAK

Hidroponik merupakan metode menanam tanpa tanah dan memanfaatkan air dengan mengutamakan kebutuhan nutrisi pada tanaman. Kebutuhan nutrisi diberikan dari luar media tanam, sehingga setiap tanaman memerlukan perhatian khusus seperti menjaga kadar nutrisi dan nilai pH. Permasalahan petani di Desa Cibodas Kecamatan Lembang dalam memanfaatkan teknologi hidroponik yaitu pengontrolan nutrisi dan pH dilakukan manual setiap hari, sehingga setiap rak hidroponik dengan jenis tanaman berbeda memerlukan perhatian lebih. Beberapa penelitian terdahulu mengenai kendali nutrisi menggunakan metode *close loop* berbasis IoT dilakukan dengan satu jenis tanaman dalam satu rak hidroponik, oleh sebab itu, penelitian mengenai sistem kendali dan *monitoring* nutrisi hidroponik berbasis IoT dilakukan dengan jenis tanaman berbeda dalam rak hidroponik berbeda. Komponen yang digunakan adalah ESP32, sensor pH (4502C), sensor TDS (V1.0), Relay, dan *peristaltic pump*. Sistem kendali menggunakan *close loop*. Antarmuka menggunakan LCD I2C dan *mobile application* berupa kodular yang telah terhubung firebase melalui internet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi sensor pada media hidroponik satu berupa sensor pH 99.16% dan sensor TDS 98.98%, akurasi sensor pada media hidroponik dua berupa sensor pH 98.91% dan sensor TDS 99.01%. Sistem mampu mengontrol secara manual dan otomatis pada rak media hidroponik berbeda dengan jarak terjauh pengujian dilakukan pada jarak 62 KM.

Kata kunci: *Close loop, IoT, Nutrisi, pH, Sistem kendali*

ABSTRACT

Hydroponics is a method of growing plants without soil, utilizing water to meet their nutritional needs. Nutrients and pH levels must be carefully managed externally, requiring special attention for each plant. In Cibodas village, farmers face challenges with daily manual control of nutrients and pH, especially as each hydroponic rack contains different types of plants, necessitating more attention. Previous research on nutrient control with IoT-based closed-loop methods focused on a single plant type per rack. This study broadens the scope by implementing IoT-based control and monitoring systems for various plants in different hydroponic racks. The system uses components like ESP32, a pH sensor (4502C), a TDS sensor (VI.0), relays, and peristaltic pumps, all within a closed-loop control framework. The interface employs an I2C LCD and a Kodular mobile application that connects to Firebase via the internet, enabling remote monitoring and control. Testing revealed high sensor accuracy: 99.16% for the pH sensor and 98.98% for the TDS sensor in one rack, and 98.91% for pH and 99.01% for TDS in another rack. This system successfully manages nutrient levels both manually and automatically across different hydroponic racks, even at a maximum tested distance of 62 km.

Keywords: Close loop, IoT, Nutrition, pH, Control systems

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Populasi dunia yang terus bertambah akan menyebabkan peningkatan kebutuhan pangan, kebutuhan pangan harus dijaga, hal itu sesuai dengan tujuan pembangunan berkelanjutan dunia atau *SDGs(Sustainable Development Goals)* nomor dua yaitu “*zero hunger*” yang berarti pemimpin di setiap negara harus menjaga ketahanan pangan dengan berinovasi dalam memanfaatkan lahan pertanian. [1] Luas lahan pertanian di Indonesia yang semakin berkurang karena adanya pergeseran fungsi lahan pertanian menjadi kawasan perkotaan, perumahan, fasilitas industri, dan keperluan lainnya. Jawa Barat merupakan salah satu daerah yang memproduksi tanaman hortikultura tertinggi di Indonesia[2] Desa Cibodas Kecamatan Lembang merupakan wilayah penghasil tanaman hortikultura yang menerapkan budidaya tanaman organik dan konvensional, namun beberapa tempat di Desa Cibodas terjadi alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan pariwisata dan menjadikan lahan mereka sebagai penginapan atau *homestay* karena hal tersebut dinilai lebih menguntungkan, hal tersebut menyebabkan lahan pertanian semakin menyempit[2] Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya dan inovasi untuk meningkatkan produksi pertanian secara berkelanjutan. Hidroponik merupakan sebuah inovasi metode budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah (*soilless culture*) dan memanfaatkan air dengan mengutamakan kebutuhan nutrisi pada tanaman[3] Luas lahan yang terbatas mendorong inovasi budidaya tanaman melalui hidroponik. Oleh karena itu, metode hidroponik menjadi opsi pertanian yang efektif di wilayah yang memiliki luas lahan yang terbatas. Secara umum, praktek hidroponik mengutamakan penggunaan media air, di mana aspek-aspek seperti pasokan air, nutrisi tanaman, tingkat oksigen, dan tingkat pH menjadi faktor penting yang harus diperhatikan.[4] Kandungan nutrisi hidroponik seperti unsur makro dan unsur mikro harus diberikan setiap harinya dengan takaran yang sesuai karena hal tersebut akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman[5], [6].

Budidaya hidroponik memiliki berbagai jenis metode seperti teknik *wick*, *DFT(Deep Flow Technique)*, *NFT(Nutrient Film Technique)*, *aeroponics*, *aquaponics*, *vertical hydroponics*, *EBB and flow*, *Deep water culture system*, dan *drip system*. [7], [8], [9] Metode yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu metode hidroponik NFT. Metode hidroponik NFT merupakan metode tanaman yang menggunakan sistem lapisan air dangkal untuk memastikan bahwa akar tanaman mendapatkan pasokan air yang cukup. Dalam sistem ini, air bersirkulasi dan bercampur dengan larutan nutrisi, sebagian akar tanaman terendam dalam larutan nutrisi

sementara sebagian lainnya berada di permukaan larutan yang terus beredar selama dua puluh empat jam. Parameter air yang perlu diperhatikan meliputi tingkat pH, ketersediaan oksigen, pasokan air, serta suhu dan kelembaban lingkungan, semuanya dijaga sesuai dengan kebutuhan tanaman.[10], [11], [12] Air dan nutrisi yang digunakan dengan metode hidroponik NFT menjadi lebih hemat. Masyarakat awam dan petani baik skala rumahan ataupun industri menggunakan sistem hidroponik NFT karena hemat, efektif, dan efisien.

Permasalahan petani konvensional dalam memanfaatkan teknologi budidaya tanaman hidroponik yaitu dalam melakukan pengontrolan nilai kepekatan nutrisi tanaman dan tingkat keasaman (pH) dilakukan secara manual setiap hari, oleh karena itu pada tiap rak hidroponik yang memiliki jenis tanaman berbeda harus diberikan perhatian lebih. Petani konvensional mengontrol tingkat pH, nutrisi hidroponik, dan volume air secara manual, juga dalam satu siklus menanam jenis tanaman berbeda dengan mengontrol tingkat pH dan kadar nutrisi hidroponik berbeda masih dilakukan secara manual, hal tersebut dinilai kurang efektif apabila petani setiap harinya hanya melakukan pengecekan dan pengontrolan nutrisi hidroponik. Permasalahan lain yang dihadapi petani tanaman hortikultura di Desa Cibodas Kecamatan Lembang yaitu fluktuatif harga sayuran, oleh karena itu di perkebunan mitra memiliki beberapa rak hidroponik dengan tujuan melihat harga dipasar yang sesuai dengan tanaman yang ditanam, dengan demikian petani dapat menjualnya sesuai harga yang cocok dengan tanaman yang dimiliki. Namun dengan demikian karena mitra memiliki beberapa rak media hidroponik memiliki, sehingga petani memiliki beban lebih dalam melakukan perawatan media hidroponik dengan beberapa rak media hidroponik berbeda.

Penelitian ini didasarkan pada penelitian sebelumnya yang telah dimuat pada jurnal kemudian dikutip. Informasi yang telah dikutip antara lain: Menurut[13], penelitian tersebut menggunakan sistem kendali *close loop* dalam pengontrolan pupuk AB Mix pada sistem hidroponik *wick*. Namun pertumbuhan tanaman tidak terlihat optimal dan belum tentu bisa diterapkan pada jenis tanaman berbeda dengan metode hidroponik berbeda tetapi pada penelitian tersebut memiliki kelebihan bahwasannya untuk menjaga nilai kelarutan nutrisi dan tingkat oksigen harus senantiasa melakukan pengadukan pada tandon. Menurut[14], penelitian tersebut menggunakan sistem kendali *close loop* dalam pengontrolan nutrisi pH hidroponik pada sistem hidroponik NFT, mampu menghitung *flow* air yang dibutuhkan tanaman. Namun parameter terhadap tumbuhan hanya pH sehingga nilai kelarutan nutrisi tidak bisa dikontrol. Menurut[15], penelitian tersebut menggunakan metode *Multiple Linear Regression Methods* untuk metode pengambilan sensornya. Penelitian tersebut menggunakan metode hidroponik

NFT, menggunakan metode *close loop ON-OFF* untuk pengontrolan pH. Namun hasil dari tanaman tidak dijelaskan dan nilai akurasi sensor masih kecil yaitu 89,73%. Menurut[16], penelitian tersebut menggunakan metode Fuzzy Logic mamdani dengan sistem hidroponik metode *wick* menghasilkan tanaman yang dapat tumbuh optimal. Namun tidak mencantumkan akurasi sensor dan tingkat keberhasilan dalam Fuzzy Logic mamdani dan pada penelitian tersebut hanya menggunakan satu media hidroponik dalam satu siklus tanam. Menurut[17], penelitian tersebut menggunakan metode Fuzzy Logic dengan sistem hidroponik NFT menghasilkan tanaman pakcoy yang kurang cukup baik dengan nilai eror dari sensor EC atau sensor TDS sebesar 8.97% dan hanya menggunakan satu jenis tanaman dalam satu siklus tanam. Menurut[18], penelitian tersebut menggunakan metode Fuzzy Logic dengan sistem hidroponik DFRT menghasilkan Fuzzy Logic yang mampu mengatur nutrisi hidroponik dan tingkat pH. Namun nilai pH saat dilakukan *adjustment* nilai pH dan nilai TDS membutuhkan waktu yang sangat lama untuk mencapai titik yang diinginkan.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi di Desa Cibodas Kecamatan Lembang terkait produktivitas petani dalam merawat media hidroponik dan berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa belum ada yang meneliti dalam pembuatan sistem kontrol dan *monitoring* nutrisi hidroponik dengan dua buah media rak hidroponik dengan jenis tanaman berbeda dengan nilai *set point* pH dan nilai *set point* TDS berbeda menggunakan satu mikrokontroler. Oleh karena itu diperlukan alat untuk membantu petani dalam proses pengontrolan tingkat pH dan kadar nutrisi hidroponik pada tiap rak hidroponik berbeda dalam jenis tanaman berbeda dalam satu siklus tanam hidroponik secara otomatis. Pengembangan sistem kontrol dan pemantauan nutrisi hidroponik dan tingkat pH secara otomatis pada tiap rak hidroponik berbeda dengan jenis tanaman berbeda tiap siklusnya berbasis mikrokontroler menggunakan metode *close loop* dengan metode hidroponik NFT perlu diimplementasikan agar meningkatkan produktivitas petani di Desa Cibodas Kecamatan Lembang guna menyelesaikan masalah.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang sistem kontrol otomatis dan manual agar dapat menjaga nilai rentang tingkat pH dan nilai rentang tingkat nutrisi hidroponik TDS (*Total Dissolve Solid*) ?
2. Bagaimana cara merancang sistem *monitoring* nutrisi hidroponik terintegrasi dengan IoT dan *interface* ?

3. Bagaimana cara mengontrol dan *monitoring* dua buah rak hidroponik berbeda, dengan jenis tanaman berbeda, nilai pH berbeda, dengan nilai TDS berbeda dalam satu siklus tanam sama menggunakan satu mikrokontroler ?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan, agar dapat dibahas lebih dalam, oleh karena itu dibuat beberapa batasan masalah, seperti berikut ini :

1. Variabel yang dikontrol adalah TDS dan pH.
2. Metode pengontrolan yang dipakai untuk TDS dan pH adalah *close loop*.
3. Tidak membahas mengenai suhu dalam air dan suhu di lingkungan.
4. Tidak membahas apabila kondisi reservoir tidak berisi air.
5. Tidak membahas mengenai kondisi kelebihan nutrisi pada reservoir.
6. Tidak membahas mengenai tingkat pH pada ujung tanaman atau bagian tengah tanaman.
7. Pengontrolan *set point* nilai untuk nutrisi hidroponik dapat diatur melalui *interface*.
8. Teknik hidroponik yang digunakan yaitu *NFT (Nutrient Film Technique)*.
9. Jenis tanaman yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanaman sawi caisim dan tanaman selada.
10. Penelitian ini ditujukan untuk Desa Cibodas Kecamatan Lembang.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah yang telah ditentukan, maka tujuan dan manfaat dalam penelitian ini yaitu :

1. Merancang sistem kontrol yang dapat menjaga nilai rentang tingkat pH dan nilai rentang tingkat kekeruhan TDS(*Total Dissolve Solid*).
2. Merancang sistem *monitoring* nutrisi hidroponik terintegrasi dengan IoT.
3. Merancang hidroponik dengan jenis tanaman berbeda dalam rak hidroponik berbeda.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu yang berkaitan dengan penelitian, komponen dan aplikasi yang digunakan, serta melihat hasil pencapaian dan potensi pengembangan dari penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berikut perancangan domain mekanik, domain elektrik, dan domain informatika yang disertai pemodelan dan perencanaan integrasi sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi jawaban permasalahan yang dirumuskan, dan penjelasan mengenai hasil-hasil penelitian.