

Pemantauan dan Pengendalian Nutrisi pada Tanaman Hidroponik Sistem *Wick* berbasis IoT

HERI ANDRIANTO, SURYANINGSIH

Teknik Elektro, Universitas Kristen Maranatha, Indonesia
Email: heri.andrianto@eng.maranatha.edu

Received 13 Juli 2023 | *Revised* 14 Agustus 2023 | *Accepted* 28 Agustus 2023

ABSTRAK

Kebutuhan pangan yang terus meningkat, namun lahan pertanian yang semakin berkurang masih menjadi masalah. Salah satu solusi masalah tersebut yaitu dengan bercocok tanam secara hidroponik. Pada makalah ini telah dikembangkan sistem pemantauan dan pengendalian nutrisi pada tanaman hidroponik sistem wick berbasis IoT menggunakan NodeMCU. Pemantauan dan pengendalian nutrisi dilakukan melalui aplikasi smartphone android yang dibangun menggunakan MIT App Inventor. NodeMCU dan aplikasi smartphone android terhubung dengan realtime database Firebase. Pada makalah ini diamati juga hubungan antara kadar nutrisi dengan indeks klorofil daun tanaman pakcoy untuk mengetahui status nitrogen tanaman pakcoy. Dari hasil pengujian didapatkan hubungan nilai kadar nutrisi dengan indeks klorofil yaitu $y = 0.0187x + 22.654$ dengan nilai x sebagai nilai kadar nutrisi (ppm) dan y sebagai indeks klorofil (SPAD) dengan koefisien determinasi sebesar 0.9343. Error pembacaan kadar nutrisi menggunakan sensor Total Dissolved Solid (TDS) dibandingkan dengan TDS meter berkisar antara 0% sampai dengan 6%.

Kata kunci: *Firestore, hidroponik, IoT, klorofil, smartphone android*

ABSTRACT

The need for food continues to increase, but agricultural land is decreasing, which is still a problem. One solution to this problem is hydroponic farming. In this paper, a system for monitoring and controlling nutrients has been developed for wick system hydroponic plants based on IoT using NodeMCU. Nutrition monitoring and control is carried out through an android smartphone application built using the MIT App Inventor. NodeMCU and the android smartphone application are connected to the Firebase realtime database. This paper also examines the relationship between nutrient levels and the chlorophyll index of the pakcoy plant leaves to determine the nitrogen status of pakcoy plants. From the test results, it was found that the value of the nutrient content was related to the chlorophyll index, namely $y = 0.0187x + 22.654$, with the x value as the nutrient content value (ppm) and y as the chlorophyll index (SPAD) with a determination coefficient of 0.9343. The error in reading nutrient levels using a TDS sensor compared to a Total Dissolved Solid (TDS) meter ranges from 0% to 6%.

Keywords: *Firestore, hydroponics, IoT, chlorophyll, android smartphone*

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan pangan merupakan masalah yang sangat penting untuk diselesaikan karena populasi dunia yang terus bertambah **(Elsokah & Sakah, 2019) (Wan, dkk, 2019)**. Masalah yang dihadapi adalah bagaimana meningkatkan produksi pertanian dengan lahan pertanian yang semakin berkurang dikarenakan banyak lahan pertanian digunakan untuk membangun rumah, gedung perkantoran, pusat perbelanjaan, dll, sehingga mengakibatkan produksi pertanian berkurang. Salah satu solusi untuk meningkatkan produksi pertanian dengan lahan yang terbatas yaitu bercocok tanam menggunakan metode hidroponik **(Hadiatna, dkk, 2020)**.

Hidroponik mengacu pada seni menanam tanaman di air dan tanpa tanah **(Saraswathi, dkk, 2018)**. Hidroponik memiliki kebutuhan dasar yaitu media tanam, nutrisi mineral, larutan nutrisi, suhu, air, cahaya, dan udara **(Dbritto & Hamdare, 2018)**. Nutrisi untuk tanaman disuplai ke akar dalam larutan yang dapat mengalir atau statis. Hidroponik sistem *wick* merupakan sistem bercocok tanam tanpa media tanah **(Suryatini, dkk, 2021)**. Proses penanamannya dengan merendam benih terlebih dahulu lalu benih dimasukkan ke dalam *rockwool*. Setelah beberapa hari, *rockwool* dipindahkan ke *netpot* yang sudah terpasang kain *flanel* dan bak yang sudah terisi air dan nutrisi dengan takaran tertentu. *Rockwool* adalah media tanam pengganti tanah yang dapat menyerap air. Hidroponik sistem *wick* memerlukan pemantauan kadar nutrisi agar tanaman tumbuh dengan baik. Pemberian nutrisi sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, khususnya unsur hara Nitrogen yang sangat diperlukan oleh tanaman pada masa pertumbuhan **(Sulistyowati & Nurhasanah, 2021)**. Status Nitrogen berkorelasi dengan indeks klorofil **(Andrianto, dkk, 2020) (Andrianto, dkk, 2023)**, sehingga perlu diketahui hubungan antara jumlah nutrisi dengan indeks klorofil daun tanaman dan perlu diketahui grafik kondisi sebelum indeks klorofil saturasi dan menurun akibat pemberian nutrisi yang berlebihan. Kadar nutrisi dalam hidroponik dinyatakan dalam satuan *part per million* (ppm) yang diperoleh dari pembacaan sensor *Total Dissolved Solid* (TDS), TDS merupakan jumlah padatan terlarut dalam cairan **(Hamidah, dkk, 2023)**. Sensor TDS adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur jumlah partikel yang terlarut dalam air. Semakin besar nilai kadar nutrisi maka semakin keruh larutannya dan semakin tinggi klorofilnya.

IoT (*Internet of Things*) merupakan sebuah teknologi yang menghubungkan berbagai perangkat (*Things*) melalui internet. Pada dasarnya perangkat IoT mencakup sensor yang menghasilkan data, *controller* sebagai media pengumpulan data, koneksi internet sebagai media komunikasi, *server* sebagai pengumpul informasi untuk penerimaan dan analisis data dari sensor dan aplikasi pada *smartphone* sebagai *user interface* ke pengguna. IoT dapat digunakan untuk pemantauan dan pengendalian nutrisi untuk tanaman hidroponik. Integrasi teknologi IoT pada sistem pertanian hidroponik akan menjadikan sistem pertanian hidroponik menjadi lebih "pintar" **(Rayhana, dkk, 2020)**. Ada beberapa penelitian sebelumnya mengenai sistem pertanian hidroponik berbasis IoT. Christ melaporkan pengendalian *potential of hydrogen* (PH) pada sistem pemupukan tanaman hidroponik berbasis mikrokontroler AVR ATmega16 **(Christ, 2016)**. Chrisnapati melaporkan sistem manajemen dan pemantauan hidroponik untuk pertanian NFT berbasis IOT menggunakan teknologi web **(Crisnapati, dkk, 2017)**. Saraswati dkk melaporkan otomatisasi pemantauan tanaman hidroponik, otomatisasi tingkat PH, dan pemeliharaan konduktivitas listrik **(Saraswathi, dkk, 2018)**. Ivandito melaporkan sistem pengukuran kadar nutrisi, PH, dan suhu pada hidroponik secara jarak jauh **(Ivandito, 2018)**. Megawati dkk telah melaporkan pengembangan sistem monitoring suhu air dan PH pada akuaponik berbasis IoT **(Megawati, dkk, 2020)**. Izzinnahadi dkk telah melaporkan sistem pemantauan kondisi air hidroponik berbasis IoT dengan menggunakan

NodeMCU ESP8266 serta beberapa sensor seperti Sensor Ultrasonik HC-SR04, Sensor Suhu DS18B20, dan Sensor pH E-201C (**Izzinnahadi, dkk, 2021**). Purwalaksana telah melaporkan doser nutrisi otomatis untuk sistem hidroponik berbasis IoT (**Purwalaksana, dkk, 2022**). Rivaldo dkk telah melaporkan sistem *monitoring* tanaman hidroponik berbasis IoT menggunakan Restful API (**Rivaldo, dkk, 2022**). Namun penelitian sebelumnya hanya membahas sejauh mana pengendalian dan pemantauan PH, suhu, dan nutrisi dalam sistem hidroponik, belum ada yang melaporkan hubungan antara kadar nutrisi yang diberikan pada tanaman hidroponik dengan status nitrogen tanaman. Makalah ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan dan pengendalian nutrisi pada tanaman hidroponik sistem *wick* berbasis IoT. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian ini menggunakan hidroponik sistem *wick*, selain itu diamati juga hubungan antara kadar nutrisi dengan indeks klorofil yang bertujuan untuk memantau status nitrogen tanaman melalui indeks klorofil tanaman. Diharapkan sistem pemantauan dan pengendalian nutrisi pada tanaman hidroponik sistem *wick* berbasis IoT ini dapat menjadi solusi alternatif untuk meningkatkan produksi pertanian.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian yang digunakan terdiri dari empat langkah yaitu melakukan pengumpulan data untuk mencari hubungan antara kadar nutrisi AB mix dengan indeks klorofil daun tanaman pakcoy, merancang dan merealisasikan sistem pemantauan dan pengendalian nutrisi pada tanaman hidroponik sistem *wick* berbasis IoT, melakukan pengujian, dan evaluasi hasil pengujian.

2.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan salah satu jenis tanaman sayur yaitu pakcoy. Tanaman pakcoy mengandung zat gizi untuk menjaga kesehatan. Pakcoy dapat dikonsumsi dalam kondisi mentah atau olahan. Produksi Pakcoy dengan kuantitas serta kualitas tinggi dapat dihasilkan melalui budidaya secara hidroponik (**Sulistiyowati & Nurhasanah, 2021**). Nutrisi AB Mix adalah pupuk untuk budidaya hidroponik. AB mix memiliki hara makro dan hara mikro yang diperlukan oleh tanaman. Nutrisi jenis A mengandung unsur mikro terdiri kalsium nitrat, kalium nitrat, dan zat besi, sedangkan nutrisi jenis B mengandung unsur makro terdiri kalium dihidro fosfat, cupri sulfat, zinc sulfat asam borat, mangan sulfat, dan ammonium hepta molibdat (**Sulistiyowati & Nurhasanah, 2021**). Rentang kadar nutrisi AB Mix yang baik untuk tanaman pakcoy dengan metode hidroponik adalah 503,67 ppm sampai dengan 1092,67 ppm (**Sulistiyowati & Nurhasanah, 2021**).

Pada makalah ini, penanaman tanaman pakcoy menggunakan metode hidroponik jenis sistem *wick*. Penanaman secara hidroponik sistem *wick* terdiri dari dua proses yaitu semai dan pindah tanam. Proses semai dilakukan dengan merendam benih terlebih dahulu selama satu malam. Proses penyemaian berlangsung selama 13 hari, ketika tanaman berumur 34 hari setelah semai atau 22 hari setelah pindah tanam lalu dilakukan pengukuran PH menggunakan PH meter ATC PH-009, pengukuran kadar nutrisi AB Mix (ppm) dalam air bak menggunakan TDS meter TDS-3 dan indeks klorofil (SPAD) pada daun tanaman menggunakan klorofil meter SPAD-502.

Metode yang digunakan oleh perangkat klorofil meter SPAD-502 untuk mengukur indeks klorofil pada daun tanaman yaitu dengan menggunakan sifat *spectral* dari daun tanaman dalam menyerap dan meneruskan cahaya. Cahaya yang banyak diserap oleh klorofil yaitu cahaya merah, dan cahaya yang tidak diserap oleh klorofil yaitu cahaya inframerah. Cara kerja dari perangkat klorofil meter SPAD-502 yaitu dengan menyinari daun dengan cahaya merah

dan cahaya inframerah, kemudian mendeteksi cahaya merah dan inframerah yang diteruskan oleh daun, lalu indeks klorofil dihitung dengan cara jumlah cahaya inframerah yang diteruskan oleh daun dibagi dengan jumlah cahaya merah yang diteruskan oleh daun. Daun yang memiliki kandungan klorofil yang tinggi akan banyak menyerap cahaya merah sehingga cahaya merah yang diteruskan oleh daun sangat kecil, sedangkan cahaya inframerah tidak diserap oleh daun sehingga jumlah cahaya inframerah yang diteruskan oleh daun sangat besar **(Andrianto, dkk, 2020) (Andrianto, dkk, 2023)**.

Pada makalah ini, tanaman pakcoy diberi kadar nutrisi yang berbeda-beda yaitu 200ppm, 300ppm, 400ppm, 500ppm, 600ppm, 764ppm, 800ppm, 900ppm dan 1000ppm. Setiap daun pada tanaman pakcoy untuk masing-masing takaran yang berbeda diukur indeks klorofilnya sebanyak 5 (lima) kali, kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Tabel 1 memperlihatkan perlakuan pemberian nutrisi AB Mix pada tanaman pakcoy. Tabel 2 memperlihatkan hasil pengumpulan data PH, kadar nutrisi (ppm) dan indeks klorofil (SPAD) pada tanaman Pakcoy.

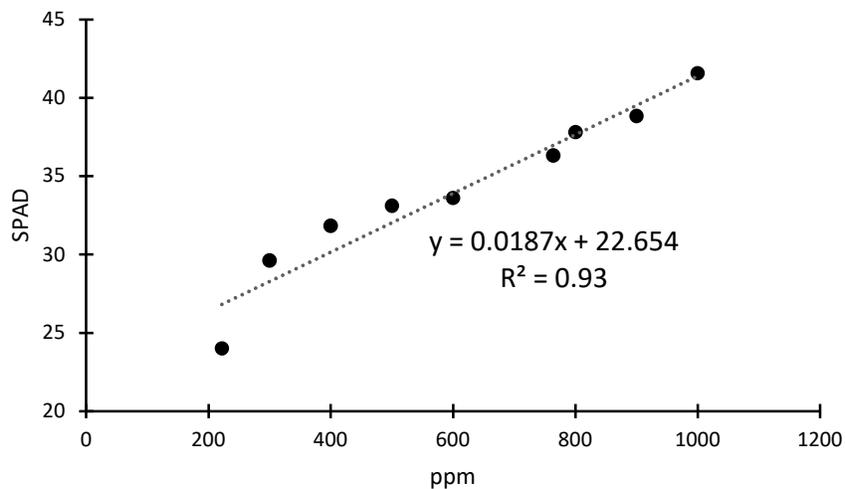
Tabel 1. Perlakuan Pemberian Nutrisi AB Mix pada Tanaman Pakcoy

Tanaman	Semai	Pindah Tanam	Pengukuran
	1-12 hari	Hari ke-13 sampai hari ke-33	hari ke-34
Pakcoy	air biasa	(200, 300, 400, 500, 600,764, 800, 900, dan 1000)ppm	(200, 300, 400, 500, 600,764, 800, 900, dan 1000)ppm

Tabel 2. Hasil Pengumpulan Data Pengamatan PH, Ppm, dan Indeks Klorofil (SPAD) Pakcoy

No.	pH	ppm	Indeks Klorofil (SPAD) Pakcoy
1	7.2	222	24
2	7.2	300	29.6
3	7.2	400	31.8
4	7.1	500	33.1
5	6.9	600	33.6
6	6.3	764	36.3
7	6.2	800	37.8
8	5	900	38.8
9	5.8	1000	41.5

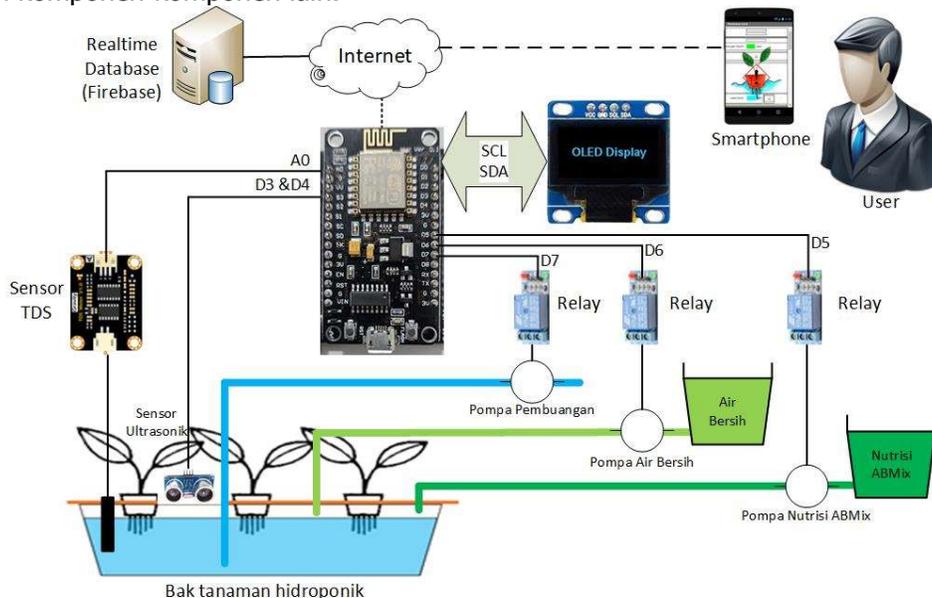
Gambar 1 memperlihatkan grafik hubungan antara kadar nutrisi (ppm) dengan indeks klorofil (SPAD) pada tanaman pakcoy dengan koefisien determinasi (r^2) = 0.93, yang menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara kadar nutrisi (ppm) dengan indeks klorofil (SPAD). Persamaan regresi linier yang didapatkan yaitu $y = 0.0187x + 22.654$ (y merupakan nilai klorofil (SPAD) dan x merupakan nilai kadar nutrisi (ppm)). Persamaan regresi linier $y = 0.0187x + 22.654$ kemudian digunakan pada aplikasi di *smartphone* untuk memprediksi nilai indeks klorofil tanaman pakcoy berdasarkan nilai ppm.



Gambar 1. Grafik Hubungan antara Kadar Nutrisi (Ppm) dengan Indeks Klorofil (SPAD)

2.2 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras sistem pemantauan dan pengendalian nutrisi pada tanaman hidroponik sistem *wick* berbasis IoT terdiri dari NodeMCU, OLED, *module relay*, pompa, sensor ultrasonik hc-sr04 dan sensor TDS (TDS Meter V1.0). Gambar 2 memperlihatkan sistem pemantauan dan pengendalian nutrisi pada tanaman hidroponik sistem *wick* berbasis IoT. NodeMCU digunakan sebagai pusat pengendali dan pemrosesan data. OLED digunakan untuk menampilkan nilai kadar nutrisi. *Module relay* digunakan untuk *ON/OFF* pompa. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dengan permukaan air (level permukaan air). Sensor TDS digunakan untuk membaca nilai kadar nutrisi. Tabel 3 memperlihatkan koneksi Pin NodeMCU dengan komponen-komponen lain.



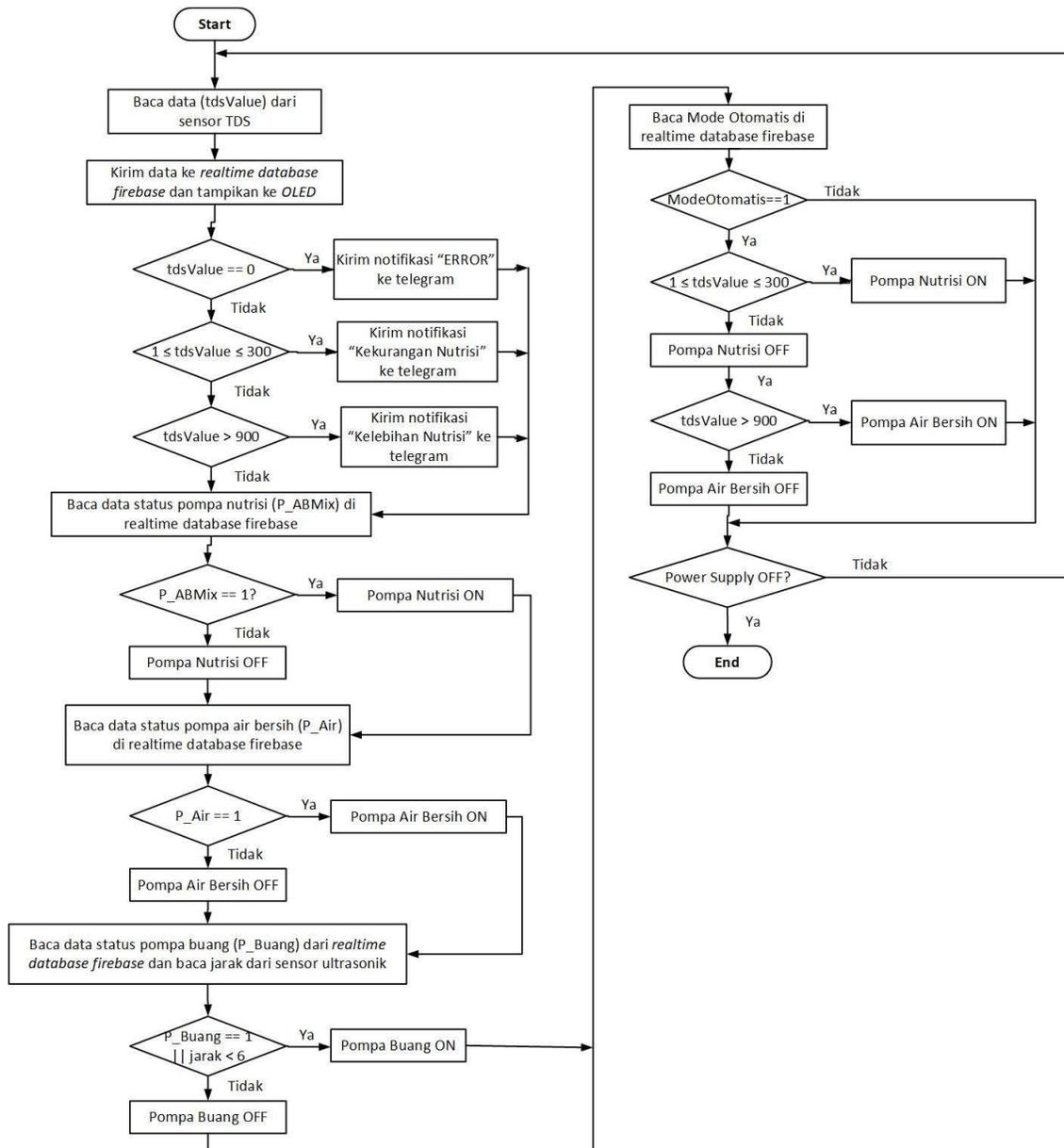
Gambar 2. Sistem Pemantauan dan Pengendalian Nutrisi pada Tanaman Hidroponik Sistem *Wick* berbasis Iot

Tabel 3. Koneksi Pin NodeMCU dengan Komponen-Komponen Lain

NodeMCU	TDS	OLED	Relay	Sensor Ultrasonik
A0	Pin Output			
D1		SCL		
D2		SDA		
D3				ECHO
D4				TRIG
D5			Relay Pompa nutrisi AB mix	
D6			Relay Pompa tambah air	
D7			Relay Pompa buang air	

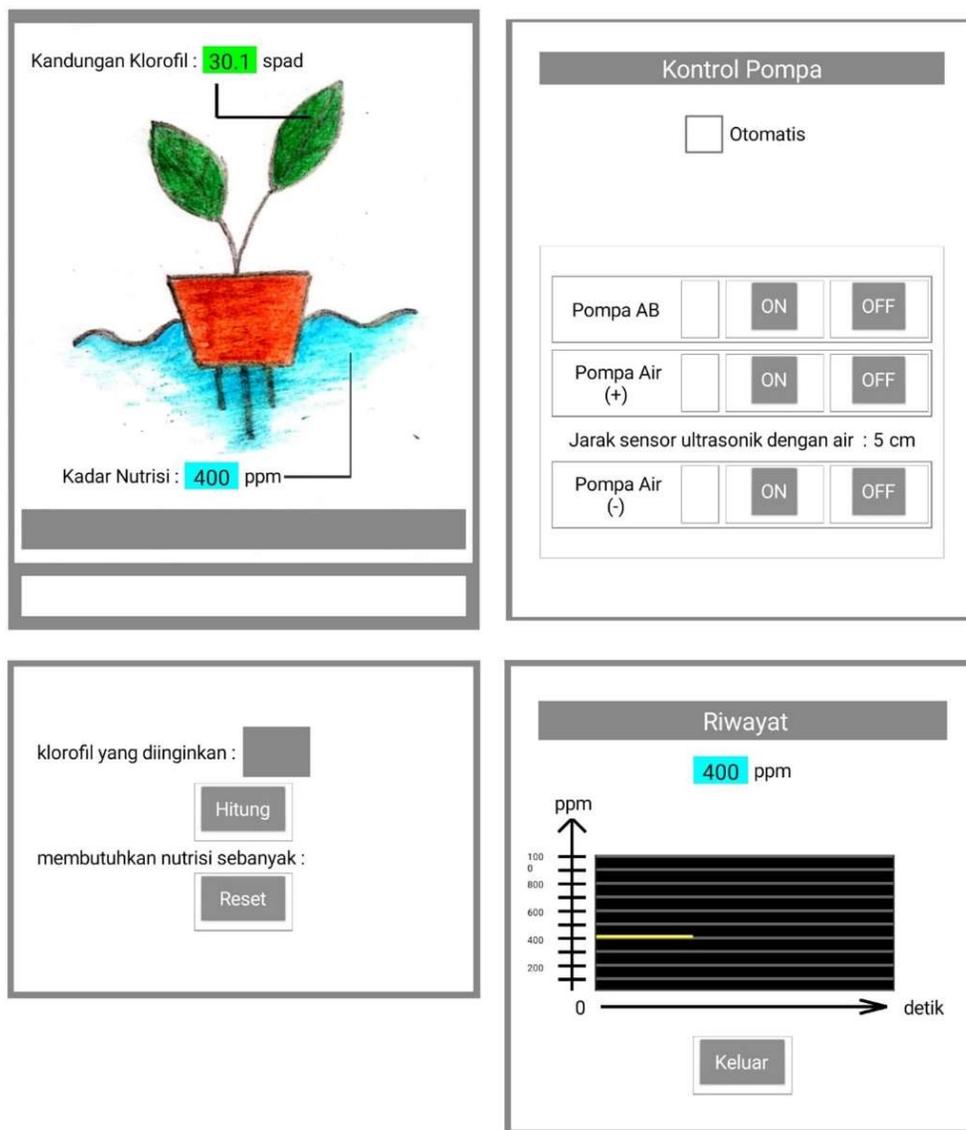
2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Flowchart program pada NodeMCU (Gambar 3) diawali dengan proses pembacaan data sensor TDS, lalu dilakukan pengiriman data TDS ke *realtime database Firebase*, setelah itu dilakukan pemeriksaan nilai TDS, jika bernilai 0 maka kirim notifikasi "error" ke Telegram, jika bernilai 1 sampai dengan 300ppm maka kirim notifikasi "kekurangan nutrisi" ke Telegram, jika bernilai lebih besar dari 900ppm maka kirim notifikasi "kelebihan nutrisi" ke Telegram. Proses selanjutnya yaitu pemeriksaan status pompa nutrisi AB mix pada *realtime database Firebase* untuk melakukan pengendalian pompa nutrisi AB mix, lalu periksa status pompa tambah air untuk melakukan pengendalian pompa tambah air, lalu periksa status pompa buang air dan jarak antara permukaan air dengan sensor ultrasonik untuk melakukan pengendalian pompa buang air. Proses selanjutnya yaitu pemeriksaan mode otomatis, jika mode otomatis bernilai satu maka mode otomatis aktif dan dilakukan pemeriksaan nilai ppm, jika nilai ppm antara 1 sampai dengan 300 maka perangkat akan mengaktifkan pompa nutrisi AB mix. Jika nilai ppm lebih besar dari 900, maka perangkat akan mengaktifkan pompa tambah air. Jika nilai ppm diantara 300 sampai dengan 900, maka perangkat tidak akan mengaktifkan pompa nutrisi AB mix dan pompa tambah air. Selanjutnya kembali ke proses awal yaitu pembacaan data dari sensor TDS, dst. Saat nilai TDS lebih besar dari 900 dan stok air bersih habis maka kondisi kelebihan nutrisi akan selalu terpenuhi sehingga pengiriman notifikasi "kelebihan nutrisi" ke Telegram dilakukan terus menerus. Saat nilai TDS di antara 1 dan 300 serta stok nutrisi AB Mix habis maka kondisi kekurangan nutrisi akan selalu terpenuhi sehingga pengiriman notifikasi "kekurangan nutrisi" ke Telegram dilakukan terus menerus. Gambar 4 memperlihatkan tampilan antarmuka pada aplikasi *smartphone Android* yang memiliki empat bagian. Bagian pertama yaitu bagian pemantauan kadar nutrisi secara *real time* dan prediksi indeks klorofil dalam satuan SPAD. Bagian kedua yaitu bagian perhitungan untuk mendapat indeks klorofil yang diinginkan dengan memberikan sejumlah nutrisi AB Mix. Bagian ketiga yaitu bagian memilih mode pengendalian pompa secara otomatis atau manual. Bagian keempat yaitu bagian yang menunjukkan riwayat kadar nutrisi dalam satuan ppm per detik. *Range* ppm pada riwayat yaitu 0 sampai 1000ppm.



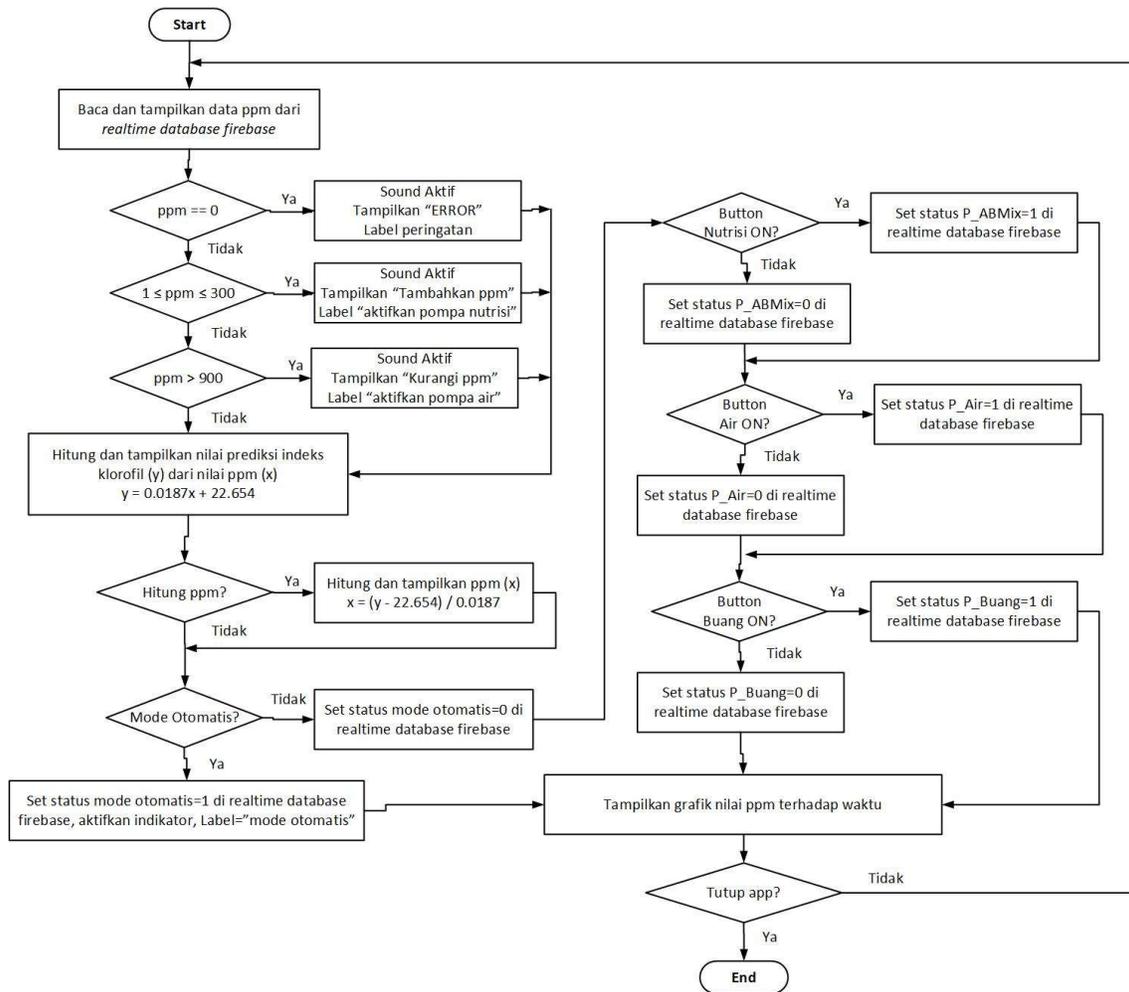
Gambar 3. Flowchart Program di NodeMCU

Beberapa komponen pada *palette* (user interface) yang digunakan untuk antarmuka ke pengguna yaitu *Label*, *TextBox*, *Button*, *Checkbox*. *Label* berfungsi untuk menampilkan kadar nutrisi *realtime*, hasil prediksi indeks klorofil (SPAD), dan keterangan-keterangan lainnya. *TextBox* berfungsi sebagai input nilai indeks klorofil yang diinginkan. *Button* berfungsi sebagai tombol menghitung, tombol *reset*, dan tombol keluar. *Checkbox* berfungsi sebagai pengontrol pompa secara otomatis. Komponen pada *palette* (media) yang digunakan dalam aplikasi *smartphone* Android yaitu *sound* sebagai suara pengingat ketika kadar nutrisi 0, kurang dari 300, dan lebih dari 900. Komponen pada *palette* (drawing and animation) yang digunakan dalam makalah ini yaitu *canvas* sebagai grafik riwayat ppm per detik dan garis-garis yang dibutuhkan. Komponen *palette* (experimental) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Firebase*.



Gambar 4. Antarmuka Aplikasi pada *Smartphone* Android

Gambar 5 memperlihatkan *flowchart* aplikasi pada *smartphone* Android. Proses diawali dengan pembacaan data ppm di *Firebase* lalu data ditampilkan pada aplikasi di *smartphone*. Langkah selanjutnya yaitu pemeriksaan nilai ppm. Jika ppm bernilai 0, maka *sound (alarm)* diaktifkan, tulisan "error" dan peringatan ditampilkan. Jika ppm bernilai di antara 1 sampai dengan 300, maka *sound (alarm)* diaktifkan, tulisan "tambahkan ppm" dan "aktifkan pompa nutrisi" ditampilkan. Jika ppm bernilai di atas 900, maka *sound (alarm)* diaktifkan, tulisan "kurangi ppm" dan "aktifkan pompa air" ditampilkan. Langkah selanjutnya menghitung dan menampilkan nilai prediksi indeks klorofil berdasarkan nilai ppm. Perhitungan jumlah nutrisi (ppm) yang diinginkan berdasarkan indeks klorofil dapat dihitung dengan memasukkan nilai indeks klorofil ke rumus yang sudah dibuat. Pada aplikasi telah disediakan juga pilihan mode otomatis atau manual. Jika mode otomatis dipilih, maka pemberian nutrisi dan air akan berjalan otomatis. Jika mode manual dipilih maka pemberian nutrisi atau air dapat dilakukan dengan menekan tombol *ON* atau *OFF* pada aplikasi di *smartphone*.



Gambar 5. Flowchart Program pada Smartphone Android

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sensor TDS

Pengujian Sensor TDS dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor TDS dengan hasil pengukuran alat ukur TDS meter. Tabel 4 memperlihatkan hasil pengujian menunjukkan nilai *error* berkisar di antara 0 sampai dengan 6%. Rumus *error* menggunakan Persamaan (1).

$$\text{Error} = \frac{\text{TDS meter} - \text{senso TDS}}{\text{TDS meter}} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 4. Pengujian Sensor TDS

TDS meter (ppm)	Sensor TDS (ppm)	Error (%)
158	158	0
226	223	1.3
336	316	6
437	415	5
526	496	5.7
618	593	4
716	690	3.6
816	801	1.8
915	888	3
1080	1022	5.4

3.2 Pengujian Fungsi Komponen

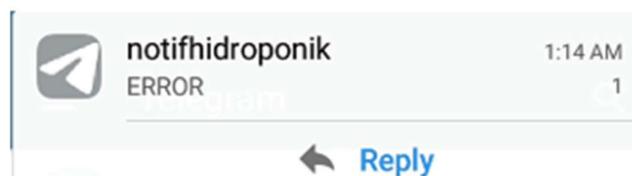
Tabel 5 memperlihatkan pengujian fungsi komponen. Hasil uji fungsi menunjukkan semua fungsi komponen dapat berjalan dengan baik.

Tabel 5. Pengujian Fungsi Komponen

Komponen	Pengujian	Uji Fungsi	Keterangan
NodeMCU	NodeMCU dihubungkan ke internet melalui koneksi WiFi, lalu dihubungkan dengan Telegram dan <i>server database Firebase</i> .	Berfungsi dengan baik	NodeMCU dapat terkoneksi ke internet melalui WiFi, memberikan notifikasi melalui Telegram, mengirim data ke <i>server database Firebase</i> .
Sensor TDS	Sensor TDS membaca nilai ppm pada air yang tercampur nutrisi AB mix.	Berfungsi dengan baik	Sensor TDS dapat membaca nilai ppm pada air yang tercampur nutrisi AB mix.
OLED	OLED menampilkan nilai ppm, memberikan keterangan terkoneksi dengan Telegram atau tidak, dan memberikan keterangan terkirim data ke <i>realtime database Firebase</i> atau tidak.	Berfungsi dengan baik	OLED dapat menampilkan nilai ppm, memberikan keterangan terkoneksi dengan Telegram atau tidak, dan memberikan keterangan terkirim data ke <i>realtime database Firebase</i> atau tidak.
<i>Smartphone</i>	Aplikasi <i>smartphone</i> mengambil nilai ppm dari <i>realtime database Firebase</i> dan menampilkan nilai ppm pada aplikasi.	Berfungsi dengan baik	Aplikasi <i>smartphone</i> dapat mengambil nilai ppm dari <i>realtime database Firebase</i> dan menampilkan nilai ppm.

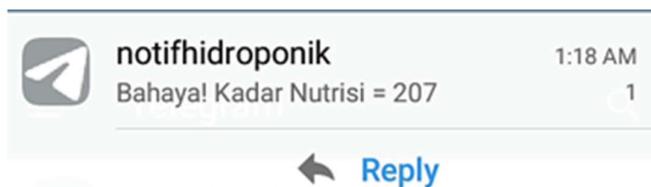
3.3 Pengujian Notifikasi Telegram

Gambar 6 memperlihatkan notifikasi Telegram ketika kadar nutrisi bernilai 0ppm. Ketika kadar nutrisi bernilai 0ppm telah berhasil muncul notifikasi "ERROR" dari Telegram pada *smartphone*.



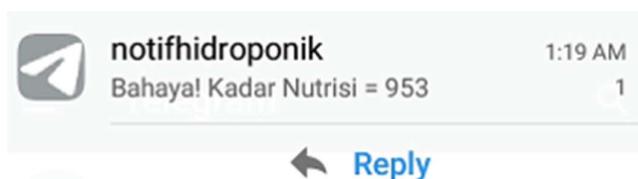
Gambar 6. Notifikasi Telegram ketika 0 ppm

Gambar 7 memperlihatkan notifikasi Telegram ketika kadar nutrisi bernilai 207 ppm. Ketika kadar nutrisi bernilai 207 ppm telah berhasil muncul notifikasi "Bahaya! Kadar Nutrisi=207" dari Telegram pada *smartphone*.



Gambar 7. Notifikasi Telegram ketika 207 ppm

Gambar 8 memperlihatkan notifikasi Telegram ketika kadar nutrisi bernilai 953ppm. Ketika kadar nutrisi bernilai 953ppm telah berhasil muncul notifikasi "Bahaya! Kadar Nutrisi=953" dari Telegram pada *smartphone*.



Gambar 8. Notifikasi Telegram ketika 953 ppm

Tabel 6 memperlihatkan hasil pengujian dan pengamatan nilai ppm pada notifikasi Telegram Ketika nilai ppm sama dengan 0, antara 1 sampai dengan 300 dan antara 900 sampai dengan 1000.

Tabel 6. Pengujian Fungsi Notifikasi Telegram

Pengujian	Uji Fungsi	Keterangan
Ketika 0 ppm, Telegram akan mengirim notifikasi "ERROR".	Berfungsi dengan baik	Telegram berhasil memberikan notifikasi "ERROR".
Ketika nilai ppm antara 1 sampai di bawah 300, Telegram akan mengirim notifikasi "Bahaya! Kadar nutrisi = (nilai ppm) ppm."	Berfungsi dengan baik	Telegram berhasil memberikan notifikasi "Bahaya! Kadar nutrisi = (nilai ppm) ppm."
Ketika nilai ppm antara 900 sampai 1000, Telegram akan mengirim notifikasi "Bahaya! Kadar nutrisi = (nilai ppm) ppm."	Berfungsi dengan baik	Telegram berhasil memberikan notifikasi "Bahaya! Kadar nutrisi = (nilai ppm) ppm."

3.4 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Tabel 7 memperlihatkan hasil pengujian sensor untrasonik HC-SR04 dalam mengukur jarak antara sensor dengan permukaan air pada bak hidroponik dengan *error* 0%. Rumus *error* menggunakan Persamaan (2).

$$\text{Error} = \frac{\text{Penggaris-sens ultrasonik}}{\text{Penggaris}} \times 100\% \quad (2)$$

Tabel 7. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

No	Penggaris (cm)	Sensor Ultrasonik HC-SR04 (cm)	Error (%)
1	2	2	0
2	3	3	0
3	4	4	0
4	5	5	0
5	6	6	0
6	7	7	0
7	8	8	0
8	9	9	0
9	10	10	0
10	11	11	0
11	12	12	0
12	13	13	0
13	14	14	0
14	15	15	0

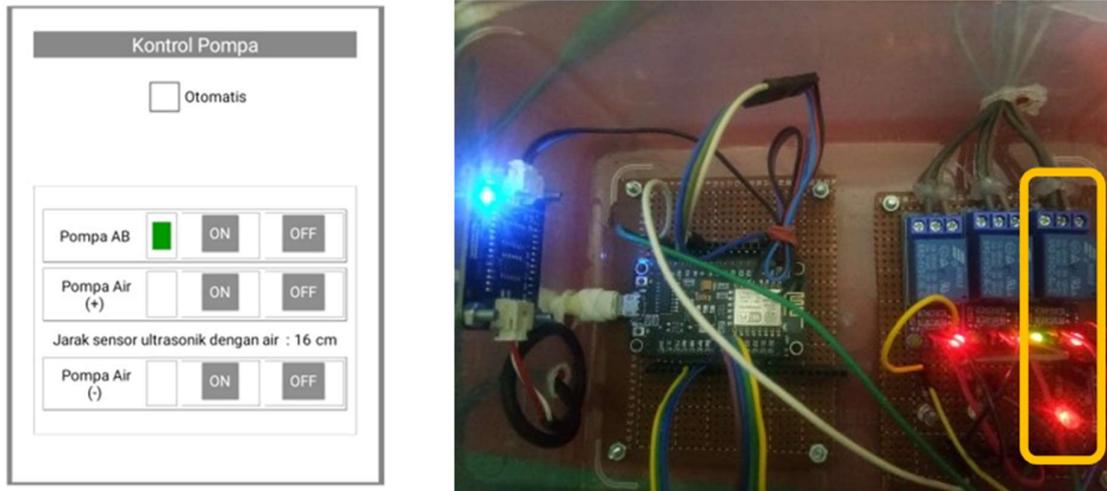
3.5 Pengujian Pompa

Pengujian pompa dilakukan baik secara mode manual maupun secara mode otomatis. Mode manual dilakukan dengan menekan tombol (*button*) ON/OFF pada aplikasi sedangkan mode otomatis hanya dengan memilih *checkbox* sehingga pompa secara otomatis aktif dalam kondisi tertentu. Pengujian pompa terdiri dari empat pengujian pompa yaitu dua pompa untuk nutrisi A dan nutrisi B dengan *control* melalui pin D5; satu pompa untuk menambahkan air dari ember berisi air bersih ke wadah berisi campuran nutrisi AB mix dan air dengan *control* melalui pin D6, dan satu pompa untuk membuang cairan dari wadah berisi campuran nutrisi AB mix dan air ke pembuangan dengan *control* melalui pin D7. Tabel 8 memperlihatkan hasil pengujian pompa baik mode manual maupun mode otomatis.

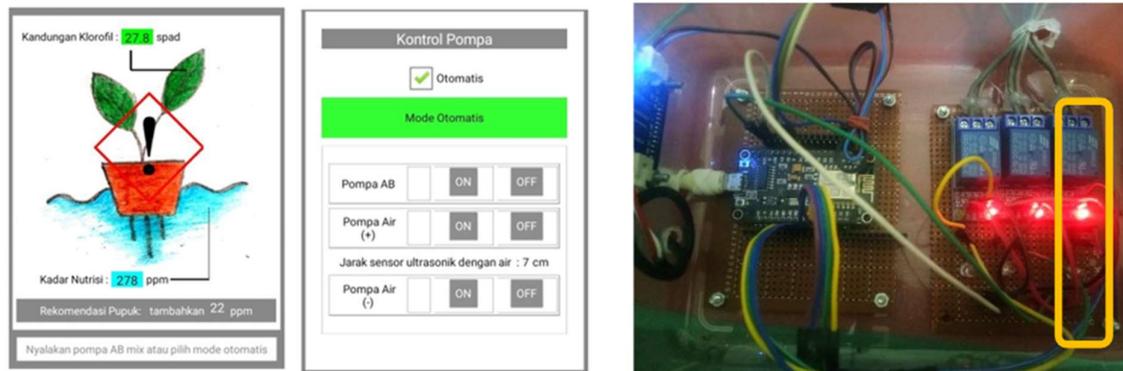
Tabel 8. Pengujian Pompa

Pengujian	Mode	Keterangan
Pompa nutrisi AB mix	Manual	Berhasil, pompa nutrisi AB mix aktif ketika <i>button</i> ON pada aplikasi <i>smartphone</i> ditekan dan sebaliknya, pompa nutrisi AB mix tidak aktif ketika <i>button</i> OFF pada aplikasi <i>smartphone</i> ditekan
Pompa buang air	Manual	Berhasil, pompa buang air aktif ketika <i>button</i> ON pada aplikasi <i>smartphone</i> ditekan dan sebaliknya, pompa buang air tidak aktif ketika <i>button</i> OFF pada aplikasi <i>smartphone</i> ditekan
Pompa tambah air	Manual	Berhasil, pompa tambah air aktif ketika <i>button</i> ON pada aplikasi <i>smartphone</i> ditekan dan sebaliknya, pompa tambah air tidak aktif ketika <i>button</i> OFF pada aplikasi <i>smartphone</i> ditekan
Pompa AB, sensor TDS	Otomatis	Berhasil, pompa AB mix aktif ketika nilai kadar nutrisi di bawah 300ppm
Pompa tambah air, sensor TDS	Otomatis	Berhasil, pompa tambah air aktif ketika nilai kadar nutrisi di atas 900ppm
Pompa buang air, sensor ultrasonik	Otomatis	Berhasil, pompa buang air aktif ketika jarak sensor ultrasonik dan permukaan air di bawah 6 cm

Gambar 9 memperlihatkan tampilan aplikasi *smartphone* ketika *relay* pompa nutrisi AB mix dalam keadaan aktif, indikator pompa AB berwarna hijau. Jika *relay* pompa nutrisi AB mix dalam keadaan tidak aktif, maka indikator pompa AB akan berwarna merah.



Gambar 9. Tampilan Aplikasi Smartphone dan Relay Ketika Pompa Nutrisi AB Mix Aktif



Gambar 10. Mode Otomatis Ketika Nilai ppm di Bawah 300 ppm

Gambar 10 memperlihatkan mode otomatis ketika nilai ppm di bawah 300 ppm. Ketika nilai ppm di bawah 300 ppm, maka relay pompa nutrisi AB mix akan aktif dengan *control* melalui pin D5.

4. KESIMPULAN

Sistem pemantauan dan pengendalian nutrisi pada tanaman hidroponik sistem *wick* berbasis IoT telah berhasil direalisasikan dan dapat berfungsi baik secara manual maupun otomatis. Terdapat korelasi yang kuat antara kadar nutrisi AB mix (ppm) dengan indeks klorofil (SPAD). Hasil pengujian menunjukkan hubungan yang signifikan antara nilai sensor TDS dan nilai klorofil meter SPAD-502. Persamaan regresi linier $y = 0.0187x + 22.654$ telah digunakan pada aplikasi di *smartphone* untuk memprediksi nilai indeks klorofil (y) tanaman pakcoy berdasarkan nilai ppm (x). Perangkat telah berhasil mengirim data kadar nutrisi AB mix (ppm) ke *realtime database Firebase* dan telah berhasil terkoneksi dengan Telegram. Telegram dapat memberikan notifikasi serta aplikasi pada *smartphone* yang dikembangkan juga dapat memberikan notifikasi dan *sound (alarm)* peringatan ketika nilai kadar nutrisi AB mix bernilai 0ppm, 1 sampai dengan 300ppm, dan 900 sampai dengan 1000ppm. Aplikasi pada *smartphone* yang dikembangkan dapat digunakan untuk melakukan pengendalian dan pengawasan pompa nutrisi AB mix, pompa tambah air, dan pompa buang air baik secara otomatis maupun secara

manual. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan yaitu belum dilakukan perbandingan antara tanaman yang dirawat secara manual dengan tanaman yang dirawat secara otomatis. Penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan melakukan pengamatan data setelah sistem diterapkan, dan dilakukan perbandingan antara tanaman yang dirawat secara manual dengan tanaman yang dirawat secara otomatis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Kristen Maranatha atas dukungan finansial yang telah diberikan.

DAFTAR RUJUKAN

- Andrianto, H., Suhardi, & Faizal, A. (2020). Performance evaluation of low-cost IoT based chlorophyll meter. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(3), 956–963.
- Andrianto, H., Suhardi, S., Faizal, A., Budi, N., & Praja, D. (2023). Performance evaluation of IoT-based service system for monitoring nutritional deficiencies in plants. *Information Processing in Agriculture*, 10(1), 52–70.
- Christ, A. (2016). *pH control for hydroponic plants fertilization system based on AVR ATmega16 microcontroller*, Undergraduate thesis. Universitas Kristen Maranatha.
- Crisnapati, P. N., Wardana, I. N. K., Aryanto, I. K. A. A., & Hermawan, A. (2017). Hommons: Hydroponic management and monitoring system for an IOT based NFT farm using web technology. In *5th International Conference on Cyber and IT Service Management*, (pp. 1–6). Denpasar, Indonesia: IEEE.
- Dbritto, G., & Hamdare, S. (2018). An AI Based System Design to Develop and Monitor a Hydroponic Farm. In *2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET)*, (pp. 1–5). Mumbai, India: IEEE.
- Elsokah, M. M., & Sakah, M. (2019). Next Generation of Smart Aquaponics with Internet of Things Solutions. In *19th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA)*, (pp. 106–111). Sousse, Tunisia: IEEE.
- Hadiatna, F., Dzulfahmi, A., & Nataliana, D. (2020). Analisis Penerapan Kendali Otomatis berbasis PID terhadap pH Larutan. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 8(1), 163–177.
- Hamidah, M. N., Safitri, N. I., Akbar, D. W., Sherly, O., & Uly, I. (2023). Prototype Sistem Monitoring Nutrisi dan Tingkat pH Air pada Budidaya Hidroponik Sayur Pakcoy Menggunakan Teknologi Internet of Things (IoT). *Elektron Jurnal Ilmiah*, 15(1), 13–20.

- Ivandito, V. (2018). *Realization of measurement system for nutrition levels , PH , and temperature at hydroponic in long distance, Undergraduate Thesis*. Universitas Kristen Maranatha.
- Izzinnahadi, A., Murdiyantoro, R. A., & Armin, E. U. (2021). Sistem Pemantauan Kondisi Air Hidroponik Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 3(2), 54–61.
- Megawati, D., Masykuroh, K., & Kurnianto, D. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring PH dan Suhu Air pada Akuaponik Berbasis Internet of Thing (IoT). *TELKA - Telekomunikasi Elektronika Komputasi Dan Kontrol*, 6(2), 124–137.
- Purwalaksana, A. Z., Gurning, T. E., Silaen, E., Tobing, P., Silalahi, A. O., & Simatupang, F. (2022). Automated Nutrition Doser for Hydroponic System Based on IoT. In *2022 IEEE International Conference of Computer Science and Information Technology (ICOSNIKOM)*, (pp. 1–6). Laguboti, Indonesia: IEEE.
- Rayhana, R., Xiao, G., & Liu, Z. (2020). Internet of Things Empowered Smart Greenhouse Farming. *IEEE Journal of Radio Frequency Identification*, 4(3), 195–211.
- Rivaldo, K. L., Mogi, I. K. A., Suputra, I. P. G. H., Sanjaya, N. A., Darmawan, D. M. B. A., & Dwidasmara, I. B. G. (2022). Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things menggunakan Restful API. *JELIKU (Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana)*, 11(1), 101–110.
- Saraswathi, D., Manibharathy, P., Gokulnath, R., Sureshkumar, E., & Karthikeyan, K. (2018). Automation of Hydroponics Green House Farming using IOT. In *2018 IEEE International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCA)*, (pp. 1–4). Pondicherry, India: IEEE.
- Sulistiyowati, L., & Nurhasanah, N. (2021). Analisa Dosis AB Mix Terhadap Nilai TDS Dan Pertumbuhan Pakcoy Secara Hidroponik. *Jambura Agribusiness Journal*, 3(1), 28–36.
- Suryatini, F., Pancono, S., Bhaskoro, S. B., & Muljono, P. M. S. (2021). Sistem Kendali Nutrisi Hidroponik berbasis Fuzzy Logic berdasarkan Objek Tanam. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 9(2), 263–278.
- Wan, Z., Song, Y., & Cao, Z. (2019). Environment dynamic monitoring and remote control of greenhouse with ESP8266 NodeMCU. In *2019 IEEE 3rd Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC)*, (pp. 377–382). Chengdu, China: IEEE.