

Rancang Bangun *Smart Nutrition System* pada Teknik Budidaya Hidroponik Kangkung (*Ipomoea Spp*) dan Bayam (*Amaranthus Spp*) Berbasis IoT (*Internet of Things*)

Ahmad Zulfan^{1*}, Bagus Setya Rintyarna¹, Aji Brahma Nugroho¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Jl. Karimata no 49, Jember 68121, Indonesia
E-mail: zulfanahmad25@gmail.com

Naskah Masuk: 11 Juni 2024; Diterima: 11 Agustus 2024; Terbit: 31 Agustus 2024

ABSTRAK

Abstrak –Beberapa sayuran yang mudah perawatan dan memiliki waktu panen yang sangat cepat dengan sistem hidroponik adalah kangkung dan bayam. Dalam sistem hidroponik kangkung dan bayam, salah satu permasalahan yang muncul adalah kurangnya penggunaan alat *smart nutrition monitoring system* dalam memonitoring dan mengontrol dua jenis tanaman yang membutuhkan perlakuan berbeda. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini dilakukan rancang bangun *smart nutrition monitoring system* pada teknik budidaya hidroponik kangkung (*Ipomea Spp*) dan bayam (*Amaranthus Spp*) berbasis *Internet of Things*³. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan melakukan perancangan dan pembuatan alat. Perancangan desain dan implementasi proses *inputan* terdapat pada sensor ultrasonik, sensor pH, sensor TDS, dan sensor DHT11, kemudian mikrokontroler ESP32 sebagai pemrosesan data dan *solenoid valve*, pompa DC, dan aplikasi MQTT sebagai *output* hasil pemrosesan. Berdasarkan nilai pengujian yang sudah dilakukan pada sensor ultrasonik dengan jumlah pengujian sebanyak 5 kali didapatkan rata-rata *error* sebesar 4,4%. Sensor TDS dapat mendeteksi larutan bening, agak keruh, keruh, sangat keruh dengan pengujian yang dilakukan sebanyak 4 kali dengan rata-rata *error* sebesar 2,33%. Sensor pH dapat mendeteksi larutan tawar, asam, sangat asam dan basa dengan pengujian yang dilakukan sebanyak 4 kali dengan rata-rata *error* sebesar 2,28%. Hasil pengujian sensor DHT11 dengan pengujian sebanyak 5 kali didapatkan rata-rata *error* untuk suhu sebesar 4,3% dan untuk rata-rata *error* untuk kelembaban sebesar 2,78%.

Kata kunci: Bayam, Hidroponik, Kangkung, *Internet of Things*, Nutrisi

ABSTRACT

Abstract - Many people are starting to grow plants using hydroponic methods. In the hydroponic system of water spinach and spinach, one of the problems that arises is the lack of use of smart nutrition monitoring system tools in monitoring and controlling two types of plants that require different treatments. Based on this, this study carried out the design of a smart nutrition monitoring system on hydroponic cultivation techniques for water spinach (*Ipomea Spp*) and spinach (*Amaranthus Spp*) based on the Internet of Things. The research method used is experimental, involving the design and creation of the device. The design and implementation of input processes involve ultrasonic sensors, pH sensors, TDS sensors, and DHT11 sensors, with the ESP32 microcontroller for data processing and solenoid valves, DC pumps, and MQTT applications as the output. Based on the test values conducted on the ultrasonic sensor, with 5 tests, an average error of 4.4% was obtained. The TDS sensor can detect clear, slightly cloudy, cloudy, and very cloudy solutions, with 4 tests conducted and an average error of 2.33%. The pH sensor can detect neutral, acidic, highly acidic, and basic solutions, with 4 tests conducted and an average error of 2.28%. The DHT11 sensor tests, conducted 5 times, showed an average temperature error of 4.3% and an average humidity error of 2.78%.

Keywords: Spinach, Hydroponics, Water Spinach, Internet of Things, Nutrition

Copyright © 2024 Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)

1. PENDAHULUAN

Banyak masyarakat mulai menggunakan metode hidroponik untuk menanam tanaman, terutama di perkotaan dengan keterbatasan lahan. Hidroponik, berasal dari kata Yunani "hydro" (air) dan "ponos" (daya), adalah teknik budidaya menggunakan air sebagai media utama tanpa tanah. Metode ini membutuhkan lebih sedikit air dibandingkan budidaya konvensional. Meskipun lebih mudah dirawat dan memiliki banyak keuntungan, sistem hidroponik memerlukan kontrol nutrisi yang ketat agar tanaman dapat tumbuh optimal [1].

Kangkung (*Ipomoea Spp*) merupakan salah satu sayuran daun yang mudah dalam perawatan dan usia panen yang singkat dengan rata-rata panen usia 4-6 minggu. Kangkung dikenal juga dengan “*swamp cabbage*”, “*water convolvulus*”, dan “*water spinach*”. Tanaman kangkung berbunga dengan warna yang beragam dari putih sampai merah muda, dan batangnya dari warna hijau sampai ungu. Daunnya merupakan sumber protein, vitamin A, besi dan kalsium. Temperatur yang ideal berkisar 25–30°C, sedangkan untuk nutrisi yang dibutuhkan 800-1400 ppm dan pH yang dibutuhkan 5.5-7.0 [2]. Bayam (*Amaranthus Spp*) adalah sejenis sayuran daun yang mengandung vitamin A, B dan C dan zat-zat galian seperti kalsium dan besi. Budidaya bayam efektif dilakukan pada ketinggian 1000 meter dari permukaan laut. Bayam termasuk tanaman sayuran daun yang mudah dalam perawatan rata-rata panen usia 4-6 minggu. Hal yang perlu diperhatikan pada tanaman bayam memerlukan cahaya matahari penuh. Suhu ideal berkisar antara 20-30°C, dengan kelembaban udara antara yang sedang, nutrisi yang dibutuhkan 800-1200 ppm dan pH yang dibutuhkan 5.5-7.0 [3].

Untuk mendapatkan hasil tumbuh optimal yang berarti tumbuhan cepat, perlu memperhatikan beberapa faktor seperti kualitas air, pencahayaan, nutrisi, suhu, kelembaban udara dan struktur pendukung bagi tanaman. Untuk itu, hidroponik membutuhkan lingkungan yang terkontrol agar kualitas tanaman tetap terjaga dari hama yang dapat menyebabkan tanaman rusak [4].

Tanaman hidroponik dapat dikontrol menggunakan alat ukur manual, namun hal ini dapat menjadi tidak efisien terutama bagi mereka yang sibuk dengan pekerjaan atau kegiatan lain diluar rumah. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibutuhkan sistem monitoring dan kontrol yang dapat bekerja secara *online* dan dapat dikendalikan dari jarak jauh, agar pertumbuhan tanaman bisa optimal.

Terdapat penelitian yang sudah dilakukan terkait dengan monitoring dan kontrol *smart nutrition* berbasis IoT (*Internet of Things*). Pada penelitian Ciptadi, Sistem tersebut sebagai parameter lingkungan pada sistem hidroponik bisa diakses dari jarak jauh dengan memanfaatkan teknologi IoT (*Internet of Things*) [5]. Pada penelitian Dewi, *Smart farming* telah berhasil dibuat dan siap pakai untuk dapat memonitoring nutrisi, cahaya, suhu serta kelembaban pada tanaman hidroponik dan mengendalikan sirkulasi air pada tanaman hidroponik [6]. Pada penelitian Kadarina, Alat yang dibuat untuk memonitoring dan mengontrol kadar ppm atau nutrisi pada tanaman dan dapat dikontrol melalui aplikasi Android [7].

Berdasarkan latar belakang dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan di atas maka pada penelitian ini dilakukan perancangan *smart farming* berbasis IoT untuk mengontrol pertumbuhan tanaman kangkung dan bayam. *Smart farming* ini dapat memantau dan mengontrol dua tanaman berbeda dengan parameter nutrisi, pH, suhu, kelembaban udara dan parameter lingkungan lainnya. yang dapat diakses dimanapun dan kapanpun melalui aplikasi MQTT. Adanya *smart farming* diharapkan juga dapat menjadikan tanaman kangkung dan bayam bisa tumbuh dengan baik dan optimal.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kangkung

Kangkung (*Ipomoea Spp*) merupakan salah satu sayuran daun yang paling populer di Asia Tenggara, dikenal juga dengan nama *swamp cabbage*, *water convolvulus*, dan *water spinach*. Tanaman kangkung berbunga dengan warna yang beragam dari putih sampai merah muda, dan batangnya memiliki variasi warna dari hijau sampai ungu. Daunnya kaya akan nutrisi, menjadi sumber protein, vitamin A, besi, dan kalsium. Untuk budidaya yang optimal, beberapa penyesuaian perlu dilakukan sesuai dengan kondisi iklim, tanah, musim, serta hama dan penyakit. Kangkung mampu beradaptasi dengan kondisi iklim dan tanah yang beragam, tetapi memerlukan kelembaban tanah yang tinggi untuk pertumbuhan optimal, dengan tanah yang memiliki kandungan bahan organik tinggi lebih disukai. Kangkung memberikan hasil yang optimal pada kondisi dataran rendah tropika dengan temperatur tinggi dan penyinaran yang pendek, dengan temperatur ideal berkisar antara 25 – 30°C. Terdapat dua jenis kangkung, yaitu kangkung darat (*Ipomoea reptans*) yang berdaun sempit, beradaptasi pada tanah lembab, dan dipanen hanya satu kali; serta kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang berdaun lebih lebar dan berbentuk panah, beradaptasi pada kondisi tergenang, dan dapat dipanen beberapa kali. Dalam budidaya hidroponik, menjaga kebutuhan nutrisi dan kadar pH air sangat penting untuk memastikan hasil panen maksimal, dengan kadar pH ideal antara 6 – 7 dan kebutuhan nutrisi antara 800 – 1400 ppm.

2.2. Bayam

Tanaman bayam berbentuk perdu atau semak, dengan daun tunggal yang meruncing, lunak, dan lebar. Batangnya lunak dan berwarna hijau keputih-putihan, putih kemerah-merahan, atau hijau. Bunga kecilnya muncul dari ketiak daun dan ujung batang dalam bentuk tandan, dan buahnya tidak berdaging tetapi memiliki biji yang banyak, kecil, bulat, dan mudah pecah. Bayam memiliki akar tunggang dan akar samping yang kuat dan agak dalam. Bayam dapat ditanam sepanjang tahun, baik di dataran rendah maupun tinggi, serta di kebun atau pekarangan rumah. Waktu penanaman yang ideal adalah pada awal musim hujan atau awal musim kemarau. Tanaman bayam tumbuh optimal di tanah dengan

pH 6-7; pH kurang dari 6 menyebabkan tanaman merana, sedangkan pH di atas 7 menyebabkan klorosis pada daun muda. Dalam budidaya hidroponik, menjaga nutrisi dan kadar pH air sangat penting untuk hasil panen maksimal, dengan kebutuhan pH 5.5-7.0 dan nutrisi 800-1400 ppm.

2.3. Arduino IDE

IDE itu merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *Software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan *library* C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *Software Processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino. Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino *Software* (IDE) disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi.

2.4. MQTT

MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) protokol merupakan sebuah protokol yang berjalan diatas stack TCP/IP dan dirancang khusus untuk *machine to machine* yang tidak memiliki alamat khusus. Maksud dari kata tidak memiliki alamat khusus ini seperti halnya sebuah arduino, rasi atau *device* lain yang tidak memiliki alamat khusus. Sistem kerja MQTT menerapkan *Publish* dan *Subscribe* data. Dan pada penerapannya, *device* akan terhubung pada sebuah *Broker* dan mempunyai suatu Topik tertentu. *Broker* pada MQTT berfungsi untuk *handle* data *publish* dan *subscribe* dari berbagai *device*, bisa diibaratkan sebagai *server* yang memiliki alamat IP khusus. Beberapa contoh dari *Broker* yang ada seperti Mosquitto, HiveMQ dan Mosca. *Publish* merupakan cara suatu *device* untuk mengirimkan datanya ke *Subscribers*. Biasanya pada *publisher* ini adalah sebuah *device* yang terhubung dengan sensor tertentu. *Subscribe* merupakan cara suatu *device* untuk menerima berbagai macam data dari *publisher*. *Subscriber* dapat berupa aplikasi monitoring sensor dan sebagainya, *Subscriber* ini yang nantinya akan meminta data dari *publisher*. Topik seperti halnya pengelompokan data disuatu kategori tertentu. Pada sistem kerja MQTT protokol ini, topik bersifat wajib hukumnya. Pada setiap transaksi data antara *Publisher* dan *Subscriber* harus memiliki suatu topik tertentu.

2.5. Sensor Suhu dan Kelembaban Udara DHT11

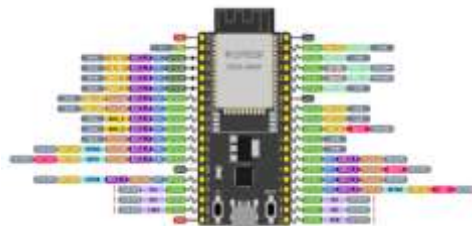
DHT-11 atau AM2302 adalah sensor suhu dan kelembaban, sensor ini memiliki keluaran berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit terpadu. Sensor ini memiliki kalibrasi akurat dengan kompensasi suhu ruang penyesuaian dengan nilai koefisien tersimpan dalam memori OTP terpadu. Sensor DHT-11 memiliki rentang pengukuran suhu dan kelembaban yang luas, DHT-11 mampu mentransmisikan sinyal keluaran melewati kabel hingga 20 meter sehingga sesuai untuk ditempatkan di mana saja, tapi jika kabel yang panjang di atas 2meter harus ditambahkan *buffer capacitor* 0,33 μ F antara pin#1 (VCC) dengan pin#4 (GND).



Gambar 1. Sensor DHT11

2.6. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler ini sudah tersedia modul *WiFi* dan *Bluetooth* dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. ESP32 memiliki fitur yang cukup lengkap karena mendukung *Input/Output* Analog dan Digital, PWM, SPI, I2C, dll.



Gambar 2. ESP32

2.7. Sensor TDS

Sensor TDS merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur kadar TDS (*Total Dissolve Solid*) pada air. TDS sendiri merupakan kadar konsentrasi objek solid yang terlarut dalam air. Semakin tinggi nilai TDS nya maka semakin keruh airnya, begitupun sebaliknya. Semakin rendah nilai TDS nya maka semakin jernih pula air tersebut. Dengan Analog TDS Sensor yang mana mendukung *input* tegangan antara 3.3 - 5V, serta *output* tegangan analog yang dihasilkan berkisar pada 0 - 2.3V. Sangat cocok untuk aplikasi manajemen kualitas air, hidroponik, dsb.



Gambar 3. Sensor TDS

2.8. Sensor Jarak JSN-SR04

JSN-SR04T adalah sensor ultrasonik yang merupakan hasil *upgrade* dari HC-SR04, dengan fitur tahan air hingga rentang pengukuran 500 cm. Ini membuat sensor aman digunakan di dalam air tanpa takut terjadi korsleting listrik, asalkan tidak terlalu dalam. Sensor JSN-SR04T memiliki kabel built-in yang terhubung ke modul dengan panjang 2.5 m dan rentang tegangan 3-5 Volt untuk pemrosesan sinyal. Prinsip kerja sensor ini mengandalkan hukum pemantulan, yaitu dengan menggunakan gelombang suara yang dipancarkan dan memerlukan benda untuk memantulkan sinyal yang kemudian diterima kembali oleh sensor.



Gambar 4. Sensor jarak JSN-SR04

2.9. Sensor pH

Sensor pH adalah sensor yang digunakan untuk mengetahui derajat keasaman. pH meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaaan larutan. Prinsip utama kerja pH meter adalah terletak pada sensor probe berupa elektroda kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion H³⁰⁺ di dalam larutan. Dalam penggunaannya, sensor pH perlu dikalibrasi berkala agar keakuratannya dapat terjaga.



Gambar 5. Sensor pH

2.10. Relay Modul

Relay adalah sebuah saklar yang dapat digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik yang dikontrol dengan memberikan tegangan dan arus tertentu pada koilnya. Posisi normal *relay* tergantung pada jenis *relay* yang digunakan. Biasanya kontak yang akan terhubung saat *relay* bekerja disebut *Normally Open* (NO), sedangkan kontak yang membuka saat *relay* bekerja disebut *Normally Close* (NC).

2.11. Pompa DC

Pompa DC adalah jenis pompa yang beroperasi dengan menggunakan arus searah (*Direct Current*) sebagai sumber tenaganya. Salah satu keunggulan utama dari pompa DC adalah efisiensi energinya yang tinggi, sehingga sangat cocok digunakan dalam aplikasi di mana penghematan energi menjadi prioritas. Selain itu, pompa DC cenderung lebih mudah dikendalikan dalam hal kecepatan dan aliran, memberikan fleksibilitas yang besar dalam berbagai penggunaannya. Dikarenakan menggunakan baterai atau sumber daya DC lainnya, pompa ini juga dapat diandalkan dalam situasi di mana tidak ada akses ke sumber listrik utama. Pompa DC banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem air minum, pendingin udara, irigasi kecil, hidroponik, dan perangkat medis [8].

2.12. Solenoid Valve

Solenoid valve merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan atau selenoida. *Solenoid valve* ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolis ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis. Contohnya pada sistem pneumatik, *solenoid valve* bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator pneumatik (*cylinder*). Atau pada sebuah tandon air yang membutuhkan *solenoid valve* sebagai pengatur pengisian air [9].



Gambar 6. *Solenoid valve*

2.13. Power Supply

Power supply merupakan komponen elektronik yang berfungsi mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. *Power Supply* terdiri dari beberapa komponen yaitu trafo, rectifier, regulator dan filter. Pada *power supply* yang digunakan pada penelitian ini adalah 12V 10A sehingga trafo memiliki fungsi menurunkan tegangan AC 220V menjadi 12V dengan kapasitas arus maksimal 10A [10].

2.14. Modul Step Down XL4005E1

Modul *step down* XL4005E1 adalah alat regulator tegangan yang mampu menurunkan tegangan masukan sesuai kebutuhan. Dengan kemampuan pengaturan tegangan *output* yang fleksibel, modul ini ideal digunakan dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan tegangan stabil. XL4005E1 menggunakan teknologi *switching* untuk meningkatkan efisiensi konversi energi, mengurangi panas yang dihasilkan, dan meminimalkan pemborosan daya. Karena ukurannya yang kecil dan harganya yang terjangkau, modul ini menjadi pilihan yang populer di kalangan pengembang elektronik.



Gambar 7. *Step down* XL4005E1

2.15. MCB

MCB, atau *Miniature Circuit Breaker*, adalah perangkat proteksi listrik yang penting dalam instalasi listrik rumah dan komersial. Fungsinya adalah untuk melindungi sirkuit listrik dari arus lebih atau gangguan, seperti korsleting atau beban berlebih, yang dapat menyebabkan kebakaran atau kerusakan peralatan listrik. Ketika terjadi gangguan atau arus lebih, MCB akan secara otomatis memutuskan aliran listrik dalam sirkuit dengan cara membuka kontakannya.

2.16. Internet of Things

Internet of Things (IoT) memiliki fungsi untuk memanfaatkan konektivitas internet dalam kehidupan sehari-hari. *Internet of Things* (IoT) bisa dimanfaatkan seperti proyek elektro seperti halnya notifikasi, pemantauan, kontrol yang semuanya dilakukan dimanapun dan kapanpun dimana syarat utama terhubung internet [11]

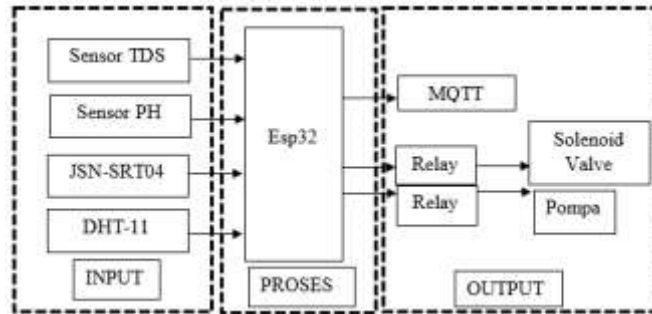
3. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Dimana metode eksperimen ini merupakan metode penelitian yang dilakukan dengan cara mengumpulkan referensi yang menganalisa kebutuhan dalam merancang desain dan membangun alat.

3.2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem terdiri dari blok diagram yang menjelaskan tiap fungsi komponen. Terdiri dari 3 blok yaitu *input*, proses dan *output*. *Input* terdiri dari *sensor ultrasonic*, sensor TDS, sensor pH dan DHT11. Proses terdiri dari esp32 dan *output* berupa platform MQTT dan pompa.



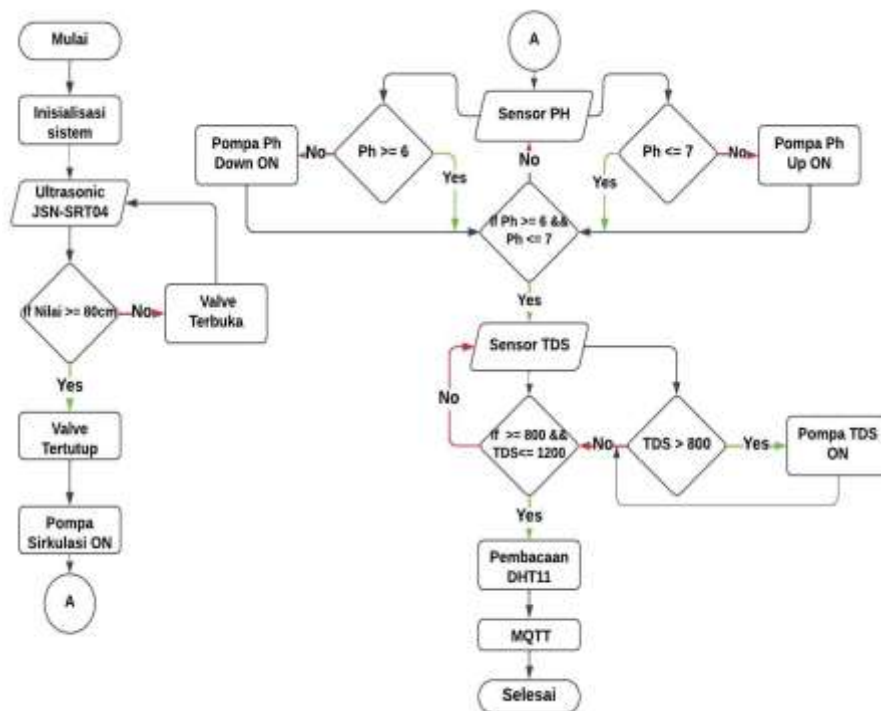
Gambar 8. Diagram blok sistem

Berdasarkan diagram blok, maka akan dijelaskan komponen yang digunakan berdasarkan karakteristik komponen tersebut.

1. Sensor TDS digunakan untuk memantau nilai kekeruhan pada air.
2. Sensor jarak JSN-SRT04 digunakan untuk mengetahui jarak antara sensor dengan objek.
3. ESP32 sebagai mikrokontroler serta modul *WiFi* yang telah tertanam didalam *board*.
4. Sensor pH sebagai sensor untuk mengetahui nilai pH air.
5. *Relay* saklar yang untuk mengendalikan nyala atau mati pompa air.
6. MQTT *platform* untuk memantau parameter dari alat.
7. DHT11 untuk mengetahui nilai suhu dan kelembaban udara.

3.3. Flowchart Sistem

Flowchart atau diagram alir dapat digunakan untuk menggambarkan perilaku suatu algoritma (dengan menggunakan gambar atau tanda yang sesuai). Cara kerja dari sistem yang akan dirancang dapat dilihat pada diagram alir yang ditunjukkan dalam Gambar 9.



Gambar 9. Flowchart sistem

Keterangan:

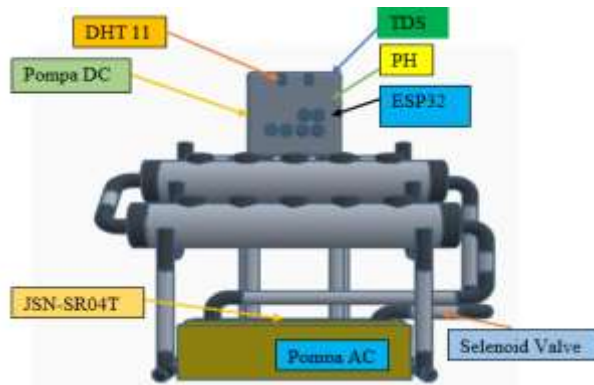
- a. Inisialisasi sistem yaitu langkah awal sistem untuk memulai semua program keseluruhan.
- b. Ketika sensor ultrasonic membaca ketinggian air kurang dari 80cm maka *solenoid valve* terbuka dan ketinggian air lebih dari 80cm maka *valve* tertutup, kemudian pompa sirkulasi menyala.
- c. Ketika sensor pH mendeteksi nilai pH air kurang dari pH 6 maka pompa pH *up* menyala dan nilai pH air lebih dari 7 maka pompa pH *down* menyala.
- d. Ketika sensor TDS mendeteksi nutrisi kurang dari 800 sampai 1200 maka pompa TDS menyala.
- e. Kemudian membaca nilai suhu dan kelembapan.

f. Kemudian data ditampilkan pada MQTT.

g. Kemudian selesai.

3.4. Perancangan Desain Alat

Desain dari perancangan alat dibuat sebagai ilustrasi atau gambaran hasil jadi dari alat. Dibuat semirip atau serupa dari yang diperancangan. Berikut perancangan desain alat:



Gambar 10. Perancangan desain alat

Keterangan :

1. Pompa AC digunakan untuk mengalirkan air yang sudah tercampur dengan nutrisi AB mix.
2. Pompa DC digunakan untuk memompa nutrisi AB mix, pH up dan pH down.
3. ESP32 digunakan sebagai kontrol *Output*.
4. Sensor TDS digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air.
5. Sensor pH digunakan untuk mengukur kadar pH pada air.
6. Sensor jarak JSN-SR04T digunakan untuk mengukur level air.
7. Sensor DHT-11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan.
8. *Solenoid valve* digunakan untuk membuka dan menutup kran air.
9. MCB digunakan untuk pemutus rangkaian.
10. Box panel digunakan untuk tempat alat-alat Mikrokontrol.

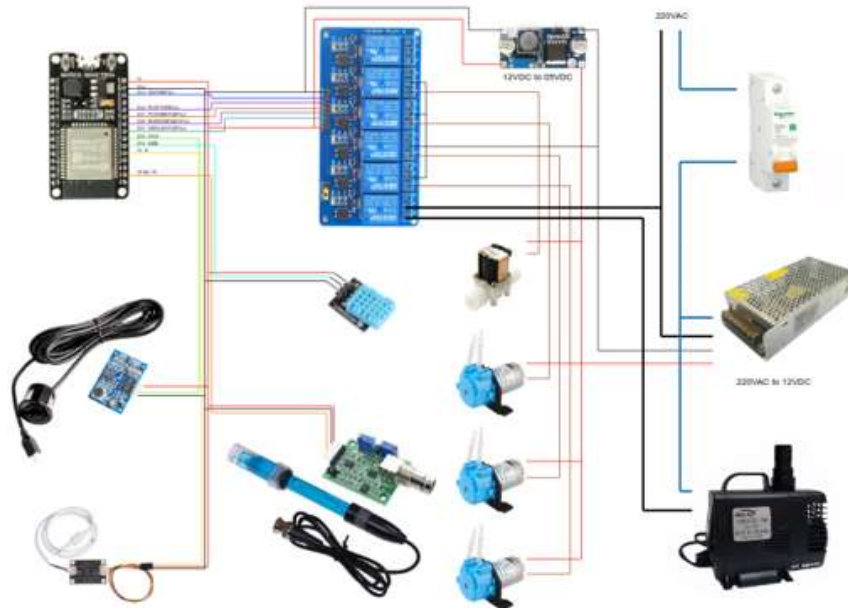
3.5. Perancangan MQTT

Pada penelitian ini menggunakan *platform* MQTT sebagai pemantauan. Pada aplikasi MQTT akan ditampilkan parameter seperti nilai suhu dan kelembapan udara, nilai pH dan kekeruhan air serta ketinggian level air. Berikut perancangan *platform* MQTT.



Gambar 11. Perancangan MQTT

3.6. Desain Skematik



Gambar 12. Perancangan MQTT

Keterangan :

1. Pin A pada modul TDS terhubung dengan pin D35 ESP32.
2. Pin P0 pada modul pH terhubung dengan pin VP ESP32.
3. Pin ECHO pada modul JSN-SRT04 terhubung dengan pin D33 ESP32.
4. Pin DATA pada sensor DHT11 terhubung dengan pin D32 ESP32.
5. Pin In1 pada *relay* terhubung dengan pin D13 ESP32.
6. Pin In2 pada *relay* terhubung dengan pin D14 ESP32.
7. Pin In3 pada *relay* terhubung dengan pin D27 ESP32.
8. Pin In4 pada *relay* terhubung dengan pin D26 ESP32.
9. Pin In5 pada *relay* terhubung dengan pin D25 ESP32.
10. Semua pin 5V dan GND terhubung pada pin 5V dan GND ESP32.
11. Semua pin positif dan negatif pompa DC, *Solenoid valve*, dan Modul *Step Down* 12VDC terhubung pada pin *output* V+ dan V- *power supply* 12VDC.
12. Pin pompa AC dan pin *input power supply* terhubung dengan listrik PLN 220VAC.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan Alat



Gambar 13. Hasil perancangan alat

Pada gambar diatas berhasil membuat rancangan alat untuk monitoring dan kontrol nutrisi, pH, suhu, kelembapan, dan Level air. Terdapat sensor jarak JSN-SRT04 digunakan untuk mengatur level

air pada tandon, sensor TDS digunakan untuk mengatur nutrisi pada tanaman, sensor pH digunakan untuk mengatur keasaman dan kebasaan, sensor DHT11 digunakan untuk memonitor suhu dan kelembapan udara pada lingkungan sekitar, ESP32, Relay, Solenoid valve, Pompa DC, dan Pompa AC.

4.2. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ini dilakukan sebagai pembandingan antara hasil pengukuran sensor ultrasonik dengan pengukuran secara manual menggunakan penggaris. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Pengujian sensor ultrasonik

No	Input		Output		Δ Ukur (cm)	Error (%)
	Jarak Penggaris (cm)	Sensor (cm)				
1	20	21			1	5
2	30	32			2	6,66
3	40	42			2	5
4	50	51			1	2
5	60	62			2	3,33
Rata-rata						4,4%

Hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan jarak antara penggaris dan sensor dengan rata-rata *error* sebesar 4,4%. Perbedaan terbesar terjadi pada pengukuran jarak 30 cm dan 60 cm dengan *error* masing-masing 6,66% dan 3,33%. Secara keseluruhan, kesalahan pengukuran berkisar antara 2% hingga 6,66%, menunjukkan bahwa sensor memiliki akurasi yang cukup baik.

4.3. Pengujian Sensor TDS

Pengujian sensor TDS dilakukan untuk mengetahui tingkat kekeruhan nutrisi pada larutan bening, larutan agak keruh, larutan keruh, larutan sangat keruh. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian sensor TDS

No	Input	Set Poin	Output	Δ Ukur (ppm)	Error (%)
		TDS Meter (ppm)	Sensor TDS (ppm)		
1	Larutan bening	100	105	5	5
2	Larutan agak keruh	500	510	10	2
3	Larutan keruh	800	812	12	1,5
4	Larutan Sangat Keruh	1200	1210	10	0,8
Jumlah					4
Rata-rata					2,33%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor TDS memiliki rata-rata *error* sebesar 2,33%, dengan *error* terbesar terjadi pada larutan bening sebesar 5%. Pada larutan keruh dan sangat keruh, *error* lebih kecil, masing-masing sebesar 1,5% dan 0,8%, yang menunjukkan peningkatan akurasi seiring dengan kenaikan konsentrasi larutan. Secara keseluruhan, sensor TDS memberikan hasil yang cukup akurat dalam berbagai tingkat kekeruhan larutan.

4.4. Hasil Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan untuk mengetahui apakah sensor pH dapat bekerja secara baik dalam pengujian dengan larutan tawar, larutan asam, dan larutan basa. Hasil dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian sensor pH

No	Input	Set Poin	Output	Δ Ukur	Error (%)
		pH Meter	Sensor pH		
1	Larutan Tawar	6,2	6,4	0,2	3,2
2	Larutan Asam	9,8	9,9	0,1	1
3	Larutan Sangat Asam	12,9	13,2	0,3	2,3
4	Larutan Basa	3,8	3,9	0,1	2,6
Jumlah					4
Rata-rata					2,28

4.5. Hasil Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 dilakukan untuk mengetahui apakah sensor dapat mengukur suhu dan kelembapan udara dengan akurasi yang baik. Tujuannya untuk membandingkan pengukuran suhu dan kelembapan sensor DHT11 dengan pengukuran secara manual dengan Termometer. Hasil dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil pengujian sensor DHT11

No	Input Termometer		Output Sensor		ΔUkur		Error	
	Suhu (°C)	Kelembapan (Rh)	Suhu (°C)	Kelembapan (Rh)	Suhu (°C)	Kelembapan (Rh)	Suhu	Kelembapan
1	28	78	29	79	1	1	3,6%	1,3%
2	31	68	32	71	1	3	3,2%	4,4%
3	32	65	33	67	1	2	3,1%	3,1%
4	34	61	36	63	2	2	5,9%	3,3%
5	35	57	37	58	2	1	5,7%	1,8%
Rata-rata							4,3%	2,78%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor suhu dan kelembapan memiliki rata-rata *error* masing-masing sebesar 4,3% dan 2,78%. Kesalahan terbesar terjadi pada pengukuran suhu 34°C dengan *error* 5,9%, sementara untuk kelembapan, *error* tertinggi terjadi pada pengukuran kelembapan 71 Rh dengan nilai 4,4%. Secara keseluruhan, sensor menunjukkan tingkat akurasi yang baik.

4.6. Hasil Pengujian IoT (Internet of Things)

Dalam pengujian *Internet of Things* dilakukan pengujian pengiriman data dari sensor ke *smartphone*. Pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa mikrokontroler Modul ESP32 dapat mengirimkan data yang telah diproses ke *database*. Berikut merupakan tabel pengujian IoT:

Tabel 5. Hasil pengujian IoT (Internet of Things)

No	Input Waktu		Output Waktu		ΔUkur		Keterangan
	Login (s)	Proses (s)	Log out (s)	Proses (s)	Log out (s)		
1	09:30:00	09:30:03	09:30:45	3	45	Berhasil	
2	09:36:06	09:36:09	09:36:56	3	50	Berhasil	
3	09:39:23	09:39:07	09:40:15	4	52	Berhasil	
4	09:44:04	09:44:07	09:45:08	3	64	Berhasil	
5	09:50:21	09:50:25	09:51:31	4	70	Berhasil	
Rata-rata				3.4	55		

Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata waktu proses login adalah 3,4 detik, dengan waktu *log out* rata-rata 55 detik. Performa sistem cukup konsisten, dengan variasi kecil dalam waktu login (3-4 detik), sementara waktu *log out* menunjukkan peningkatan bertahap hingga 70 detik pada pengujian terakhir. Secara keseluruhan, sistem berhasil menjalankan semua proses dengan baik, meskipun terdapat sedikit variasi dalam waktu *log out*.

4.7. Pengujian Mikrokontroler

Pengujian mikrokontroler ESP32 dilakukan pada Rancang Bangun *Smart Nutrition System* bertujuan untuk mengetahui apakah kinerja sistem dapat bekerja dengan baik. Dilakukan dengan memberikan tegangan *input* pada setiap parameter. Berikut adalah data yang diperoleh:

Tabel 6. Hasil pengujian mikrokontroler

No	Input					Output						Keterangan		
						TDS		DHT11		Ultrasonik			Valve	
	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off				
1	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	Tidak
2	1	0	0	0	0	✓	-	-	-	-	-	-	-	Berhasil
3	0	1	0	0	0	-	-	✓	-	-	-	-	-	Berhasil
4	0	0	1	0	0	-	-	-	-	✓	-	-	-	Berhasil
5	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-	✓	-	-	Berhasil
6	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	✓	-	Berhasil
7	1	1	1	1	1	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	Berhasil
Tingkat Keberhasilan													100%	

Hasil pengujian mikrokontroler menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berhasil dengan tingkat keberhasilan 100%. Setiap sensor (TDS, DHT11, dan Ultrasonik) serta aktuator (*valve* dan pompa) beroperasi sesuai *input* yang diberikan, di mana kondisi "On" untuk sensor menghasilkan aktivasi perangkat yang relevan. Pengujian komprehensif pada kombinasi berbagai *input* menunjukkan bahwa mikrokontroler dapat mengendalikan perangkat dengan baik tanpa kesalahan.

5. KESIMPULAN

Dari keseluruhan tahapan yang sudah disampaikan pada landasan teori tentang smart monitoring nutrition system, sistem ini memungkinkan pengguna untuk memonitoring dan mengontrol nutrisi, pH, suhu, kelembapan dan level air pada kedua tanaman yaitu kangkung dan bayam dengan perlakuan yang

berbeda. Pengguna dapat memonitoring dan mengontrol melalui aplikasi MQTT. Berdasarkan nilai pengujian yang sudah dilakukan pada sensor ultrasonik dengan jumlah pengujian sebanyak 5 kali didapatkan rata-rata *error* sebesar 4,4%. Sensor TDS dapat mendeteksi larutan bening, agak keruh, keruh, sangat keruh dengan pengujian yang dilakukan sebanyak 4 kali dengan rata-rata *error* sebesar 2,33%. Sensor pH dapat mendeteksi larutan tawar, asam, sangat asam dan basa dengan pengujian yang dilakukan sebanyak 4 kali dengan rata-rata *error* sebesar 2,28%. Hasil pengujian sensor DHT11 dengan pengujian sebanyak 5 kali didapatkan rata-rata *error* untuk suhu sebesar 4,3% dan untuk rata-rata *error* untuk kelembaban sebesar 2,78%. Saran yang diberikan setelah melakukan penelitian, perancangan dan pengujian penulis memiliki saran yaitu Perlu adanya motor untuk pengaduk agar nutrisi dapat tercampur merata untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman, perlu menggunakan sensor yang lebih bagus agar mendapatkan nilai dengan akurasi yang tinggi, perlu ditambahkan kamera yang dapat memonitoring pada tanaman hidropnik agar dapat bias memantau lebih fleksibel.

REFERENSI

- [1] Ciptadi, P. W., & Hardyanto, R. H. Penerapan Teknologi IoT pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino dan MQTT Android. *Jurnal Dinamika Informatika*, 7(2), 29-40, 2018.
- [2] Purwanto, A. D., Supegina, F., & Kadarina, T. M. Sistem Kontrol Dan Monitor Suplai Nutrisi Hidroponik Sistem Deep Flow Technique (DFT) Berbasis Arduino NodeMCU Dan Aplikasi Android. *Jurnal Teknologi Elektro*, 10(3), 152, 2019.
- [3] I. Saputra, "Sistem Kendali Suhu, Kelembaban dan Level Air Pada Pertanian Pola Hidroponik," *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan Volume 03, No. 1 (2015)*, hal 1-10, vol. 3, no. 1, pp. 1-10, 2015.
- [4] A. F. Ma'arif, I. A. Wijaya, N. A. Ghani dan A. S. Wijaya, "Sistem Monitoring Dan Controlling Air Nutrisi Aquaponik Menggunakan Arduino Uno Berbasis Web Server," *KINETIK*, vol. 1, pp. 39-46, 2016.
- [5] M. R. T. Akhmad Khusaeri, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Total Dissolved Solid Berbasis Mikrokontroler," ITS paper, pp. 1-6, 2014.
- [6] Zakaria, "Prototype Sistem Monitoring Masa Sewa Kamar Kos berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*, p. 37, 2015.
- [7] I. S. Roidah, "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik," *Jurnal Universitas Tulungagung BONOROWO Vol. 1.No.2 Tahun 2014*, p. 1, 2014.
- [8] M. Diansari, pengaturan suhu, kelembaban, waktu pemberian nutrisi dan waktu pembuangan air untuk pola cocok *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan Volume 06, No. 03, Hal 128-138*, 2018.
- [9] Dewi, I. Z. T., Ulinuha, M. F., Mustofa, W. A., Kurniawan, A., & Rakhmadi, F. A. Smart Farming: Sistem Tanaman Hidroponik Terintegrasi IoT MQTT Panel Berbasis Android. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 9(1), 71-78, 2021.
- [10] Kestwal, R. M., Lin, J. C., Bagal-kestwal, D. & Chiang, b. H. Glucosinolates fortification of cruciferous sprouts by sulphur supplementation during cultivation to enhance anti-cancer activity. *Food chemistry*, 126, 1164-1171, 2011.
- [11] Sardare, M. D. & Admane, S. V. Areview on plant without soil-hydroponics. *International Journal of Research in Engineering Technology*, 2, 299-304, 2013.