|Vol. |No. | Januari 2024|
TEODOLITA : Media Komunikasi Ilmiah Dibidang Teknik

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : X - XX

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI MIXING TANK NUTRISI HIDROPONIK PADA SMART GREENHOUSE MELON

Alif Ananda Rifki[1], Dody Wahjudi, S.T., M.T.[2], Tri Watiningsih, S.T., M.T.[3]
[1,2,3]Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Wijayakusuma Purwokerto
Jl. Raya Beji Karangsalam, Kecamatan Kedungbanteng, Banyumas
Email: aanandarifki@gmail.com[1], dodywahjudi@unwiku.ac.id[2], triwatiningsih@unwiku.ac.id[3]

Abstrak

Hidroponik merupakan sistem pertanian modern yang memiliki banyak keunggulan, seperti kualitas hasil pertanian yang lebih baik, fleksibilitas dalam penggunaan lahan, dan efisiensi penggunaan air. Namun, pembuatan nutrisi hidroponik secara manual membutuhkan energi dan waktu yang besar, terutama jika dilakukan pada skala besar. Penelitian ini merancang sistem otomatisasi mixing tank nutrisi hidroponik pada greenhouse melon menggunakan teknologi IoT untuk mengendalikan dan memantau pembuatan nutrisi hidroponik secara otomatis. Sistem dapat meracik pupuk secara otomatis sesuai dengan kebutuhan tanaman dan memantau parameter-parameter terkait secara daring dari jarak yang jauh dan dapat menyimpan data untuk keperluan analisis. Dari hasil pengujian, sistem berhasil meracik pupuk mendekati nilai setpoint dengan nilai error sebesar 1,17% untuk nilai TDS atau memiliki selisih rata-rata 9,384ppm dari setpoint dan 3,44% untuk nilai Volume atau selisih 0,6 liter dari setpoint. Sistem juga berhasil memantau kadar kepekatan pupuk, volume pada mixing tank, dan volume pekatan nutrisi secara daring dari jarak yang jauh dengan rata-rata delay sebesar 4,2 detik untuk pengiriman data ke aplikasi Blynk dan 6,2 detik untuk pengiriman data ke Google Spreadsheet.

Kata kunci: *IoT, Mixing Tank, nutrisi hidroponik, TDS Meter, Water Flow Sensor, Blynk, Google Spreadsheet*

I. PENDAHULUAN

Sistem pertanian modern seperti hidroponik memiliki banyak keunggulan, antara lain menghasilkan kualitas hasil pertanian yang lebih baik, lebih sehat, dan fleksibel dalam penggunaan lahan. Salah satu tantangan dalam sistem hidroponik adalah pembuatan nutrisi tanaman yang harus dilakukan secara manual yang membutuhkan energi dan waktu yang cukup besar, terutama jika dilakukan pada skala besar.

Penelitian ini dilakukan sebagai pengimplementasian teknologi IoT (*Internet of Things*) di bidang pertanian yang bertujuan untuk membuat sistem yang memungkinkan pengendalian pupuk nutrisi untuk hidroponik secara otomatis dan pengaturan jumlah pupuk dengan kadar kepekatan pupuk yang dibutuhkan bagi tanaman untuk menjaga ketersediaan pupuk nutrisi bagi tanaman. Selain itu proses tersebut dapat dipantau dan dikendalikan secara wireless dalam tempat yang jauh melalui aplikasi Android dengan sistem *Internet of Things* (IoT). Data-data seperti penggunaan air dan nutrisi, kadar kepekatan pupuk akan disimpan pada Data Logger secara otomatis. Terdapat beberapa tujuan dari penelitian ini, yaitu :

1. Merancang sistem otomatisasi pada mixing tank pembuatan nutrisi hidroponik yang dapat meracik pupuk secara otomatis sesuai dengan kebutuhan tanaman.
2. Merancang sistem monitoring kadar kepekatan pupuk serta volume pada mixing tank, pekatan nutrisi yang dapat dipantau secara daring dari jarak yang jauh dan dapat mengirimkan data yang dapat disimpan pada *Data Logger.*
3. Mengevalasi keseluruhan sistem bekerja dengan optimal dan dapat membantu meningkatkan efektifitas dan efisiensi pekerjaan petani dari adanya peralihan cara manual menuju sistem otomatis.

II. LANDASAN TEORI

A. *Hidroponik dan Nutrisi Hidroponik*

Hidroponik merupakan metode bercocok tanam menggunakan media air bernutrisi dan ditanam pada media tanam selain tanah [1] yang memiliki keuntungan antara lain ramah lingkungan, lebih terbebas dari bahan pestisida, bebas dari gulma serta produk yang dihasilkan lebih steril dan bersih [2]. Salah satu sistem hidroponik yang dapat diterapkan adalah sistem drip.

Hidroponik sistem drip adalah sistem menanam tanaman menggunakan sistem irigasi tetes (*drip irrigation system*) untuk mengalirkan nutrisi ke wilayah perakaran melalui selang irigasi dengan menggunakan *dripper* yang diatur waktunya dengan timer [3]. Nutrisi dialirkan melalui selang lalu di setiap tempat tanaman diberi percabangan untuk meneteskan air nutrisi tersebut

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : X - XX

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 2. 1 Greenhouse dan Hidroponik Sistem Drip

Nutrisi hidroponik adalah pupuk yang mengandung semua unsur hara makro dan mikro berupa garam mineral yang 100% larut dalam air dan dibuat khusus untuk jenis tanaman dan menyesuaikan tahap atau fase pertumbuhan tanaman [4]. Pupuk AB Mix adalah sebuah formula khusus nutrisi tanaman yang terdiri dari dua pekatan yaitu pekatan A dan pekatan B yang mana mengandung unsur-unsur makro dan mikro yang dibutuhkan bagi tanaman [5]. Kedua pupuk ini ditakar lalu dicampur dengan air dan menjadi larutan nutrisi dengan nilai ppm tertentu.

B. Internet of Things

Internet of Things adalah teknologi yang memungkinkan komunikasi dan pertukaran data secara real-time sehingga dapat menghubungkan orang dengan berbagai hal seperti merekam, menganalisis dan mengevaluasi data penting untuk pengambilan keputusan atau mencapai kondisi target [6]. Pesatnya kemunculan teknologi ini mendesain ulang hampir setiap industri termasuk "pertanian cerdas" yang memindahkan industri dan pendekatan statistik ke pendekatan kuantitatif [7]. Konsep *Internet of Things* (IoT) adalah mengkombinasikan komputer atau mikrokontrol, sensor dan jaringan untuk sebuah monitoring dan kontrol aktuator. Semua perangkat yang terhubung melalui jaringan akan berkomunikasi (mengirim dan menerima) bersama dengan cloud yang digunakan sebagai media menyimpan, mengarahkan dan mengamankan data yang semua perintahnya dikontrol oleh pengguna [8]. Sistem IoT dapat dijalankan pada cakupan area yang luas tergantung jaringan internet yang tersedia [9].

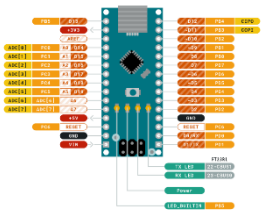
C. ESP32

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 2. 2 DOIT ESP32 DevKit V1

DOIT ESP32 DevKit V1 merupakan pengembangan ESP-WROOM-32 yang dibuat oleh DOIT. Pada board mikrokontroler ESP32 ini, pengguna dapat melakukan komunikasi data menggunakan layanan *WiFi*, Bluetooth yang dapat dimanfaatkan dalam web server melalui ip address [10][11]. ESP-32 memiliki seri 30 pin dan 36 pin yang terbagi menjadi masing-masing fungsi. 14 diantaranya dapat digunakan sebagai pengubah analog menjadi digital atau ADC(*Analog to Digital Converter*) [10]. Selain itu ada fungsi komunikasi serial dan I2C. DOIT ESP32 DevKit v1 memiliki konsumsi daya yang rendah, cocok dengan pemrograman yang popular seperti Arduino, micropython dan lain-lain [11].

D. Arduino Nano



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 2. 3 Pinout Arduino Nano V3

Arduino Nano adalah sebuah board mikrokontrol yang dapat diisi program untuk menjalankan suatu kerja sistem dan merupakan board pengembangan yang dapat diaplikasikan pada banyak sistem. Arduino Nano memiliki 20 pin digital dari D0 sampai D19 yang mana D0 dan D1 dapat difungsikan untuk komunikasi serial (TX,RX). Pin D14 hingga D19 memiliki fungsi lain sebagai pin ADC(Analog to Digital Converter) dengan nama A0-A5 dan tambahan pin ADC pada pin A6-A7. Pin A4 dan A5 dapat difungsikan sebagai komunikasi I2C (SDA-SCL). Selain itu, pin difungsikan sebagai power termasuk VIN sebagai jalur power supply board mikrokontroler. Arduino Nano menggunakan 3 versi bootloader yaitu ATMega168, ATMega328 dan ATMega328P. Untuk I/O yang tersedia antara lain ada 1 pin Analog dan 13 pin Digital serta memiliki fungsi EEPROM yang digunakan untuk menyimpan data inputan apabila alat tidak teraliri listrik agar tidak terhapus.

E. Grafity TDS Sensor

TDS (Total Dissolved Solids) adalah parameter untuk menunjukan berapa padatan yang terlarut dalam air. Satuan untuk menyatakan nilai TDS adalah ppm atau part-per-million. Semakin tinggi nilai TDS maka menunjukan semakin banyak padatan yang terlarut dalam air. Dalam hal ini padatan yang terlarut pada air adalah nutrisi yang dibutuhkan tanaman.

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 2. 4 TDS Gravity Sensor

Sensor *Total Dissolved Solids* (TDS) digunakan untuk mengukur TDS. TDS meter memiliki akurasi yang presisi agar mampu mengukur kualitas berbagai jenis air secara akurat. Karena jangkauan pengukuran sensor sangat terbatas, maka kalibrasi sensor TDS hanya dapat dilakukan untuk satu atau rentang nilai TDS yang sangat sempit [12]. Rentang pengukuran adalah 0 hingga 1000 ppm, akurasi pengukuran sekitar 10% F.S [13].

F. Water Flow Sensor

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : X - XX

Sensor aliran air merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur debit air yang mengalir pada pipa yang terdiri dari bagian katup plastik (*valve body*), rotor air dan sebuah sensor *half effect*. Ketika air mengalir melalui rotor maka rotor akan berputar dan kecepatan dari rotor akan sesuai dengan aliran air yang masuk melewati rotor. Pulsa sinyal dari rotor akan diterima oleh sensor hall effect untuk selanjutnya diproses di mikrokontroler.

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)
Gambar 2. 5 Water Flow Sensor

G. Sensor Ultrasonik HC SR04

Sensor HC SR-04 adalah sensor yang digunakan untuk mengukur jarak suatu permukaan atau penghalang terhadap sensor. Sensor ini bekerja dengan memantulkan gelombang ultrasonik. *Transmitter* pada sensor akan memancarkan lurus gelombang ultrasonik. Ketika gelombang tersebut mengenai penghalang maka akan memantul dan ditangkap oleh *receiver* pada sensor. Waktu pembalikan sinyal tersebutlah dihitung dan di konversi menjadi jarak. Dari implementasi sensor jarak HC-SR04 sebagai alat ukur ketinggian cairan digunakan untuk mengukur volume cairan dengan menggunakan rumus luas lingkaran dikalikan tinggi cairan [14].

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)
Gambar 2. 6 Sensor Jarak HC SR-04

H. Motor DC

Motor arus searah adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga gerak berupa putaran yang sumber tegangan arus searah. Dibedakan menjadi *Separately Excited* yang mana penguat magnet dan rotor memiliki sumber tegangan yang terpisah dan *Self Excited* yang arus motor memberikan arus ke penguat magnet [15]. Motor DC ini diaplikasikan dalam beberapa model antara lain, motor servo, motor stepper, dinamo dan lainnya. Selain itu ada pula penerapan motor untuk pompa. Pompa air pada penelitian ini dapat difungsikan sebagai penghasil debit air [16] yang akan diukur berapa nilai debit yang dihasilkan pada *Water Flow Sensor* lalu akan diubah menjadi nilai volume yang sesuai dengan yang diinputkan.

I. Blynk

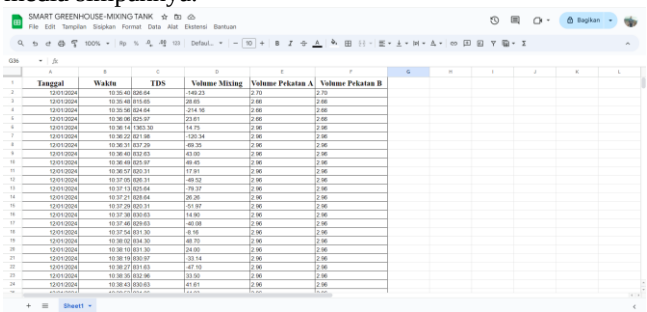
Blynk merupakan platform untuk smartphone Android atau iOS untuk membangun aplikasi dalam pengembangan IoT seperti Arduino, Raspberry, ESP dan NodeMCU melalui internet secara realtime [17]. Aplikasi yang disediakan oleh Blynk sendiri harus disusun sesuai kebutuhan [18]. Keuntungan dalam pemakaian aplikasi Blynk adalah kemudahan dalam penggunaan, baik secara langsung maupun jarak jauh [19].

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)
Gambar 2. 7 Tampilan pada Blynk App

Blynk terdiri dari dua komponen utama yaitu *Blynk App* dan *Blynk Cloud Server*. *Blynk App* memungkinkan kita membuat perangkat interface dengan berbagai macam *input* dan *output* untuk menghubungkan antara projek hardware IoT ke perangkat smartphone melalui jaringan nirkabel seperti internet sehingga sebuah sistem dapat dikontrol secara manual melalui aplikasi *Blynk* seperti menyalakan pompa dan lain sebagainya [20]. *Blynk Cloud Server* difungsikan sebagai database untuk menyimpan baik variabel beserta nilainya untuk mengatur komunikasi antara hardware dengan software.

J. Data Logger

Data Logger merupakan sistem untuk merekam data ke dalam media penyimpan data dan dapat dilakukan untuk durasi yang cukup lama tergantung dari kapasitas dan jenis media penyimpananya [21]. Sistem *data logger* ini dapat dibangun dari modul arduino sebagai operatornya dan menggunakan *Google Spreadsheet* sebagai salah satu media simpannya.



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)
Gambar 2. 8 Data Logger

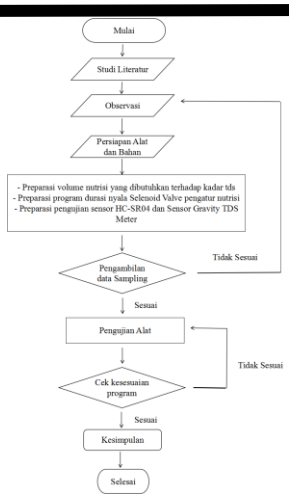
Google Sheets adalah perangkat lunak berbasis web yang dikembangkan oleh *Google*, untuk membuat tabel, penghitungan sederhana, atau pemrosesan data. *Google Spreadsheet* memiliki bentuk dan tampilan yang tidak jauh berbeda dengan Microsoft Excel seperti adanya sel, baris, dan kolom akan tetapi memiliki kelebihan dengan adanya sistem yang dilakukan secara online [22].

III. METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Pada pelaksanaan perancangan ini, ada beberapa tahap atau langkah-langkah yang dilakukan, mulai dari proses perancangan model hingga pengujian alat. Gambar 3.1 merupakan *flowchart* yang menggambarkan prosedur dalam penelitian ini.

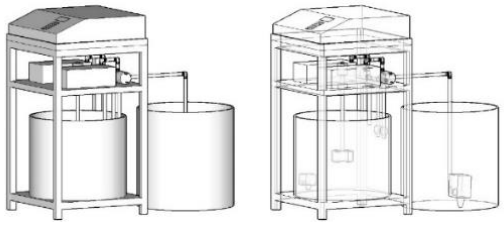
e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : X - XX



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

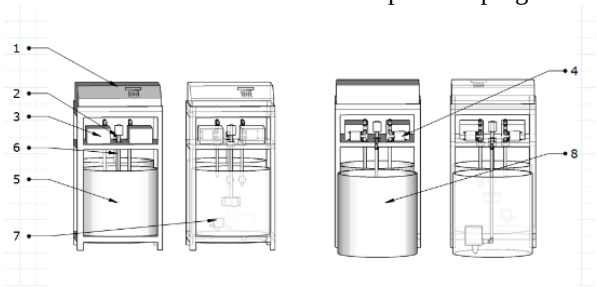
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

B. Perancangan Alat dan Cara Kerja Alat



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 3. 2 Model Alat Tampak Samping



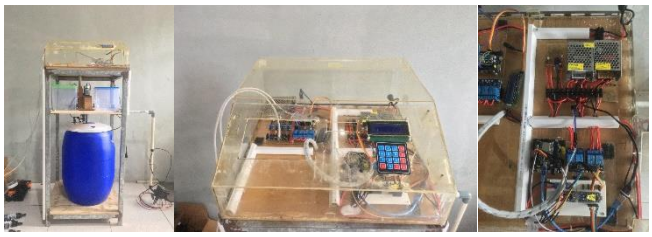
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 3. 3 Model Alat Tampak Depan dan Belakang

Komponen-komponen yang terdapat pada perancangan alat ditandai dengan angka yang dijelaskan sebagai berikut:

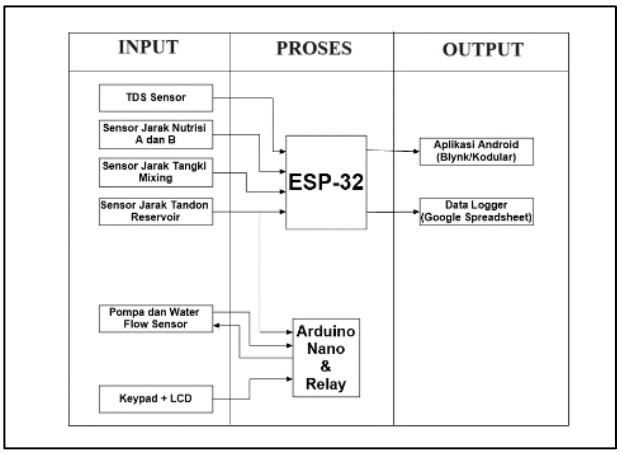
1. *Cover* atau Panel Komponen. Berfungsi sebagai wadah dan pelindung komponen-komponen kontrol.
2. Dinamo Mixing. Untuk menggerakan tangkai mixing/pengaduk.
3. *Box* Pekatan berlaku untuk box disebelahnya. Wadah dari pekatan A dan B.
4. Pompa Pengatur Pekatan berlaku untuk box disebelahnya. Pengatur keluaran pekatan atau sebagai dispenser yang bekerja berdasarkan pembacaan *Water Flow Sensor* dan pengaktifan relay.
5. Tangki Mixing. Wadah untuk pencampuran air dan pekatan.
6. *Mixer*. Sebagai pengaduk antara air dan pekatan.
7. Pompa Suplai Tangki Reservoir. Untuk memindahkan cairan dari tangki mixing ke tangki reservoir.
8. Tangki Air. Wadah untuk suplai air.
9. Pompa Pengatur Air. Pengatur keluaran air atau sebagai dispenser yang bekerja berdasarkan pembacaan Water Flow Sensor dan pengaktifan relay.

Gambar di bawah ini merupakan model dari alat yang telah dibuat.



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 3. 4 Keseluruhan Alat

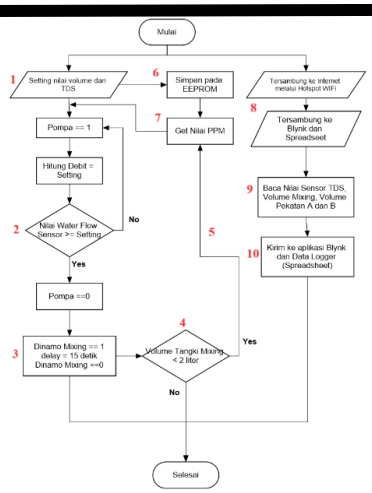


(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 3. 5 Diagram Mikrokontroler dan Komponen Pendukung

Gambar 3.5 merupakan diagram dari pembagian blok dari Input yang terdiri oleh beberapa sensor antara lain TDS Sensor, Sensor Jarak, Water Flow Sensor bersama Pompa sebagai Aktuator serta Keypad dan LCD yang akan diproses oleh Mikrokontroler ESP-32 dan Arduino Nano. Output dari alat ini adalah sebuah monitoring dari parameter-parameter yang diukur dan pupuk yang sesuai dengan *setting point* volume dan kadar kepekatannya. Fungsi dari dua mikrokontroler dengan tujuan mempertahankan stabilitas kinerja mikrokontroler serta menghindarkan dari delay dan program yang bertumpuk. Arduino Nano memiliki fungsi khusus sebagai penerima input *setpoint* volume dan TDS dari sistem *interface* menggunakan LCD-Keypad serta memiliki fungsi dispenser cairan sesuai dengan nilai setpoint dengan menggunakan prinsip kerja pembacaan *Water Flow Sensor* dan pengaktifan pompa. Selain itu, sistem otomatisasi pengisian tangki dilakukan juga melalui mikrokontroler ini dengan pembacaan yang dilakukan oleh sensor jarak pada tandon reservoir. Dinamo mixing juga akan aktif ketika kondisi yang ditentukan melalui relay yang dikontrol pada pin Arduino Nano. ESP-32 berfungsi sebagai sistem IoT dalam monitoring parameter-parameter seperti nilai TDS, volume pada tangki reservoir, tangki mixing dan box pekatan untuk dikirimkan ke Blynk dan Data Logger (*Google Spreadsheet*) melalui jaringan internet.

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : X - XX



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

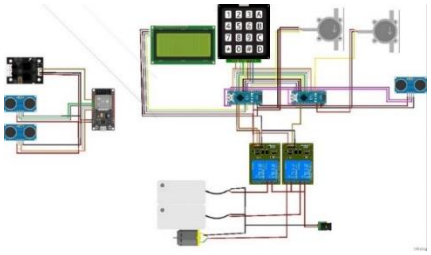
Gambar 3. 6 Diagram Alir Program

Pada Gambar 3.6 di atas, dapat dijabarkan bahwa alat akan bekerja untuk melakukan penyiapan pupuk yang sesuai dengan kebutuhan. Setiap proses ditunjukkan oleh penomoran yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Nomor 1: Menunjukkan penginputan nilai setpoint TDS dan volume pupuk yang diperlukan bagi tanaman.
2. Nomor 2: Sistem akan mengatur kadar nutrisi A, nutrisi B dan air melalui pengaktifan relay pompa dan dibaca aliran cairan yang melewati water flow sensor untuk menakar volume yang sesuai dengan nilai setpoint. Ketika nilai pembacaan sudah sesuai dengan set point, pompa dimatikan. Ketiga bahan tersebut dialirkan ke mixing tank
3. Nomor 3: Setelah proses penakaran bahan, selanjutnya akan dicampur dan diaduk oleh dinamo/motor DC sebagai mixer. Proses pengadukan dilakukan selama 15 detik.
4. Nomor 4: Menunjukkan pembacaan volume pada mixing tank dan ketika volume kurang dari 2 liter maka dilakukan pengkondisian.
5. Nomor 5: Merupakan pengkondisian ketika kondisi terpenuhi atau berlogika 1 atau kondisi Yes/Ya.
6. Nomor 6: Merupakan kelanjutan dari Nomor 1, ketika penginputan setpoint, nilai tersebut disimpan pada memori yang berjenis EEPROM, sehingga ketika aliran listrik mati, maka nilai tidak akan terhapus.
7. Nomor 7: Ketika kondisi pada nomor 5 terpenuhi, maka sistem akan mengambil nilai dari EEPROM yang sudah disimpan sebelumnya dan sebagai bahan setpoint pada pembuatan pupuk selanjutnya
8. Nomor 8: Menunjukan proses penyambungan ESP-32 dengan internet melalui jaringan WiFi dengan memanfaatkan modul esp pada board ESP-32. Setelah berhasil terhubung internet, alat akan menyambungkan ke Blynk dan Spreadsheet untuk proses Monitoring dan Logging Data.
9. Nomor 9: Semua sensor akan diaktifkan untuk membaca parameter yang diperlukan seperti nilai TDS, volume tangki dan volume pekatan untuk menghasilkan data.
10. Nomor 10: Data parameter pembacaan sensor selanjutnya dikirim ke perangkat android (Blynk) dan data logger (Google Spreadsheet) melalui Internet.

C. Perancangan Wiring Rangkaian

Perancangan wiring pada alat disesuaikan dengan kebutuhan untuk Input, proses, Output. Pada rangkaian yang dibuat sensor Gravity TDS Sensor, Water Flow Sensor, Sensor Jarak HC-SR04 dan Keypad sebagai Input, Esp32 dan Arduino Nano sebagai pemroses, LCD, pommpa dan motor DC sebagai output dengan pengaktifan relay. Berikut adalah gambar dari wiring rangkaian yang digunakan.



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 3. 7 Skema Rangkaian

Dari skema wiring rangkaian diatas terdapat beberapa pin yang dipakai sebagai input dan output, untuk penjelasan pin yang digunakan pada skema rangkaian terdapat pada Tabel 3.3 berikut ini.

D. Pengujian Alat

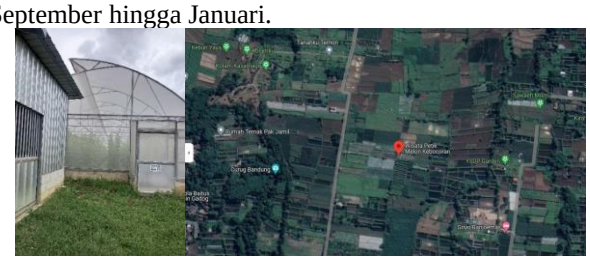
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

Gambar 3. 8 Penginputan SetPoint

Pengujian alat dilakukan dengan menginputkan kadar TDS yang diinginkan melalui inputan keypad dan juga otomatis melalui pembacaan volume tangki mixing. Setelah itu dilakukan monitoring dan analisis pembacaan sensor dan pengiriman data ke Blynk dan Google Spreadsheet selama 7 hari.

E. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Mixing Tank Nutrisi Hidoponik Pada Smart Greenhouse Melon dilakukan pada Greenhouse Melon di Dusun II, Desa Kebocoran, Kecamatan Kedungbanteng, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah (J676+V9X) milik Pemerintah Desa Kebocoran dalam kurun waktu dari bulan September hingga Januari.



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Gambar 3. 9 Lokasi Penelitian

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : X - XX

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Tegangan

Pengujian dilakukan guna mengetahui tegangan Input dan Output (Proses) dari semua komponen yang digunakan dengan cara mengukur tegangan dari setiap komponen menggunakan alat ukur Multimeter merek Heles UX-837.

Perhitungan nilai error hasil dari tegangan terukur dan tegangan spesifkasi dilakukan menggunakan sampel dari salah satu tegangan terukur dengan rumus perhitungan dibawah ini.

$$\text{Error (\%)} = \frac{tegangan\ spesifikasi - tegangan\ terukur}{tegangan\ spesifikasi} x100$$

Nilai rata-rata dalam pengujian adalah sebagai berikut:

Input PSU (%) = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{2,25}{5}$ = 0,45%

Output PSU 5V/5,5A (%) = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{9}{5}$ = 1,8%

Output PSU 12V/3A (%) = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{9,55}{5}$ = 1,91%

Output PSU 12V/1A (%) = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{0,89}{5}$ = 0,178%

Input ESP-32 (%) = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{20,6}{5}$ = 4,12%

Input Arduino Nano Volume (%) = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{9}{5}$ = 1,8%

Input Arduino Nano PPM (%) = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{9}{5}$ = 1,8%

Relay Pompa Air dan Mixer= $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{29,4}{5}$ = 5,88%

Relay Pompa Pekatan = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{13,8}{5}$ = 2,76%.

LCD 20x4 (%) = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{46}{5}$ = 9,2%

Dinamo DC (Mixer) (%) = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{10,93}{5}$ = 2,18%

Pompa Pekatan (%) = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{1,01}{5}$ = 0,2%.

Pompa Pekatan (%) = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{27,25}{5}$ = 5,45%.

Input Gravity TDS Sensor= $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{22}{5}$ = 4,4%

Water Flow Sensor Volume= $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{129,2}{5}$ = 25,84%.

Water Flow Sensor Pekatan= $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{120}{5}$ = 24%.

HC-SR Tangki Mixing= $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{20}{5}$ = 4%.

HC-SR Tangki Pekatan = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{20}{5}$ = 4%.

B. *Pengujian Konsumsi Daya Alat*

Pengujian Daya dilakukan dengan perhitungan nilai Tegangan Input dan dikalikan dengan pengukuran nilai arus menggunakan Tang Ampere merek UNI-T UT202A.

Perhitungan nilai daya menggunakan rumus perhitungan dibawah ini.

$$\boldsymbol{Daya\ (Watt) = Tegangan(Volt) x\ Arus\ (Ampere)}$$

Nilai daya dalam pengujian adalah sebagai berikut:

Daya Monitoring = 221 V x 0,01 A = 2,21 W

Daya Monitoring dan Penakaran = 221Vx0,09A = 19,89 W

Daya Monitoring dan Mixing = 221Vx0,04A = 8,84 W

C. Pengujian Water Flow Sensor (WFS)

Pengujian Water Flow Sensor dilakukan dengan melakukan kalibrasi untuk mendapatkan nilai pembacaan yang optimal dan semirip mungkin dengan nilai yang sebenarnya.

Untuk dua sensor yang dipakai dihasilkan rumus dari rata-rata pembacaan pulsa yaitu sebagai berikut

$$\boldsymbol{Pekatan = 5,3012\ x\ pulsa}$$
$$\boldsymbol{Volume = 0,4028\ x\ pulsa}$$

Setelah diperoleh rumus pembacaan, nilai yang dihasilkan dari pembacaan air masih berbeda maka dari itu nilai pembacaan tersebut dibagi dengan nilai sebenarnya untuk dijadikan faktor kalibrasi. Didapatkan rumus pembacaan water flow sensor pekatan terhadap nilai TDS yang diatur adalah

$$\boldsymbol{Pekatan = 5,3012\ x\ pulsa\ /\ 27,66378}$$
$$\boldsymbol{Volume = 0,4028\ x\ pulsa\ /\ 0,15991}$$

Rumus ini kemudian dimasukkan ke dalam program arduino untuk proses pembacaan aliran pekatan Begitu juga rumus dari pembacaan water flow sensor untuk pembacaan aliran air (Water Flow Sensor Volume).

Nilai rata-rata error adalah sebagai berikut:

WFS Pekatan (%) = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{4,02}{5}$ = 0,804%

WFS Volume (%) = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{6,555}{5}$ = 1,311%

D. Pengujian Sensor HC-SR04

Pengujian sensor HC-SR04 dilakukan sebanyak 10 kali untuk memastikan keakuratannya. Selanjutnya, hasil pembacaan diolah dan ditambahkan rumus volume dengan pembacaan jarak dijadikan nilai tinggi yang sebelumnya dikurangi dengan jarak maksimal (tinggi = jarak maksimal – jarak yang dibaca). Eror pembacaan (%) pada pengujian pembacaan memiliki nilai error 0%, sedangkan dalam pengujian pembacaan volume adalah sebagai berikut:

Rata-rata Error = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{27,37}{5}$ = 5,47%

E. Pengujian Gravity TDS Sensor

Pengujian Gravity TDS Sensor dilakukan sebanyak 10 kali untuk memastikan keakuratannya. Alat ukur yang dipakai adalah EC Meter merek HANNA yang hanya dapat membaca nilai EC(Electrical Conductivity) bukan TDS, dan perbandingan 1EC pada alat ukur saa dengan nilai TDS dengan kadar 500ppm. Air baku yang digunakan untuk pengujian ini memiliki nilai TDS 100ppm dengan suhu air sebesar 30 derajat Celcius dan pada pembacaan TDS Sensor membutuhkan nilai koefisien suhu yang diambil dari pembacaan suhu air maka nilai 30 derajat dimasukkan ke dalam program. Nilai rata-rata dalam pengujian adalah sebagai berikut:

Error Gravity TDS Sensor = $\frac{n(Error\%)}{n(Pengujian)} = \frac{81,28}{10}$ = 8,128%

F. Pengujian Proses Pembuatan Pupuk pada Mixing Tank (Sistem Otomatisasi)

1) Setting Nilai *TDS* dan *Volume* dengan Keypad-LCD

Pengujian pembuatan pupuk dilakukan dengan melakukan set point menggunakan Keypad nilai volume dan TDS dan dilakukan pengamatan alur kerja alat dari pengaktifan pompa dan motor DC. Setelah proses mixing selesai kemudian dilakukan pembandingan nilai volume dan TDS yang diatur dengan pembacaan pada sensor. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali pembuatan pupuk dan diberi keterangan apakah masing-masing parameter pengujian melakukan proses kerja sesuai dengan yang ditentukan. Hasil pengujian proses pembuatan pupuk dapat dilihat pada Tabel 4.14.

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : X - XX

Tabel 4. 1 Pengujian Pembuatan Pupuk menggunakan Set Point Keypad

No	Parameter		Pengujian ke				
			1	2	3	4	5
1	*TDS*	Set Keypad	600	800	700	800	900
		Sensor	616,23	868	704,79	825,64	916,53
		Error	2,705	8,5	0,68	3,2	1,83
2	*Volume*	Set Keypad	12	13	14	20	20
		Sensor	12,38	13,69	14,95	20,3	21,22
		Error	3,16	5,3	6,78	1,5	6,1

Berdasarkan pengujian dapat dianalisis sebagai berikut.

Proses penginputan setpoint berhasil dilakukan menggunakan Keypad dan LCD dengan nilai yang diharapkan. Jalannya alur penginputan runtut dari penginputan nilai Volume dilanjutkan dengan TDS dan menghitung jumlah takaran pekatan terhadap volume air dengan benar.

Sensor TDS dapat melakukan pembacaan nilai TDS, namun nilai pembacaan baru stabil ketika putaran air sudah berhenti. Pembacaan nilai TDS memiliki error rata-rata sebesar 3,38% dengan rata-rata selisih 26,238 ppm.

Sensor pembacaan volume (HC-SR04) pada tangki mixing dapat melakukan pembacaan nilai volume, namun nilai pembacaan baru stabil ketika putaran air sudah berhenti. Pembacaan nilai volume memiliki error rata-rata sebesar 4,57% dengan rata-rata selisih 0,708 liter.

Water Flow Sensor berhasil membaca debit aliran yang melewati dan program mengonversikan debit tadi untuk menghitung jumlah cairan yang sudah melewati dan melakukan penakaran menyesuaikan setpoint yang diinput.

Pompa pekatan dan pompa air (volume) berhasil diaktifkan ketika proses penginputan selesai dan mati ketika penakaran yang dilakukan oleh pembacaan debit Water Flow Sensor sudah memenuhi nilai yang diinput.

Durasi pengaktifan motor DC sesuai dengan delay yang diatur pada program yaitu selama 15 detik.

2) Berdasarkan Pembacaan Volume Sensor HC-SR04

Pengujian Proses Pembuatan Pupuk Otomatis (HCSR04) hampir sama dengan pengujian sebelumnya, namun tidak perlu melakukan set point, karna nilai setting volume dan TDS berasal dari set point sebelumnya yang sudah disimpan. Pengujian ini bertujuan untuk membuktikan sistem otomatisasi dalam pembuatan pupuk berdasarkan pengukuran sensor jarak pada tangki mixing yang mengindikasikan bahwa pupuk di dalamnya sudah habis atau sudah di bawah ambang batas yang telah ditentukan. Hasil pengujian dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4. *2* Pengujian Pembuatan Pupuk Berdasarkan Pembacaan Volume Tangki Mixing (Otomatisasi)

No	Parameter		Pengujian ke				
			1	2	3	4	5
1	*TDS*	Set Keypad	600	800	700	800	900
		Sensor	592	818	697,8	837	921,52
		Error	1,33	2,25	0,31	4,62	2,39
2	*Volume*	Set Keypad	12	13	14	20	20
		Sensor	12,38	13,34	14,62	20,28	20,41
		Error	3,16	2,61	4,42	1,4	2,05
3	*Volume* Ambang Batas		1.91	1,94	1,95	1,88	1,95

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dan dicatat pada tabel di atas, dapat dianalisis sebagai berikut.

Proses penginputan setpoint berhasil dilakukan menggunakan Keypad dan LCD sebelumnya dapat disimpan dan berhasil untuk inputan ketika volume tangki mixing di bawah ambang batas yang ditentukan.

Volume ambang batas yang terbaca ketika alat melakukan proses pembuatan pupuk kembali berada pada rata-rata volume 1,926 liter. Hal ini masih sesuai dengan ambang batas yang diatur pada program yaitu 2 liter.

Sensor TDS dapat melakukan pembacaan nilai TDS, namun nilai pembacaan baru stabil ketika putaran air sudah berhenti. Pembacaan nilai TDS memiliki error rata-rata sebesar 1,523% dengan selisih rata-rata sebesar 13,264ppm.

Sensor pembacaan volume (HC-SR04) pada tangki mixing dapat melakukan pembacaan nilai volume, namun nilai pembacaan baru stabil ketika putaran air sudah berhenti. Pembacaan nilai volume memiliki error rata-rata sebesar 2,732% dengan selisih rata-rata sebesar 0,406 liter.

Water Flow Sensor berhasil membaca debit aliran yang melewati dan program mengonversikan debit tadi untuk menghitung jumlah cairan yang sudah melewati dan melakukan penakaran menyesuaikan setpoint yang diinput.

Pompa pekatan dan pompa air (volume) berhasil diaktifkan ketika proses penginputan selesai dan mati ketika penakaran yang dilakukan oleh pembacaan debit Water Flow Sensor sudah memenuhi nilai yang diinput.

Durasi pengaktifan motor DC sesuai dengan delay yang diatur pada program yaitu selama 15 detik.

G. Pengujian Delay Pengiriman Data ke Blynk dan Spreadsheet

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan kehandalan dari kinerja software yang telah dibuat dalam memberikan tampilan pengukuran TDS dan volume yang akurat dan dapat dihandalkan, untuk pengujian ini meliputi delay pengiriman pada aplikasi Blynk dan Google Spreadsheet dengan melihat jam screenshoot aplikasi Blynk dan waktu pengiriman data pada Google Spreadsheet.

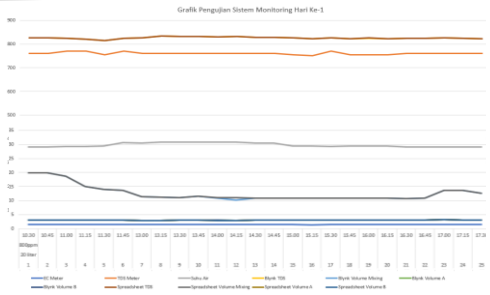
Berdasarkan pengujian tersebut dapat dilihat untuk respons dari aplikasi memiliki rata-rata selisih delay dari 10 percobaan sebesar 4,2 detik, sedangkan update pengiriman data Google Spreadsheet memiliki rata-rata delay sebesar 6,2 detik dengan interval pengiriman 6-8 data per menitnya atau sekitar 11 detik untuk setiap update datanya. Hal ini mengartikan untuk respon dari aplikasi Blynk dan Google Spreadsheet tersebut terbilang baik.

H. Pengujian Keseluruhan Sistem Monitoring

Pengujian Sistem Monitoring dilakukan selama 7 hari berturut-turut dan dimulai pada sekitar pukul 09.00 hingga mendapatkan 25 data per hari. Pengambilan data dilakukan setiap 15 menit sekali untuk masing-masing parameter antara lain nilai TDS, volume tangki mixing dan volume pekatan pada pembacaan alat ukur, Blynk dan Spreadsheet. Pengukuran TDS dan suhu air (pupuk) dilakukan pada tangki mixing menggunakan EC/TDS Meter merek HANNA dan pembacaan volume dilakukan untuk volume tangki mixing dan pekatan A saja.

1) Grafik Pengujian Hari Ke-1

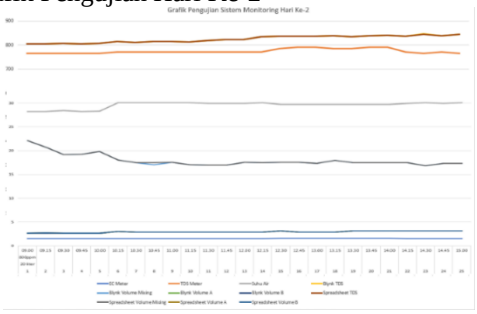
e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : X - XX



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)
Gambar 4. 1 Grafik Pengujian Hari Ke-1

Berdasarkan grafik pengujian pada hari pertama pembacaan nilai volume pekatan stabil di angka 3 liter, sesuai dengan jumlah volume yang dimasukkan ke wadah. Pembacaan TDS masih memiliki perbedaan yang cukup signifikan dengan pembacaan alat ukur. Akan tetapi nilai perbedaan pada setiap pengujian masih berbanding lurus dengan nilai sebenarnya, yang mana diakibatkan oleh faktor pengali ataupun faktor kalibrasi dari pengukuran sensor TDS yang masih kurang sempurna. Yang menjadi catatan penting, suhu air sangat mempengaruhi pembacaan TDS pada sensor, karena pembacaan sensor itu sendiri harus fleksibel dengan perubahan suhu air. Nilai erorr atau selisih pembacaan sensor TDS di angka rata-rata 7,943%. Pembacaan volume tangki mixing berkurang sebanding dengan penggunaan pupuk untuk menyiram dari yang awal pembuatan pupuk pada angka 20 liter menurun hingga angka 12 liter. Data yang diterima Blynk dan Spreadsheet menunjukkan nilai yang sama, hanya beberapa data terjadi perbedaan angka di berlakang koma, dikarenakan Blynk menggunakan pembulatan angka menjadi satu digit di belakang koma. Untuk tabel dapat dilihat pada Lampiran 1.

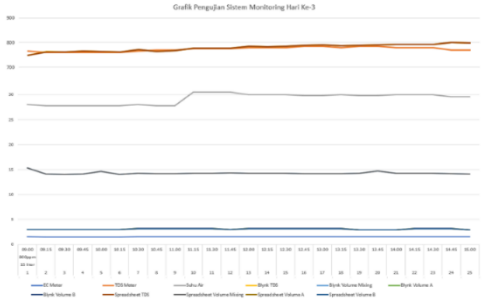
2) Grafik Pengujian Hari Ke-2



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)
Gambar 4. 2 Grafik Pengujian Hari Ke-2

Berdasarkan grafik pengujian pada hari kedua pembacaan nilai volume pekatan stabil di angka 3 liter. Sebelum melakukan pengujian dilakukan proses pembuatan pupuk sebanyak 20 liter, namun pekatan diisi ulang sehingga masih di angka 3 liter. Pembacaan TDS memiliki perbedaan yang lebih sedikit dibanding hari pertama dikarenakan sudah dilakukan kalibrasi ulang. Rata-rata error di angka 6,1413%. Perbedaan ini diakibatkan perubahan suhu air yang terjadi sedangkan program pembacaan sensor TDS menggunakan angka konstan di titik 30 derajat. Sensor yang membaca volume tangki mixing dapat membaca perubahan nilai dari 20 liter hingga 17 liter, sebanding dengan penggunaan pupuk untuk menyiram. Data yang diterima Blynk dan Spreadsheet menunjukkan nilai yang sama, hanya beberapa data terjadi perbedaan angka di berlakang koma, dikarenakan Blynk menggunakan pembulatan angka menjadi satu digit di belakang koma. Untuk tabel dapat dilihat pada Lampiran 2.

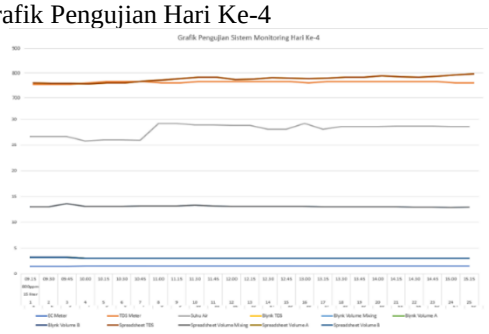
3) Grafik Pengujian Hari Ke-3



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)
Gambar 4. 3 Grafik Pengujian Hari Ke-3

Berdasarkan grafik pengujian pada hari ketiga pembacaan nilai volume pekatan masih stabil di angka 3 liter. Pengujian ini melanjutkan pembacaan sebelumnya yang mana volume tangki mixing di angka 17 liter. Pada awal sebelum pengujian dilakukan penyiraman tanaman hingga volume pupuk berkurang menjadi 14 liter. Pembacaan volume tangki mixing stabil di kisaran angka 14 liter. Pembacaan TDS memiliki error yang sangat kecil yaitu 0,7479% disebabkan suhu air mendekati koefisien suhu yang dimasukkan pada program (30 derajat). Perubahan suhu terjadi pada pukul 11.00 dari angka 28 derajat menjadi 30 derajat. Data yang diterima Blynk dan Spreadsheet menunjukkan nilai yang sama, hanya beberapa data terjadi perbedaan angka di berlakang koma, dikarenakan Blynk menggunakan pembulatan angka menjadi satu digit di belakang koma. Untuk tabel dapat dilihat pada Lampiran 3.

4) Grafik Pengujian Hari Ke-4



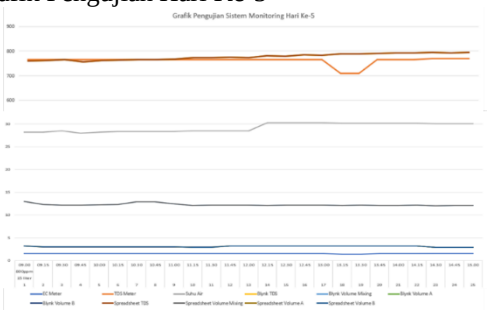
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)
Gambar 4. 4 Grafik Pengujian Hari Ke-4

Berdasarkan grafik pengujian pada hari keempat pembacaan nilai volume pekatan masih stabil di angka 3 liter. Pengujian ini melanjutkan pembacaan sebelumnya yang mana volume tangki mixing di angka 14 liter. Pada awal sebelum pengujian dilakukan penyiraman tanaman hingga volume pupuk berkurang menjadi 13 liter. Pembacaan volume tangki mixing stabil di kisaran angka 13 liter. Pembacaan TDS memiliki error yang cenderung kecil dengan suhu air di rata-rata 28 derajat. Rata-rata error di angka 1,7186%. Kondisi lingkungan yang hujan mempengaruhi suhu lingkungan dan suhu pada air. Perubahan suhu terjadi pada pukul 10.45 dari angka 25-26 derajat menjadi 29 derajat. Data yang diterima Blynk dan Spreadsheet menunjukkan nilai yang sama, hanya beberapa data terjadi perbedaan angka di berlakang koma,

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : X - XX

dikarenakan Blynk menggunakan pembulatan angka menjadi satu digit di belakang koma. Untuk tabel dapat dilihat pada Lampiran 4.

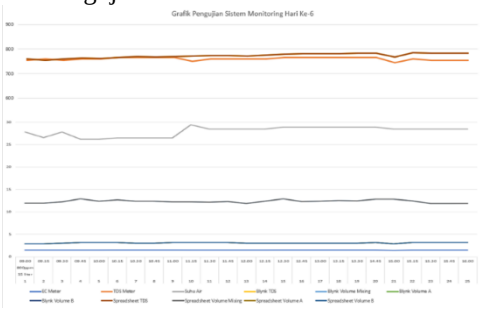
5) Grafik Pengujian Hari Ke-5



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)
Gambar 4. 5 Grafik Pengujian Hari Ke-5

Berdasarkan grafik pengujian pada hari kelima pembacaan nilai volume pekatan masih stabil di angka 3 liter. Pengujian ini melanjutkan pembacaan sebelumnya yang mana volume tangki mixing di angka 13 liter dan tidak dilakukan penyiraman dalam jumlah banyak, hanya menjaga kelembaban tanah. Pembacaan volume tangki mixing di kisaran angka 12-13 liter. Pembacaan TDS memiliki error yang cenderung kecil dengan suhu air di rata-rata 29 derajat. Rata-rata error di angka 2,0219%. Perubahan suhu terjadi pada pukul 12.00 dari angka 28 derajat menjadi 30 derajat. Data yang diterima Blynk dan Spreadsheet menunjukkan nilai yang sama, hanya beberapa data terjadi perbedaan angka di berlakang koma, dikarenakan Blynk menggunakan pembulatan angka menjadi satu digit di belakang koma. Untuk tabel dapat dilihat pada Lampiran 5.

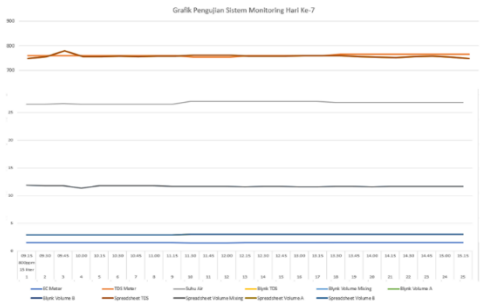
6) Grafik Pengujian Hari Ke-6



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)
Gambar 4. 6 Grafik Pengujian Hari Ke-6

Berdasarkan grafik pengujian pada hari keenam pembacaan nilai volume pekatan masih stabil di angka 3 liter. Pengujian ini melanjutkan pembacaan sebelumnya yang mana volume tangki mixing di angka 13 liter dan tidak dilakukan penyiraman dalam jumlah banyak, hanya menjaga kelembaban tanah. Pembacaan volume tangki mixing di kisaran angka 12-13 liter. Pembacaan TDS memiliki error yang cenderung kecil dengan suhu air di rata-rata 28 derajat. Rata-rata error di angka 1,684%. Data yang diterima Blynk dan Spreadsheet menunjukkan nilai yang sama, hanya beberapa data terjadi perbedaan angka di berlakang koma, dikarenakan Blynk menggunakan pembulatan angka menjadi satu digit di belakang koma. Untuk tabel dapat dilihat pada Lampiran 6.

7) Grafik Pengujian Hari Ke-7



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)
Gambar 4. 7 Grafik Pengujian Hari Ke-7

Berdasarkan grafik pengujian pada hari ketujuh pembacaan nilai volume pekatan masih stabil di angka 3 liter. Pengujian ini melanjutkan pembacaan sebelumnya yang mana volume tangki mixing di angka 12 liter dan tidak dilakukan penyiraman dalam jumlah banyak, hanya menjaga kelembaban tanah. Pembacaan volume tangki mixing di kisaran angka 12 liter. Namun, pada hari pengujian cuaca hujan sehari penuh sehingga mempengaruhi suhu air di rata-rata 26 derajat. Rata-rata error pembacaan TDS di angka 0,467%. Data yang diterima Blynk dan Spreadsheet menunjukkan nilai yang sama persis. Untuk tabel dapat dilihat pada Lampiran 7.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. *Kesimpulan*

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Water Flow Sensor dapat membaca debit aliran cairan dan dikonversikan dalam bentuk volume sehingga dapat melakukan proses penakaran bersama pompa sesuai dengan nilai setpointnya.
2. Sensor HC-SR04 berhasil membaca jarak permukaan cairan dan mengkonversikanya menjadi nilai volume pada tangki mixing dan pekatan dengan rata-rata error pembacaan sebesar 5,47%.
3. Gravity TDS Sensor berhasil membaca nilai TDS pada tangki mixing, dengan rata-rata error pembacaan sebesar 8,128% pada suhu konstan di angka 30 derajat Celcius.
4. Respon Sistem Otomatisasi pada Mixing Tank Pembuatan Nutrisi Hidroponik dapat meracik pupuk melalui setting point dengan hasil yang mendekati nilai setpoint dengan error sebesar 3,38% untuk nilai TDS atau memiliki selisih rata-rata 26,238 ppm dari setpoint dan 4,57% untuk nilai Volume atau selisih 0,708 liter dari setpoint. Pada pengujian pembuatan pupuk berdasarkan pembacaan volume, sistem berhasil membuat pupuk ketika volume pada tangki mixing terbaca kurang dari 2 liter atau rata-rata pada pengujian sebesar 1,926 liter. Pupuk yang dihasilkan mendekati nilai setpoint yang tersimpan dengan nilai error sebesar 1,523% untuk nilai TDS atau memiliki selisih rata-rata 13,264ppm dari setpoint dan 2,732% untuk nilai Volume atau selisih 0,406 liter dari setpoint.
5. Berdasarkan pengujian sistem monitoring, sistem berhasil mengirimkan data ke aplikasi Blynk dengan rata-rata delay sebesar 4,2 detik dan dapat melakukan update pengiriman data ke Google Spreadsheet

e-ISSN : 2722-6204
p-ISSN : 1411-1586
Hal : X - XX

memiliki rata-rata delay sebesar 6,2 detik dengan interval pengiriman 6-8 data per menitnya atau sekitar 11 detik untuk setiap update datanya.

B. Saran

Berdasarakan hasil dari penelitian terdapat beberapa hal yang dapat dikembangkan antara lain:

1. Penelitian selanjutnya dapat ditambahkan sensor untuk mendeteksi suhu air agar pembacaan sensor TDS fleksibel terhadap perubahan suhu air dan pembacaan menjadi lebih akurat.
2. Untuk penelitian selanjutnya, dikembangkan sistem yang lebih akurat dalam proses penakaran dan ditambahkan Wireless Router yang dekat dengan alat ataupun dengan antena eksternal sehingga dapat memaksimalkan ESP-32 untuk menangkap sinyal Wi-Fi dan penambahan sistem pendingin khususnya pada mikrokontroler ESP-32 untuk menghindari overheat.

REFERENSI

[1] I. S. Roidah, "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik," *J. Univ. Tulungagung BONOROWO*, vol. 1, no. 2, pp. 43–50, 2014.

[2] S. Jan *et al.*, "Hydroponics – A Review," *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, vol. 9, no. 8, pp. 1779–1787, 2020, doi: 10.20546/ijcmas.2020.908.206.

[3] T. E. Tallei, I. F. M. Rumengan, and A. A. Adam, *Hidroponik untuk Pemula*. 2017.

[4] B. . Subagja, "2.1.2 Macam Hidroponik," 2014.

[5] M. A. Harahap, F. Harahap, and T. Gultom, "The effect of ab mix nutrient on growth and yield of pak choi (brassica chinensis l.) plants under hydroponic wick system condition," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1485, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1485/1/012028.

[6] J. Reynaldi, "Pengembangan Hidroponik Drip System Plus Monitoring Via LCD Dan Website," *Electrices*, vol. 3, no. 1, pp. 14–20, 2021, doi: 10.32722/ees.v3i1.3855.

[7] M. Safeyah, Z. A. Achmad, and Juwito, "Modul Pelatihan Teknik Hidroponik dan Vertikultur," *Modul Pengabdi. Kpd. Masy. Univ. Pembang. Nas. "Veteran" Jawa Timur*, 2021.

[8] S. Villamil, C. Hernández, and G. Tarazona, "An overview of internet of things," *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 18, no. 5, pp. 2320–2327, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i5.15911.

[9] A. Burhannudin, N. Darmawan, P. Yulianto, and E. Sudaryanto, "Sistem Kendali Lampu Dengan Teknologi Internet Of Things (IOT) Dan Bluetooth Menggunakan NODEMCU," *J. Electron. Electr. Power Appl.*, 2022.

[10] I. Allafi and T. Iqbal, "Design and implementation of a low cost web server using ESP32 for real-time photovoltaic system monitoring," *2017 IEEE Electr. Power Energy Conf. EPEC 2017*, vol. 2017-Octob, no. October 2017, pp. 1–5, 2018, doi: 10.1109/EPEC.2017.8286184.

[11] V. Barral Vales, O. C. Fernandez, T. Dominguez-Bolano, C. J. Escudero, and J. A. Garcia-Naya, "Fine Time Measurement for the Internet of Things: A Practical Approach Using ESP32," *IEEE Internet Things J.*, vol. 9, no. 19, pp. 18305–18318, 2022, doi: 10.1109/JIOT.2022.3158701.

[12] A. Jamil *et al.*, "Polynomial Regression Calibration Method of Total Dissolved Solids Sensor for Hydroponic Systems," *Pertanika J. Sci. Technol.*, vol. 31, no. 6, 2023, doi: 10.47836/pjst.31.6.08.

[13] W. J. Hong *et al.*, "Water quality monitoring with arduino based sensors," *Environ. - MDPI*, vol. 8, no. 1, pp. 1–15, 2021, doi: 10.3390/environments8010006.

[14] A. Suryana, Paikun, and M. Ali Setyo Yudono, "Fluid Volume Detector on a Horizontal Tube Using an Ultrasonic-based Water Level Sensor," *Fidel. J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 6–9, 2022, doi: 10.52005/fidelity.v4i1.80.

[15] F. Umam, H. Budiarto, and A. Dafid, *Motor Listrik*. Media Nusa Creative, 2017.

[16] M. D. Ariansyah and S. Sariman, "Analisa Performa Pompa Air DC 12V 42 Watt terhadap Variasi Kedalaman Pipa Menggunakan Baterai dengan Sumber Energi dari Matahari," *J. Syntax Admiration*, vol. 2, no. 6, pp. 1083–1102, 2021, doi: 10.46799/jsa.v2i6.251.

[17] E. Media's, . S., and M. Rif'an, "Internet of Things (IoT): BLYNK Framework for Smart Home," *KnE Soc. Sci.*, vol. 3, no. 12, p. 579, 2019, doi: 10.18502/kss.v3i12.4128.

[18] W. A. Prayitno, A. Muttaqin, and D. Syauqy, "Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan Blynk Android," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 4, 2017.

[19] D. Wahjudi, E. Sudaryanto, T. Suprayitno, and I. N. Darmawan, "Monitoring Level Kesehatan melalui Detak Jantung dan Kadar Oksigen dengan Internet of Things berbasis Android," *J. Electron. Electr. Power Appl.*, 2023.

[20] M. Firly, D. Wahjudi, and P. Yulianto, "Perancangan Sistem Penyiraman Dan Pemupukan Otomatis (Smart Garden) Berbasis Iot (Internet of Things) Menggunakan Nodemcu Esp8266," *Teodolita Media Komunkasi Ilm. di Bid. Tek.*, vol. 23, no. 1, pp. 115–129, 2022, doi: 10.53810/jt.v23i1.444.

[21] R. Hartono, *Perancangan sistem data logger temperatur baterai berbasis arduino duemilanove*. 2013. [Online]. Available: http://chemistrahmah.com/caramenulisdaftarpustaka.%5Cnhtml

[22] H. Sulistiani *et al.*, "Google Spreadsheet Training for Teacher at SMK N 1 Padang Cermin," *J. Eng. Inf. Technol. Community Serv.*, vol. 1, no. 2, pp. 72–75, 2022, doi: 10.33365/jeit-cs.v1i2.145.