

SIMOBİ: SISTEM *MONITORING* SOLAR *HYDROPONIC* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT) STUDI KASUS: PT. DAGO ENGINEERING

I Komang Yuda Muliawan^{#1}, I Gede Bendesa Subawa^{#2}, Ida Bagus Nyoman Pascima^{#3}
Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha

E-mail: ¹yuda.muliawan@undiksha.ac.id, ²bendesa.subawa@undiksha.ac.id, ³gus.pascima@undiksha.ac.id

Abstrak - Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *monitoring* solar *hydroponic* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dinamakan SIMOBİ. SIMOBİ dikembangkan sebagai solusi atau permasalahan yang ada pada solar *hydroponic* di PT. Dago Engineering. Metode yang digunakan untuk mengembangkan SIMOBİ yaitu *Extreme Programming* (XP). Tahapan yang ditempuh peneliti sesuai dengan metode XP berupa tahap analisis, tahap desain, tahap coding, tahap testing, serta tahap *publish*. Hasil dari implementasinya adalah bahwa SIMOBİ telah dikembangkan dengan fitur-fitur berupa *water monitoring*, *autofeeder*, serta *setting*. Ketiga fitur tersebut sudah melalui pengujian *blackbox* serta pengujian tingkat keakuratan sensor. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan bahwa pada tingkat keakuratan sensor pH, suhu serta TDS berturut turut memiliki nilai sebesar 99,40 %, 99,88 % dan 99,87 %.

Kata Kunci- *Auto Feeder*, *IoT*, *Water Monitoring*, SIMOBİ, *Solar Hydroponic*.

I. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi, perusahaan mulai memanfaatkan inovasi untuk meningkatkan efisiensi dalam berbagai sektor, termasuk energi terbarukan dan pertanian. Salah satu inovasi yang berkembang adalah pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dalam sistem budidaya hidroponik, seperti yang dilakukan oleh PT. Dago Engineering. Teknologi ini memungkinkan penggunaan energi matahari sebagai sumber listrik utama dalam mendukung pertumbuhan tanaman hidroponik.

Namun, berdasarkan hasil survei, pengecekan media air dan nutrisi di PT. Dago Engineering masih dilakukan secara manual. Hal ini mengharuskan staf atau farmer untuk datang ke lokasi

setiap hari guna memastikan kondisi tetap optimal. Situasi ini kurang efisien dan dapat menjadi kendala, terutama dalam kondisi darurat atau ketika mobilitas terbatas. Idealnya, sistem hidroponik dapat dipantau secara otomatis dan jarak jauh untuk memastikan stabilitas lingkungan pertumbuhan tanaman.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dikembangkanlah Sistem Monitoring Solar Hydroponic berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini dirancang untuk memantau parameter media air seperti TDS, temperatur, pH, dan ketinggian air, serta memberikan dan mengaduk nutrisi secara otomatis (*auto feeder*). Dengan adanya sistem ini, proses pengecekan dapat dilakukan secara real-time tanpa perlu keterlibatan langsung setiap hari.

PT. Dago Engineering menerapkan metode Nutrient Film Technique (NFT) dalam budidaya hidroponiknya. Metode ini memiliki kelemahan, yaitu ketergantungan pada pasokan listrik yang stabil untuk menjaga aliran nutrisi. Oleh karena itu, penggunaan PLTS sebagai sumber daya utama menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan ini serta mengurangi ketergantungan pada listrik PLN.

Dengan adanya sistem monitoring ini, proses budidaya hidroponik di PT. Dago Engineering dapat berjalan lebih efisien, dengan kontrol yang lebih optimal terhadap nutrisi dan kondisi media air. Integrasi teknologi IoT dengan energi terbarukan ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian hidroponik.

II. KAJIAN PUSTAKA

Pada penelitian ini menggunakan 10 jurnal dengan 5 jurnal internasional dan 5 jurnal nasional. Kesepuluh jurnal tersebut sudah terlampir di Bab Referensi. 10 jurnal tersebut peneliti gunakan sebagai referensi dalam membangun SIMOBİ. Berikut adalah jbaran mengenai 10 jurnal tersebut,

Pada artikel pertama [2] mendapatkan hasil bahwa Hasil dari pengukuran terdapat optimasi dari agitator dengan diameter poros dari 10 mm menjadi 8 mm, serta daya yang dibutuhkan dari 60watt menjadi 30watt. Agitator bersifat aman dan tidak memiliki resiko kegagalan karena frekuensi getaran tidak berada pada kisaran kecepatan putar.

Pada Artikel selanjutnya [1] menghasilkan sistem monitoring hydroponic yang dikembangkan dengan ESP32. Monitoring tersebut dalam aspek media air. Sensor yang digunakan untuk mengukur atau memonitoring media air tersebut yaitu sensor water level, pH, DHT 11, dan LDR. Jika misalnya ketinggian air menurun dalam waktu tertentu, maka terdapat notifikasi berupa sms ke petani dengan data sensor yang diberikan. Selain itu juga petani dapat mengontrol saluran air pada tanaman hydroponic.

Pada jurnal selanjutnya [9] perancangan sistem monitoring hydroponic yang dapat memantau suhu, pH dan TDS. Rata-rata yang dihasilkan pada sensor yang digunakan yaitu 1,49 dari sensor TDS, 0,50 dari sensor suhu, dan 0,34 dari sensor ph. Kemudian, smart greenhouse ini juga dapat mengontrol kelembapan dengan batas suhu 35 derajat celcius.

Jurnal selanjutnya [3] mengatakan Sistem kendali Pemantauan tanaman mampu melakukan pemantauan suhu dengan persentase eror 1.70%. Selain itu, dengan menggunakan sensor TDS, sistem kendali ini juga mampu mengontrol part per-million (ppm) dengan presentase eror sebesar 3.63%. Kemudian, terdapat pompa yang digunakan untuk memompakan larutan AB Mix, pH Up, serta ph Down sesuai dengan aturan atau rules yang diberikan.

Selanjutnya, jurnal kelima [5] mengatakan dengan menggunakan sensor pH dan sensor suhu yang terintegrasi melalui internet menggunakan modul WifiESP8266, maka terbentuklah system monitoring atau pemantauan serta kendali pemberian nutrisi secara otomatis pada tanaman hydroponic. Pengujian rangkaian elektronika nutrisi tanaman hidroponik mencapai kesuksesan hingga 100% secara realtime.

Jurnal keenam [6] memiliki hasil dari penelitiannya yaitu pada sensor pH, suhu, kelembaban dan TDS memiliki presentase eror sebesar 1% dengan menggunakan 2 jenis panel surya (A1) dan (A2). Kemudian, perbedaan laju pertumbuhan tanaman dinilai dari lebar tanaman dan tinggi tanaman yang bernilai berturut-turut 0,087cm dan 1,63cm.

Pada jurnal keketujuh [8] sistem monitoring yang dikembangkan mampu memantau suhu, kelembaban, pH dan EC hydroponic. Kemudian, adapaun fitur tambahan berupa App/Wireless GSM untuk mengubah mode nilai pH dan EC. Selain itu, juga terdapat kamera yang digunakan untuk memantau secara langsung keadaan dan pertumbuhan tanaman hydroponic.

Selanjutnya jurnal kedelapan [7] mendapatkan hasil bahwa presentase eror dari pembaca tegangan serta arus sensor INA

219 yaitu masing masing 0.28%. dan 2.29%. Media komunikasi antara microcontroller dan jaringan internet menggunakan modul Wifi ESP8266 Hal ini dikarenakan adanya keterbatasan pada multimeter untuk membaca hasil pengukuran yang bernilai kecil.

Kemudian, jurnal kesembilan [10] menghasilkan sistem monitoring suhu tersebut dapat dibangun disertai dengan beberapa sensor tambahan seperti pH, TDS, serta volume air pada tanaman hydroponic. Selain itu tempat penampungan data yang digunakan adalah Google Spreadsheet supaya sistem monitoring ini menjadi lebih efisien dari segi biaya.

Selanjutnya jurnal terakhir [4] menghasilkan sebuah sistem monitoring hydroponic menggunakan chatbot telegram. Chatbot tersebut mengirimkan informasi mengenai TDS, pH, ketinggian serta temperatur. Sistem monitoring ini berbasis IoT yang terintegrasi menggunakan firebase sebagai database. Kemudian, mengirimkan data tersebut via telegram. Sistem ini dikembangkan menggunakan sistem SDLC dalam pengembangannya.

Kemudian, terdapat landasan teori yang diambil dari 10 jurnal yang telah peneliti reviwed, yakni Internet of Things (IoT), sensor, dan solar hydroponic.

IoT atau Internet of things adalah sekumpulan perangkat lunak dan perangkat keras yang terhubung satu sama lain melalui jaringan internet [6]. IoT pertama kali dikembangkan oleh Kevin Ashton tahun 1999. Dengan adanya IoT peneliti dapat lebih mudah untuk melakukan pengolahan data dan mengubah data fisik menjadi data digital.

Sensor adalah sebuah objek yang digunakan untuk mendeteksi sifat kimia seperti energi, suhu, daya magnetis dan keasaman [5]. Sensor ini digunakan untuk pembacaan data dari sifat kimia yang dihasilkan oleh objek fisik. Pada penelitian ini sensor digunakan untuk melakukan pembacaan suhu air, TDS, pH, ketinggian air dan tegangan.

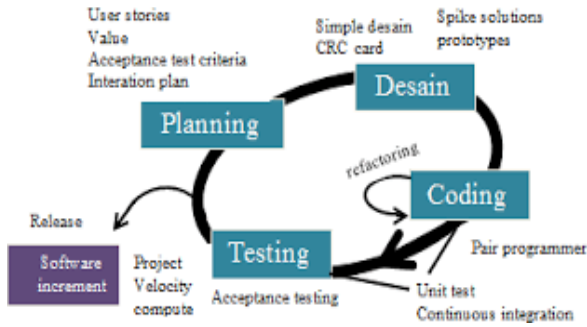
Solar hydroponic adalah salah satu inovasi yang dikembangkan oleh beberapa perusahaan energy yang berfungsi untuk membantu proses tumbuh kembang tumbuhan hydroponic. Solar hydroponic ini menjadi objek penelitian yang selanjutnya dikembangkan dan dikolaborasikan dengan system SIMOBI.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang peneliti gunakan untuk mengembangkan SIMOBI yaitu R&D (Research & Development). Peneliti menggunakan R&D sesuai dengan tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan produk SIMOBI sebagai solusi dalam permasalahan yang ada pada solar hydroponic khususnya di PT. Dago Engineering.

Metode pengembangan SIMOBI yang peneliti gunakan yaitu Agile. Agile merupakan metodologi pengembangan

perangkat lunak yang berdasarkan atas kolaborasi tim untuk proses pengerjaan dengan aturan serta solusi yang disepakati sehingga bisa berulang secara terstruktur dan terorganisir. Salah satu metode Agile yang peneliti pilih untuk mengembangkan SIMOBI yaitu Extreme Programming (XP). dengan menggunakan XP proses pengembangan SIMOBI menjadi lebih cepat, adaptif, fleksibel dan efisien.



Gambar 1. Tahapan metode XP

Sesuai dengan gambar 1 tersebut, maka berikut adalah tahapan yang akan dilakukan peneliti dalam mengembangkan SIMOBI.

Pada tahapan planning, dilakukannya analisis kebutuhan untuk mengembangkan SIMOBI. Analisis kebutuhan tersebut dibagi menjadi 2 bagian yaitu kebutuhan software (Visual Studio Code, XAMPP, Web Browser, Arduino IDE, File Zila) serta kebutuhan hardware (panel surya, Aki, Rangkaian Hidroponic, sensor PH, TDS, dan ketinggian, wifi router, laptop, dll).

Tahap desain bertujuan sebagai panduan dalam merangkai serta mengembangkan SIMOBI. Selain itu, pada tahap ini akan dijelaskan mengenai alur komunikasi dari SIMOBI.

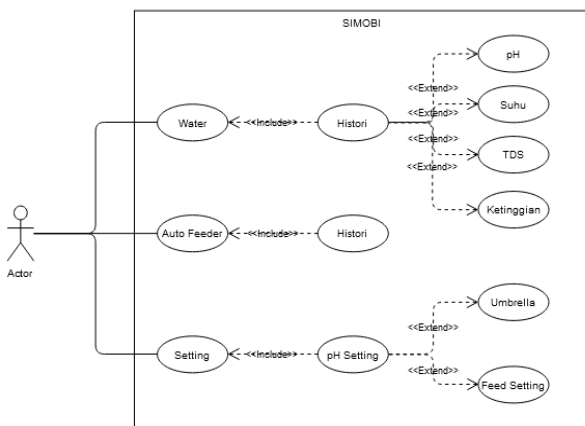
Pada gambar 2 tersebut dapat dijelaskan bahwa terdapat aktor yang bernama user dapat mengakses tiga usecase pada sistem SIMOBI. Tiga usecase tersebut yaitu water, auto feed, serta setting.

Pada usecase water, terdapat usecase history yang memiliki penghubung include. Artinya, sebelum mengakses history, user terlebih dahulu memilih menu water. Kemudian terdapat usecase pH, TDS, suhu, dan tinggi dengan penghubung extend. Artinya selain melihat history, user dapat melihat kondisi pH, TDS, suhu dan tinggi air pada menu water.

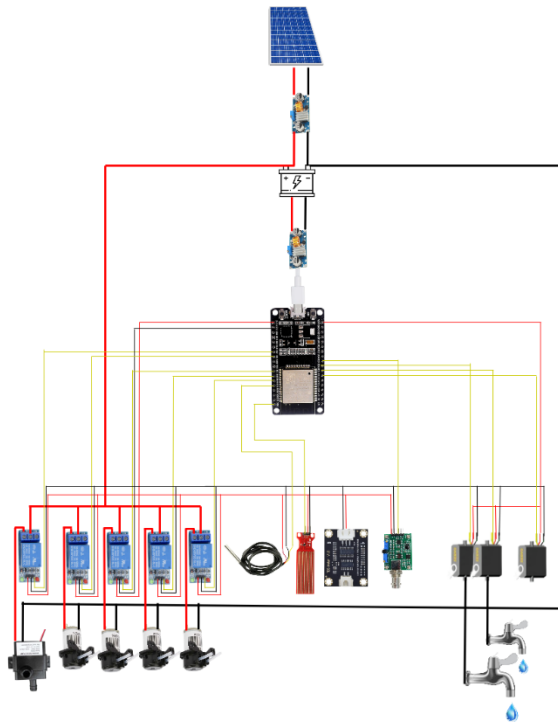
Pada usecase auto feed, terdapat usecase history yang memiliki penghubung include. Artinya sebelum mengakses history auto feeder, maka harus mengakses menu auto feed terlebih dahulu.

Pada usecase Setting, terdapat usecase pH Setting yang memiliki penghubung include. Artinya, sebelum mengakses pH Setting, maka harus mengakses menu Setting terlebih dahulu. Selain itu, terdapat juga usecase Umbrella dan Feed Setting yang memiliki penghubung extend dengan usecase pH Setting. Artinya selain mengakses pH Setting kita juga bias mengakses menu Umbrella atau Feed Setting.

Selain desain system terdapat juga desain perangkat keras system SIMOBI. Perangkat keras ini berupa alat dan bahan yang digunakan untuk membangun SIMOBI. Alat dan bahan tersebut berupa ESP32, Sensor Tegangan, Sensor TDS, Sensor Suhu, Sensor pH, Relay 1 Channel, Aki, Panel Surya, Stepdown, Pompa Paristaltik, Pompa Air, 3 buah servo, 2 buah keran dan agitator. Keseluruhan alat dan bahan tersebut dihubungkan satu sama lain dan dikontrol dengan menggunakan ESP 32 sebagai pusatnya. Desain komunikasi antar perngat atau alat dan bahan tersebut dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Desain Usecase



Gambar 3. Desain Alat

Pada gambar 3 tersebut dapat dijelaskan bahwa terdapat ESP 32 microcontroller yang menjadi komponen utama dalam pengembangan SIMOBI. ESP 32 akan menerima data dari sensor-sensor yang ada. Kemudian, ESP 32 ini juga mengambil daya dari aki. Sensor sensor yang ada terdiri dari sensor ph, tds, temperatur, ketinggian, dan tegangan. Selain sensor terdapat juga servo untuk auto feed, serta mematikan dan membuka 2 keran jika kondisinya hujan. Terdapat relay 1 chanel 4 buah yang digunakan untuk menghidupkan peristaltic pump untuk ABmix serta pHUp dan pHDown. Satu relay digunakan untuk menghidupkan atau mematikan pompa dari air nutrisi ke tanaman hydroponic.

Kemudian terdapat stepdown 12volt dan 5 volt. Stepdown 12volt digunakan untuk melakukan stepdown dari panel surya yang 17volt menuju aki yang 12 volt. Serta stepdown 5volt digunakan untuk menurunkan tegangan dari aki menuju ESP 32.

Pada tahapan implemtasi dan coding, dilakukan implementasi berupa *source code* untuk membangun system berbasis website menggunakan framework Laravel serta merangkat alat hardware dan mengimplementasikan source code dengan aplikasi Arduino Ide untuk ESP32.

Tahap testing pada sistem SIMOBI dilakukan dengan 2 tahap yaitu blackbox testing (mengetahui dan melihat kesesuaian program dalam masukan dan keluaran berdasarkan syarat yang telah ditentukan) serta whitebox testing

(mendefinisikan semua alur logika yang kompleks serta menguji keseluruhan *source code* pada sistem, baik perulangan, percabangan, fungsi, dan lainnya).

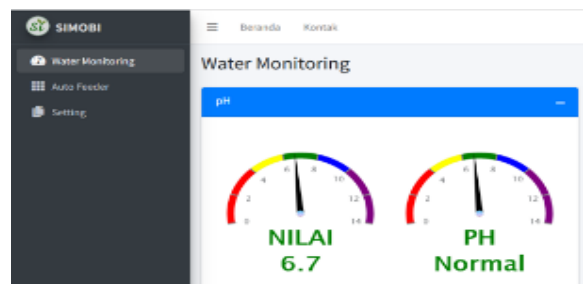
Kemudian dalam tahap pengujiannya, akan gunakan kangkung sebagai contoh tanaman hydroponic yang akan menggunakan sistem SIMOBI. Tanaman kangkung tersebut ditanam dari proses pembenihan sampai dengan panen.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan sistem yang telah diimplementasikan selanjutnya akan dilakukan pengambilan hasil dan pengujian sistem SIMOBI. Pengujian dilakukan berdasarkan pengujian sistem yang telah dibangun serta pengukuran yang dilakukan untuk menguji keefektifan sistem SIMOBI dengan cara mengukur perbandingan antara pengukuran menggunakan sistem serta pengukuran secara manual. Berikut adalah hasil dan pengujian dari SIMOBI.

| Kelas Uji | Butir Uji | Hasil Pengujian |
|------------------|---|-----------------|
| Water Monitoring | Sistem dapat menampilkan nilai pH | Berhasil |
| | Sistem dapat menampilkan nilai suhu | Berhasil |
| | Sistem dapat menampilkan nilai TDS | Berhasil |
| | Sistem dapat menampilkan nilai ketinggian air | Berhasil |
| Auto Feeder | Sistem dapat menampilkan waktu berjalannya auto feeder | Berhasil |
| Setting | Sistem dapat melakukan perubahan PH sesuai kebutuhan user | Berhasil |
| | Sistem dapat melakukan perubahan waktu auto feeder berjalan | Berhasil |
| | Sistem dapat menggerakkan umbrella pada hydroponic | Berhasil |

Pada tabel diatas memperlihatkan keberhasilan dari pengujian sistem SIMOBI yang akan digunakan dimana hasil pengujian dinyatakan berhasil. Berikut dijelaskan lebih rinci mengenai hasil dari pengujian sistem SIMOBI sebagai berikut.



Gambar 4. Pengujian data PH

Pada gambar 4 dapat dijelaskan bahwa sistem SIMOBI dapat menampilkan hasil pengukuran pH. Nilai dari pH yang

diukur yaitu 6.7 dengan keterangan pH Normal. Pengukuran pH melalui sistem tersebut dapat dibuktikan tingkat keefektifan dengan cara membandingkan nilai pengukuran menggunakan sensor pH dengan menggunakan pH meter.

Pengukuran tersebut dapat dijelaskan pada tabel berikut.

| Hari Ke- | Tanggal | Waktu | Sensor pH | pH Meter | Selisih | % error | |
|-----------|-------------------|-------|-----------|----------|---------|---------|-------|
| 1 | 30 September 2022 | 07.50 | 5,52 | 5,51 | 0,01 | 0,18% | |
| 2 | 30 September 2022 | 10.50 | 5,34 | 5,32 | 0,02 | 0,38% | |
| 3 | 30 September 2022 | 13.50 | 5,33 | 5,29 | 0,04 | 0,76% | |
| 4 | 30 September 2022 | 16.50 | 5,54 | 5,54 | 0 | 0,00% | |
| 5 | 30 September 2022 | 19.50 | 5,6 | 5,55 | 0,05 | 0,90% | |
| 6 | 30 September 2022 | 22.50 | 6,5 | 6,5 | 0 | 0,00% | |
| 7 | 1 Oktober 2022 | 07.50 | 6,55 | 6,52 | 0,03 | 0,46% | |
| 8 | 1 Oktober 2022 | 10.50 | 6,43 | 6,42 | 0,01 | 0,16% | |
| 9 | 1 Oktober 2022 | 13.50 | 6,46 | 6,42 | 0,04 | 0,62% | |
| 10 | 1 Oktober 2022 | 16.50 | 6,66 | 6,62 | 0,04 | 0,60% | |
| 11 | 1 Oktober 2022 | 19.50 | 6,67 | 6,66 | 0,01 | 0,15% | |
| 12 | 1 Oktober 2022 | 22.50 | 6,56 | 6,4 | 0,16 | 2,50% | |
| 13 | 2 Oktober 2022 | 07.50 | 6,54 | 6,44 | 0,1 | 1,55% | |
| 14 | 2 Oktober 2022 | 10.50 | 6,54 | 6,44 | 0,1 | 1,55% | |
| 15 | 2 Oktober 2022 | 13.50 | 6,76 | 6,72 | 0,04 | 0,60% | |
| 16 | 2 Oktober 2022 | 16.50 | 6,77 | 6,75 | 0,02 | 0,30% | |
| 17 | 2 Oktober 2022 | 19.50 | 6,57 | 6,55 | 0,02 | 0,31% | |
| 18 | 2 Oktober 2022 | 22.50 | 6,55 | 6,5 | 0,05 | 0,77% | |
| 19 | 3 Oktober 2022 | 07.50 | 6,56 | 6,55 | 0,01 | 0,15% | |
| 20 | 3 Oktober 2022 | 10.50 | 6,56 | 6,55 | 0,01 | 0,15% | |
| Rata-rata | | | | | | | 0,60% |

Pada tabel diatas, dapat diketahui bahwa hasil pengujian yang dilakukan dalam kurun waktu 3 hari pada waktu tertentu sebagai sample penelitian yang dilakukan, memiliki masing-masing pengukuran melalui sensor pH (penggunaan sistem SIMOBI) dan dibandingkan secara manual dengan alat pH meter. Dapat disimpulkan bahwa hasil perbandingan tersebut rata-rata persentase terjadinya error hanya berkisar sebesar 0,60%, sehingga dapat dikatakan perbedaan anantara mengukur menggunakan sensor pH melalui system SIMOBI dengan pH meter dengan cara mengukut manual tidak jauh berbeda dengan tingkat efektifitas sebesar 99,40%.



Gambar 5. Pengujian data suhu

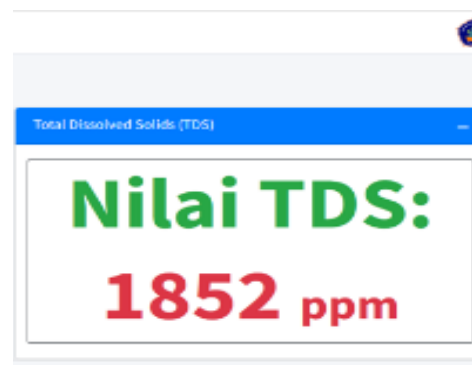
Pada gambar diatas, dapat dijelaskan bahwa SIMOBI dapat menampilkan hasil pengukuran suhu air untuk hydroponic. Nilai dari suhu yang telah diukur yaitu 23.2°C dan 73,76°F.

Kemudian, terdapat keterangan bahwa suhu air tersebut normal untuk tanaman hydroponic.

Untuk membuktikan tingkat keefektifan pengukuran suhu yang dilakukan oleh SIMOBI, maka dibandingkanlah nilai suhu dari sensor suhu serta suhu meter. Perbandingan tersebut akan dicari seberapa persen tingkat perbedaan (persentase error) antara penukuran melalui pengukuran manual dibandingkan dengan pengukuran menggunakan SIMOBI yang dapat dilihat pada tabel berikut.

| Hari Ke- | Tanggal | Waktu | Sensor Suhu | Suhu Meter | Selisih | % error | |
|-----------|-------------------|-------|-------------|------------|---------|---------|-------|
| 1 | 30 September 2022 | 07.50 | 26,52 | 26,51 | 0,01 | 0,04% | |
| 2 | 30 September 2022 | 10.50 | 26,34 | 26,33 | 0,01 | 0,04% | |
| 3 | 30 September 2022 | 13.50 | 26,33 | 26,31 | 0,02 | 0,08% | |
| 4 | 30 September 2022 | 16.50 | 26,54 | 26,5 | 0,04 | 0,15% | |
| 5 | 30 September 2022 | 19.50 | 26,23 | 26,2 | 0,03 | 0,11% | |
| 6 | 30 September 2022 | 22.50 | 25,79 | 25,78 | 0,01 | 0,04% | |
| 7 | 1 Oktober 2022 | 07.50 | 25,55 | 25,5 | 0,05 | 0,20% | |
| 8 | 1 Oktober 2022 | 10.50 | 25,43 | 25,42 | 0,01 | 0,04% | |
| 9 | 1 Oktober 2022 | 13.50 | 25,46 | 25,42 | 0,04 | 0,16% | |
| 10 | 1 Oktober 2022 | 16.50 | 25,66 | 25,6 | 0,06 | 0,23% | |
| 11 | 1 Oktober 2022 | 19.50 | 25,67 | 25,66 | 0,01 | 0,04% | |
| 12 | 1 Oktober 2022 | 22.50 | 25,56 | 25,54 | 0,02 | 0,08% | |
| 13 | 2 Oktober 2022 | 07.50 | 25,54 | 25,5 | 0,04 | 0,16% | |
| 14 | 2 Oktober 2022 | 10.50 | 25,54 | 25,5 | 0,04 | 0,16% | |
| 15 | 2 Oktober 2022 | 13.50 | 25,76 | 25,71 | 0,05 | 0,19% | |
| 16 | 2 Oktober 2022 | 16.50 | 25,77 | 25,72 | 0,05 | 0,19% | |
| 17 | 2 Oktober 2022 | 19.50 | 25,57 | 25,55 | 0,02 | 0,08% | |
| 18 | 2 Oktober 2022 | 22.50 | 25,55 | 25,52 | 0,03 | 0,12% | |
| 19 | 3 Oktober 2022 | 07.50 | 25,56 | 25,51 | 0,05 | 0,20% | |
| 20 | 3 Oktober 2022 | 10.50 | 25,56 | 25,51 | 0,05 | 0,20% | |
| Rata-rata | | | | | | | 0,12% |

Pada tabel tersebut, dapat dijelaskan bahwa hasil pengujian yang dilakukan dalam kurun waktu 3 hari pada waktu tertentu memiliki masing-masing pengukuran melalui sensor suhu (penggunaan sistem SIMOBI) dan dibandingkan secara manual dengan alat suhu meter. Hasil perbandingan tersebut memiliki nilai sebesar 0,12%, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan system SIMOBI dengan menggunakan sensor suhu sangat efektif untuk digunakan karena memilih persentase perbandingan yang kecil dengan tingkat efektifitas sebesar 99,88%.



Gambar 6. Pengujian data TDS

Pada gambar diatas memperlihatkan tampilan dari pengukuran TDS. Pengukuran tersebut menunjuk pada nilai 1852ppm. Sama halnya dengan pH dan suhu, tingkat keefektifan dari pengukuran melalui sistem SIMOBI akan dicari persentase erornya dengan cara membandingkan dengan pengukuran menggunakan TDS meter secara manual. Berikut adalah tabel persentase eror antara pengukuran sensor TDS dengan TDS meter.

| Hari Ke- | Tanggal | Waktu | Sensor TDS | TDS Meter | Selisih | % Error |
|-----------|-------------------|-------|------------|-----------|---------|---------|
| 1 | 30 September 2022 | 07.50 | 1362 | 1360 | 2 | 0,15% |
| 2 | 30 September 2022 | 10.50 | 1322 | 1320 | 2 | 0,15% |
| 3 | 30 September 2022 | 13.50 | 1280 | 1278 | 2 | 0,16% |
| 4 | 30 September 2022 | 16.50 | 1258 | 1255 | 3 | 0,24% |
| 5 | 30 September 2022 | 19.50 | 1378 | 1376 | 2 | 0,15% |
| 6 | 30 September 2022 | 22.50 | 1338 | 1336 | 2 | 0,15% |
| 7 | 1 Oktober 2022 | 07.50 | 1388 | 1385 | 3 | 0,22% |
| 8 | 1 Oktober 2022 | 10.50 | 1368 | 1364 | 4 | 0,29% |
| 9 | 1 Oktober 2022 | 13.50 | 1328 | 1326 | 2 | 0,15% |
| 10 | 1 Oktober 2022 | 16.50 | 1289 | 1287 | 2 | 0,16% |
| 11 | 1 Oktober 2022 | 19.50 | 1401 | 1398 | 3 | 0,21% |
| 12 | 1 Oktober 2022 | 22.50 | 1368 | 1366 | 2 | 0,15% |
| 13 | 2 Oktober 2022 | 07.50 | 1413 | 1412 | 1 | 0,07% |
| 14 | 2 Oktober 2022 | 10.50 | 1372 | 1371 | 1 | 0,07% |
| 15 | 2 Oktober 2022 | 13.50 | 1330 | 1330 | 0 | 0,00% |
| 16 | 2 Oktober 2022 | 16.50 | 1308 | 1306 | 2 | 0,15% |
| 17 | 2 Oktober 2022 | 19.50 | 1422 | 1422 | 0 | 0,00% |
| 18 | 2 Oktober 2022 | 22.50 | 1380 | 1379 | 1 | 0,07% |
| 19 | 3 Oktober 2022 | 07.50 | 1445 | 1444 | 1 | 0,07% |
| 20 | 3 Oktober 2022 | 10.50 | 1428 | 1427 | 1 | 0,07% |
| Rata-rata | | | | | | 0,13% |

Pada tabel diatas, dapat dijelaskan bahwa data diambil selama 3 hari dalam jangka waktu tertentu sebagai sample penelitian. Masing-masing sample tersebut diukur tingkat persentase erornya, sehingga menghasilkan rata rata persentase eror sebanyak 0,13%. Maka dapat disimpulkan bahwa perbedaan antara pengukuran menggunakan system SIMOBI dengan pengukuran manual tidak jauh berbeda atau tingkat keefektifan dari SIMOBI dalam mengukur TDS sangat efektif dengan tingkat efektifitas sebesar 99,87%.

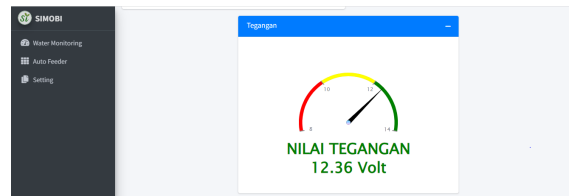


Gambar 7. Pengujian data ketinggian

Pada gambar 7 dijelaskan bahwa system SIMOBI dapat menampilkan pengukuran data ketinggian air dalam pipa Hydroponic. Pengukuran data ketinggian air dapat dilihat bahwa

hasil pengukuran memiliki nilai tinggi air dalam pipa yaitu 31 mm dengan keterangan tinggi.

Selanjutnya terdapat implementasi dari monitoring tegangan pada aki yang terlihat pada gambar 8.



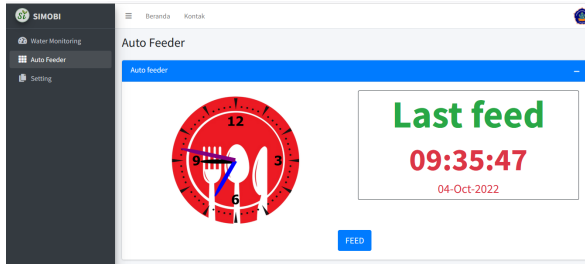
Gambar 8. Pengujian data tegangan

Pada gambar 8 dijelaskan bahwa system SIMOBI dapat menampilkan pengukuran data tegangan pada baterai atau aki. Pengukuran data tegangan dapat dilihat bahwa hasil pengukuran memiliki tegangan sebesar 12,36 volt. Data tegangan tersebut diambil dari sensor tegangan. Sensor tegangan ini juga dibuktikan tingkat efektifitasnya yang terdapat pada table berikut.

| Hari Ke- | Tanggal | Waktu | Sensor Tegangan | Volt Meter | Selisih | % Error |
|-----------|-----------------|-------|-----------------|------------|---------|---------|
| 1 | 8 Oktober 2022 | 07.50 | 12,14 | 12,13 | 0,01 | 0,08 |
| 2 | 8 Oktober 2022 | 10.50 | 11,79 | 11,78 | 0,01 | 0,08 |
| 3 | 8 Oktober 2022 | 13.50 | 12,13 | 12,11 | 0,02 | 0,17 |
| 4 | 8 Oktober 2022 | 16.50 | 12,15 | 12,14 | 0,01 | 0,08 |
| 5 | 8 Oktober 2022 | 19.50 | 9,55 | 9,54 | 0,01 | 0,10 |
| 6 | 8 Oktober 2022 | 22.50 | 6,55 | 6,55 | 0 | 0,00 |
| 7 | 9 Oktober 2022 | 07.50 | 6,58 | 6,56 | 0,02 | 0,30 |
| 8 | 9 Oktober 2022 | 10.50 | 6,25 | 6,24 | 0,01 | 0,16 |
| 9 | 9 Oktober 2022 | 13.50 | 7,22 | 7,21 | 0,01 | 0,14 |
| 10 | 9 Oktober 2022 | 16.50 | 10,27 | 10,23 | 0,04 | 0,39 |
| 11 | 9 Oktober 2022 | 19.50 | 10,15 | 10,11 | 0,04 | 0,40 |
| 12 | 9 Oktober 2022 | 22.50 | 6,73 | 6,7 | 0,03 | 0,45 |
| 13 | 10 Oktober 2022 | 07.50 | 8,25 | 8,24 | 0,01 | 0,12 |
| 14 | 10 Oktober 2022 | 10.50 | 9,41 | 9,4 | 0,01 | 0,11 |
| 15 | 10 Oktober 2022 | 13.50 | 10,66 | 10,65 | 0,01 | 0,09 |
| 16 | 10 Oktober 2022 | 16.50 | 11,91 | 11,89 | 0,02 | 0,17 |
| 17 | 10 Oktober 2022 | 19.50 | 12,27 | 12,34 | 0,03 | 0,23 |
| 18 | 10 Oktober 2022 | 22.50 | 11,36 | 11,34 | 0,02 | 0,16 |
| 19 | 11 Oktober 2022 | 07.50 | 11,15 | 11,12 | 0,03 | 0,25 |
| 20 | 11 Oktober 2022 | 10.50 | 11,37 | 11,35 | 0,02 | 0,16 |
| Rata-rata | | | | | | 0,18 |

Pada table tersebut, dapat dijelaskan bahwa data tegangan diambil selama 3 hari. Masing masing data tersebut diambil tingkat persentase error yang dihasilkan antara perbandingan sensor tegangan dengan multimeter. Dapat disimpulkan bahwa rata rata persentase error untuk sensor tegangan yakni 0,18%. Untuk itu sensor tegangan ini sangat efektif digunakan untuk mengukur tagangan dengan tingkat efektifitas sebesar 99,82%.

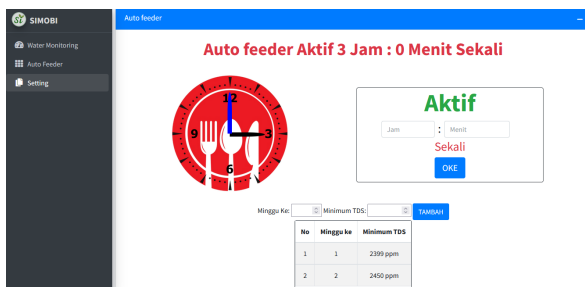
Dilanjutkan dengan pengujian auto feeder dilakukan dengan cara melihat apakah alat auto feeder dapat memberikan nutrisi ABmix secara otomatis. Nutrisi diberikan dengan takaran yang bias diautur oleh user. Kemudian, auto feeder sendiri berjalan dengan normal pada waktu yang ditentukan oleh user. Dengan menggunakan servo tipe dan alat pengaduk yang dibuat manual menyerupai agitator, maka auto feeder ini lebih dibuat efektif bersamaan dengan pengadukan nutrisi sesuai dengan kebutuhan nutrisi tanaman kangkung.



Gambar 9. Pengujian auto feeder

Sistem SIMOBI juga dapat memantau kapan waktunya auto feeder berjalan secara realtime yang dapat dilihat pada gambar 9. Penggunaan auto feeder untuk nutrisi hydroponic ini adalah trobosan terbaru dalam budidaya hydroponic termasuk bagaimana cara mencampurkan nutrisi tersebut. Untuk melihat seberapa pas auto feeder untuk memberikan nutrisi, dapat juga dipantau pada menu TDS secara realtime.

Kemudian, dilanjutkan dengan pengujian setting auto feeder dilakukan dengan melakukan setting waktu pada kapan waktunya auto feeder berjalan. Sistem SIMOBI dapat menampilkan pengaturan auto feeder pada gambar berikut.



Gambar 10. Pengujian setting

Selain itu diambilnya beberapa sample untuk dilakukannya pengaturan auto feeder pada beberapa waktu tertentu yang dijelaskan pada tabel berikut.

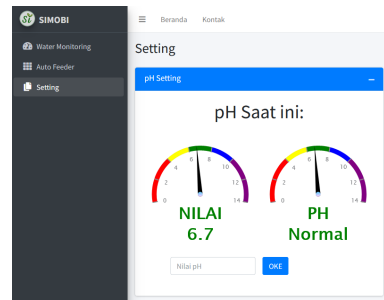
| Hari ke- | Waktu | Nilai TDS | Hasil Uji |
|----------|-------|-----------|-----------------|
| 1 | 06:00 | 1398ppm | <u>Berhasil</u> |
| 1 | 18:00 | 1399ppm | <u>Berhasil</u> |
| 2 | 06:00 | 1390ppm | <u>Berhasil</u> |
| 2 | 17:00 | 1391ppm | <u>Berhasil</u> |
| 3 | 04:00 | 1391ppm | <u>Berhasil</u> |
| 3 | 15:00 | 1397ppm | <u>Berhasil</u> |

Pada tabel tersebut dijelaskan bahwa terdapat perubahan auto feeder pada tabel nomor 4 dan 5 dimana waktu yang diseti yang awalnya bermula 12 jam, menjadi 11 jam sekali.

Untuk takaran nutrisinya sudah tercatat dalam menu TDS water monitoring.

Selanjutnya, pengujian setting pH mirip dengan auto feeder, hanya saja yang dipantau adalah apakah system dapat melakukan setting pH Up (basa) atau pH Down (asam) sesuai dengan inputan dari user. Dengan menggunakan peristaltic pump user juga dapat melakukan setting berapa detik pH UP/Down akan berjalan sesuai dengan takaran yang diinginkan. Selanjutnya jika pH tersebut sudah disetting ,maka dilakukan pengecekan terhadap pH Up/Down dengan menggunakan menu pH water monitoring secara realtime

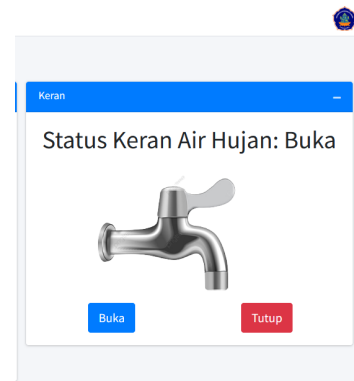
Sistem SIMOBI dapat menampilkan menu setting pH yang dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Pengujian setting PH

Pengujian setting umbrella dilakukan dengan melihat apakah perangkat keran dan servo bisa bergerak melakukan penutupan saluran ke kotak air nutrisi ketika hujan. Kemudian, keran lainnya akan terbuka untuk menghilangkan sisa air hujan yang ada pada pipa hydroponic. Setelah hujan selesai, maka keran yang mengalirkan nutrisi ke kotak air nutrisi akan terbuka. Selanjutnya keran yang digunakan untuk membuang air hujan akan tertutup kembali.

Pengaturan keran tersebut masing masing bergerak dengan menggunakan servo dan diatur oleh user menggunakan system SIMOBI. Berikut adalah tampilan dari setting umbrella untuk mencegah adanya air hujan pada kotak air nutrisi.



Gambar 12. Pengujian setting umbrella

Dari gambar 12 dapat dijelaskan bahwa status umbrella pada pipa hydroponic berstatus 'Buka', artinya keran yang menuju ke kotak air masih tertutup. Sedangkan, keran yang membuang air hujan akan terbuka. Ketika hujan berhenti, maka akan terdapat pemberitahuan kepada user, sehingga user dapat merubah status umbrellanya menjadi 'Tutup' yang artinya keran yang menuju kotak air nutrisi akan terbuka. Sedangkan, keran untuk membuang air hujan akan tertutup.

Selain hasil pengujian dai segi fitur, terdapat juga pengujian source code SIMOBI. Salah satu contohnya adalah pada fitur Setting PH yang dapat dilihat pada gambar berikut.

```
//-----PH Setting -----//
HTTPClient http10;
http10.begin("http://192.168.1.18/GetData/GetDataph.php");
http10.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");
int httpdataph = http10.GET();
String payloaddataph = http10.getString();
if (phValue < payloaddataph) {
  digitalWrite(relay1, HIGH); // turn on LED
  Serial.println(" is turned PH UP");
  delay(10000);
  digitalWrite(relay1, LOW);
  Serial.println(" is turned PH UP");
  //----- Pengaduk -----//
  for (int i = 0; i < 5; i++) {
    servo3.write(180);
    delay(1000);
    servo3.write(0);
    Serial.println("ON");
    delay(1000);
    waktusebelum = millis();
  }
  //----- Read PH -----//
  avgValue = analogRead(33);
  delay(10);
  float pHVol = avgValue * 5.0 / 1024;
```

Gambar 12. Source Code PH Setting

Dari gambar 12 dapat terdapat delay pada saat pengaturan pH. Ketika user melakukan pengaturan pH baik PH Up atau pH Down membutuhkan delay yang masing-masing pH tersebut bergerak selama 10 detik. Terlihat pada gambar 4.34 terdapat source code untuk melakukan setting pH. Source code ini dijelaskan secara singkat bahwa sistem membaca apakah pH saat ini kurang dari pH yang diinputkan oleh user, maka pH Up berjalan selama 10 detik. Dengan akurasi selama 10 detik ini ditambah dengan melakukan pengadukan sebanyak 5 kali dengan total delay pengaduk 10 detik, menghasilkan nilai pH dengan nilai 3.1. Jika pH saat ini lebih dari pH yang diinputkan oleh user maka pH Down berjalan selama 10 detik. Sama halnya dengan pH Up yang memiliki delay pengaduk selama 10 detik, tetapi menghasilkan nilai pH -3.1. Nilai tersebut didapatkan dari hasil pengujian yang dilakukan oleh peneliti. Pengujian ini sudah dilakukan dokumentasi pengujian

Pada keseluruhan fitur SIMOBI yang telah diuji, peneliti melakukan dokumentasi di setiap pengujian dari fitur SIMOBI. Dokumentasi dilakukan untuk melampirkan bagaimana sistem kerja SIMOBI berdasarkan survey yang dilakukan peneliti untuk menguji apakah SIMOBI ini layak digunakan atau tidak.

Dokumentasi ini berupa video pengujian dari keseluruhan fitur SIMOBI yang terlihat pada link <https://youtu.be/-lxKjpp9dnc>.

Kemudian pengujian dari respon pengguna dilakukan dengan cara mengumpulkan hasil survey dari pengguna SIMOBI yakni farmer serta staf dari PT. Dago Engineering. Sebelum dilakukan survey, tentu peneliti melakukan uji instrument dari isi survey yang disebar. Uji instrument ini dilakukan dengan 2 tahap yaitu uji validitas instrument dan uji reliabilitas instrument.

Uji Validitas instrument menggunakan metode Bivariate Corelation Pearson dengan bantuan aplikasi SPSS. Dalam uji validitas tersebut peneliti menggunakan sample dengan 10 pertanyaan yang diajukan untuk melakukan survey terhadap aplikasi SIMOBI serta 10 responden yang telah peneliti sebar ke pegawai serta farmer dari PT. Dago Engeering. Hasil dari uji validitas tersebut dapat disimpulkan bahwa 10 pertanyaan sebagai sample tersebut memiliki kategori valid. Hal tersebut dibuktikan pada gambar 4.13 yang menyatakan korelasi skor total tiap butir pertanyaan lebih dari atau sama dengan 0,30.

Sedangkan, untuk uji reliabilitas instrument digunakan metode uji reliabilitas internal dengan kategori Alpha. Sama halnya dengan uji validitas, sample yang digunakan adalah sample berupa 10 pertanyaan yang disebar kepada 10 orang pengguna. Hasil dari uji reliabilitas dapat dilihat pada gambar 4.14 yang menyatakan bahwa 10 pertanyaan tersebut memiliki kategori reliabilitas karena Cronbanch's Alpha yang dilakukan melalui perhitungan SPSS mencapai nilai lebih dari 0,60.

Kemudian, hasil survey telah dipaparkan pada lampiran 14. Diketahui bahwa rata-rata respon pengguna SIMOBI memiliki nilai 93% dengan kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa SIMOBI sebagai sistem monitoring solar hydroponic yang berbasis IoT sangat layak digunakan oleh pengguna baik dari perusahaan maupun diterapkan kepada masyarakat karena telah diuji coba dan dilakukan survey terhadap sistem SIMOBI. Maka dari itu, tahap pengujian dari SIMOBI ini dapat disimpulkan bahwa walaupun terdapat beberapa perubahan atau revisi mengenai desain dan tata letak dari fitur-fitur yang ada, tetapi SIMOBI menjalankan fungsionalitasnya dengan baik.

V. KESIMPULAN

SIMOBI sebagai system monitoring solar hydroponic berbasis IoT berhasil dibangun 100%. Keefektifan pengukuran serta fungsi SIMOBI tidak jauh berbeda dengan pengukuran secara manual. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan persentase eror dari rerata pengukuran pH sebesar 1,77%, TDS sebesar 0,39%, serta suhu sebesar 0,28%. SIMOBI dilengkapi dengan fitur auto feeder, sehingga pengguna dapat memberikan nutrisi secara otomatis kapanpun dimanapun secara realtime. Selain

itu, terdapat juga fitur umbrella yang melindungi kotak nutrisi air agar tidak terkena air hujan.

Selain fitur yang telah diterapkan pada SIMOBI, penggunaan SIMOBI ini telah diterapkan di PT. Dago Engineering. Dari hasil survey yang dilaksanakan di PT. Dago Engineering selama proses implementasi dan pengujian SIMOBI, disimpulkan bahwa pihak PT Dago Engineering menggunakan sistem SIMOBI dan siap diproduksi sebagai salah satu produk unggulan yang siap dipasarkan.

IoT". *Intelligent Control and Automation*, Volume 10, Nomor 4 (hlm.142-154)10(04).

- [12] Wajiran, dkk. (2020). "Desain IoT Untuk Smart Kumbung dengan Thinkspcak dan NodeMcu". *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*. Volume 6, Nomor 2 (hlm. 1-5).
- [13] Wilianto dan K. Ade. (2018). "Sejarah, Cara Kerja, dan Manfaat Internet of Things". *Jurnal Matrix*. Volume 8, Nomor 2 (hlm.36-40).
- [14] Wiyono, Genro. 2021. *Merancang Penelitian Bisnis Alat Analisis SPSS*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.

REFERENSI

- [1]. Ahsan Ullah, d. (2019). Cost Effective Smart Hydroponic Monitoring and Controlling System Using IoT. *Intelligent Control and Automation*, 143- 147.
- [2]. Aidil Haryanto, S. I. (2020). Optimasi Perancangan Agitator pada Alat Pencampur Larutan Nutrisi Hidroponik dengan Pertimbangan Frekuensi Pribadi. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 568-570.
- [3]. Dwiputra, R. (2021). Perancangan Sistem Kendali Dan Pemantauan Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT). *e-Proceeding of Engineering, 2017-2022*.
- [4]. Harianto, C. (2021). Monitoring Automation System Design Hydroponics based on Chatbot. *NEWTON: Networking and Information Technology*, 1-4.
- [5]. Heryanto, A. (2020). Sistem Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266. *Jurnal BITE: Jurnal Bumigora Information Technology*, 32-38.
- [6]. Husaini, M. A. (2021). Otomatis Moniroting Metode Budidaya Sistem Hidroponik Dengan Internet of Things (IoT) berbasis Android MQTT Dan Tenaga Surya. *Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH)*, 786-796.
- [7]. Mungkin, M. (2020). Perancangan Sistem Pemantauan Panel Surya Policry Stalline Menggunakan Teknologi Web Firebase berbasis IoT. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 320-326.
- [8]. Shetty M., d. (2021). Fully Automated Hydroponic System for Smart Farming. *Journal Engineering and Manufacturing*, 33-41.
- [9]. Supriyanto, F. (2019). The Prototype of the Greenhouse Smart Control and Monitoring System in Hydroponic Plants. *Jurnal Teknologi Informasi & Komunikasi Digital Zone*, 131-142.
- [10]. Uddin, d. (2021). Internet-based temperature monitoring system for hydroponic. *Journal Earth and Environmental Science*, 4-7.
- [11] Ullah, Aktar, dkk. (2019). "Cost Effective Smart Hydroponic Monitoring and Controlling System Using