

Pemanfaatan Sensor Ultrasonik Untuk Pengukuran Ketinggian Air Pada Sistem Hidroponik Stroberi Cerdas Berbasis Arduino

1th Zaky Muhammad Fachrezi

Fakultas Ilmu Terapan

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

zakymuhammadf@student.telkomuniversi
ty.ac.id

2nd Nina Hendrarini

Fakultas Ilmu Terapan

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

ninahendrarini@tass.telkomuniversity.ac.i
d

3rd Ema

Fakultas Ilmu Terapan

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

Abstrak – Alih fungsi lahan pertanian menjadi salah satu tantangan utama dalam menjaga ketersediaan pangan. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, teknologi budidaya hidroponik dikembangkan sebagai alternatif yang lebih efisien dalam pemanfaatan lahan dan sumber daya, terutama air. Tanaman stroberi, yang dalam sistem pertanian konvensional sering menghadapi kendala dalam penyerapan nutrisi, memerlukan sistem pengairan yang lebih terkontrol guna mendukung pertumbuhannya secara optimal. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem hidroponik berbasis sensor ultrasonik guna mengukur ketinggian larutan nutrisi. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino untuk mengotomatisasi pengoperasian pompa air berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Dengan demikian, suplai air dapat disesuaikan secara otomatis sesuai dengan kebutuhan tanaman tanpa memerlukan pengaturan manual. Pengujian dilakukan dalam lingkungan terkontrol untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam menjaga keseimbangan ketinggian air pada media hidroponik. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini mendeteksi perubahan ketinggian larutan secara real-time dan mengatur suplai air berdasarkan parameter yang telah ditetapkan. Studi ini memberikan gambaran mengenai penerapan teknologi sensor dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan air pada budidaya hidroponik.

Kata Kunci – ketinggian air, hidroponik, sensor ultrasonik, arduino uno

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertanian merupakan salah satu sektor yang sangat penting dalam pembangunan nasional karena berperan sebagai penyedia utama bahan pangan bagi masyarakat serta menjadi sumber mata pencaharian bagi sebagian besar penduduk, terutama di daerah pedesaan[1]. Selain itu, sektor pertanian juga memiliki kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian nasional melalui produksi

komoditas pertanian yang beragam serta ekspor hasil pertanian ke pasar internasional[2]. Namun, sektor pertanian menghadapi berbagai tantangan, salah satunya adalah kebutuhan akan lahan yang luas untuk pengelolaan dan produksi pertanian yang optimal[3]. Konversi lahan pertanian menjadi kawasan industri, permukiman, atau infrastruktur lainnya dapat mengurangi ketersediaan lahan subur yang berdampak pada penurunan produksi pertanian, ketahanan pangan, serta stabilitas ekonomi negara [4]. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam metode pertanian, seperti pertanian hidroponik, yang dapat mengatasi keterbatasan lahan dengan meningkatkan efisiensi produksi[5]. Salah satu komoditas tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak diminati oleh masyarakat adalah stroberi. Tanaman ini tidak hanya populer karena rasanya yang lezat, tetapi juga karena kandungan nutrisinya yang bermanfaat bagi kesehatan. Permintaan stroberi yang terus meningkat di pasar lokal maupun global menjadikan tanaman ini sebagai komoditas unggulan yang potensial untuk dikembangkan dengan sistem pertanian modern guna meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panennya[6].

Dalam membudidayakan stroberi memerlukan suhu, intensitas cahaya matahari yang rendah[7]. Penyerapan nutrisi pada media tanam terhadap tanaman stroberi berperan penting dalam perkembangan tanaman, besar penyerapan nutrisi yang tinggi mempengaruhi pertumbuhan stroberi[8]. Penyerapan nutrisi oleh tanaman stroberi yang kurang maksimal inilah diperlukannya teknik dalam membudidayakan stroberi yakni hidroponik[9]. Hidroponik merupakan teknik dalam budidaya tanaman dengan pemanfaatan air pada media tanam tanpa menggunakan tanah untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman[10]. Namun dalam perawatan tanaman hidroponik perlu memerhatikan tingkat ketinggian air pada media tanam[11].

Air yang berlebih dapat menyebabkan akar busuk, dan tanaman mati, sedangkan jika air terlalu rendah mengakibatkan kekurangan nutrisi dan air yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman[12]. Untuk mengukur ketinggian permukaan air pada media tanam ada pemanfaatan sensor ultrasonik, yang mana sensor ultrasonik memanfaatkan pantulan gelombang suara yang dapat di terjemahkan sebagai eksistensi suatu benda [13].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah sistem yang mampu mengukur ketinggian air pada budidaya stroberi secara hidroponik dengan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga dapat mendukung keberlanjutan pertumbuhan tanaman secara optimal. Selain itu, penelitian ini juga berfokus pada pembangunan sistem otomatis yang mengintegrasikan sensor dan prosesor untuk melakukan pengukuran ketinggian air secara real-time. Dengan adanya sistem otomatis ini, diharapkan pemantauan dan pengelolaan kebutuhan air dalam sistem hidroponik dapat dilakukan dengan lebih efisien, akurat, dan praktis tanpa memerlukan intervensi manual yang berlebihan[14]. Implementasi teknologi ini juga diharapkan dapat membantu petani dalam mengoptimalkan penggunaan air, mengurangi risiko kekeringan atau kelebihan air, serta meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen stroberi secara keseluruhan[6].

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan pada latar belakang, dirumuskan dua pertanyaan utama, apakah alat yang dirancang mampu beroperasi dengan baik pada media hidroponik, dan apakah alat tersebut dapat mengukur nilai permukaan air secara akurat sesuai dengan kebutuhan.

C. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Membuat sistem untuk mengukur ketinggian air pada budidaya stroberi secara hidroponik.
2. Membangun sistem otomatis untuk pengukuran ketinggian air pada budidaya hidroponik menggunakan sensor dan prosesor.

II. KAJIAN TEORI

A. Sensor HCSR04

Sensor HC-SR04 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur jarak dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Sensor ini memiliki keunggulan dalam jangkauan deteksinya, yakni mulai dari 2 cm hingga sekitar 400–500 cm dengan tingkat resolusi sebesar 1 cm. HC-SR04 merupakan versi ekonomis dari sensor ultrasonik PING buatan Parallax, dengan perbedaan utama terletak pada jumlah pin yang digunakan—HC-SR04 memiliki 4 pin, sementara PING hanya menggunakan 3 pin. Cara kerja sensor ini diawali dengan pemancaran sinyal ultrasonik berbentuk pulsa berfrekuensi 20 kHz oleh transmitter. Ketika terdapat objek di depan sensor, sinyal tersebut akan dipantulkan dan diterima kembali oleh receiver. Receiver

kemudian mengukur selisih waktu antara pemancaran dan penerimaan sinyal dalam bentuk pulsa PWM[15]. Secara umum, sensor ultrasonik bekerja dengan memancarkan gelombang secara terus-menerus melalui transmitter, yang kemudian dipantulkan oleh objek di depannya dan diterima kembali oleh receiver. Selisih waktu antara pemancaran dan penerimaan sinyal dihitung menggunakan rumus kecepatan, yaitu kecepatan sama dengan jarak dibagi waktu[16].

TABEL 1.
Spesifikasi Sensor HCSR04

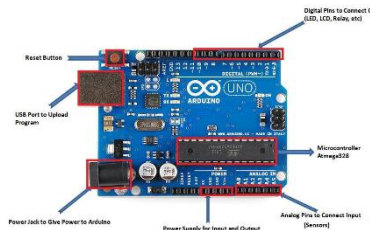
Spesifikasi	Keterangan
Microcontroller	AT91SAM3X8E
Operating Voltage	3V
Input Voltage (recommended)	7-12 V
Input Voltage (limits)	6-20 V
Digital I/O pins	54
Analog Inputs Pins	12
Analog Outputs Pins	2 (DAC)

B. Hidroponik

Hidroponik berasal dari kata Latin hydro yang berarti air dan ponos yang berarti kerja. Secara ilmiah, hidroponik merupakan metode bercocok tanam tanpa menggunakan tanah, melainkan menggunakan media tanam inert seperti kerikil, pasir, gambut, vermikulit, pumice, atau serbuk gergaji[4]. Media ini kemudian diberi larutan nutrisi yang mengandung seluruh unsur esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimal. Secara umum, hidroponik adalah teknik bercocok tanam yang berfokus pada pemenuhan kebutuhan nutrisi tanaman atau lebih dikenal sebagai metode bercocok tanam tanpa tanah[1]. Metode hidroponik memiliki berbagai keuntungan, di antaranya efisiensi penggunaan lahan karena tidak memerlukan tanah sebagai media tanam, melainkan menggunakan alternatif seperti kerikil atau serbuk gergaji[14]. Selain itu, hasil panen lebih berkualitas dan kuantitasnya lebih terjamin karena nutrisi serta kondisi lingkungan dapat dikendalikan secara optimal. Penggunaan air dan pupuk juga lebih efisien, karena keduanya dapat diberikan secara bersamaan melalui sistem irigasi yang terintegrasi. Tidak hanya itu, pengendalian hama dan penyakit menjadi lebih mudah karena kondisi tanaman dapat dipantau dengan lebih baik, sehingga mengurangi risiko serangan hama dan penyakit[17].

C. Arduino Uno

Arduino Uno adalah platform open-source yang digunakan untuk pembuatan prototipe elektronik, mencakup perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang mudah digunakan serta fleksibel. Pada sisi hardware, Arduino menggunakan prosesor Atmel AVR ATmega328. Model Arduino Uno dilengkapi dengan 14 pin input/output digital, di mana 6 di antaranya dapat difungsikan sebagai output PWM, serta memiliki 6 pin input analog, koneksi USB, dan tombol reset. Bahasa pemrograman Arduino memiliki kemiripan dengan bahasa C, namun telah disederhanakan dengan adanya pustaka (libraries) yang mempermudah pengembangan, serta berbasis pada lingkungan pengembangan Processing[17], [18].



GAMBAR 1.
Arduino Uno

D. Arduino IDE

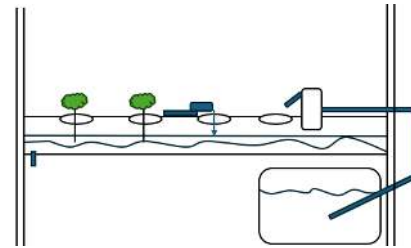
Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke dalam memori mikrokontroler pada papan Arduino. Software ini menggunakan bahasa pemrograman C++ dalam versi yang telah disederhanakan, sehingga lebih mudah digunakan. Kode program dalam Arduino IDE umumnya disebut sketch. Arduino IDE dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Java dan dilengkapi dengan pustaka C/C++ yang dikenal sebagai Wiring, yang mempermudah operasi input dan output. IDE ini berasal dari perangkat lunak Processing, yang kemudian dimodifikasi agar sesuai untuk pemrograman Arduino[19].

E. Relay

Relay adalah saklar (switch) yang dikendalikan secara listrik dan termasuk dalam komponen elektromekanis, terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet (coil) dan mekanisme kontak saklar[20]. Relay bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar, sehingga arus listrik berdaya rendah (low power) dapat digunakan untuk mengontrol aliran listrik bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, relay dengan elektromagnet 5V dan arus 50 mA mampu menggerakkan armature relay, yang berfungsi sebagai saklar, untuk menghantarkan listrik hingga 220V dengan arus 2A. Relay bekerja dengan prinsip ketika tegangan diberikan pada terminal 1 dan ground di terminal 2, maka posisi terminal CO (Change Over) akan berpindah dari NC (Normally Close) ke NO (Normally Open). Relay merupakan komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar otomatis yang dioperasikan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay terdiri dari tuas saklar dan lilitan kawat pada batang besi (solenoid). Ketika solenoid dialiri listrik, medan magnet yang dihasilkan akan menarik tuas, sehingga saklar tertutup. Sebaliknya, saat arus dihentikan, medan magnet menghilang, tuas kembali ke posisi semula, dan saklar terbuka. Relay umum digunakan untuk mengendalikan perangkat dengan arus atau tegangan besar (misalnya, peralatan listrik berdaya 4 ampere pada 220V AC) menggunakan arus atau tegangan kecil (misalnya, 0.1 ampere pada 12V DC). Jenis relay yang paling sederhana adalah relay elektromekanis, yang bekerja dengan menghasilkan gerakan mekanis ketika menerima energi listrik[21].

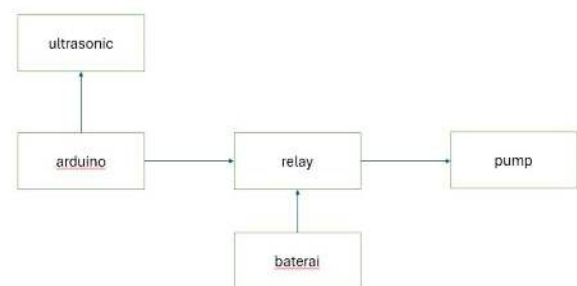
III. METODE

A. Perancangan Sistem



GAMBAR 2.
Sistem Usulan

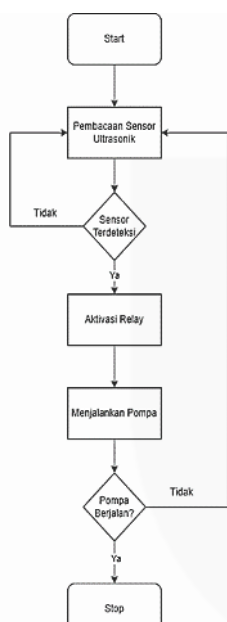
Gambaran sistem usulan ditunjukkan pada gambar 2, Sistem hidroponik modern menggabungkan teknologi untuk menghadirkan solusi budidaya tanaman yang revolusioner. Sensor ultrasonik HC-SR04 mengukur ketinggian air secara real-time, dan mikrokontroler Arduino Uno bertindak sebagai otak sistem, memproses data dan mengatur pompa air untuk memastikan aliran air nutrisi yang optimal. Layar LCD menampilkan informasi penting, dan software monitoring memungkinkan kontrol jarak jauh melalui komputer atau perangkat mobile. Keunggulan utama sistem ini terletak pada otomatisasi dan presisinya. Keterlibatan operator manual yang intensif berkurang drastis, meminimalkan risiko human error dan meningkatkan efisiensi. Pengukuran dan pengaturan air yang akurat memastikan kondisi tanaman yang optimal, mendorong pertumbuhan yang lebih pesat dan hasil panen yang lebih tinggi. Sistem hidroponik modern ini tidak hanya menghemat waktu dan tenaga, namun juga menawarkan solusi yang berkelanjutan. Penggunaan air dan nutrisi yang dioptimalkan meminimalkan pemborosan, selaras dengan prinsip-prinsip ramah lingkungan. Secara keseluruhan, sistem hidroponik modern dengan integrasi teknologi ini menghadirkan solusi inovatif untuk budidaya tanaman yang lebih efektif, efisien, dan presisi. Sistem ini ideal bagi para petani, hobbyist, dan individu yang ingin menanam tanaman dengan hasil panen maksimal dengan cara yang lebih mudah dan ramah lingkungan.



GAMBAR 3.
Blok Diagram

Blok Diagram gambar 3 menggambarkan mekanisme kerja sistem otomatisasi yang berfungsi untuk mengukur ketinggian air serta mengontrol pompa secara otomatis. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor ultrasonik, mikrokontroler Arduino, modul relay, baterai, dan pompa air yang saling terhubung untuk

menjalankan proses secara terstruktur. Sensor ultrasonik bertugas mendeteksi tinggi air dengan cara mengirimkan gelombang ultrasonik dan menerima pantulannya dari permukaan air. Data hasil pengukuran kemudian dikirim ke Arduino sebagai pusat kendali sistem. Arduino akan menganalisis data yang diterima dan menentukan apakah pompa perlu diaktifkan atau tidak. Jika tinggi air berada di bawah batas yang telah ditetapkan, Arduino akan mengirim sinyal ke modul relay untuk mengaktifkan pompa. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang mengatur aliran daya dari baterai ke pompa air. Saat relay dalam kondisi aktif, pompa akan menyala dan mulai mengalirkan air ke area yang ditentukan. Setelah air mencapai ketinggian yang sesuai, Arduino akan mematikan relay sehingga pompa berhenti beroperasi. Sistem ini memungkinkan proses irigasi berlangsung secara otomatis tanpa memerlukan pengoperasian manual, sehingga lebih efisien dalam mendukung pertumbuhan tanaman stroberi. Selain itu, penggunaan sensor ultrasonik memberikan hasil pengukuran yang lebih akurat, sehingga mampu mencegah kelebihan atau kekurangan air yang dapat memengaruhi perkembangan tanaman.



GAMBAR 4.
Flowchart

Flowchart ini menggambarkan cara kerja sistem otomatisasi irigasi yang menggunakan sensor ultrasonik, Arduino, relay, dan pompa air. Proses dimulai dengan sensor ultrasonik yang mengukur ketinggian air berdasarkan pantulan gelombang ultrasonik. Setelah data terbaca, sistem akan memeriksa apakah sensor berhasil mendeteksi permukaan air. Jika sensor tidak mendeteksi air, sistem tetap dalam kondisi standby dan melakukan pembacaan ulang. Namun, jika ketinggian air terdeteksi berada di bawah batas yang telah ditentukan, Arduino akan mengaktifkan relay yang bertindak sebagai saklar elektronik untuk mengalirkan daya ke pompa air, memungkinkan pompa untuk mulai berfungsi dan mengisi wadah atau menyiram tanaman. Setelah pompa aktif, sistem akan memeriksa apakah pompa berfungsi dengan baik. Jika pompa tidak bekerja, sistem akan mengulangi proses aktivasi relay hingga pompa berfungsi normal. Jika

pompa sudah beroperasi dengan benar, sistem akan melanjutkan hingga siklus selesai. Setelah air mengalir sesuai kebutuhan, sistem akan berhenti dan kembali ke tahap awal untuk menunggu siklus berikutnya, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.

B. Kebutuhan Perangkat

1. Perangkat Keras

TABEL 2.
Perangkat Keras.

No	Nama Perangkat Keras	Fungsi
1	Arduino Uno	Digunakan Untuk menghubungkan skrip kode ke sensor ultrasonik, relay dan pompa air.
2	Laptop	Menjalankan perangkat lunak (Arduino IDE) serta Perangkat Keras (Arduino uno).
3	Sensor HCSR04	Membaca jarak atau mendeteksi ketinggian air berdasarkan pantulan gelombang ultrasonik.

2. Perangkat Lunak

TABEL 3.
Perangkat Lunak

No	Nama Perangkat Lunak	Fungsi
1	Arduino IDE	1. digunakan untuk menulis kode pengendalian sensor ultrasonik, relay, dan pompa. 2. mentransfer program ke mikrokontroler (seperti Arduino Uno) untuk menjalankan sistem otomatisasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi

Implementasi rangkaian ini dirancang untuk mengotomatisasi pengendalian pompa air berdasarkan hasil pengukuran ketinggian air yang diperoleh melalui sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik dihubungkan ke Arduino dengan konfigurasi pin, dimana VCC terhubung ke 5V, GND terhubung ke GND, TRIG terhubung ke pin digital 8, dan ECHO terhubung ke pin digital 9. Sensor ini berfungsi untuk mengukur jarak permukaan air dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan menerima pantulannya guna menghitung ketinggian air dalam tangki. Modul relay digunakan sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh Arduino untuk mengontrol arus listrik menuju pompa air. Relay dihubungkan ke Arduino dengan pin input terhubung ke GND dan pin digital 7 sebagai pengendali sinyal. Pada sisi keluaran relay, pin NO(Normally Open) dihubungkan ke kutub positif baterai, sementara pin C (Common) dihubungkan ke pompa air. Adapun kutub negatif baterai terhubung langsung ke pompa untuk melengkapi jalur daya.

B. Pengujian

Pada tabel berikut disajikan hasil pengujian sebelum diverifikasi:

TABEL 4.
Pengujian sebelum diverifikasi

Sensor	Air
24cm	0cm
23cm	1cm
21cm	2cm
20cm	3cm
19cm	4cm
18cm	5cm
17cm	6cm
16cm	7cm
15cm	8cm
14cm	9cm
13cm	10cm
12cm	11cm
11cm	12cm
10cm	13cm
9cm	14cm
8cm	15cm
7cm	16cm
6cm	17cm
5cm	18cm
5cm	19cm
4cm	20cm
3cm	21cm
2cm	22cm

1. Tujuan Pengujian

Penelitian ini bertujuan untuk memastikan keakuratan pengukuran ketinggian air oleh sensor ultrasonik. Proses ini melibatkan perbandingan hasil pengukuran sensor dengan hasil pengukuran manual menggunakan alat ukur standar. Mengidentifikasi dan meminimalkan selisih antara hasil pengukuran sensor, dan nilai referensi yang diukur secara manual, sehingga sensor dapat digunakan secara andal dalam sistem hidroponik.

2. Skenario Pengujian

Skenario pengujian dilakukan dengan memodifikasi kode agar sensor ultrasonik mampu mengukur ketinggian air dalam tangki, bukan jarak ke permukaan air. Modifikasi ini dilakukan dengan mengubah logika perhitungan, di mana hasil pembacaan jarak sensor dikurangi dari tinggi maksimum tangki untuk mendapatkan nilai ketinggian air. Setelah itu, pengujian dilakukan pada berbagai level ketinggian air guna mengevaluasi akurasi pembacaan sensor. Selain itu, pengujian juga mencakup verifikasi bahwa sistem mampu mengaktifkan relay dan pompa secara otomatis sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan.

3. Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pengukuran dari ketinggian air 0cm sampai dengan 22cm terdapat anomali pada pengukuran 3cm. Anomali yang dimaksud adalah nilai pada sensor melonjak lebih dari 1cm dari nilai yang seharusnya. Perlu

dilakukan perbaikan terhadap pembacaan sensor sehingga menjadi linier. Selain itu pada pengukuran manual nilai yang dihasilkan telah sesuai dengan ketinggian air, namun pada pembacaan sensor masih kebalikannya yaitu jarak antara air dengan sensor.

4. Analisis

Analisis dari pengujian menunjukkan perlunya modifikasi kode untuk memungkinkan sensor ultrasonik mengukur ketinggian air dalam tangki. Modifikasi dilakukan dengan mengubah logika perhitungan, di mana jarak yang terbaca oleh sensor dikonversi menjadi nilai ketinggian air berdasarkan tinggi maksimum tangki. Langkah ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi pengukuran sehingga sistem dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan.

TABEL 5.
Pengujian sesudah diverifikasi

Sensor	Air
23cm	23cm
22cm	22cm
21cm	21cm
20cm	20cm
19cm	19cm
18cm	18cm
17cm	17cm
16cm	16cm
15cm	15cm
14cm	14cm
13cm	13cm
12cm	12cm
11cm	11cm
10cm	10cm
9cm	9cm
8cm	8cm
7cm	7cm
6cm	6cm
5cm	5cm
5cm	5cm
4cm	4cm
3cm	3cm
2cm	2cm

a. Tujuan Pengujian

Pengujian diverifikasi kembali bertujuan untuk mengubah fungsi sensor ultrasonik yang semula hanya mengukur jarak antara sensor dan permukaan air menjadi pengukuran ketinggian air dalam tangki. Selain itu, kode program juga ditambahkan logika pengendalian untuk memastikan pompa air mati secara otomatis ketika ketinggian air mencapai batas maksimum yang telah ditentukan.

b. Skenario Pengujian

Skenario pengujian ini dilakukan dengan memodifikasi kode agar sensor ultrasonik dapat mengukur ketinggian air dalam tangki. Modifikasi ini mengubah logika perhitungan dari pengukuran jarak sensor ke permukaan air menjadi pengukuran ketinggian air berdasarkan tinggi maksimum

tangki. Selain itu, ditambahkan kode untuk mematikan pompa secara otomatis ketika ketinggian air mencapai batas maksimum. Pengujian dilakukan dengan mengisi tangki pada berbagai level ketinggian air untuk memastikan akurasi pembacaan sensor, respons sistem terhadap kondisi batas maksimum, dan keandalan pemutusan aliran listrik ke pompa sesuai dengan logika yang dirancang.

c. Hasil Pengujian

Perbaikan hasil verifikasi sensor, menunjukkan bahwa modifikasi kode berhasil mengubah fungsi sensor ultrasonik dari pengukuran jarak ke permukaan air menjadi pengukuran ketinggian air dalam tangki. Sensor mampu membaca ketinggian air dengan akurasi yang memadai pada berbagai level pengisian tangki. Sistem juga berhasil mematikan pompa secara otomatis ketika ketinggian air mencapai batas maksimum yang telah ditentukan. Selain itu, pengujian menunjukkan bahwa sistem berjalan stabil tanpa terjadi keterlambatan atau kesalahan dalam aktivasi dan deaktivasi pompa. Dengan demikian, modifikasi yang dilakukan dinyatakan efektif dalam meningkatkan kinerja dan keandalan sistem.

d. Analisis

Hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan logika perhitungan pada kode berhasil mengonversi pembacaan sensor ultrasonik dari pengukuran jarak ke permukaan air menjadi pengukuran ketinggian air dalam tangki. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi variasi ketinggian air dengan akurasi yang baik. Selain itu, implementasi logika pemutusan daya pada pompa air saat ketinggian air mencapai batas maksimum berfungsi dengan baik, sehingga sistem dapat bekerja secara otomatis sesuai dengan skenario yang dirancang. Dengan demikian, modifikasi yang dilakukan telah meningkatkan efektivitas dan keandalan sistem dalam mengontrol ketinggian air secara optimal.

V. KESIMPULAN

Sistem yang telah dikembangkan mampu mengukur ketinggian air secara akurat, sehingga memungkinkan pengendalian pompa secara otomatis berdasarkan kondisi air dalam sistem hidroponik. Penggunaan Arduino sebagai pengendali utama dan sensor ultrasonik sebagai alat pengukur terbukti efektif dalam memonitor dan mengatur tingkat air dalam wadah hidroponik. Sistem ini dapat mendukung pertumbuhan tanaman stroberi dengan lebih efisien, karena dapat menjaga ketersediaan air yang optimal tanpa perlu intervensi manual. Secara keseluruhan, penerapan sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam implementasi hidroponik pada tanaman stroberi.

REFERENSI

- [1] M. R. Waluyo, Nurfajriah, F. R. I. Mariati, and Q. A. H. Rohman, "Pemanfaatan Hidroponik Sebagai Sarana Pemanfaatan Lahan Terbatas Bagi Karang Taruna Desa Limo," *Ikraith-Abdimas*, vol. 4, no. 1, pp. 61–64, 2021, [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/IKRAITH-ABDIMAS/article/download/881/669>
- [2] V. Sidharta, Resman Muharul Tambunan., Azwar, and Aliafia Ghaniyyu, "Suatu Kajian :Pembangunan Pertanian Indonesia," *KAIS Kaji. Ilmu Sos.*, vol. 2, no. 2, pp. 229–232, 2021.
- [3] L. E. T. Elektro and R. Rekayasa, "Perancangan Sistem Kontrol Ketinggian Air Pada Media Tanam Hidroponik," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 36–41, 2023, doi: 10.30596/rele.v6i1.15457.
- [4] D. Reftyawati, M. A. Rahman, and A. D. Alisha, "Hidroponik Sebagai Alternatif Tanaman Unggulan Dalam Meningkatkan Produktivitas Pertanian," *J. Pengabd. Sos.*, vol. 1, no. 4, pp. 234–240, Feb. 2024, doi: 10.59837/91m9b349.
- [5] C. Maucieri, C. Nicoletto, R. Junge, Z. Schmautz, P. Sambo, and M. Borin, "Hydroponic systems and water management in aquaponics: A review," *Ital. J. Agron.*, vol. 13, no. 1, p. 1012, 2018, doi: 10.4081/ija.2017.1012.
- [6] S. H. Shafiyullah and A. Thoriq, "Rancang Bangun Alat Monitoring Otomatis Berbasis Web pada Budidaya Stroberi," *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 9, no. 3, pp. 254–261, Dec. 2021, doi: 10.21776/ub.jkptb.2021.009.03.07.
- [7] Devi Merina Tuz Sa'diyah, "Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pembudidayaan Stroberi di Desa Dalisodo," *J. Bintang Pendidik. Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 241–250, 2024, doi: 10.55606/jubpi.v2i1.2684.
- [8] D. P. Astuti, A. Rahayu, and H. Ramdani, "Pertumbuhan dan produksi stroberi (*Fragaria vesca* L.) pada volume media tanam dan frekuensi pemberian pupuk NPK berbeda," *J. Agronida*, vol. M, pp. 46–56, 2018, [Online]. Available: <https://unida.ac.id/ojs/JAG/article/view/138>
- [9] A. S. Aa Setiawan, Y. Kurniawan, and Wardika, "Penerapan Teknologi Budidaya Tanaman Stroberi Di Desa Pangkalan Kabupaten Indramayu," *J. Appl. Community Engagem.*, vol. 1, no. 1, pp. 48–58, 2021, doi: 10.52158/jace.v1i1.192.
- [10] I. S. Roidah, "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik," vol. 1, no. 2, pp. 43–50, 2014.
- [11] P. T. Elektronika and U. N. Jakarta, "Sistem Monitoring Suhu , Kelembaban , dan Ketinggian Air Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Raspberry Pi Berbasis IoT," vol. 6, no. 1, pp. 9–14, 2023.
- [12] M. R. Setiawati *et al.*, "Pengaruh Pemberian Asam Humat, Asam Fulvat, dan Pupuk Hayati pada Media Tanam terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah, Hasil, dan Kualitas Buah Stroberi (*Fragaria ananassa*)," *Agrikultura*, vol. 34, no. 2, p. 255, 2023, doi: 10.24198/agrikultura.v34i2.46734.

- [13] P. A. Ulinisda, "Aplikasi Metode Discovery Inquiry dalam Penanaman Pengeahuan Dasar Scientific Islami Anak Usia Dini di TK PGRI Prembun pada Tahun 2019/2020," *Molecules*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2020, [Online]. Available: <http://clik.dva.gov.au/rehabilitation-library/1-introduction-rehabilitation%0Ahttp://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/as.2017.81005%0Ahttp://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/as.2012.34066%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.201>
- [14] D. P. Sari and R. D. Kusumanto, "JOURNAL OF APPLIED SMART ELECTRICAL NETWORK AND SYSTEMS (JASENS) Sistem Kendali Irigasi Otomatis Pada Pertanian Hidroponik Vertikal Dengan Metode Internet Of Things (IoT)," vol. 4, no. 2, pp. 60–66, 2024.
- [15] D. Purwanto, H., "Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Apikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air," *J. SIMETRIS*, vol. 10, no. 2, pp. 717–724, 2020.
- [16] A. Z. Purwalaksana, "Sistem Monitoring Ketinggian Air dan Otomasi Penghidupan Lampu pada Budidaya Hidroponik Berbasis IoT," *J. Ilm. Maksitek*, vol. 5, no. 2, pp. 169–176, 2020, [Online]. Available: <https://makarioz.sciencemakarioz.org/index.php/JIM/article/view/162>
- [17] R. E. Putri, A. Khainur, and A. Andasuryani, "Pengembangan Sistem Otomatisasi pH Larutan Nutrisi pada Hidroponik Sistem DFT (Deep Flow Technique) Berbasis IOT," *agriTECH*, vol. 43, no. 3, p. 259, 2023, doi: 10.22146/agritech.71305.
- [18] N. Alamsyah, H. F. Rahmani, and Yeni, "Lampu Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno dengan Alat Sensor LDR," *Formosa J. Appl. Sci.*, vol. 1, no. 5, pp. 703–712, 2022, doi: 10.55927/fjas.v1i5.1444.
- [19] F. Baskoro, A. S. I. Nafik, A. Widodo, and R. Rahmadian, "Rancang Bangun Prototype Monitoring Ketinggian Air Pada Bendungan Berbasis Internet of Things," *J. Tek. Elektro Unesa*, vol. 10, no. 1, pp. 29–35, 2020.
- [20] S. Sudirman and I. N. G. Baliarta, "Simulasi Kontrol 2 Pompa Supplay Air Bersih Menggunakanrelay Change Over Dan Floatless Level Switch (Sebagai Modul Praktek Mahasiswa Ps Teknik Pendingin Dan Tata Udara)," *JST (Jurnal Sains Ter.)*, vol. 4, no. 1, pp. 10–16, 2018, doi: 10.32487/jst.v4i1.446.
- [21] S. P. Santosa and R. M. W. Nugroho, "Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor Dc 24 V," *J. Ilm. Elektrokrisna*, vol. 9, no. 1, pp. 38–45, 2021.