



Sipekernik: Sistem Pemantau Kekeruhan Air dan Pengairan pada Akuaponik Menggunakan Sensor Turbidity, LDR dan Water Level

Nur Aziezhah ¹, Walidatush Sholihah ^{2*}, Inna Novianty ², Mega Romadhona ² dan Anggi Mardiyono ³

Sitasi: N. Aziezhah, W. Sholihah, I. Novianty, M. Romadhona, and A. Mardiyono, "Sipekernik: Sistem Pemantau Kekeruhan Air dan Pengairan pada Akuaponik Menggunakan Sensor Turbidity, LDR dan Water Level", *jtim*, vol. 4, no. 4, pp. 262-271, Feb. 2023.

¹ Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak Sekolah Vokasi IPB University; nuraziezhah@apps.ipb.ac.id

² Teknologi Rekayasa Komputer Sekolah Vokasi IPB University; walidah@apps.ipb.ac.id; innanovianty@apps.ipb.ac.id; megaromadhona1@gmail.com

³ Teknik Informatika dan Komputer Politeknik Negeri Jakarta; anggi.mardiyono@tik.pnj.ac.id

* Korespondensi: walidah@apps.ipb.ac.id

Abstract: Aquaponics is an alternative to cultivating plants and fish in one place. This technique integrates fish farming with plants. In this case, aquaponic plants utilize nutrients from fish waste. Plants in aquaponics function as a biofilter, which will reduce these toxic substances into substances that are not harmful to fish and supply oxygen to fish-keeping ponds. With this technique, there will be a symbiosis of mutualism or a mutually beneficial cycle. The advantages obtained are the efficiency of water use and the reduction of waste contamination resulting from disposal into public waters. The water recirculation period affects the quality and quantity of fish and plants produced. Turbidity for cultivation should be no more than 25 NTU. Therefore, this tool is designed to detect the turbidity value of fish pond water in order to know the time to drain the pond using a turbidity sensor and regulate water irrigation in aquaponic installations based on light intensity values so that water does not stagnate in the installation pipe. The manufacture of this tool uses several components, such as an Arduino as a microcontroller, LDR (Light Dependent Resistor) sensor functions to turn on and off the pump, turbidity sensor functions to determine the turbidity value of pool water, and water level sensor functions to adjust the water level when draining and filling. pond water. At pump 1, the water will turn on if the intensity value of the LDR sensor is 650. If the turbidity sensor value is 25 NTU, then pump 2 will turn on and dump pool water into the shelter. After the pond water is drained to the specified height level, pump 3 will turn on to fill the fish pond with water. Pump 3 will stop when the water level is > 665.

Keywords: aquaponic; arduino; sensor; turbidity; water level

Abstrak: Akuaponik merupakan alternatif budidaya tanaman dan ikan dalam satu tempat. Teknik ini mengintegrasikan budidaya ikan yang dipadukan dengan tanaman. Dalam hal ini, tanaman akuaponik memanfaatkan unsur hara dari kotoran ikan. Tanaman pada akuaponik berfungsi sebagai biofilter yang akan mengurangi zat racun tersebut menjadi zat yang tidak membahayakan ikan dan menyuplai oksigen ke dalam kolam pemeliharaan ikan. Dengan teknik ini akan terjadi simbiosis mutualisme atau siklus yang saling menguntungkan. Keuntungan yang dipeoleh adalah efisiensi penggunaan air dan pengurangan pencemaran limbah hasil buangan ke perairan umum. Periode resirkulasi air berpengaruh terhadap kualitas serta kuantitas ikan dan tanaman yang dihasilkan. Kekeruhan untuk budidaya sebaiknya tidak lebih dari 25 NTU. Oleh karena itu alat ini dirancang untuk mendeteksi nilai kekeruhan air kolam ikan agar mengetahui waktu untuk melakukan pengurasan kolam ikan menggunakan sensor turbidity dan mengatur pengairan air pada instalasi akuaponik berdasarkan nilai instensitas cahaya supaya air tidak tergenang pada



Copyright: © 2023 oleh para penulis. Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

pipa instalasi. Pembuatan alat ini menggunakan beberapa komponen seperti arduino sebagai mikrokontroler, sensor LDR (Light Dependent Resistor) berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan pompa, turbidity sensor berfungsi untuk mengetahui nilai kekeruhan air kolam, dan sensor water level berfungsi untuk mengatur level ketinggian air pada saat menguras dan mengisi air kolam. Pada pompa 1 air akan menyala apabila nilai intensitas sensor LDR ≥ 650 . Jika nilai turbidity sensor ≥ 25 NTU maka pompa 2 akan menyala dan membuang air kolam ke tempat penampungan. Setelah air kolam dikuras dengan level ketinggian yang ditentukan, pompa 3 akan menyala untuk mengisi air kolam ikan. Pompa 3 akan mati apabila ketinggian air > 665 .

Kata kunci: akuaponik; arduino; kekeruhan; level air; sensor

1. Pendahuluan

Akuaponik merupakan alternatif budidaya tanaman dan ikan dalam satu tempat. Istilah akuaponik berasal dari gabungan akuakultur dan hidroponik [1]. Metode ini merupakan penggabungan dua kegiatan budidaya ikan dan tanaman [2], [3]. Teknik akuaponik juga dapat meningkatkan efisiensi energi [4] dan ekonomi [5]. Teknik ini mengintegrasikan budidaya ikan yang dipadukan dengan tanaman. Dalam hal ini, unsur hara dari kotoran hewan akan dimanfaatkan oleh tanaman. Jika kotoran ikan ini di biarkan didalam kolam ikan, maka lama - kelamaan akan menjadi racun bagi ikan. Akuaponik merupakan konsep pertanian yang menjanjikan karena meniru proses alami dan dapat mengurangi polusi lingkungan serta menghemat penggunaan air [6], [7]. Budidaya dengan teknik akuaponik lebih menghemat energi, mengurangi limbah di lingkungan (limbah dapat digunakan kembali melalui biofiltrasi) [8], kotoran ikan dapat menghasilkan pupuk organik yang digunakan oleh tanaman (kotoran ikan lebih baik dari bahan kimia), dan menjamin bahan pangan melalui multikultur. Tanaman pada akuaponik berfungsi sebagai biofilter yang akan mengurangi zat berbahaya (racun) agar zat tersebut menjadi tidak berbahaya bagi ikan dan dapat menyuplai oksigen ke kolam pemeliharaan ikan. Dengan teknik ini akan terjadi simbiosis mutualisme atau siklus yang saling menguntungkan [8]. Walau demikian, teknik ini juga memiliki beberapa tantangan [9].

Otomasi pekerjaan dengan perangkat mesin banyak dilakukan di era industri 4.0 [10]. Demikian pula halnya dengan sistem akuaponik. Otomasi pada sistem akuaponik dilakukan terkait water level dan power maintenance [11]. Budidaya tumbuhan secara akuaponik pun dapat dilakukan di dalam ruangan [12], [13]. Teknik akuaponik ini berkembang cukup pesat hingga saat ini.

Periode resirkulasi air berpengaruh terhadap kualitas serta kuantitas ikan dan tanaman yang dihasilkan. Air pada kolam ikan perlu disirkulasi agar tidak keruh. Tingkat kekeruhan maksimal untuk akuakultur sebaiknya tidak lebih dari 25 NTU [14]. Kesehatan ikan pun turut mempengaruhi dalam akuaponik [15]. Akan tetapi, jika air kolam dalam keadaan keruh atau ≥ 25 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) dapat menyebabkan daun tanaman menjadi kuning. NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) adalah satuan untuk mengukur nilai kekeruhan air. Tidak hanya itu saja, jika air pada instalasi pipa akuaponik terlalu banyak dan membuat pot tanaman terendam terlalu dalam dapat menyebabkan warna daun menjadi kekuningan.

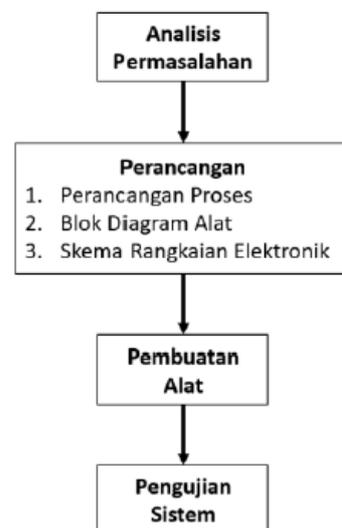
Oleh karena itu, pada penelitian ini dibuat prototipe Sipekernik: Sistem Pemantau Kekeruhan Air dan Pengairan Akuaponik. Pembuatan alat ini menggunakan beberapa komponen seperti arduino sebagai mikrokontroler, LDR (Light Dependent Resistor) sensor untuk menghidupkan dan mematikan pompa, turbidity sensor berfungsi untuk mengetahui nilai kekeruhan air kolam, dan sensor water level berfungsi untuk mendeteksi level ketinggian air pada saat menguras dan mengisi air kolam. Sipekernik ini terdiri atas tiga pompa yang menyala bergantian saat menguras dan mengisi air kolam

ikan. Sipekernik mengatur sirkulasi air untuk mengurangi kekeruhan di kolam ikan. Sipekernik ini merupakan rancangan sistem untuk otomasi akuaponik.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem pemantau kekeruhan air dan pengairan pada sistem akuaponik. Sistem yang dibuat memiliki fungsi untuk 1) mengetahui nilai kekeruhan air pada kolam ikan; 2) menghidupkan dan mematikan pompa air berdasarkan nilai intensitas cahaya; dan 3) mengatur level ketinggian air kolam ikan pada saat menguras dan mengisi kolam ikan.

2. Bahan dan Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas empat tahap yaitu analisis permasalahan, perancangan, pembuatan alat dan pengujian sistem [16]. Metode penelitian disajikan pada Gambar 1. Tahap analisis dibagi dua, yaitu analisis masalah dan analisis kebutuhan. Analisis masalah bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang ada pada sistem akuaponik. Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan untuk mengatasi masalah.



Gambar 1. Metode Penelitian

Tahap kedua yaitu perancangan. Pada tahap ini dibuat suatu rancangan dari solusi masalah pada tahap sebelumnya. Tahap perancangan terdiri atas perancangan proses menggunakan flowchart, perancangan blok diagram alat dan skema rangkaian elektronik. Tahap ini bertujuan untuk memberikan gambaran pokok dari penyelesaian masalah pada sistem akuaponik.

Tahap pembuatan alat merupakan tahap penerapan sistem penyelesaian masalah yang sudah dirancang pada tahap sebelumnya. Tahap ini mencakup perakitan komponen dan program untuk mengontrol rangkaian komponen.

Tahap pengujian adalah tahap yang bertujuan untuk menguji alat. Tahap pengujian dilakukan untuk membuktikan bahwa sistem atau prototipe alat yang dibuat bekerja sesuai tujuan. Pengujian dilakukan pada ketiga sensor yang digunakan. Pengujian sensor LDR dilakukan dengan membandingkan nilai lux pada sensor LDR dengan nilai lux pada lux meter. Pengujian sensor turbidity dilakukan dengan menyalakan alat kemudian melihat pembacaan sensor setelah air kolam diganti. Pengujian sensor water level dengan membandingkan hasil pembacaan sensor water level dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur tinggi (penggaris/mistar). Data hasil pengujian dianalisis untuk melihat akurasi dari sistem yang dibuat.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Permasalahan

Pada suatu sistem akuaponik, permasalahan yang biasa terjadi yaitu pompa pada akuaponik sering tersumbat. Pompa tersumbat karena air kolam ikan yang sudah kotor. Hal ini juga dapat disebabkan karena terlalu lama jeda waktu pengurasan air kolam dari satu waktu ke waktu lainnya. Hal ini mengakibatkan air kolam berubah warna dan terkadang menimbulkan bau yang tak sedap. Selain itu, air pada pipa instalasi akuaponik sering menggenang, sehingga membuat daun tanaman berubah warna menjadi kuning.

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka dibutuhkan sebuah alat yang dapat mendeteksi nilai kekeruhan dan menghidupkan serta mematikan pompa agar air tidak menggenang pada pipa instalasi akuaponik. Perangkat keras yang digunakan pada pembuatan Sipekernik disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar perangkat keras yang digunakan pada Sipekernik

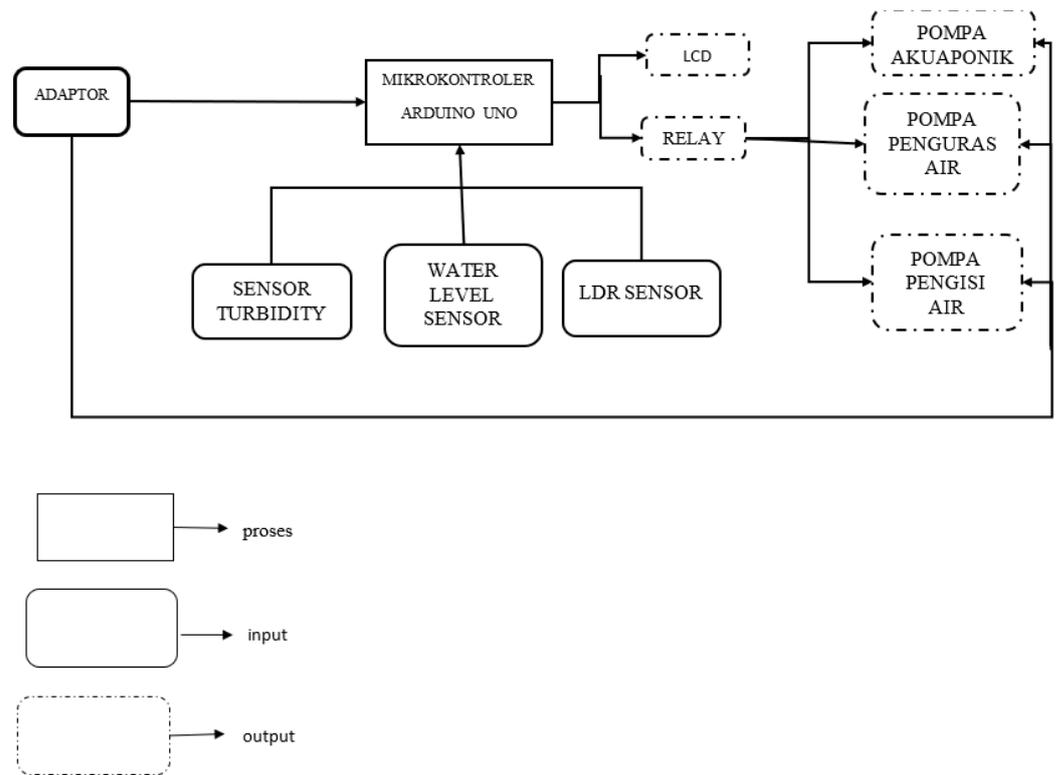
No.	Nama Perangkat Keras	Tipe	Keterangan
1	Arduino UNO	Rev 3	Sebagai mikrokontroler
2	Turbidity Sensor	SEN0189	Sebagai sensor pendeteksi nilai kekeruhan air kolam ikan
3	Water Level Sensor		Sebagai sensor pendeteksi level ketinggian
4	LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>)		Sebagai sensor pendeteksi intensitas cahaya
5	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)		Output untuk menampilkan nilai sensor turbidity, nilai LDR dan nilai water level
6	Pompa DC		Untuk memompa air
7	Relay	2 channel	Saklar untuk pompa
8	Adaptor	Converter	Pemberi arus listrik

Perangkat lunak yang digunakan pada pembangunan Sipekernik ini adalah arduino IDE, sketchup 3D dan Fritzing. Sketchup 3D digunakan sebagai aplikasi untuk membuat desain tiga dimensi alat. Desain skema rangkaian menggunakan aplikasi Fritzing.

3.2. Perancangan

Pada tahap perancangan ini dibuat perancangan proses (*flowchart*), blok diagram dan skema rangkaian Sipekernik. Flowchart untuk menunjukkan alur kerja Sipekernik, sedangkan blok diagram dan skema rangkaian memberikan gambaran penempatan komponen-komponen penyusun Sipekernik.

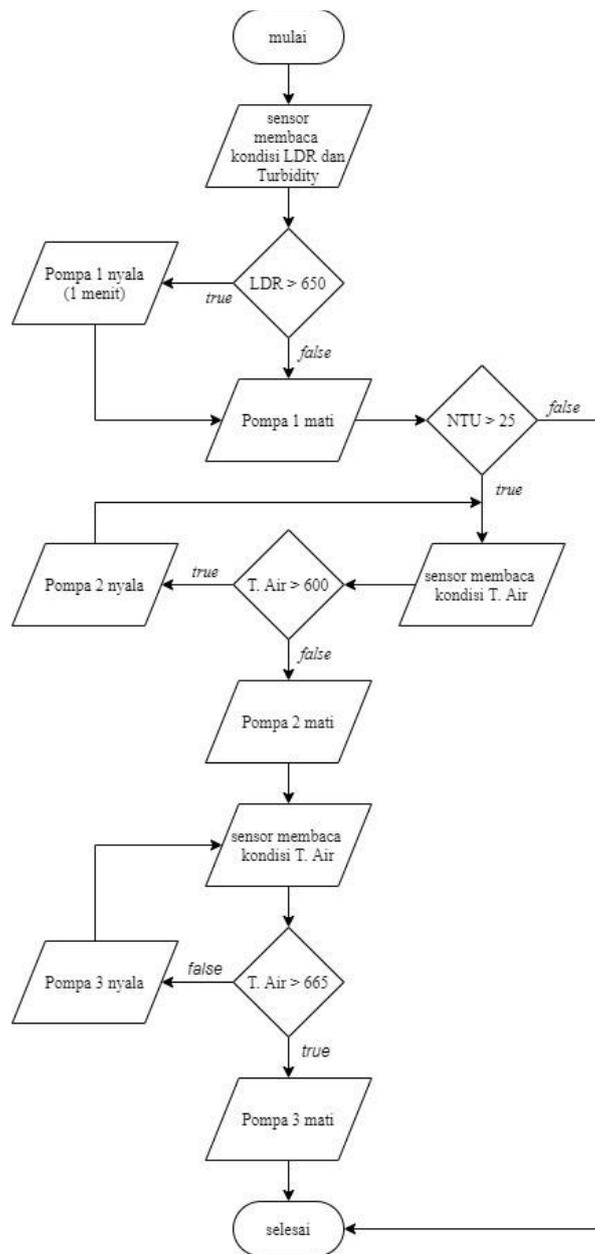
Sipekernik menggunakan tiga buah sensor (turbidity, water level dan LDR). Ketiga sensor tersebut dihubungkan dengan mikrokontroler arduino uno. Hasil pengukuran sensor diperlihatkan melalui LCD display. Selain itu, pada Sipekernik ini digunakan juga tiga buah pompa air. Ketiga pompa tersebut berfungsi sebagai penguras air, pengisi air, dan pemompa akuaponik. Kaitan setiap komponen digambarkan pada blok diagram yang disajikan pada Gambar 2.



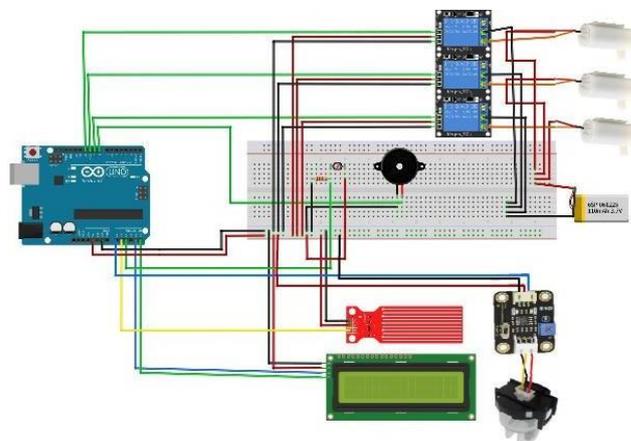
Gambar 2. Blok diagram Sipekernik

Gambar 3 menunjukkan alur kerja Sipekernik. Saat Sipekernik dijalankan, maka sensor membaca nilai LDR dan *turbidity*. Jika nilai LDR ≥ 650 , maka pompa akan menyala. Jika nilai LDR ≤ 650 , maka pompa akan mati. Setelah itu, jika nilai turbidity sensor ≥ 25 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*), maka pompa2 akan menyala untuk menguras air kolam ikan sampai nilai sensor water level ≤ 250 . Setelah itu pompa3 akan menyala dan mengisi kolam ikan tersebut sampai nilai sensor water level > 665 . Jika nilai sensor water level sudah lebih 665 maka pompa 3 akan mati.

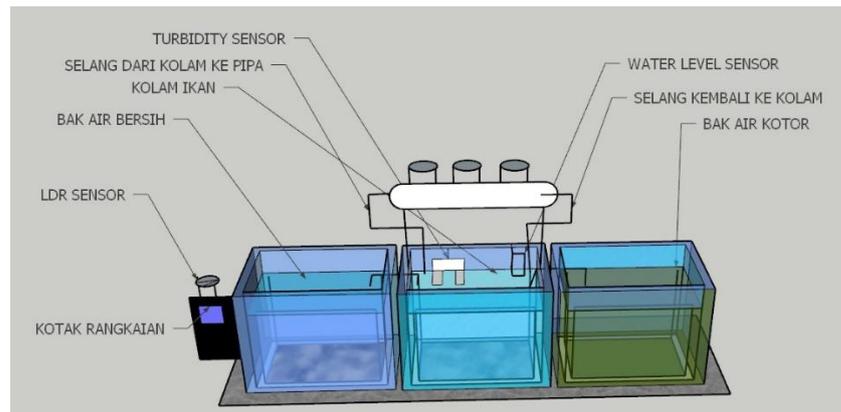
Pada Gambar 4, sensor LDR (Light Dependent Resistor) dihubungkan dengan resistor. Pin yang dihubungkan dengan LDR (Light Dependent Resistor) adalah pin analog A2 pada arduino. Sensor water level pin input dihubungkan dengan pin analog A1 pada arduino, lalu dihubungkan dengan GND dan VCC. Turbidity sensor pin input dihubungkan dengan pin analog arduino A0, lalu dihubungkan dengan GND dan VCC. LCD (Liquid Crystal Display) pin SCL dihubungkan dengan pin analog A5 dan pin SDA dihubungkan dengan pin analog A4, lalu dihubungkan dengan GND dan VCC. Relay1 dihubungkan dengan pin 9, lalu dihubungkan dengan pin GND dan VCC. Relay2 dihubungkan dengan pin 10, lalu dihubungkan dengan pin GND dan VCC. Relay3 dihubungkan dengan pin 11, lalu dihubungkan dengan pin GND dan VCC.



Gambar 3. Alur kerja Sipekernik.



Gambar 4. Skema rangkaian Sipekernik.



Gambar 5. Rencana prototipe Sipekernik.

Prototipe Sipekernik direncanakan seperti pada Gambar 5. Sipekernik menggunakan tiga kolam/bak (kolam ikan, bak air bersih dan bak air kotor). Turbidity sensor dan sensor water level diletakkan pada kolam ikan, sedangkan sensor LDR diletakkan pada bagian atas kotak komponen. Jika nilai pada turbidity sensor melebihi dari nilai yang ditentukan, maka pompa akan menyala dan mengalirkan air ke bak penampungan air kotor, setelah itu pompa pada bak air bersih akan mengalirkan air ke kolam ikan. Sensor LDR berfungsi untuk mematikan dan menghidupkan pompa air yang mengalir di pipa berdasarkan nilai intensitas cahaya yang ditentukan.

3.3. Pembuatan Alat

Prototipe Sipekernik dibuat pada miniatur kolam dan sistem akuaponik dengan ukuran kolam 40 cm x 30 cm x 10 cm (Gambar 6). Komponen Sipekernik dimasukkan ke dalam boks. Pada prototipe Sipekernik terdapat tiga kolam (akuarium). Kolam pertama adalah bak penampungan air bersih, kolam kedua adalah kolam ikan, dan kolam ketiga sebagai bak penampungan jika air sudah keruh (> 25 NTU). Jika air kolam ikan sudah keruh, maka pompa 2 akan menguras air kolam ke bak penampungan air kotor sampai batas yang ditentukan. Setelah itu, pompa 3 akan mengalirkan air dari bak penampungan air bersih ke kolam ikan.



Gambar 6. Prototipe Sipekernik.

3.4. Pengujian

Pada tahap pengujian ini dilakukan pengujian fungsionalitas dan pengujian cara kerja Sipekernik. Pengujian fungsionalitas bertujuan untuk memastikan setiap komponen bekerja sesuai dengan fungsinya. Hasil pengujian yang dilakukan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian fungsionalitas komponen

No	Komponen	Kondisi Pengujian	Hasil Pengujian
1	Arduino UNO	Memproses data	Data berhasil di proses
2	Sensor LDR	Membaca nilai intensitas cahaya	Nilai intensitas cahaya terbaca
3	Sensor Turbidity	Mendeteksi nilai kekeruhan air kolam	Nilai pada sensor turbiditi terdeteksi
4	Water Level Sensor	Mengatur level ketinggian air pada saat pengurasan dan pengisian kolam	Nilai sensor water lever terdeteksi
5	Relay	Mengatur pompa	Berhasil mengendalikan nyala/mati pompa sesuai dengan kode program
6	Pompa	Menerima data dari mikrokontroler Arduino	Menyala ketika nilai intensitas cahaya dari sensor LDR ≥ 650
7	Adaptor	Catu daya	Sebagai pemberi arus power/untuk mikrokontroler ke semua sensor atau sebagai catu daya

Pengujian kinerja alat dilakukan untuk mengecek kesesuaian alat dengan hasil yang diharapkan sesuai dengan flowchart atau cara kerja alat yang telah dibuat sebelumnya. Pengujian dilakukan terhadap nilai intensitas cahaya menggunakan sensor LDR, pemantauan kekeruhan nilai air kolam dengan sensor turbiditi, serta pemantauan level ketinggian air pada saat dikuras dan saat diisi dengan sensor water level. Pertama dilakukan uji hasil pembacaan nilai intensitas cahaya. Setelah itu, menguji kesesuaian kondisi nyala atau matinya pompa dengan flowchart yang telah dibuat sebelumnya.

Pengujian nilai intensitas cahaya dilakukan dengan cara melakukan uji terhadap pembacaan sensor LDR (Light Dependent Resistor) terhadap cahaya. Pompa sebagai output apabila nilai intensitas yang dihasilkan ≥ 650 , maka pompa akan mengalirkan air ke instalasi akuaponik. Akan tetapi, jika nilai intensitas cahaya ≤ 650 pompa tetap dalam keadaan mati atau air tidak mengalir ke instalasi akuaponik. Relay berfungsi sebagai switch untuk menghidupkan atau mematikan pompa yang merupakan pengairan ke instalasi akuaponik. Hasil pengujian sensor LDR disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor LDR

Waktu	Sensor LDR	Tegangan (Voltage)	Nilai Lux Sensor	Nilai Lux Meter	Selisih	Akurasi / persentase Error (%)	Status Pompa
10.00	667	3,26 v	95	96,2	1,2	1,2	1
11.00	686	3,35 v	101	103,6	2,6	2,5	1
15.00	659	3,22 v	90	91,2	1,2	1,3	1
16.00	620	3,03 v	76	78,4	2,4	3,0	0
17.00	573	2,80 v	63	64,9	1,9	2,9	0
Rataan Persentase Error						2.18	

Pada saat pengujian, sensor LDR membaca nilai intensitas cahaya 667 dengan nilai voltage 3,26 v, dan nilai lux sensor 95, sedangkan nilai lux meter 96,2. Pada pengujian ini, nilai selisihnya menjadi 1,2 dengan persentase error 1,2% dan status pompa dalam keadaan menyala (1). Pengujian ke-2 nilai intensitas cahaya 686 dengan nilai voltage 3,35

v, dan nilai lux sensor 102, sedangkan nilai lux meter 103,6. Pada pengujian ini, nilai selisihnya menjadi 2,6 dengan persentase error 2,5% dan status pompa dalam keadaan menyala (1).

Pengujian ke-3 nilai intensitas cahaya 659 dengan nilai voltage 3,22 v, dan nilai lux sensor 90, sedangkan nilai lux meter 91,2. Pada pengujian ini, nilai selisihnya menjadi 1,2 dengan persentase error 1,3% dan status pompa dalam keadaan menyala (1). Pengujian ke-4 nilai intensitas cahaya 620 dengan nilai voltage 3,03 v, dan nilai lux sensor 76, sedangkan nilai lux meter 78,4. Pada pengujian ini, nilai selisihnya menjadi 2,4 dengan persentase error 3% dan status pompa dalam keadaan mati (0). Pengujian ke-5 nilai intensitas cahaya 573 dengan nilai voltage 2,80 v, dan nilai lux sensor 63, sedangkan nilai lux meter 64,9. Pada pengujian ini, nilai selisihnya menjadi 1,9 dengan persentase error 2,9% dan status pompa dalam keadaan mati (0). Rata-rata persentase error pada pengukuran dengan sensor LDR adalah 2.18%.

Setelah itu pengujian dilakukan dengan cara melakukan uji terhadap pembacaan sensor turbidity untuk mendeteksi nilai kekeruhan air kolam. Pompa sebagai output apabila nilai kekeruhan air (NTU) yang dihasilkan ≥ 25 NTU, maka pompa akan mengalirkan air ke bak air kotor (penampungan air kotor). Akan tetapi, jika nilai kekeruhan air ≤ 25 NTU, pompa tetap dalam keadaan mati atau air tidak mengalir ke bak air kotor (penampungan air kotor). Relay berfungsi sebagai switch untuk menghidupkan atau mematikan pompa untuk pengurusan air kolam ke bak air kotor (penampungan air kotor). Hasil pengujian pada sensor turbidity disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor *Turbidity*

Waktu (hari)	Sensor Turbidity (NTU)	Status Pompa
1	23	0
2	23	0
3	23,07	0
7	25,09	1
14	28,01 - 29,03	1

Pada Tabel 4 terdapat hasil pengujian turbidity sensor. Pengujian pertama adalah setelah air kolam diganti yaitu setelah satu hari air di ganti memiliki nilai kekeruhan 23 NTU, maka status pompa akan tetap mati, karena nilai NTU tidak lebih dari 25 NTU. Nilai kedua diambil pada hari kedua, dengan nilai kekeruhan 23 NTU. Pada hari ke-3 nilai kekeruhan menjadi 23,07 dan status pompa tetap dalam keadaan mati (0). Pada hari ke-7 nilai kekeruhan menjadi 25,09 NTU dan warna air sudah mulai kehijauan. Oleh karena itu, kolam ikan harus dikuras dan status pompa akan menyala(1). Pada hari ke- 14 nilai kekeruhan mencapai 28,01-29,03 dan kolam harus dikuras. Pada saat air kolam sudah 14 hari, terdapat daun tanaman berwarna kekuningan. Setelah nilai turbidity sensor ≥ 25 NTU maka air dikuras, sensor water level akan mendeteksi nilai ketinggian air. Apabila nilai sensor water level ≥ 250 , maka pompa pengurusan masih dalam keadaan menyala, dan ketika nilai sensor water level ≤ 250 , maka pompa pengurusan air akan dalam keadaan mati. Setelah pompa pengurusan air kolam dalam keadaan mati, maka pompa pengisi air kolam akan menyala dan mengisi air kolam sampai nilai sensor water level > 665 .

Pengujian sensor water level dilakukan dengan membandingkan nilai pembacaan sensor water level dengan pengukuran ketinggian air menggunakan penggaris. Nilai error atau kesalahan diperoleh dari perhitungan dimana nilai sesungguhnya (nilai pengukuran menggunakan penggaris) dikurang dengan nilai pembacaan sensor water level, lalu dibagi dengan nilai sesungguhnya. Setelah itu, hasil dikali dengan 100%.

Tabel 5. Hasil pembacaan sensor water level saat pengurasan air kolam.

<i>Sensor Value</i>	Nilai Tinggi Sensor Water Level (cm)	Tinggi Sesungguhnya (cm)	Selisih	Akurasi / Persentase Error (%)	<i>Voltage</i>	Status Pompa
655	6,56	7,1	0,54	7,61	3,201	0
631	6,47	7	0,53	7,57	3,084	1
604	6,36	6,8	0,44	6,47	2,952	1
590	6,31	6,5	0,19	2,92	2,883	1
547	6,14	6,2	0,06	0,97	2,673	1
351	5,37	5,5	0,13	2,36	1,715	1
230	4,9	5,2	0,3	5,77	1,124	0
226	4,88	5	0,12	2,40	1,104	0
Rataan Persentase Error				4.51		

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian sensor water level pada saat pengurasan air kolam ikan. Pada saat pengurasan air kolam ikan, nilai sensor 631 dengan ketinggian 6,56 cm, maka status pompa akan menyala (1) dengan nilai voltage 3,084. Pengurasan air kolam akan terus berlanjut sampai nilai sensor water level 250 dengan tinggi air 4,97 cm, nilai voltage 1,22 dan pompa dalam keadaan mati (0).

Perbandingan pada saat pengukuran menggunakan penggaris (manual) dan saat menggunakan sensor, pada pengukuran pertama memiliki selisih 0,54 dengan tingkat error yaitu 7,61%, pengukuran kedua memiliki selisih 0,53 dengan tingkat error 7,57%, pengukuran ketiga memiliki selisih 0,44 dengan tingkat error 6,47%, pengukuran keempat memiliki selisih 0,19 dengan tingkat error 2,92%, pengukuran kelima memiliki selisih 0,06 dengan tingkat error 0,97%, pengukuran keenam memiliki selisih 0,13 dengan tingkat error 2,36%, pengukuran ketujuh memiliki selisih 0,3 dengan tingkat error 5,77%, dan pengukuran terakhir memiliki selisih 0,12 dengan tingkat error 2,4%. Rata-rata persentase error pada pengukuran sensor water level saat pengurasan air kolam adalah 4.51%. Setelah nilai sensor 250 atau tinggi air 4,97 cm maka pompa pengurasan air kolam akan mati (0) dan dilanjutkan dengan pompa pengisian air kolam.

Pengujian nilai pompa pada saat pengisian air kolam terdapat pada Tabel 6. Pengukuran dilakukan sebanyak tujuh kali. Kemudian nilai hasil pembacaan sensor water level dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur tinggi (mistar). Dari hasil pengukuran diperoleh nilai akurasi setiap pengukuran berturut-turut sebagai berikut: 7,61%; 7,57%; 6,47%; 2,92%; 0,97%; 2,36%; 4,42%. Nilai rata-rata persentase error pada hasil pembacaan sensor water level saat pengisian air kolam sebesar 4,62%.

Tabel 6. Hasil pembacaan sensor water level saat pengisian air kolam.

<i>Sensor Value</i>	Nilai Tinggi Sensor Water Level (cm)	Tinggi Sesungguhnya (cm)	Selisih	Akurasi / Persentase Error (%)	<i>Voltage</i>	Status Pompa
655	6,56	7,1	0,54	7,61	3,201	0
631	6,47	7	0,53	7,57	3,084	1
604	6,36	6,8	0,44	6,47	2,952	1
590	6,31	6,5	0,19	2,92	2,883	1
547	6,14	6,2	0,06	0,97	2,673	1
351	5,37	5,5	0,13	2,36	1,715	1
250	4,97	5,2	0,23	4,42	1,22	1
Rataan Persentase Error				4,62%		

5. Kesimpulan

Kualitas air pada budidaya akuaponik perlu dijaga agar pertumbuhan dan hasil tanaman dapat maksimal. Prototipe Sipekernik sebagai alat bantu dalam sistem budidaya akuaponik dapat membantu pada pembudidaya dalam pengontrolan kualitas air dan nutrisi bagi tanaman. Parameter kekeruhan yang digunakan pada Sipekernik yaitu 25 NTU. Saat air kolam sudah keruh atau nilainya melebihi 25 NTU, maka kolam ikan harus dikuras. Pompa pengurasan kolam akan mati saat nilai sensor water level mencapai angka 250 kemudian dilanjutkan dengan pompa pengisian air yang menyala hingga sensor water level membaca nilai 650.

Hasil pengujian pada Sipekernik menunjukkan tingkat akurasi yang baik. Pengujian pada sensor turbidity menghasilkan rata-rata error sebesar 2.18%. Pengujian pada sensor water level dilakukan dua kali yaitu saat pengurasan air kolam dan saat pengisian air kolam. Saat pengurasan air kolam, rata-rata error sensor water level sebesar 4,51% sedangkan saat pengisian air kolam rata-rata error sensor water level sebesar 4,62%.

Ucapan Terima Kasih: ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Sekolah Vokasi IPB University dan Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP) atas dukungan dan kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

- [1] B. Yep and Y. Zheng, "Aquaponic trends and challenges – A review," *J. Clean. Prod.*, vol. 228, pp. 1586–1599, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.04.290.
- [2] T. A. Babatunde, B. Abdulkarim, N. H. Wagini, S. A. Usman, L. A. Argungu, and U. Lawal, "Response of germination and seedling growth of Jute plant (*Corchorus olitorius* L.) on three different substrates in the tilapia aquaponic system," *J. Agric. Food Res.*, vol. 10, no. March, p. 100366, 2022, doi: 10.1016/j.jafr.2022.100366.
- [3] Z. Schmutz *et al.*, "Microbial diversity across compartments in an aquaponic system and its connection to the nitrogen cycle," *Sci. Total Environ.*, vol. 852, no. May, 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.158426.
- [4] S. A. Gillani, R. Abbasi, P. Martinez, and R. Ahmad, "Review on Energy Efficient Artificial Illumination in Aquaponics," *Clean. Circ. Bioeconomy*, vol. 2, no. June, p. 100015, 2022, doi: 10.1016/j.clcb.2022.100015.
- [5] V. Ondruška, B. S. How, M. Netolický, V. Máša, and S. Y. Teng, "Resource optimisation in aquaponics facility via process monitoring and graph-theoretical approach," *Carbon Resour. Convers.*, vol. 5, no. April, pp. 255–270, 2022, doi: 10.1016/j.crcon.2022.04.003.
- [6] F. Blidariu and A. Grozea, "Increasing the economical efficiency and sustainability of indoor fish farming by means of aquaponics," *Anim. Sci. Biotechnol.*, vol. 44, no. 2, pp. 1–8, 2011.
- [7] A. R. Yanes, P. Martinez, and R. Ahmad, "Towards automated aquaponics: A review on monitoring, IoT, and smart systems," *J. Clean. Prod.*, vol. 263, p. 121571, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121571.
- [8] M. F. Taha *et al.*, "Recent Advances of Smart Systems and Internet of Things (IoT) for Aquaponics Automation: A Comprehensive Overview," *Chemosensors*, vol. 10, no. 8, 2022, doi: 10.3390/chemosensors10080303.
- [9] B. König, J. Janker, T. Reinhardt, M. Villarroel, and R. Junge, "Analysis of aquaponics as an emerging technological innovation system," *J. Clean. Prod.*, vol. 180, pp. 232–243, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.01.037.
- [10] M. A. K. Bahrin, M. F. Othman, and N. H. N. Azli, "Jurnal Teknologi Full Paper INDUSTRY 4.0: A REVIEW ON INDUSTRIAL AUTOMATION AND ROBOTIC," *J. Teknol. (Sciences Eng. UTM)*, vol. 78 (6–13), pp. 137–143, 2016.
- [11] M. Farhan Mohd Pu'Ad, K. Azami Sidek, and M. Mel, "Automated aquaponics maintenance system," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1502, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1502/1/012021.
- [12] W. Vernandhes, N. S. Salahuddin, A. Kowanda, and S. P. Sari, "Smart aquaponic with monitoring and control system based on IoT," *Proc. 2nd Int. Conf. Informatics Comput. ICIC 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/IAC.2017.8280590.
- [13] M. N. Mamatha and S. N. Namratha, "Design & implementation of indoor farming using automated aquaponics system," *2017 IEEE Int. Conf. Smart Technol. Manag. Comput. Commun. Control. Energy Mater. ICSTM 2017 - Proc.*, vol. 2, no. August, pp. 396–401, 2017, doi: 10.1109/ICSTM.2017.8089192.
- [14] Z. Khiari, K. Alka, S. Kelloway, B. Mason, and N. Savidov, "Integration of Biochar Filtration into Aquaponics: Effects on Particle Size Distribution and Turbidity Removal," *Agric. Water Manag.*, vol. 229, no. November 2019, p. 105874, 2020, doi: 10.1016/j.agwat.2019.105874.
- [15] A. Farooq, A. K. Verma, C. M. Hittinahalli, N. Harika, and M. Pai, "Iron supplementation in aquaculture wastewater and its effect on the growth of spinach and pangasius in nutrient film technique based aquaponics," *Agric. Water Manag.*, vol. 277, no. September 2022, p. 739250, 2023, doi: 10.1016/j.agwat.2022.108126.
- [16] D. R. Wati and W. Sholihah, "Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino," *Multinetics*, vol. 7, no. 1, pp. 12–20, 2021, doi: 10.32722/multinetics.v7i1.3504.