

# Rancang Bangun Sistem Pemilahan Lele Otomatis dan Pengaruh *Dimmer* Terhadap Debit Pompa Air

Alif Aditya Darmawan<sup>\*</sup>, Khilda Afifah, Istiqomah

Fakultas Teknik Elektro, Telkom University, Bandung Indonesia

<sup>\*</sup>Koresponden email: alifddarmawan23@gmail.com

Diterima: 16 Agustus 2024

Disetujui: 19 Agustus 2024

## Abstract

Manual sorting of catfish is a labour-intensive process in catfish farming, requiring considerable time and effort. Therefore, an effective and user-friendly automated catfish grading system is required. Currently, several automated sorting systems have been developed using load cells, but these methods are inefficient as they require fish to be sorted one at a time. The method used in this system is similar to the concept of a coin sorter, where catfish flow through holes of different diameters according to their head size. In addition, the system uses a water pump to circulate water from the final storage tank back to the holding tank to help guide the fish to the sorting channel. The water flow rate of the pump can be adjusted using a dimmer, which works by limiting the voltage used by the pump. Testing of the grading system was carried out under two conditions, grading fish of the same size range and grading fish of a significantly different size range. The results showed that sorting fish of the same size range had a higher accuracy (86.1%) compared to sorting fish of a different size range (61.9%). An analysis of the effect of the dimmer on the pump was also carried out, showing that the dimmer can effectively control the water flow rate.

**Keywords:** *catfish, sorting, dimmer, potentiometer, TRIAC, water flow rate*

## Abstrak

Pemilahan lele secara manual merupakan sebuah proses yang merepotkan dalam pembudidayaan ikan lele karena memerlukan waktu dan tenaga yang banyak sehingga diperlukan sebuah sistem pemilahan otomatis yang efektif dan mudah digunakan. Saat ini terdapat beberapa sistem pemilahan otomatis yang sudah dikembangkan dengan memanfaatkan *load cell*, namun pemilihan yang dilakukan menjadi tidak efisien karena harus memilah ikan satu per satu. Metode pemilahan yang digunakan pada sistem ini menyerupai konsep alat pemilah uang logam, yakni ikan lele akan dibiarkan mengalir ke lubang dengan diameter yang berbeda sesuai dengan ukuran kepala ikan. Selain itu sistem ini juga menggunakan pompa air untuk menyirkulasikan air dari ember penampungan akhir kembali ke kolam penampungan untuk membantu mengalirkan ikan ke saluran pemilahan. Debit air pada pompa dapat diatur dengan menggunakan *dimmer* yang berfungsi dengan membatasi tegangan yang masuk ke pompa. Pengujian sistem pemilahan dilakukan dengan dua keadaan yaitu memilah ikan dengan rentang ukuran yang sama dan memilah ikan dengan rentang ukuran yang jauh berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemilahan ikan dengan rentang ukuran yang sama memiliki nilai akurasi yang lebih baik (86,1%) daripada pemilahan dengan ukuran yang berbeda (61,9%). Analisis pengaruh *dimmer* terhadap pompa air juga dilakukan dan menunjukkan bahwa *dimmer* dapat mengatur debit air dengan efektif.

**Kata Kunci:** *lele, pemilahan, dimmer, potensiometer, TRIAC, debit air*

## 1. Pendahuluan

Lele (*Clarias batrachus*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia untuk dikonsumsi [1]. Tingginya minat masyarakat terhadap ikan lele disebabkan harganya yang terjangkau, kandungan gizi dan protein yang tinggi, mudah didapatkan, mudah diolah, dan proses budidaya dan kualitas lele yang semakin baik [2]. Tingginya permintaan masyarakat dan mudahnya proses pembudidayaan membuat banyak orang tertarik untuk membudidayakan lele. Namun dikarenakan sifat ikan lele yang kanibal, peternak haruslah cermat dalam membudidayakan ikan lele. Salah satu faktor penyebab kanibalisme pada lele adalah perbedaan ukuran, hal ini dapat diatasi dengan cara melakukan penyortiran (pemilahan) yang dilakukan secara rutin setiap dua minggu sekali [3]. Saat ini pemilahan ikan lele biasanya masih dilakukan secara manual dengan menggunakan ember yang diberikan lubang dengan ukuran sesuai dengan diameter kepala lele yang akan dipilah seperti pada **Gambar 1** [4]. Pemilahan secara manual ini memiliki kekurangan yaitu memerlukan waktu yang lama dan tenaga yang banyak [5].



**Gambar 1.** Ember pemilah lele manual

Saat ini sudah ada beberapa metode alternatif yang dikembangkan untuk memilah lele secara otomatis, salah satunya adalah dengan menggunakan *load cell* dengan massa ikan sebagai parameter pengukuran dengan klasifikasi yaitu kecil (0-120 g), sedang (121-200 g), besar (> 200g) [6]. Serupa seperti sistem tersebut, terdapat pula sistem yang menggunakan *load cell* sebagai sensor dan menggunakan konveyor untuk memindahkan lele yang sudah dipilah berdasarkan massanya [7], [8]. Sayangnya dengan memilah ikan berdasarkan massanya, waktu yang diperlukan untuk memilah ikan akan berlangsung cukup lama karena ikan harus ditimbang satu per satu. Selain menggunakan *load cell*, ada pula sistem yang memilah ikan lele menggunakan celah atau lubang yang dibuat dalam sebuah ruang seperti pada sehingga lele akan terpilah sesuai dengan ukuran celah tersebut [9]. Sistem ini memilah lele dengan dua ukuran yaitu 20-21,5 mm dan 21,5-23 mm. Sistem ini dapat memilah lele dengan eror sebesar 11,14 % untuk ukuran kecil dan 19,79% untuk ukuran yang lebih besar [9]. Meskipun sistem ini dapat berfungsi dengan baik, namun sistem ini hanya dapat memilah dua ukuran sehingga pengguna tidak dapat memilah ikan dengan ukuran yang lebih besar lagi.



**Gambar 2.** Sistem pemilah ikan otomatis [9]

Sumber: L.F.R. Simanjatak (2023)

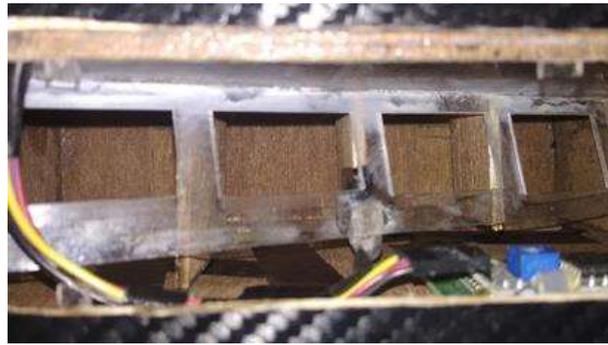
Berdasarkan kedua permasalahan pada sistem pemilahan yang telah dikembangkan sebelumnya, solusi yang diperlukan untuk sistem pemilahan yang akan dirancang ini adalah dapat memilah ikan secara efisien dengan rentang ukuran ikan yang beragam. Perancangan sistem pemilahan ini menggunakan konsep yang sama dengan alat pemilah uang logam [10]. Lele akan dibiarkan mengalir ke lubang yang telah dibuat pada sebuah saluran dengan diameter yang disesuaikan dengan ukuran kepala lele mulai dari diameter paling kecil hingga paling besar. Selain itu sistem ini juga menggunakan pompa air untuk membantu menyirkulasikan kembali air dari ember penampungan akhir ke kolam penampungan awal sehingga dapat membantu mengalirkan ikan tanpa harus terus menyalakan air dari keran. Pompa ini juga terintegrasi dengan *dimmer* yang berfungsi untuk mengatur debit air yang dikeluarkan pompa.

## 2. Metode Penelitian

### a. Perancangan Alat Pemilah Lele

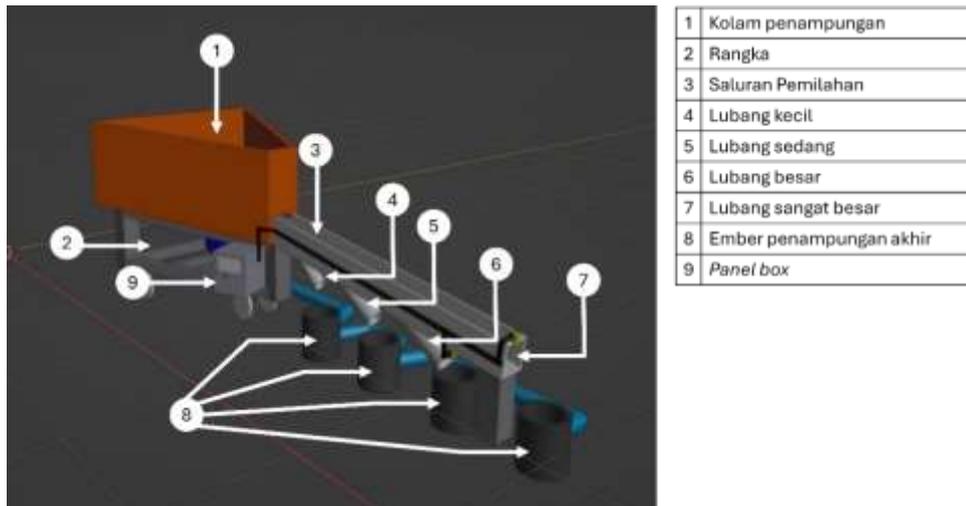
Alat pemilahan ini menggunakan konsep yang sama pada bagian rangkanya seperti pada penelitian sebelumnya yang dibuat miring seperti pada **Gambar 2** dengan sebuah ruang di atas rangka tersebut untuk menampung ikan [9]. Selain itu alat ini memiliki saluran pemilahan yang menggunakan konsep yang sama

seperti alat pemilahan uang logam yang memiliki lubang untuk memilah uang logam seperti pada **Gambar 3** [10] yang dalam kasus ini akan dibuat lubang dengan empat varian ukuran untuk memilah ikan lele.



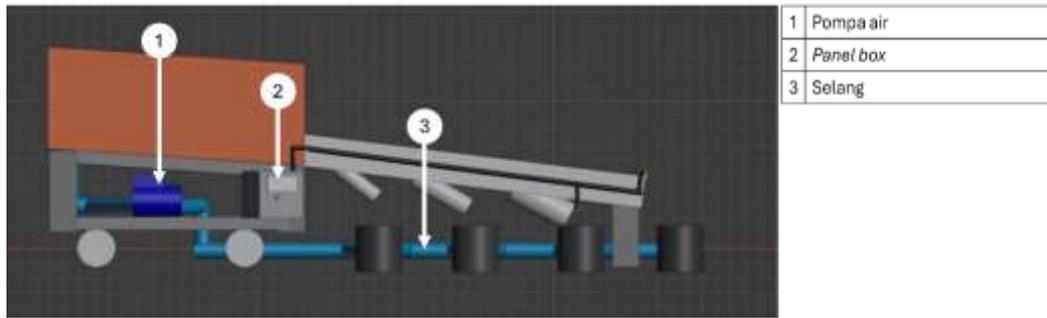
**Gambar 3.** Lubang sortir uang logam  
 Sumber: S. Indriyanto (2020)

Alat pemilah ini seperti yang ditampilkan pada **Gambar 4** memiliki beberapa bagian seperti kolam penampungan, saluran pemilahan, pipa air PVC, ember penampungan akhir, dan *panel box*. Kolam penampungan terbuat dari bahan *PVC foam board* yang dipilih karena sifatnya yang tahan air, fleksibel, dan ringan [11]. Kolam tersebut berada di atas rangka yang terbuat dari besi *hollow*. Saluran pemilahan yang berada di depan kolam penampungan tersebut terbuat dari talang air PVC yang diberikan lubang dengan empat varian ukuran yaitu kecil (3 cm), sedang (4,5 cm), besar (6 cm), dan sangat besar (> 6 cm). Lubang tersebut ditunjukkan dengan pipa PVC yang dipasang di bawah saluran pemilahan yang berfungsi membantu mengarahkan ikan menuju ember penampungan akhir.



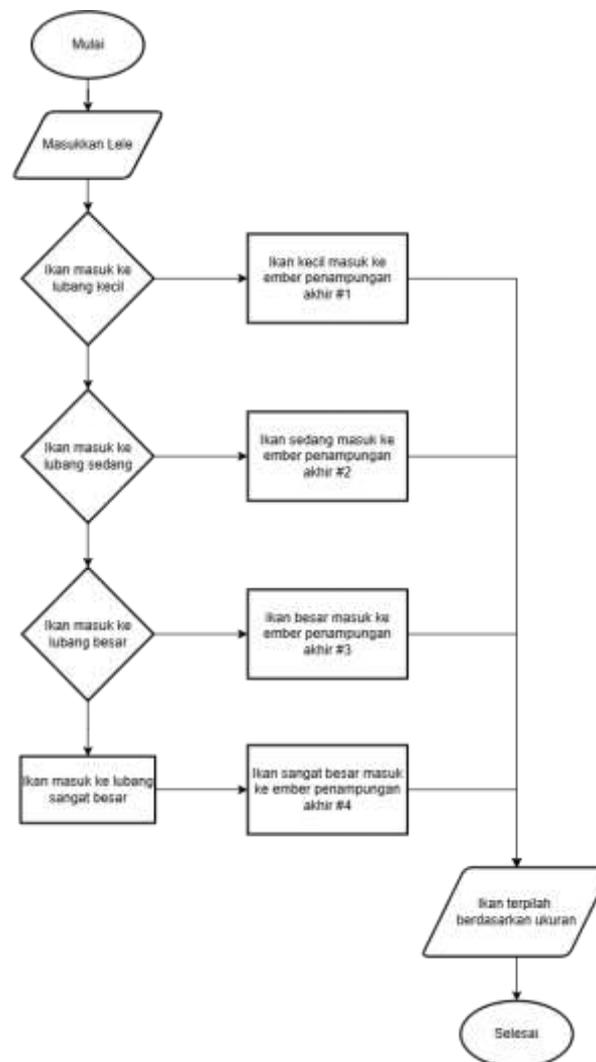
**Gambar 4.** Sketsa 3D alat pemilah lele dan penjelasan

Ember penampungan akhir tersebut akan berisi air dan akan terhubung satu sama lain dengan selang yang akhirnya terhubung pada pompa air seperti pada **Gambar 5**. Hal ini berfungsi untuk menyirkulasikan air dari ember kembali ke kolam penampungan untuk membantu mengalirkan ikan ke saluran pemilahan sehingga pengguna tidak perlu menyalakan keran secara terus menerus. Pompa tersebut akan terintegrasi dengan *dimmer* yang berada dalam *panel box*.



Gambar 5. Tampak samping alat pemilahan dan penjelasan

Proses pemilahan dengan menggunakan alat ini seperti yang dijelaskan pada Gambar 6 akan dimulai ketika ikan dimasukkan ke kolam penampungan. Setelah ikan berada di kolam penampungan, ikan tersebut akan mengalir menuju saluran pemilahan dan secara otomatis terpilah sesuai dengan ukurannya. Ikan yang sudah terpilah akan masuk ke pipa yang akan mengarahkan ikan tersebut menuju ember penampungan akhir dan proses pemilahan akan selesai.

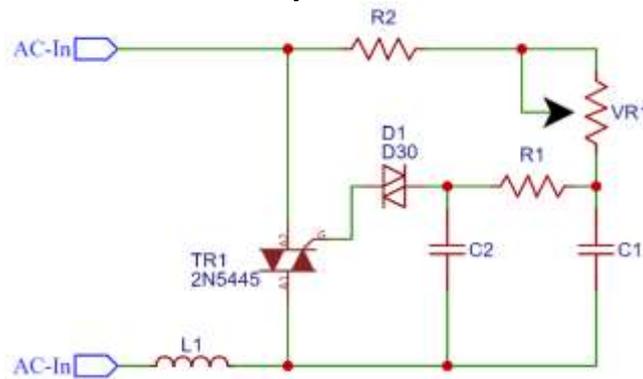


Gambar 6. Flowchart proses pemilahan ikan

#### b. Pengintegrasian Dimmer dengan Pompa Air

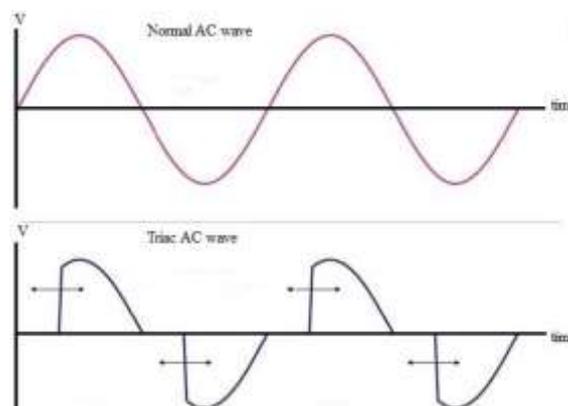
Dimmer adalah sebuah alat elektronik yang berfungsi mengubah tegangan dan bentuk gelombang listrik AC (*Alternating Current*) [12]. Alat ini memiliki komponen utama seperti resistor, kapasitor, potensiometer, dan semikonduktor seperti DIAC (*Diode for Alternating Current*) dan TRIAC (*Triode for Alternating Current*) [13]. Komponen-komponen tersebut dirangkai seperti pada Gambar 7 untuk dapat berfungsi sebagai dimmer. Komponen yang berfungsi untuk mengubah bentuk gelombang listrik AC pada

*dimmer* adalah DIAC dan TRIAC. TRIAC adalah salah satu jenis perangkat semikonduktor yang memiliki tiga buah terminal yaitu *Main Terminal 1*, *Main terminal 2*, dan *Gate Terminal* [14] dan DIAC adalah jenis semi konduktor yang memiliki dua buah terminal yaitu *Main Terminal 1* dan *Main Terminal 2* [15].



**Gambar 7.** Rangkaian *dimmer*

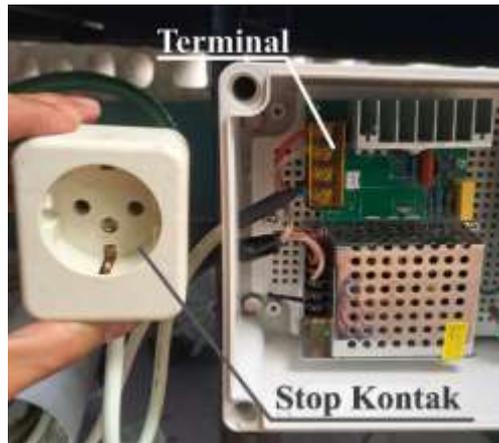
Berdasarkan **Gambar 7** cara kerja rangkaian *dimmer* ini adalah dengan membatasi arus dari tegangan yang masuk ke rangkaian dengan resistor dan potensiometer sehingga kapasitor memerlukan waktu untuk dapat terisi. Ketika kapasitor telah terisi penuh, maka tegangan pada kapasitor akan disalurkan ke DIAC hingga tegangan minimum pada DIAC terpenuhi yang nantinya akan memicu terminal *Gate* pada TRIAC sehingga TRIAC dapat berfungsi. Karena TRIAC hanya dapat berfungsi ketika terminal *Gate*-nya dipicu oleh DIAC, maka gelombang sinyal listrik yang dihasilkan oleh *dimmer* akan terpotong seperti pada **Gambar 8** sehingga nilai tegangan yang dihasilkan oleh *dimmer* akan semakin kecil. **Gambar 8** memperlihatkan bentuk dari gelombang sinyal AC dalam keadaan normal dan ketika sudah dipengaruhi oleh TRIAC, dapat diperhatikan bahwa sinyal AC yang dipengaruhi oleh TRIAC terpotong sebagiannya. Pemotongan sinyal AC dilakukan dengan mengatur durasi aktifnya TRIAC [16].



**Gambar 8.** Pengaruh TRIAC terhadap sinyal AC  
Sumber: M. I. Ramadhan (2013)

Penjelasan tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan Sri Widiastuti dalam jurnalnya yang berjudul Rancang Bangun Alat Pengatur Intensitas Cahaya Lampu Pijar Menggunakan Potensiometer, dengan menggunakan potensiometer 250 K $\Omega$ , TRIAC BT138, dan DIAC DB3 dengan beban sebuah lampu pijar [17]. Penelitian tersebut menghasilkan perbandingan antara nilai resistansi terhadap intensitas cahaya lampu pijar, yakni semakin kecil nilai resistansi maka akan semakin terang cahaya yang dihasilkan lampu pijar [17].

*Dimmer* ini akan berfungsi mengatur tegangan AC yang masuk ke pompa sehingga debit air dapat diatur sesuai keinginan pengguna. Maka dari itu, *dimmer* akan diintegrasikan dengan pompa air. **Gambar 9** menunjukkan *dimmer* pada *panel box* dan stop kontak. Dapat dilihat pada *dimmer* terdapat sebuah terminal empat pin, dua pin paling atas merupakan pin *input* yang terhubung dengan kabel yang memberikan masukan tegangan AC dan dua pin paling bawah merupakan pin *output* yang terhubung dengan stop kontak. Stop kontak tersebut berfungsi menghubungkan kabel dari pompa air.



Gambar 9. Dimmer dan stop kontak

Pada pengaplikasiannya, tegangan keluaran *dimmer* dapat diatur menggunakan potensiometer yang ada di *panel box* seperti pada Gambar 9. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, potensiometer tersebut berfungsi memotong arus dari tegangan AC yang masuk ke *dimmer* yang akan berpengaruh terhadap selang waktu terpicunya terminal *Gate* TRIAC. Hal ini akan berpengaruh terhadap tegangan keluaran *dimmer* yang akan masuk ke pompa air. Setelah sistem tersebut berhasil diintegrasikan maka akan dilakukan analisis perbandingan antara tegangan yang dihasilkan *dimmer*, waktu yang diperlukan pompa untuk mengisi ember, dan debit air yang dihasilkan pompa.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### a. Sistem Pemilahan Ikan Lele

Pengujian untuk sistem pemilahan ini dilakukan dengan dua keadaan yaitu memilah ikan dengan rentang ukuran yang sama dan memilah ikan dengan rentang ukuran yang jauh berbeda. Pengujian ini bertujuan memastikan tingkat akurasi dan eror yang dihasilkan oleh sistem pemilahan ini. Nilai eror didapatkan dengan menggunakan (1) dan nilai akurasi didapatkan dengan menggunakan (2).

$$Error (\%) = \left| \frac{total\ sampel - hasil\ pemilahan}{sampel} \right| \times 100\% \quad (1)$$

$$Akurasi (\%) = 100\% - nilai\ eror \quad (2)$$

Tabel 1. Hasil pemilahan ikan dengan rentang ukuran yang sama

	Lubang Kecil	Lubang Sedang	Lubang Besar	Lubang Sangat Besar	Sampel	Eror	Akurasi
Ikan Kecil	7	1	0	0	8	12,5%	87,5%
Ikan Sedang	3	10	1	0	14	23%	77%
Ikan Besar	0	1	4	0	5	20%	80%
Ikan Sangat Besar	0	0	0	1	1	0%	100%
<b>Rata-rata</b>						13,9%	86,1%

Tabel 1 merupakan hasil pengujian sistem pemilahan ikan dengan keadaan ikan yang dipilah berada dalam rentang ukuran yang sama. Berdasarkan data yang didapatkan dari pengujian tersebut, nilai rata-rata eror yang didapatkan adalah sebesar 13,9% dan dengan akurasi sebesar 86,1%. Tabel 2 merupakan hasil pengujian sistem pemilahan ikan dengan keadaan ikan yang dipilah berada dalam rentang ukuran yang jauh berbeda. Nilai rata-rata eror yang didapatkan adalah 38,1% dan dengan akurasi sebesar 61,9%.

**Tabel 2.** Hasil pemilahan ikan dengan rentang ukuran yang berbeda

	Lubang Kecil	Lubang Sedang	Lubang Besar	Lubang Sangat Besar	Sampel	Eror	Akurasi
<b>Ikan Kecil</b>	6	3	1	0	10	40%	60%
<b>Ikan Sedang</b>	0	6	3	2	11	45,5%	54,5%
<b>Ikan Besar</b>	0	1	1	1	3	67%	33%
<b>Ikan Sangat Besar</b>	0	0	0	1	1	0%	100%
<b>Rata-rata</b>						38,1%	61,9%

Berdasarkan data yang didapatkan dari dua proses pemilahan yang dilakukan, dapat dilihat bahwa pemilahan ikan dengan keadaan ikan yang dipilah berada dalam rentang ukuran yang sama memiliki nilai akurasi yang lebih baik daripada pemilahan dengan keadaan ikan yang dipilah memiliki rentang ukuran yang berbeda jauh. Hal ini dikarenakan ketika ikan yang dipilah berada dalam rentang ukuran yang sama proses pemilahan yang dilakukan berjalan dengan lancar karena peluang tersangkutnya ikan dalam lubang yang tidak sesuai kecil sehingga tidak menghalangi ikan untuk masuk ke lubang tersebut.

Sebaliknya, ketika ikan yang dipilah memiliki rentang ukuran yang berbeda besar kemungkinan ikan akan tersangkut di lubang yang lebih kecil dari seharusnya, karena tersangkutnya ikan tersebut maka ikan-ikan lainnya melewati lubang yang seharusnya dimasuki. Hal ini menyebabkan banyaknya kesalahan yang terjadi dalam proses pemilahan.

#### b. Analisis Pengaruh *Dimmer*

Setelah rangkaian *dimmer* diintegrasikan dengan pompa air, untuk mengetahui pengaruh yang dihasilkan oleh *dimmer* terhadap debit air yang dikeluarkan oleh pompa air akan dilakukan sebuah pengukuran terhadap waktu yang diperlukan untuk mengisi ember, tegangan keluaran *dimmer*, dan debit air yang dikeluarkan oleh pompa air seperti yang dijabarkan pada **Tabel 3**.

Debit air dapat dijabarkan sebagai jumlah volume fluida yang mengalir dalam satuan waktu [18]. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka kita dapat menggunakan (3) untuk dapat menemukan nilai debit air yang mengalir.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (3)$$

Berdasarkan persamaan tersebut, dapat dijelaskan bahwa:

$Q$  = Debit air ( $m^3/s$ )

$V$  = Volume air ( $m^3$ )

$t$  = Waktu (s)

Analisis ini dilakukan dengan cara mengukur waktu yang diperlukan oleh pompa air untuk memenuhi sebuah ember dengan volume 24 L atau  $0,024 m^3$ . Ketika debit air telah ditemukan dengan menggunakan (3) maka nilai tersebut dibandingkan dengan tegangan yang dihasilkan oleh *dimmer* ketika pompa air bekerja.

**Tabel 3.** Pengukuran debit dengan ember 24 L

No.	Vout (v)	t (s)	Debit Air ( $m^3/s$ )
1	210	57	$4,21 \times 10^{-4}$
2	150	64	$3,75 \times 10^{-4}$
3	135	70	$3,43 \times 10^{-4}$
4	120	91	$2,64 \times 10^{-4}$
5	100	115	$2,09 \times 10^{-4}$

**Tabel 3** adalah perbandingan data dari nilai tegangan oleh *dimmer*, waktu yang diperlukan pompa untuk memenuhi sebuah ember dengan volume 24 L, dan debit air yang dikeluarkan pompa. Tabel tersebut menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan oleh pompa untuk memenuhi ember menurun seiring dengan bertambahnya nilai tegangan yang dikeluarkan oleh *dimmer* sehingga nilai dari debit air yang dikeluarkan pompa meningkat berbanding lurus dengan naiknya nilai tegangan. Dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai tegangan maka semakin kecil pula debit air. Hasil analisis ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang membandingkan nilai resistansi dengan intensitas cahaya lampu [17].

Pada penelitian tersebut nilai resistansi berbanding terbalik dengan nilai intensitas cahaya. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis ini sejalan dengan hasil dari penelitian sebelumnya karena berdasarkan hukum Ohm yang menyatakan bahwa nilai tegangan berbanding terbalik dengan nilai resistansi dan berbanding lurus dengan arus listrik [19]. Maka dari itu, nilai resistansi akan berbanding lurus dengan arus listrik. Hal ini menunjukkan bahwa *dimmer* dapat mengatur debit air dengan efektif.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian sistem pemilahan ikan lele otomatis yang telah dirancang, sistem ini mampu memilah ikan lele dengan cukup baik dengan keadaan ketika ukuran ikan lele berada dalam rentang ukuran yang tidak terlalu jauh. Pengujian tersebut mendapatkan hasil rata-rata nilai eror sebesar 13,9% dengan akurasi sebesar 86,1%. Nilai tersebut memang lebih kecil dibandingkan dengan hasil dari penelitian sebelumnya, namun sistem ini memiliki kelebihan yaitu rentang ukuran yang dapat dipilah lebih bervariasi mulai dari kecil (3 cm), sedang (4,5 cm), besar (6 cm), dan sangat besar (> 6cm). Selain itu sistem ini juga memiliki pompa air yang berfungsi untuk menyirkulasikan air dari ember penampungan akhir kembali ke kolam penampungan. Pompa tersebut juga terintegrasi dengan *dimmer* untuk dapat mengatur debit air yang mengalir.

*Dimmer* yang digunakan memiliki komponen utama seperti potensiometer, kapasitor, resistor, TRIAC, dan DIAC. *Dimmer* ini berfungsi untuk mengatur tegangan AC yang masuk ke pompa air sehingga debit air yang mengalir dari pompa dapat diatur sesuai dengan keinginan pengguna. Hal ini dibuktikan dengan analisa pengaruh *dimmer* terhadap pompa air. Analisis tersebut dilakukan dengan cara mengukur waktu yang diperlukan pompa untuk mengisi ember, tegangan keluaran *dimmer*, dan debit air dari pompa air dan membandingkan hasil pengukuran ketiga variabel tersebut. Analisis tersebut menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan oleh pompa mengisi penuh ember berukuran 24 L akan berkurang seiring dengan bertambahnya tegangan yang dikeluarkan *dimmer*. Berkurangnya waktu yang diperlukan pompa untuk mengisi ember menunjukkan bahwa debit air yang keluar dari pompa akan menjadi lebih besar sehingga dapat disimpulkan bahwa *dimmer* bekerja dengan baik dalam sistem ini untuk mengatur debit dari pompa air.

Hal yang akan dikembangkan selanjutnya adalah memberikan alat untuk menggetarkan bagian saluran pemilahan sehingga dapat membantu mengurangi tersangkutnya ikan dalam lubang yang tidak sesuai. Selain itu dapat pula ditambahkan sebuah sistem untuk mendeteksi hal-hal yang tidak terduga selama proses pemilahan seperti ikan yang tersangkut, keluarnya ikan dari saluran pemilahan dengan menggunakan sensor inframerah di saluran pemilahan dan indikator seperti *buzzer* yang memberikan tanda terjadinya hal-hal tersebut.

#### 5. Singkatan

%	Persentase
g	Gram
s	Sekon
t	Waktu
L	Liter
Q	Debit air
V	Volume air
m <sup>3</sup>	Meter kubik
cm	Sentimeter
mm	milimeter
3D	Tiga dimensi
AC	<i>Alternating current</i>
KΩ	Kiloohm
Vout	Tegangan keluaran
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i>
DIAC	<i>Diode for Alternating Current</i>
TRIAC	<i>Triode for Alternating Current</i>

#### 6. Referensi

- [1] A. Ubadillah and W. Hersoelistyorini, "Kadar Protein dan Sifat Organoleptik Nugget Rajungan dengan Substitusi Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) (Protein Levels and Organoleptic Crab Nugget with

- Substitution Catfish (*Clarias gariepinus*),” *Jurnal Pangan dan Gizi*, vol. 01, no. 02, pp. 45–54, 2010.
- [2] M. Iqbal and D. Wisbarti, *Budi Daya Lele Sistem Filterisasi dan Akuaponik*, vol. VIII. Jakarta: PT. AgroMedia Pustaka, 2017.
- [3] Melati Arsika, “Kanibalisme pada Ikan Lele: Penyebab dan Cara Mengatasi,” *Arena Hewan*. Accessed: Oct. 19, 2023. [Online]. Available: <https://arenahewan.com/kanibalisme-pada-ikan-lele>
- [4] N. Sant, “Cara Sortir Lele dengan Teknik yang Benar.” Accessed: Aug. 10, 2024. [Online]. Available: <https://guyubtani.blogspot.com/2017/05/cara-sortir-lele-dengan-teknik-yang-benar.html>
- [5] W. Purbowaskito and R. Handoyo, “Perancangan Alat Penghitung Benih Ikan Berbasis Sensor Optik,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 8, no. 3, pp. 141–148, 2017.
- [6] Prayuda, Ivan. *Pemilah Ikan Otomatis Dengan Logika Fuzzy Sugeno berbasis Mikrokontroler*. Diss. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, 2022.
- [7] A. N. Allaudin and A. Nasuha, “Automatic Catfish Sorter and Counter Based on Weight Classification,” *Journal of Robotics, Automation, and Electronics Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 15–23, 2023, [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/v3/jraee>
- [8] F. B. Prakarsa and Edidas, “Rancang Bangun Alat Sortir Panen Ikan Lele Berbasis Arduino UNO R3,” *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 6, no. 1, pp. 1202–1218, 2022.
- [9] L. F. R. Simanjuntak, Marno, and R. Hanifi, “Rancang Bangun Sistem Penyortir dan Penghitung Lele Sangkal berbasis IoT,” *JTTM : Jurnal Terapan Teknik Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 36–46, Apr. 2023, doi: 10.37373/jttm.v4i1.355.
- [10] S. Indriyanto, “Pemilah dan Penghitung Uang Logam Berdasarkan Diameter Menggunakan Sensor TCRT5000,” *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, vol. 2, no. 1, pp. 08–15, May 2020, doi: 10.20895/jtece.v2i1.111.
- [11] O. B. Suteja, “Apa itu PVC Board: Keunggulan, Penggunaan, dan Banyak Lagi!,” *Lantai Kayu Asia*. Accessed: Aug. 10, 2024. [Online]. Available: <https://www.lantaikayu.asia/mengenal-pvc-board/>
- [12] Irpah, “Dimmer: Pengertian, Fungsi, Jenis, Komponen, Cara Kerja dan Rangkaian,” *Praktek Otodidak*. Accessed: Aug. 07, 2024. [Online]. Available: <https://praktekotodidak.com/rangkaian-dimmer/>
- [13] CNC, “SCR Dimmer Lampu, Mengatur Kecepatan Mesin Gerinda, Bor, dan Panasnya Hater,” *CNC Store Bandung*. Accessed: Aug. 07, 2024. [Online]. Available: <https://cncstorebandunggo.blogspot.com/2021/01/scr-dimmer-lampu-mengatur-kecepatan.html>
- [14] D. Kho, “Pengertian TRIAC dan Aplikasinya,” *Teknik Elektronika*. Accessed: Aug. 08, 2024. [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/pengertian-triac-dan-aplikasi-triac-thyristor/>
- [15] Deerawan, “Fungsi DIAC, Pengertian, serta Cara Mengukur,” *Rangkaian Elektronika*. Accessed: Aug. 05, 2024. [Online]. Available: <https://rangkaianelektronika.info/fungsi-diac-pengertian-serta-cara-mengukur/>
- [16] M. I. Ramadhan, I. Sugihartono, and E. Budi, “Prototipe Model Sistem Pengatur Pencahayaan pada Ruang Berbasiskan Mikrokontroler ATmega32,” in *Seminar Nasional Fisika Universitas Negeri Jakarta*, 2013.
- [17] S. Widiastuti, “Rancang Bangun Alat Pengatur Intensitas Cahaya Lampu Pijar Menggunakan Potensiometer,” *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 12, pp. 141–150, 2022, doi: 10.47709/elektriase.v12i2.1658.
- [18] M. Ali, R. Hidayat, and I. Cahyono, “Penggunaan ANFIS pada Pengaturan Debit Air Berdasarkan Volume Air Dalam Tangki,” *Alinier Jurnal*, vol. 1, no. 1, pp. 34–44, 2020, [Online]. Available: [www.elektro.itn.ac.id](http://www.elektro.itn.ac.id)
- [19] Hilma and A. Malik, “Analisis Pengaruh Tegangan dan Hambatan Terhadap Kuat Arus dengan Menggunakan Phet Simulation,” *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, vol. 10, no. 2, pp. 76–85, Feb. 2024, doi: 10.24252/jft.v10i2.39275.