

Automatic Catfish Sorter and Counter Based on Weight Classification

Alif Naufal Allaudin^{a,1}, Aris Nasuha^{a,2,*}

^a Department of Electrical and Electronics Engineering, Vocational Faculty, UNY

¹ alifnaufal.2019@gmail.com; ² arisnasuha@uny.ac.id

* Corresponding Author

ARTICLE INFO

Article History

Received 12 April 2023

Revised 19 April 2023

Accepted 03 May 2023

Keywords

Sorting Tool,

Loadcell,

Servo,

Infrared.

ABSTRACT

Catfish is one of the main raw materials in the fisheries sector which also supports the Indonesian economy. However, manual sorting of catfish makes the weight of catfish not uniform when marketed. Therefore, tools and machines are needed that automatically sort catfish in large quantities, making it more effective and easier for catfish breeders to use. In this study the process of making the system was realized in 3 stages, namely needs analysis, implementation, and testing of tools. The purpose of this system is to be able to classify the weight of catfish in the large category with fish weighing > 140 grams, medium with fish weighing 80-140 grams and small with fish weighing 20-80 grams. From the system test results, the average accuracy is 99.56. % and a precision of 98.75% for load cell sensor readings, while for E18 infrared sensor readings the results are always known, but data is not always sent and displayed on the LCD screen. Classification of fish categories carried out by the system has worked well, where the system is able to sort and count correctly 14 times out of 15 tests with an accuracy of 93%. The average computing time required for this tool is 3.67 seconds for 15 tests.

Ikan lele menjadi salah satu bahan baku utama di bidang perikanan yang juga menopang perekonomian Indonesia, Namun, penyortiran lele yang dilakukan secara manual membuat ketidak seragaman bobot ikan lele saat dipasarkan. Oleh karena itu dibutuhkan alat dan mesin yang secara otomatis menyortir ikan lele dalam jumlah besar, sehingga lebih efektif dan lebih mudah digunakan oleh peternak lele. Dalam penelitian ini proses pembuatan sistem direalisasikan pada 3 tahapan yaitu analisis kebutuhan, implementasi, dan pengujian alat. Tujuan dari sistem ini adalah mampu mengklasifikasikan berat ikan lele pada kategori besar dengan berat ikan >140 gram, sedang dengan berat ikan 80-140 gram dan kecil dengan berat ikan 20-80 gram Dari hasil pengujian sistem diperoleh akurasi rata-rata sebesar 99,56% dan presisi sebesar 98,75% untuk pembacaan sensor load cell, sedangkan untuk pembacaan sensor infra merah E18 hasilnya selalu diketahui, tetapi data tidak selalu terkirim dan tertampil pada layer LCD. Klasifikasi kategori ikan yang dilakukan oleh sistem telah bekerja dengan baik, dimana sistem mampu menyortir dan menghitung secara benar sebanyak 14 kali dari 15 kali pengujian dengan akurasi sebesar 93%. Rata-rata waktu komputasi yang dibutuhkan alat ini adalah 3,67 detik untuk 15 kali pengujian.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



1. Pendahuluan

Di Indonesia memiliki total sekitar 1193 jenis ikan (Froese dan Pauly, 2013: 5-6). Indonesia memiliki keanekaragaman ikan air tawar terbanyak ketiga di dunia dan salah satu jenis ikan tersebut adalah lele. Ikan lele (*Clarias gariepinus*) merupakan salah satu ikan air tawar dan produknya yang sangat digemari masyarakat, sangat mudah tumbuh dan banyak diminati masyarakat untuk dikonsumsi (Ubaidillah A dan Hersoelistyorini W, 2010: 46). Ikan lele dapat ditemukan di perairan umum seperti di sungai, rawa, waduk dan badan air lainnya. Tubuh lele memanjang, kepalanya rata, dan memiliki empat pasang kumis panjang yang tumbuh di dekat mulutnya. Kulit lele halus tidak bersisik dan berwarna hitam.

Ikan lele dapat hidup di bawah 1.000 mdpl pada daerah dengan suhu 20-32 C, pH 6,5-8, dan kandungan oksigen 3 ppm. Ikan lele dapat hidup pada air kotor dan berlumpur karena memiliki alat pernapasan khusus yang terdapat di atas rongga insang (arborescent atau labyrinth) sehingga mampu menghirup oksigen langsung dari udara (Mahartika L, 2019: 11).

Budidaya ikan lele merupakan kegiatan membudidayakan ikan lele untuk dijual dan dikonsumsi oleh masyarakat umum. Indonesia termasuk negara dengan angka budidaya lele yang tinggi. Proses budidaya lele diawali dengan pemilihan bibit sampai dengan proses panen. Pada saat ini proses penyortiran panen ikan lele masih banyak menggunakan cara manual sehingga membutuhkan lebih banyak tenaga dan tingkat ketelitian berat ikan yang tergolong kecil. Cara manual tersebut menggunakan tangan atau wadah yang telah dilubangi dengan ukuran yang sudah disesuaikan. Penyortiran manual tersebut akan menimbulkan beberapa kekurangan, salah satunya perbedaan berat pada saat penyortiran manual dan pada saat dipasarkan, sehingga akan menimbulkan ketidakadilan bagi petani ikan lele dan penjual yang ada di pasaran. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah inovasi pengembangan alat penyortir yang lebih teliti dan minim kesalahan dengan pendekatan digital.

2. Skenario dan Arsitektur Sistem

2.1. Skenario Sistem

Perancangan dan pembuatan suatu sistem, dibutuhkan suatu gambaran umum yang dapat menjelaskan cara kerja sistem secara keseluruhan.

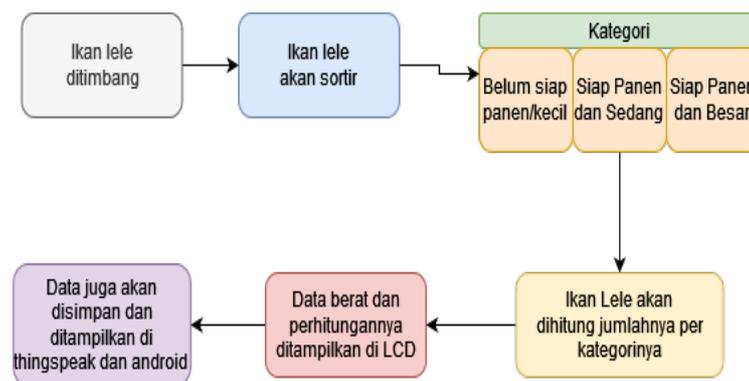


Fig. 1. Alur skenario sistem

Dari diagram blok diatas dapat dijelaskan:

- Ikan lele akan ditimbang dan dibaca beratnya oleh sensor berat.
- Ikan lele akan disortir sesuai dengan kategori yang diinginkan.
- Ada 3 kategori yang akan digunakan yaitu ikan lele yang belum siap panen atau yang mempunyai berat dibawah 80 gram, ikan lele yang siap panen kategori sedang atau yang mempunyai berat 80 - 140 gram, dan ikan lele siap panen kategori berat dengan berat diatas 140 gram.

- d. Ikan lele akan dihitung jumlahnya per kategori dengan sensor infrared 1,2,3 yang digunakan sebagai input untuk mendeteksi berapa banyak jumlah ikan lele yang keluar dari alat penyortiran dari berbagai kategori berat ikan lele.
- e. LCD 20x4 dan modul I2C digunakan sebagai output untuk menampilkan hasil pembacaan berat dan jumlah ikan lele berdasarkan kategorinya.
- f. Untuk data juga akan disimpan dan ditampilkan di webserver thingspeak yang dihubungkan dengan modul ESP 01 terlebih dahulu.

2.2. Arsitektur Sistem

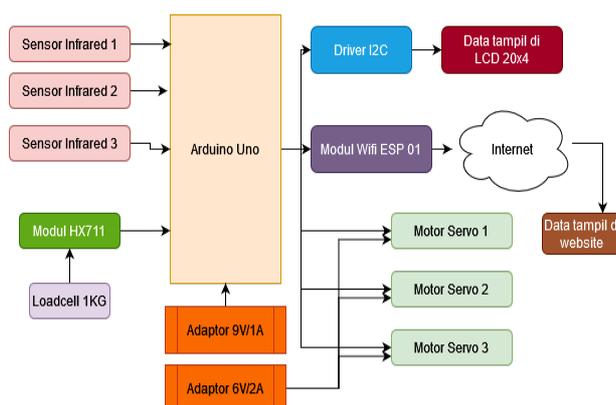


Fig. 2. Arsitektur keseluruhan sistem

Dari diagram blok diatas dapat dijelaskan:

- a. Sensor infrared 1,2,3 digunakan sebagai input untuk mendeteksi berapa banyak jumlah ikan lele yang keluar dari alat penyortiran dengan berbagai kategori berat ikan lele.
- b. Sensor load cell dan modul HX711 yang digunakan sebagai input untuk membaca berat ikan lele sebelum disortir menggunakan motor servo.
- c. Arduino uno yang digunakan sebagai pengolah data dari sensor infrared dan sensor load cell serta keluarannya untuk menggerakkan motor servo sebagai pemisah ikan lele nantinya.
- d. LCD 20x4 dan modul I2C digunakan sebagai output untuk menampilkan hasil pembacaan berat dan jumlah ikan lele berdasarkan kategorinya.
- e. Motor servo 1 digunakan untuk mendorong ikan lele dari tempat penimbangan berat yang nantinya jatuh kebawah dan di sortir menggunakan motor servo lainnya.
- f. Motor servo 2 digunakan untuk bergerak 50 derajat ke kanan searah jarum jam untuk memisahkan ikan lele yang belum siap panen atau yang mempunyai berat dibawah 80 gram.
- g. Motor servo 3 digunakan untuk bergerak 50 derajat ke kiri berlawanan jarum jam untuk memisahkan ikan lele yang siap panen kategori sedang atau yang mempunyai berat 80 – 140 gram.
- h. Untuk ikan lele siap panen kategori berat akan dilewatkan saja menuju kebawah.
- i. Untuk data juga akan disimpan dan tampil di webserver thingspeak yang dihubungkan dengan modul ESP 01 terlebih dahulu.

3. Rancangan Sistem

3.1. Rancangan Elektronik

Rancangan elektronik dari sistem penyortir dan penghitung ikan lele otomatis ditunjukkan pada

gambar berikut ini,

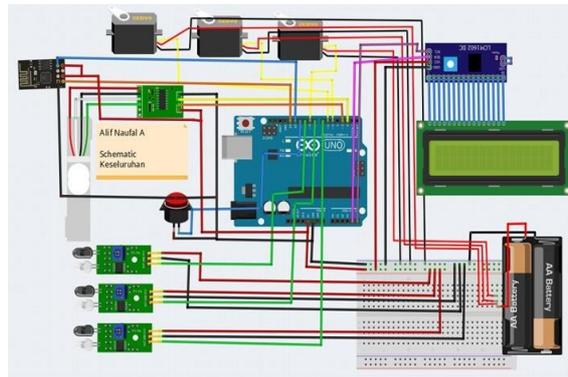


Fig. 3. Rancangan elektronik sistem

Sistem elektronik dibuat dengan menggunakan 3 buah sensor infrared sebagai input, 1 sensor loadcell 1kg sebagai input beserta modul HX711, push button untuk mereset angka perhitungan, 3 buah motor servo sebagai penyortir dan output sistem, LCD 20x4 sebagai penampil data, modul wifi ESP 01 sebagai pengirim data menuju ke internet, dan sumber adaptor sebagai sumber tenaga bagi rangkaian.

3.2. Rancangan Mekanik

Rancangan body alat penyortir dan penghitung ikan lele dengan ketinggian sekitar 125cm dan panjang 160cm.

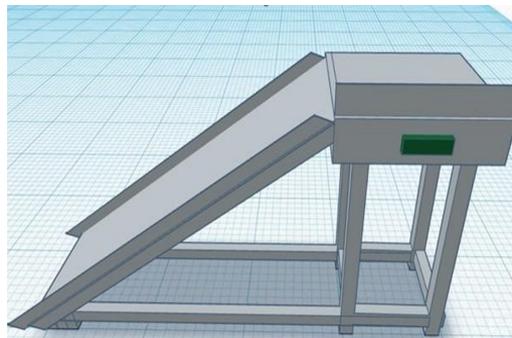


Fig. 4. Rancangan mekanik sistem

3.3. Rancangan Perangkat Lunak

Dalam melakukan proses desain dan perakitan komponen tentunya dibutuhkan sebuah perangkat lunak untuk mempermudah dalam proses visualiasi sehingga gambaran mengenai desain alat akan terlihat secara nyata. Dalam hal ini dibutuhkan 4 (empat) perangkat lunak yaitu Fritzing yang berfungsi sebagai media untuk mensimulasikan dan membuat desain wiring elektronik, Thingspeak yang digunakan untuk pengumpul data yang diambil dari perangkat keras berupa beberapa sensor yang telah terhubung ke internet untuk keperluan visualisasi, MIT App Inventor berfungsi sebagai tempat pembuatan aplikasi android yang akan digunakan nantinya, sedangkan aplikasi Arduino IDE digunakan sebagai media pembuatan program dan upload program untuk menjalankan perangkat keras nantinya. Alur logika perangkat lunak dalam sistem ini ditunjukkan pada diagram alur seperti gambar berikut ini,

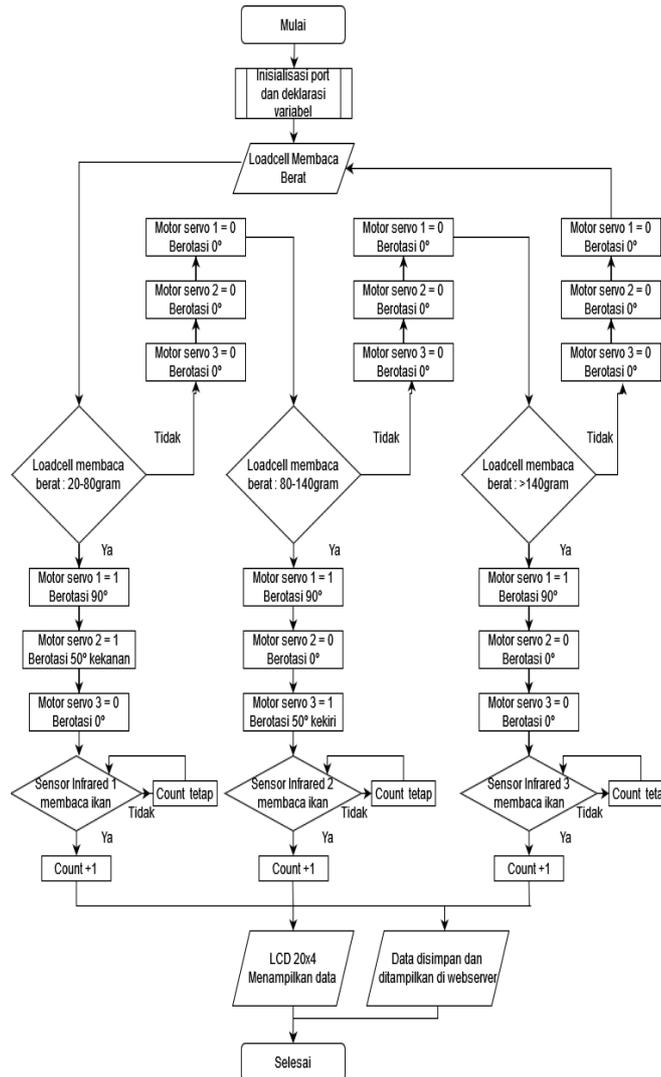


Fig. 5. Alur diagram logika

4. Hasil dan Pembahasan

Skema rangkaian yang dibuat menggunakan aplikasi Fritzing dapat dijalankan dengan perintah coding sehingga alat dapat diaplikasikan pada alat sortir. Sumber daya yang digunakan ada 2 yaitu yang pertama adaptor 9V/1A untuk menyuplai power untuk arduino uno dan kedua adaptor 5V/2A untuk menyuplai power untuk motor servo dikarenakan membutuhkan arus yang cukup besar sehingga tidak mengganggu masukan power ke arduino sehingga kerja dari arduino uno dan motor servo dapat dimaksimalkan.



Fig. 6. Pengujian sistem

4.1. Pengujian Sensor Loadcell

Kemudian untuk mengukur akurasi dari sensor loadcell dalam pembacaan nilai berat. Pengujian dilakukan dengan cara menaruh ikan lele pada alat sensor loadcell yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan dengan 7 ekor ikan lele yang kemudian akan ditimbang sebanyak 10 kali per ekornya untuk mendapatkan nilai akurasi dan presisi. Pengujian dilakukan seperti pada gambar 7.



Fig. 7. Pengujian sensor loadcell

Dari hasil pengujian didapatkan data yang ditunjukkan pada table 1 berikut,

Table 1. Akurasi dan presisi pengujian sensor loadcell

Ikan lele ke-		Berat Seharusnya (gram)	Pengujian ke-										Rata - rata	Akurasi (%)	Presisi (%)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Hasil Pengukuran	100	98,94	101,04	102,36	101,39	99,38	102,72	99,93	101,67	99,99	100,91	100,83	99,17	98,98
	Deviasi		1,89	0,21	1,53	0,56	1,45	1,89	0,90	0,84	0,84	0,08	1,02		
2	Hasil Pengukuran	55,79	55,58	56,44	55,10	57,79	56,32	57,38	53,12	55,49	54,53	54,58	55,66	99,77	98,91
	Deviasi		0,08	0,78	0,56	2,13	0,66	1,72	2,54	0,17	1,13	1,08	1,09		
3	Hasil Pengukuran	148,27	146,87	147,03	150,22	146,60	149,88	148,92	150,66	147,56	149,20	147,66	148,46	99,87	98,68
	Deviasi		1,59	1,43	1,76	1,86	1,42	0,46	2,2	0,9	0,74	0,8	1,32		
4	Hasil Pengukuran	106,17	104,39	108,97	109,89	108,77	104,02	107,63	105,88	106,89	108,50	104,60	106,95	99,26	98,20
	Deviasi		2,56	2,016	2,94	1,82	2,93	0,68	1,07	0,06	1,55	2,35	1,80		
5	Hasil Pengukuran	104,66	104,02	106,32	103,48	101,88	102,68	105,90	105,24	104,30	105,92	104,54	104,43	99,78	98,84
	Deviasi		0,41	1,89	0,95	2,55	1,75	1,47	0,81	0,13	1,49	0,11	1,16		
6	Hasil Pengukuran	41,9	41,69	42,74	41,03	39,95	41,44	43,37	43,01	41,93	40,38	40,40	41,59	99,27	99,05
	Deviasi		0,10	1,15	0,56	1,64	0,15	1,78	1,42	0,34	1,21	1,19	0,95		
7	Hasil Pengukuran	109,97	112,54	113,48	109,25	110,33	107,80	108,53	111,26	110,54	109,72	108,74	110,22	99,77	98,59
	Deviasi		2,32	3,26	0,97	0,11	2,42	1,69	1,04	0,32	0,50	1,48	1,41		
			Rata-rata										99,56	98,75	

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1 diatas. Berdasarkan table hasil pengujian akurasi dan presisi sensor loadcell diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

- Tingkat presisi ikan lele 1 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{1,02}{100,83} \times 100\% = 98,98\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 1 = $100\% - 0,83\% = 99,17\%$
- Tingkat presisi ikan lele 2 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{1,09}{55,661} \times 100\% = 98,91\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 2 = $100\% - 0,33\% = 99,77\%$
- Tingkat presisi ikan lele 3 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{1,32}{148,46} \times 100\% = 98,68\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 3 = $100\% - 0,23\% = 99,87\%$

- Tingkat presisi ikan lele 4 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{1,80}{106,954} \times 100\% = 98,20\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 4 = $100\% - 0,74\% = 99,26\%$
- Tingkat presisi ikan lele 5 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{1,16}{104,428} \times 100\% = 98,84\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 5 = $100\% - 0,22\% = 99,78\%$
- Tingkat presisi ikan lele 6 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{0,95}{41,594} \times 100\% = 99,05\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 6 = $100\% - 0,73\% = 99,27\%$
- Tingkat presisi ikan lele 7 = $\frac{\text{std}}{\text{rata-rata}} \times 100\% = \frac{1,41}{110,219} \times 100\% = 98,59\%$
- Tingkat akurasi ikan lele 7 = $100\% - 0,23\% = 99,77\%$

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan sensor loadcell diatas dengan cara mencari std atau standar deviasi terlebih dahulu dengan persamaan 1,

$$\text{std} = \frac{\sqrt{\sum t = 1 (x - x_1)^2}}{n - 1} = \frac{\sqrt{\sum t = 1 (\text{rata rata} - \text{nilai } x_{1,2,\dots})^2}}{\text{jumlah data} - 1} \quad (1)$$

rata-rata akurasi sebesar 99,56% dan presisi sebesar 98,75%. Ini artinya sensor loadcell memiliki akurasi dan presisi yang tinggi, dikarenakan jika melihat nilai akurasi dan presisi yang baik yaitu mendekati 100% (Pasaribu, 2021).

4.2. Pengujian Sensor Infrared

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur akurasi dari sensor infrared dalam pembacaan benda terdeteksi. Pengujian dilakukan dengan cara melewatkan ikan lele pada alat sensor infrared yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali untuk hasil yang diharapkan. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Table 2. Data pengujian sensor infrared

No	Kategori	Kondisi Sensor	Data pada LCD
1	Belum panen	Terdeteksi/ Hidup	Tidak Berubah
2	Belum panen	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
3	Belum panen	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
4	Belum panen	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
5	Belum panen	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
6	Sedang	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
7	Sedang	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
8	Sedang	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
9	Sedang	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
10	Sedang	Terdeteksi/ Hidup	Tidak Berubah
11	Besar	Terdeteksi/ Hidup	Tidak Berubah
12	Besar	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
13	Besar	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
14	Besar	Terdeteksi/ Hidup	Berubah
15	Besar	Terdeteksi/ Hidup	Tidak Berubah

4.3. Hasil Klasifikasi Ikan Lele

Berdasarkan uji coba yang dilakukan menyatakan bahwa alat mampu mengklasifikasi berat ikan sesuai dengan kategorinya yaitu ikan lele yang belum siap panen atau mempunyai berat dibawah 80 gram, ikan lele yang siap panen kategori sedang atau mempunyai berat 80 - 140 gram, dan ikan lele siap panen kategori berat dengan berat diatas 140 gram. Uji coba dilakukan dengan cara menaruh beberapa ikan lele satu persatu diatas alat sortir dan akan diuji apakah alat dapat berhasil mengklasifikasikan ikan dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali untuk mendapatkan nilai akurasi. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

Table. 3. Hasil klasifikasi kategori ikan lele

No	Kategori	Servo yang bergerak	Hasil
1	Kecil/ belum panen	Servo 1 dan 2	Berhasil
2	Kecil/ belum panen	Servo 1 dan 2	Berhasil
3	Kecil/ belum panen	Servo 1 dan 2	Tidak Berhasil
4	Kecil/ belum panen	Servo 1 dan 2	Berhasil
5	Kecil/ belum panen	Servo 1 dan 2	Berhasil
6	Sedang	Servo 1 dan 3	Berhasil
7	Sedang	Servo 1 dan 3	Berhasil
8	Sedang	Servo 1 dan 3	Berhasil
9	Sedang	Servo 1 dan 3	Berhasil
10	Sedang	Servo 1 dan 3	Berhasil
11	Besar	Servo 1	Berhasil
12	Besar	Servo 1	Berhasil
13	Besar	Servo 1	Berhasil
14	Besar	Servo 1	Berhasil
15	Besar	Servo 1	Berhasil

Didapatkan hasil keberhasilan 14 kali dari 15 kali data yang diujikan yang artinya alat mempunyai hasil keberhasilan sebesar 93%.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan pembuatan skema rangkaian, membuat body alat, perakitan komponen, pengujian, dan pembahasan alat diatas dapat disimpulkan bahwa alat yang sudah dibuat dapat digunakan sesuai fungsinya untuk sistem penyortiran ikan lele dengan cara manual ke cara otomatis yang dilihat dari data yang sudah dilakukan selama pengujian.

Setelah dilakukan pengujian, rangkaian komponen yang telah dibuat menggunakan aplikasi fritzing bekerja dengan baik ketika diterapkan pada rangkaian komponen yang asli. Untuk pengujian pengiriman data dari mikrokontroler arduino ke webserver Thingspeak dan aplikasi android yang dilakukan dengan beberapa kali percobaan pengiriman data, didapatkan hasil pengiriman data yang sudah terkirim dengan baik ke webserver Thingspeak dan aplikasi android. Hal ini menunjukkan hasil pengujian pengiriman data tergolong sudah baik dan pengujian skema rangkaian dapat berjalan dengan baik. Hasil pengujian dan perhitungan sensor *loadcell* diatas menghasilkan rata-rata akurasi sebesar 99,56% dan presisi sebesar 98,75%. Ini artinya sensor *loadcell* memiliki akurasi dan presisi yang tinggi. Dan untuk pembacaan sensor infrared E18 hasilnya selalu terdeteksi namun untuk mengirimkan dan ditampilkan datanya ke lcd kadang tidak

terampil. Keberhasilan klasifikasi kategori ikan yang dihasilkan tergolong baik. Didapatkan hasil keberhasilan 14 kali dari 15 kali data yang diujikan yang artinya alat mempunyai hasil keberhasilan sebesar 93 persen. Untuk rata-rata waktu komputasi yang diperlukan alat saat melakukan sistem penyortiran yaitu selama 3,67 detik dari 15 kali data yang diujikan. Dari semua hasil pengujian yang sudah dilakukan dan dibahas diatas jika dibandingkan dengan cara manual dan beberapa penelitian lain, maka dapat disimpulkan bahwa alat penyortir ikan lele memiliki kinerja yang tergolong sudah baik dan dapat berguna sesuai fungsinya.

Kedepannya alat ini akan lebih baik ditambahkan fitur monitoring hasil sortir dengan database buatan sendiri agar dapat memudahkan petani ikan lele nantinya. Selain itu juga memanfaatkan sensor infrared yang baik dan membuat desain kabel yang pendek menuju sensor agar tidak terjadi gangguan noise saat pengiriman data.

References

- [1] A. Khairuman & K. Amri, "Budi Daya Lele Lokal Secara Intensif", Agromedia 2003.
- [2] H. A. Dharmawan, "Mikrokontroler: Konsep Dasar Dan Praktis", Universitas Brawijaya Press, 2017.
- [3] L. Mahartika, "Cara Berternak Mudah Dan Dijamin Menghasilkan Ikan Lele Berkualitas", 2019.
- [4] D. A. R. Wati, "Rancang Bangun Sistem Penyortir Dan Penghitung Bibit Ikan Lele Berbasis Arduino", 2020.
- [5] J. Alfian Destha & K. M. Anbiya, Identifikasi Penggunaan Material Besi Hollow Pada Proses Produksi Modifikasi Box Standar 20 Feet Di Pt. Marunda Jaya Inti. *Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik*, 11(3), 80-87.
- [6] F. Djuandi, "Pengenalan Arduino. E-Book", Tobuku, 24, 2011.
- [7] T. Endramawan, M. Rahmi, & F. Fahad, "Analisis Proses Pengujian Kinerja Mesin Fish Grading untuk Sortir Ikan Lele Kapasitas 5 Kg", 2017.
- [8] P. W. Ginta & R. F. Milati, "Robot Pendeteksi Dan Penghitung Jalan Berlobang Menggunakan Sensor Infra Merah Berbasis Mikrokontroler At89s5". 7(1), 2011.
- [9] A. R. Hakim, "Perancangan Dan Implementasi Keran Air Otomatis Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino".
- [10] H. D. Juniar, D. Suwandi, & M. Si, "Perancangan Object Follower Robot Untuk Sistem Scanning dan Tracking Object Follower Menggunakan Kontrol PID".
- [11] *Jurnal Pangan Dan Gizi Vol 01 No. 02 Tahun 2010.* (2010). 01(02).
- [12] W. Khoiro, "Evaluasi Supplier Bahan Baku Plat Besi Dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process Dan Taguchi Loss Function", *Jurnal Teknik Industri*, 16(1), 10, 2017. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol16.no1.10-21>
- [13] F. I. Pasaribu, "Penentuan Hot Point Dan Monitoring Peralatan Menggunakan Thermal Imagers Fluke Dengan Metode Thermovisi", *Journal Of Electrical And System Control Engineering*, 4(2), 113-128, 2021. <https://doi.org/10.31289/jesce.v4i2.4814>
- [14] F. B. Prakarsa, "Rancang Bangun Alat Sortir Panen Ikan Lele Berbasis Arduino", 6, 2022.
- [15] E. B. Raharjo, S. Marwanto, & A. Romadhona, "Rancangan Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Ruang Server Berbasis Internet Of Things".
- [16] E. Rismawan, S. R. Sulistiyanti, & A. Trisanto, "Rancang Bangun Prototype Penjemur Pakaian Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega8535", *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, Vol. 1, No. 1, 2013. <https://doi.org/10.23960/jitet.v1i1.22>
- [17] H. Sagita & B. A. Rozany, "Model Sistem Automasi Sortir Barang Berdasarkan Warna Menggunakan Programmable Logic Control Berbasis Mikrokontroler", 6(1), 2017.
- [18] A. Sapriansyah & D. Triyanto, "Sistem Penyortir Dan Penghitung Bibit Ikan Nila Merah Menggunakan Arduino Dan Website", vol. 06, no. 2, 2018.
- [19] L. F. R. Simanjuntak & R. Hanifi, "Rancang Bangun Sistem Penyortir Dan Penghitung Lele Sangkal Berbasis Iot".