

Perancangan dan Implementasi Sistem Pelontar Pakan Ikan Otomatis Berbasis Arduino

Ghanny Sirat¹, Ali Sadiyoko², Faisal Wahab³

Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknologi Rekayasa,
Universitas Katolik Parahyangan
³faisal.wahab@unpar.ac.id

Abstrak

Pemberi pakan ikan otomatis merupakan alat yang dirancang untuk memberikan pakan secara real-time dan dalam takaran yang telah ditentukan secara otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino. Penelitian ini mencakup perancangan sistem elektrik, mekanik, serta alur kerja (flowchart) untuk membangun alat pemberi pakan otomatis yang mampu menyebarkan pakan secara merata di tengah kolam sesuai waktu dan jumlah yang telah ditentukan. Mekanisme penakaran pakan menggunakan model rotary air lock, sedangkan sistem pelontar dirancang berdasarkan konsep penyebar segala arah yang disesuaikan dengan kebutuhan. Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, alat berhasil dibangun dan berfungsi dengan baik. Untuk menggerakkan satu chamber ke posisi berikutnya, dibutuhkan 128 langkah (step) dari motor stepper dalam mode half-step. Setiap chamber mampu memindahkan pakan sebanyak 13 gram dengan volume 33,38 cm³. Jarak lontaran maksimum yang dicapai pada pengujian adalah 9,6 meter dengan sinyal PWM sebesar 50%. Alat ini memiliki kapasitas tampung pakan sebesar 3 kg dan berhasil dibangun sebagai sistem pemberi pakan ikan otomatis.

Kata kunci: Pakan Ikan otomatis, rotary air lock, Penyebar Pakan, Arduino.

Abstract

An automatic fish feeder is a device designed to dispense fish feed in real-time and in predetermined quantities using a microcontroller, specifically Arduino in this study. This research involves the design of electrical, mechanical, and flowchart systems to develop an automatic feeding device capable of distributing feed evenly in the center of the pond according to specified time and quantity. The feed measurement mechanism utilizes a rotary air lock model, while the feed dispersal system is based on an all-direction spreader concept, which has been adapted to meet specific needs. Based on the design and testing results, the device was successfully developed and functions as intended. To move one chamber to the next position, 128 steps of a half-step stepper motor are required. Each chamber is capable of transferring 13 grams of feed per compartment with a volume of 33.38 cm³. The maximum throwing distance achieved during testing was 9.6 meters using a 50% PWM signal. This prototype of an automatic fish feeder has a feed capacity of 3 kg and was successfully built as a functional model.

Keywords: Automatic Fish Feeder, Rotary Air Lock, Feed Dispersal, Arduino.

1. Pendahuluan

Indonesia, sebagai negara maritim dan negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah, terutama dalam sektor perikanan [1]. Ikan merupakan sumber pangan yang memiliki berbagai keunggulan, seperti kandungan nutrisi yang tinggi, dapat diolah menjadi berbagai hidangan, proses produksi yang relatif singkat, harga yang terjangkau, serta kemudahan dalam produksi di wilayah Indonesia [2]. Seiring dengan perkembangan teknologi di era Industri 4.0, masyarakat dituntut untuk meningkatkan taraf hidup melalui optimalisasi usaha perikanan [3]. Inovasi dalam bentuk alat yang mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil perikanan, salah satunya adalah alat pemberi pakan ikan otomatis [4] [5].

Pemberi pakan ikan otomatis merupakan sebuah alat dirancang untuk memberikan pakan kepada ikan secara otomatis berdasarkan waktu nyata (*real-time*) [6] dan takaran yang telah ditentukan sebelumnya, dengan menggunakan mikrokontroler [7] atau *Programmable Logic Control* (PLC) [8]. Penggunaan alat ini dapat meningkatkan kualitas ikan, baik dari segi berat maupun kesehatannya, karena pakan diberikan secara tepat waktu dan dalam jumlah yang sesuai. Selain itu, pemberian pakan yang terkontrol membantu menjaga kebersihan media budidaya serta mengurangi risiko pemberian pakan secara berlebihan [9][10]. Keuntungan lain dari penggunaan alat ini adalah efisiensi biaya, karena dapat menggantikan peran tenaga kerja manusia dan meminimalkan kesalahan (*human error*) dalam proses pemberian pakan [11]. Terdapat berbagai model pemberi pakan ikan otomatis yang disesuaikan dengan kebutuhan [12]. Model yang banyak digunakan adalah alat pemberi pakan ikan otomatis yang dapat mengapung di atas air, sehingga mampu menyebarkan pakan secara merata di tengah media budidaya [13]. Namun demikian, beberapa sistem pelontar masih menggunakan desain tetap (*fixed*), yang tidak memungkinkan pengaturan jarak lontaran maupun jumlah pakan yang diberikan [14]. Teknologi blower telah diterapkan untuk mengatur jarak penyebaran pakan ikan [15], namun, teknologi ini belum optimal karena jarak pelontarannya pendek dan tidak dapat menyesuaikan jarak sesuai kebutuhan. Akibatnya, penyebaran pakan bisa menjadi tidak merata, berlebih, atau bahkan kurang dari kebutuhan ikan [16].

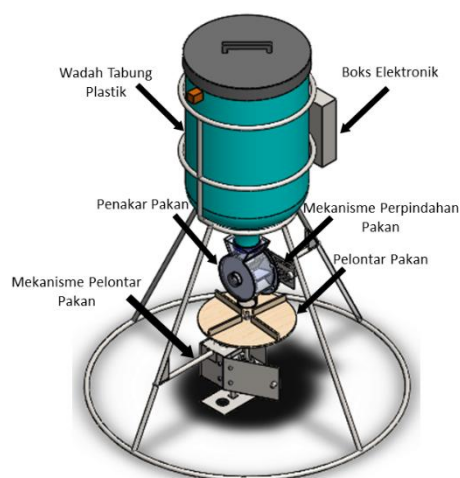
Artikel ini berfokus pada perancangan dan pembangunan alat pemberi pakan ikan otomatis. Alat ini dilengkapi dengan mekanisme penakaran pakan menggunakan sebuah chamber, serta sistem penyebaran pakan yang memanfaatkan pelontar dengan kecepatan yang dapat diatur. Mekanisme penyebaran tersebut mengadopsi konsep *broadcast spreader* yang umum digunakan untuk penyebaran bibit secara merata. Selain itu, proses pemberian pakan dilakukan secara *real-time* untuk memastikan ketepatan waktu dan jumlah pakan yang diberikan.

2. Metode Penelitian

2.1. Desain Mekanik

Desain mekanik alat pemberi pakan ikan, yang ditunjukkan pada Gambar 1, memiliki dimensi tinggi 745 mm dan lebar 659,73 mm. Rancangan mekanik ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu kerangka utama, wadah tabung plastik untuk pakan, unit penakar pakan, serta mekanisme perpindahan dan pelontaran pakan. Kerangka dirancang secara khusus untuk memenuhi kebutuhan fungsional alat, termasuk sebagai penahan wadah pakan, penyangga komponen penggerak unit penakar pakan, dan penopang komponen

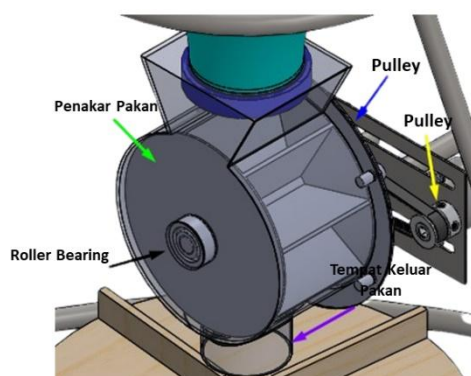
penggerak pelontar pakan. Setiap bagian dari desain ini disesuaikan agar mendukung efisiensi dan stabilitas sistem secara keseluruhan.



Gambar 1. Isometric desain mekanik

Bagian wadah tabung plastik berfungsi sebagai tempat penampungan pakan dengan kapasitas maksimum sebesar 5 kg. Nilai tersebut merupakan beban yang diasumsikan dalam perancangan sistem alat ini. Wadah pakan akan dibuat menggunakan tabung plastik bekas dengan dimensi $25 \times 25 \times 50$ cm. Pada bagian bawah tabung plastik tersebut akan dilakukan pemotongan, kemudian ditambahkan penutup sebagai dasar wadah agar sesuai dengan kebutuhan mekanisme penakaran pakan.

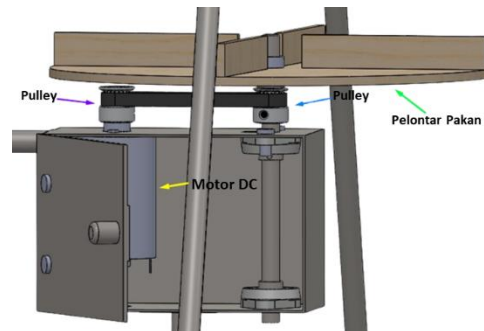
Selanjutnya, sistem penakar pakan dirancang berdasarkan prinsip kerja rotary air lock, dengan bentuk kepala penakar yang disesuaikan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Untuk menopang beban secara radial, digunakan roller bearing pada bagian penakar. Penakar pakan terdiri dari delapan buah bilik, di mana masing-masing bilik mampu menampung sekitar 13 gram pakan ikan berukuran 0,3 mm. Penakar ini memiliki diameter lingkaran sebesar 98 mm dan lebar 45 mm. Dengan jumlah delapan bilik, maka diameter lingkaran tersebut dibagi menjadi delapan bagian yang sama besar untuk menentukan ukuran masing-masing bilik.



Gambar 2. Takaran pakan

Setelah pakan dijatuhkan dari penakar, pakan akan disebarkan melalui pelontar pakan seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Pelontar pakan ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu komponen pelontar dan mekanisme penggerakannya. Desain pelontar pakan didasarkan seperti *broadcast spreader*, di mana penyebaran bibit tanaman dilakukan menggunakan

piringan berputar yang memiliki dinding-dinding kecil sebagai pemantul bibit. Dalam rancangan ini, pelontar dibuat menggunakan bahan triplek bekas yang masih layak pakai, dengan diameter 200 mm dan penghalang (dinding) setinggi 15 mm. Untuk meningkatkan ketahanannya terhadap air, pelontar akan dipernis. Triplek yang digunakan memiliki ketebalan 0,4 mm.



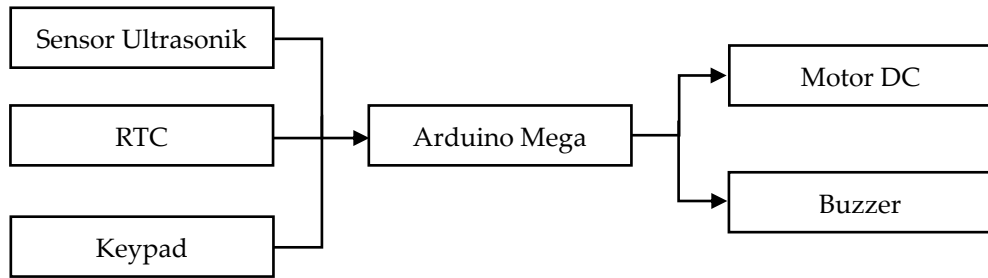
Gambar 3. Pelontar pakan

Motor DC akan dikendalikan oleh mikrokontroler sehingga dapat berputar sesuai dengan jarak lontar pakan yang diinginkan. Untuk mendukung kinerja rotasi secara optimal, digunakan sistem pulley dengan rasio gigi 1:1 dan poros (shaft) berdiameter 8 mm sebagai sumbu putar pulley. Masing-masing pulley memiliki bore diameter sebesar 3,17 mm dan 8 mm, disesuaikan dengan ukuran poros motor dan poros pelontar. Meskipun penggunaan pulley dengan rasio 1:1 tidak meningkatkan torsi, pemasangan beban secara langsung pada poros motor dapat menurunkan performa motor, terutama jika digunakan dalam jangka waktu yang lama. Oleh karena itu, sistem pulley digunakan dalam rancangan ini untuk mengurangi beban langsung pada poros motor dan meningkatkan keandalan sistem pelontar.

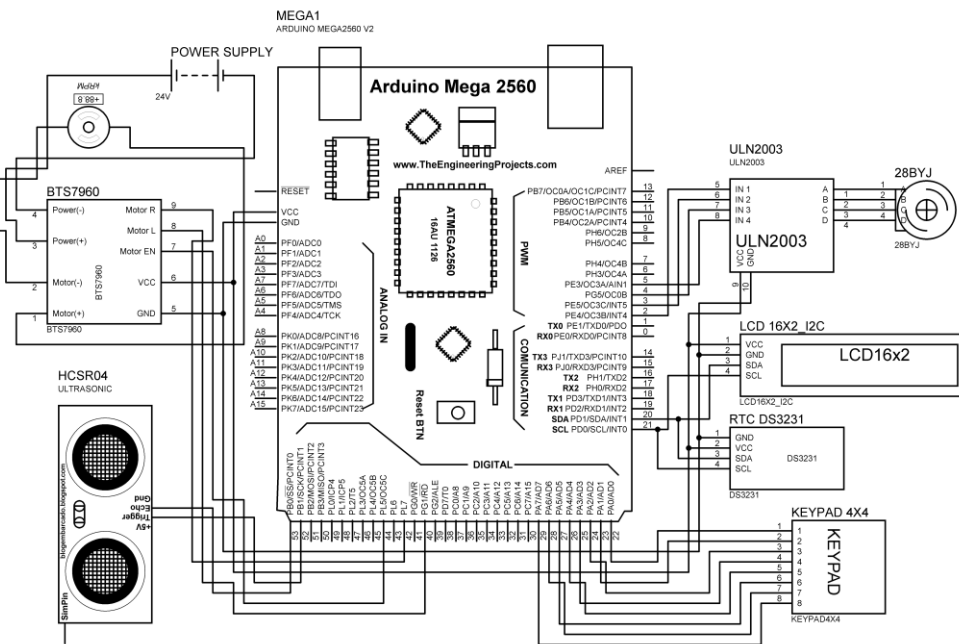
2.2. Rancangan Elektrik

Gambar 4 menunjukkan diagram blok sistem pelontar pakan ikan. Sistem ini terdiri dari beberapa masukan berupa sensor, tombol, dan pengatur waktu, yang kemudian diproses oleh sebuah kontroler. Hasil pemrosesan tersebut menghasilkan keluaran berupa motor DC sebagai pelontar pakan dan buzzer sebagai indikator suara.

Gambar 5 menunjukkan skematik sistem elektrik dari keseluruhan komponen yang digunakan dalam perancangan alat. Pada rangkaian ini, Arduino berfungsi sebagai pusat kendali yang mengatur semua proses berdasarkan input dan output dari berbagai komponen. Sistem ini dilengkapi dengan modul RTC (*Real Time Clock*) untuk mengatur waktu pemberian pakan secara otomatis, serta sensor ultrasonik yang kemungkinan digunakan untuk mengukur ketinggian air atau mendeteksi keberadaan pakan. Motor stepper dikendalikan melalui driver ULN2003 untuk menggerakkan penakar pakan dengan akurasi tinggi, sedangkan motor DC pelontar dikontrol melalui modul relay untuk menyebarkan pakan ke media budidaya. Tampilan informasi seperti waktu dan status sistem ditampilkan pada LCD 16x2, dan pengaturan sistem dapat dilakukan melalui keypad 4x4. Untuk menjaga kestabilan tegangan, digunakan regulator 7805 yang menurunkan tegangan input menjadi 5V.



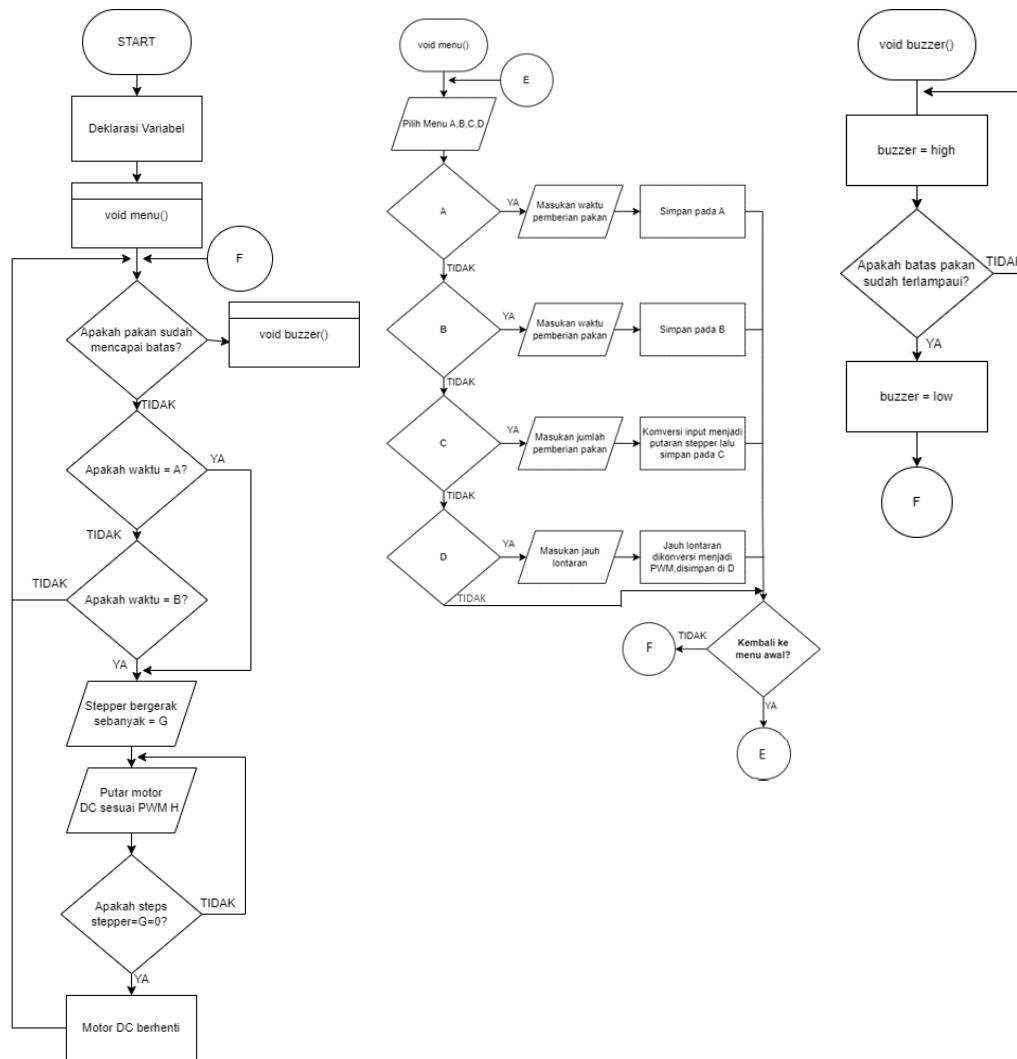
Gambar 4. Diagram Blok Sistem



Gambar 5. Desain skematik sistem

2.3. Diagram Alir Sistem

Diagram alir pada Gambar 6 menunjukkan alur kerja dari sistem pemberi pakan ikan otomatis yang dimulai dengan inisialisasi atau deklarasi variabel, dilanjutkan dengan pemanggilan fungsi menu() untuk menampilkan antarmuka awal. Setelah itu, sistem masuk ke proses utama di mana dilakukan pengecekan apakah pakan sudah mencapai batas maksimal. Jika belum, sistem akan mengecek apakah waktu saat ini sesuai dengan waktu A atau B yang telah ditentukan untuk pemberian pakan. Jika waktu sesuai, maka motor stepper akan bergerak sebanyak G langkah untuk mengeluarkan pakan dari chamber. Selanjutnya, motor DC akan berputar sesuai dengan nilai PWM H untuk menyebarkan pakan ke media budidaya. Setelah proses penyebaran dimulai, sistem akan terus memantau apakah langkah motor stepper sudah mencapai nol (stepper=G=0). Jika sudah, maka motor DC akan berhenti berputar. Sistem juga dilengkapi fungsi buzzer() yang digunakan untuk mendeteksi ketersediaan pakan dalam wadah menggunakan sensor ultrasonik. Fungsi ini memungkinkan sistem memberikan notifikasi kepada pengguna. Apabila sensor ultrasonik membaca jarak > 25 cm atau ketinggian pakan < 3 cm dari dasar wadah, buzzer akan berbunyi terus-menerus hingga pakan kembali terisi.



Gambar 6. Flowchart sistem

Fungsi menu() dalam sistem pemberi pakan ikan otomatis yang bertujuan untuk mengatur parameter-parameter utama sistem. Proses dimulai dengan pemanggilan menu utama yang memungkinkan pengguna memilih salah satu dari empat pilihan menu: A, B, C, atau D. Jika pengguna memilih menu A, sistem akan meminta input berupa waktu pemberian pakan pertama dan menyimpannya dalam variabel A. Selanjutnya, jika menu B dipilih, sistem akan meminta waktu pemberian pakan kedua dan menyimpannya dalam variabel B. Pada pilihan menu C, pengguna diminta memasukkan jumlah pakan yang akan diberikan, yang kemudian dikonversi menjadi jumlah putaran motor stepper dan disimpan dalam variabel C. Untuk menu D, pengguna diminta mengisi jarak lontaran pakan yang akan dikonversi menjadi nilai PWM motor DC dan disimpan dalam variabel D. Setelah semua data dimasukkan, sistem akan menanyakan apakah pengguna ingin kembali ke menu awal. Jika ya, proses akan kembali ke titik awal menu (E), jika tidak, sistem akan keluar dari fungsi menu dan melanjutkan proses utama (F).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Implementasi Rancangan

Implementasi keseluruhan sistem mekanik ditunjukkan pada Gambar 7 yang menampilkan bentuk fisik alat setelah proses pembuatan selesai. Untuk menopang seluruh sistem, digunakan kerangka yang terbuat dari material besi baja berdiameter 8 mm yang dirancang dengan struktur padat dan kokoh guna menahan beban serta getaran selama proses operasi. Setiap sambungan antar bagian pada kerangka dirakit menggunakan metode pengelasan untuk memastikan kekuatan dan kestabilan sambungan secara menyeluruh.



Gambar 7. Implementasi desain alat secara keseluruhan

Bagian wadah tabung plastik berfungsi sebagai tempat penyimpanan pakan, di mana pada bagian bawahnya dipasang tutup septic tank berdiameter 12 inci. Pada tutup tersebut juga dipasang sensor ultrasonik yang dihubungkan ke mikrokontroler melalui kabel. Wadah ini mampu menampung pakan hingga sekitar 20 kg. Untuk implementasi dari rangkaian elektrik dapat dilihat pada Gambar 8.



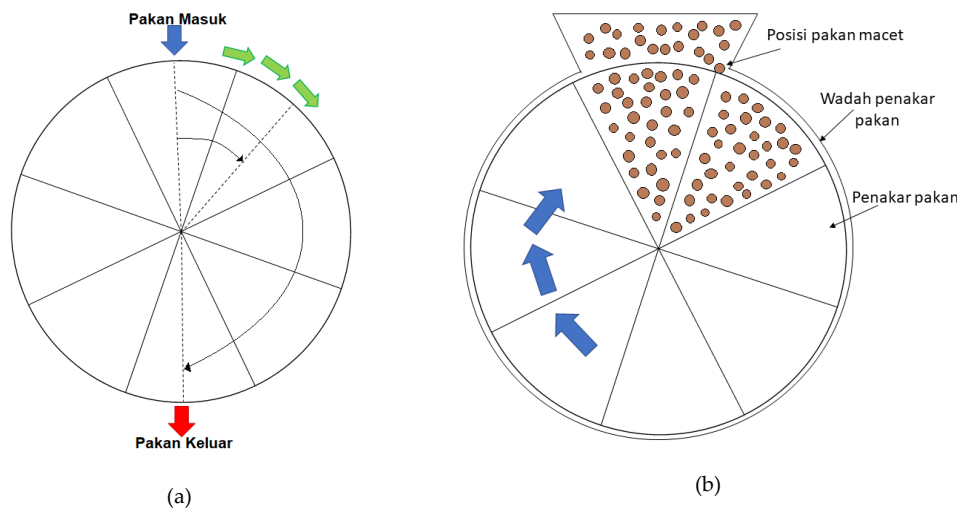
Gambar 8. Kotak penyimpanan sistem elektrik

Beberapa komponen yang terdapat di dalam panel boks antara lain Arduino Mega 2560, modul RTC (Real Time Clock) DS3231, motor driver BTS7960, motor driver ULN2003, keypad, LCD 16x2, dan buzzer. Sementara itu, komponen yang dipasang di luar panel

boks meliputi sensor ultrasonik, motor stepper 28-BYJ, dan motor DC 555. Selain komponen utama tersebut, juga terdapat komponen tambahan berupa kipas mini 5V yang berfungsi untuk mendinginkan suhu di dalam panel boks, guna mengurangi panas yang dihasilkan oleh komponen-komponen yang menyala secara terus-menerus.

4.2. Pengujian Perpindahan dan Pelontaran Pakan

Pada sistem pemberi pakan ikan otomatis, terdapat dua tahap pengujian utama, yaitu pada bagian perpindahan pakan dan bagian pelontaran pakan. Pengujian pertama difokuskan pada proses perpindahan pakan dari wadah tabung plastik menuju pelontar pakan. Pengujian dilakukan dengan melakukan beberapa kali percobaan terhadap kinerja motor stepper dalam memindahkan pakan, serta dengan menambahkan jumlah pakan di dalam tabung untuk mengetahui kemampuan maksimal motor stepper 28-BYJ dalam menjalankan mekanisme perpindahan pakan berbasis desain rotary air lock. Dalam sistem ini, terdapat 8 buah chamber yang diapit oleh bilah-bilah dan masing-masing dapat menampung sekitar 13 gram pakan. Untuk mempermudah pemahaman, ilustrasi proses perpindahan pakan ditampilkan pada Gambar 9 (a) dan (b).

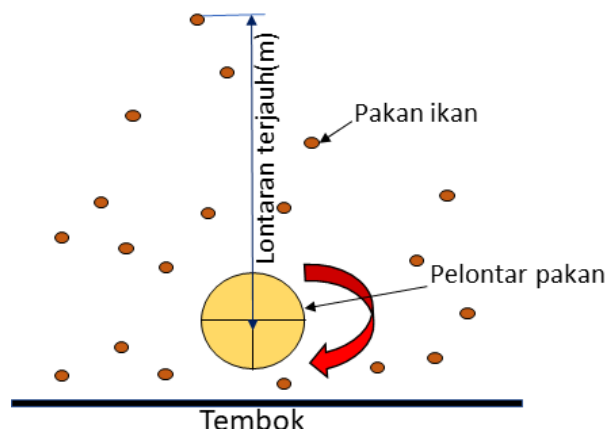


Gambar 9. Ilustrasi perpindahan pakan

Proses perpindahan pakan dimulai saat pakan masuk ke dalam sistem, sebagaimana ditunjukkan oleh panah biru pada Gambar 8(a). Pakan kemudian jatuh ke dalam bilik penakar hingga bilik tersebut terisi penuh, di mana satu bilik mampu menampung sekitar 13 gram pakan ikan. Dengan masa jenis pakan ikan sebesar $0,3894 \text{ gram/cm}^3$, maka volume maksimum satu bilik didapatkan $33,3856 \text{ cm}^3$. Posisi awal bilik yang telah terisi ditunjukkan oleh ujung panah hitam, dan bilik tersebut akan bergerak ke posisi selanjutnya searah jarum jam. Untuk berpindah dari posisi pengisian ke posisi berikutnya, dibutuhkan rotasi sebesar 90° , yang digerakkan menggunakan motor stepper. Motor stepper 28-BYJ memiliki total 2048 langkah untuk satu putaran penuh dalam mode half-step (pengaturan default pada Arduino). Dengan mekanisme roda gigi 2:1, maka hanya dibutuhkan 1024 langkah untuk menyelesaikan satu putaran penuh pada bagian penakar. Oleh karena itu, untuk memutar $1/8$ putaran (menggeser satu bilik ke posisi berikutnya), dibutuhkan 128 langkah ($1024 \times 1/8$). Untuk memindahkan pakan dari posisi pengisian ke posisi pengeluaran, diperlukan pergerakan sebanyak 512 langkah (setengah putaran dari 1024 langkah). Dalam pengoperasiannya, pengguna hanya perlu memasukkan jumlah pemberian pakan yang diinginkan, seperti 1x, 2x, 3x, dan seterusnya, di mana satu kali

pemberian pakan setara dengan 13 gram, sehingga motor stepper akan bergerak sebanyak 128 langkah untuk setiap siklus pemberian.

Pengujian kedua dilakukan pada bagian pelontaran pakan. Pengujian ini dilakukan dengan menjatuhkan pakan ikan secara tepat di tengah pelontar saat pelontar berputar pada kecepatan tertentu, sebagaimana ditunjukkan pada ilustrasi Gambar 10. Karena pengujian dilakukan di dalam ruang terbatas, maka pelontar diletakkan dekat dengan tembok untuk memaksimalkan jarak lontaran pakan. Pada saat pengujian, motor DC yang digunakan untuk memutar pelontar diberi tegangan sebesar 24 V yang disuplai dari power supply.



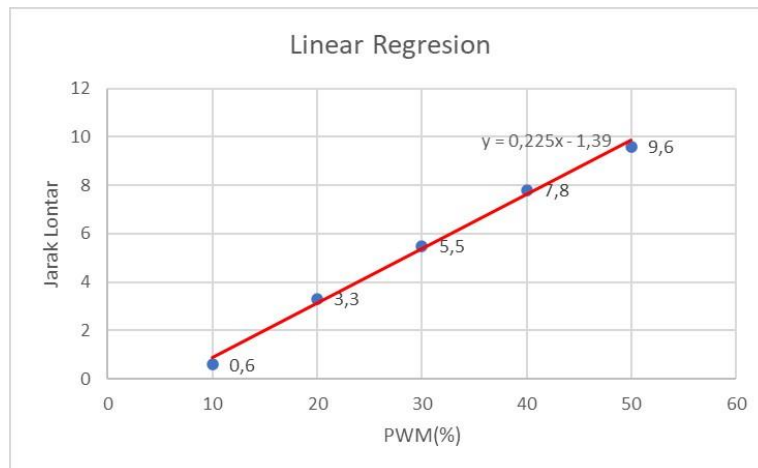
Gambar 10. Ilustrasi pengujian jarak lontar

Dalam implementasi alat, input dari pengguna untuk mengatur jarak lontar pakan dikonversi dari skala 0–255 PWM ke dalam bentuk 0–100% PWM menggunakan fungsi map pada Arduino. Konversi ini bertujuan untuk mempermudah pengguna dalam memberikan input dalam bentuk persentase yang lebih intuitif. Rentang 0–255 sendiri merupakan representasi bilangan desimal 8-bit yang sesuai dengan kemampuan kerja pin digital PWM pada mikrokontroler Arduino. Dengan pendekatan ini, kecepatan putar motor DC yang mengontrol pelontar pakan dapat diatur secara presisi sesuai kebutuhan pengguna. Hasil pengujian jarak lontar pakan berdasarkan variasi nilai PWM disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil pengujian jarak lontar pakan

No.	PWM(%)	Jarak Lontar(m)
1	10	0,6
2	20	3,3
3	30	5,5
4	40	7,8
5	50	9,6

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 1, diperoleh grafik regresi linear antara nilai PWM dan jarak lontar pakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. Grafik ini menunjukkan adanya hubungan linier antara peningkatan nilai PWM dengan bertambahnya jarak lontar pakan. Semakin tinggi nilai PWM yang diberikan, semakin cepat putaran motor DC, sehingga pakan dapat dilontarkan lebih jauh. Hubungan linier ini memudahkan proses kalibrasi dan pengaturan jarak lontar secara presisi sesuai kebutuhan pengguna.



Gambar 11. Grafik regresi linear

Berdasarkan Gambar 11, untuk memperkirakan nilai kekuatan PWM yang dibutuhkan agar pakan dapat dilontarkan pada jarak tertentu, dapat digunakan persamaan regresi linear yang diperoleh dari hasil pengolahan data uji coba. Persamaan ini berbentuk $y=ax+b$, di mana y merupakan jarak lontar pakan (dalam meter), dan x adalah nilai PWM dalam satuan persen (%). Dengan persamaan ini, pengguna dapat dengan mudah menentukan nilai input PWM yang sesuai untuk mencapai jarak lontar yang diinginkan secara efisien dan terukur (1).

$$y = 0,255x - 1,39 \quad (1)$$

Maka, untuk mendapatkan nilai PWM yang diperlukan guna mencapai jarak lontar tertentu, persamaan regresi linear dapat diubah menjadi bentuk invers, yaitu (2):

$$x = \frac{y+1,39}{0,255} \quad (2)$$

Dengan memasukkan nilai jarak lontaran yang diinginkan (y) ke dalam persamaan (2), maka pengguna dapat memperoleh nilai kekuatan PWM (x) yang diperlukan secara akurat. Nilai PWM tersebut selanjutnya digunakan sebagai masukan bagi sistem kendali (kontroler) untuk mengatur kecepatan putaran motor DC pada pelontar pakan. Dengan pendekatan ini, sistem mampu memberikan pakan secara tepat pada jarak yang ditentukan, sehingga efisiensi distribusi pakan dapat tercapai dan potensi pemborosan dapat diminimalisasi.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi, alat pemberi pakan ikan otomatis berbasis Arduino berhasil dibuat dan diuji. Sistem ini memiliki beberapa variabel yang dapat diatur oleh pengguna, yaitu waktu pemberian pakan, takaran pakan, dan jarak lontar pakan. Waktu pemberian pakan dapat diatur sebanyak 1 hingga 2 kali dalam satu siklus. Untuk mengisi satu bilik penakar berkapasitas $3,3846 \text{ cm}^3$ diperlukan pakan ikan sebanyak 13 gram. Dari hasil pengujian, jarak lontar maksimum yang dicapai adalah 9,6 meter pada nilai PWM sebesar 50%. Dengan demikian, alat ini mampu bekerja secara otomatis dan fleksibel sesuai kebutuhan budidaya ikan.

Daftar Pustaka

- [1] A. Soemarmi and A. Diamantina, "Konsep Negara Kepulauan Dalam Upaya Perlindungan Wilayah Pengelolaan Perikanan Indonesia," *Masalah-Masalah Hukum*, vol. 48, p. 241, Apr. 2019, doi: 10.14710/mmh.48.3.2019.241-248.
- [2] I. Djunaidah, "Tingkat Konsumsi Ikan di Indonesia: Ironi di Negeri Bahari," *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, vol. 11, pp. 12–24, Apr. 2017, doi: 10.33378/jppik.v11i1.82.
- [3] D. E. Putri, "Perkembangan Teknologi Pakan Ikan Otomatis dalam Perikanan Modern : Tinjauan Literatur," *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 11, no. 2, pp. 160–172, Apr. 2024, doi: 10.34010/telekontran.v11i2.11310.
- [4] N. Busaeri, N. Hiron, A. Andang, and I. Taufiqurrahman, "Design and Prototyping The Automatic Fish Feeder Machine for Low Energy," in *2019 International Conference on Sustainable Engineering and Creative Computing (ICSECC)*, 2019, pp. 9–13. doi: 10.1109/ICSECC.2019.8907077.
- [5] Susilawati, A. Nugraha, A. S. Buchori, S. Rahayu, F. Fathurohman, and O. Yudiyanto, "Design and implementation of automatic fish feeder (AFF) using microcontroller powered by solar cell: A Contribution to the fish farmers," *Mechanical Engineering for Society and Industry*, vol. 3, no. 1, pp. 47–53, 2023, doi: 10.31603/mesi.8276.
- [6] R. S. Paculanan, R. S. Cheng, S. C. Ambat, and R. T. Adao, "A Fish Feeder Mechanism with Timer/ GSM based," in *2021 IEEE 13th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*, 2021, pp. 1–6. doi: 10.1109/HNICEM54116.2021.9732014.
- [7] K. Sembiring, A. Setiawan, M.A.T. Wicaksono, and A. Rahman, "Perancangan Automatic Fish Feeder Skala Akuarium Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Modul ESP8266," *E-JOINT (Electronica and Electrical Journal of Innovation Technology)*, vol 2, no. 2, 2022, doi: 10.35970/e-joint.v3i2.1671
- [8] A. S. Ardiyan, F. Diky, F. Juvrianto, Winarto, and R. Baharta, "Rancang Bangun Mesin Penebar Pakan Ikan Berbasis Programmable Logic Controller / Design Of Fish Feed Spreader Machine Based on Programmable Logic Controller," *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian*, vol. 12, no. 2, 2020. doi: 10.25181/tektan.v12i2.1907
- [9] E. M. Indrawati, B. Suprianto, and U. T. Kartika, "Pemberi Pakan Ikan Otomatis berbasis IoT dengan FLC Berdasarkan Kualitas Air (Suhu, PH, Kekерuhan)," *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, vol. 13, no. 3, pp. 383–394, Oct. 2024, doi: 10.23887/jstundiksha.v13i3.85982.
- [10] U. M. R. Herdian, H. H. Nuha, and R. G. Utomo, "Smart Fish Feeder Design and Analysis at Sekemala Integrated Farming (Seinfarm)," in *2022 2nd International Conference on Intelligent Cybernetics Technology & Applications (ICICyTA)*, 2022, pp. 53–58. doi: 10.1109/ICICyTA57421.2022.10038102.
- [11] C. S. Deepthi, S. Kalpana, S. V. Charan, and D. Lekhana, "Automatic Fish Feeder Using Tracking of Solar Energy and Internet of Things," in *2023 10th IEEE Uttar Pradesh Section International Conference on Electrical, Electronics and Computer Engineering (UPCON)*, 2023, pp. 311–315. doi: 10.1109/UPCON59197.2023.10434688.
- [12] Sneha D. Dhavale, Aishwarya C. Sagar, Mohini S. Chavan, and S. C. Jagtap, "A Literature Survey on Automatic Fish Feeder," *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, vol. 2, no. 2, pp. 744–746, Feb. 2019.
- [13] S. Sulistiyanto, A. Ifdhol Furaichan, M. Nouval, and D. F. Rozi, "Rancang Bangun Tempat Pakan Ikan Terapung Otomatis Berbasis Mikrokontroler Dan Panel Surya,"

- Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*, vol. 6, no. 2, 2024, doi: 10.33650/jeeecom.v6i2.9578
- [14]P. M. N. B. A. Bagaskara, I. P. B. Sanjaya, and I. W. Tika, "The Development of an Automatic Fish Feeder based on Arduino Mega." *Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, vol. 12, no. 1, 2024, doi: 10.24843/JBETA.2024.v12.i01.p17
- [15]R. Z. Anzary, D. Ade Kurnia, and O. Nurdiawan, "Rancang Bangun Alat Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Esp8266 Dengan Berbasis Internet Of Things," *Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 10, no. 1, 2024.
- [16]I. Gunawan and H. Ahmadi, "Kajian Dan Rancang Bangun Alat Pakan Ikan Otomatis (Smart Feeder) Pada Kolam Budidaya Ikan Berbasis Internet Of Things," *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 7, no. 1, pp. 40–51, Jan. 2024, doi: 10.29408/jit.v7i1.23523.