

Rancang Bangun *Auto-Feeder* Pakan Ikan dengan Stop Kontak Pengatur Waktu Sederhana

Roni Hermawan^{1)*}, Mubin²⁾, Afriani Ramadhan³⁾, Deddy Wahyudi²⁾, Mohamad Syahril³⁾, Renol²⁾

¹Program Studi Budidaya Perairan Universitas Tadulako

²Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Palu

³Program Studi Teknologi Penangkapan Ikan, Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Palu

* Email : ronihermawanpalu@gmail.com

ABSTRAK

Ketahanan pangan menjadi isu strategis terutama pada masa pandemi saat ini. Budidaya perikanan darat saat ini telah memberikan kontribusi dalam ketahanan pangan. Pemberian pakan manual juga memiliki kekurangan seperti: waktu pemberian pakan yang tidak tepat; takaran yang sering tidak tepat; jarak pelepasan pakan yang terbatas; terjadi kelelahan dan kejenuhan dari operator pakan dan hal manusiawi lainnya. Ketergantungan tersebut dapat dikurangi dengan aplikasi teknologi tepat guna seperti penebar pakan otomatis (*auto-feeder*). Penelitian ini bertujuan untuk merancang *auto-feeder* yang murah, mudah diperbaiki dan mudah diduplikasi; membangun *auto-feeder* ikan yang mampu memberikan pakan dengan tepat jumlah, tepat waktu dan merata; tersedianya data hasil pengujian *auto-feeder*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kolam Bioflok Nila di Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan (STPL) Palu. Prinsip *auto-feeder* yang dibangun menggunakan gaya setrifugal untuk melontarkan pakan. Penggerak menggunakan motor listrik 220 volt AC dari motor kipas angin. Rangka *auto-feeder* menggunakan besi sebangun 4 x 4 cm dan pelontar dari bahan PVC agar lebih ekonomis, mudah dibuat dan lebih tahan lama. Berdasarkan pengujian beban penampung *auto-feeder* mampu untuk menahan beban hingga 12kg, pengujian takaran pakan yang dilontarkan *auto-feeder* mampu melontarkan pakan antara 18 - 85g/detik pada 3 pilihan kecepatan. Berdasarkan uji ketahanan motor *auto-feeder* dinyalakan hingga 15jam tanpa berhenti dan bekerja tanpa kendala, hasil pengujian jarak pelontaran pakan mampu dilontarkan dengan jarak lontar 1.6m hingga 6.4m dengan 3 pilihan kecepatan. Pengatur waktu tepat memberikan pakan pada 8 waktu pengaturan. Ukuran pakan yang mampu dilontarkan 1mm hingga 3mm.

Kata Kunci : *auto-feeder; pakan; ikan; sederhana; pengatur waktu*

ABSTRACT

Food security is a strategic issue, especially during the pandemic of COVID-19. Inland aquaculture has contributed to food security. Manual feeding also has disadvantages such as: inappropriate feeding time; doses that are often inappropriate; limited feed throwing distance; there is fatigue and saturation of feed operators and other human things. This dependency can be reduced by applying appropriate technology such as auto-feeders. This study aims to design a cheap auto-feeder, easy to repair and easy to duplicate; build a fish auto-feeder that is able to provide feed in the right amount, on time and evenly; availability of auto-feeder test results data. The research was carried out at the Tilapia Biofloc Pond Laboratory at the Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan (STPL) Palu. The principle of the auto-feeder used centrifugal force to propel the feed. The motor was a 220 volt AC electric motor from a fan motor. The auto-feeder frame used 4 x 4 cm multipurpose iron and the ejectors made from PVC pipe to make it more economical, easier to manufacture and more durable. Based on the load test the auto-feeder container was able to withstand loads of up to 12kg, the feed dosage test that the auto-feeder throws was able to eject feed between 18 - 85g/second at 3 speed choices. Based on the endurance test of the auto-feeder motor being turned on for up to 15 hours without stopping and working without problems, the results of the test for the ejection distance of the feed can be ejected with an ejection distance of 1.6m to 6.4m with 3 speed choices. Precise timer provides feed at 8 time settings. The size of the feed that can be ejected is 1mm to 3mm.

Keyword: *auto-feeder, feed, fish, simple, timer*

PENDAHULUAN

Budidaya perikanan darat saat ini telah memberikan kontribusi dalam ketahanan pangan (Henriksson *et al.*, 2021), memiliki beberapa keunggulan dari segi peningkatan produksi dan penerapan teknologi. Tuntutan kestabilan ketahanan pangan nasional menjadi salah satu pendorong agar mengintensifkan budidaya perikanan dengan menyerap teknologi terkini, sehingga hasil produksi dapat meningkat. Saat ini penerapan budidaya intensif juga dilakukan pada skala rumah tangga, seperti budidaya bioflok ikan nila (Manduca *et al.*, 2020) dan lele. Salah satu kendala yang sering dialami oleh budidaya skala rumah tangga adalah waktu pemberian pakan yang tidak tentu dikarenakan kesibukan rumah tangga terutama di perkotaan (Irwin *et al.*, 2021).

Isu yang tidak kalah penting dari ketahanan pangan adalah isu lingkungan yang sering dikaitkan dengan aktifitas manusia, salah satunya adalah aktifitas budidaya ikan. Budidaya ikan intensif memerlukan pakan ikan buatan yang cukup tinggi dibandingkan sistem budidaya konvensional, asupan pakan yang tinggi tersebut berakibat pada bertambahnya limbah organik yang terbuang. Penyumbang terbesar limbah organik dari budidaya adalah dari pakan ikan (Kurniawan *et al.*, 2021). Kualitas pakan ikan memang sangat menentukan limbah organik yang dihasilkan, tetapi ketepatan pemberian pakan juga sangat mempengaruhi luaran limbah pada budidaya ikan (Liu *et al.*, 2021). Ketepatan pemberian pakan ini sangat tergantung pada operator pakan yang memberikan pakan ikan jika masih pemberian pakan secara manual. Teknologi auto-feeder dapat mengurangi kelebihan beban limbah organik tersebut dengan memberikan pakan yang tepat sesuai dengan pengaturan dan takaran yang telah diatur. Memang untuk saat ini teknologi seperti bioflok yang menggunakan bakteri pengurai pada kolam budidaya dapat mengurangi secara signifikan limbah organik seperti amoniak dalam air (Jamal *et al.*, 2020), tetapi jika pemberian pakannya terlalu tinggi maka limbah organik akan tetap naik (Kurniawan *et al.*, 2021).

Masa Pandemi COVID-19 saat ini, dimana sebagian besar mengurangi aktivitas diluar rumah dan fokus beraktifitas dirumah. Segala kegiatan sedapat mungkin dilakukan dirumah, termasuk usaha untuk memenuhi gizi dan protein dengan melakukan budidaya ikan dirumah (Bhujel dan Suharman, 2021). Hal ini meningkatkan jumlah pembudidaya skala rumah tangga, sekaligus dapat menjadi salah satu usaha yang memiliki nilai ekonomi (Mokolensang dan Manu, 2020).

Pemberian pakan manual juga memiliki kekurangan seperti: waktu pemberian pakan yang tidak tepat; takaran yang sering tidak tepat; jarak pelemparan pakan yang terbatas; terjadi kelelahan dan kejenuhan dari

operator pakan dan hal manusiawi lainnya. Pemberian pakan selama ini dilakukan secara manual, sangat tergantung SDM yang ada (Mohamed *et al.*, 2021), ketergantungan tersebut dapat dikurangi dengan aplikasi teknologi tepat guna seperti penebar pakan otomatis (auto-feeder).

Automatic fish feeder atau *Auto-feeder* merupakan alat untuk melontarkan atau mengeluarkan pakan sesuai dengan takaran dan waktu yang telah ditentukan. Beberapa produk telah memiliki sistem elektronik otomatis yang canggih dan rumit tetapi memiliki beberapa kekurangan, seperti jika terjadi kerusakan maka pengguna yang awam tidak dapat langsung memperbaiki, memiliki harga yang relatif mahal, penampungan yang terbatas dan agak sulit melakukan perubahan terhadap alat tersebut.

Beberapa studi produk auto-feeder sebelumnya seperti: menggunakan sensor load cell dan motor servo DC (Putra dan Pulungan, 2020); pengatur waktu dan blower (Syah dan Sofi, 2015); mikrokontroler dan motor DC (Muharram *et al.*, 2012); menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan motor DC (Saragih, 2016; Rofiq *et al.*, 2020); Arduino Mega (Hendri *et al.*, 2019); digabungkan dengan kincir air dan rakit pelampung (Rahayani dan Gunawan, 2018); menggunakan IOT (*Internet of Things*) dan kontrol jarak jauh dengan koneksi Wifi (Jadhav *et al.*, 2020; Siahaan, 2020); pelontar model sekrup dengan motor AC 220V (Khater *et al.*, 2021); pemberi pakan remote control model rakit (Kasda *et al.*, 2021); dengan hopper untuk merubah kecepatan lontar pakan (Yeoh *et al.*, 2010); dengan penimbang pakan dan alarm pakan habis (Priyatna *et al.*, 2018); gaya sentrifugal (Kelana *et al.*, 2021) yang dalam penelitian ini mengadopsi kinerja auto-feeder model ini .

Teknologi auto-feeder seharusnya memiliki keunggulan dari segi biaya lebih murah, mudah dibuat, tidak banyak bagian penggerak atau elektronik agar lebih awet dan dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan. Kelebihan auto-feeder antara lain adalah: pemberian pakan lebih merata, waktu pemberian pakan tepat, takaran dan jumlah pakan yang ditebar lebih tepat dan lebih efisien. Pemberian pakan pada kolam budidaya juga wajib memperhatikan jadwal pemberian pakan, pH air, warna air, tingkat kekeruhan atau kecerahan dan cuaca pada kolam (Putra, 2022).

METODE

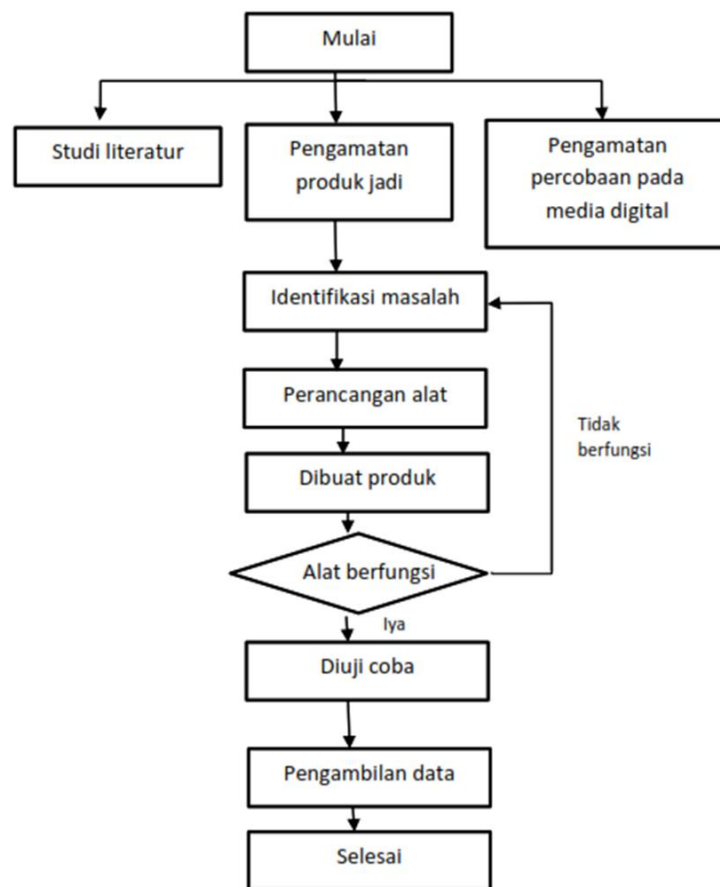
Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga Agustus tahun 2023 di Laboratorium kolam bioflok Nila di Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Palu,

Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur, pengamatan produk jadi dan pengamatan produk percobaan pada media digital, selanjutnya

dilakukan identifikasi masalah. Berdasarkan masalah-masalah yang telah diidentifikasi dilanjutkan dengan perancangan alat menggunakan software gambar bangun yaitu Skechtup pro 2020. Gambar yang dihasilkan merupakan rancangan dari beberapa produk yang telah diamati, seperti pelontar pakan udang pada tambak udang intensif dan pelontar pakan ikan pada kolam air deras yang diamati melalui media digital (youtube) (eFishery, 2017). Beberapa produk memiliki perbedaan disesuaikan dengan penggunaannya. Berdasarkan rancangan dari gambar selanjutnya dibuat produknya dan diuji coba apakah dapat berfungsi dengan sempurna, jika tidak akan dipelajari kembali masalah yang menjadi kendala alat tersebut. Langkah berikutnya jika telah teruji secara sempurna adalah pengambilan data (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Auto-Feeder

Pada rancangan penelitian ini digunakan bahan dari besi, pipa PVC dan plastik. Penampung pakan terbuat dari galon plastik berwarna bening. untuk memudahkan mengamati stok pakan. Pelontar menggunakan bahan pipa PVC (Alansar *et al.*, 2020). Prinsip kerja pelontar adalah menggunakan gaya setrifugal untuk melontarkan pakan (Arditya *et al.*, 2021). Penggerak menggunakan motor listrik kecil berdaya 220 volt AC dari motor kipas angin, motor kipas angin dipilih karena lebih sederhana dan mudah ditemukan di toko elektronik. Rangka auto-feeder menggunakan bahan besi

serbaguna 4 x 4cm yang mudah didapatkan di toko bangunan.

Pengujian Kinerja Auto-feeder

Kriteria uji dimodifikasi dari (Rofiq *et al.*, 2020), berikut adalah pengujian-pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan auto-feeder yang dirancang (Tabel 1).

Tabel 1. Kriteria Uji Kemampuan Auto-Feeder

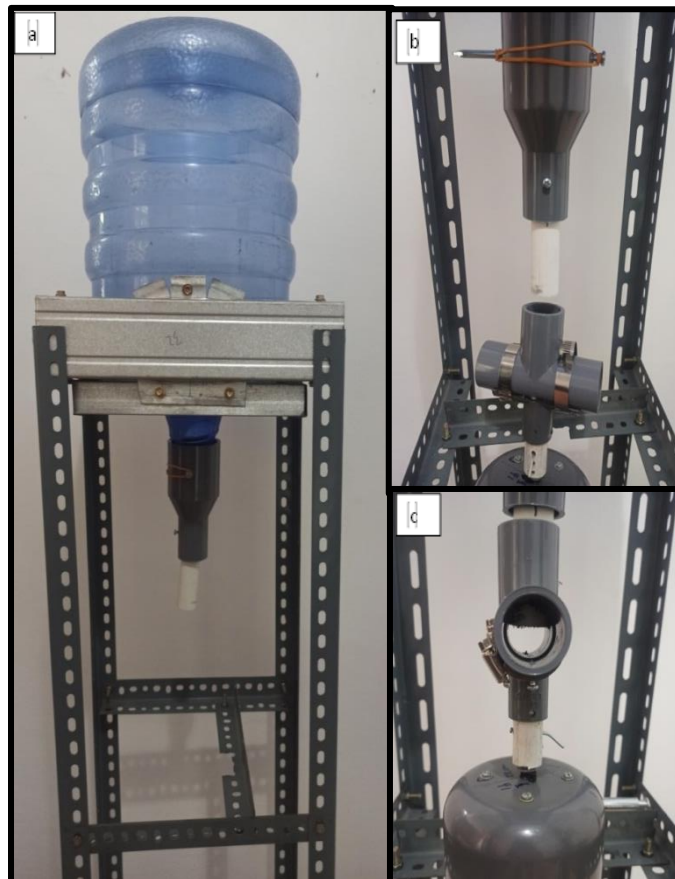
No	Jenis pengujian	Kriteria	Keterangan
1	Uji beban penampung pakan	5 - 30 kg	Data kemampuan penampung dan konstruksi auto-feeder menerima beban pakan
2	Uji takaran	g/detik	Data berupa jumlah takaran pakan yang mampu ditebar tiap detik
3	Uji ketahanan	10 - 24 jam	Data pengujian motor dan konstruksi auto feeder selama sekian jam
4	Uji pelontaran pakan	meter	Data kemampuan jarak pelontaran pakan
5	Uji pengatur waktu (timer)	3 - 12 kali pakan	Data untuk menguji jumlah data yang dimasukkan serta waktu berfungsinya alat.
6	Uji butiran pakan	1 - 3 mm	Data kemampuan auto-feeder menggunakan ukuran butiran berbeda

HASIL DAN PEMBAHASAN

Budidaya ikan secara rumah tangga saat ini juga menuju dan beberapa sudah menggunakan teknologi guna menerapkan taknologi secara intensif (Irwin *et al.*, 2021) dengan kepadatan tinggi, misalnya sistem bioflok, kolam air deras, RAS (Re-circulation Aquaculture System) dan teknologi lainnya. SDM merupakan salah satu tantangan dalam budidaya ikan, pemberian pakan ikan dengan cara manual memiliki beberapa kelemahan secara manusiawi. Selain hal manusiawi tersebut, efesiensi terhadap biaya operasional juga menjadi pertimbangan khusus penerapan teknologi dapat menekan biaya operasional, disamping semakin tingginya gaji karyawan (Mohamed *et al.*, 2021).

Rangka, terbuat dari besi siku serbaguna berukuran 4x4cm yang mudah ditemukan dan mudah digunakan. Motor menggunakan motor kipas angin dengan daya listrik AC 220V, 55watt. Motor ini dipilih karena mudah ditemukan di toko elektronik dan didesain untuk berputar dengan waktu yang lama sehingga lebih awet. Motor kemudian dimasukkan kedalam dop PVC 4inchi sebagai rumah motor. Pelontar pakan menggunakan prinsip gaya sentrifugal. Dimana prinsip sentrifugal ketika ada gaya gerak melingkar akan ada efek gaya menjauhi pusat (Kelana *et al.*, 2021). Pelontar

terbuat dari pipa PVC sambungan T ukuran 1 inchi yang dihubungkan langsung dengan motor. Ketika motor berputar, maka pelontar akan berputar dan melemparkan pakan dari lubang diatas kearah samping. Pengatur waktu menggunakan stop kontak dengan timer. Stop kontak timer ini memiliki ketelitian hingga 1 detik dan memiliki 8 kali program. Sehingga *auto-feeder* ini memiliki 1 hingga 8 kali pemberian pakan per hari. Penampungan pakan terbuat dari galon bekas air minum (Gambar 3). Pemilihan galon karena warnanya transparan, sehingga ketersediaan pakan dalam *auto-feeder* dapat dipantau. Penampung dipasang pada posisi paling atas dan diberikan sambungan mulut galon dengan sambungan pipa PVC kombinasi 2 inchi ke 1 inchi (Gambar 3). Sambungan kombinasi 2 inchi ke 1 inchi akan membantu pakan dari penampungan menuju pelontar. Ukuran pakan dapat disesuaikan dengan menaikkan atau menurunkan pelontar dan sambungan dari penampungan (Gambar 3). Pengaturan ukuran pakan dilakukan dengan mengatur ketinggian pelontar terhadap pipa pengeluaran pakan (Gambar 3). Jika pakan berukuran besar (misalnya: 3mm), maka bukaan diperbesar hingga 2cm. Jika pakan yang digunakan ukuran 1mm, maka bukaan cukup 1.5cm.



Gambar 3. Mekanisme pelontar menggunakan bahan pipa PVC 1 inchi. (a) Penampung pakan terhubung dengan sambungan pipa, (b). Penampungan pakan terhubung langsung dengan mekanisme pelontar, (c). Terdapat bukaan antara pipa dari penampung

pakan dan pelontar yang dapat diatur sesuai dengan ukuran pakan, semakin besar bukaan digunakan untuk ukuran pakan yang lebih besar.

Pengujian dilakukan pada *auto-feeder* untuk mengetahui tingkat kinerja dinilai dengan berbagai kondisi pengujian. Pengujian ini menggunakan pakan ikan lele dengan merek dagang 781-1 ukuran 1mm, 781-2 ukuran 2mm dan 781-3 ukuran 3mm. Dari hasil pengamatan diperoleh beberapa hasil pengujian terhadap *auto-feeder* pakan ikan (lihat Tabel 1).

Uji beban penampung, pengujian ini diuji untuk mengukur kekuatan *auto-feeder* ketika menahan beban pakan ikan, juga sebagai pangujian terhadap kekuatan rangka. Berdasarkan pengujian diperoleh *auto-feeder* mampu untuk menahan beban hingga 12kg sesuai dengan volume maksimum penampung pakan ikan. Uji takaran, pengujian ini dinaksud untuk menguji berapa gram pakan ikan yang dilontarkan setiap detik pada 3 kecepatan motor. Berdasarkan pengujian diperoleh pada kecepatan 1 antara 18 - 25g/detik pakan yang dilontarkan, kecepatan 2 antara 46 - 50g/detik pakan yang dilontarkan, kecepatan 3 antara 62- 85g/detik pakan yang dilontarkan. Takaran sangat dipengaruhi ukuran pakan.

Tabel 1. Hasil pengujian *Auto-feeder* pakan ikan

No	Jenis Pengujian	Kriteria	Keterangan
1	Uji Beban penampung pakan	5 kg	teruji
		8 kg	teruji
		12 kg	teruji
2	Uji takaran	Kecepatan 1	18 - 25 g/detik
		Kecepatan 2	46 - 50 g/detik
		Kecepatan 3	62 - 85 g/detik
3	Uji ketahanan motor	5 jam	teruji
		8 jam	teruji
		12 jam	teruji
		15 jam	teruji
4	Uji pelontaran pakan	Kecepatan 1	1,6 - 2,1 m
		Kecepatan 2	3,2 - 3,5 m
		Kecepatan 3	5,7 - 6,4 m
5	Uji timer	1 kali pakan	teruji
		2 kali pakan	teruji
		3 kali pakan	teruji
		4 kali pakan	teruji
		5 kali pakan	teruji
		6 kali pakan	teruji
		7 kali pakan	teruji
		8 kali pakan	teruji
6	Uji butiran pakan	1 mm	teruji
		2 mm	teruji
		3 mm	teruji

Uji Ketahanan motor, pada pengujian ini *auto-feeder* dinyalakan selama 5 hingga 15jam tanpa berhenti. Pengujian ini untuk melihat kinerja seluruh bagian *auto-feeder* tanpa beban pakan, berdasarkan pengujian ini seluruh tahapan dapat dilalui dan teruji. Terdapat catatan dari pengujian ini adalah beberapa bagian masih mengeluarkan suara yang sedikit mengganggu tetapi tidak mengganggu kinerja *auto-feeder*, seperti bagian penampungan yang bergoyang karena kurangnya penguatan, rangka yang terlalu ringan sehingga mudah bergeser dan beberapa bagian yang perlu dikuatkan lagi.

Uji pelontaran pakan dilakukan untuk menguji kekuatan pelontaran pakan pada masing-masing kecepatan dan ukuran pakan pada ketinggian *auto-feeder* 50cm. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh hasil kecepatan 1 dengan jarak lontar 1.6m hingga 2.1m, kecepatan 1 dengan jarak lontar 3.2m hingga 3.5m, kecepatan 1 dengan jarak lontar 5.7m hingga 6.4m.

Uji pengatur waktu (*timer*) dilakukan untuk menguji ketepatan waktu pemberian pakan, terdapat 8 waktu yang dapat diatur dan hasilnya seluruh pengujian teruji. Uji butiran pakan diujikan untuk melihat kemampuan *auto-feeder* pada ukuran butiran pakan yang berbeda, pada mengujian ini digunakan ukuran pakan 1mm, 2mm dan 3mm. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa *auto-feeder* tersebut mampu bekerja dengan baik.

KESIMPULAN

Prinsip *auto-feeder* yang dibangun menggunakan gaya setrifugal untuk melontarkan pakan. Penggerak menggunakan motor listrik 220 volt AC dari motor kipas angin. Rangka *auto-feeder* menggunakan besi sebguna 4 x 4 cm dan pelontar dari bahan PVC agar lebih ekonomis, mudah dibuat dan lebih tahan lama. Berdasarkan pengujian beban penampung *auto-feeder* mampu untuk menahan beban hingga 12kg, pengujian takaran pakan yang dilontarkan *auto-feeder* mampu melontarkan pakan antara 18 - 85g/detik pada 3 pilihan kecepatan. Berdasarkan uji ketahanan motor *auto-feeder* dinyalakan hingga 15jam tanpa berhenti dan bekerja tanpa kendala, hasil pengujian jarak pelontaran pakan mampu dilontarkan dengan jarak lontar 1.6m hingga 6.4m dengan 3 pilihan kecepatan. Pengatur waktu tepat memberikan pakan pada 8 waktu pengaturan. Ukuran pakan yang mampu dilontarkan 1mm hingga 3mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Alansar, A. M., Nugroho, S. D., and Yaqin, R. I. 2020. The Design Of Autofeeder Using Poly Vinil Chloride (Pvc) Thrower For Shrimp Pond. *COJ (Coastal and Ocean Journal)*, 4(2), 71-76
- Arditya, I., Setyastuti, T.A., Islamudin, F. and Dinata, I., 2021. Design of Automatic Feeder for Shrimp Farming Based on Internet of Things

- Technology. *International Journal of Mechanical Engineering Technologies and Applications*, 2(2), pp.145-151.
- Bhujel, R. C., and Suharman, I. 2021. Food and Nutrition Security in the Context of COVID-19 and the Potential Role of Tilapia Aquaculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 695(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/695/1/012023>
- eFishery. 2017. Ratanya Lontaran Pakan Smart Feeder eFishery di Cijambe. [Internet]. [Youtube], diakses pada Januari 2022, pada laman: <https://www.youtube.com/watch?v=3MEfD6dHoQM>.
- Hendri, H., Enggari, S., Mardison, Putra, M. R., and Rani, L. N. 2019. Automatic System to Fish Feeder and Water Turbidity Detector Using Arduino Mega. *Journal of Physics: Conference Series*, 1339(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1339/1/012013>
- Henriksson, P. J. G., Troell, M., Banks, L. K., Belton, B., Beveridge, M. C. M., Klinger, D. H., Pelletier, N., Phillips, M. J., and Tran, N. 2021. Interventions for improving the productivity and environmental performance of global aquaculture for future food security. *One Earth*, 4(9), 1220–1232. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.08.009>
- Irwin, S., Flaherty, M. S., and Carolsfeld, J. 2021. The contribution of small-scale, privately owned tropical aquaculture to food security and dietary diversity in Bolivia. *Food Security*, 13(1), 199–218. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01104-0>
- Jadhav, K., Vaidya, G., Mali, A., Bankar, V., Mhetre, M., and Gaikwad, J. 2020. IOT based Automated Fish Feeder. 2020 International Conference on Industry 4.0 Technology, *I4Tech 2020*, 90–93.
- Jamal, M. T., Broom, M., Al-Mur, B. A., Al Harbi, M., Ghandourah, M., Al Otaibi, A., and Haque, M. F. 2020. Biofloc technology: Emerging microbial biotechnology for the improvement of aquaculture productivity. *Polish Journal of Microbiology*, 69(4), 401–409. <https://doi.org/10.33073/PJM-2020-049>
- Kasda, Kosasih, D. P., Nugraha, H. D., and Rachman, M. 2021. Low-cost remote control barge boat to feeder fish. *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 44(2), 112–121
- Kelana, P.P., Yaqin, R.I., Haris, R.B.K., Alfakhri, A. and Alviani, A.M., 2021. Studi Performansi Mesin Pelontar Pakan Ikan terhadap Gaya Sentrifugal. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(2), pp.191-199.
- Khater, E. S., Bahnasawy, A., and Morsy, O. 2021. Evaluation of fish feeder manufactured from local raw materials. *Scientific Reports*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98383-0>
- Kurniawan, S.B., Ahmad, A., Rahim, N.F.M., Said, N.S.M., Alnawajha, M.M., Imron, M.F., Abdullah, S.R.S., Othman, A.R., Ismail, N.I. and Hasan, H.A., 2021. Aquaculture in Malaysia: Water-related environmental challenges and opportunities for cleaner production. *Environmental Technology & Innovation*, 24, p.101913.
- Liu, J., Wei, D., Yang, J., Yi, X., and Sun, M. 2021. Assessment of Current Situation of Aquaculture Pollution in Tianjin and Its Prevention and Control Measures. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 793(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/793/1/012015>

- Manduca, L. G., da Silva, M. A., Alvarenga, Ê. R. de, Alves, G. F. de O., Fernandes, A. F. de A., Assumpção, A. F., Cardoso, A. C., de Sales, S. C. M., Teixeira, E. de A., Silva, M. de A. e., and Turra, E. M. 2020. Effects of a zero exchange biofloc system on the growth performance and health of Nile tilapia at different stocking densities. *Aquaculture*, 521, 735064. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735064>
- Mohamed, A., Shal, E., Mohamed, F., and Sheikh, E. 2021. Design and Fabrication of an Automatic Fish Feeder Prototype Suits Tilapia Tanks. 1–12.
- Mokolensang, J. F., and Manu, L. (2020). Budidaya ikan lele (*Clarias gariepinus*) sistim bioflok skala rumah tangga. *E-Journal BUDIDAYA PERAIRAN*, 9(1), 79–83. <https://doi.org/10.35800/bdp.9.1.2021.32571>
- Muharram, A., Pangestu, G.I., Akbar, M.T. and Septiani, S.K., 2012. Sistem Cerdas Penampungan dan Pemberian Pakan Ikan pada Pusat Budidaya Ikan Berbasis Mikrokontroler. In *Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional Program Kreativitas Mahasiswa-Teknologi 2013*. Indonesian Ministry of Research, Technology and Higher Education.
- Prijatna, D., Handarto, H., and Andreas, Y. 2018. Rancang Bangun Pemberi Pakan Ikan Otomatis. *Jurnal Teknotan*, 12(1), 30–35. <https://doi.org/10.24198/jt.vol12n1.3>
- Putra, D. F. (2022). *Dasar-dasar Budidaya Perairan*. Syiah Kuala University Press.
- Putra, A. M., and Pulungan, A. B. 2020. Alat Pemberian Pakan Ikan Otomatis. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(2), 113. <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i2.108580>
- Rahayani, R. D., and Gunawan, A. 2018. Proposed Design of an Automatic Feeder and Aerator Systems for Shrimps Farming. *International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing*, 6(4), 277–280. <https://doi.org/10.18178/ijmmm.2018.6.4.391>
- Rofiq H, A., Amir, A. S., Muchtar, A., and Rahmansyah, A. A. 2020. Rancang Bangun Automatic Fish Feeder Berbasis Arduino. *Journal of Electrical Engineering*, 1(1), 7–13.
- Saragih, A. R. 2016. Rancang Bangun Perangkat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Pada Kolam Pembenihan Ikan Berbasis Arduino. *Artikel E-Journal*. http://jurnal.umrah.ac.id/wp-content/uploads/gravity_forms/1-ec61c9cb232a03a96d0947c6478e525e/2016/08/e-Jurnal-Astriani-Romaria-Saragih.pdf
- Siahaan, J. J. M. 2020. Rancang Bangun Automatic Feeder Pada Budidaya Intensif Larva Ikan Air Tawar Di Brpbatpp. *Sekolah Vokasi IPB, Bogor*
- Syah, B., and Sofi, I. 2015. Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Pewaktu Design of The Automatic Fish Feed Using Timer. *TekTan Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian*, 7(April), 65–76.
- Yeoh, S. J., Taip, F. S., Endan, J., Talib, R. A., and Siti Mazlina, M. K. 2010. Development of automatic feeding machine for aquaculture industry. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 18(1), 105–110