

Sistem Kendali Pelontar pada Alat Pakan Ikan Otomatis Bertenaga Sel Surya

Ravellingga Widi Kurniawan^{1*}, Hari Kurnia Safitri², Imam Saukani³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Malang, Malang

*Ravellingga Widi Kurniawan, email: linggak32@gmail.com

Received: 07/11/2023

Revised: 11/11/2023

Accepted: 13/11/2023

Abstract. The conventional method of feeding fish by hand scattering is still commonly practiced in Indonesia, which significantly affects the distribution of feed in the pond and the growth of the fish. Automatic fish feeding devices commonly found typically only dispense feed without using a launcher to scatter the feed. In this research, the fish feeding device focuses on throwing feed using a DC motor. This device is equipped with an RTC (Real-Time Clock) to trigger the system to work at scheduled times. It also uses a load cell sensor to monitor the weight of the feed in the tank and dispense the appropriate amount of feed when needed. Based on the testing results of the device, the average power obtained from a 20 Wp solar panel is 9.46 Watts, with an estimated battery charging of 7.2 Ah for 9-10 hours. Additionally, the results of feed measurement using the load cell for mode 1, with a weight of 250 grams, showed an error with an average error value of 3.48%, while for mode 2, with a weight of 500 grams, there was an average error of 2.68%. Meanwhile, the results of the launcher control system showed that the set duty cycle using a potentiometer can affect the motor's rotational speed. In the launcher test, it was found that the motor can throw feed up to a distance of 2-3 meters as requested by the partner

Keywords: Control System, Fish Feeder, Pulse Width Modulation

Abstrak. Pemberian pakan ikan konvensional dengan cara ditebar menggunakan tangan masih sering diterapkan di Indonesia, yang mana sangat mempengaruhi persebaran pakan di kolam dan pertumbuhan pada ikannya. Alat pakan ikan otomatis yang ditemui pada umumnya hanya menjatuhkan pakan dan tidak menggunakan pelontar untuk menebar pakan. Pada penelitian ini, alat pakan ikan berfokus pada pelontaran menggunakan motor DC. Alat ini dilengkapi oleh RTC untuk memicu sistem agar bekerja pada waktu yang telah terjadwal. Alat ini juga menggunakan sensor *loadcell* untuk memantau berat pakan pada tangki dan takaran pakan ketika pakan keluar. Berdasarkan hasil pengujian alat, hasil pengujian terhadap panel surya 20 Wp didapatkan daya rata-rata sebesar 9,46 Watt dengan estimasi pengisian daya baterai 7,2 Ah selama 9-10 jam. Selain itu, Hasil dari penakaran menggunakan *loadcell* untuk takaran pakan mode 1 seberat 250 gram dari 5 kali percobaan terdapat *error* dengan nilai *error* rata-rata sebesar 3,48% dan untuk takaran pakan mode 2 seberat 500 gram terdapat *error* rata-rata sebesar 2,68%. Sementara hasil pada sistem kendali pelontar menunjukkan bahwa nilai *duty cycle* yang diatur menggunakan potensiometer dapat mempengaruhi terhadap kecepatan putar motor. Pada pengujian pelontar didapatkan hasil jika motor dapat melontarkan pakan hingga jarak 2-3 meter sesuai dengan permintaan mitra.

Kata Kunci: Sistem Kendali, Alat Pakan Ikan, PWM

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan data yang didapatkan Badan Ketahanan Pangan, Kementerian Pertanian menyebutkan bahwa kebutuhan konsumsi ikan di Indonesia di tahun terakhir yaitu 2019 adalah sebanyak 6,640,321.5 ton/tahun. Ikan merupakan salah satu kebutuhan konsumsi terbesar penduduk Indonesia. Sementara realisasi konsumsi ikan hanya sebesar 5,727,733 ton/tahun [1]. Hal ini menunjukkan bahwa peluang usaha budidaya ikan di Indonesia sangatlah besar.

Namun, budidaya ikan di Indonesia kebanyakan masih dijalankan secara tradisional, yang memiliki banyak kekurangan, salah satu kekurangan tersebut ialah pemberian pakan ikan. Dalam budidaya ikan tradisional sendiri, pemberian pakan masih dilakukan secara manual atau dengan kata lain masih dilakukan dengan cara ditebar menggunakan tangan oleh peternak. Hal ini berpengaruh pada pemerataan pakan ikan sehingga mempengaruhi pertumbuhan ikan serta kurang maksimal pada hasil panen nantinya [2].

Karena latar belakang diatas, TPS 3R Tumpang dalam hal ini membuat beberapa kolam yang digunakan untuk melakukan budidaya ikan lele. Kolam budidaya ini diharapkan dapat membantu warga di sekitar lingkungan TPS 3R Tumpang Lestari agar dapat meningkatkan konsumsi ikan. Akan tetapi, TPS 3R Tumpang Lestari mengalami kendala dalam hal memberi pakan pada kolam budidaya. Kendala yang dialami tersebut yaitu TPS 3R Tumpang Lestari kesulitan dalam melakukan penjadwalan serta penakaran pakan yang konsisten.

Frekuensi pakan ikan sangat penting diperhatikan karena akan berpengaruh dengan jumlah pakan yang dikonsumsi, efisiensi pakan dan kemungkinan pengotoran lingkungan [3]. Hal tersebut bisa diatasi dengan menggunakan alat pakan ikan otomatis guna memberikan pakan ikan sesuai takaran dan jadwal yang sudah ditentukan. Tetapi, terdapat kendala lain dalam alat pakan ikan otomatis ini, karena diperlukannya kontrol motor DC pada pelontar agar takaran dan jarak lontaran pakan sesuai dengan kebutuhan pemberian pakan serta ukuran kolam.

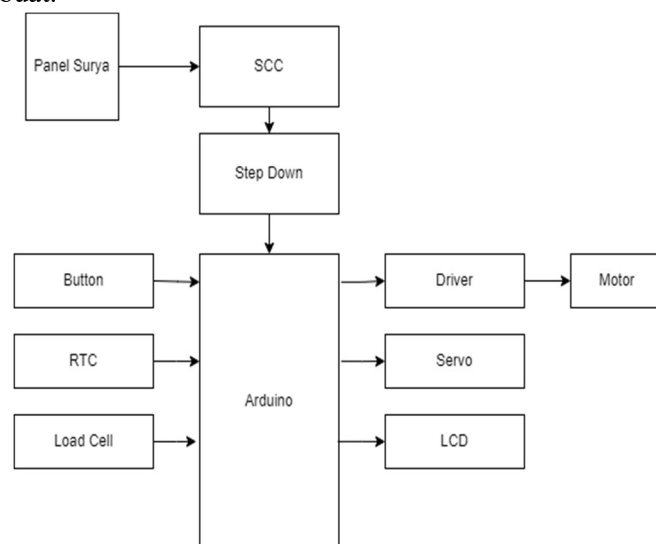
Dalam penelitian ini, sistem kontrol yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor adalah dengan menggunakan metode *Pulse Width Modulation* (PWM). Metode *Pulse Width Modulation* (PWM) merupakan salah satu metode kontrol yang dapat digunakan untuk mengendalikan kekuatan dengan cara mengatur seberapa besar tegangan yang digunakan dengan cara mengirim isyarat dalam bentuk sinyal [4]. *Duty cycle* bernilai variatif antara 0 hingga 100% sedangkan sinyal PWM mempunyai nilai frekuensi gelombang yang tetap [5].

Metode kontrol ini bekerja dengan memodulasi lebar pulsa dari sinyal output dalam frekuensi tertentu. Pada umumnya, metode kontrol PWM bekerja dengan membandingkan sinyal referensi dengan sinyal masukan yang sesuai, kemudian menghasilkan sinyal keluaran PWM yang sesuai dengan perbedaan antara kedua sinyal tersebut. Dalam prakteknya, metode kontrol PWM sering digunakan dalam aplikasi elektronik yang

memerlukan pengaturan kecepatan atau daya, seperti pengontrol motor DC.

II. METODOLOGI

Dalam gambar 1 dapat terlihat blok diagram sistem. Blok diagram sistem digunakan agar mempermudah pemahaman dari cara kerja alat yang dibuat.



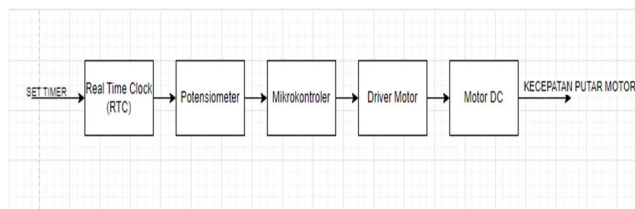
Gambar 1. Blok Diagram Sistem
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Panel surya berfungsi sebagai *supply* untuk proses charging dari baterai accu. *Solar Charge Controller* berfungsi sebagai pengaman agar pengisian baterai oleh panel surya dapat optimal serta mencegah baterai dari overcharging dan arus balik. Kemudian tegangan keluaran dari *solar charge controller* akan digunakan sebagai tegangan masukan untuk mikrokontroler dan driver motor. Dikarenakan tegangan keluaran dari *solar charge controller* sebesar 12V maka tegangan perlu diturunkan menjadi 5V menggunakan *stepdown* untuk menghidupkan mikrokontroler. Untuk tegangan masukan mikrokontroler. *Real Time Clock* akan menginisiasi sistem dimana alat akan bekerja sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dengan menampilkan sistem pada LCD. Setelah dilakukan inisiasi oleh *real time clock*, sensor *load cell* akan mendeteksi berat pakan yang tersedia di dalam tangki. Setelah berat dari pakan sudah terdeteksi, maka motor akan bekerja.

Setelah itu, driver akan mengontrol kecepatan motor sesuai dengan *input* sinyal *duty cycle* dari

PWM pada Arduino. Ketika motor sudah berputar sesuai dengan kecepatan yang diinginkan, servo akan bergerak untuk membuka *valve* hingga pakan berkurang dengan jumlah yang ditentukan dalam sistem kemudian *valve* akan tertutup kembali ketika pakan yang dilontarkan jika jumlah pakan sudah tercapai. Alat dirancang menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler. *Software* pada Arduino akan dirancang menggunakan Arduino IDE. Perancangan ini bertujuan mengatur input PWM pada driver dengan menggunakan sistem kontrol gelombang pada PWM.

A. Diagram Kontrol Pelontar



Gambar 2. Blok Diagram Kontrol Pelontar
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Sistem kontrol motor akan berjalan ketika RTC telah mendeteksi waktu pakan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Setelah itu, potensiometer akan mengirim sinyal analog sesuai dengan derajat putaran yang kemudian sinyal tersebut akan diproses oleh mikrokontroler menjadi sinyal PWM. Sinyal PWM yang dihasilkan oleh Arduino ini kemudian akan di input menuju driver dan selanjutnya digunakan untuk mengontrol kecepatan motor.

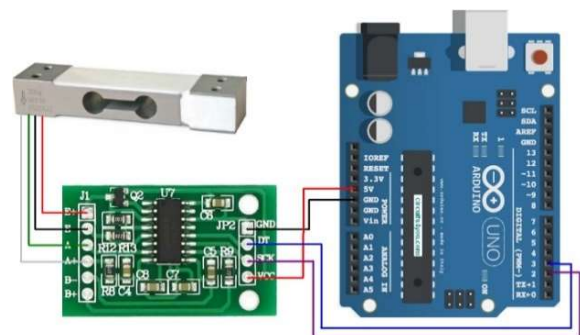
B. Perancangan Sumber Daya

Pada penelitian ini, panel surya digunakan sebagai sumber daya utama untuk alat yang dirancang. Panel surya adalah salah satu perangkat yang dikenal dapat mengkonversi energi dari sinar matahari menjadi energi listrik [6]. Pada penelitian ini, panel surya yang digunakan adalah panel surya dengan W_p (*Watt peak*) sebesar 20 Wp yang kemudian *output* dari panel surya sendiri disambungkan menuju *solar charge controller*.

Solar charge controller atau biasa disingkat SCC merupakan sebuah perangkat yang dapat digunakan untuk mengontrol arus searah yang diisi ke baterai dan arus searah yang mengalir dari baterai menuju ke beban. *Solar charge controller* akan memonitor pengisian baterai dari panel surya sehingga pengisian baterai akan berhenti ketika mencapai tegangan tertentu kemudian jika tegangan *drop* maka arus dari panel surya akan otomatis mengalir kembali untuk mengisi daya pada baterai [7].

C. Perancangan Penakar Pakan

Pada alat yang dibuat, diperlukan loadcell yang berfungsi sebagai sensor berat pada tangki. *Loadcell* memiliki *strain gauge* yang dapat menghasilkan tegangan dan dapat dikonversi menjadi sinyal listrik sehingga dapat dideteksi oleh perangkat elektronik [8]. akan ditempatkan di bawah tangki yang berupa gallon agar dapat membaca berat pada tangki dengan optimal. *Load cell* mempunyai prinsip kerja dengan mengubah tekanan atau beban menjadi perubahan resistansi, yang dikonversi menjadi sinyal analog differensial oleh HX711.



Gambar 3. Wiring Loadcell dan HX711
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

HX711 merupakan modul yang mempunyai prinsip kerja dengan cara menkonversi perubahan yang terjadi pada *strain gauge* pada *loadcell* yang kemudian menghasilkan resistansi dan mengkonversi resistansi tersebut melalui rangkaian penguat sinyal pada modul [8]. HX711 kemudian menguatkan sinyal analog ini dan mengonversinya menjadi sinyal digital. Sinyal digital ini dikirim melalui komunikasi serial (seperti SPI atau I2C) ke

Arduino, yang membaca dan mengolahnya. Melalui proses kalibrasi, nilai sinyal digital kemudian diubah menjadi nilai berat dalam satuan yang diinginkan, seperti gram atau kilogram.

D. Perancangan Driver Motor

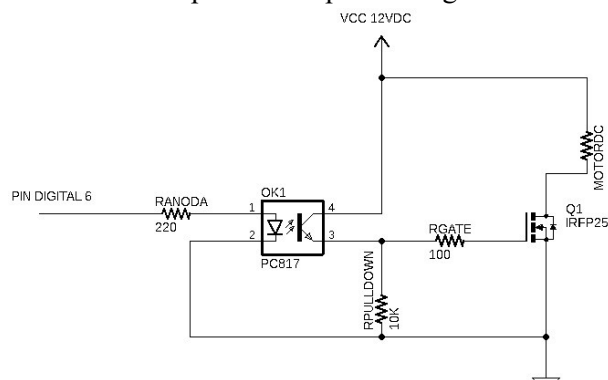
Transistor adalah semikonduktor yang dikenal dapat berfungsi sebagai penguat atau switch. Tetapi selain itu, transistor juga dapat digunakan sebagai penstabil tegangan dan memodulasi lebar pulsa [9]. Desain sistem kendali pada alat ini menggunakan driver mosfet IRFP250N untuk memodulasi lebar pulsa. Pemilihan tipe mosfet IRFP250N didasarkan pada arus maksimal pada motor dapat mencapai 10A sedangkan mosfet tipe IRFP250N dapat dialiri oleh arus maksimal sebesar 30A. Driver ini berfungsi sebagai pengendali kecepatan pada motor. Pada rangkaian ini ditambahkan optocoupler PC817 sebagai saklar dan penguat dari output Arduino ke gate mosfet. Optocoupler adalah komponen penggandeng antara rangkaian masukan dengan keluaran yang bekerja dengan menggunakan media cahaya sebagai penghubung antara masukan dan keluaran [10]. Pada pin anode atau pin 1 pada optocoupler PC817 umumnya diberi resistor current limit. Resistor *current limit* berfungsi sebagai pengaman agar arus yang mengalir pada fotodioda tetap dalam batas aman sesuai dengan spesifikasi optocoupler. Berikut merupakan persamaan untuk mencari nilai resistor current limit pada pin anoda optocoupler.

$$R = V_{input} / I_f \quad (1)$$

$$R = 5 / 20mA$$

$$R = 5V / 0,02A \\ = 250 \Omega$$

Berikut merupakan desain skematik driver yang akan ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 4. Desain Skematik Driver
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Rangkaian kendali tegangan yang digunakan untuk mengatur tegangan input pada motor pelontar yang dirancang ini dilakukan dengan melalui sinyal PWM yang dihasilkan oleh mikrokontroler Arduino pada pin digital 6. Sinyal PWM yang dihasilkan untuk mengatur tegangan ini dapat menghasilkan siklus kerja atau *duty cycle* yang bervariasi mulai dari 0-255 jika dalam nilai analog atau 0-100% jika di persentasekan. Sinyal yang dihasilkan tersebut kemudian digunakan untuk mengaktifkan kerja optocoupler dan MOSFET.

E. Perancangan Kontrol PWM

Sistem kendali PWM (Pulse Width Modulation) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengatur/mengendalikan dengan cara memodulasi lebar pulsa. PWM melibatkan pengaturan siklus kerja (*duty cycle*) dari sinyal gelombang persegi yang dihasilkan. *Duty cycle* adalah rasio antara durasi sinyal tinggi (ON) dengan durasi total siklus. Misalnya, jika *duty cycle* adalah 50%, maka sinyal akan aktif (ON) selama setengah dari siklusnya.

Dalam aplikasi pengendalian motor, semakin tinggi *duty cycle*, semakin lama motor aktif, sehingga menghasilkan kecepatan yang lebih tinggi. Sebaliknya, semakin rendah *duty cycle*, semakin lama motor dalam keadaan mati atau berputar dengan kecepatan yang lebih rendah. Pengaruh dari *duty cycle* terhadap sinyal keluaran adalah bahwa semakin besar *duty cycle*, semakin tinggi tegangan rata-rata yang diberikan kepada motor. Ini akan menghasilkan daya yang lebih tinggi dan oleh sebab

itu kecepatan motor menjadi lebih tinggi atau tingkat kerja yang lebih intens.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran Voltase dan Arus pada Panel Surya

Pengukuran arus dan voltase pada panel surya bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan dan arus yang mengalir dari panel surya menuju solar charge controller untuk digunakan mengisi daya pada baterai accu 7,2 Ah. Arus dan voltase yang dihasilkan panel surya akan mempengaruhi berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai hingga penuh. Pada pengujian ini digunakan persamaan berikut untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh panel surya.

$$P = V \times I \quad (2)$$

Pada pengujian ini, alat yang diperlukan antara lain multimeter digital untuk mengukur arus dan tegangan pada panel surya.

Tabel 1. Hasil Pengujian Panel Surya

Waktu	Cuaca	Tegangan	Arus	Watt
07.00	Cerah	13.5	0.30	3.9
08.00	Cerah	14.00	0.50	7
09.00	Cerah	14.36	0.68	9.76
10.00	Cerah	14.99	0.76	11.39
11.00	Cerah	19.66	0.99	19.46
12.00	Cerah	19.44	0.94	18.27
13.00	Cerah Berawan	19.92	0.59	11.75
14.00	Mendung	19.35	0.49	9.48
15.00	Mendung	14.15	0.20	2.83
16.00	Mendung	13.78	0.06	0.82

Dapat terlihat pada Tabel 1. merupakan data yang didapatkan dari proses pengukuran voltase dan ampere yang dihasilkan dari panel surya 20Wp. Dari

pengamatan dan pengujian selama 9 jam yang telah dilakukan, didapatkan beberapa hasil diantaranya panel surya 20Wp dapat menghasilkan daya rata rata sebesar 9,46 Watt dan dengan daya rata rata sebesar itu, maka estimasi waktu untuk *charging* akan membutuhkan waktu selama 9 hingga 10 jam agar baterai accu 7,2 Ah penuh.

B. Pengujian Driver Mosfet

Pengujian driver mosfet berfungsi untuk mengetahui apakah driver mosfet dapat bekerja mengatur nilai duty cycle dari PWM dengan baik. Pada percobaan ini dilakukan percobaan dengan duty cycle diatur mulai dari 0% sampai 100%. Adapun rumus untuk mengetahui nilai tegangan keluaran PWM sebagai berikut.

$$V_{out} = Duty\ Cycle \times V_{in} \quad (3)$$

Pada pengujian driver ini, rangkaian driver MOSFET akan diberikan tegangan input sebesar 12V. Pengujian ini juga diperlukan multimeter guna mengetahui berapa tegangan yang dihasilkan oleh driver pada setiap nilai duty cycle diatur.

Tabel 2. Hasil Pengujian Driver MOSFET.

Duty Cycle PWM	Perhitungan Tegangan Keluaran	Tegangan Keluaran Terukur	Error (V)
0%	0V	0V	0
10%	1.2V	1,3V	0,1
20%	2,4V	2,5 V	0,1
30%	3.6V	3,6V	0
40%	4,8V	5,1 V	0,3
50%	6V	6,1 V	0,1
60%	7,2V	7V	0,2
70%	8,4V	8,2V	0,2
80%	9,6V	9,2V	0,4
90%	10,8	10,1 V	0,7
100%	12V	11,2 V	0,8
Rata-rata error			0,26 %

Dapat dilihat hasil pengujian driver dengan duty cycle yang telah diatur mulai dari 0% sampai 100%. Hasilnya dapat disimpulkan bahwa driver mendapatkan error total sebesar 0,26%. Error ini terbilang rendah dan dapat disimpulkan bahwa

driver dapat mengatur nilai tegangan keluaran dan dapat bekerja dengan baik.

C. Pengujian Penakar Pakan

Dalam proses pengujian dan pengambilan data ini, penulis melakukan dua kali percobaan dengan berat setpoint pakan ikan yang berbeda pada setiap percobaan. Berat pakan yang telah ditakar tersebut kemudian akan ditimbang menggunakan timbangan digital untuk dibandingkan dengan nilai *setpoint* agar dapat dihitungkan nilai error nya. Pada pengujian sistem pakan pertama, dilakukan dengan *setpoint* 250 gram dan pengujian kedua dengan *setpoint* 500 gram.

Tabel 3. Hasil Pengujian Penakar Pakan Setpoint 250 Gram

Berat Setpoint Pakan	Berat Terukur Pada Timbangan Digital	Error
250 Gram	261 Gram	4,4 %
	255 Gram	2%
	263 Gram	5.2%
	262 Gram	4.8%
	257 Gram	2.8%
Nilai Error Rata- Rata		3,48%

Tabel 4. Hasil Pengujian Penakar Pakan Setpoint 500 Gram.

Berat Setpoint Pakan	Berat Terukur Pada Timbangan Digital	Error
500 Gram	519 Gram	3,8%
	518 Gram	3,6%
	518 Gram	3,6%
	503 Gram	0,6%
	509 Gram	1,8%

Nilai Error Rata- Rata	2,68%
------------------------	-------

Dari hasil pengujian sistem penakaran pakan ikan tersebut didapatkan kesimpulan diantaranya adalah sistem penakaran dapat menakar pakan dengan akurat, meskipun masih terdapat *error* tetapi nilai *error* yang dihasilkan tidak terlalu besar dengan nilai *error* rata rata pada pengujian pertama sebesar 3,48% dan pada pengujian kedua sebesar 3,68%. *Error* yang didapat pada pengujian tersebut juga dipengaruhi kecepatan servo yang berfungsi sebagai *valve* saat menutup aliran pakan yang jatuh menuju pelontar.

D. Pengujian Motor Pelontar

Proses pengujian motor pelontar dilakukan untuk mengetahui apakah sistem pelontaran pakan dapat bekerja baik dan dapat mencapai *setpoint* . Pengujian ini akan menggunakan pengaruh nilai *duty cycle* dari PWM terhadap jarak lontaran pakan. Berikut merupakan tabel pengujian motor pelontar.

Tabel 5. Hasil Percobaan Pelontaran dengan Nilai *Duty Cycle* 20%

Duty Cycle PWM	Percobaan	RPM	Jarak
20%	1	1217	1,3 Meter
	2	1218	1,3 Meter
	3	1228	1,4 Meter
	4	1220	1,3 Meter
	5	1224	1,4 Meter
Jarak rata-rata			1,36 Meter

Tabel 6. Hasil Percobaan Pelontaran dengan Nilai *Duty Cycle* 30%

Duty Cycle PWM	Percobaan	RPM	Jarak
30%	1	1991	2 Meter
	2	1998	2,2 Meter
	3	1987	1,9 Meter
	4	1990	2 Meter
	5	1992	2 Meter
Jarak rata-rata			2,02 Meter

Tabel 7. Hasil Percobaan Pelontaran dengan Nilai *Duty Cycle* 40%

Duty Cycle PWM	Percobaan	RPM	Jarak
40%	1	2437	2,8 Meter
	2	2440	2,9 Meter
	3	2436	2,8 Meter
	4	2449	3 Meter
	5	2442	2,9 Meter
Jarak rata-rata			2,88 Meter

Setelah dilakukan pengujian pada motor pelontar didapatkan hasil diantaranya adalah *duty cycle* PWM dapat mempengaruhi jarak lontaran pakan. Hal ini disebabkan karena *duty cycle* PWM mempengaruhi nilai tegangan keluaran dari driver MOSFET. Akibatnya, ketika tegangan keluaran driver nilai nya semakin kecil, maka motor akan berputar lebih lambat dan begitu pula sebaliknya sehingga jarak lontaran pakan akan terpengaruh. Peristiwa ini dapat dibuktikan dengan data yang tersaji pada Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5 dengan nilai *duty cycle* 20% didapatkan jarak rata-rata sejauh 1,36 Meter, nilai *duty cycle* 30% didapatkan jarak rata rata sejauh 2,02 Meter dan *duty cycle* 40% dengan jarak rata rata sejauh 2,88 Meter.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari pengujian dan data yang telah didapatkan didalam pengujian, didapatkan hasil berupa penggunaan panel surya sebagai sumber daya utama dari alat ini dikarenakan nantinya alat ini akan digunakan di tempat yang jauh dari sumber listrik. Panel surya ini mampu menghasilkan daya rata-rata sebesar 9,46 Watt sehingga diperlukan waktu sekitar 9-10 jam untuk mengisi penuh daya pada baterai accu 7,2 Ah. Untuk sistem penakaran pakan, Sistem penakaran pakan dapat bekerja untuk menakar pakan sebanyak 250 gram dan 500 gram, akan tetapi masih terjadi *error* pada sistem penakaran dengan nilai *error* rata rata pada pengujian pertama sebesar 3,48% dan pada pengujian kedua sebesar 3,68%. *Error* ini didapatkan akibat adanya pengaruh dari kecepatan gerak servo untuk menutup tangki pakan.

Penggunaan *variable resistor* sebagai input nilai *duty cycle* pwm pada driver MOSFET dapat bekerja untuk mengatur nilai tegangan keluaran pada driver sehingga mempengaruhi kecepatan putar motor yang juga mempengaruhi jarak lontaran pakan. Pada pengujian pelontar didapatkan hasil dengan nilai *duty cycle* 20% didapatkan jarak rata-rata sejauh 1,36 Meter, nilai *duty cycle* 30% didapatkan jarak rata rata sejauh 2,02 Meter dan *duty cycle* 40% dengan jarak rata rata sejauh 2,88 Meter.

Saran untuk alat pengembangan alat yang telah dibuat adalah dengan menggunakan metode kontrol lain untuk kontrol motor sehingga kecepatan putar motor dapat lebih konsisten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang disampaikan penulis kepada institusi Politeknik Negeri Malang dan TPS 3R Tumpang Lestari yang telah menyediakan fasilitas berupa tempat dan peralatan guna menunjang penelitian yang penulis lakukan sehingga dapat menyelesaikan artikel yang dibuat.

REFERENSI

- [1] Badan Ketahanan Pangan, *Direktori Konsumsi Pangan Seri 20 Revisi*. 2020.
- [2] M. A. Risnandar, A. U. Rahayu, and I. Taufiqurrahman, "Analisis Konsumsi Energi Listrik Penebar Pakan Ikan Otomatis dengan Pemanfaatan Tenaga Surya," vol. 02, no. 12, pp. 2–5, 2021.
- [3] U. Simanjuntak *et al.*, "Pengaruh Waktu Pemberian Pakan terhadap Tingkat Efisiensi Dan Pertumbuhan Ikan Kerapu Cantang (*Epinephelus fuscoguttatus* x *Epinephelus lanceolatus*)," vol. 6, pp. 57–70, 2022.
- [4] T. Suhendra, A. Uperiati, D. A. Purnamasari, and A. H. Yunianto, "Jurnal Sustainable : Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan Kendali Kecepatan Motor DC dengan Metode Pulse Width Modulation menggunakan N-channel Mosfet," vol. 07, no. 02, 2018.
- [5] T. Y. Candra and Ta'ali, "Sistem Pengendali Kecepatan Motor DC Penguatan Terpisah Berbeban dengan Teknik Kontrol PWM Berbasis Arduino," *Jtev (Jurnal Tek. Elektro Dan Vokasional)*, vol. 06, no. 01, pp. 199–210, 2020.
- [6] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah,

- and I. F. Huda, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emit.v18i01.6251.
- [7] M. Junaldy, S. R. U. A. Sompie, and S. Patras, “Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 9–14, 2019.
- [8] Y. Mukhammad, A. Santika, and S. Haryuni, “Analisis Akurasi Modul Amplifier HX711 untuk Timbangan Bayi,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 24–28, 2022, doi: 10.18196/mt.v4i1.15148.
- [9] R. A. Purwanto, H. Hariyadi, and R. I. Putri, “Kontrol Arus pada Inverter Satu Fasa Tipe Full Bridge menggunakan DSPF28069M dengan Metode Proporsional Integral,” *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 9, no. 3, p. 183, 2022, doi: 10.33795/elk.v9i3.391.
- [10] F. D. Rumagit, J. O. Wuwung, S. R. U. . Sompie, and B. . Narasiang, “Perancangan Sistem Switching 16 Lampu Secara Nirkabel Menggunakan Remote Control,” *E-Journal Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2012.