

Pemanfaatan IoT pada Metode *Ad Satiati* untuk Meningkatkan Efektivitas Budidaya Ikan Mas

1st Jaya Pangihutan Situmorang,
Fakultas Informatika
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
Jayasitumorang@students.telkomu
niversity.ac.id

2nd Endro Ariyanto
Fakultas Informatika
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
endroariyanto@telkomuniversity.a
c.id

3rd Muhammad Al Makky
Fakultas Informatika
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
malmakky@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Negara Indonesia terletak pada iklim tropis dimana beberapa wilayah terdiri dari pedesaan maupun persawahan dan biasanya masyarakat yang tinggal di sana hidup dengan membudidayakan ikan setelah panen. Pada budidaya ikan terdapat beberapa masalah salah satunya ialah pemberian pakan ikan. Pemberian pakan ikan sulit dilakukan secara tepat waktu dan metode yang tepat oleh pembudidaya atau petani. Berdasarkan permasalahan yang dipaparkan perlu sebuah sistem pemberian pakan yang bisa dilakukan secara *Ad Satiati*. Metode *Ad Satiati* adalah pemberian pakan ikan sampai kenyang. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat sistem pemberian pakan ikan dengan menggunakan metode *Ad Satiati*. Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sensor IR, sensor sonar, sensor ultrasonik, LCD, dan servo. Pada pengujian fungsi sistem yang dilakukan semua fungsi bekerja dengan baik. Berdasarkan pengujian diketahui bahwa laju pertumbuhan relatif metode *Ad Satiati* jauh lebih unggul dari metode *Biomassa* dengan efektivitas sebesar 120 %. Pada pengukuran rasio konversi pakan, metode *Ad Satiati* juga memiliki nilai FCR yang lebih kecil dengan efektivitas sebesar 87,9% sehingga diperoleh penghematan pakan sebesar 12,1%. Berdasarkan berat total ikan diperoleh efektivitas sebesar 108% dan disimpulkan bahwa metode *Ad Satiati* lebih unggul dibanding *Biomassa*. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pengujian pada media yang lebih besar seperti kolam, durasi lebih dari 3 minggu serta menggunakan metode seperti *Ad Libitum* atau metode lainnya.

Kata Kunci: *internet of things, sawah, budidaya,*

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Negara Indonesia terletak pada iklim tropis dimana sebagian wilayah terdiri dari pedesaan dan

ikan mas, *Ad Satiati*

Abstract

The country of Indonesia is located in a tropical climate where some areas consist of villages and rice fields and usually the people who live there live by cultivating fish after harvest. In fish farming, there are several problems, one of which is the provision of fish feed. Feeding fish is difficult to do in a timely manner and with the right method by cultivators or farmers. Based on the problems described need a feeding system that can be done in *Ad Satiati*. The *Ad Satiati* method is feeding the fish until the fish getting away. The purpose of this study was to create a fish feeding system using the *Ad Satiati* method. The equipment used in this research are IR sensor, sonar sensor, ultrasonic sensor, LCD, and servo. In testing the system functions, all functions work well. Based on the test, it is known that the relative growth rate of the *Ad Satiati* method is far superior to the *Biomass* method with an effectiveness of 120%. In the measurement of feed conversion ratio, the *Ad Satiati* method also has a smaller FCR value with an effectiveness of 84.6% so that feed savings of 15.4% are obtained. Based on the total weight of fish, the effectiveness of 108% was obtained and it was concluded that the *Ad Satiati* method was superior to *Biomass*. For further research, testing should be carried out on larger media such as ponds, duration of testing more than 3 weeks and using methods such as *Ad Libitum* or other methods.

Keywords: *internet of things, rice fields, cultivation, goldfish, Ad Satiati*

persawahan. Indonesia juga merupakan negara yang menjadi tempat budidaya ikan mas karena setelah musim panen petani biasanya membudidayakan ikan mas. Budidaya ikan dapat dilakukan di berbagai

media sesuai dengan jenis ikan [1]. Budidaya perairan perikanan (akuakultur) merupakan suatu kegiatan pemeliharaan untuk mempertahankan kelangsungan hidup ikan pada suatu perairan secara terkontrol dalam memenuhi kebutuhan manusia [2]. Petani biasanya akan mengistirahatkan lahannya setelah musim panen dan akan melakukan budidaya ikan mas.

Pemberian pakan ikan merupakan hal yang penting karena ikan memerlukan makanan dalam skala yang tepat untuk memaksimalkan panen dan mencegah pemborosan pakan ikan. Pakan ikan yang diproduksi dalam negeri umumnya mengandung unsur nutrisi yang lengkap untuk ikan namun memiliki harga yang relatif mahal [3]. Berat pakan ikan sangat sulit ditentukan secara tepat. Pada budidaya ikan, metode pemberian pakan ikan bukan hal yang diprioritaskan, sehingga dapat menyebabkan pemborosan pakan ikan atau ketidakmaksimalan panen. Dalam budidaya ikan, pemberian pakan ikan menggunakan IoT sudah banyak dilakukan, namun masih memerlukan kontrol pengguna seperti menekan tombol pemberian pakan melalui *device* serta pakannya masih berdasarkan waktu dan jumlah tertentu tanpa metode khusus [4].

Menurut Kementrian Kelautan dan Perikanan, metode pemberian pakan ada dua yaitu sekenyangnya (*Ad Satiatio*) dan sesuai dengan perhitungan kebutuhan pakan berdasar berat tubuhnya (*Ad Libitum*). Berat pakan yang diberikan pada metode *Ad Libitum* adalah 3-5% berat tubuh per hari. Pakan diberikan 3-4 kali sehari, baik metode *Ad Satiatio* maupun *Ad Libitum* [5]. Metode *Ad Satiatio* merupakan teknik pemberian pakan yang sesuai dengan kemampuan konsumsi ikan. Peneliti mendapatkan kesimpulan pemberian pakan secara *Ad Satiatio* lebih baik daripada metode *Biomassa* [3]. Metode *Ad Satiatio* merupakan metode yang sangat efektif untuk diterapkan. Metode *Ad Satiatio* merupakan metode yang memperhatikan keberadaan ikan dalam proses pengimplementasiannya, sehingga menjadi sangat efektif bila dibandingkan dengan metode *Biomassa* atau *Ad Libitum*. Pemberian pakan ikan secara manual dan tanpa metode kurang efektif dalam memaksimalkan hasil panen dan menyebabkan biaya lebih besar.

Pada penelitian ini dilakukan implementasi metode *Ad Satiatio* untuk mendeteksi apakah ikan sudah kenyang atau belum. Peralatan yang digunakan ialah sensor IR, sensor ultrasonik, sensor sonar, dan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Sensor ultrasonik, sensor IR, dan sensor sonar digunakan untuk mendeteksi ikan. Ketika ikan sudah kenyang maka data pemberian pakan ikan dikirim ke *Thingspeak* untuk disimpan dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Penelitian ini dapat meningkatkan efektivitas budidaya ikan serta penghematan biaya yang dikeluarkan.

Topik dan Batasannya

Fokus dalam penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan metode *Ad Satiatio* pada sistem yang dibangun. Pembatasan yang dilakukan adalah ukuran akuarium dengan ukuran 60x30x30 dalam satuan centimeter, pembatasan terhadap jumlah ikan yaitu 30 ekor dan durasi pengujian dilakukan selama 3 minggu dengan pemberian pakan 2 kali setiap harinya. Batasan tersebut dilakukan karena keterbatasan waktu untuk melakukan pengujian serta *resources* yang dimiliki namun tetap mengikuti aturan standar untuk melakukan pengujian dan pengumpulan data.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah membangun sebuah sistem *fish feeder* dengan IoT dan mengimplementasikan metode *Ad Satiatio* untuk meningkatkan efektivitas budidaya ikan mas. Tujuan selanjutnya ialah menganalisis efektivitas metode *Ad Satiatio* dalam proses budidaya ikan berdasarkan berat ikan yang dihasilkan dan biaya pakan yang dikeluarkan.

Organisasi Tulisan

Pada jurnal ini terdapat 5 Bab dan masing-masing bab memiliki pembahasan yang berbeda. Pada Bab 2 dibahas tentang studi terkait yang mencakup definisi dan metode yang digunakan. Pada bab selanjutnya dibahas tentang sistem yang dibangun mencakup penjelasan diagram serta alur kerja sistem. Pada Bab 4 dijelaskan tentang pengujian dan analisis hasil pengujian. Pada Bab 5 terdapat kesimpulan dan saran untuk peneliti selanjutnya.

II. KAJIAN TEORI

2.1 Budidaya Perikanan

Budidaya perairan perikanan (akuakultur) merupakan suatu kegiatan yang memproduksi usaha pemeliharaan untuk mempertahankan kelangsungan hidup ikan pada suatu perairan secara terkontrol dalam memenuhi kebutuhan manusia [2]. Budidaya perikanan sudah berkembang baik dari segi teknologi maupun metode dan media budidaya dan pemberian pakan ikan dapat dilakukan dengan Arduino [6]. Salah satu media yang cukup baik dalam melakukan budidaya ikan mas adalah sawah atau sebuah lahan dialiri air yang biasanya dikerjakan petani untuk bertahan hidup. Terdapat 3 jenis budidaya ikan di sawah yaitu Penyeang, Palawija dan Tumpang sari [8].

2.2 Metode Pemberian pakan ikan

Dalam pemberian pakan ikan terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan dan tiap metode memiliki kelebihan dan ciri khas dalam pemberiannya kepada ikan. Pemberian pakan ikan dapat dilakukan dengan 3 metode yaitu secara *Ad Satiatio*, *Ad Libitum*, dan *Biomassa*.

2.2.1 Metode *Ad Satiation*

Metode *Ad Satiation* adalah salah satu dari tiga metode dalam pemberian pakan ikan. Metode *Ad Satiation* adalah metode pemberian pakan ikan dan berhenti ketika ikan sudah kenyang. Indikasi bahwa ikan sudah kenyang adalah ketika ikan sudah mulai menjauhi pakan yang diberikan dan bergerak ke dasar perairan. Dalam penelitian yang telah dilakukan metode *Ad Satiation* lebih efektif daripada metode *Biomassa* [3].

2.2.2 Metode *Ad Libitum*

Metode pemberian pakan ikan *Ad Libitum* adalah pemberian pakan kepada ikan hingga kenyang dan berhenti sesudahnya [3]. Dalam metode ini pakan tersedia dalam sebuah wadah dan dipastikan selalu tersedia kapanpun akan dikonsumsi oleh ikan. Perbedaan antara *Ad Libitum* dengan *Ad Satiation* adalah *Ad Libitum* pakan ikan nya akan selalu tersedia dalam wadah. Pada kondisi ikan ingin makan maka pakan sudah tersedia. Sedangkan untuk *Ad Satiation* pakan yang diberikan sesuai jadwal dan akan dihentikan ketika ikan sudah kenyang.

2.2.3 Metode *Biomassa*

Metode *Biomassa* adalah pemberian pakan ikan yang dilakukan dengan dosis yang sudah diukur 8% dari berat ikan. Metode ini berdasarkan pada kemampuan ikan dalam mengkonsumsi pakan yang diberikan. Metode ini juga merupakan metode yang paling efektif untuk dipilih sebagai pemberian pakan ikan jika dirasa terlalu rumit untuk menerapkan metode *Ad Satiation*. Namun untuk hasil panen metode *Biomassa* masih kurang unggul dari metode *Ad Satiation* [3].

2.3 Ikan Mas

Ikan mas adalah jenis ikan air tawar yang sering dibudidayakan oleh petani. Ikan mas telah dibudidayakan hampir sepanjang sejarah manusia, dan telah dibudidayakan di Cina setidaknya sejak 475 SM. Ikan mas berasal dari Eurasia Tengah dan disebarkan oleh manusia ke sebagian besar Eropa dan Asia. Ikan mas didistribusikan di semua benua kecuali Antartika, ikan mas dapat dianggap sebagai ikan air tawar yang paling banyak didistribusikan di dunia. Suhu air dan kadar air mempengaruhi pertumbuhan ikan mas dan hal tersebut dapat dimonitor dengan Arduino [7]. Pengosongan lambung ikan mas juga salah satu yang menarik karena tergolong cepat dan dipengaruhi oleh suhu dan pH lambung ikan tersebut [9]. Ikan Mas dapat hidup dengan baik di daerah dengan ketinggian 150-600 meter di atas permukaan air laut pada suhu 25-30°C. Dalam budidaya ikan aktivitas ikan mas dapat dipantau dengan IoT seperti pemantauan gerak atau untuk sekedar mengawasi perilaku ikan [10]. Penggunaan IoT dapat memaksimalkan panen ikan mas baik melalui pemberian pakan atau mempelajari

perilaku ikan [12]. Peralatan IoT yang digunakan dalam penelitian dapat ditempatkan pada media budidaya akuarium [13]. Peralatan yang digunakan memiliki keunikan masing-masing seperti dalam mendeteksi dan memberikan pakan ikan mas [14]. Pengamatan dilakukan untuk dapat memastikan bahwa pendeteksian serta pakan ikan diberikan pada waktunya [15]. Ikan mas termasuk ikan yang dapat dideteksi pergerakannya menggunakan sensor kamera dan *image processing*, sensor IR, sensor ultrasonik, dan sonar [16].

2.4 Pengukuran Pertumbuhan Ikan

Pertumbuhan ikan merupakan parameter yang penting yang perlu diukur karena dapat digunakan untuk mengetahui efektivitas metode yang digunakan. Efektivitas metode yang digunakan dalam budidaya ikan bisa diukur berdasarkan laju pertumbuhan relatif dan rasio konversi pakan.

2.4.1 Laju Pertumbuhan Relatif

Berdasarkan penelitian yang berhubungan dengan laju pertumbuhan relatif atau *relative growth rate* (RGR) ikan, RGR dapat dihitung dengan menggunakan rumus atau formula untuk memperoleh nilainya lajunya [11].

Rumus:

$$RGR = \frac{W_t - W_o}{W_o \times t} \times 100\% \quad (1)$$

Dari rumus diketahui bahwa RGR adalah laju pertumbuhan relatif, W_t adalah berat total ikan pada akhir pemeliharaan sedangkan W_o adalah berat total ikan pada awal pemeliharaan dan t adalah waktu.

2.4.2 Rasio konversi pakan

Rasio konversi pakan atau *Feed Conversion Ratio* (FCR) merupakan indikator yang umum digunakan di semua jenis pertanian dan di bidang penelitian. Rasio konversi pakan dapat memberikan indikasi seberapa efisien suatu pakan atau strategi pemberian pakan yang diberikan. Berdasarkan penelitian yang berhubungan dengan rasio konversi pakan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut [3] :

$$FCR = \frac{F}{(W_t - W_o)} \quad (2)$$

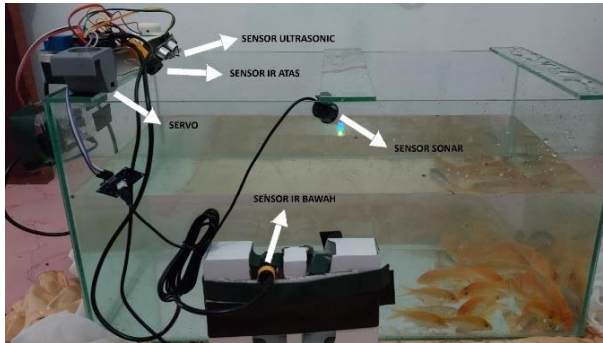
Dari rumus di atas F adalah total pakan yang diberikan, W_t adalah berat total akhir ikan dan W_o adalah berat total awal ikan. Semakin kecil nilai FCR

maka strategi pemberian pakan semakin baik karena adanya penghematan pakan.

III. METODE

3.1 Gambaran Umum Sistem

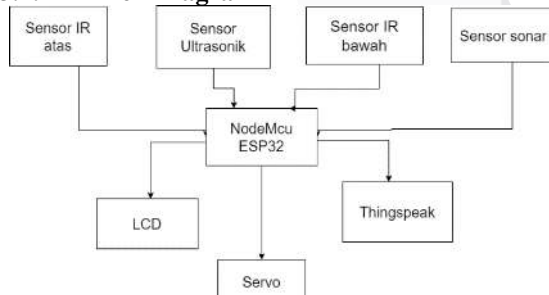
Sistem yang dibangun terdiri dari beberapa sensor. Sistem memiliki sensor yang bekerja dengan fungsinya masing-masing, seperti sensor IR yang akan mendeteksi ikan dan LCD yang menunjukkan waktu untuk pemberian pakan ikan.



Gambar 1 Prototipe sistem yang dibuat

Pada Gambar 1 terlihat prototipe sistem menggunakan metode *Ad Satiation* dimana pakan diberikan terus menerus sampai ikan kenyang lalu berhenti. Metode tersebut diketahui merupakan salah satu metode yang sangat efektif karena hasil yang didapat lebih unggul [3]. Berdasarkan metode yang digunakan maka dipilih penempatan sensor seperti gambar di atas. Penempatan sensor pendeteksi tidak diletakkan berdekatan untuk mendapatkan jangkauan yang lebih luas.

3.1.1 Blok Diagram



Gambar 2 Blok diagram sistem yang dibuat

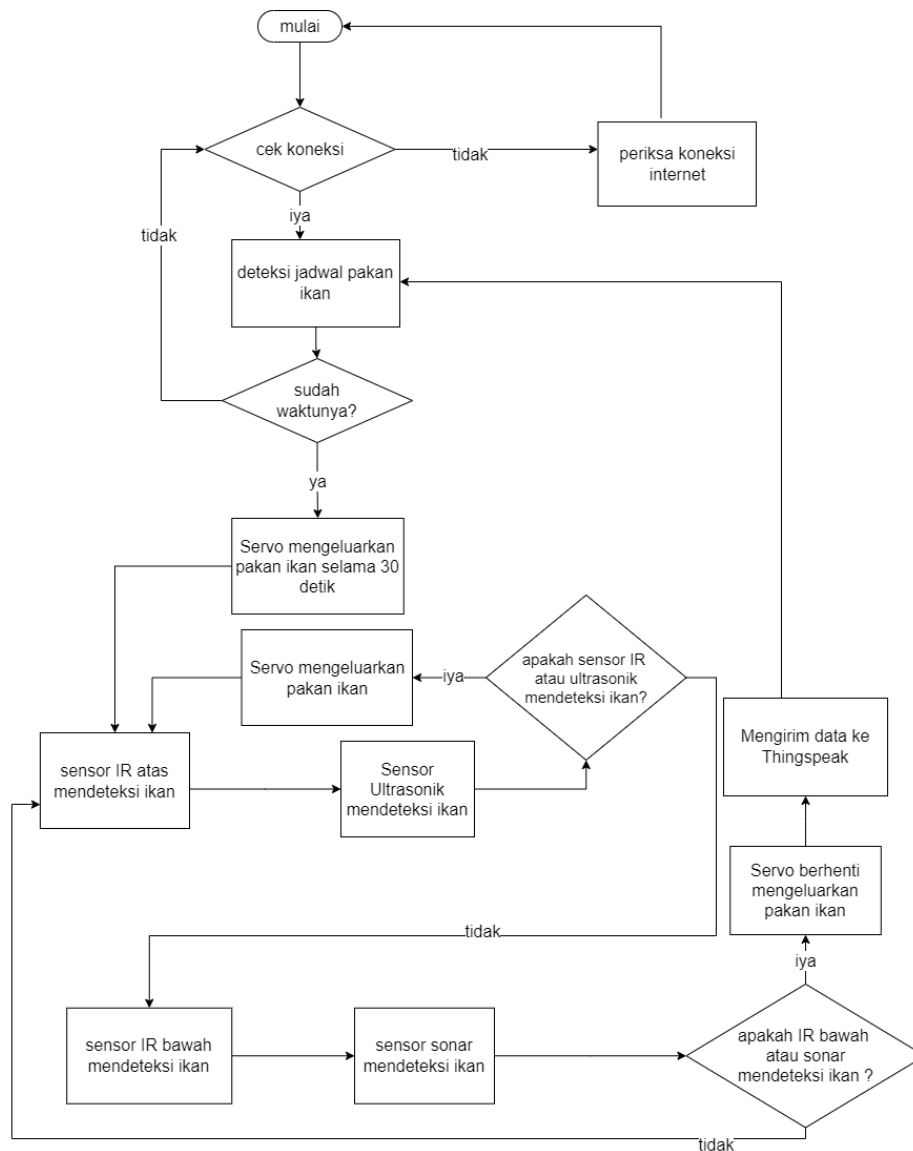
Gambar 2 merupakan gambar blok diagram sistem yang dibangun. Pada sistem tersebut terdapat sensor IR atas yang memiliki fungsi untuk mendeteksi ikan di permukaan air. Sensor IR bawah yang digunakan untuk mendeteksi ikan pada dasar air. Selanjutnya terdapat sensor ultrasonik yang mendeteksi ikan di permukaan seperti sensor IR atas. Sensor sonar digunakan untuk mendeteksi ikan di dasar air. LCD digunakan untuk menampilkan waktu pada sistem. Sistem yang dibangun memiliki servo yang berfungsi untuk mengeluarkan pakan ikan. Data dari sensor diproses oleh ESP32 untuk menentukan kapan pemberian pakan akan dimulai dan diakhiri. Jumlah putaran servo serta waktu akan dikirim ke *Thingspeak*. Pada gambar diagram blok terdapat 4 sensor yang digunakan dalam pendeteksian yaitu 2 sensor IR, 1 sensor sonar, dan 1 sensor ultrasonik. Pendeteksian bisa dilakukan dengan sensor kamera untuk mengurangi sensor yang digunakan, namun hal tersebut tidak dilakukan dalam penelitian ini karena beberapa alasan. Alasan utamanya tidak digunakan sensor kamera adalah sensor kamera dan *image processing* biasanya tidak dapat mendeteksi ikan dalam kondisi gelap dan ketika air sedang keruh. Berdasarkan alasan tersebut digunakan sensor sonar dan sensor ultrasonik dalam pendeteksian ikan karena sensor tersebut dapat mendeteksi ketika gelap dan air sedang keruh.

3.1.2 Fungsionalitas Sistem

Pada alat akan dimiliki beberapa fungsi yang diimplementasikan. Beberapa fungsi yang dimaksud adalah alat yang dibangun memiliki sensor yang dirancang dapat mendeteksi ikan yang ada di dasar air maupun di permukaan dengan menggunakan sensor IR, ultrasonik, dan sonar. Setiap sensor memiliki keunikan sesuai dengan fungsi dapat melakukan monitoring dan pendeteksian. Alat yang akan dibangun dapat mengeluarkan pakan ikan ketika servo sudah di *trigger*. Sistem dapat menampilkan data *realtime* pada LCD serta dapat mengirimkan data yang telah diproses *Thingspeak*.

3.1.3 Alur Kerja Sistem

Pada sistem yang dirancang terdapat beberapa fungsi untuk mendeteksi pergerakan ikan dan pemberian pakan. Fungsi pendeteksian ikan hingga mengumpulkan data serta dikirim ke *Thingspeak* memiliki beberapa proses yang dijelaskan pada *flowchart* di bawah.



Gambar 3 Flowchart sistem yang dibuat

Pada Gambar 3 dijelaskan proses tahapan dari mulai pengecekan koneksi internet yang bertujuan mengetahui alat sudah terhubung atau tidak. Kemudian dilanjutkan pendeteksian waktu pemberian pakan ikan sebagai pemicu pemberian pakan ikan oleh servo dan dilakukan pendeteksian ikan oleh sensor IR, sensor ultrasonik, dan sonar untuk menentukan kapan sistem akan berhenti. Dalam pendeteksian ikan dapat juga dilakukan dengan sensor kamera dan *image processing* namun tidak digunakan dalam penelitian ini karena membutuhkan spesifikasi yang tinggi untuk

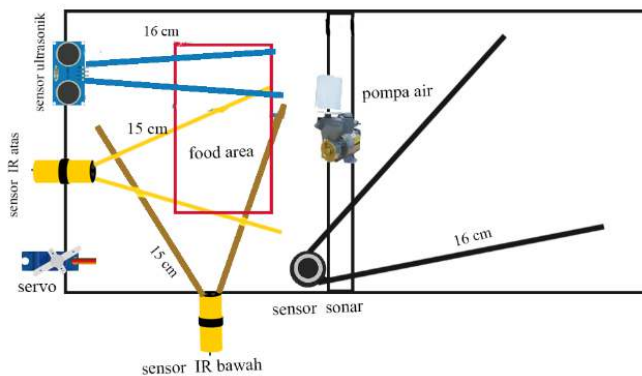
mengolah gambar dan biaya yang lebih mahal. Sistem akan berhenti ketika sensor mendeteksi ikan di dasar air dan akan mengirimkan data ke *Thingspeak*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

4.1.1 Fungsionalitas Sistem

Pada sistem terdapat 4 fungsi yaitu pendeteksian ikan di dasar maupun permukaan air, pemberian pakan oleh servo, penampilan waktu di LCD dan penampilan data di *Thingspeak*.



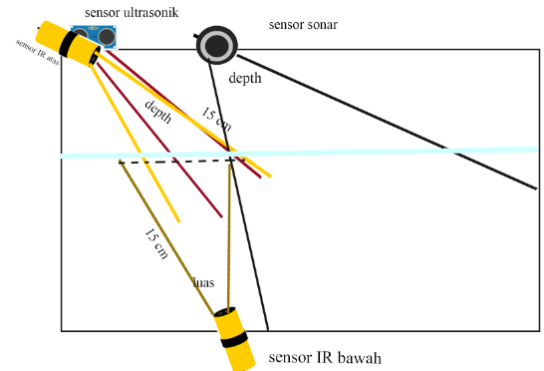
A. Tampak atas

Gambar 4 Area pendeteksian sensor
Gambar di atas ialah gambaran dari cakupan area masing masing sensor. Sensor IR atas dan sensor IR bawah memiliki jangkauan 15 - 30 cm di depan sensor. Sensor sonar dan ultrasonik dapat mendeteksi hingga 200 cm, namun pendeteksian ultrasonik dibatasi hanya sampai dengan 16 cm. Pembatasan pendeteksian oleh sensor ultrasonik dilakukan karena menyesuaikan keberadaan pakan ikan yang ada di permukaan air. Pendeteksian sonar dimulai lebih dari 16 - 30 cm karena bertujuan untuk mendeteksi ikan yang berada di dasar air. Pada gambar di atas terdapat kotak merah yang merupakan area ikan makan. Pakan ikan berkumpul pada area tersebut karena adanya pompa air yang membuat pakan berkumpul di area tersebut. Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa banyak



Gambar 5 Pemberian pakan oleh servo di LCD

Gambar 5 adalah proses pemberian pakan ikan. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa servo berhasil mengeluarkan pakan ikan. Pada Gambar 6 dapat



B. Tampak samping

terdapat area kosong yang tidak dapat dideteksi sensor IR atas namun hal tersebut tidak jadi masalah karena area kosong tersebut merupakan titik yang tidak menjadi tempat ikan makan.

Pada gambar di atas area di bawah permukaan air dapat dideteksi oleh sensor IR bawah dan sonar. Sensor IR bawah dan sensor sonar dapat di *setting* sesuai jarak area yang ingin dideteksi oleh karena hal itu hampir semua area dasar dapat dideteksi. Area yang tidak terdeteksi bukan menjadi masalah karena ikan biasanya tidak akan berdiam di satu area, sehingga ketika bergerak mendekati sensor sonar atau IR bawah pemberian pakan akan berhenti. Berdasarkan gambar dan paparan di atas menandakan bahwa fungsi pendeteksian dapat bekerja dengan baik.

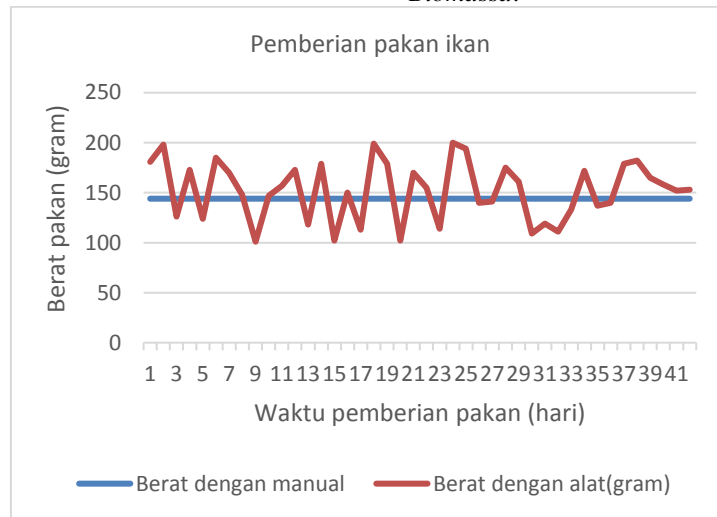


Gambar 6 Penampilan data dilihat LCD sedang menampilkan waktu pada layar dan menjadi bukti bahwa LCD berhasil bekerja.



Gambar 7 Grafik penampilan Thingspeak

Gambar 7 di atas merupakan tampilan grafik *Thingspeak*. Dari Gambar 7 dapat diketahui bahwa fungsi penampikan dan penyimpanan data di *Thingspeak* dapat berjalan dengan baik. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan data waktu dan jumlah putaran servo dapat ditampilkan di *Thingspeak*.



Gambar 8 Grafik pemberian pakan ikan

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan waktu atau jadwal yang sudah ditetapkan dan bersamaan dengan pemberian pakan secara *Biomassa*. Pengambilan data dilakukan selama 3 minggu setiap pukul 10:00 dan pukul 16:00. Data pada grafik didapatkan dengan cara menghitung berat

4.1.2 Pengukuran Data Berat Pakan Ikan

Pengambilan data berikut adalah statistik dari berat pakan ikan dengan cara *Ad Satiation* atau dengan sistem yang telah dibangun oleh penulis. Pada gambar dilampirkan data grafik untuk pemberian pakan yang dilakukan secara *Ad Satiation* dan *Biomassa*.

awal pada wadah yang telah disiapkan dan melakukan penghitungan diakhir dengan cara menghitung pengurangan yang terjadi selama waktu dan proses pemberian pakan. Total berat pakan akhirnya ialah 6048 gram untuk metode *Biomassa* dan 6385 gram untuk metode *Ad Satiation*.

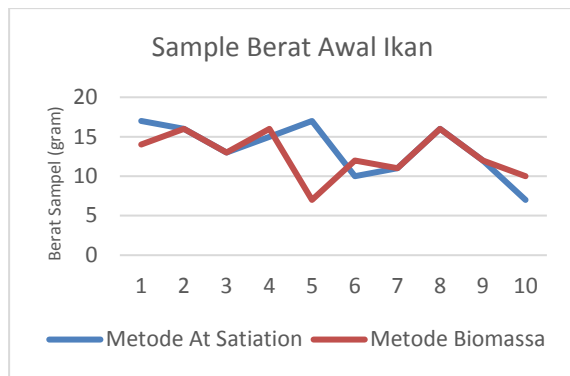
Tabel 1 Selisih berat pakan dengan timbangan dan jumlah putaran servo

Hari	Berat pakan dengan timbangan (gram)	Berat dengan servo		Selisih (gram)
		Jumlah putaran servo	Berat pakan (gram)	
1	190	377	195	6
2	150	303	157	7
3	155	312	161	6
4	159	291	150	9
5	124	266	138	14
6	165	318	164	1
7	149	300	155	7
8	126	283	146	20
9	156	325	168	12
10	141	304	157	16
11	163	312	161	2
12	157	328	170	13
13	167	339	175	8
14	158	319	165	7
15	135	255	132	4
16	115	238	123	8
17	153	358	185	33
18	139	255	131	8
19	181	337	174	7
20	162	264	136	26
21	153	273	141	12
Rata-rata	152	302	156	10

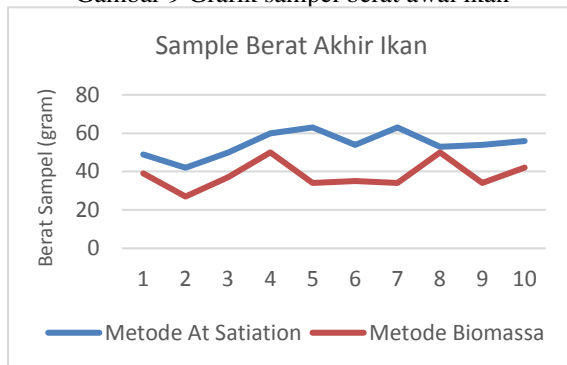
Tabel 1 merupakan perbandingan antara rata rata berat pakan per hari yang ditimbang secara manual dengan berat pakan yang diperoleh berdasarkan jumlah putaran servo. Perbandingan berat dilakukan setelah kalibrasi untuk mengetahui konversi putaran servo dalam gram. Kalibrasi servo dilakukan sebanyak 20 pengujian dengan jumlah putaran servo 200 putaran per pengujian. Dari kalibrasi yang telah dilakukan diketahui bahwa 200 putaran servo setara dengan 105 gram.

4.1.3 Pengukuran Data Sampel Berat Ikan

Pengambilan data berat total dilakukan untuk mendapatkan data sampel ikan sebelum dan setelah penerapan metode *Ad Satiation* dan *Biomassa*. Pengambilan dilakukan dengan cara menimbang menggunakan timbangan digital. Pengukuran berat dilakukan secara cepat untuk mencegah ikan kekurangan oksigen dan mati.



Gambar 9 Grafik sampel berat awal ikan



Gambar 10 Sampel berat akhir ikan

Pada grafik di atas sampel awal berat bersih nya ialah 14,1 gram untuk metode *Ad Satiation* dan 12,8 gram untuk metode *Biomassa* sedangkan berat akhirnya ialah 54,4 gram untuk metode *Ad Satiation* serta 38,2 gram untuk *Biomassa*.

4.1.4 Pengukuran Data Total Berat Ikan

Pengambilan data berat total dilakukan untuk mendapatkan data berat awal dan berat akhir ikan setelah penerapan metode *Ad Satiation* dan *Biomassa*. Pengambilan dilakukan dengan cara menimbang menggunakan timbangan digital. Pengukuran berat dilakukan secara cepat untuk mencegah ikan kekurangan oksigen dan mati.

Tabel 2 Total berat awal ikan

Metode	Berat Kotor	Berat wadah	Berat bersih
<i>Biomassa</i>	2088 gram	525 gram	1563 gram
<i>Ad Satiation</i>	2090 gram	525 gram	1565 gram

Tabel 3 Total berat akhir ikan

Metode	Berat Kotor	Berat wadah	Berat bersih
<i>Biomassa</i>	3259 gram	525 gram	2734 gram
<i>Ad Satiation</i>	3495 gram	525 gram	2970 gram

Data pada Tabel 2 dan Tabel 3 didapat berat total masing-masing metode sebelum dan setelah pengujian implementasi budidaya ikan.

4.2 Analisis Hasil Pengujian

4.2.1 Analisis Pengukuran Berat Pakan Ikan

Berdasarkan selisih berat pakan pada Tabel 1 diperoleh selisih sebesar 10,4 gram. Berdasarkan selisih tersebut dapat dihitung jumlah berat pakan harian berdasarkan putaran servo. Akurasi yang didapat adalah 6,84%. Berdasarkan akurasi yang diperoleh maka jumlah putaran servo dapat digunakan untuk menghitung berat pakan per hari sehingga tidak diperlukan penimbangan berat pakan secara manual.

4.2.1 Efektivitas Metode *Ad Satiation*

Berdasarkan Laju Pertumbuhan Relatif Ikan (RGR)

Hasil pengukuran berat total ikan (Tabel 2 dan Tabel 3) dapat digunakan untuk menghitung efektivitas laju pertumbuhan ikan. Sebelum dilakukannya perhitungan efektivitas maka perlu diketahui nilai RGR untuk masing-masing metode. Penghitungan nilai RGR dapat dihitung menggunakan Persamaan 1.

Laju pertumbuhan relatif ikan menggunakan metode *Ad Satiation* adalah sebagai berikut:

$$RGR = \frac{2.970gr - 1.565gr}{1.565 \times 21} \times 100\% = 4,27 \% / \text{hari}$$

Laju pertumbuhan relatif ikan menggunakan metode *Biomassa* adalah sebagai berikut:

$$RGR = \frac{2.734gr - 1563gr}{1563gr \times 21} \times 100\% = 3,56 \% / \text{hari}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan laju relatif dari metode *Ad Satiation* lebih baik dibanding metode *Biomassa*.

Selanjutnya efektivitas metode *Ad Satiation* dibanding metode *Biomassa* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Efektivitas Berdasarkan Laju Pertumbuhan Relatif Ikan} = \frac{4,27}{3,56} \times 100\% = 120 \%$$

Berdasarkan perhitungan di atas terbukti bahwa metode *Ad Satiation* lebih baik dari metode *Biomassa* karena pertumbuhan laju relatif ikan 120% lebih cepat.

4.2.2 Efektivitas Metode *Ad Satiation*

Berdasarkan Rasio Konversi Pakan (FCR)

Hasil pengukuran berat total ikan (Tabel 2 dan Tabel 3) dapat digunakan untuk menghitung efektivitas Rasio konversi pakan. Sebelum dilakukannya perhitungan efektivitas maka perlu diketahui nilai

FCR untuk masing-masing metode. Penghitungan nilai FCR dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.

Rasio konversi pakan untuk metode *Ad Satiation* adalah sebagai berikut:

$$FCR = \frac{6.385gr}{(2.970gr - 1.565gr)} = 4,54$$

Rasio konversi pakan untuk metode *Biomassa* adalah sebagai berikut:

$$FCR = \frac{6.048gr}{(2.734gr - 1.563gr)} = 5,16$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa rasio konversi pakan dari metode *Ad Satiation* lebih baik dibanding metode *Biomassa*.

Selanjutnya efektivitas metode *Ad Satiation* dibanding metode *Biomassa* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Efektivitas Berdasarkan Rasio Konversi Pakan} = \frac{4,54}{5,16} \times 100\% = 87,9\%$$

Berdasarkan efektivitas dari rasio konversi pakan ikan dapat diketahui bahwa metode *Ad Satiation* lebih baik dibanding *Biomassa*. Terbukti bahwa pemberian pakan metode *Ad Satiation* lebih sedikit dari *Biomassa* hanya 87,9 % sehingga terjadi penghematan biaya pakan 12,1%.

4.2.3 Efektivitas Metode *Ad Satiation* Berdasarkan Berat Total Ikan

Berdasarkan pengukuran pada (Tabel 3) dapat dihitung efektivitas berdasarkan berat total ikan. Penghitungan efektivitas langsung dapat dilakukan menggunakan berat bersih pada Tabel 2.

$$\text{Efektivitas berdasarkan berat total ikan} = \frac{2.970}{2.734} \times 100\% = 108\%$$

Berdasarkan efektivitas dari berat total ikan metode *Ad Satiation* memiliki efektivitas sebesar 108% yang menunjukkan bahwa metode *Ad Satiation* jauh lebih baik dari berat total yang dihasilkan.

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa metode *Ad Satiation* menghasilkan berat bersih ikan 108% dari metode *Biomassa*. Berdasarkan efektivitas RGR, FCR, dan berat total ikan terbukti bahwa *Ad Satiation* memiliki keunggulan karena dapat menghemat biaya pakan ikan dan memiliki laju pertumbuhan yang lebih besar serta hasil berat total akhir yang lebih besar.

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah berhasil dibangun sebuah sistem *fish feeder* dengan IoT dan diimplementasikan metode *Ad Satiation* untuk meningkatkan efektivitas budidaya ikan mas. Penggunaan sensor IR juga dapat

bekerja dengan baik selama pendeteksian ikan. Sensor sonar dan ultrasonik dapat membantu sensor IR dalam pendeteksian ikan ketika kondisi gelap dan air sedang keruh serta dapat menambah area yang bisa dideteksi oleh sensor. Servo yang terdapat pada sistem dapat memberikan pakan dengan baik serta pengiriman data ke *Thingspeak* juga berhasil dikirimkan. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa laju pertumbuhan relatif (RGR) metode *Ad Satiation* jauh lebih unggul dari metode *Biomassa* dengan efektivitas sebesar 120 %. Berdasarkan pengukuran rasio konversi pakan (FCR), metode *Ad Satiation* memiliki nilai FCR sebesar 4,54 sedangkan metode *Biomassa* sebesar 5,16. Berdasarkan nilai FCR tersebut, maka disimpulkan bahwa *Ad Satiation* lebih baik karena memiliki nilai FCR lebih kecil. Efektivitas berdasarkan rasio konversi pakan sebesar 87,9% sehingga diperoleh penghematan pakan sebesar 12,1%. Berdasarkan berat total ikan dapat disimpulkan bahwa metode *Ad Satiation* jauh lebih baik dibanding *Biomassa* dengan efektivitas sebesar 108%. Untuk penelitian selanjutnya pengujian dapat dilakukan dengan durasi lebih dari 3 minggu, ukuran media pengujian yang lebih besar seperti kolam serta digunakan metode yang berbeda seperti *Ad Libitum*.

REFERENSI

- [1] Nulhakim, L. 2014. Alat Pemberi Makan Ikan di Akuarium Berbasis Mikrokontroler Atmega16.
- [2] Soebjakto, s., & d., K. B. 2016. Petunjuk Teknis Sarana Budidaya Minapadi Perikanan.
- [3] Utomo, P. H. 2005. Pengaruh Cara Pemberian Pakan Yang Berbeda Terhadap Konversi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) di Keramba Jaring Apung. Jurnal Akuakultur Indonesia.
- [4] Dwiyantri, Y. 2017. Prototipe Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Android Dan Mikrokontroler. Bandung: Universitas Telkom.
- [5] Wazzan, I. M. 2020, Maret 26. <https://kkp.go.id/brsdm/artikel/18233-autofeeder-memberi-pakan-ikan-tak-lagi-kerepotan>. (kkp.go.id)
- [6] Dada, E. G. 2018. Arduino Uno Microcontroller Based Automatic Fish Feeder.
- [7] Himawan, H. 2018. Pengembangan Alat Pemberi Makan Ikan Otomatis Menggunakan Arduino Terintegrasi Berbasis IoT. Telematika
- [8] Lestari, A. N. 2017. Penerapan Minapadi Dalam Rangka Mendukung Ketahanan Pangan dan Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat
- [9] Zidni, I. 2018. Laju Pengosongan Lambung Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) dan Ikan Nila

- (Oreochromis Niloticus). Jurnal Perikanan dan Kelautan.
- [10] Wilianto, A. K. 2018. Sejarah, Cara Kerja dan Manfaat Internet of Things.
- [11] Takeuchi, T. S. 1983. Requirement of Tilapia Niloticus For Essential Fatty Acids. Japan.
- [12] Waluyo, A. 2018. Pemberi Pakan Ikan Otomatis Menggunakan ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT).
- [13] Fonna, H. I. 2020. Penerapan IoT (Internet of Things) untuk Pemberian Pakan Ikan pada Aquarium. Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi dan Komputer.
- [14] Akbar, D. B. 2019. Online Monitoring Kualitas Air Waduk Berbasis *Thingspeak*.
- [15] Aakash , R., & S, A. R. 2020. Smart Aquarium Management System.
- [16] Haryanto. 2020. Sistem Monitoring Akuaponik Berbasis Image Processing.