



# LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LPPM) UNIVERSITAS BOJONEGORO

Sekretariat Panitia : Kantor Pusat UNIGORO, Jl. Lettu Suyitno No. 2 Telp (0353) 881984 – 885444 BOJONEGORO

## SURAT PERJANJIAN KONTRAK PENELITIAN NOMOR : 083 / LPPM-LIT / UB / XI / 2024

Pada Hari Ini Jum'at Tanggal Lima Belas Bulan November Tahun Dua Ribu Dua Puluh Empat, yang bertanda tangan dibawah ini :

1. **Dr. LAILY AGUSTINA RAHMAWATI, S.Si., M.Sc.** selaku Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Bojonegoro, selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA.
2. **FAISAL ASHARI., S.Pd., M.T** selaku Dosen Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro selaku Peneliti, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

Kedua belah pihak menyatakan bersepakat untuk membuat perjanjian kontrak penelitian sebagai berikut :

### **Pasal 1** **Judul Penelitian**

PIHAK PERTAMA dalam jabatannya tersebut di atas, memberikan tugas kepada PIHAK KEDUA untuk melaksanakan penelitian yang berjudul:

"PERANCANGAN DAN ANALISIS EFISIENSI PROTOTIPE ALAT PAKAN OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROL DALAM BUDIDAYA PERIKANAN"

### **Pasal 2** **Waktu dan Biaya Penelitian**

- (1) Waktu penelitian adalah 5 bulan, dari **15 November 2024** sampai dengan **28 Februari 2025**.
- (2) Biaya pelaksanaan penelitian ini dibebankan pada Anggaran Universitas Bojonegoro Tahun 2024/2025 dengan **nilai kontrak sebesar Rp.5.000.000,- (Lima Juta Rupiah)**

### **Pasal 3** **Cara Pembayaran**

Pembayaran biaya penelitian diberikan sesuai dengan aturan dan tata cara yang telah ditetapkan dalam Pedoman Penelitian Universitas Bojonegoro, yaitu:

- (1) Tahap I sebesar 60% dari nilai kontrak yang diterimakan paling cepat dua minggu setelah surat perjanjian kontrak penelitian ini ditandatangani oleh kedua pihak melalui Bendahara Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Bojonegoro dengan bukti pencairan Tahap I berupa Proposal yang telah disetujui oleh LPPM dan Surat Keputusan Penerima Hibah Internal.
- (2) Tahap II sebesar 40% dari nilai kontrak yang diterimakan setelah PIHAK KEDUA menyelesaikan seluruh kewajiban pekerjaan penelitian yang dibuktikan dengan dokumen laporan penelitian dan bukti submit jurnal minimal **terakreditasi Sinta**.

#### **Pasal 4**

##### **Keaslian Penelitian dan bebas dari ikatan dengan Pihak Lain**

- (1) PIHAK KEDUA bertanggungjawab atas keaslian judul penelitian sebagaimana disebutkan dalam pasal 1 Surat Perjanjian Kontrak Penelitian ini (bukan duplikat/jiplakan/plagiat) dari penelitian orang lain.
- (2) PIHAK KEDUA menjamin bahwa judul penelitian tersebut bebas dari ikatan dengan pihak lain atau tidak sedang didanai oleh pihak lain.
- (3) Apabila di kemudian hari diketahui ketidakbenaran pernyataan ini, maka kontrak penelitian dinyatakan batal, dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana yang telah diterima.

#### **Pasal 5**

##### **Monitoring Penelitian**

- (1) PIHAK PERTAMA berhak untuk:
  - a. Melakukan pengawasan administrasi, monitoring, dan evaluasi terhadap pelaksanaan penelitian
  - b. Memberikan sanksi jika dalam pelaksanaan penelitian terjadi pelanggaran terhadap isi perjanjian oleh peneliti
  - c. Bentuk sanksi disesuaikan dengan tingkat pelanggaran yang dilakukan
- (2) Pemantauan kemajuan penelitian dilakukan oleh PIHAK PERTAMA.

#### **Pasal 6**

##### **Laporan Kemajuan dan Laporan Akhir Penelitian**

- (1) PIHAK KEDUA wajib menyerahkan Laporan Kemajuan kepada PIHAK PERTAMA **paling lambat tanggal 17 Januari 2025 atau tiga bulan setelah tanggal penandatanganan kontrak**.

- (2) Setelah Laporan Kemajuan disetujui oleh LPPM, PIHAK KEDUA wajib menyerahkan **Laporan Akhir dan bukti submit Jurnal minimal terakreditasi sinta paling lambat tanggal 28 Februari 2025.**
- (3) Berkas-berkas Laporan Akhir meliputi:
  - a. Laporan lengkap penelitian sebanyak 3 (tiga) eksemplar dengan cover merah muda.
  - b. Salinan tautan jurnal, atau tangkapan gambar layar proses submit jurnal dan diletakkan di halaman paling belakang laporan.
- (4) Format laporan hasil penelitian sesuai dengan aturan-aturan yang telah ditetapkan pada surat Nomor: 007/LPPM/UB/III/2023 yang beralamatkan <https://www.unigoro.ac.id/lppm-lit-pkm/>.

### **Pasal 7 Sanksi**

Segala kelalaian baik disengaja maupun tidak, sehingga menyebabkan keterlambatan menyerahkan laporan hasil akhir penelitian dengan batas waktu dalam pasal 2 yang telah ditentukan akan mendapatkan sanksi sebagai berikut.

- (1) Apabila PIHAK KEDUA menyerahkan Laporan Kemajuan tetapi tidak menyerahkan Laporan Akhir dan bukti submit jurnal maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan 60% dana penelitian yang telah diterima.
- (2) Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan Laporan Kemajuan dan tidak menyerahkan Laporan Akhir serta bukti submit jurnal maka PIHAK KEDUA akan diberikan sanksi denda sebesar nilai kontrak sebagaimana tercantum pada Pasal 2 Ayat 2.

### **Pasal 8 Penutup**

Perjanjian ini berlaku sejak ditandatangani dan disetujui oleh PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA.

**PIHAK PERTAMA**  
Ketua LPPM Unigoro



**Dr. LAILY AGUSTINA R. S.Si., M.Sc.**  
NIDN. 07 210886 01

**PIHAK KEDUA**  
Peneliti



2011AMX032466788

**FAISAL ASHARI., S.Pd., M.T**  
NIDN. 0719019501

**USULAN**  
**PENELITIAN INTERNAL DOSEN**  
**Program Studi Teknik Industri Fakultas Saintek**



**Analisis Efisiensi Prototipe Alat Pakan Otomatis Berbasis  
Mikrokontrol dalam Budidaya Perikanan**

**Tim Peneliti:**  
**Faisal Ashari., S.Pd., M.T**

*Dibiayai oleh:*  
*Universitas Bojonegoro*  
*Periode 1 Tahun Anggaran 2024/2025*

**Nomor Kontrak:**  
**083 / LPPM-LIT / UB / X / 2024**

**UNIVERSITAS BOJONEGORO**  
**2025**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**LAPORAN PENELITIAN MANDIRI**

- 1. Judul Penelitian** : Analisis Efisiensi Prototipe Alat Pakan Otomatis Berbasis Mikrokontrol dalam Budidaya Perikanan
- 2. Tema** : Sistem Manufacture dan Jasa
- 3. Ketua Peneliti**
- a. Nama Peneliti : Faisal Ashari., S.Pd.,M.T
  - b. NIDN : 0719019501
  - c. Program Studi : Teknik Industri
  - d. E-mail : [Faisal.gaxes@gmail.com](mailto:Faisal.gaxes@gmail.com)
  - e. Bidang Keilmuan : Rekayasa Sistem Pengembangan Produk
- 4. Anggota Peneliti 1**
- a. Nama (Mahasiswa) : Ary Angga Fachreza
  - b. NIDN : 22262011010
  - c. Program Studi : Teknik Industri
  - d. E-mail : [aryanggafachreza@gmail.com](mailto:aryanggafachreza@gmail.com)
  - e. Bidang Keilmuan : Teknik Industri
- 5. Anggota Peneliti 2**
- a. Nama (Mahasiswa) : Nayla Farikha Zahra
  - b. NIM : 23262011040
  - c. Program Studi : Teknik Industri
  - d. E-mail :
  - e. Bidang Keilmuan : Teknik Industri
- 6. Jangka Waktu Penelitian** : 6 Bulan
- 7. Lokasi Penelitian** : Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro
- 8. Dana Diusulkan** : 5.000.000,-

**Mengetahui,**

Ketua LPPM Universitas Bojonegoro



**Dr. Nayla Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.**  
NIDN 07 2108 8601

Bojonegoro, 28 Februari 2025

Pengusul,

**Faisal Ashari., S.Pd, M.T**  
NIDN. 07 1901 9501

## **KATA PENGANTAR**

Dengan rasa hormat dan kepercayaan yang tinggi kepada Allah SWT, saya mengucapkan puji syukur kehadirat-Nya atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penelitian ini dapat disusun dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis efisiensi prototipe alat pakan otomatis berbasis mikrokontrol untuk mendukung optimalisasi budidaya perikanan. Judul penelitian ini adalah Perancangan dan Analisis Efisiensi Prototipe Alat Pakan Otomatis Berbasis Mikrokontrol dalam Budidaya Perikanan.

Dalam era modern ini, teknologi berbasis mikrokontrol menjadi salah satu inovasi yang banyak digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas di berbagai sektor, termasuk dalam budidaya perikanan. Alat pakan otomatis berbasis mikrokontrol diharapkan dapat memberikan solusi efisien dalam pemberian pakan ikan, sekaligus mengurangi ketergantungan pada proses manual yang memerlukan waktu dan tenaga yang banyak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe alat pakan otomatis yang tidak hanya dapat memberikan pakan pada waktu yang tepat, tetapi juga dapat menyesuaikan jumlah pakan dengan kebutuhan ikan yang terus berkembang sesuai dengan umur dan ukuran ikan.

Pembangunan dan analisis efisiensi alat pakan otomatis ini menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Dengan menggunakan teknologi mikrokontrol, diharapkan alat ini dapat membantu para petani ikan dan pelaku budidaya perikanan untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan usaha mereka. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengurangi pemborosan pakan yang sering terjadi pada sistem pemberian pakan manual.

Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif tidak hanya dalam pengembangan teknologi budidaya perikanan, tetapi juga dalam upaya meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sektor perikanan secara keseluruhan. Saya berharap bahwa penelitian ini dapat memberikan solusi yang bermanfaat dan dapat diterapkan dengan mudah oleh berbagai kalangan, termasuk petani ikan skala kecil maupun besar.

Akhir kata, saya mohon maaf jika masih terdapat kekurangan dalam penyusunan proposal ini. Saya terbuka untuk menerima saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga penelitian ini dapat menjadi langkah awal yang baik dalam menciptakan sistem budidaya perikanan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

## DAFTAR ISI

|  |           |
|--|-----------|
| LEMBAR PENGESAHAN.....                                 | I         |
| KATA PENGANTAR.....                                    | II        |
| DAFTAR ISI.....  | III       |
| RINGKASAN.....   | IV        |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                               |           |
| A. Analisa Situasi.....                                | 1         |
| B. Permasalahan Mitra.....                             | 3         |
| <b>BAB II SOLUSI PERMASALAHAN</b>                      |           |
| A. Persoalan Prioritas.....                            | 4         |
| B. Jenis Luaran dari Solusi yang ditawarkan.....       | 4         |
| B. Penelitian Terkait.....                             | 4         |
| <b>BAB III METODE PELAKSANAAN</b>                      |           |
| A. Alur Pengabdian Kepada Masyarakat.....              | 6         |
| B. Pihak-Pihak yang Terlibat dalam PKM.....            | 6         |
| C. Metode dan Tahapan dalam Penerapan TTG.....         | 6         |
| D. Partisipasi Mitra.....                              | 7         |
| E. Evaluasi Pelaksanaan dan Keberlanjutan Program..... | 7         |
| F. Tim Pengusul PKM.....                               | 7         |
| <b>BAB IV RENCANA LUARAN DAN TARGET CAPAIAN</b>        |           |
| A. Rencana Luaran.....                                 | 9         |
| <b>BAB V JADWAL DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA</b>         |           |
| A. Jadwal Pengabdian Kepada Masyarakat.....            | 11        |
| B. Rencana Anggaran Biaya.....                         | 11        |
| <b>DAFTAR PUSTAKAN.....</b>                            | <b>12</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>  |           |

## DAFTAR TABEL

## **DAFTAR GAMBAR**

## RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis efisiensi prototipe alat pakan otomatis berbasis mikrokontroler dalam budidaya perikanan. Alat ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pemberian pakan, yang merupakan faktor penting bagi pertumbuhan dan kesehatan ikan. Dengan menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai otak utama sistem, alat ini dilengkapi dengan LCD 12x6 untuk menampilkan informasi terkait waktu pemberian pakan dan status alat, serta motor mekanik untuk mekanisme otomatis pemberian pakan. Sistem ini dirancang untuk memberikan pakan secara rutin dua kali dalam sehari dengan volume yang bertambah secara bertahap sesuai dengan perkembangan usia ikan.

Dalam penelitian ini, metode eksperimen digunakan untuk menguji efektivitas alat pakan otomatis dalam kondisi nyata. Pengujian dilakukan di kolam budidaya ikan, di mana alat akan dioperasikan selama periode tertentu untuk mengamati bagaimana pengaruhnya terhadap efisiensi pemberian pakan dan pertumbuhan ikan. Data yang dikumpulkan meliputi jumlah pakan yang diberikan dan pertumbuhan ikan pada interval waktu tertentu, dengan tujuan untuk membandingkan hasil alat pakan otomatis dengan metode pemberian pakan manual. Uji validitas dan reliabilitas alat juga dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan desain dan memberikan hasil yang konsisten.

Hasil penelitian ini akan dianalisis secara kuantitatif untuk melihat seberapa besar efisiensi alat pakan otomatis dalam mengoptimalkan penggunaan pakan dan mendorong pertumbuhan ikan. Diharapkan alat ini tidak hanya memberikan pakan dalam jumlah yang tepat tetapi juga dapat membantu mengurangi pemborosan pakan, yang sering kali menjadi masalah dalam budidaya perikanan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi tepat guna untuk mendukung sektor perikanan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Budidaya perikanan memiliki peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan pangan global, khususnya dalam penyediaan sumber protein hewani yang bernutrisi tinggi (1). Dengan meningkatnya populasi dunia, permintaan akan produk perikanan semakin meningkat, menjadikan budidaya perikanan sebagai sektor yang strategis dan perlu dikembangkan (2). Namun, sektor ini masih menghadapi tantangan besar dalam hal efisiensi, terutama terkait pemberian pakan. Proses pemberian pakan yang tidak terkontrol atau tidak terukur dengan baik sering kali mengakibatkan pemborosan sumber daya dan peningkatan biaya operasional. Selain itu, sisa pakan yang tidak dimakan oleh ikan dapat mencemari air, menurunkan kualitas lingkungan kolam, dan menghambat pertumbuhan ikan akibat stress lingkungan yang dihasilkan.

Seiring dengan perkembangan teknologi, otomatisasi dalam pemberian pakan telah muncul sebagai salah satu solusi potensial untuk mengatasi tantangan ini. Teknologi mikrokontroler, seperti Arduino, memberikan kemudahan dalam merancang alat yang dapat mengontrol proses pemberian pakan secara otomatis, menyesuaikan jumlah dan frekuensi pemberian pakan sesuai dengan kebutuhan spesifik ikan pada setiap tahap usia. Dengan demikian, penggunaan mikrokontroler memungkinkan sistem yang lebih presisi dalam mengatur pakan sehingga dapat meningkatkan efisiensi serta mencegah pemborosan. Berdasarkan kebutuhan ini, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pengujian prototipe alat pakan otomatis berbasis mikrokontroler yang diharapkan dapat menjadi alternatif bagi sistem pemberian pakan manual yang umumnya digunakan dalam budidaya perikanan.

Untuk mengevaluasi kinerja alat pakan otomatis ini, penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilakukan dalam lingkungan budidaya perikanan yang sesungguhnya. Prototipe alat pakan otomatis akan dipasang pada kolam ikan dan dioperasikan selama periode tertentu untuk mengamati bagaimana pengaruh alat ini terhadap efisiensi penggunaan pakan serta pertumbuhan ikan. Dalam eksperimen ini, pengujian akan melibatkan pengumpulan data terkait jumlah pakan yang diberikan, tingkat konsumsi ikan, dan tingkat pertumbuhan ikan. Data yang diperoleh akan dianalisis untuk menilai efektivitas alat dalam mengurangi pemborosan pakan, meningkatkan efisiensi pemberian pakan, serta mendukung pertumbuhan ikan secara optimal. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi otomatisasi di bidang perikanan, yang tidak hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan dalam proses budidaya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dirumuskan masalah yang ditentukan yaitu :

1. Bagaimana merancang prototipe alat pakan otomatis berbasis mikrokontrol yang dapat memenuhi kebutuhan efisiensi dalam budidaya perikanan?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan alat pakan otomatis terhadap efisiensi pemberian pakan, serta pertumbuhan dan kesehatan ikan dalam jangka waktu tertentu?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang prototipe alat pakan otomatis berbasis mikrokontrol yang sesuai untuk meningkatkan efisiensi dalam budidaya perikanan.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan alat pakan otomatis terhadap efisiensi pemberian pakan, serta pertumbuhan dan kesehatan ikan dalam jangka waktu tertentu.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi otomatisasi yang efisien bagi petani ikan dalam mengatur pemberian pakan secara tepat waktu dan terukur. Dengan penggunaan alat pakan otomatis, penelitian ini berpotensi mengurangi pemborosan pakan serta meminimalkan dampak negatif terhadap kualitas air kolam, yang mendukung kesehatan dan pertumbuhan ikan secara optimal. Selain itu, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi otomatisasi di bidang budidaya perikanan, sehingga dapat menjadi referensi untuk inovasi serupa di masa mendatang.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **1.1 Budidaya Perikanan**

Budidaya perikanan adalah kegiatan pemeliharaan dan pengelolaan ikan atau organisme akuatik lainnya di lingkungan yang dikendalikan (3), dengan tujuan untuk meningkatkan populasi dan kualitas hasil perikanan guna memenuhi kebutuhan pangan manusia. Sebagai salah satu sumber protein hewani yang vital (4), sektor perikanan memiliki peran strategis dalam ketahanan pangan, baik di tingkat lokal maupun global. Dalam prosesnya, budidaya perikanan mencakup beberapa aspek penting, yaitu pemilihan jenis ikan, manajemen kualitas air, pemberian pakan, dan pengendalian hama dan penyakit.

##### **1.1.1 Pemilihan Jenis Ikan**

Pemilihan jenis ikan yang akan dibudidayakan sangat mempengaruhi keberhasilan budidaya perikanan. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan meliputi kondisi lingkungan, ketersediaan pakan, serta tingkat permintaan pasar. Jenis ikan yang umum dibudidayakan di Indonesia antara lain ikan nila, lele, patin, dan bandeng. Pemilihan jenis ikan harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan budidaya seperti jenis air (tawar, payau, atau laut), suhu, oksigen terlarut, dan salinitas.

### **1.1.2 Manajemen Kualitas Air**

Kualitas air adalah salah satu faktor krusial dalam budidaya perikanan, karena kondisi air yang buruk dapat menyebabkan stres pada ikan dan meningkatkan risiko penyakit. Parameter kualitas air yang perlu diperhatikan mencakup suhu, pH, kadar oksigen terlarut, amonia, nitrit, dan kandungan bahan organik. Pengelolaan kualitas air dilakukan dengan mengontrol parameter-parameter tersebut agar sesuai dengan kebutuhan spesifik jenis ikan yang dibudidayakan. Salah satu cara untuk menjaga kualitas air adalah dengan sistem resirkulasi air atau penggantian air secara berkala, serta dengan mengurangi limbah organik melalui pengendalian pemberian pakan.

### **1.1.3 Pemberian Pakan**

Pemberian pakan adalah faktor penentu dalam pertumbuhan dan kesehatan ikan. Pakan mengandung nutrisi yang dibutuhkan ikan, seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral. Pakan dapat berupa pakan alami maupun pakan buatan. Pemberian pakan harus dilakukan secara teratur dan sesuai dengan kebutuhan ikan berdasarkan fase pertumbuhannya. Pada fase larva, misalnya, ikan membutuhkan pakan dengan kandungan protein yang tinggi. Sedangkan pada fase dewasa, pakan dengan kandungan energi lebih tinggi biasanya lebih dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan yang optimal.

Pemberian pakan secara manual memiliki beberapa kelemahan, seperti potensi pemberian pakan berlebih (*overfeeding*) atau kekurangan (*underfeeding*). *Overfeeding* dapat menyebabkan pemborosan dan mencemari kualitas air, sementara *underfeeding* menghambat pertumbuhan ikan. Oleh karena itu, pemberian pakan otomatis berbasis teknologi menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi dan ketepatan jumlah pakan sesuai dengan kebutuhan ikan.

### **1.1.4 Teknologi dalam Budidaya Perikanan**

Seiring berkembangnya teknologi, budidaya perikanan telah mengalami banyak kemajuan, terutama dalam otomatisasi dan kontrol lingkungan. Mikrokontroler seperti Arduino sering digunakan untuk membuat sistem otomatis yang terjangkau, termasuk untuk mengatur

pemberian pakan, mengukur parameter kualitas air, dan bahkan untuk monitoring kondisi lingkungan secara real-time. Teknologi ini memungkinkan pemantauan yang lebih akurat dan peningkatan efisiensi dalam proses budidaya. Misalnya, alat pakan otomatis yang berbasis mikrokontroler dapat diprogram untuk memberikan pakan pada waktu tertentu, dengan jumlah yang sesuai dengan usia dan ukuran ikan, sehingga mengurangi pemborosan pakan.

## **1.2 Arduino**

Arduino adalah kontroler mikro single-board yang bersifat open-source, didesain untuk mempermudah penggunaan elektronik di berbagai bidang. Lingkungan Arduino merupakan perangkat lunak IDE (Integrated Development Environment) gratis yang dikembangkan oleh Arduino Corp. Karena sifatnya yang gratis, pengembangan perangkat lunak dengan Arduino jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode pengembangan perangkat lunak lainnya. Hardware Arduino menggunakan prosesor Atmel AVR, sementara softwarena menggunakan bahasa pemrograman yang khusus. Arduino adalah kit mikrokontroler serba bisa yang sangat mudah digunakan. Untuk membuatnya beroperasi, diperlukan chip programmer untuk menanamkan bootloader Arduino pada chip. Arduino merupakan hardware single-board open-source yang juga menyediakan software open-source. Di sisi perangkat lunak, Arduino dapat berjalan di berbagai platform, termasuk Linux, Windows, dan Mac.

Salah satu keunggulan Arduino adalah tidak memerlukan perangkat keras tambahan (seperti programmer atau downloader) untuk memuat atau meng-upload kode baru ke mikrokontroler. Cukup menggunakan kabel USB untuk memulai menggunakan Arduino. Selain itu, IDE Arduino menggunakan bahasa pemrograman C++ yang disederhanakan, sehingga memudahkan proses pembelajaran pemrograman. Arduino telah menjadi papan sirkuit pemrograman yang sangat populer dan merupakan standar dalam fungsi mikrokontroler dengan paket yang mudah diakses.

### **1.2.1 Arduino Uno**

Arduino UNO adalah papan mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO dapat mengenali lingkungannya dengan menerima input dari berbagai sensor dan dapat memengaruhi sekitarnya dengan mengontrol lampu, motor, dan perangkat aktuator lainnya. Arduino UNO memiliki 14 pin input/output digital, di mana 6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM, serta 6 input analog.

Selain itu, terdapat osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack daya, header ICSP, dan tombol reset. Arduino UNO menyediakan semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, memudahkan pengguna untuk menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB, adaptor AC ke DC, atau menggunakan baterai untuk menghidupkannya.



**Gambar 2.2.1.** Tampilan Depan Arduino Uno.  
(Sumber: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc))

### 1.3 Relay

Relay adalah salah satu jenis perangkat saklar kendali listrik otomatis yang mengatur aliran listrik untuk menghidupkan atau mematikan sirkuit keluaran saat jumlah masukan mencapai batas tertentu. Dalam beberapa tahun terakhir, relay telah menunjukkan tren penggunaan yang semakin kecil, lebih kompak, dan lebih hemat energi seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi elektronik. Penggunaan relay magnetik juga semakin umum dalam berbagai bidang seperti jaringan pintar, penerbangan, militer, dan kehidupan sehari-hari karena konsumsi daya yang rendah. Mekanisme elektromagnetik merupakan inti dari operasi relay, dengan gaya elektromagnetik sebagai indikator penting dari karakteristiknya (Fan et al., 2020).

Dalam penelitian ini, Relay dimanfaatkan untuk mengontrol secara

otomatis kapan sistem semprotan kabut harus diaktifkan atau dimatikan, tergantung pada informasi yang diberikan oleh sensor suhu dan kelembapan. Saat suhu atau kelembapan mencapai nilai tertentu yang telah ditetapkan sebagai kondisi buruk bagi pertumbuhan jamur tiram, relai akan menyalakan sistem semprotan kabut agar menyemprotkan air kabut sesuai dengan kebutuhan parameter yang ditentukan.

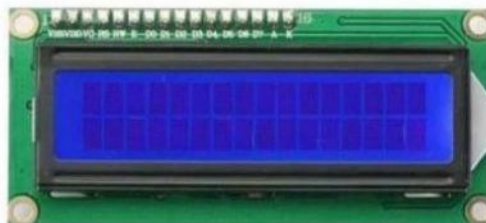


**Gambar 2. 1 Relay**

(Sumber : <https://digiwarehouse.com>)

#### **1.4 LCD 16x2**

LCD (Liquid Crystal Display) 16x2 adalah jenis layar tampilan yang umum digunakan dalam proyek elektronika dan otomasi berbasis mikrokontroler, termasuk pada alat pemberian pakan otomatis, alat ukur, dan perangkat berbasis Arduino. "16x2" merujuk pada ukuran layar yang memiliki 16 kolom dan 2 baris, sehingga memungkinkan untuk menampilkan hingga 32 karakter dalam satu waktu. Setiap karakter pada LCD 16x2 terdiri dari matriks 5x8 piksel, yang memungkinkannya untuk menampilkan karakter alfanumerik, simbol khusus, dan beberapa karakter buatan.



**Gambar 2.2.1. Tampilan lcd 16x2**

(Sumber: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc))

LCD 16x2 terdiri dari lapisan cairan kristal yang ditempatkan di antara dua lembaran kaca polarisasi. Saat arus listrik mengalir melalui lapisan cairan kristal, molekul-molekulnya mengatur ulang sehingga mempengaruhi cahaya yang melewati lapisan tersebut. Struktur dasar ini memungkinkan LCD untuk menampilkan karakter berdasarkan aliran arus yang dikendalikan.

LCD 16x2 biasanya memiliki 16 pin koneksi, tetapi dalam penggunaan sederhana, biasanya hanya memerlukan 6 pin untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, khususnya pada mode 4-bit yang lebih hemat pin. Beberapa pin utama pada LCD 16x2 meliputi:

- Pin VSS dan VDD: Untuk suplai daya (ground dan +5V).
- Pin V0: Untuk pengaturan kontras layar.
- Pin RS (Register Select): Untuk menentukan mode data yang akan dikirim ke LCD (perintah atau data).
- Pin R/W (Read/Write): Untuk menentukan apakah data akan dibaca atau ditulis (umumnya dihubungkan ke ground untuk mode tulis saja).
- Pin E (Enable): Untuk mengaktifkan LCD agar membaca data dari pin.
- Pin D0-D7: Untuk jalur data (bisa digunakan semua atau sebagian dalam mode 8-bit atau 4-bit).

## **1.5 Metode Eksperimen**

Metode eksperimen adalah suatu pendekatan penelitian di mana peneliti secara sistematis melakukan intervensi terhadap variabel tertentu untuk mengobservasi efek atau hasil dari intervensi tersebut. Dalam penelitian ilmiah, metode ini sering digunakan untuk menguji hipotesis dengan cara mengontrol variabel-variabel yang dapat mempengaruhi hasil. Metode eksperimen umumnya digunakan dalam ilmu alam dan teknik, namun dapat juga diterapkan dalam penelitian sosial dan psikologi dengan penyesuaian tertentu. Pada penelitian perancangan alat pakan otomatis berbasis mikrokontroler, metode eksperimen berfungsi untuk mengevaluasi kinerja prototipe alat dalam situasi nyata.

## 1.6 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan state of the art dari peneliti sebelumnya

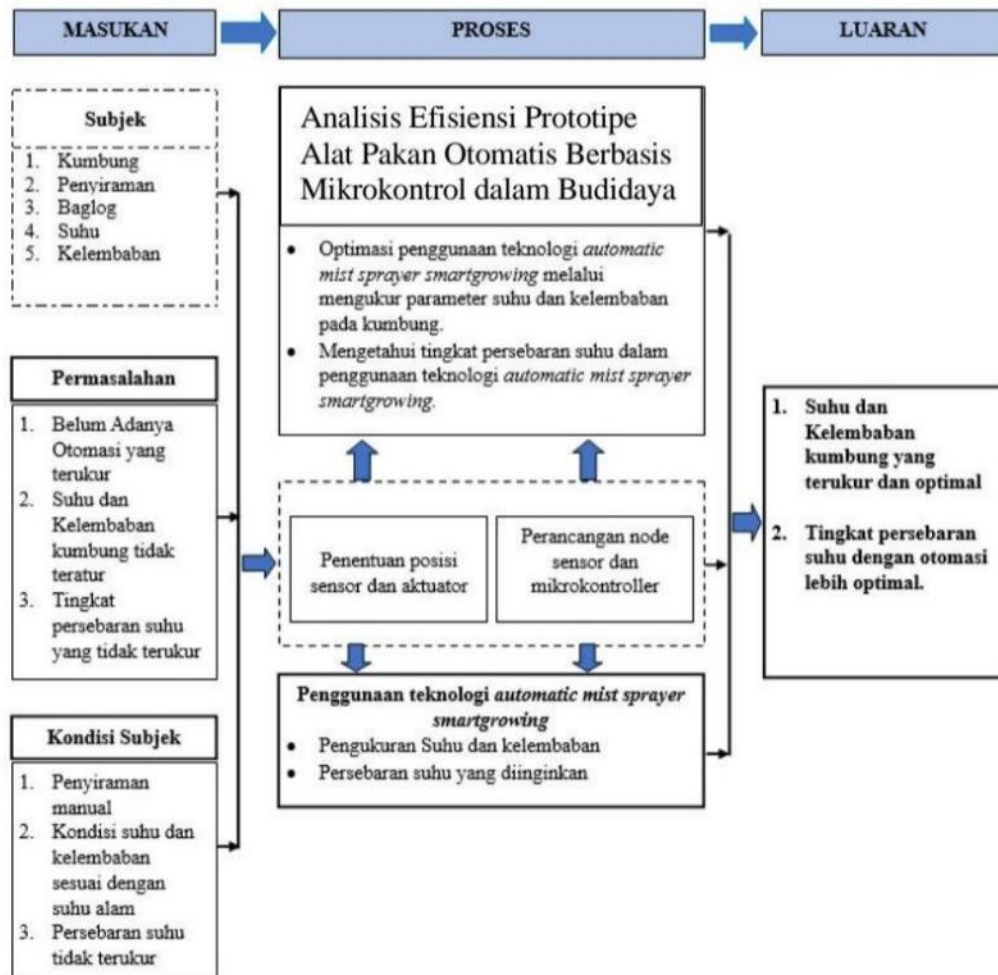
**Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu**

| No. | Nama dan Tahun Penelitian                   | Metode Penelitian | Variabel atau Instrumen   | Hasil Penelitian  |
|-----|---|-------------------|---|---|
| 1   | (Sujana I, Wicaksono RA,2022) (7)           | Eksperimen        | Merancang mesin filament ekstruder dengan menggunakan arduino dan untuk mengetahui temperatur suhu ideal pembuatan filamen ABS pada mesin filament ekstruder              | Dari rancangan alat ekstruder yang telah dibuat sudah menghasilkan filamen, kecepatan putar screw pada alat ekstruder sebesar 17,5 RPM dengan torsi sebesar 203,455 N.m dari hasil perhitungan didapatkan daya kebutuhan daya heater sebesar 175 watt sehingga heater yang digunakan pada penelitian ini berkapasitas 250 watt. Kapasitas produksi yang mampu dihasilkan pada alat ekstruder yaitu 0,0679 kg/jam. |
| 2   | (Iskandar D, Sunarya AS, Ananto G,2019) (8) | Eksperimen        | Didapatkan rancangan inovasi alat filament ekstruder <i>machine</i> dengan menggunakan limbah plastic jenis <i>low density polyethylene</i> sebagai bahan baku 3d printer | Sensor digital caliper mampu membaca diameter dengan error pembacaan sebesar 1.1% sehingga berpengaruh terhadap keakurasian nilai diameter filament.  |

|   |  |     |   |  |
|---|--|-----|---|--|
| 3 | (Tya RA, Adi YS, Burhanuddin A, 2020)(9) | R&D | Merancang mesin filament ekstruder dengan menggunakan arduino dan untuk mengetahui temperatur suhu ideal pembuatan filamen ABS pada mesin filament ekstruder. | Dari tiga kali percobaan menggunakan suhu 200°C, 205°C, dan 210°C pada ketiga percobaan yang paling mendekati sesuai standard filament ABS adalah dengan suhu 205°C yang menghasilkan filamen berdiameter 1,75 mm. |
|   |  |     |   |  |

## 1.7 Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka konseptual merupakan alur pikir dari gagasan penelitian yang mengacu pada fakta empiris dan kajian teori, hingga munculnya variabel-variabel yang digunakan di dalam penelitian, bukan merupakan urutan kegiatan pada penelitian/penulisan yang dilakukan (alur penelitian) pada penelitian kuantitatif. Sedangkan pada penelitian kualitatif menjelaskan alur secara jelas mengenai proses penelitian yang akan dilakukan. Kerangka konsep penelitian menyesuaikan bidang keilmuan masing-masing pada penelitian yang akan dilakukan dan disajikan dalam bentuk gambar. Bagi penelitian kauntitatif dan membutuhkan hipotesis maka wajib bagi peneliti untuk memunculkan hipotesis dalam penelitian yang dilakukan.

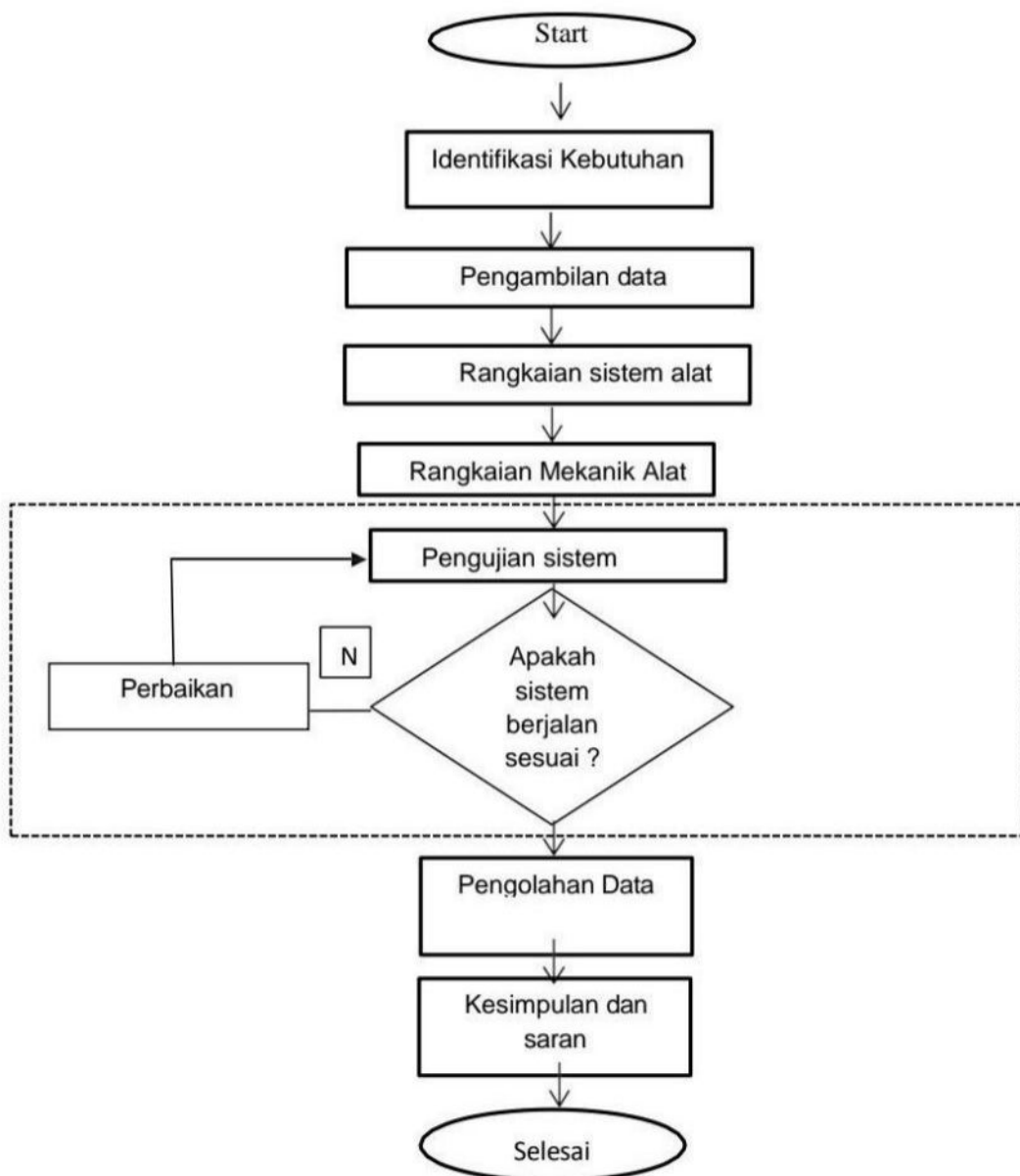


Kerangka Berpikir

### BAB III METODE PENELITIAN

#### 3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Langkah – langkah penelitian yang dilakukan pada pelaksanaan penelitian ini mengikuti Flowchart yang ditunjukkan oleh gambar III.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1. Rencana Tahapan Penelitian

### **3.2 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian di laboratorium teknik industri Universitas Bojonegoro. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan November 2024 sampai dengan April 2025

### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, di mana alat pemberi pakan otomatis diuji langsung di lingkungan budidaya ikan. Penelitian dilakukan dengan menganalisis efisiensi pemberian pakan otomatis dibandingkan metode manual, serta mengukur pertumbuhan ikan dalam periode tertentu.

### **3.4 Alat dan Bahan**

Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan:

#### **a. Perangkat Keras**

- Mikrokontroler (Arduino Nano/NodeMCU) – Sebagai otak sistem otomatisasi.
- Motor Servo/DC – Untuk mengatur mekanisme pembukaan wadah pakan.
- Real-Time Clock (RTC DS3231) – Untuk memastikan pemberian pakan sesuai jadwal.
- Sensor Berat (Load Cell) (Opsional) – Untuk mengukur jumlah pakan yang diberikan.
- Modul SD Card (Opsional) – Untuk menyimpan data pemberian pakan.

### **3.5 Prosedur Penelitian**

#### **a. Identifikasi kebutuhan**

Mengidentifikasi kebutuhan ikan dalam pemberian pakan. Menentukan parameter seperti jumlah pakan, frekuensi pemberian pakan, dan respons ikan.

#### **b. Perancangan sistem**

1. Membuat flowchart kerja sistem (seperti pada gambar sebelumnya).
2. Merancang rangkaian elektronik alat otomatis.
3. Merancang mekanisme pelepasan pakan menggunakan motor servo/DC.
4. Menentukan jadwal pemberian pakan (misalnya 3 kali sehari: pagi,

siang, sore).

c. Pengujian sistem

Menguji alat di kondisi nyata (kolam ikan) kemudian membandingkan pemberian pakan otomatis dan manual. Tahapan selanjutnya mengukur pertumbuhan ikan menggunakan rasio pertumbuhan harian (SGR) dan FCR. FCR digunakan untuk mengukur efisiensi pemberian pakan. Semakin kecil FCR, semakin baik konversi pakan menjadi pertumbuhan ikan.

$$FCR = \frac{\text{Jumlah Pakan yang Diberikan (gram)}}{\text{Pertambahan Berat Total Ikan (gram)}}$$

d. Analisis data

Menganalisis data berupa efisiensi pakan, mengukur pertumbuhan ikan dari data berat ikan.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengujian sistem Smart Feeder

Pengujian dilakukan untuk menilai efektivitas sistem otomatisasi pemberian pakan terhadap pertumbuhan ikan selama 90 hari. Sistem diuji dengan 100 ekor ikan yang diberi pakan 3 kali sehari menggunakan metode otomatis dan manual sebagai pembanding.

#### 4.2 Data Pemberian pakan

Jumlah pakan diberikan berdasarkan usia ikan dan berat badan rata-rata setiap bulan. Data pemberian pakan diatur sebagai berikut:

| Usia Ikan (Hari) | Berat ikan (gram/ekor) | Total berat ikan (gram) | Pakan (%) dari Berat Ikan | Pakan/Hari (gram) |
|------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|
| 0-30             | 10-25                  | 1000-2500               | 5%                        | 50-125            |
| 31-60            | 25-50                  | 2500-5000               | 4%                        | 100-200           |
| 61-90            | 50-100                 | 5000-10000              | 3%                        | 150-300           |

Rumus pakan :

$$Pakan = \frac{PersentasePakan}{100} \times BeratTotalIkan$$

Pemberian pakan ikan dalam budidaya harus disesuaikan dengan usia dan berat tubuh ikan agar pertumbuhan optimal serta menghindari pemborosan pakan. Berdasarkan tabel yang disajikan, ikan dikelompokkan ke dalam tiga rentang usia, yaitu 0-30 hari, 31-60 hari, dan 61-90 hari. Pada usia 0-30 hari, berat ikan berkisar antara 10-25 gram per ekor dengan total berat ikan dalam kolam sekitar 1000-2500 gram. Seiring bertambahnya usia, berat ikan meningkat, di mana pada usia 31-60 hari berat ikan mencapai 25-50 gram per ekor dengan total berat ikan dalam kolam 2500-5000 gram. Pada usia 61-90 hari, ikan memiliki berat sekitar 50-100 gram per ekor dengan total berat ikan dalam kolam mencapai 5000-10000 gram.

Pemberian pakan dilakukan berdasarkan persentase dari total berat ikan, yang berbeda untuk setiap periode pertumbuhan. Pada tahap awal (0-30 hari), pakan diberikan sebanyak 5% dari total berat ikan, sementara pada usia 31-60 hari persentase pakan berkurang menjadi 4%. Pada fase akhir (61-90 hari), persentase pakan diturunkan lagi menjadi 3%. Hal ini disebabkan oleh perubahan kebutuhan metabolisme ikan seiring dengan pertumbuhan tubuhnya. Semakin besar ikan, semakin kecil persentase pakan yang dibutuhkan terhadap berat tubuhnya.

Berdasarkan perhitungan, jumlah pakan yang diberikan per hari berkisar antara 50-125 gram pada usia 0-30 hari, kemudian meningkat menjadi 100-200 gram pada usia 31-60 hari, dan pada usia 61-90 hari jumlah pakan harian berkisar antara 150-300 gram.

#### 4.3 Data Pertumbuhan ikan

Setelah 90 hari, pertumbuhan ikan diukur berdasarkan berat rata-rata. Hasilnya sebagai berikut:

| Usia Ikan (Hari) | Berat Rata-rata Awal (gram) | Berat Rata-rata Akhir (gram) | Kenaikan Berat (gram) |
|------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 0-30             | 10                          | 25                           | 15                    |
| 31-60            | 25                          | 50                           | 25                    |
| 61-90            | 50                          | 100                          | 50                    |

Rumus pertumbuhan berat:

$$G = \frac{W_t - W_0}{t}$$

Dimana:

G = laju pertumbuhan ikan (gram/hari)

W<sub>t</sub> = berat akhir ikan (gram)

W<sub>0</sub> = berat awal ikan (gram)

t = waktu (hari)

Pertumbuhan ikan dalam budidaya diukur berdasarkan perubahan berat tubuh dari waktu ke waktu. Berdasarkan data yang disajikan, ikan mengalami pertumbuhan yang signifikan selama 90 hari. Pada tahap awal

(0-30 hari), ikan memiliki berat rata-rata awal 10 gram dan meningkat menjadi 25 gram, sehingga mengalami kenaikan sebesar 15 gram. Pada periode berikutnya (31-60 hari), berat ikan bertambah dari 25 gram menjadi 50 gram, menunjukkan kenaikan 25 gram. Selanjutnya, pada usia 61-90 hari, ikan mengalami pertumbuhan yang lebih pesat dengan kenaikan berat sebesar 50 gram, dari 50 gram menjadi 100 gram. Kenaikan berat ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan semakin meningkat seiring bertambahnya usia dan optimalisasi pemberian pakan.

Perhitungan laju pertumbuhan ikan dilakukan menggunakan rumus  $G = \frac{W_t - W_0}{t}$ , di mana  $G$  adalah laju pertumbuhan dalam gram per hari,  $W_t$  adalah berat akhir ikan,  $W_0$  adalah berat awal ikan, dan  $t$  adalah waktu dalam hari. Dengan menggunakan rumus ini, laju pertumbuhan dapat dihitung untuk setiap periode pertumbuhan ikan. Semakin tinggi nilai  $G$ , semakin cepat ikan mengalami penambahan berat. Dari data yang diperoleh, pertumbuhan tertinggi terjadi pada periode 61-90 hari, menunjukkan bahwa pada tahap ini ikan memiliki tingkat metabolisme yang optimal dan respons yang baik terhadap pola pemberian pakan.

#### 4.4 perbandingan efektifitas pakan otomatis dan manual

Pengujian dilakukan dengan membandingkan pemberian pakan otomatis dan manual:

| metode   | Rata-rata Pakan/Hari (gram) | Efisiensi pakan | Kenaikan Berat (gram) |
|----------|-----------------------------|-----------------|-----------------------|
| Manual   | 200                         | 75%             | 70                    |
| otomatis | 180                         | 85%             | 85                    |

Dari hasil di atas, sistem otomatisasi mampu meningkatkan efisiensi pakan sebesar 10% dan meningkatkan pertumbuhan ikan sebesar 15 gram lebih banyak dibanding metode manual.

#### 4.5 Analisis efisiensi pakan

Efisiensi pemberian pakan diukur menggunakan rasio konversi pakan (FCR - Feed Conversion Ratio):

$$FCR = \frac{\text{JumlahPakan(gram)}}{\text{KenaikanBeratIkan(gram)}}$$

Hasil perhitungan FCR:

- Manual:  $FCR = \frac{18000}{7000} = 2.57$
- Otomatis:  $FCR = \frac{16200}{8500} = 1.91$

Feed Conversion Ratio (FCR) merupakan parameter penting dalam menilai efisiensi pemberian pakan dalam budidaya ikan. FCR dihitung dengan membagi jumlah pakan yang diberikan dengan kenaikan berat ikan selama periode tertentu. Berdasarkan hasil perhitungan, metode manual memiliki FCR sebesar 2.57, sedangkan metode otomatis memiliki FCR sebesar 1.91. Nilai FCR yang lebih rendah menunjukkan bahwa sistem otomatisasi lebih efisien dalam mengonversi pakan menjadi pertumbuhan ikan dibandingkan dengan metode manual.

Semakin kecil nilai FCR, semakin baik efisiensi pakan yang diberikan, karena lebih banyak pakan yang diubah menjadi pertumbuhan ikan dan lebih sedikit yang terbuang. Dalam penelitian ini, sistem otomatisasi berhasil menurunkan nilai FCR sebesar 0.66 dibandingkan metode manual. Hal ini menunjukkan bahwa metode otomatis tidak hanya mengurangi jumlah pakan yang digunakan tetapi juga meningkatkan pertumbuhan ikan dengan lebih optimal. Oleh karena itu, penggunaan sistem otomatisasi dalam pemberian pakan dapat menjadi solusi yang lebih efisien dan berkelanjutan dalam budidaya ikan.

Jadi , semakin kecil nilai FCR, semakin efisien penggunaan pakan. Sistem otomatis memiliki FCR 1.91, lebih baik dibanding metode manual 2.57.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Analisis Efisiensi Prototipe Alat Pakan Otomatis Berbasis Mikrokontrol dalam Budidaya Perikanan, dapat disimpulkan bahwa sistem otomatisasi pemberian pakan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode manual dalam hal efisiensi penggunaan pakan, pertumbuhan ikan, serta efektivitas operasional.

- a. Berdasarkan hasil pengujian, penggunaan sistem otomatis mampu mengurangi jumlah pakan harian dari 200 gram (manual) menjadi 180 gram (otomatis). dan Efisiensi pakan meningkat dari 75% pada metode manual menjadi 85% pada metode otomatis, yang berarti ada pengurangan pemborosan pakan sebesar 10%.
- b. Kenaikan berat ikan dalam 90 hari metode manual sebesar 70 gram dan metode otomatis sebesar 85 gram. Dengan peningkatan pertumbuhan sebesar 15 gram lebih banyak, dapat disimpulkan bahwa sistem otomatis lebih optimal dalam menyediakan nutrisi sesuai kebutuhan ikan.
- c. Nilai FCR 1.91 pada sistem otomatis lebih baik dibandingkan 2.57 pada sistem manual, yang menunjukkan bahwa jumlah pakan yang dikonversi menjadi pertumbuhan ikan lebih tinggi dalam sistem otomatis. Dengan kata lain, untuk menghasilkan 1 kg pertumbuhan ikan, sistem otomatis membutuhkan lebih sedikit pakan dibanding metode manual.

Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem otomatisasi pemberian pakan lebih unggul dibandingkan metode manual, baik dari segi efisiensi pakan, pertumbuhan ikan, maupun efektivitas operasional.

## 5.2 **Saran**

Berdasarkan hasil penelitian, sistem otomatisasi pemberian pakan terbukti lebih efisien dibandingkan metode manual dalam meningkatkan pertumbuhan ikan dan mengurangi pemborosan pakan. Namun, untuk meningkatkan kinerja sistem, disarankan agar penelitian selanjutnya mengintegrasikan teknologi sensor yang mampu mendeteksi nafsu makan ikan secara real-time. Dengan cara ini, jumlah pakan yang diberikan dapat lebih disesuaikan dengan kebutuhan ikan, sehingga efisiensi pakan semakin meningkat dan limbah pakan dapat diminimalkan. Selain itu, penelitian dalam skala yang lebih besar dengan berbagai jenis sistem budidaya seperti kolam tanah, bioflok, atau tambak juga perlu dilakukan untuk menguji keandalan sistem dalam berbagai kondisi lingkungan.

Selain optimasi teknis, penerapan sistem otomatisasi pemberian pakan juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan teknologi Internet of Things (IoT), yang memungkinkan pengendalian dan pemantauan jarak jauh melalui aplikasi berbasis web atau mobile. Dengan adanya pemantauan secara real-time, pembudidaya dapat lebih mudah mengontrol jumlah pakan dan menyesuaikan pemberian pakan dengan faktor lingkungan seperti suhu air dan kadar oksigen. Selain itu, analisis ekonomi terkait investasi dan efisiensi biaya juga perlu diperhitungkan agar sistem ini dapat diterapkan secara luas dalam industri perikanan. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan dalam budidaya ikan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Sebastian, Stein. (2022). *An introduction to global aquaculture*. 45-48. doi: 10.1016/b978-0-12-812211-2.00002-0
2. Victor, Zamylnskyi., Vadym, M., Kondratyuk., Anatolii, Livinskyi., A., V., Naida., I., S., Naida. (2022). *Priority tasks and marine aquaculture development strategy*. Nucleation and Atmospheric Aerosols, doi: 10.1063/5.0079272
3. Roberto, G., Chiquito-Contreras., Luis, Hernandez-Adame., Gerardo, Alvarado-Castillo., Mariano, Martínez-Hernández., Gabriela, Sánchez-Viveros., Cesar, J., Chiquito-Contreras., Luis, Guillermo, Hernández-Montiel. (2022). Aquaculture—Production System and Waste Management for Agriculture Fertilization—A Review. *Sustainability*, 14(12):7257-7257. doi: 10.3390/su14127257
4. Luca, Ferrari., Stefan-Alexandru, Panaite., Antonella, Bertazzo., Francesco, Violi. (2022). Animal- and Plant-Based Protein Sources: A Scoping Review of Human Health Outcomes and Environmental Impact. *Nutrients*, 14(23):5115-5115. doi: 10.3390/nu14235115
5. Putri TWO, Mowaviq MI. PROTOTIPE SISTEM KONVEYOR OTOMATIS DENGAN KENDALI KECEPATAN BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER. *Barometer*. 2021;6(1).
6. Luhung, B. A., Sumardi, S., & Setiyono B. Penerapan PLC HMI (Human Machine Interface) Untuk Monitoring Objek Pada Sistem Konveyor. *Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan VIII*. 2018;
7. Supiyadi RA, Asri P, Nugraha AT. Rancang Bangun Prototipe Sistem Kontrol UV Conveyor dan Monitoring Kadar Air Cacahan Plastik Berbasis Mikrokontroler. *Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*. 2023;13(01).
8. Sujana I, Wicaksono RA. Rancang Bangun Alat Ekstruder Dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Polypropylene Dan Polyethylene Terephthalate Untuk Menghasilkan Filamen 3D Printing. Vol. 3. 2022.
9. Iskandar D, Sunarya AS, Ananto G, Mesin T, Elektromekanik KT. [Design and Manufacture of Filament Extruder Machine Utilise LDPE as the 3D Printing Feed]. 2019;1–10.