

**PEMILAH IKAN OTOMATIS DENGAN  
LOGIKA *FUZZY* SUGENO BERBASIS  
MIKROKONTROLER**

**SKRIPSI**

**IVAN PRAYUDA  
0701172063**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2022**

**PEMILAH IKAN OTOMATIS DENGAN  
LOGIKA *FUZZY* SUGENO BERBASIS  
MIKROKONTROLER**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Komputer*

**IVAN PRAYUDA  
0701172063**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2022**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

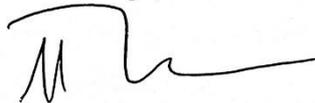
Nama : Ivan Prayuda  
Nomor Induk Mahasiswa : 0701172063  
Program Study : Ilmu Komputer  
Judul : Pemilah Ikan Otomatis Dengan Logika  
*Fuzzy Sugeno Berbasis Mikrokontroler*

Dapat disetujui untuk segera diMunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 02 Maret 2022  
29 Rajab 1443 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing I,



Rakhmat Kurniawan, R., M.Kom  
NIP. 198503162015031003

Pembimbing II,



Muhamad Siddik Hasibuan, M.Kom  
NIP. 198611152019031008

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ivan Prayuda  
Nomor Induk Mahasiswa : 0701172063  
Program Studi : Ilmu Komputer  
Judul : Pemilah Ikan Otomatis Dengan Logika  
*FuzzySugeno Berbasis Mikrokontroler*

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 02 Maret 2022



Ivan Prayuda  
NIM. 0701172063



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Lap. Golf, Durin Jangak, Kec. Pancur Batu, Kab. Deli Serdang K.Pos 20353  
Url: www.saintek.uinsu.ac.id, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

**PENGESAHAN SKRIPSI**

Nomor : B. 132/ST/ST.V.2/PP.01.1/06/2022

Judul : Pemilah Ikan Otomatis Dengan Logika *Fuzzy*  
Sugeno Berbasis Mikrokontroler  
Nama : Ivan Prayuda  
Nomor Induk Mahasiswa : 0701172063  
Program Studi : Ilmu Komputer  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Ilmu Komputer  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Kamis, 10 Maret 2022  
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tinjauan Munaqasyah  
Ketua,

Ilka Zulfia, S.Kom., M.Kom  
NIP. 198506042015031006

**Dewan Penguji,**

Penguji I,  
Sriani, M.Kom  
NIB. 1100000108

Penguji II,  
Aidil Halim Lubis, M.Kom  
NIP. 198805272019031010

Penguji III,  
Rakhmat Kurniawan, R., M.Kom  
NIP. 198503162015031003

Penguji IV,  
Muhammad Sidik Hasibuan, M.Kom  
NIP. 198611152019031008

**Mengesahkan,**

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sumatera Utara Medan



Mhd. Syahnan, MA  
NIP. 196609051991031002

## ABSTRAK

Pemilahan merupakan suatu tahap yang dilakukan oleh peternak ikan pada saat proses pemanenan. Sehingga diperlukan alat yang dapat membantu peternak melakukan pemilahan pada saat proses panen. Alat pemilah ikan otomatis dengan logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler adalah salah satu solusi untuk membantu peternak dalam melakukan pemilahan. Dengan sistem ini kita dapat mengurangi kesalahan-kesalahan yang sering terjadi pada proses pemilahan secara manual. Penyebab utama dari proses pemilahan secara manual yaitu ikan banyak yang tidak sesuai dengan kebutuhan pasar. Pada sistem ini hanya digunakan untuk proses pemanenan ikan lele konsumsi. Terdapat tiga klasifikasi kategori berat pada alat ini diantaranya kecil, cukup dan besar, kecil berada di rentang nilai 0-120g, cukup berada di rentang nilai 121-200g dan besar berada di rentang nilai 201-1000g. Pada penelitian ini menggunakan metode logika *Fuzzy* sugeno karena metode ini cocok digunakan pada sebagian besar permasalahan yang bersifat realtime seperti dalam mengambil keputusan untuk mencari berat yang berubah-ubah dan kurang pasti. Pada sistem ini terdapat Mikrokontroler yang sudah ditanamkan logika *Fuzzy* sugeno. Pada proses pemilahan dilakukan menggunakan *sensor Load Cell* sebagai penghitung berat ikan dan dibantu dengan pergerakan servo dan hasil pemilahan akan ditampilkan pada LCD 4x20.

**Kata Kunci:** Pemilahan, Logika *Fuzzy*, Sensor *Load Cell*, Mikrokontroler.

## ABSTRACT

Sorting is a stage carried out by fish farmers during the harvesting process. So it is a tool that can help farmers do sorting during the harvest process. Automatic fish sorting tool with Sugeno *Fuzzy* logic based on a microcontroller is one solution to assist farmers in sorting. With this system we can reduce errors that often occur in the manual sorting process. The main cause of the manual sorting process is that many fish do not match market needs. This system is only used for the process of harvesting catfish for consumption. There are three classifications of weight categories on these tools including small, adequate and large, in the range of values 0-120g, moderately in the range of values of 121-200g and large in the range of values of 201-1000g. This study uses the Sugeno *Fuzzy* logic method because this method is suitable for use in most real-time problems such as making decisions to find things that are volatile and less certain. In this system there is a microcontroller that has been implanted with Sugeno *Fuzzy* logic. The sorting process is carried out using a *Load Cell* sensor as a fish weight counter and assisted by servo movement and the sorting results will be displayed on a 4x20 LCD.

**Keywords:** *Sorting, Fuzzy Logic, Load Cell Sensor, Microcontroller.*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin. Tiada henti puji dan syukur penulis untaikan kehadiran Allah SWT, sebab dengan izin-Nya lah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul "Pemilah Ikan Otomatis Dengan Logika *Fuzzy* Sugeno Berbasis Mikrokontroler". Mencurahkan shalawat serta salam tidak pernah dilupakan kepada Nabi yang insyaa Allah akan memberi syafaat ialah Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para umatnya.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari adanya keterbatasan, kemampuan, dan wawasan penulis, maka penulis menerima bantuan, bimbingan dukungan, masukan dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Syahrin Harahap, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Bapak Dr. Mhd Syahnan, M.A selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
3. Bapak Ilka Zufria, M.Kom selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
4. Bapak Rakhmat Kurniawan R, S.T., M.Kom selaku Sekretaris Program Studi Ilmu Komputer, Pembimbing Akademik dan Pembimbing Skripsi I yang senantiasa memberikan arahan dan motivasi selama menyelesaikan skripsi.
5. Bapak Muhammad Siddik Hasibuan, M.Kom selaku Pembimbing Skripsi II yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan selama menyelesaikan skripsi ini.
6. Kedua Orang Tua Penulis, Ayahanda Sukerno dan Ibunda Sumiati yang dalam tiap sujudnya menguntai doa yang tiada henti, selalu mengingatkan, dan sebagai motivator terbaik bagi penulis.

7. Seluruh Dosen dan Pegawai Program Studi Ilmu Komputer maupun di luar Ilmu Komputer yang pernah memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Kepada teman seperjuangan PA10 yang memberikan motivasi, ide dan saran dalam penyelesaian skripsi ini. Sukses untuk kita semua.
9. Kepada Alpina Damayanti, S.Pd yang telah memberikan *support* dan semangat serta masukan-masukan agar penulisan skripsi ini dapat berjalan dengan baik dan benar.
10. Teman-teman seperjuangan kelas Ilmu Komputer 1 angkatan 2017 dan seluruh teman-teman angkatan 2017 yang sedang berjuang untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Semua pihak selaku pemberi *support* dengan berbagai ketulusan yang penulis terima selama proses pengerjaan skripsi ini.

Skripsi yang masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat kekurangan, penulis menyadari akan hal itu. Maka itu, penulis menyampaikan maaf akan ketidaksempurnaan dan kekurangan tersebut. Harapan penulis adalah agar skripsi ini dapat memberikan sedikit banyaknya manfaat kepada tiap orang yang membaca skripsi ini nanti. Aamiin.

Medan, 22 November 2021  
Penulis,

Ivan Prayuda

## DAFTAR ISI

|  | Halaman     |
|--|-------------|
| <b>ABSTRAK .....</b>                               | <b>i</b>    |
| <b>ABSTRACT .....</b>                              | <b>ii</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                         | <b>iii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                             | <b>v</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                          | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                          | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                       | <b>xi</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                      | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                           | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                          | 3           |
| 1.3 Batasan Masalah.....                           | 3           |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                         | 4           |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                        | 4           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                | <b>5</b>    |
| 2.1 Ikan.....                                      | 5           |
| 2.1.1 Pengertian Ikan.....                         | 5           |
| 2.1.2 Ikan Lele ( <i>Clarias Gariepinus</i> )..... | 5           |
| 2.2 Logika <i>Fuzzy</i> .....                      | 6           |
| 2.2.1 Himpunan <i>Fuzzy</i> .....                  | 8           |
| 2.2.2 Fungsi Keanggotaan.....                      | 10          |
| 2.2.3 Operator.....                                | 14          |
| 2.3 Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> Sugeno .....     | 16          |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 2.4  | Mikrokontroler .....                          | 18        |
| 2.4.1                                      | Mikrokontroler Atmega 328.....                | 18        |
| 2.4.2                                      | Konfigurasi Pin Atmega 328.....               | 19        |
| 2.5  | Arduino UNO .....                             | 21        |
| 2.6  | <i>Flowchart</i> .....                        | 22        |
| 2.7  | Arduino IDE .....                             | 23        |
| 2.8  | Sensor <i>Load Cell</i> .....                 | 24        |
| 2.8.1                                      | Prinsip Kerja Sensor <i>Load Cell</i> .....   | 25        |
| 2.8.2                                      | Module HX711 .....                            | 26        |
| 2.9  | Motor Servo Mg996r.....                       | 27        |
| 2.10                                       | Module Sensor <i>Infrared</i> TCRT5000 .....  | 27        |
| 2.11                                       | <i>Liquid Cristal Display</i> (LCD) .....     | 29        |
| 2.11.1                                     | Module i2c .....                              | 29        |
| 2.12                                       | Penelitian Terdahulu .....                    | 30        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b> |   | <b>31</b> |
| 3.1  | Tempat dan Waktu Penelitian .....             | 31        |
| 3.1.1                                      | Tempat Penelitian .....                       | 31        |
| 3.1.2                                      | Waktu dan Jadwal Pelaksanaan Penelitian ..... | 31        |
| 3.2  | Alat dan Bahan Penelitian.....                | 32        |
| 3.2.1                                      | Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....      | 32        |
| 3.2.2                                      | Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....     | 32        |
| 3.2.3                                      | Bahan Penelitian .....                        | 33        |
| 3.3  | Cara Kerja .....                              | 33        |
| 3.3.1                                      | Perencanaan .....                             | 33        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3.2 Teknik Pengumpulan Data .....      | 35        |
| 3.3.3 Analisa Kebutuhan.....             | 37        |
| 3.3.4 Perancangan .....                  | 37        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b> | <b>43</b> |
| 4.1 Pembahasan.....                      | 43        |
| 4.1.1 Analisis Data.....                 | 43        |
| 4.1.2 Representasi Data .....            | 44        |
| 4.1.3 Hasil Analisis Data .....          | 49        |
| 4.1.4 Perancangan .....                  | 49        |
| 4.2 Hasil .....                          | 53        |
| 4.2.1 Pengujian Alat .....               | 53        |
| 4.2.2 Penerapan.....                     | 60        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>  | <b>61</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                     | 61        |
| 5.2 Saran.....                           | 61        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>              | <b>62</b> |
| <b>LAMPIRAN – LAMPIRAN.....</b>          | <b>64</b> |

## DAFTAR GAMBAR

| <b>Gambar</b> | <b>Judul Gambar</b>                               | <b>Halaman</b> |
|---------------|---|----------------|
| 2. 1          | Ikan Lele .....                                   | 6              |
| 2. 2          | Diagram Block Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> ..... | 8              |
| 2. 3          | Representasi Linear Naik.....                     | 10             |
| 2. 4          | Representasi Linear Turun.....                    | 11             |
| 2. 5          | Representasi Kurva Segitiga.....                  | 12             |
| 2. 6          | Representasi Kurva Trapesium.....                 | 13             |
| 2. 7          | Representasi Kurva Bentuk Bahu.....               | 14             |
| 2. 8          | Mikrokontroler ATmega 328.....                    | 19             |
| 2. 9          | Konfigurasi Pin ATmega328.....                    | 19             |
| 2. 10         | Papan Arduino UNO .....                           | 21             |
| 2. 11         | Tampilan Arduino IDE.....                         | 24             |
| 2. 12         | Sensor <i>Load Cell</i> .....                     | 25             |
| 2. 13         | Titik Seimbang Jembatan Wheatstone .....          | 26             |
| 2. 14         | Module <i>Load Cell</i> Hx711 .....               | 26             |
| 2. 15         | Motor Servo Mg996r .....                          | 27             |
| 2. 16         | Module Sensor <i>Infrared</i> TCRT5000 .....      | 28             |
| 2. 17         | LCD 4x20 .....                                    | 29             |
| 2. 18         | Modul I2C .....                                   | 30             |
| 3. 1          | Blok Diagram Sistem <i>Fuzzy</i> .....            | 34             |
| 3. 2          | Rangkaian Alat Pemilah Ikan Otomatis .....        | 38             |
| 3. 3          | Desain Rangkaian Perangkat Keras.....             | 39             |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 3. 4 | <i>Flowchart</i> Kerja Perangkat Keras .....               | 41 |
| 3. 5 | <i>Flowchart</i> Perangkat Lunak .....                     | 42 |
| 4. 1 | Fungsi Keanggotaan Masukan Sensor <i>Load Cell</i> .....   | 45 |
| 4. 2 | Fungsi Keanggotaan Output <i>Fuzzy</i> .....               | 48 |
| 4. 3 | <i>Flowchart</i> Sistem Pemilah Ikan Secara Otomatis ..... | 49 |
| 4. 4 | Sistem Pemilah Ikan Secara Otomatis.....                   | 50 |
| 4. 5 | Pengujian Alat Kategori Kecil.....                         | 58 |
| 4. 6 | Pengujian Alat Kategori Cukup.....                         | 59 |
| 4. 7 | Pengujian Alat Kategori Besar .....                        | 59 |
| 4. 8 | Tampilan LCD Pada Tahap Pengujian .....                    | 60 |

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b> | <b>Judul Tabel</b>  | <b>Halaman</b> |
|--------------|---|----------------|
| 2. 1         | Spesifikasi Arduino Uno.....  | 22             |
| 2. 2         | Simbol <i>Flowchart</i> .....   | 22             |
| 3. 1         | Waktu dan Jadwal Penelitian .....                                     | 31             |
| 3. 2         | Perangkat Keras Penelitian .....                                      | 32             |
| 3. 3         | Perangkat Lunak Penelitian .....                                      | 32             |
| 3. 4         | Bahan Penelitian .....  | 33             |
| 3. 5         | Data Ukuran Ikan Pada Proses Pemilahan.....                           | 36             |
| 4. 1         | Himpunan <i>Fuzzy</i> dan Variabel.....                               | 45             |
| 4. 2         | Aturan <i>Fuzzy</i> (Rule Evaluation).....                            | 47             |
| 4. 3         | Hasil Perbandingan Sensor <i>Load Cell</i> dan Timbangan Manual ..... | 54             |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

| <b>Lampiran</b> | <b>Judul Lampiran</b>                                      |
|-----------------|--|
| 1.              | Program Alat Pemilah Ikan Otomatis Menggunakan Arduino IDE |
| 2.              | Dokumentasi alat di setiap kondisi tertentu                |
| 3.              | Dokumentasi bentuk keseluruhan alat pemilah ikan otomatis. |
| 4.              | Tampilan data sistem setiap kategori pada serial monitor.  |
| 5.              | Kartu Bimbingan Skripsi                                    |
| 6.              | Daftar Riwayat Hidup                                       |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia dianugerahi dengan kekayaan sumber daya alamnya yang sangat tumpah ruah. Tidak terhitung di mulai dari darat hingga sumber daya alam dari laut yang kian berharga. Sumber daya alam dari laut terutama bidang perikanan tersebut menjadi satu diantara penunjang perekonomian di Indonesia (Pujono et al., 2019)

Terdapat banyak jenis ikan di perairan Indonesia seperti ikan air tawar dan ikan air laut dengan pertumbuhan ikan yang berbeda-beda. Pada penelitian ini objek yang digunakan adalah ikan lele yang merupakan jenis ikan air tawar yang tumbuh dan ukuran badannya besar dalam waktu relative singkat dengan benih 5-8 cm dapat menjadi ikan lele konsumsi dengan berat 120-200 gram/ekor setelah melakukan pemeliharaan selama 5-6 bulan (Windriani, 2017). Dalam hal pertumbuhan tidak semua ikan tumbuh dengan berat yang sama, maka dari itu peternak harus melakukan pemilahan ikan sesuai konsumsi dengan berat masing-masing yang sudah ditentukan sesuai kebutuhan pasar. (Rukmana & Yudirachman, 2017).

Permasalahan yang sering terjadi pada pemilihan ikan dikarenakan ukuran ikan yang berbeda-beda, peternak harus memisahkan ikan berdasarkan berat ikan dengan cara panen sortir yang dilakukan dengan menggunakan pipa paralon kemudian diletakkan di dasar kolam, pada waktu air kolam disurutkan ikan akan masuk ke dalam ruas pipa paralon, maka ikan dengan mudah dapat ditangkap dan dikumpulkan lalu dilakukan proses pemilahan ikan satu per satu sesuai kebutuhan pasar yang akan memakan banyak waktu dan penyortiran masih berdasarkan pengamatan peternak sehingga kurang akurat (Herlinawati et al., 2020). Jika dilakukan secara manual terdapat beberapa kerugian antara lain berat ikan tidak sesuai dengan kebutuhan pasar yang akan merugikan peternak dan proses pemilahan dapat memakan banyak waktu serta memerlukan biaya upah tenaga kerja sehingga rentan terjadi *human error* (Salurianto et al., 2020).

Allah SWT. telah menciptakan langit dan bumi dengan kebenaran dan keadilan. Dalam QS. Al-Israa/17: 35 Allah berfirman.

تَأْوِيلًا وَأَحْسَنُ خَيْرٌ ذَلِكَ الْمُسْتَفِيمُ بِالْقِسْطِ وَزِنُوا كَلْتُمْ إِذَا الْكَيْلَ وَأَوْفُوا

*“Dan sempurnakanlah takaran apabila kamu menakar, dan timbanglah neraca yang benar itulah yang lebih utama (bagimu) dan lebih baik akibatnya.”*

Sempurnakanlah takaran dan jangan menguranginya, apabila kalian menakar untuk orang lain, dan timbanglah dengan timbangan yang lurus. Sesungguhnya adil dalam takaran dan timbangan itu lebih baik bagi kalian di dunia, dan lebih baik akibatnya disisi Allah SWT. di akhirat.

Dikarenakan hal tersebut penelitian ini merujuk pada sistem otomatis dalam pemilahan ikan berdasarkan berat untuk mempermudah peternak melakukan penyotiran dan menghemat waktu. Maka penulis membuat sebuah alat **“Pemilah Ikan Otomatis Dengan Logika Fuzzy Sugeno Berbasis Mikrokontroler”**.

Mikrokontroler sangat berperan penting sebagai pusat pengolahan data. Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip, didalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori dan perlengkapan input-output (Sujarwata, 2016). Pemilah otomatis ini juga menggunakan beberapa akuator seperti Motor Servo. Motor Servo adalah suatu peralatan yang dapat mengendalikan posisi, dapat membelokkan dan menjaga suatu posisi berdasar penerimaan pada signal elektronik. LCD (*Liquid Crystal Display*) 4 x 20 ini juga digunakan sebagai tampilan suatu data, baik karekter, huruf ataupun grafik. Selain itu sistem ini juga menggunakan sensor *Load Cell* sebagai pendeteksi tekanan atau berat sebuah beban ikan (Dewantara & Sasmoko, 2015).

Pada sistem pemilah ikan otomatis ini juga menerapkan Logika *Fuzzy* sebagai pengatur pengontrol berat, penggerak motor servo dan penghitung jumlah ikan lele. Logika *Fuzzy* merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang lingkup ke dalam suatu ruang output. Logika *Fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1. Dalam sistem ini menggunakan metode logika *Fuzzy* sugeno yang merupakan metode inferensi *Fuzzy* untuk aturan yang

direpresentasikan dalam bentuk *IF-THEN*, dimana output atau konsekuen sistem tidak berupa himpunan *Fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear (Setiawan et al., 2018).

Implementasi dari alat ini dapat melakukan pemilahan ikan secara otomatis berdasarkan berat ikan dengan menggunakan sensor *Load Cell* dengan maksimal 1kg. Sebelum masuk ke proses penimbangan, terdapat Sensor *Infrared* pada pipa yang menuju keluarnya ikan ke timbangan, saat Sensor *Infrared* membaca objek maka servo akan menutup otomatis dan jika tidak ada membaca objek maka servo akan terbuka. Lalu akan melakukan proses penimbangan ikan akan masuk ke dalam wadah yang sudah ditentukan kategori beratnya dengan bantuan arah dari servo berdasarkan berat dari ikan dan setiap ikan yang sudah terbaca nilai beratnya melalui *Load Cell* maka pada LCD 4x20 akan menampilkan jumlah masing-masing ikan pada wadah yang sudah ditentukan kategori berat yaitu kecil, cukup dan besar.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas, rumusan masalah yang diajukan adalah sebai berikut:

1. Bagaimana menerapkan *Fuzzy* sugeno dengan indikator berat kedalam tiga kategori kecil, cukup dan besar?
2. Bagaimana menghasilkan sistem yang dapat mengimplementasikan proses pemilahan ikan lele berdasarkan berat sesuai tiga kategori kecil, cukup dan besar?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan masalah ini dapat lebih terarah, maka perlu adanya batasan masalah, yaitu:

1. Pada penelitian ini objek yang digunakan hanya diperuntukan untuk ikan lele.
2. Alat pemilah ikan otomatis ini hanya menghitung berat ikan melalui sensor *Load Cell* dengan tiga kategori berat berupa kecil dari 0-120 g, cukup dari 121-200 g dan besar dari 201-1000 g.
3. Proses pemilahan dilakukan menggunakan servo mg996r.

4. Perancangan alat pemilahan ikan otomatis ini menggunakan Arduino Atmega 328 Uno sebagai Mikrokontroler.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan penelitian tersebut, maka tujuan penelitian yang sesuai adalah sebagai berikut:

1. Membuat prototype seleksi ikan lele yang sesuai ukuran berat yang didalamnya mempunyai tiga kategori kecil, cukup, dan besar.
2. Mengetahui cara kerja dari sistem pemilahan ikan lele otomatis dengan metode logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dalam perancangan alat pemilahan ikan otomatis adalah sebagai berikut:

1. Bagi akademis dan peneliti, penelitian ini dijadikan sebagai penunjang studi pustaka dan informasi dalam bentuk publikasi, agar dapat digunakan oleh peneliti berikutnya dengan bijak.
2. Bagi masyarakat umum, penelitian ini mampu memberikan informasi mengenai alat bantu pemilahan ikan lele yang dilakukan oleh peternak lele sehingga dapat menjadi alternatif dalam pemilahan ikan lele layak konsumsi.
3. Bagi pemerintah, penelitian ini mampu menjadi penunjang informasi dan bahan pertimbangan untuk merumuskan kebutuhan masyarakat di Indonesia terkhusus bagi peternak lele.
4. Bagi peternak, penelitian ini dijadikan sebagai suatu alat yang bisa berkontribusi dalam proses pemilahan ikan lele.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Ikan**

##### **2.1.1 Pengertian Ikan**

Ikan adalah hewan yang mempunyai habitat di air dan termasuk hewan vertebrata. Ikan diklasifikasikan ke *Filum Chordata*, dengan ciri-ciri mempunyai insang dan sirip. Oksigen yang terlarut di air akan diambil oleh insang untuk bernapas. Tiap lautan di dunia mempunyai beragam jenis ikan dengan ciri dan karakter yang berbeda pula (Adrim & Fahmi, 2010).

Salah satu bahan pangan dengan nilai tinggi adalah ikan, hal ini tidak lepas dari Indonesia yang merupakan negara kepulauan yang mayoritas penduduknya bekerja sebagai nelayan dan peternak ikan. Untuk penentuan harga ikan di pasaran terdapat beberapa hal, salah satunya adalah berat ikan, tiap ikan dengan berat tertentu mempunyai harga tertentu pula. Untuk menyeragamkan berat ikan dibutuhkan alat atau mesin untuk menyortir ikan berdasarkan berat. (Harianti & Tanberika, 2017).

##### **2.1.2 Ikan Lele (*Clarias Gariepinus*)**

Ikan ini didatangkan ke Indonesia dari benua afrika untuk pertama kalinya di tahun 1984. Ikan ini dapat tumbuh dengan cukup bagus dari segi panjang ataupun bera, dan dapat tumbuh empat kali lebih cepat. Sehingga menjadi populer di masyarakat serta dijuluki sebagai *king catfish*. Ikan lele memiliki sirip (patil) yang keras tetapi tidak berbahaya, ukurannya lebih pendek dan tumpul dengan sungut yang relative panjang. Untuk membedakan ikan lele dengan jenis ikan lainnya bisa dilihat dari bentuk dan warna kulitnya (Gambar 2.1). (Harianti & Tanberika, 2017).



Gambar 2. 1 Ikan Lele  
(Harianti & Tanberika, 2017)

Proses panen dengan sortir dan panen seluruh (total) menjadi kebanyakan proses yang masih sering digunakan. Panen dengan cara sortir yaitu ikan telah layak konsumsi dipilah dengan menyesuaikan pasaran, jika terdapat ikan berukuran kecil maka akan dipelihara kembali. Panen total dilakukan dengan memanen semua ikan dengan ukuran yang telah disesuaikan dengan kebutuhan caranya dengan memberikan tambahan pada umur ikan.

Ukuran ikan lele konsumsi yaitu dengan berat 180-120 gram/ekor dengan melakukan proses pemeliharaan selama 5-6 bulan. Pemanenan dilakukan dengan diletakkannya pipa paralon di dasar kolam, lalu menyurutkan air kolam sehingga ikan akan masuk ke dalam ruas pipa paralon tersebut, setelah itu maka mengambil ikan yang berada di pipa tersebut. (Windriani, 2017)

## 2.2 Logika *Fuzzy*

Dalam komponen pendukung *soft computing* adalah logika *Fuzzy*, yang didasari oleh teori himpunan *Fuzzy*, dalam teori tersebut derajat keanggotaan mempunyai peranan penting menentukan keberadaan elemen pada sebuah himpunan. Salah satu ciri utama dari logika ini adalah derajat keanggotaan (*membership function*). Menurut (Naba, 2009) logika *Fuzzy* merupakan metode perhitungan dengan variable kata-kata (*linguistic*), yang menggantikan metode berhitung dengan bilangan.

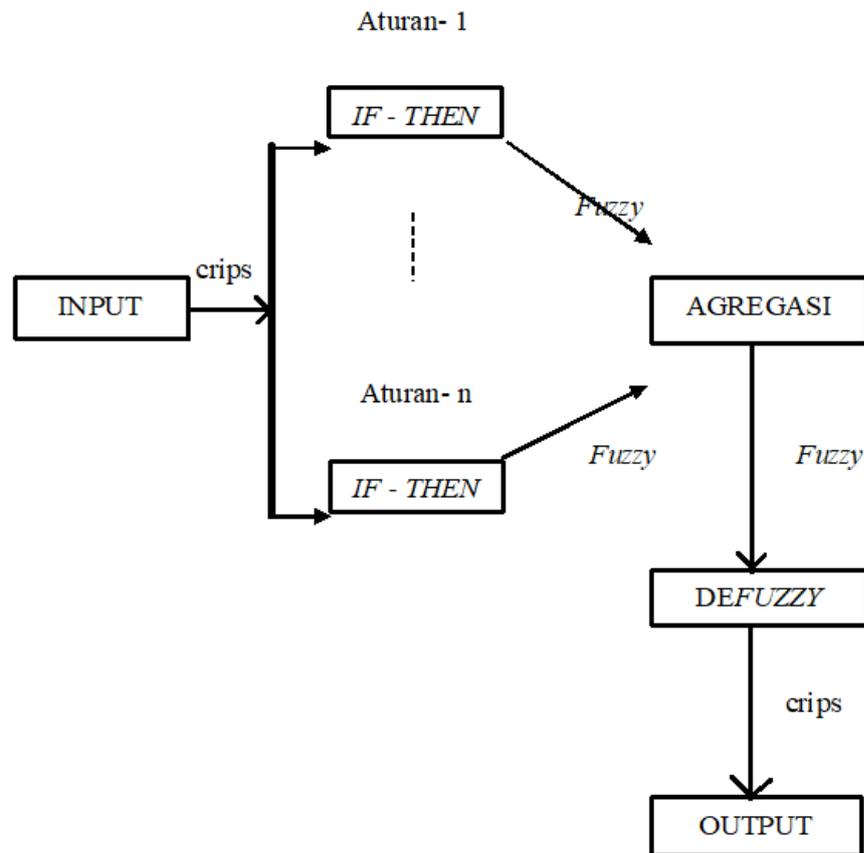
Logika *Fuzzy* digunakan dengan beberapa alasan, yaitu:

1. Memiliki konsep yang simple dan gampang dimengerti, kelebihanannya ada pada naturalness ketika melakukan pemecahan masalah.
2. Fleksibel, pengembangannya tidak sulit dan tidak harus diawali dengan "nol".
3. Didasarkan pada bahasa alami atau bahasa manusia.
4. Mampu mem-*build* bagian yang paling atas dari pengalaman dan pengetahuan pakar.
5. Dapat membuat model yang sangat kompleks dari fungsi nonlinear.
6. Toleransi pada data-data yang tidak cocok.
7. Mampu bekerjasama dengan teknik kendali secara konvensional.

Sistem *Fuzzy* menjadi langkah yang pas dalam membuat pemetaan suatu ruangan masukan ke ruangan keluaran, serta *Fuzzy* didasarkan pada peraturan yang di-*build* oleh *library* aturan *IF-THEN*. Misalnya, *IF* mesin panas *THEN* lebih kuat putaran kipas, *IF* dekatnya jarak motor *THEN* injak kuat rem. (Yulmaini, 2018)

Logika ini pertama kali dikembangkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh, seorang peneliti dari California University tahun 1960-an. Secara bahasa *Fuzzy* adalah kabur atau samar, di mana suatu nilai bisa saja benar dan bisa saja salah bersamaan. Meskipun secara istilah artinya kabur namun bukan berarti logika ini tidak jelas, melainkan logika yang berfungsi untuk memberikan penggambaran terkait ketidakjelasan yang terjadi. Nilai derajat keanggotaan pada logika ini berada pada rentang 1 atau 0 (ya atau tidak). Benar atau salahnya suatu nilai pada logika ini bergantung pada bobot tiap keanggotaan yang dipunyainya. (Arindya, 2017).

Terdapat sistem inferensi yang digunakan sebagai sebuah instruksi yang didasarkan logika *Fuzzy*, yang digunakan sebagai tools untuk menjadi perwakilan tiap-tiap pengetahuan tentang sebuah permasalahan, dan digunakan sebagai model interaksi antara tiap variabel yang ada. Berikut terdapat diagram blok proses inferensi *Fuzzy* pada (Gambar 2.2)



Gambar 2. 2 Diagram Block Sistem Inferensi *Fuzzy*

(Kusumadewi & Hartati, 2010)

Sistem inferensi *Fuzzy* menerima input *crisp*. Input kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi  $n$  aturan *Fuzzy* dalam bentuk *IF – THEN*. Pada tiap aturan akan dicari *fire strength*. Agregasi akan dilakukan jika jumlah aturan lebih banyak dari satu. Hasil agregasi tersebut akan dilakukan yang namanya *deFuzzy* guna menerima nilai *crisp* menjadi keluaran sistem. (Kusumadewi & Hartati, 2010).

### 2.2.1 Himpunan *Fuzzy*

Beberapa himpunan yang terus diperbincangkan pada sebuah variabel yang ada pada sistem. Pernyataan tegas pada tiap himpunan, di mana *membership function* sebuah elemen  $x$  pada himpunan  $A$ , penulisannya  $\mu_A[x]$ , yang mempunyai dua probabilitas:

- a. Satu (1), artinya suatu elemen telah menjadi *member* dalam sebuah himpunan.
- b. Nol (0), artinya suatu elemen tidak menjadi *member* dalam sebuah himpunan.

Jika  $x$  termasuk anggota *Fuzzy*  $\mu_A[x] = 0$  artinya  $x$  bukan *member* himpunan  $A$ , sama halnya jika  $x$  memiliki nilai keanggotaan *Fuzzy*  $\mu_A[x]=1$  berarti  $x$  menjadi *member* himpunan *Fuzzy*.

Pada himpunan *Fuzzy* mempunyai 2 atribut, yaitu:

- a. Linguistik, yaitu sebuah nama untuk suatu kelompok sebagai perwakilan suatu keadaan tertentu memakai bahasa alami, misalnya tinggi, pendek.
- b. Numeris, yaitu sebuah nilai numerik sebagai petunjuk ukuran terhadap suatu variable misalnya, 7, 10, 15.

Ada beberapahal yang mestinya dimengerti untuk memahami system *Fuzzy*, yaitu:

- a. Variable *Fuzzy*  
Variable yang akan dikaji pada sebuah system *Fuzzy*. Contohnya seperti, usia, temperature, dan lainnya.
- b. Himpunan *Fuzzy*  
Suatu kelompok yang memiliki suatu keadaan tertentu pada sebuah variable *Fuzzy*.
- c. Semesta pembicaraan  
Keseluruhan nilai yang diizinkan untuk dilakukan proses ke dalam sebuah variable *Fuzzy*.
- d. Domain  
Seluruh nilai yang ada mendapatkan izin pada semesta pembicaraan dan diizinkan untuk dijalankan pada suatu himpunan *Fuzzy*. Domain adalah yang merupakan himpunan bilangan *real*, yang sewaktu-waktu dapat bertambah dari kiri ke kanan dengan monoton.

### 2.2.2 Fungsi Keanggotaan

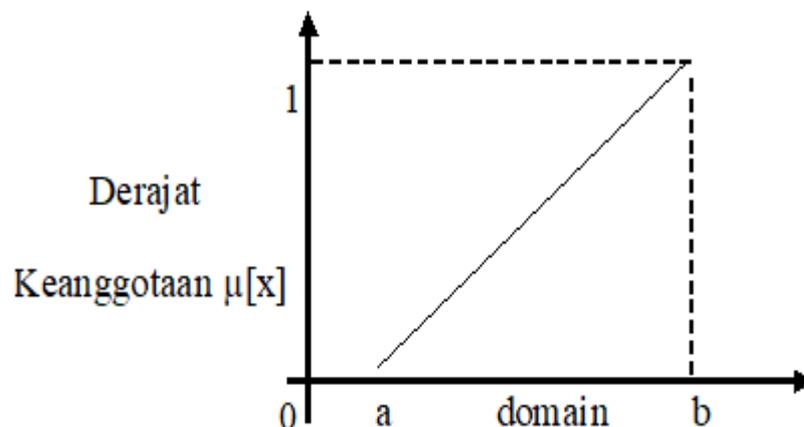
Fungsi keanggotaan (*membership function*) merupakan sebuah nilai kurva yang menunjukkan penggambaran titik-titik masukan data kedalam nilai keanggotannya yang mempunyai rentang 0 - 1. Cara untuk memperoleh nilai keanggotaan, salah satunya dengan melakukan pendekatan fungsi. Beberapa fungsi tersebut, seperti:

#### a. Representasi Linear

Fungsi ini adalah penggambaran masukan ke derajat keanggotaannya dijabarkan dengan sebuah garis vertikal. Di mana, ini merupakan bentuk yang paling simple serta termasuk pilihan baik dalam pendekatan konsep yang masih tidak cukup jelas.

Ada 2 keadaan himpunan *Fuzzy* yang linear sebagai berikut:

1. Domain yang mempunyai  $\mu[x] = 0$  menjadi awal dimulai nainya himpunan lalu bergerak ke kanan ke arah nilai yang mempunyai  $\mu[x]$  lebih tinggi. (Gambar 2.3)



Gambar 2. 3 Representasi Linear Naik

(Kusumadewi & Purnomo, 2010)

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x-a) / (b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

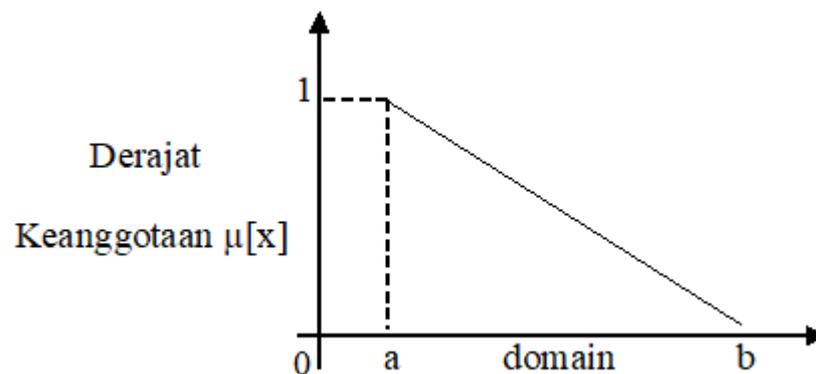
Keterangan:

a = Nilai domain yang memiliki  $\mu[x] = 0$

b = Nilai domain yang memiliki  $\mu[x] = 1$

c = Nilai masukan yang bakal diubah menjadi bilangan Fuzzy.

2. Garis vertikal diawali dari nilai domain yang paling tinggi  $\mu[x]$  di sebelah kiri, lalu turun ke domain dengan nilai  $\mu[x]$  yang paling rendah. (Gambar 2.4)



Gambar 2. 4 Representasi Linear Turun  
(Kusumadewi & Purnomo, 2010)

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \geq b \\ (b-x) / (b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \leq a \end{cases} \quad (2.2)$$

Keterangan:

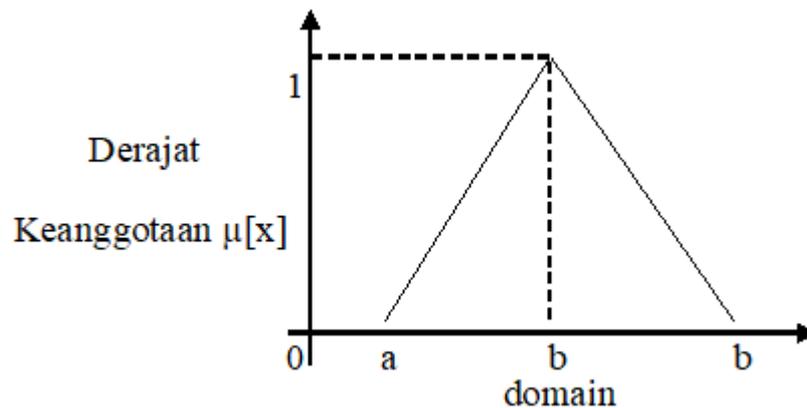
a = Nilai domain yang memiliki  $\mu[x] = 1$

b = Nilai domain yang memiliki  $\mu[x] = 0$

c = Nilai masukan yang bakal diubah menjadi bilangan Fuzzy.

b. Representasi Kurva Segetiga

Pada dasarnya kurva ini adalah pengkombinasian dua garis linear, linear seperti terlihat pada (Gambar 2.5)



Gambar 2. 5 Representasi Kurva Segitiga  
(Kusumadewi & Purnomo, 2010)

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b, c] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a) / (b-a); & a \leq x \leq b \\ (c-x) / (c-b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

Keterangan:

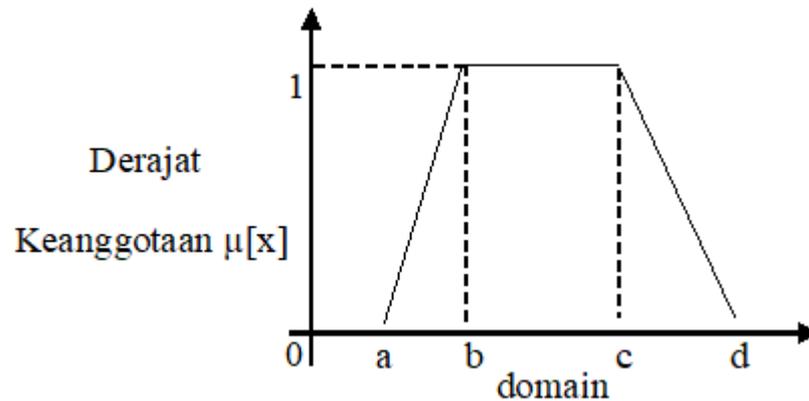
a = Nilai dominan paling kecil yang memiliki  $\mu[x] = 0$ .

b = Nilai dominan yang memiliki  $\mu[x] = 1$ .

c = Nilai dominan paling besar yang memiliki  $\mu[x] = 0$ .

c. Representasi Kurva Trapesium

Pada dasarnya kurva ini mirip bangun segitiga, namun terdapat beberapa titik dengan nilai anggota 1 (Gambar 2.6).



Gambar 2. 6 Representasi Kurva Trapesium

(Kusumadewi & Purnomo, 2010)

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b, c, d] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x-a) / (b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d-x) / (d-c); & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (2.4)$$

Keterangan:

a = Nilai dominan paling kecil yang memiliki  $\mu[x] = 0$ .

b = Nilai dominan paling kecil yang memiliki  $\mu[x] = 1$ .

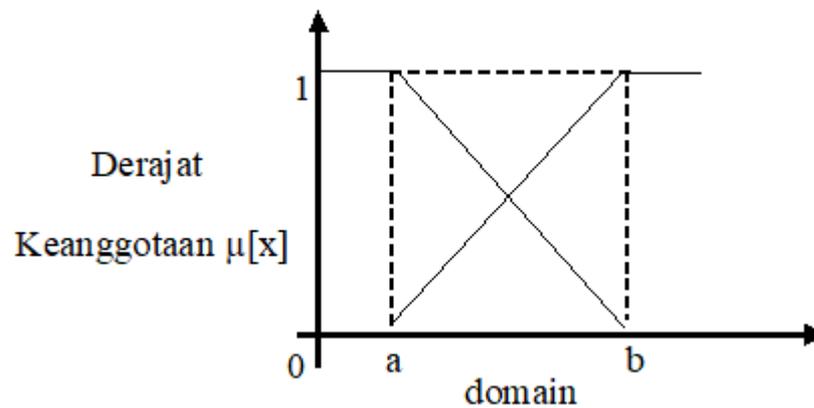
c = Nilai dominan paling besar yang memiliki  $\mu[x] = 1$ .

d = Nilai dominan paling besar yang memiliki  $\mu[x] = 0$ .

e = Nilai masukan yang akan diubah ke-

#### d. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Area yang berada di posisi tengah variable yang diwakilkan dengan bangun segitiga, di mana bagian kiri dan kanannya akan naik turun, serta kadang pula salah satu bagian dari variable itu bersifat tetap. Himpunan *Fuzzy* "bahu", tidak segitiga, dipakai dalam pengakhiran variable suatu area *Fuzzy*. Di mana bahu kiri akan bergeser dari posisi benar ke posisi salah, begitupula sebaliknya. (Gambar 2.7) menunjukkan variable *temperature* dengan daerah bahunya. (Kusumadewi & Purnomo, 2010).



Gambar 2. 7 Representasi Kurva Bentuk Bahu

(Kusumadewi &amp; Purnomo, 2010)

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x, a, b] = \left\{ \begin{array}{ll} 0; & x \leq a \\ (b-x) / (b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{array} \right\} \quad (2.5)$$

### 2.2.3 Operator

Pada himpunan *Fuzzy* sendiri, terdapat berbagai operasi khusus dalam mengombinasikan dan memberikan perubahan. Nilai keanggotaan menjadi nilai dari operasi dua himpunan yang biasa diketahui juga dengan fire strength atau  $\alpha$ -predikat. Zadeh telah menciptakan tiga operator, yaitu:

#### 1. Operator *AND*

Operator ini relasi terhadap operasi interaksi pada himpunan. Hasil dari operasi dan operator *AND* didapat berdasarkan pengambilan nilai anggota yang paling kecil di antara item di tiap-tiap himpunan yang keterkaitan yaitu A-predikat.

Dengan rumus:

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]). \quad (2.6)$$

Misal:

Himpunan TUA = 0,6 ( $\mu_{TUA}(27)=0,6$ ) mempunyai  $\mu[x] = 27$  tahun. Di himpunan penghasilan RENDAH = 0,8 ( $\mu_{GAJIRENDAH}(2 \times 10^6)=0,8$ ) dengan  $\mu[x] = \text{Rp}2.000.000,00$ , maka pada usia TUA dan mempunyai penghasilan RENDAH,  $\alpha$ -predikatnya adalah?

$$\begin{aligned} \mu_{TUA \cap GAJIRENDAH} &= \min(\mu_{TUA}(27); \mu_{GAJIRENDAH}(2 \times 10^6)) \\ &= \min(0,6; 0,8) \\ &= 0,6 \end{aligned} \quad (2.7)$$

## 2. Operator OR

Mempunyai relasi terhadap operasi union di himpunan, perolehan hasil operasinya didapat dari pengambilan nilai keanggotaan yang paling besar yang ada diantara item di suatu himpunan yang terkait, hasilnya berupa  $\alpha$ -predikat.

Dengan rumus:

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]). \quad (2.8)$$

Misal:

Himpunan TUA = 0,6 ( $\mu_{TUA}(27)=0,6$ ) mempunyai  $\mu[x] = 27$  tahun. Di himpunan penghasilan RENDAH = 0,8 ( $\mu_{GAJIRENDAH}(2 \times 10^6)=0,8$ ) dengan  $\mu[x] = \text{Rp}2.000.000,00$ , maka pada usia TUA dan mempunyai penghasilan RENDAH,  $\alpha$ -predikatnya adalah?

$$\begin{aligned} \mu_{TUA \cup GAJIRENDAH} &= \max(\mu_{TUA}(27); \mu_{GAJIRENDAH}(2 \times 10^6)) \\ &= \max(0,6; 0,8) \\ &= 0,8 \end{aligned} \quad (2.9)$$

### 3. Operator *NOT*

Mempunyai relasi dengan operasi komplemen di himpunan, perolehan hasil antara operatornya didapatkan dari mengurangi nilai keanggotaan item di himpunan yang berkaitan 1, hasilnya berupa  $\alpha$ -predikat.

Dengan rumus:

$$\mu_{A^c} = 1 - \mu_A[x] \quad (2.10)$$

Misal:

Himpunan TUA = 0,6 ( $\mu_{MUDA}(27)=0,6$ ) memiliki  $\mu[x] = 27$  tahun, maka pada usia TIDAK TUA nilai  $\alpha$ -predikat adalah?

$$\begin{aligned} \mu_{TUA}(27) &= 1 - \mu_{TUA}(27) \\ &= 1 - 0,6 \\ &= 0,4 \end{aligned} \quad (2.11)$$

## 2.3 Sistem Inferensi *Fuzzy* Sugeno

Takagi Sugeno (1985) adalah orang pertama yang memprakarsai metode ini. Metode ini dikenal juga dengan TSK, sebuah cara kerja inferensi *Fuzzy* untuk menggambarkan aturan pada bentuk *IF - THEN*, keluaran atau konsekuan system bukan sebuah himpunan *Fuzzy* itu sendiri, tapi nilai atau persamaan linear. (Setiawan et al., 2018). Cara nalar metode ini mirip dengan cara mamdani, bedanya pada bagian keluaran yang bukan himpunan *Fuzzy*, tapi sebuah nilai konstanta.

### 1. *Fuzzyfikasi*

*Fuzzyfikasi* merupakan proses berubahnya nilai craps (real) menjadi nilai *Fuzzy*. Pengubahan ini bermanfaat pada kendali *Fuzzy*, di mana kendali ini hanya mampu melakukan pengolahan nilai *Fuzzy* itu. Dengan ini juga bisa dijelaskan jika seluruh nilai yang telah diukur di lapangan bukan berarti sepenuhnya pasti, tapi terdapat sedikit banyaknya hal yang menyimpang. Memasukkan factor ketidakpresisian menunjukkan jika nilai bisa didefinisikan pada ruang nilai tertentu pula yang biasa

dikenal dengan himpunan *Fuzzy*. Nilai yang didapat di lapangan, akan dipertegas menjadi data *Fuzzy* yang dinyatakan ke dalam 2 jenis, yaitu himpunan *Fuzzy* dengan nilai keanggotannya. (Rusli, 2017)

## 2. Pembentukan Aturan *Fuzzy*

Dalam membuat aturan *Fuzzy* sugeno terdiri dari dua model yaitu sebagai berikut:

### a. Model *Fuzzy* Sugeno Orde-Nol

Model umumnya *Fuzzy* SUGENO Orde-Nol adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ o } (x_3 \text{ is } A_3) \text{ o } \dots \text{ o } (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z=k \quad (2.12)$$

Dengan  $A_i$  adalah himpunan *Fuzzy* ke- $i$  sebagai antaseden,  $o$  adalah operator *Fuzzy* seperti (AND / OR), dan  $k$  adalah suatu knstanta (tegas) sebagai konsekuen.

### b. Model *Fuzzy* Sugeno Orde-Satu

Model umumnya *Fuzzy* SUGENO Orde-Satu adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } \dots \text{ o } (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q \quad (2.13)$$

Dengan  $A_i$  adalah himpunan *Fuzzy* ke- $i$  sebagai antaseden,  $o$  adalah operator *Fuzzy* (seperti AND / OR), dan  $p_i$  adalah suatu konstanta (tegas) ke- $i$  dan  $q$  juga adalah knstanta pada konsekuen.

## 3. Komposisi Aturan *Fuzzy*

Setelah peraturan dasar selesai, selanjutnya guna memperoleh bobot dari peraturan dasar yang telah dibuat tersebut maka dilakukanlah penstrukturan atau komposisi peraturan dengan memakai *function* implikasi MIN (Minimum) yang berfungsi meng-*cut* keluaran pada himpunan serta DOT (Produk) yang berfungsi melakukan pengskalaan keluaran himpunan. (Setiawan et al., 2018)

## 4. DeFuzzyfikasi

DeFuzzyfikasi adalah sebuah penggambaran dari sebuah lingkup aksi kendali *Fuzzy* yang didefinisikan di semestra pembicaraan output ke lingkup non *Fuzzy*

atau angka. aktivitas ini penting dilakukan sebab aksi kendali angkat dibutuhkan dalam proses pengendalian.

Proses deFuzzy juga dapat dicari dengan memakai metode *mean* melalui persamaan sebagai berikut.(Wati, 2011)

$$z = \frac{\sum_{k=0}^m \alpha_k Z_k}{\sum_{k=0}^m \alpha_k} \quad (2.14)$$

## 2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu system *microprocessor* lengkap yang terdapat pada suatu cip. Mikrokontroler sendiri tidak sama dengan *microprocessor* serbaguna yang dipakai pada *personal computer*, sebab pada biasanya sudah diisi oleh *element support system* minimal mikroprocessor, yaitu berupa *memory* dan pemrograman *input-output*. (Sriani & Purwaningtyas, 2018)

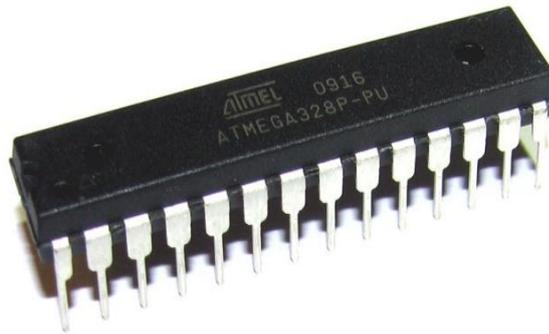
Untuk dipakai pada aplikasi yang bisa *reading* dan *control* data serta menyajikan informasi, maka mikrokontroler sendiri mempunyai jalan *input* atau *port input* serta *port output* yang menyebabkan hal tersebut dapat terjadi. Jalur *input* dipakai ketika meng-*input*-kan sebuah data atau informasi dari luar ke dalam seperti kondisi saklar yang direlaskan ke kaki mikrokontroler. *Port input* biasanya merupakan jalan digital yang dipakai oleh mikrokontroler dalam membaca kondisi digital (baik 0 atau 1). *Port output* dipakai guna data atau informasi yang masuk dapat keluar dari mikrokontroler sebagai pengendali alat, misalnya LED, relay, serta dapat menyediakan informasi pada alat, misalnya *seven-segment* dan LCD. Mikrokontroler tidak dapat bekerja jika tidak dibantu oleh tegangan dari luar. Di mana, IC-nya sendiri mampu berproses di tegangan 5V, namun sebagai IC mikrokontroler seperti Atmega 328, maka bisa dijalankan pada tegangan 5V. (Dharmawan, 2017)

### 2.4.1 Mikrokontroler Atmega 328

ATmega32 merupakan mikrokontroler *output* atmel yang adalah suatu anggota AVR 8-bit. Mikrokontroler juga mempunyai daya tampung *flash* (memori

program) sebesar 32 KB (32,768 bytes) memori (static RAM) 2 Kb (2.048 bytes), dan EEPROM (*non-volatile memory*) sebesar 1024 bytes. Dengan desain yang khusus dari berbagai jenis *processor* ini menyebabkan kecepatan eksekusi sebesar 1 *cycle* per perintah dapat terealisasi, dengan begitu juga mampu tercapainya kecepatan yang hampir 20 juta perintah per *second*-nya.

Processor ini kaya akan fitur, di mana terdapat paketan bentuk DIP-28 dalam cip-nya, di mana juga ada 20 pin keluaran atau masukan (21 pin jika pin *reset* tidak dipakai, 23 pin jika tidak memakai oksilator luaran), yang mana enam diantaranya mampu menjadi pin ADC (*analog-to-digital converter*) serta enam yang lain mampun menjadi PWM (*pulse width modulation*).



Gambar 2. 8 Mikrokontroler ATmega 328

(Oktareza, 2014)

#### 2.4.2 Konfigurasi Pin Atmega 328

|                          |    |    |                        |
|--------------------------|----|----|------------------------|
| (PCINT14/RESET) PC6      | 1  | 28 | PC5 (ADC5/SCL/PCINT13) |
| (PCINT16/RXD) PD0        | 2  | 27 | PC4 (ADC4/SDA/PCINT12) |
| (PCINT17/TXD) PD1        | 3  | 26 | PC3 (ADC3/PCINT11)     |
| (PCINT18/INT0) PD2       | 4  | 25 | PC2 (ADC2/PCINT10)     |
| (PCINT19/OC2B/INT1) PD3  | 5  | 24 | PC1 (ADC1/PCINT9)      |
| (PCINT20/XCK/T0) PD4     | 6  | 23 | PC0 (ADC0/PCINT8)      |
| VCC                      | 7  | 22 | GND                    |
| GND                      | 8  | 21 | AREF                   |
| (PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6 | 9  | 20 | AVCC                   |
| (PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7 | 10 | 19 | PB5 (SCK/PCINT5)       |
| (PCINT21/OC0B/T1) PD5    | 11 | 18 | PB4 (MISO/PCINT4)      |
| (PCINT22/OC0A/AIN0) PD6  | 12 | 17 | PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3) |
| (PCINT23/AIN1) PD7       | 13 | 16 | PB2 (SS/OC1B/PCINT2)   |
| (PCINT0/CLKO/ICP1) PB0   | 14 | 15 | PB1 (OC1A/PCINT1)      |

Gambar 2. 9 Konfigurasi Pin ATmega328

(Oktareza, 2014)

ATMega 328 mempunyai 28 pin, di mana tiap-tiap pinnya mempunyai kegunaan yang berbeda pula, ada yang menjadi aliran dan hal lainnya. Penjelasan terkait fungsi dari tiap-tiap kaki ATMega8, yaitu:

- VCC  
Sebagai penyuplai tegangan digital.
- GND  
Bagi element yang butu grounding, maka item ini dibutuhkan.
- Port B (PB7...PB0)  
Tersedia XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2, di aliran B. Aliran B, memiliki 8 pin, mulai B.0 hingga B.7. Untuk setiap pinnya bisa dipakai menjadi masukan dan keluran.
- Port C (PC5...PC0)  
Aliran C dalah 7-bit bi-directional I/O aliran yang pada tiap-tiap pinnya ada pull up resistor. Total pin di sini adalah 7, yaitu C.0 hingga C.6. Semua dapat menjadi output aliran C yang mempunyai ciri-ciri yag mirip ketika menyerap arus (*sink*) ataupun dalam membuang aurs (*source*).
- RESET/PC6  
Apabila RSTDISBL Fuse diprogram, maka PC6 akan berguna menjadi pin I/O, yang mempunyai ciri khusus yang menjadikannya berbeda jika dibandingkan dengan pin lainnya pada aliran ini. Tapi apabila RSTDISBL Fuse tidak diprogram, maka pin ini berguna menjadi masukan *reset*.
- Port D (PD7...PD0)  
Port D adalah 8-bit bi-directional I/O dengan *internal pull-up resistor*. Kegunaan dari aliran ini mirip dengan aliran lainnya. Yang membuatnya berbeda terdapat pada kegunaan lainnya, aliran ini hanya berguna menjadi *input* dan *output* saja atau I/O.
- AVcc  
Mensuplai tegangan ACD adalah guna dari pin ini. Antara pin ini terhadap VCC direlasikan terpisah sebab pin ini dipakai hanya sebagai analog. (Oktareza, 2014)

## 2.5 Arduino UNO

Sebuah kit elektronik yang bersifat open source di mana di dalamnya ada sebuah elemnt utama yaitu suatu cip mikrokontroller yang berjeniskan AVR yang berasal dari Atmel Company. Fungsi utama penanaman program di mikrokontroller yaitu guna rangkaian elektronik tersebut mampu membaca masukan, proses, serta keluaran. (Ihsanto & Hidayat, 2014)

Abdul Kadir (2017), memberikan penjelasan bahwasannya Arduini Uno itu sendiri merupakan penggunaan mikrokontroller ATmega328 pada suatu papan, yang memiliki 14 pin digital dibagi lagi dengan enak bisa dipakai menjadi keluar PWM, serta enam lainnya sebagai masukan analog. Mempunyai 16 MHz osilator krystal, USB konektor, konektor sumber daya tagangan, header ICSP, serta tombol reset. Dalam rangkaian ini, berbagai hal pendukung mikrokontroller tersedia, cukup dengan merelasikannya ke *PC* dengan USB atau cukup dengan memasukan tegangan DC baik yang berasal dari batrei ataupun dari adaptr AC ke DC. Untuk melakukan komunikasi serial ke *computer* melalui aliran USB, maka rangkaian ini memakai ATmega16U2 yang telah diatur menjadi sebuah *USB to serial converter*.



Gambar 2. 10 Papan Arduino UNO

(Abdul, 2017)

Board Arduino tidak hanya satu tapi berbagai macam, salah satu yang terkenal seperti yang tertera pada gambar 2.10 di atas. Sumber daya bisa ditemukan dari komputer lewat USB, dan menjadi sebuah wadah penghubungan antara arduino

dengan computer. Spesifikasi arduino uno dijabarkan pada tabel di bawah ini:(Abdul, 2017)

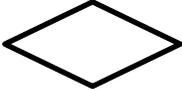
Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Uno

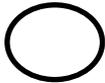
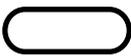
|                              |                                      |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Mikrokontroler               | Atmega328                            |
| Tegangan Operasi             | 5 V                                  |
| Tegangan Input (recommended) | 7-12 V                               |
| Tegangan (limit)             | 6-20 V                               |
| Pin Digital I/O              | 14 (6 diantaranya PWM)               |
| Pin Analog Input             | 6                                    |
| Arus DC Per Pin I/O          | 40 mA                                |
| Arus DC Untuk Pin 3.3 V      | 150 mA                               |
| Flash Memory                 | 32 Kb dengan 0.5 Kb untuk bootloader |
| SRAM                         | 1 Kb                                 |
| EEPROM                       | 1 Kb                                 |
| Kecepatan Perwaktu           | 16 Mhz                               |

## 2.6 Flowchart

Untuk menggambarkan jalannya algoritma atau cara kerja terkait penyelesaian masalah dengan menggunakan simbol-simbol, maka *Flowchart* dapat digunakan. Pada *Flowchart* ini terdapat simbol-simbol yang mewakili beberapa fungsi, *Flowchart* juga berfungsi untuk wadah komunikasi antara para pembuat program agar proyek yang dijalankan lebih terarah. Dengan ini juga, dapat membantu proses pemahaman langkah-langkah logika yang cukup rumit dan biasanya panjang. (Santoso & Nurmalina, 2017)

Tabel 2. 2 Simbol *Flowchart*

| Simbol  | Fungsi                             |
|---|------------------------------------|
|  | Start pada subprogram              |
|  | Kondisi pilihan atau perbandingan. |

|   |   |
|---|---|
|  | Penghubung antara bagian <i>flowchat</i> di halaman yang sama |
|  | Penghubung antara bagian <i>flowchat</i> di halaman yang beda |
|  | <i>Start</i> dan <i>end</i>                                   |
|  | Arah aliran program   |
|  | Proses penginisialisasian program                             |
|  | Proses ketika data diolah                                     |
|  | Proses masukan atau keluaran data                             |

## 2.7 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan perangkat lunak yang digunakan guna menulis sebuah *syntax*, lingkup *message*, teks *console* dan *toolbar* dengan *button* untuk melakukan fungsi pada umumnya. Software ini terhubung ke *hardware* arduino dalam mengirim program agar terkoneksi. Suatu bahasa pemrograman yang ditulis memakai Arduino IDE disebut sketsa. Seketsa ditulis dalam *teks editor* dan di-*save* dengan *file* ekstensi.ino seperti (Gambar 2.11). Terdapat proses editing yang memiliki fitur *cutting/pasting and for searching/replacing text*. Software ini akan menampilkan pesan jika terdapat kesalahan pada saat program disimpan. Terdapat jendela mengkonfigurasi board dan serial port pada bagian bawah kanan. *Button toolbar* berfungsi untuk memastikan dan mengunggah program, mem-*create*, *open*, dan *save* sketsa, serta *open* monitor serial. Berikut bentuk tampilan dari Arduino IDE. (Salurianto et al., 2020).



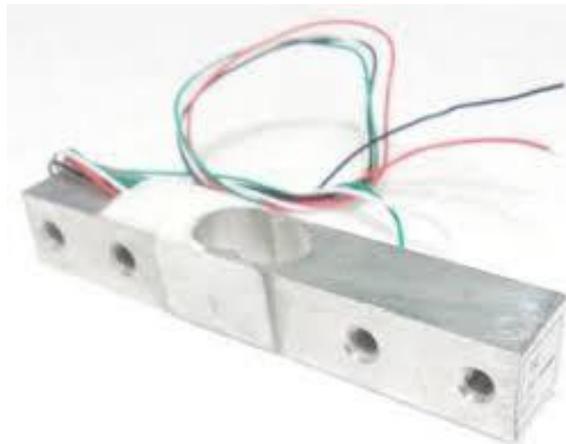
Gambar 2. 11 Tampilan Arduino IDE  
(Salurianto et al., 2020).

Bahasa pemrograman yang digunakan dalam Arduino IDE sendiri ialah menyerupai bahasa C. Sudah dilakukan perubahan dalam bahasa pemrograman guna lebih mempermudah jika dibandingkan dengan bahasa sebelumnya. Penanaman Bootlader di IC mikrokontroller arduino dilakukan sebelum dijual ke pasar, yang sebagai penengah diantara compiler dengan mikrokontroller.

Arduino IDE terbuat menggunakan bahasa pemrograman Java, juga dilengkapi pustaka C/C++ seringnya disebut wiring, hal ini berguna agar proses masukan dan keluaran menjadi lebih gampang. Selain itu, perangkat lunak processing juga telah dikembangkan yang dapat diubah menjadi arduino IDE khusus. (Abdul, 2017)

## 2.8 Sensor Load Cell

Sensor *Load Cell* adalah suatu sensor yang dirancang untuk melacak suatu tekanan atau berat suatu beban, pada umumnya sensor *Load Cell* dipakai sebagai element utama pada system timbangan digital dan juga bias dipakai pada pengukuran berat beban ikan lele dumbo, pengukuran *Load Cell* dilakukan dengan menggunakan prinsip tekanan. Sensor *Load Cell* yang digunakan pada perancangan sistem ini mempunyai berat max 1 kg, namun pada proses desainnya dibuat beban dengan ukuran 0-1000 gram.



Gambar 2. 12 Sensor *Load Cell*

(Putra, 2016)

Keterangan pada gambar diatas sebagai berikut:

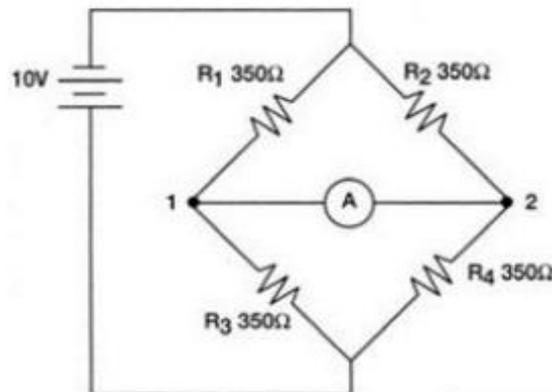
- Kabel hitam sebagai masukan ground sensor
- Kabel merah sebagai masukan tegangan sensor
- Kabel hijau sebagai keluaran positif sensor
- Kabel putih sebagai keluaran ground sensor.

Berikut spesifikasi dari sensor *Load Cell*:

1. Berat kapasitas 1 kg
2. Tegangan 5-10 VDC / 5-10 VAC
3. Ukuran sensor yang kecil dan praktis
4. I/O resistensi rendah 3
5. Nonlineritas 0.05%
6. Rang dalam suhu kerja  $-10^{\circ}\text{C}$  -  $+50^{\circ}\text{C}$

### 2.8.1 Prinsip Kerja Sensor *Load Cell*

Dalam proses timbang menimbang dapat menyebabkan sebuah reaksi pada komponen logam yang ada di *Load Cell* sehingga menyebabkan gaya elastic sehingga menimbulkan regangan yang akan diubah ke dalam sinyal elektrik oleh *strain gauge* (pengukur regangan) yang dipasangkan di *Load Cell*. Berikut rangkaian jembatan wheatstone pada (Gambar 2.13).



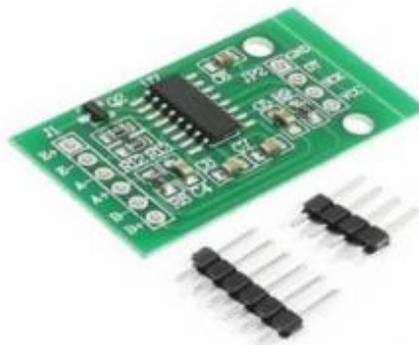
Gambar 2. 13 Titik Seimbang Jembatan *Wheatstone*

(Putra, 2016)

Penjabaran gambar di atas yaitu terdapat nilai  $R = 350 \Omega$  aliran arus pada  $R_1$  dan  $R_3 =$  arus yang mengalir di  $R_2$  dan  $R_4$ , terjadinya hal ini sebab semua nilai resistor sama, sehingga rangkaian mencapai keseimbangan. (Putra, 2016)

### 2.8.2 Module HX711

Module hx711 ialah modul amplifier yang dapat dipakai pada rangkaian alat ukur digital sebagai modul pengubah sinyal analog ke sinyal digital di *Load Cell*. Terdapat persisi tinggi 24 ADC *high-gain* merupakan masukan yang dirancang guna berbagai sensor dengan jenis *bridge*. *Channel A* dan *B* (*fix gain 32*) yang berinteraksi dengan *multiplex*. Prinsip kerja module hx711 sebagai penguat tegangan di *Load Cell* ketika sedang bekerja. (WahyudiI et al., 2018).



Gambar 2. 14 Module *Load Cell* Hx711

. (WahyudiI et al., 2018)

Pada lingkup aerospace, teknik, mekanik, kimia, elektronik, konstruksi, dan lainnya biasanya menggunakan module HX711 yang dipakai dalam proses pengukuran tekanan, penarikan, torsi, serta percepatan. (Nugraha, 2017).

Spesifikasi HX711, yaitu:

- Differential input voltage:  $\pm 40\text{mV}$  (Full-scale differential input voltage  $\pm 40\text{mV}$ )
- Akurasi data: 24 bit (24 bit A / D converter chip.)
- Refresh frequency: 80 Hz
- Operating Voltage : 5V DC
- Operating current :  $<10\text{ mA}$
- Ukuran:  $38\text{mm} \times 21\text{mm} \times 10\text{mm}$ . (Nugraha, 2017)

## 2.9 Motor Servo Mg996r

Motor servo merupakan motor yang memiliki *system feedback* dimanakeberadaan motor tersebut akan kembali diinformasikan ke rangka control yang terdapat pada motor servo. Motor servo meliputi sebuah motor, rangkaian gear, potensiometer dan rangkaian control. Batas sudut dari putaran servo harus ditentukan yang disebut potensiometer dan menentukan sudut dari sumbu motor servo yang didasarkan pada berapa lebarnya pulsa yang telah dikirim lewat kaki sinyal dari motor tersebut. (Muhammad Satria Nugroho, 2021)



Gambar 2. 15 Motor Servo Mg996r

(Muhammad Satria Nugroho, 2021)

## 2.10 Module Sensor *Infrared* TCRT5000

Suatu element elektronik yang berfungsi untuk melakukan pendeteksian cahaya inframerah. TCRT5000 ini disusun ke dalam 2 bagian yang paling utama, yaitu sebuah pemancar serta sebuah pendeteksi inframerah dalam satu komponen.

Sensor dapat mengetahui letak benda atau garis melalui pendeteksian pantulan cahaya merah yang dipancarkan dan dipantulkan di permukaan benda tersebut.

*Infrared* mempunyai panjang gelombang 950 nanometer. Sifat tidak terlihatnya sinar *Infrared* ini memberikan keuntungan sebab berfungsi sebagai aplikasi sensor tanpa mempengaruhi bagaimana *interface* sekelilingnya, contohnya sebagai sistem pendeteksian letak suatu objek di suatu bidang tertentu. (Arief & Zuhri, 2019)

Modul ini mempunyai dua jenis LED dengan kegunaan yang tidak sama. Yang pertama untuk indikator power, sedangkan yang kedua untuk indikator merubahnya sebuah nilai yang diperoleh dari model (tinggi dan rendah).

Output dari sensor ini bisa didefinisikan ke dalam dua jenis, yaitu:

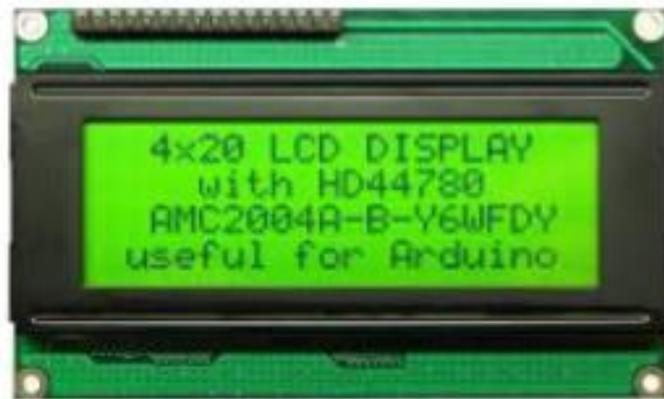
1. Tegangan analog DC, memiliki janga 0-5V. Apabila fototransistor dengan TCRT5000 bisa dideteksi kerapatan *Infrared*nya lebih bagus maka daya hantarnya juga bagus, sebab itu menyebabkan tegangan *output* menjadi lebih tinggi. Pendeteksian kerapatan cahaya rendah dapat dideteksi oleh sensor ini.
2. *Output* sinyal digital, Apabila sendor bisa melakukan pendeteksian kerapatan cahaya jauh leih bagus, maka sensor tersebut bisa melakukan pengiriman logika "1" ke outpur serta mengirim logika "0", sehingga bisa melakukan pendeteksian cahaya yang rendah. (Wibowo et al., 2018)



Gambar 2. 16 Module Sensor *Infrared* TCRT5000  
(Wibowo et al., 2018)

## 2.11 *Liquid Cristal Display (LCD)*

LCD (*Liquid Cristal Display*) pada umumnya berguna dalam memberikan tampilan sebuah karakter numerik, huruf dan simbol-simbol secara lebih bagus serta LCD juga mengkonsumsi arus yang rendah. Manfaat LCD menggunakan module i2c yaitu hanya membutuhkan 2 Input/Output port saja seperti (SDA dan SCL), sehingga dapat menghemat input dan output port pada mikrokontroler DFRduino sehingga bisa digunakan untuk keperluan lain. Pada penelitian ini LCD yang dipakai yaitu jenis LCD 4x20 yang digunakan untuk menampilkan output dari jumlah ikan yang sudah terpilah sesuai ukurannya. (Siswanto et al., 2018).

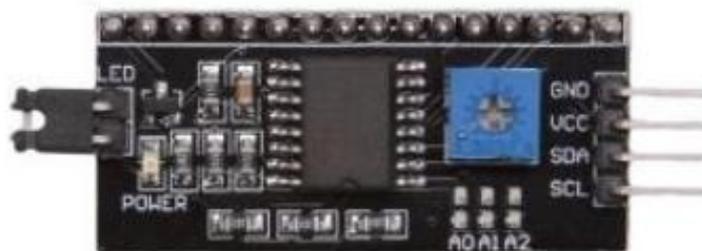


Gambar 2. 17 LCD 4x20

(Siswanto et al., 2018)

### 2.11.1 **Module i2c**

Sebuah standar hubungan dialog serial yang bersifat 2 arah dengan memakai 2 saluran yang dirancang khusus yang dipakai dalam melakukan pengiriman atau penerimaan data. System I2C/TW meliputi saluran SCL (Serial Clock) serta SDA (Serial Data) yang terdapat informasi data diantara I2C terhadap kontrolnya, lalu pull up resistor yang dipakai guna melakukan pengiriman data antar alat..



Gambar 2. 18 Modul I2C

(Prasetya, 2020)

Penjabaran kabel modul I2C, yaitu:

- GND : Ground
- VCC : Daya 5V
- SDA : Serial Data
- SCL : Serial Clock

Umumnya pada *board* Arduino SDA pada masukan analog pin 4 dan SCL pada masukan analog pin 5. Sedangkan di NodeMCU, telah *support* dengan I2C. *Board* NodeMCU, *Port* I2C berada di pin D1 pada SDA dan D2 pada SCL. Potensiometer juga sudah melengkapi *module* I2C sebagai penyesuaian *contras* sinar dengan cara memberikan putaran searah dengan arah jarum jam guna memperoleh *interface* yang dibutuhkan.(Prasetya, 2020)

## 2.12 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang terkait dengan sistem pemilah ikan otomatis yaitu penelitian Cipta Salurianto, dkk pada tahun 2020 dengan judul Pengembangan Alat Penyortir Ikan Berdasarkan Panjang Ikan Menggunakan Sensor PING. Pada penelitian ini pengukuran dilakukan melalui panjang ikan yang menggunakan sensor Ping dengan melakukan identifikasi nilai panjang untuk besar dan sedang dengan bantuan dua buah servo sebagai control gate masuknya ikan sesuai panjang yang sudah di control dalam mikrokontroler atmega 328p serta konveyor sebagai alat untuk penggerak atau pemindahan suatu objek dari tempat asalnya ke tempat yang lain.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun tempat serta waktu penelitian alat pemilahan ikan otomatis dengan logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler ialah sebagai berikut.

#### 3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di Laboratorium Robotik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara yang berlokasi di Jln. Lapangan Golf, Kec. Pancur Batu, Medan Tuntungan.

#### 3.1.2 Waktu dan Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Waktu dan jadwal yang dipergunakan untuk penelitian alat pemilah ikan otomatis dengan logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler dijabarkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Waktu dan Jadwal Penelitian

| No | Keterangan         | Jadwal (2021 – 2022) |     |          |    |     |    |          |    |     |    |         |    |     |
|----|--------------------|----------------------|-----|----------|----|-----|----|----------|----|-----|----|---------|----|-----|
|    |                    | Oktober              |     | November |    |     |    | Desember |    |     |    | Januari |    |     |
|    |                    | II                   | III | I        | II | III | IV | I        | II | III | IV | I       | II | III |
| 1  | Pengumpulan Data   |                      |     |          |    |     |    |          |    |     |    |         |    |     |
| 2  | Wawancara          |                      |     |          |    |     |    |          |    |     |    |         |    |     |
| 3  | Studi Oservasi     |                      |     |          |    |     |    |          |    |     |    |         |    |     |
| 4  | Studi Literatur    |                      |     |          |    |     |    |          |    |     |    |         |    |     |
| 5  | Analisis Kebutuhan |                      |     |          |    |     |    |          |    |     |    |         |    |     |
| 6  | Perancangan        |                      |     |          |    |     |    |          |    |     |    |         |    |     |
| 7  | Pengujian          |                      |     |          |    |     |    |          |    |     |    |         |    |     |
| 8  | Penerapan          |                      |     |          |    |     |    |          |    |     |    |         |    |     |

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Pada proses pembangunan alat pemilah ikan otomatis ini, alat dan bahan tentu saja dibutuhkan yang akan digunakan untuk penelitian skripsi ialah sebagai berikut.

#### 3.2.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Adapun perangkat keras yang diimplementasikan dalam sistem pemilahan ikan otomatis dengan logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler ialah sebagai berikut.

Tabel 3. 2 Perangkat Keras Penelitian

| No | Perangkat Keras                 | Jumlah |
|----|---------------------------------|--------|
| 1  | Arduino Uno                     | 1 Buah |
| 2  | Sensor <i>Load Cell</i>         | 1 Buah |
| 3  | LCD                             | 1 Buah |
| 4  | Servo Mg996r                    | 3 Buah |
| 5  | Laptop                          | 1 Buah |
| 6  | Sensor <i>Infrared Tcrt5000</i> | 1 Buah |

#### 3.2.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Adapun perangkat lunak dalam sistem pemilahan ikan otomatis dengan logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler.

Tabel 3. 3 Perangkat Lunak Penelitian

| No | Perangkat Lunak                  | Jumlah |
|----|----------------------------------|--------|
| 1  | Arduino IDE                      | 1 Buah |
| 2  | Sistem Operasi Windows 10 64-bit | 1 Buah |
| 3  | Fritzing                         | 1 Buah |

### 3.2.3 Bahan Penelitian

Adapun bahan penelitian dalam sistem pemilahan ikan otomatis dengan logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler.

Tabel 3. 4 Bahan Penelitian

| No | Bahan Penelitian    |
|----|---------------------|
| 1  | <i>Cable Jumper</i> |
| 2  | Pipa                |
| 3  | Ember/Wadah         |
| 4  | Ikan Lele           |

### 3.3 Cara Kerja

Adapun cara kerja dalam pembangunan alat pemilahan ikan otomatis dengan logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler ialah sebagai berikut:

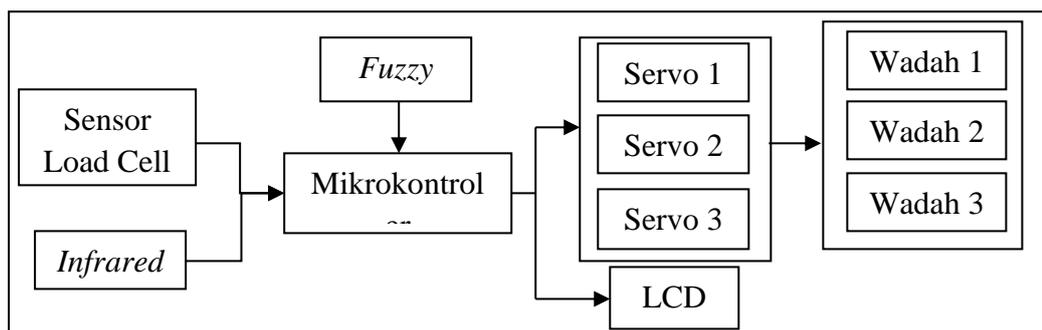
#### 3.3.1 Perencanaan

Pada tahapan ini, proses penelitian dilakukan mulai dari tahap perencanaan yang meliputi tahap persiapan, perancangan, pengujian, dan implementasi.

##### a. Tahap Persiapan

Tahap persiapan bertujuan untuk menyiapkan seluruh alat dan bahan yang digunakan untuk sistem pemilahan ikan otomatis. Alat dan bahan yang perlu dipersiapkan yaitu sesuai daftar yang dibutuhkan, terlihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 yang menampilkan beberapa alat yang dibutuhkan serta pada Tabel 3.3 menampilkan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian.

##### b. Perancangan



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem *Fuzzy*

Pada tahap perancangan terdapat blok diagram yang menjelaskan cara kerja sistem pemilahan ikan otomatis menggunakan logika *Fuzzy*. Dimana terdapat beberapa tahap yang terdiri dari Input – Proses – Output.

Blok diagram menunjukkan beberapa proses yang akan digunakan pada sistem pemilahan ikan secara otomatis, Bagian-bagian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Input

Untuk dapat membuat alat pemilah ikan otomatis dibutuhkan input yaitu sensor *Load Cell* yang berfungsi sebagai alat ukur untuk menentukan berat ikan dan input lainnya yaitu sensor *Infrared* yang berfungsi sebagai pembaca objek yang masuk kedalam pipa. Nilai yang didapat dari kedua sensor tersebut akan di proses pada Arduino Uno.

2. Proses

Pada bagian proses, nilai berat ikan yang didapatkan dari sensor *Load Cell* akan melakukan proses *Fuzzyfikasi* kemudian akan diproses oleh Arduino untuk menjalankan servo yang berfungsi sebagai penggerak ikan sesuai berat yang sudah di tentukan.

3. Output

Setelah diproses, servo akan melakukan penggerakan ke tiga arah yaitu samping kanan, depan dan samping kiri yang masing-masing sudah ditentukan berat sesuai kategori yaitu kecil, cukup dan besar. Jika servo bergerak ke samping kanan maka objek akan masuk ke wadah kategori kecil dan LCD akan menampilkan jumlah ikan yang masuk ke dalam wadah kategori kecil, jika servo bergerak ke depan maka objek akan masuk kedalam wadah kategori cukup dan LCD akan menampilkan jumlah ikan yang masuk ke dalam wadah kategori cukup dan jika servo bergerak ke

samping kiri maka objek akan masuk ke wadah kategori besar dan LCD akan menampilkan jumlah ikan yang masuk kedalam kategori besar.

### **c. Pengujian**

Pada tahap ini pengujian dilakukan dengan melakukan perhitungan ketepatan yang dilakukan oleh sensor *Load Cell* serta pada servo juga dilakukan pengujian untuk melihat ketepatan pergerakan ke setiap wadah yang sudah ditentukan kategorinya.

### **d. Implementasi**

Tahap implementasi ialah penerapan sistem kepada peternak ikan lele untuk dapat mencoba alat yang telah digunakan.

## **3.3.2 Teknik Pengumpulan Data**

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data yang terdiri dari beberapa bagian yaitu sebagai berikut.

### **1. Wawancara**

Dialog yang dilakukan antara dua orang atau lebih, dalam hal ini antara peneliti dengan narasumber atau pewawancara dengan yang terwawancarakan. Pewawancara memberikan beberapa pertanyaan terkait yang dibutuhkan atas dasar penelitian, lalu yang terwawancara akan menjawab pertanyaan tersebut, jawaban ini akan menjadi bahan atau data yang akan digunakan guna melengkapi atau pendukung penelitian. Wawancara akan dilaksanakan di Tambak Jati Lele Kota Medan Kec. Percut Sei Tuan dengan Bapak Amrizal selaku pekerja di Tambak tersebut yang bertugas melakukan perawatan ikan lele hingga proses pemanenan dan pemasaran.

Setelah dilakukan wawancara, maka didapatkan informasi mengenai proses pemilahan ikan lele dengan beberapa tahap yang menggunakan alat-alat atau kemampuan peternak. Kemudian setelah data ukuran ikan dalam proses pemilahan didapatkan, maka selanjutnya akan dilakukan dalam penyusunan

aturan-aturan dalam penentuan berat yang terdiri dari 3 (tiga) kategori yaitu kecil, cukup dan besar. Berikut merupakan data ukuran ikan dalam proses pemilahan yang sesuai kebutuhan pasar.

Tabel 3. 5 Data Ukuran Ikan Pada Proses Pemilahan

| Jumlah Perkilo | Bobot Perekor | Kategori |
|----------------|---------------|----------|
| 9-12 Ekor      | 0-120 g       | Kecil    |
| 5-8 Ekor       | 121-200 g     | Cukup    |
| 1-4 Ekor       | 201-1000 g    | Besar    |

Tabel diatas digunakan dalam penentuan ukuran ikan dalam proses pemilahan yang memiliki beberapa kategori, dimana jika ikan memiliki kategori kecil, maka ikan akan dimasukan kembali kedalam kolam untuk dipelihara kembali. Jika ikan memiliki kategori cukup, maka ikan akan dipasarkan dan layak konsumsi. Jika ikan memiliki kategori besar, maka sebagian peternak ada yang memasukkan ke kolam pemancingan dan ada juga yang memijahkan ikan tersebut. Semua kondisi tersebut tergantung kebutuhan pasar yang diinginkan, karena setiap proses pemanenan berbeda-beda seperti panen total dan panen sesuai kebutuhan pasar.

## 2. Studi Observasi

Dalam mengumpulkan data melalui pengamatan atau peninjauan tempat untuk melakukan penelitian atau pengambilan data secara langsung guna melihat keadaan yang sebenar-benarnya dan memahami bagaimana cara kerjanya secara langsung. Penulis melaksanakan observasi secara langsung ke lapangan guna melakukan uji proses pemilahan ikan lele untuk melihat secara nyata prosesnya. Hasil dari observasi ini adalah kegiatan, kejadian yang dialami secara langsung.

## 3. Studi Literatur

Cara studi pustaka atau literatur ini dengan cara mendapatkan informasi terkait penelitian dan penyelesaian masalahnya melalui rujukan, pedoman,

petunjuk, baik melalui buku, penelitian terdahulu, artikel jurnal, media cetak, dan hal lainnya. Informasi yang didapat berupa teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan penelitian, pada penelitian ini terdapat beberapa jurnal ilmiah dan buku sebagai referensinya terutama yang ada keterkaitannya dengan system pemilah ikan otomatis menggunakan logika *Fuzzy* sugeno yang berbasis mikrokontroller yang mampu menjadi landasan atau penguat penelitian ini.

### 3.3.3 Analisa Kebutuhan

Tahapan analisa ini penting untuk merincikan kebutuhan sistem yang akan dibangun agar dapat membangun alat pemilah ikan otomatis yang sesuai kebutuhan dari permasalahan yang ada. Informasi tentang sesuatu yang mempunyai keterkaitan dengan berat ikan melalui timbangan sangat penting untuk dilakukannya analisis. Analisa kebutuhan input

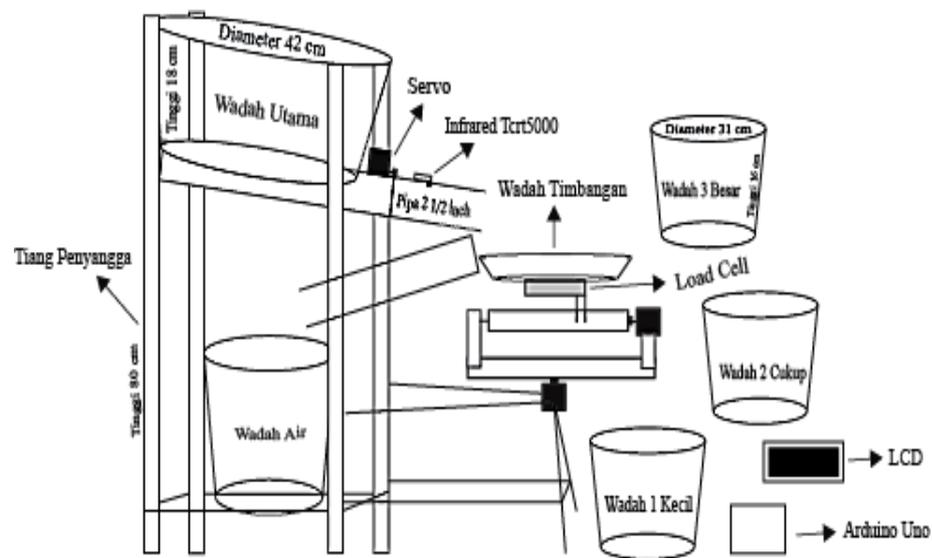
- a. Pada analisa kebutuhan masukan ini terdapat timbangan berupa *Load Cell* sebagai alat ukur berat ikan dan servo sebagai penggerak ikan yang sesuai tiga kategori.
  1. Data informasi mengenai ketentuan berat ikan dengan memakai sensor *Load Cell*
  2. Data informasi guna memperoleh kuantitas ikan pada wadah melalui nilai berat pada *Load Cell* yang menggunakan pergerakan servo.
- b. Analisa kebutuhan Output  
Keluaran dari alat pemilah ikan secara otomatis menggunakan servo sebagai penggerak ikan agar masuk ke wadah yang sesuai kategori.

### 3.3.4 Perancangan

Tahap perancangan ini bertujuan membuat rancangan perangkat keras dengan mendesain rangkaian Arduino uno yang terhubung dengan komponen dipasang secara teratur menggunakan fritzing dan membuat rangkaian *Flowchart* sistem kerja perangkat keras yang menunjukkan aliran proses dalam sistem serta membuat rangkaian *Flowchart* diagram alir pada perancangan perangkat lunak.

### 1. Perancangan Alat dan Perangkat Keras

Adapun rangkaian alat dan perangkat keras pada sistem pemilah ikan otomatis yang sudah disusun ialah sebagai berikut.

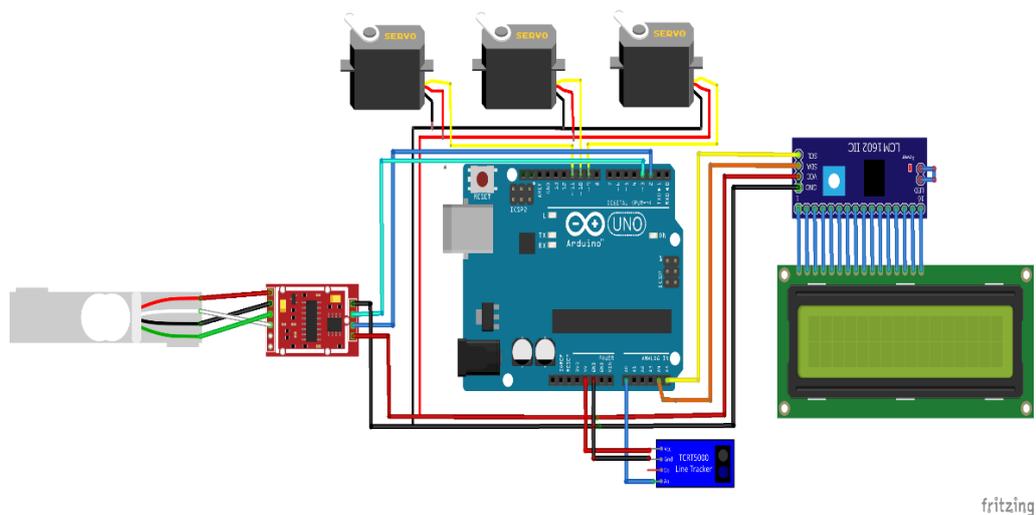


Gambar 3. 2 Rangkaian Alat Pemilah Ikan Otomatis

Pada tahap ini terdapat rangkaian alat beserta komponen-komponen yang digunakan pada sistem pemilah ikan otomatis. Cara kerja dari sistem pemilah ikan otomatis ini ialah sebagai berikut:

- Pertama ikan hasil panen akan dimasukkan ke dalam wadah utama yang berfungsi sebagai penampungan sebelum masuknya ikan ke proses pemilahan.
- Selanjutnya pada wadah utama akan dilubangin selebar pipa 2 ½ inc yang berfungsi sebagai alat bantu turunnya ikan ke timbangan.
- Sebelum masuk ke timbangan, terdapat servo dan sensor *Infrared* pada pipa yang menuju ke timbangan, sensor *Infrared* berfungsi sebagai pembaca objek yang melewati pipa dan setelah sensor mendeteksi objek maka servo akan tertutup dan akan terbuka kembali jika sensor tidak mendeteksi objek.
- Setelah objek keluar dari pipa, maka akan langsung melakukan proses penimbangan berat ikan menggunakan *Load Cell*.

- e. Terdapat tiga kategori berat pada *Load Cell* yaitu kecil, cukup dan besar. Jika sudah melakukan proses penimbangan maka servo akan bergerak sesuai kategori berat tersebut.
- f. Setelah masuk ke wadah yang sudah ditentukan masing-masing kategorinya, LCD akan menampilkan jumlah setiap masing-masing wadah melalui nilai berat *Load Cell* dengan pergerakan servo.



Gambar 3. 3 Desain Rangkaian Perangkat Keras

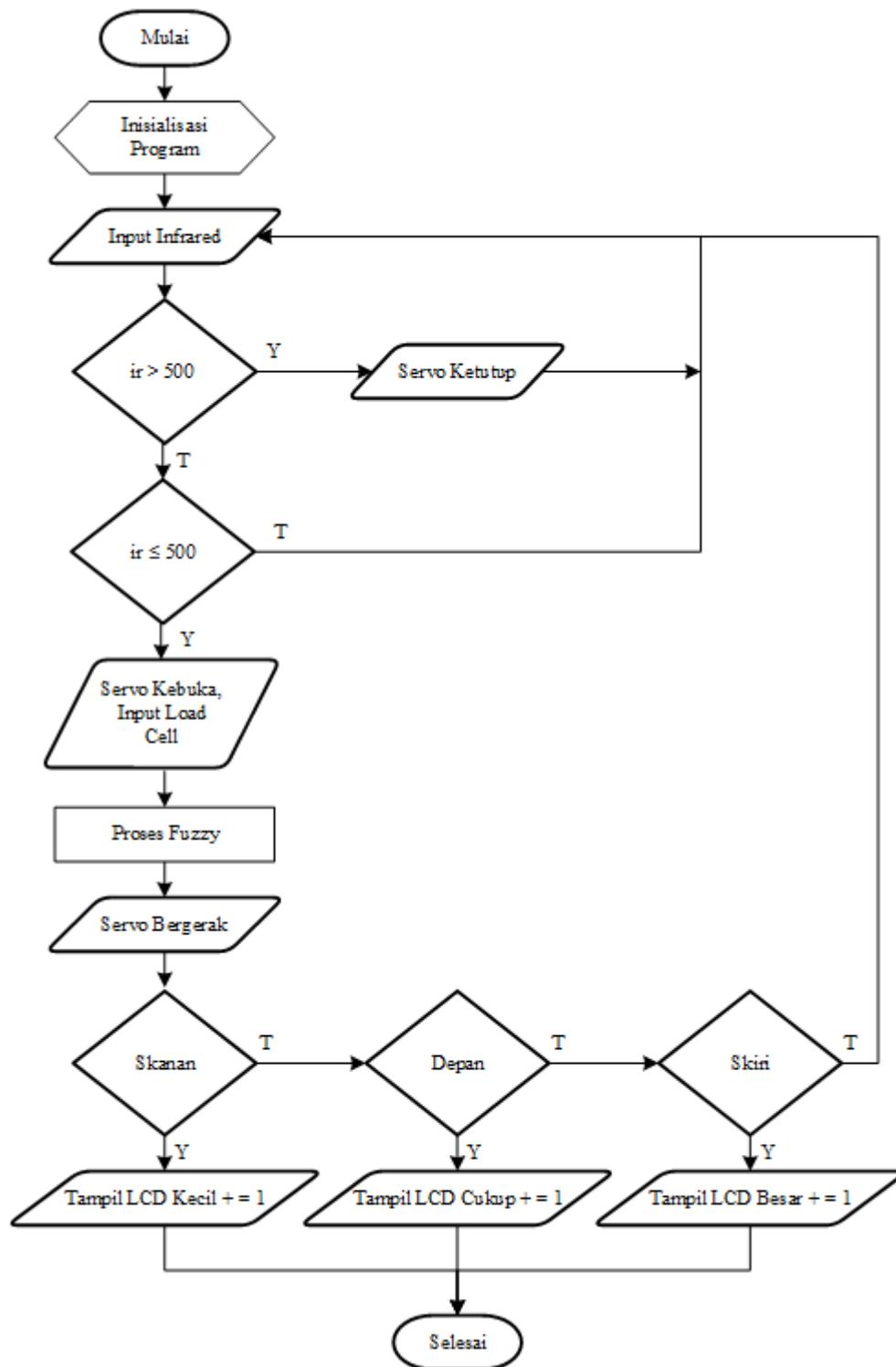
Penjelasan dari proses desain rangkaian hardware yaitu:

- a. Menghubungkan sensor *Load Cell* dengan hx711 pada rangkaian Arduino yang berfungsi sebagai timbangan dan module hx711 sebagai pengubah sinyal analog ke sinyal digital di *Load Cell*.
- b. Memasang Sensor *Infrared Tcrt5000* pada pipa yang menuju ke timbangan yang berfungsi sebagai pembaca objek yang masuk kedalam pipa, jika terdeteksi objek maka servo pada pintu penggerak keluarannya ikan tertutup, jika tidak maka ke posisi awal yaitu servo terbuka.
- c. Memasang servo pada rangkain Arduino yang berfungsi sebagai pintu penggerak keluarannya ikan yang akan jatuh ke timbangan serta sebagai penggerak ke wadah sesuai tiga kategori berat.

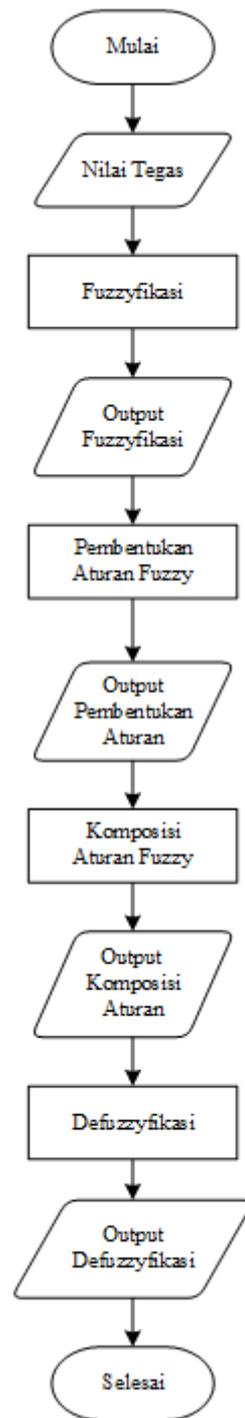
- d. Menghubungkan LCD dengan I2c pada rangkaian Arduino yang berfungsi untuk menampilkan jumlah ikan yang masuk kedalam wadah.

## 2. *Flowchart* Sistem Kerja Perangkat Keras

Agar program yang dibuat sesuai dengan *hardware*, maka perlu dibuat suatu alur program kerja perangkat keras dan alur program perancangan *software* maka dari itu algoritma program bisa tersusun dengan baik. Program akan ditulis memakai Bahasa pemrograman C di sistem Arduino. *Flowchart* pembangunan alur program ditunjukkan pada (Gambar 3.4 dan Gambar 3.5) dibawah ini.



Gambar 3. 4 *Flowchart* Kerja Perangkat Keras



Gambar 3.5 *Flowchart* Perangkat Lunak

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pembahasan**

Pada tahapan ini meliputi beberapa bagian yaitu analisa data, representasi data, hasil analisis, dan perancangan yang dijelaskan berikut:

##### **4.1.1 Analisis Data**

Analisis mengenai data dilaksanakan pada tahap ini, hal ini diperlukan dalam pembuatan sistem pemilahan ikan secara otomatis dengan logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler berupa analisis *system Fuzzy*, sensor *Load Cell*, *software* serta *hardware*.

##### **1. Analisis Sistem *Fuzzy***

Berat menjadi *system Fuzzy* di penelitian ini. Sistem pengendali berguna sebagai pendeteksi seberapa berat objek yang ter-*detect* pada sensor *Load Cell* sesuai dengan peraturan berat yang sudah diatur.

##### **2. Analisis Sensor *Load Cell***

Dalam perancangan dan penerapan logika *Fuzzy* sistem pemilahan ikan secara otomatis ini, hal pertama yang mesti dibuat adalah penentuan berat antara sensor *Load Cell* terhadap objek. Setelah nilai berat diperoleh, maka nilai tersebut mesti dilakukan pengukuran lagi dengan timbangan secara konvensional. Hal ini guna mendapatkan perbandingan nilai dari hasil ukur kedua cara tersebut menggunakan sensor *Load Cell*. Pengukuran objek pada berat tidak lebih dari 1000 g. Sensor akan diletakan dibawah wadah sebagai penampung objek yang akan diukur beratnya menggunakan *Load Cell* sebelum objek masuk pada masing-masing wadah yang sudah ditentukan kategorinya.

##### **3. Analisis Perangkat Lunak**

Dalam memilih element perangkat keras bisa memberikan pengaruh terhadap output data berat yang didapat sebelum program *Fuzzy* itu dilakukan

penanaman pada mikrokontroller. Hal ini dibuat guna mengurangi kesalahan-kesalahan atau eror yang besar. Perangkat lunak yang digunakan sebagai proses pada pemrograman yaitu Arduino IDE.

#### **4. Analisis Perangkat Keras**

Komponen *hardware* meliputi satu buah sensor *Load Cell* yang dipakai untuk pendeteksian berat, satu buah arduino uno yang digunakan untuk memproses sistem, satu sensor *Infrared* yang berfungsi menjadi pendeteksi objek yang masuk kedalam pipa, tiga buah servo digunakan sebagai penggerak ke setiap wadah sesuai kategori, satu buah LCD dikoneksikan dengan satu I<sup>2</sup>C yang dipakai untuk membuat tampilan jumlah objek yang ada pada setiap masing-masing wadah. Untuk memperoleh hasil pengukuran pada berat sesuai tiga kategori yaitu kecil, cukup dan besar maka menggunakan sensor *Load Cell* sebagai perhitungan berat dan objek yang digunakan adalah ikan lele.

##### **4.1.2 Representasi Data**

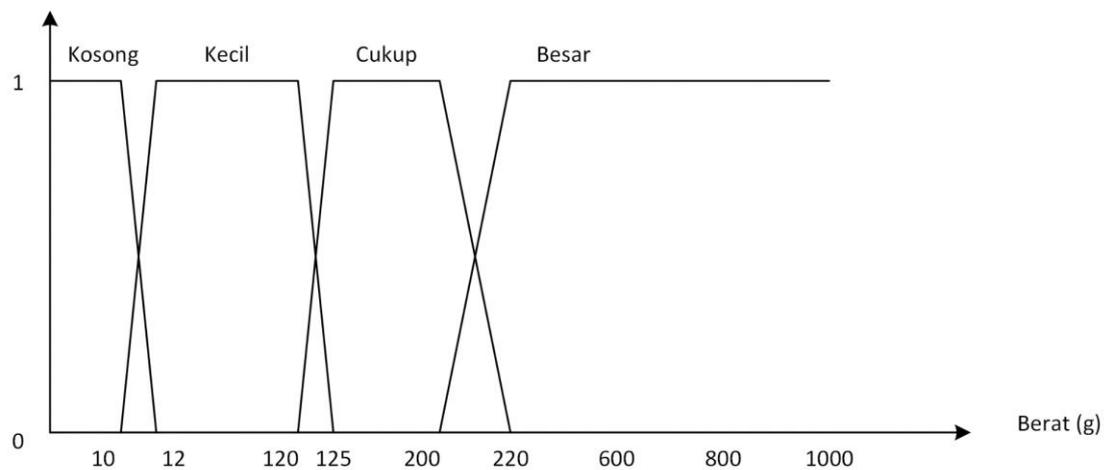
###### **1. Fuzzifikasi**

Fuzzifikasi pada pembangunan alat pemilah ikan secara otomatis menggunakan parameter berat (gram) sebagai input sedangkan output berupa pergerakan servo. Setelah mendapat nilai *input* dari sensor, lalu proses dilanjutkan guna memperoleh nilai derajat keanggotan. Terdapat variabel masukan input, maka dari itu dibutuhkan suatu function keanggotan input. Di penelitian ini mempunyai dua jenis function keanggotan yaitu inputan sensor serta keluaran servo. Fungsi keanggotaan inputan sensor yaitu berupa berat yang mempunyai 3 himpunan *Fuzzy* kecil, cukup serta besar. Fungsi keanggotaan *output* yaitu berupa servo yang memiliki tiga himpunan *Fuzzy* yaitu skanan, tangan serta skiri. Himpunan *Fuzzy* tiap-tiap variable dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Himpunan *Fuzzy* dan Variabel

| No | Fungsi | Variabel    | Himpunan <i>Fuzzy</i> | Domain (g) |
|----|--------|-------------|-----------------------|------------|
| 1  | Input  | Berat       | Kosong                | [0 10]     |
|    |        |             | Kecil                 | [11 120]   |
|    |        |             | Cukup                 | [121 200]  |
|    |        |             | Besar                 | [201 1000] |
| 2  | Output | Motor Servo | Tetap                 | [0]        |
|    |        |             | Skanan                | [10]       |
|    |        |             | Depan                 | [90]       |
|    |        |             | Skiri                 | [180]      |

Pada *function* keanggotaan input ini memakai = bentuk linear turun dan kurva trapesium. Fungsi keanggotaan inputan sensor ini bisa dilihat digambar 4.1:

Gambar 4. 1 Fungsi Keanggotaan Masukan Sensor *Load Cell*

Untuk *function* keanggotaan inputan di sensor *Load Cell* di atas memakai tiga *function* keanggotaan berupa representasi kurva trapesium, linear naik dan linear turun berikut.

$$\mu_{Kosong} \begin{cases} 0; & x \geq 12 \\ \frac{12-x}{12-10}; & 10 \leq x \leq 12 \\ 1; & x \leq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{Kecil} \begin{cases} 0; & x \leq 10, \quad x \geq 125 \\ \frac{x-10}{12-10}; & 10 \leq x \leq 12 \\ 1; & 12 \leq x \leq 120 \\ \frac{125-x}{125-120}; & 120 \leq x \leq 125 \end{cases}$$

$$\mu_{Cukup} \begin{cases} 0; & x \leq 120, \quad x \geq 220 \\ \frac{x-120}{125-120}; & 120 \leq x \leq 125 \\ 1; & 125 \leq x \leq 200 \\ \frac{220-x}{220-200}; & 200 \leq x \leq 220 \end{cases}$$

$$\mu_{Besar} \begin{cases} 0; & x \leq 200 \\ \frac{x-200}{220-200}; & 200 \leq x \leq 220 \\ 1; & x \geq 220 \end{cases}$$

➤ **Contoh kasus pada perhitungan masukan *Fuzzy***

Pada kasus ini diberikan nilai berat 123 gram. Dengan menggunakan fungsi diatas maka untuk mendapatkan nilai fuzzifikasi dengan cara:

a. Fungsi keanggotaan berat

- Himpunan *Fuzzy* kosong,  $\mu_{Kosong} [123] = 0$
- Himpunan *Fuzzy* kecil,  $\mu_{Kecil} [123] = \frac{125-x}{125-120} = \frac{125-123}{125-120} = \frac{2}{5} = 0,4$
- Himpunan *Fuzzy* cukup,  $\mu_{Cukup} [123] = \frac{x-120}{125-120} = \frac{123-120}{125-120} = \frac{3}{5} = 0,6$
- Himpunan *Fuzzy* besar,  $\mu_{Besar} [123] = 0$

## 2. Evaluasi Aturan (Rule Evaluation)

Peraturan *Fuzzy* pada system pemilah ikan secara otomatis dengan logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler tertera tabel 4.2:

Tabel 4. 2 Aturan *Fuzzy* (Rule Evaluation)

| No | Data Sensor <i>Load Cell</i> | Output Motor Servo     |
|----|------------------------------|------------------------|
| 1. | Kosong                       | Tetap                  |
| 2. | Kecil                        | Samping Kanan (Skanan) |
| 3. | Cukup                        | Depan                  |
| 4. | Besar                        | Samping Kiri (Skiri)   |

Peraturan *Fuzzy* (*Rule Evaluation*) yang tertera di tabel 4.2 di atas sebanyak empat peraturan *Fuzzy* yaitu:

[Aturan ke-1] If Sensor Load Cell is Kosong then Servo Tetap

[Aturan ke-2] If Sensor Load Cell is Kecil then Servo Bergerak Skanan

[Aturan ke-3] If Sensor Load Cell is Cukup then Servo Bergerak Depan

[Aturan ke-4] If Sensor Load Cell is Besar then Servo Bergerak Skiri

## 3. Komposisi Aturan

[Aturan ke-1] If Sensor *Load Cell* is Kosong then Servo Tetap

$$\begin{aligned}\alpha - predikat1 &= \mu_{Kosong} \\ &= 0\end{aligned}$$

[Aturan ke-2] If Sensor *Load Cell* is Kecil then Servo Bergerak Skanan

$$\begin{aligned}\alpha - predikat1 &= \mu_{Kecil} \\ &= 0,4\end{aligned}$$

[Aturan ke-3] If Sensor *Load Cell* is Cukup then Servo Bergerak Depan

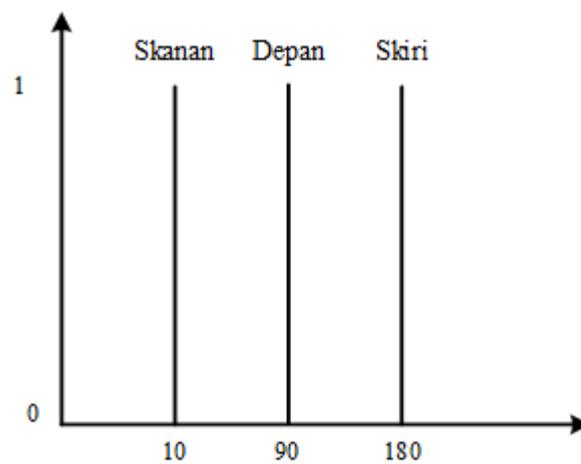
$$\begin{aligned}\alpha - predikat1 &= \mu_{Cukup} \\ &= 0,6\end{aligned}$$

[Aturan ke-4] If Sensor *Load Cell* is Besar then Servo Bergerak Skiri

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat1} &= \mu_{\text{Besar}} \\ &= 0\end{aligned}$$

#### 4. Defuzzifikasi

Terlihat gambar dibawah ini adalah *function* keanggotaan dari keluaran *Fuzzy*.



Gambar 4. 2 Fungsi Keanggotaan Output *Fuzzy*

Pada proses defuzzifikasi *Fuzzy* Sugeno ini digunakan metode rata-rata (*average*).

Dari contoh kasus 1 maka di dapat hasil defuzzifikasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}z &= \frac{\text{apred}_1 * z_1 + \text{apred}_2 * z_2 + \text{apred}_3 * z_3 + \text{apred}_4 * z_4}{\text{apred}_1 + \text{apred}_2 + \text{apred}_3 + \text{apred}_4} \\ &= \frac{0 * 0 + 0,4 * 10 + 0,6 * 90 + 0 * 180}{0 + 0,4 + 0,6 + 0} \\ &= \frac{58}{1} \\ &= 58\end{aligned}$$

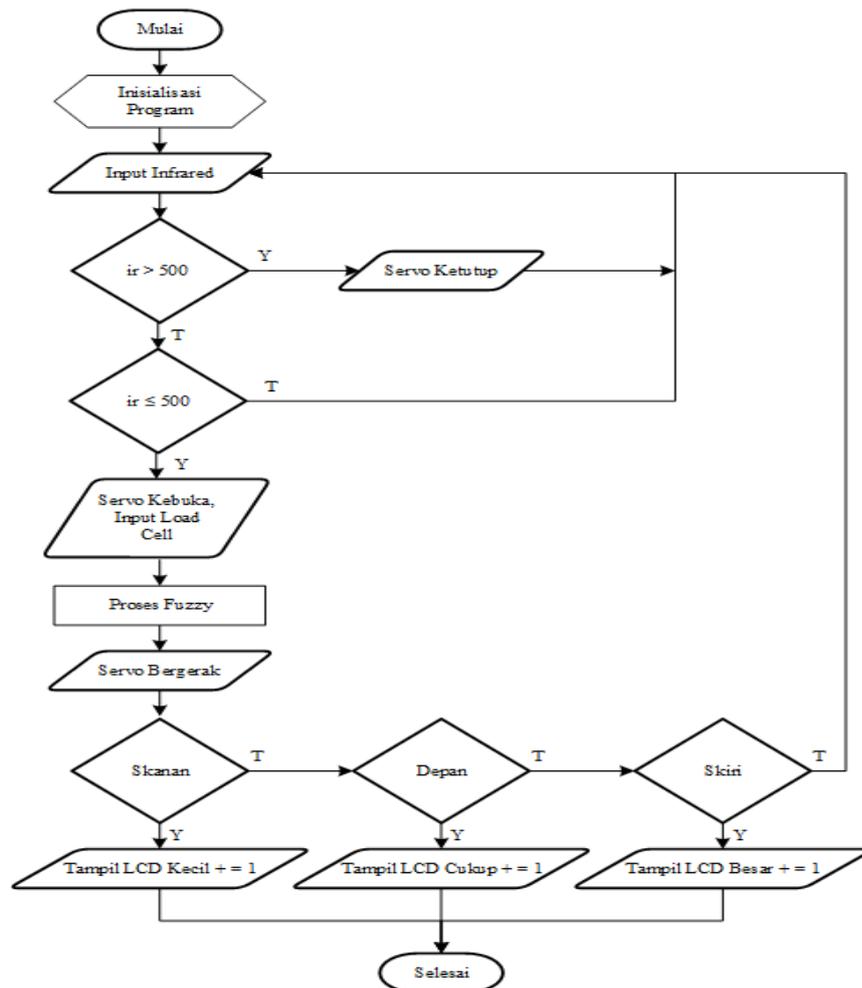
### 4.1.3 Hasil Analisis Data

Sebuah hasil analisis akan didapatkan setelah dilakukannya analisa, meliputi baik atau tidaknya sensor yang sebagai inputa, dan apa saja faktor yang mempengaruhinya.

### 4.1.4 Perancangan

#### 1. Flowchart

Penjabaran mengenai langkah kerja system yang akan dibangun dibentuk ke dalam *Flowchart*, tujuannya yaitu untuk memberikan gambaran mengenai runtutan serta bagaimana relasi antar prosesnya yang ada pada program. Berikut adalah *Flowchart* system pemilah ikan secara otomatis dengan logika *Fuzzy* berbasis mikrokontroler yang ditunjukkan di gambar 4.3.



Gambar 4. 3 *Flowchart* Sistem Pemilah Ikan Secara Otomatis

## 2. Perancangan Alat

Pada perancangan alat sistem pemilah ikan secara otomatis dengan logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler ini memakai komponen perangkat keras yang meliputi dari arduino uno, sensor *Load Cell*, sensor *Infrared* Tcrt5000, LCD, Hx711, motor servo, papan board dan kabel jumper.

Melakukan desain perangkat keras pada system *Fuzzy* sendiri dibagi lagi ke dalam 3 bagian, yaitu A untuk rangkaian masukan, B untuk rangkaian kendali system (proses), dan C untuk rangkaian keluaran. Secara fisik bentuk rangkaian pemilah ikan secara otomatis yang telah selesai dirancang ditunjukkan di gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Sistem Pemilah Ikan Secara Otomatis

Pada bagian A terdapat dua buah sensor berupa *Infrared* dan *Load Cell*. *Infrared* digunakan sebagai pembaca objek yang masuk kedalam pipa menuju timbangan. Sedangkan *Load Cell* digunakan sebagai penghitung berat pada objek berupa ikan lele. Bagian B ada element mikrokontroler ATmega328 yang berguna untuk proses mengelola masukan pada sensor *Infrared* dan *Load Cell* untuk mendapatkan nilai terhadap masing-masing sensor. Perolehan data sebagai inputan

*Fuzzy* selanjutnya diproses oleh mikrokontroller, lalu keluaran *Fuzzy* dihasilkan. Bagian C merupakan rangkaian yang terdiri dari Motor Servo dan LCD. Motor servo berfungsi sebagai penggerak pada keluarnya ikan menuju timbangan serta sebagai pemilah dengan berat tiga kategori. Sedangkan LCD akan menampilkan jumlah ikan di setiap masing-masing wadah yang sesuai kategori.

### 3. Perancangan Sistem

Aliran program ini meliputi rancangan program C, kompilasi, unggah program, dan pengetesan. Di *compiler* Arduino IDE dibutuhkan proses pengkonfigurasi permulaan program seperti menentukan cip yang sesuai dengan kebutuhan serta aliran-aliran yang didasarkan pada masing-masing *function*, sebagai masukan dan keluaran. Jika konfigurasi selesai, selanjutnya penulisan program dengan memakai bahasa C, lalu di-*upload* di mikrokontroller, lalu melakukan proses kompilasi guna mencari tahu apakah adanya kesalahan atau tidaknya. Apabila tidak ada kesalahan, maka dari itu penanaman program di mikrokontroller bisa dilaksanakan.

### 4. Program Logika *Fuzzy*

Pada pembangunan *system* pemilah ikan otomatis ini memakai aplikasi Arduino IDE. Penulisan program memakai bahasa C pada sketsa aplikasi arduino. Proses algoritmanya sendiri meliputi fuzzifikasi serta *rule evaluation*. Pseudocodenya yaitu:

```
unsigned char beratKosong(){
    if (berat <= 10){
        kosong = 1;
    }
    else if (berat >= 10 && berat <= 12){
        kecil = (12 - berat)/2;
    }
    else if (berat >= 12){
        kecil = 0;
    }
    return kecil;
}
```

```
unsigned char beratKecil(){
    if (berat <= 10 || berat >= 125){
        kecil = 0;
    }
    else if (berat >= 10 && berat <= 12){
        kecil = (berat - 10)/2;
    }
    else if (berat >= 12 && berat <= 120){
        kecil = 1;
    }
    else if (berat >= 120 && berat <= 125){
        kecil = (125 - berat)/5;
    }
    return kecil;
}

unsigned char beratCukup(){
    if (berat <= 120 || berat >= 1000 ) {
        cukup = 0;
    }
    else if (berat >= 120 && berat <= 130){
        cukup = (berat - 120)/10;
    }
    else if (berat >= 130 && berat <= 200){
        cukup = 1;
    }
    else if (berat >= 200 && berat <= 220 ){
        cukup = (220 - berat)/20;
    }
    return cukup;
}

unsigned char beratBesar(){
    if (berat >=220 ){
        besar = 1;
    }
    else if (berat >= 200 && berat <= 220){
        besar = (berat - 200)/20;
    }
    else if ( berat <= 200){
        besar = 0;
    }
    return besar;
}
```

```
void Fuzzyfikasi(){
    beratKosong();
    beratKecil();
    beratCukup();
    beratBesar();
}

void rule(){
    Fuzzyfikasi();
    //jika besar tetap
    Rule1 = 0;

    //jika kecil maka skanan
    Rule2 = 10;

    //jika cukup maka depan
    Rule3 = 90;

    //jika besar maka skiri
    Rule4 = 180;
}

void defuzifikasi(){
    rule();
    out = (kosong * rule1) + (kecil * rule2) + (cukup *
rule3)+ (besar * rule4)/(kosong + kecil + cukup +
besar);
}
```

## 4.2 Hasil

Bagian hasilnya ini merupakan penjabaran dari perolehan hasil yang didapatkan, meliputi proses uji coba alat dan pengimplementasiannya.

### 4.2.1 Pengujian Alat

Apabila seluruh elemen selesai dibuat rangkaiannya serta alat sudah siap sedia beroperasi, maka uji coba alat bisa dilakukan. Hal ini bertujuan guna peneliti

dapat tahu apakah alat sudah beroperasi sesuai dengan kebutuhan serta keinginan atau belum.

uji coba ini dilaksanakan melalui menginputkan data berat di sensor serta mengukur data dengan cara konvensional, maka itu akan didapatkannya nilai perbandingan. Pemungutan data di alat pemilah ikan secara otomatis ini memakai sensor *Load Cell* berbasis mikrokontroler. Lalu dilakukan pengujian di sistem dengan 10 ekor ikan lele dengan kombinasi data yang berbeda setiap per ekornya. Pemilihan data dilihat pada kategori berat yaitu kecil, cukup dan besar serta jumlah masing-masing kategori berat akan ditampilkan pada LCD. Perbandingan hasilnya tertera di Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Perbandingan Sensor *Load Cell* dan Timbangan Manual

| No        | Kategori Berat | Percobaan 10 Ikan Lele |            |             |               |
|-----------|----------------|------------------------|------------|-------------|---------------|
|           |                | Sensor (g)             | Manual (g) | Selisih (g) | Kesalahan (%) |
| 1         | Kecil          | 118                    | 115        | 3           | 2,60          |
|           |                | 120                    | 115        | 5           | 4,34          |
|           |                | 104                    | 100        | 4           | 4             |
|           |                | 114                    | 110        | 4           | 3,63          |
|           |                | 107                    | 105        | 2           | 1,90          |
| 2         | Cukup          | 135                    | 130        | 5           | 3,84          |
|           |                | 139                    | 135        | 4           | 2,96          |
|           |                | 137                    | 135        | 2           | 1,48          |
|           |                | 129                    | 125        | 4           | 3,2           |
| 3         | Besar          | 274                    | 270        | 4           | 1,48          |
| Rata-rata |                |                        |            |             | 2,943         |

Perhitungan pengujian sensor *Load Cell* dengan timbangan manual

- **Kategori kecil**

$$\begin{aligned}\text{Presentase kesalahan} &= \frac{118-115}{115} \times 100\% \\ &= 0,0260 \times 100\% \\ &= 2,60\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Presentase kesalahan} &= \frac{120-115}{115} \times 100\% \\ &= 0,0434 \times 100\% \\ &= 4,34\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Presentase kesalahan} &= \frac{104-100}{100} \times 100\% \\ &= 0,04 \times 100\% \\ &= 4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Presentase kesalahan} &= \frac{114-110}{110} \times 100\% \\ &= 0,0363 \times 100\% \\ &= 3,63\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Presentase kesalahan} &= \frac{107-105}{105} \times 100\% \\ &= 0,0190 \times 100\% \\ &= 1,90\end{aligned}$$

- **Kategori cukup**

$$\begin{aligned}\text{Presentase kesalahan} &= \frac{135-130}{130} \times 100\% \\ &= 0,0384 \times 100\% \\ &= 3,84\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Presentase kesalahan} &= \frac{139-135}{135} \times 100\% \\ &= 0,0296 \times 100\%\end{aligned}$$

$$= 2,96$$

$$\text{Presentase kesalahan} = \frac{137-135}{135} \times 100\%$$

$$= 0,0148 \times 100\%$$

$$= 1,48$$

$$\text{Presentase kesalahan} = \frac{129-125}{125} \times 100\%$$

$$= 0,032 \times 100\%$$

$$= 3,20$$

- **Kategori Besar**

$$\text{Presentase kesalahan} = \frac{274-270}{270} \times 100\%$$

$$= 0,0148 \times 100\%$$

$$= 1,48$$

- **Presentase nilai rata-rata kesalahan**

$$= \frac{29,43}{10} \times 100\%$$

$$= 2,943\%$$

- **Ketepatan (Akurasi) Keseluruhan**

$$= 100\% - 2,943\%$$

$$= 97,057\%$$

Pengujian alat pemilah ikan otomatis dengan logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler memiliki kategori berat yaitu kecil, cukup dan besar. Untuk kategori kecil pada berat sensor *Load Cell* 118 gram dan timbangan manual 115 gram

memiliki selisih berat 3 gram dengan presentase kesalahan 2,60%, berat sensor *Load Cell* 120 gram dan timbangan manual 115 gram memiliki selisih berat 5 gram dengan presentase kesalahan 4,34%, berat sensor *Load Cell* 104 gram dan timbangan manual 100 gram memiliki selisih berat 4 gram dengan presentase kesalahan 4%, berat sensor *Load Cell* 114 gram dan timbangan manual 110 gram memiliki selisih berat 4 gram dengan presentase kesalahan 3,63%, berat sensor *Load Cell* 107 gram dan timbangan manual 105 gram memiliki selisih berat 2 gram dengan presentase kesalahan 1,90%. Untuk kategori cukup pada sensor *Load Cell* berat 135 gram dan timbangan manual 130 gram memiliki selisih berat 5 gram dengan presentase kesalahan 3,84%, berat sensor *Load Cell* 139 gram dan timbangan manual 135 gram memiliki selisih berat 4 gram dengan presentase kesalahan 2,96%, berat sensor *Load Cell* 137 gram dan timbangan manual 135 gram memiliki selisih berat 2 gram dengan presentase kesalahan 1,48%, berat sensor *Load Cell* 129 gram dan timbangan manual 125 gram memiliki selisih berat 4 gram dengan presentase kesalahan 3,2%. Untuk kategori besar pada sensor *Load Cell* berat 274 gram dan timbangan manual 270 gram memiliki selisih berat 4 gram dengan presentase kesalahan 1,48%.

Pada alat pemilah ikan otomatis didapat nilai rata-rata kesalahan pada keseluruhan percobaan dengan total 2,943% sehingga untuk ketepatan (akurasi) pada sistem ini sebesar 97,057%, tingkat akurasi menunjukkan jika alat yang telah dibangun berfungsi secara bagus serta memiliki nilai stabil saat digunakan.

Pada tahap perhitungan pengujian menggunakan rumus:

$$\text{Presentase kesalahan} = \frac{\text{nilai sensor} - \text{nilai manual}}{\text{nilai manual}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase rata-rata} = \frac{\text{jumlah kesalahan}}{\text{banyak pengujian}} \times 100\%$$

Guna memperoleh nilai error dari sensor maka melakukan perbandingan antara sensor *Load Cell* dengan alat ukur berat berupa timbangan manual mesti

dilakukan, sebagaimana hasilnya di Tabel 4.3. Dengan didasarkan pada Tabel tersebut juga bisa diketahui jika selisih rata-rata persentasi sensor *Load Cell* terhadap timbangan konvensional senilai 2,943% dengan tingkat akurasi (ketepatan) di sensor *Load Cell* dengan timbangan manual terhitung lewat rumus:

$$\begin{aligned} \text{Ketepatan (akurasi)} &= 100\% - \text{presentase rata-rata} \\ &= 100\% - 2,943\% \\ &= 97,057\% \end{aligned}$$

Sistem pemilah ikan otomatis mendapatkan presentase kesalahan sebesar 2,943% dengan perhitungan selisih sensor *Load Cell* dan timbangan manual menggunakan data pada 10 ekor ikan lele dan tingkat ketepatan (akurasi) pada keseluruhan sistem pemilah ikan otomatis yang didapatkan sebesar 97,057%.

- Pengujian kategori kecil sebanyak 5 ekor ikan lele dengan data pada setiap masing-masing ikan memiliki berat yang berbeda.



Gambar 4. 5 Pengujian Alat Kategori Kecil

- Pengujian kategori cukup sebanyak 4 ekor ikan lele, data pada setiap masing-masing ikan memiliki berat yang berbeda.



Gambar 4. 6 Pengujian Alat Kategori Cukup

- Pengujian kategori besar sebanyak 1 ekor ikan lele.



Gambar 4. 7 Pengujian Alat Kategori Besar

Setelah melakukan pengujian dengan 10 ekor ikan lele dengan masing-masing kategori dan telah didapatkannya nilai selisih antara sensor dengan timbangan manual maka pada LCD akan menampilkan jumlah setiap masing-masing kategori berat. Berikut tampilan LCD dari masing-masing setiap wadah.



Gambar 4. 8 Tampilan LCD Pada Tahap Pengujian

Terlihat pada Gambar 4.8 yang menampilkan jumlah ikan dengan wadah 1 berupa kategori kecil berjumlah 5, jumlah ikan dengan wadah 2 berupa kategori cukup berjumlah 4 dan jumlah ikan dengan wadah 3 berupa kategori besar berjumlah 1 dengan total keseluruhan ikan 10 ekor.

#### 4.2.2 Penerapan

Implementasi sistem pemilah ikan secara otomatis dengan logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler akan dibangun dengan melalui *prototype* yang nantinya akan diterapkan di tempat tambak lele.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis dari hasil uji maka bisa ditarik kesimpulan pembangunan sistem pemilah ikan secara otomatis dengan logika *Fuzzy* sugeno berbasis mikrokontroler berhasil dirancang serta diterapkan.

1. Terbukti dengan mampu membaca berat dalam tiga kategori berupa kecil, cukup, besar serta mendapatkan keluaran berupa motor servo dengan logika *Fuzzy*.
2. Alat pemilah ikan secara otomatis ini mampu melakukan pendeteksian berat dengan tiap-tiap berat yang sudah ditetapkan kategorinya, yang berawal mulai rentang nilai berat 0-120 gram termasuk kategori kecil dengan pergerakan servo ke nilai 10°, rentang nilai berat 121-200 gram termasuk kategori cukup dengan pergerakan servo pada nilai 90° dan rentang nilai 201-1000 termasuk kategori besar dengan pergerakan servo dengan nilai 180°.
3. Pada sistem ini komponen yang paling penting berupa Sensor *Load Cell* yang berfungsi sebagai alat ukur berat, Motor Servo sebagai penggerak pemilahan dan *Infrared Tcrt5000* sebagai pembaca objek pada saluran pipa yang menuju ke timbangan.
4. Nilai rata-rata presentase pengujian sensor *Load Cell* terhadap timbangan manual tersebut senilai 2,943% dan tingkat ketepatan (akurasi) pada rangkaian sensor *Load Cell* dengan timbangan manual sebesar 97,057%.

#### **5.2 Saran**

Pengembangan dan penyempurnaan terkait hasil dari proses penelitian ini dapat dilakukan oleh pembaca yang ingin melakukannya, dengan saran dari penulis bagi peneliti berikutnya yaitu sebaiknya pada pipa yang menuju timbangan diberikan bantuan agar ikan dapat berjalan tanpa berhenti di pertengahan pipa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, K. (2017). *Pemrograman Arduino & Processing*. Jakarta: PT. Elex Media Komplitudo.
- Adrim, M., & Fahmi. (2010). *Panduan Untuk Penelitian Ikan Laut*. Jakarta: LIPI.
- Arief, R., & Zuhri, M. S. (2019). Maze Solver Robot Dengan Kendali PID Berbasis Arduino Uno Dengan Tuning Melalui Smartphone Android. *Teknik Elektro*, 08(03), 647–654.
- Arindya, R. (2017). *Mekatronika*. Yogyakarta: Teknosain.
- Dewantara, D., & Sasmoko, P. (2015). Alat Penghitung Berat Badan Manusia Dengan Standart Body Mass Index (Bmi) Menggunakan Sensor *Load Cell* Berbasis Arduino Mega 2560 R3. *Gema Teknologi*, 18(3), 100.
- Dharmawan, H. A. (2017). *Mikrokontroler Konsep Dasar dan Praktis*. Malang: UB Press.
- Harianti, R., & Tanberika, F. S. (2017). *Sejuta Manfaat Ikan Lele Sebagai Sumber Pangan dan Gizi*. Yogyakarta: Plantaxia.
- Herlinawati, Fitriawan, H., Samosir, A. S., & Purwiyanti, S. (2020). Mesin Pemilah Ikan Secara Otomatis di Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Bandar Lampung. *Pengabdian Kesehatan Beguai Jejama*, 1(02), 154–158.
- Ihsanto, E., & Hidayat, S. (2014). Rancang Bangun Sistem Pengukuran Ph Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Elektro*, 5(3).
- Kusumadewi, S., & Hartati, S. (2010). *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf* (2 ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Mendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Muhammad Satria Nugroho, A. (2021). Implementasi Stepper 28BYJ-48 dan Servo MG996R sebagai Robot Lengan Pemanggang pada Alat Pemanggang Sate Otomatis Berbasis Arduino UNO. *Electrician*, 15(2), 96–99.
- Nugraha, D. A. (2017). Timbangan Gantung Digital Dengan Sensor Hx711 (*Load Cell*) Berbasis Arduino Uno, 711, 4–16.
- Oktareza, Y. (2014). *Prototype Portal Kereta Api Otomatis*. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Prasetya, R. H. (2020). *Prototype Sistem Input Data Parkir Motor Mahasiswa STMIK Akakom Dengan Rfid*. STIMIK Akakom.
- Pujono, Pribadi, J. S., Prasetia, I. M., & Santoso, A. F. (2019). Rancang Bangun Mesin Sortir Ikan Berdasarkan Berat Dengan Mekanisme Pergerakan Konveyor. *Bangun Rekaprima*, 05(2), 9–18.

- Putra, M. R. (2016). *Aplikasi Sensor Load Cell Sebagai Pengukur Berat Serpihan Cangkir Plastik Air Mineral Untuk Menonaktifkan Motor Ac Pada Rancang Bangun Mesin Penghancur Plastik*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Rukmana, R., & Yudirachman, H. (2017). *Sukses Budidaya Ikan Lele Secara Intensif*. (S. Suyantoro, Ed.). Yogyakarta: Andi Publisher.
- Rusli, M. (2017). *Dasar Perancangan Kendali Logika Fuzzy*. Malang: UB Press.
- Salurianto, C., Sari, M. I., & Hapsari, G. I. (2020). Pengembangan Alat Penyortir Ikan Berdasarkan Panjang Ikan Menggunakan Sensor Ping. *e-Proceeding of Applied Science*, 6(1), 320–331.
- Santoso, S., & Nurmalina, R. (2017). Perencanaan dan Pengembangan Aplikasi Absensi Mahasiswa Menggunakan Smart Card Guna Pengembangan Kampus Cerdas. *Jurnal Integrasi*, 9(1), 84.
- Setiawan, A., Yanto, B., & Yasdomi, K. (2018). *Logika Fuzzy Dengan Matlab (Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan Fuzzy Tsukamoto)*. Denpasar: Jayapangus Press.
- Siswanto, S., Utama, G. P., & Gata, W. (2018). Pengamanan Ruangan Dengan Dfrduino Uno R3, Sensor Mc-38, Pir, Notifikasi Sms, Twitter. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 2(3), 697–707.
- Sriani, & Purwaningtyas, F. (2018). Sistem Water Level Control Untuk Budidaya Ikan Gurame Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 3(1), 48–57.
- Sujarwata. (2016). *Belajar Mikrokontroler PIC16C57 dengan Bahasa Pemrograman Pbasic*. Yogyakarta: Deepublish.
- WahyudiI, Abdur, R., & Muhammad, N. (2018). Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 5(2), 207.
- Wati, D. A. R. (2011). *Sistem Kendali Cerdas*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wibowo, M. A. A., Hunaini, F., & Effendy, D. U. (2018). Perancangan Dan Pembuatan Prototipe Line Follower Forklift. *Widya Teknika*, 26(2), 194–206.
- Windriani, U. (2017). Budidaya Ikan Lele Sistem Bioflok. *Direktorat Produksi dan Usaha Budidaya*, 1–38.
- Yulmaini. (2018). *Logika Fuzzy - Studi Khusus dan Penyelesaian Menggunakan Microsoft Excel dan Matlab*. Yogyakarta: Andi Publisher.

## LAMPIRAN – LAMPIRAN

### Lampiran 1

Program Alat Pemilah Ikan Otomatis Menggunakan Arduino IDE

```
#include <Servo.h>
Servo myservo1;
Servo myservo2;
Servo myservo3;
Servo myservo4;

#include "HX711.h"
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
#define DOUT 3
#define CLK 2

HX711 scale;
float calibration_factor = 980.00; //Hasil Kalibrasi
//float units;

#define sensor1 A0

int tambah1 = 0;
int tambah2 = 0;
int tambah3 = 0;

float berat, out;
float kecil, cukup, besar, kosong;
float skanan, tengah, skiri, tetap;
float rule1, rule2, rule3, rule4;

unsigned char beratKosong(){
  if (berat <= 10){
    kosong = 1;
  }
  else if (berat >= 10 && berat <= 12){
    kecil = (12 - berat)/2;
  }
  else if (berat >= 12){
    kecil = 0;
  }
}
```

```

    }
    return kecil;
}

unsigned char beratKecil(){
    if (berat <= 10 || berat >= 125){
        kecil = 0;
    }
    else if (berat >= 10 && berat <= 12){
        kecil = (berat - 10)/2;
    }
    else if (berat >= 12 && berat <= 120){
        kecil = 1;
    }
    else if (berat >= 120 && berat <= 125){
        kecil = (125 - berat)/5;
    }
    return kecil;
}

unsigned char beratCukup(){
    if (berat <= 120 || berat >= 1000 ) {
        cukup = 0;
    }
    else if (berat >= 120 && berat <= 130){
        cukup = (berat - 120)/10;
    }
    else if (berat >= 130 && berat <= 200){
        cukup = 1;
    }
    else if (berat >= 200 && berat <= 220 ){
        cukup = (220 - berat)/20;
    }
    return cukup;
}

unsigned char beratBesar(){
    if (berat >=220 ){
        besar = 1;
    }
    else if (berat >= 200 && berat <= 220){
        besar = (berat - 200)/20;
    }
    else if ( berat <= 200){
        besar = 0;
    }
}

```

```

    }
    return besar;
}

void Fuzzyfikasi(){
    beratKosong();
    beratKecil();
    beratCukup();
    beratBesar();
}

void rule(){
    Fuzzyfikasi();
    //jika besar tetap
    Rule1 = 0;

    //jika kecil maka skanan
    Rule2 = 10;

    //jika cukup maka depan
    Rule3 = 90;

    //jika besar maka skiri
    Rule4 = 180;
}

void defuzifikasi(){
    rule();
    out = (kosong * rule1) + (kecil * rule2) + (cukup *
rule3)+ (besar * rule4)/(kosong + kecil + cukup +
besar);
}

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    lcd.begin();
    lcd.backlight();
    pinMode(sensor1, INPUT);
    scale.begin(DOUT, CLK);
    lcd.begin();
}

```

```

    lcd.backlight();
    scale.set_scale();
    scale.tare(); //Reset the scale to 0

    long zero_factor = scale.read_average(); //Get a
baseline reading
    Serial.print("Zero factor: "); //This can be used to
remove the need to tare the scale. Useful in permanent
scale projects.
    Serial.println(zero_factor);

    myservo1.attach(9);
    myservo2.attach(10);
    myservo3.attach(11);
    myservo2.write(90);
}

void loop() {
    int s1= analogRead(sensor1);

    scale.set_scale(calibration_factor); //Adjust to this
calibration factor

    Serial.print("Reading: ");
    berat = scale.get_units(), 1;
    if (berat < 0)
    {
        berat = 0.00;
    }
    Serial.print("Berat: ");
    Serial.print(berat);
    Serial.print(" Gram");
    Serial.println();
    Serial.println(s1);

    defuzifikasi();
    Serial.print("Kecil: ");
    Serial.print(kecil);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("Cukup: ");
    Serial.print(cukup);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("Besar: ");
    Serial.println(besar);
    //rule

```

```

Serial.print("Rule 1: ");
Serial.print(rule1);
Serial.print(" ");
Serial.print("Rule 2: ");
Serial.print(rule2);
Serial.print(" ");
Serial.print("Rule 3: ");
Serial.println(rule3);

Serial.print("Defuzifikasi : ");
Serial.println(out);
Serial.println("");

Serial.println("=====");

// if (units >= 10.00 && units <= 100.00){
  if (out >= 5 && out <= 10 ){
    myservo3.write(0);
    myservo1.write(0);
    delay(500);
    myservo2.write(100);
    delay(500);
    myservo2.write(180);
    delay(500);
    myservo2.write(100);
    delay(500);
    tambah1++;
  }
// else if (units > 100.00 && units <= 200.00){
  else if (out > 10 && out <= 90){
    myservo3.write(0);
    myservo1.write(90);
    delay(500);
    myservo2.write(100);
    delay(500);
    myservo2.write(180);
    delay(500);
    myservo2.write(100);
    delay(500);
    tambah2++;
  }
// else if (units > 200.00 && units <= 1000.00){
  else if (out > 90 && out <= 180){
    myservo3.write(0);
    myservo1.write(180);

```

```

    delay(500);
    myservo2.write(100);
    delay(500);
    myservo2.write(180);
    delay(500);
    myservo2.write(100);
    delay(500);
    tambah3++;
}
else{
    myservo1.write(90);
    myservo2.write(100);
    if (s1 <= 500){
        myservo3.write(70);
    }
    else if (s1 > 500){
        myservo3.write(0);
    }
}

int total = tambah1 + tambah2 + tambah3;
lcd.setCursor(5, 0);
lcd.print("Jumlah Ikan");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Wadah 1 : ");
lcd.setCursor(10, 1);
lcd.print(tambah1);
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("Wadah 2 : ");
lcd.setCursor(10, 2);
lcd.print(tambah2);
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("Wadah 3 : ");
lcd.setCursor(10, 3);
lcd.print(tambah3);

lcd.setCursor(14, 1);
lcd.print("Total");
lcd.setCursor(16, 2);
lcd.print("=");
lcd.setCursor(15, 3);
lcd.print(total);

delay(500);
}

```

## Lampiran 2

Dokumentasi alat di setiap kondisi tertentu

- *Load Cell* dalam kondisi Kosong



- *Load Cell* dalam kondisi Kecil



- *Load Cell* dalam kondisi Cukup



- *Load Cell* dalam kondisi Besar



### Lampiran 3

Dokumentasi bentuk keseluruhan alat pemilah ikan otomatis



## Lampiran 4

Tampilan data sistem setiap kategori pada serial monitor.

### - Kategori Kecil



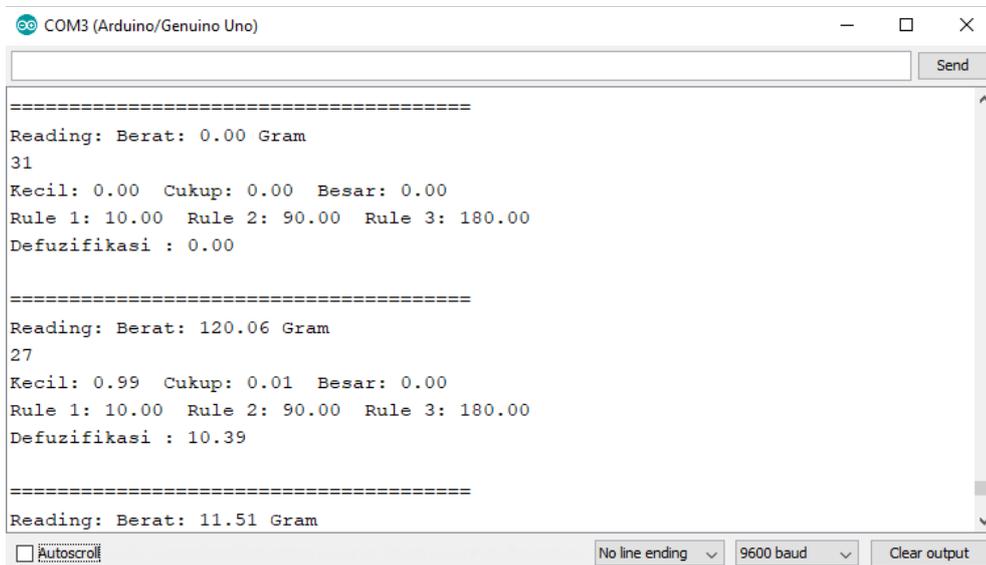
```
COM3 (Arduino/Genuino Uno)

=====
Reading: Berat: 0.00 Gram
31
Kecil: 0.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 0.00

=====
Reading: Berat: 118.93 Gram
26
Kecil: 1.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 10.00

=====
Reading: Berat: 0.00 Gram

Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output
```



```
COM3 (Arduino/Genuino Uno)

=====
Reading: Berat: 0.00 Gram
31
Kecil: 0.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 0.00

=====
Reading: Berat: 120.06 Gram
27
Kecil: 0.99 Cukup: 0.01 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 10.39

=====
Reading: Berat: 11.51 Gram

Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output
```

```
COM3 (Arduino/Genuino Uno)
=====
Reading: Berat: 2.23 Gram
35
Kecil: 0.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 0.00

=====
Reading: Berat: 104.77 Gram
31
Kecil: 1.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 10.00

=====
Reading: Berat: 2.86 Gram
```

```
COM3 (Arduino/Genuino Uno)
=====
Reading: Berat: 0.00 Gram
28
Kecil: 0.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 0.00

=====
Reading: Berat: 114.96 Gram
27
Kecil: 1.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 10.00

=====
Reading: Berat: 0.00 Gram
```

```
COM3 (Arduino/Genuino Uno)
=====
Reading: Berat: 0.00 Gram
32
Kecil: 0.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 0.00

=====
Reading: Berat: 107.52 Gram
28
Kecil: 1.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 10.00

=====
Reading: Berat: 0.00 Gram
```

## - Kategori Cukup



```
COM3 (Arduino/Genuino Uno)

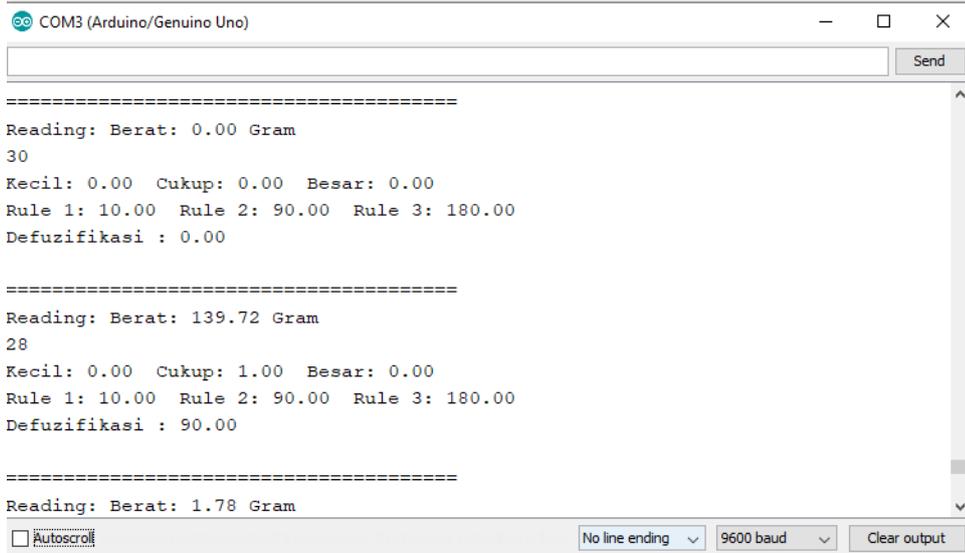
=====
Reading: Berat: 0.68 Gram
28
Kecil: 0.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 0.00

=====

Reading: Berat: 135.99 Gram
27
Kecil: 0.00 Cukup: 1.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 90.00

=====

Reading: Berat: 1.29 Gram
 Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output
```



```
COM3 (Arduino/Genuino Uno)

=====
Reading: Berat: 0.00 Gram
30
Kecil: 0.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 0.00

=====

Reading: Berat: 139.72 Gram
28
Kecil: 0.00 Cukup: 1.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 90.00

=====

Reading: Berat: 1.78 Gram
 Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output
```

```
COM3 (Arduino/Genuino Uno)

=====
Reading: Berat: 0.00 Gram
28
Kecil: 0.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 0.00

=====
Reading: Berat: 137.16 Gram
30
Kecil: 0.00 Cukup: 1.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 90.00

=====
Reading: Berat: 4.84 Gram

 Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output
```

```
COM3 (Arduino/Genuino Uno)

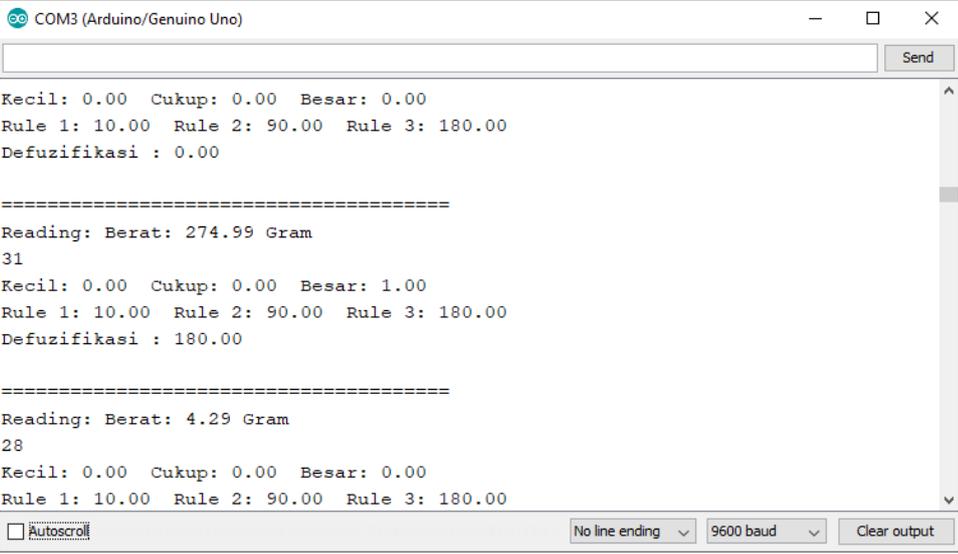
=====
Reading: Berat: 0.00 Gram
33
Kecil: 0.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 0.00

=====
Reading: Berat: 129.44 Gram
31
Kecil: 0.00 Cukup: 0.94 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 84.96

=====
Reading: Berat: 0.00 Gram

 Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output
```

## - Kategori Besar



```
COM3 (Arduino/Genuino Uno)
Send

Kecil: 0.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 0.00

=====
Reading: Berat: 274.99 Gram
31
Kecil: 0.00 Cukup: 0.00 Besar: 1.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00
Defuzifikasi : 180.00

=====
Reading: Berat: 4.29 Gram
28
Kecil: 0.00 Cukup: 0.00 Besar: 0.00
Rule 1: 10.00 Rule 2: 90.00 Rule 3: 180.00

Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output
```

## Lampiran 5

- Kartu Bimbingan

**KARTU BIMBINGAN SKRIPSI**  
Semester Gasal/Genap Tahun Akademik .....

|  |   |
|--|---|
| Nama : IVAN PRAYUDA  | Pembimbing I : Rakhmat Kurniawan, R. M. Kom     |
| NIM : 0701172063   | Pembimbing II : Muhammad Sidik Hasibuan, M. Kom |
| Prog. Studi : Ilmu Komputer  | SK Pembimbing :                                 |
| Judul Skripsi :<br>Pemisahan Otomatis Dengan Logika fuzzy Sugeno Berbasis Mikrokontroler |   |

| P<br>E<br>R<br>T | PEMBIMBING I |                      |   | PEMBIMBING II |                      |              |
|------------------|--------------|----------------------|---|---------------|----------------------|--------------|
|                  | Tgl.         | Materi Bimbingan     | Tanda Tangan  | Tgl.          | Materi Bimbingan     | Tanda Tangan |
| I                | 30/07/2021   | Revisi Judul & Bab I |  | 31/07/2021    | Revisi Judul & Bab I | ↓            |
| II               | 06/10/2021   | Revisi Bab I         |  | 06/10/2021    | Revisi Bab I         | ↓            |
| III              | 08/11/2021   | Revisi Bab II        |  | 11/11/2021    | Revisi Bab II, III   | ↓            |
| IV               | 16/11/2021   | Revisi Bab III       |  | 19/11/2021    | Revisi Bab III       | ↓            |
| V                | 25/11/2021   | Acc Sempro           |  | 22/11/2021    | Acc Sempro           | ↓            |

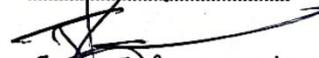
|      |            |                               |   |            |                     |   |
|------|------------|-------------------------------|---|------------|---------------------|---|
| VI   | 22/01/2022 | Revisi Bab 4, Bab 5           |    | 22/02/2022 | Revisi Bab 4, Bab 5 |  |
| VII  | 15/02/2022 | Revisi Bab 5                  |    | 23/02/2022 | Acc Sidang          |  |
| VIII | 18/02/2022 | Revisi Abstrak dan Kesimpulan |    |            |                     |   |
| IX   | 22/02/2022 | Acc Samba Bab                 |   |            |                     |   |
| X    | 02/03/2022 | Acc Sidang                    |  |            |                     |   |

Medan, 02 Maret 2022

An. Dekan

Ketua Jurusan/Program Studi

Ilmu Komputer



Irfan Zulfria, M.Kom

NIP. 198506042015031006

Catatan: Pada saat bimbingan, kartu ini harus diisi dan ditandatangani oleh pembimbing

## Lampiran 6

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP (CURRICULUME VITAE)



#### DATA PRIBADI

Nama : Ivan Prayuda  
NIM : 0701172063  
Tempat, Tanggal Lahir : P. Siantar, 08 Februari 1999  
Jenis Kelamin : Laki – Laki  
Alamat : PT. ANJ AGRI Binanga  
Kel/Desa : Langkimat  
Kecamatan : Simangambat  
Agama : Islam  
No. HP : 082277500486  
Alamat Email : ivan.prayuda@uinsu.ac.id  
Nama Orang Tua  
    Ayah : Sukerno  
    Ibu : Sumiati

#### PENDIDIKAN FORMAL

2005 – 2011 : SD S Eka Pendawa Sakti Binanga  
2011 – 2014 : SMP S Eka Pendawa Sakti Binanga  
2014 – 2017 : SMK S Panca Setia Labuhan Batu Utara  
2017 – 2022 : Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan