



# COMPLETE

Journal of Computer, Electronic,  
and Telecommunication

Vol.2 No.2 December 2021



## JURNAL

KEMAJUAN TEKNIK  
KOMPUTER, ELEKTRO, & TELEKOMUNIKASI

ISSN: 2723-4371 E-ISSN: 2723-5912

Website: [journal.ittelkom-sby.ac.id/complete](http://journal.ittelkom-sby.ac.id/complete) | E-mail: [complete@ittelkom-sby.ac.id](mailto:complete@ittelkom-sby.ac.id)

COMPLETE | Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication | Vol. 2 No.2 December 2021



ITTelkom  
Surabaya  
Solution for The Nation



Institut Teknologi Telkom Surabaya  
Ketintang Str. No. 156, Surabaya, 60231,  
East Java, Indonesia  
E-mail: [complete@ittelkom-sby.ac.id](mailto:complete@ittelkom-sby.ac.id);  
Web: [journal.ittelkom-sby.ac.id/complete](http://journal.ittelkom-sby.ac.id/complete)

9 772723 437005

# **EDITORIAL TEAM**

## **Editor in Chief:**

Isa Hafidz., ST., MT, *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

## **Editorial Members:**

Billy Montolalu, S.Kom., M.Kom., *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

Hamzah U. Mustakim, ST., MT, *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

## **Peer Reviewers:**

Dr. Purba Daru Kusuma, ST, MT, *Telkom University*

Dr. Susijanto Tri Rasmana, S.Kom., M.T, *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

Dimas Adiputra, ST., M.Phil, PhD, *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

Mohamad Ridwan. ST., M.T., *Electronic Engineering Polytechnic Institute of Surabaya*

Anifatul Faricha, ST., M.Sc, *Tokyo Institute of Technology*

Mohamad Yani, S.ST., *M.Phil, Tokyo Metropolitan University*

Risdillah Mimma Untsa, S.ST., M.T, *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

Muhsin, ST., MT, *Universiti Teknologi Malaysia*

Ardiansyah Al Farouq, S.ST., M.T, *Institut Teknologi Telkom Surabaya*

## **Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication**

Faculty of Electrical Engineering - Institut Teknologi Telkom Surabaya

Ketintang Str. No. 156, Surabaya, 60231, East Java, Indonesia

Phone. +6285 234852155; E-mail: [complete@ittelkom-sby.ac.id](mailto:complete@ittelkom-sby.ac.id);

Web: [journal.ittelkom-sby.ac.id/complete](http://journal.ittelkom-sby.ac.id/complete)

# TABLE OF CONTENTS

## COVER PAGE

<b>EDITORIAL TEAM .....</b>	<b>1</b>
<b>TABLE OF CONTENTS .....</b>	<b>2</b>
<b>ABOUT THE JOURNAL .....</b>	<b>3</b>
<b>PREFACE .....</b>	<b>4</b>

## ARTICLES

1. Simplified Walking Simulation for Tuning a Passive Controllable Ankle Foot Orthosis .....	5-11
2. Diagnosa Kesehatan Mentimun menggunakan Naive Bayes dengan Integrasi Web.....	13-18
3. 5G Network as a Technology to Fight Covid-19 Pandemic in Indonesia: a Review.....	19-22
4. Desain Dan Analisa E-fishery Urban Fish Farming Untuk Mengendalikan Kualitas Air Kolam Menggunakan Algoritma Fuzzy.....	23-36
5. Alat Pemanggil Ikan Air Tawar Berbasis IoT.....	37-48

## ABOUT THE JOURNAL

COMPLETE : Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication is an official journal of Faculty Electrical Engineering, Institut Teknologi Telkom Surabaya. It publishes research or review articles in the field of Computer, Electronic, and Telecommunication technology. This journal provides platform for research lecturers, the reviewer, practitioners, industry, and observers across Indonesia and overseas to promote, share, and discuss new issues and development of technology. Scope of the journal include :

- Technology utilization of maritime resources
- Strengthening infrastructure maritime
- Technology and management safety transportation
- Industrial strengthening technology transportation
- Supporting infrastructure and transportation system
- Operational efficiency
- Electronics Technology
- Telecommunication Technology
- Computer Technology
- System Security
- Advanced Robotics Technology
- Technology and disaster management
- Advanced Power Electronics
- Application of Power System
- Renewable Energy
- Chips Technology
- Smart IoT Devices
- 5G Technology and Ecosystems
- Technology and management environment

COMPLETE published twice a year. Editors invite research lecturers, the reviewer, practitioners, industry, and observers to contribute to this journal. The language used in the form of Indonesian and English. All accepted manuscripts will receive individual digital object identifier (DOI) and indexed by Google Scholar. The online PDF version of the journal is open access from [journal.ittelkom-sby.ac.id/complete](http://journal.ittelkom-sby.ac.id/complete). Subscription of the hard copy can be requested by email to [complete@ittelkom-sby.ac.id](mailto:complete@ittelkom-sby.ac.id).

## **PREFACE**

Welcome to the Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication, Vol. 2, Issue No. 2. It is my privilege and pleasure to present the fourth volume of this peer-reviewed journal, under Institut Teknologi Telkom Surabaya. The aim of this journal is to accommodate the results of research publications through journals, from national to worldwide, as part of continuous improvement.

As the chairman of COMPLETE, I would like to thank many people who supported to this journal, especially Research and Community Service Units (LPPM). Furthermore, as the editor in chief, I would like to extend my sincere thanks to all members of the editorial and the advisory boards from Institut Teknologi Telkom Surabaya, whose service, dedication, and commitment have made the creation of this journal possible. We work together trying to continuously improve the quality and excellence of articles published.

It is our hope that COMPLETE could deliver valuable and interesting information and stimulate further research to the telecommunications, electrical, and computer engineering communities throughout the world.

Surabaya, December 2021

Editor of Journal

# Simplified Walking Simulation for Tuning a Passive Controllable Ankle Foot Orthosis

Dimas Adiputra<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Electrical Technology and Smart Industry, Institut Teknologi Telkom Surabaya

\* Correspondence: [adimas@ittelkom-sby.ac.id](mailto:adimas@ittelkom-sby.ac.id)

**Abstract:** A passive controllable ankle foot orthosis (PICAFO) has been developed to treat foot drop on post-stroke patient by controlling the walking gait passively. PICAFO controls the gait by utilizing a proportional integral (PI) controller with an ankle velocity reference. The PI controller must be tuned before being implemented on PICAFO. However, controller tuning based on experimental trial and error is not suggested since it requires the user to use the untuned PICAFO. Therefore, a simplified walking simulation is developed to tune the PI controller using Simulink of MATLAB software. The simulation mainly consists of several parts, such as PI controller, brake model, ankle torque to velocity transfer function, ankle velocity reference, and constant external torque. The result shows that the PI controller can be tuned accordingly to subject's body mass index (BMI) and the brake model to meet the system specification. In this case, when the subject's BMI is 22.2 and the brake maximum torque is 1.938 Nm, the system can control the ankle velocity with settling time less than 20 ms. However, if there is an external torque that is outside the range of brake capacities, then the system cannot do the control task. Therefore, improvement in the brake design is necessary in the future to achieve ankle velocity control within wide range of external torque.

**Keywords:** PICAFO, Gait Control, PID, Walking Simulation, Ankle Velocity

---

## 1. Introduction

Stroke is an illness which occurs when the blood supply to the brain is interrupted. It is so severe that the stroke deserves to be one of the top ten causes of death, as declared by World Health Organization (1). Despite that, there are also stroke survivors, called as post-stroke patient, whose lucky enough to avoid the death, but most of the time with disability. Typical disabilities are paralysis on the upper limb (2), paralysis on the lower limb (3) and speech difficulty (4). The disabilities also vary from short term to long term disabilities and mild to severe disabilities. Because of this, it is important to undergo rehabilitation gradually, if possible, with the assistance from the therapist (5).

The walking ability is important to be restored because it is the only means of moving for a person (6). Previously, the brain can send the movement signal to the foot, which enable the walking movement. However, the signal path is disrupted because of the stroke. The brain can identify new signal path, but it requires repetition of that particular motion (7). In other words, tedious training or rehabilitation is necessary so the brain can learn to send the movement signal to the foot once again. Previously, the research team has developed a passive controllable ankle foot orthosis, called as PICAFO to assist the walking rehabilitation of a post-stroke patient (8,9).

The PICAFO provides a passive assistance, such as the variable stiffness using the Magnetorheological (MR) Brake of the ankle joint to aid the walking gait. Unlike the traditional Ankle Foot Orthosis (AFO), the variable stiffness of PICAFO can achieve on demand assistance. For example, the stiffness is necessary during swing phase to lock the foot position, but unnecessary

during the foot push-off (10). Optimizing the variable stiffness, which determined as per gait phases, to suit each individual is hypothesized can improve the outcome of rehabilitation. Currently, the PICAFO is designed to provide necessary stiffness to control the ankle velocity (8). If the ankle velocity surpasses a certain setpoint, then the MR brake will generate stiffness to decrease the ankle velocity.

The amount of the applied stiffness according to the error of the ankle velocity is determined using Proportional Integral Derivative (PID) control. Basically, the more the error, the higher the applied stiffness. Tuning the PID controller is compulsory to ensure smooth control of the ankle velocity. However, the PID tuning via trial-and-error approach was not feasible because the trial involves human where safety using untuned PID cannot be guarantee. Therefore, this paper proposes a simplified walking simulation for tuning the PID controller of PICAFO. The chapter 2 explains the PICAFO system in more details as well as the simulation methods. Chapter 3 discusses the simulation results. Meanwhile, the research is concluded in the chapter 4.

## 2. Materials and Methods

In general, the PICAFO controls the walking gait based on ankle velocity reference ( $\omega_{ref}$ ). The ankle velocity is estimated based on walking speed (WS) and body mass index (BMI), as shown in Figure 3.9. There are four ankle velocity references ( $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$ ) for each of the four gait phases (P1 – P4), which has been explained in the previous work (8). P1 is started from initial contact (IC) to foot flat (FF). P2 is started from FF to heel-off (HO). P3 is started from HO to toe-off (TO). Then P4 is started from TO to the next IC. The MR brake at the ankle joint controls the ankle velocity to follow the control references. If the ankle velocity exceeds the control reference in the same direction, then the MR brake would apply appropriate damping stiffness to reduce the ankle velocity. On the other hand, the MR brake will do nothing if the ankle velocity is less than the control reference or in a different direction of the reference ( $\omega_{ref}$ ).

Details on the control system is explained as the following. The PID controller used the feedback error, which was the difference between the ankle velocity reference ( $\omega_{ref}$ ) and ankle velocity ( $\omega$ ) feedbacks, to calculate the estimated current ( $I_{est}$ ). Because  $I_{est}$  responsible for the damping stiffness generated by MR brake,  $I_{est}$  calculation should not produce wrong stiffness generation. For example, if  $\omega$  was less than  $\omega_{ref}$ , the controller should increase  $\omega$ , so it reached  $\omega_{ref}$ . However, increasing  $\omega$  was not possible using actuators such as the MR brake. Even if the PID calculates  $I_{est}$  to increase  $\omega$ , the resulted braking torque will always restrict the movement instead, which then defined as the wrong stiffness generation. There are activation conditions based on the current gait phases activated/deactivated the PID to anticipate the wrong stiffness generation. The activation condition on P1 – P3 was the ankle movement direction, such as plantarflexion ( $\omega < 0$ ) or dorsiflexion ( $\omega > 0$ ). Meanwhile, on P4, the activation condition was positive ankle position ( $\theta > 0$ ), so the MR brake only locks the foot for toe clearance. Finally, the MR brake can generate the appropriate torque ( $\tau$ ) based on the  $I_{est}$ . Thus, it controls the walking gait based on ankle velocity.

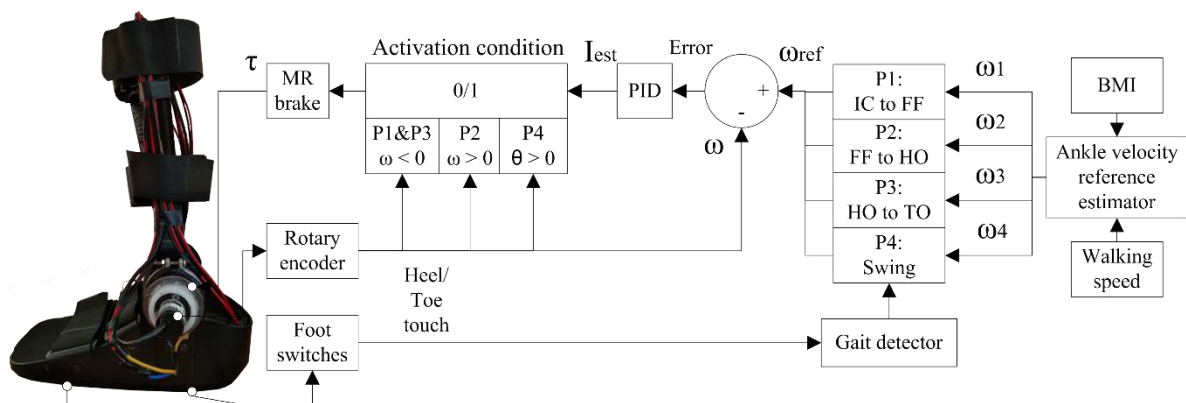


Figure 1. PICAFO control system (8).

The PID controller was developed and tuned using simulation on MATLAB simulink. Figure 2 shows the Simulink block diagram of a simplified scenario of the walking gait using PICAFO. In the simulation, two torques, namely external torque ( $\tau_{ext}$ ) and stiffness torque ( $\tau_{brake}$ ) were used. The external torque was the sum of torque from the lower limb muscle, body weight, and GRF (11). In contrast, the stiffness torque was the torque generated by the MR brake in a different direction of the external torque. In this simulation, the external torque had a constant value. For example, to simulate movement on P1, the external torque was negative 1 Nm because the foot moves in plantarflexion, as shown in Figure 3 (a). However, the external torque exceeded the MR brake capacity in most of the cases, while the higher external torque in Figure 3 (b) simulates this condition. The torque resultant ( $\sum\tau$ ), is expressed as

$$\sum \tau = \tau_{ext} - \tau_{brake} = I \dot{\omega} \quad (1)$$

where  $I$  and  $\dot{\omega}$  are foot inertia and ankle angular acceleration, respectively. The torque resultant went into the transfer function block to get the actual ankle velocity ( $\omega$ ), where the transfer function

$$T(s) = \frac{\omega}{\sum \tau} = \frac{1}{Is} \quad (2)$$

was different from one subject to another because foot inertia is unique for each individual. Calculating foot inertia requires body mass and foot length, as suggested by Winter (11). In this study the transfer function corresponds to the foot inertia of a person with BMI of 22.2. The transfer functions are 1/0.000169186s and 1/0.000173s. The difference between an actual ankle velocity and reference defines the feedback error. The PID controller uses this feedback error to estimate the current that is being induced. There is a saturation block next to this process to restrict the current induced up to only 1 A maximum. The brake model

$$\text{MR brake torque} = 1.8 i_{out} + 0.138 \quad (3)$$

converts the current out to become the MR brake torque, which is a linearization of the MR brake characteristics shown in the previous work (12). The maximum brake capacity can be calculated by inserting 1 A maximum current out to equation 3.8, which is 1.938 Nm.

The MR brake torque controls the ankle velocity according to the reference shown in Figure 3 (c). "Compared to zero" block defines activation condition in Figure 1, in which the brake only generates the stiffness torque in a different direction of the current external torque, and only when the actual ankle velocity exceeds the reference in that direction. For example, suppose the ankle velocity reference is -3 rad/s, while the actual ankle velocity is -2 rad/s. In this case, the reference and the actual ankle velocity are in the same direction, which is the plantarflexion. The controller will ignore this situation because the MR brake could not generate torque in the same direction to increase the actual ankle velocity, which is lesser than the reference value. After completing all the simulation block diagram, the PID tuner in the MATLAB control toolbox tunes the gains (P, I, and D) until the time response is equal or less than 20 ms (13).

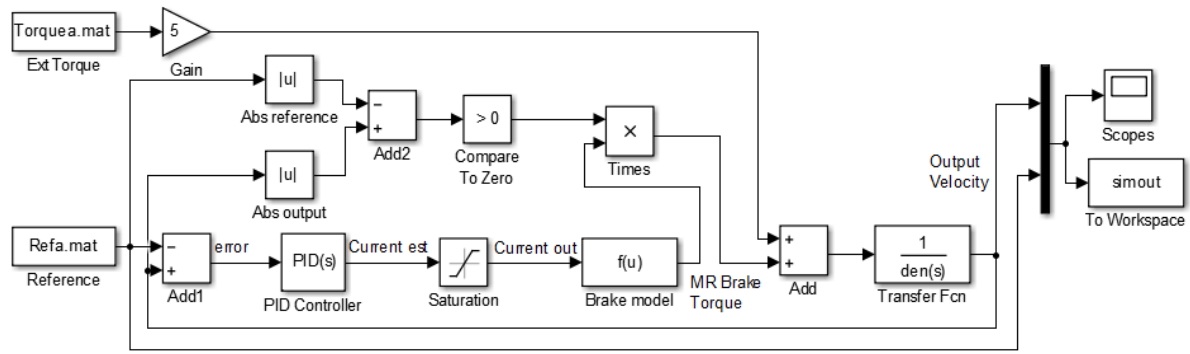


Figure 2. Simulation of the simplified walking gait to tune the PID controller.

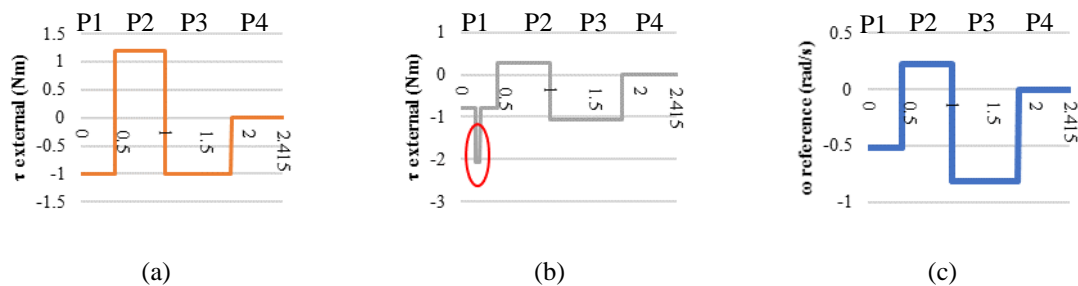
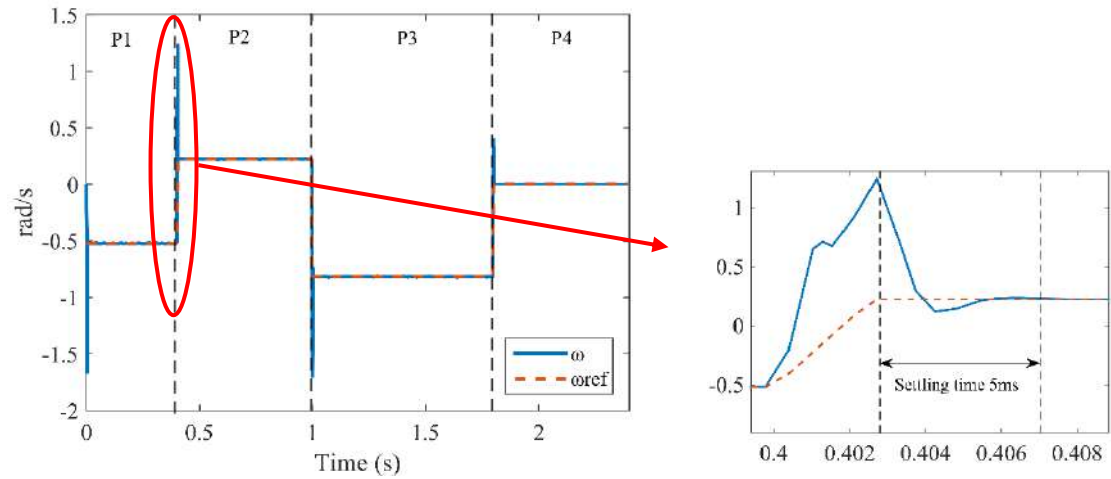


Figure 3. External torque and ankle velocity reference for the simulation of walking gait: (a) external torque less than brake capacity, (b) external torque more than brake capacity, (c) ankle velocity reference.

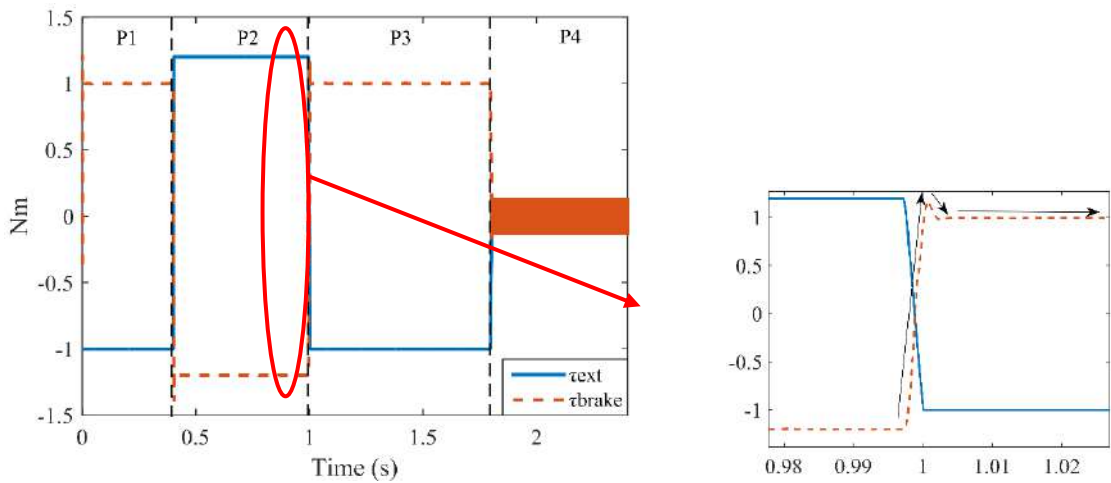
### 3. Result and Discussion

The simulation has been conducted and the results are the followings. After tuning PID using the PID tuner in MATLAB control toolbox, the finalized PID gains are  $P = -0.24$ ,  $I = -466$ , and  $D = 0$ , which is more to PI controller than PID controller. The PI configuration reduces the rise time, reduces the steady-state error, and increases the overshoot. Combined with the D gains, the overshoot will reduce, and so will the settling time (14). However, the use of D tends to make the system unstable in real life because the derivative response is highly sensitive to noise. Apart from that, in the PICAFO system, the overshoot is not an issue since the actuator is only the MR brake, which cannot generate any movement, but only restricting the movement. Therefore, the D gains are less important while the controller development focused on PI configuration.

Figure 4 establishes the simulation result during one gait step with an external torque that is lower than the MR brake stiffness (Figure 3 (a)) and external torque, which is suddenly higher than the MR brake (Figure 3 (b)). The controller successfully keeps the  $\omega$  (solid blue line) by following the  $\omega_{ref}$  (orange dash line) with a settling time of 5 ms, which is less than 20 ms. The simulation of the MR brake behavior can also be seen in Figure 4. The brake generates  $\tau_{brake}$  after the  $\omega$  exceeds the  $\omega_{ref}$ , thus reducing the  $\omega$ . The stiffness is initially larger than the  $\tau_{ext}$  to reduce the  $\omega$ , and then it becomes equal as the  $\tau_{ext}$  in the opposite direction. In the case of high external force, which is larger than the MR brake maximum stiffness, it is not possible to keep the  $\omega$  to follow the  $\omega_{ref}$ , as shown in Figure 5. However, the  $\omega$  follows the reference again after the external control becomes less than the MR brake maximum stiffness. Therefore, the simulation result shows that the MR brake can still partially support the walking gait during the real walking experiment where the  $\tau_{ext}$  may fluctuate randomly and exceed the MR brake capability at the same time.

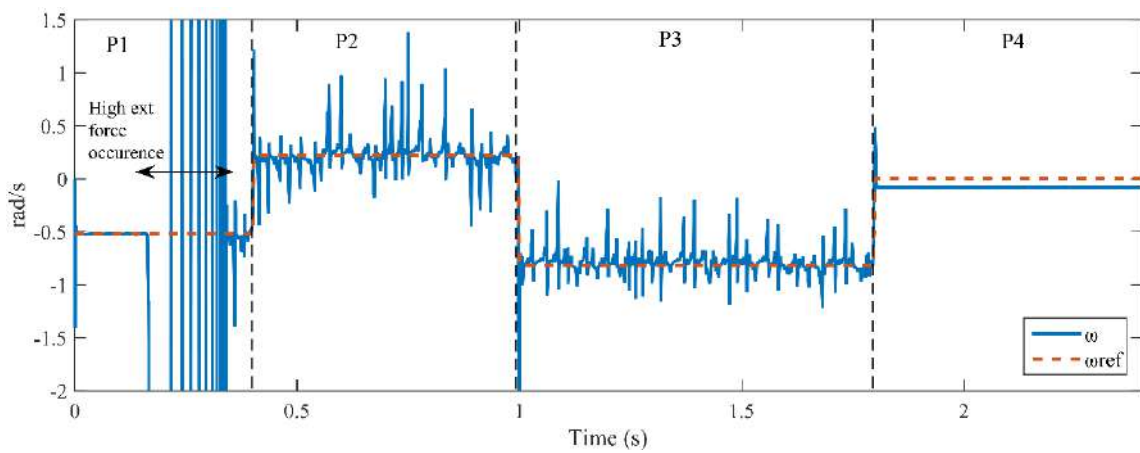


(a)



(b)

**Figure 4.** Simulation of ankle velocity control using MR brake: (a) ankle velocity when controlled; (b) MR brake stiffness compare to an external torque



**Figure 5.** Simulation of ankle velocity using MR brake for sudden higher external torque.

#### 4. Conclusion

All in all, this study shows a simulation of simplified walking simulation of a person walking with PICAFO. The PID controller of the PICAFO system is tuned through simulation attempt. The PID tuner generates the PID gain according to the required specification, which in this case, the settling time should be less than 20 ms. The PID gain was tested in the simplified walking simulation of a person with 22.2 BMI. Result shows that if the external torque is in the range of the brake capacities, then the ankle velocity can be controlled well. But, if the external torque is outside the range of brake capacities, then the PICAFO could not control it. The PICAFO can only give partial support within the braking torque capacities, which can be improved through the brake design. Later on, this simulation can be used to tune the PID accordingly by just inserting the foot inertia depends on the subjects BMI. In case of change in the brake design, then the brake model can be changed accordingly.

**Funding:** This research was funded by the Ministry of Education and Universiti Teknologi Malaysia under the research university grant [VOTE: 19H94].

#### References

1. World Health Organization (WHO). The top 10 causes of death [Internet]. 2018. Available from: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
2. Guo S, Liu Y, Zhang Y, Zhang S, Yamamoto K. A VR-based self-rehabilitation system. 2016 IEEE Int Conf Mechatronics Autom. 2016;1173–8.
3. Bisio I, Garibotto C, Lavagetto F, Sciarrone A. When eHealth Meets IoT: A Smart Wireless System for Post-Stroke Home Rehabilitation. IEEE Wirel Commun. 2019 Dec 1;26(6):24–9.
4. Lawton M, Sage K, Haddock G, Conroy P, Serrant L. Speech and language therapists' perspectives of therapeutic alliance construction and maintenance in aphasia rehabilitation post-stroke. Int J Lang Commun Disord [Internet]. 2018;00:1–14. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/1460-6984.12368>
5. Hornby TG, Moore JL, Lovell L, Roth EJ. Influence of skill and exercise training parameters on locomotor recovery during stroke rehabilitation. Vol. 29, Current Opinion in Neurology. Lippincott Williams and Wilkins; 2016. p. 677–83.
6. Edwards MK, Rosenbaum S, Loprinzi PD. Differential Experimental Effects of a Short Bout of Walking, Meditation, or Combination of Walking and Meditation on State Anxiety Among Young Adults. Am J Heal Promot [Internet]. 2017;089011711774491. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0890117117744913>
7. Allegra Mascaro AL, Conti E, Lai S, Di Giovanna AP, Spalletti C, Alia C, et al. Combined Rehabilitation Promotes the Recovery of Structural and Functional Features of Healthy Neuronal Networks after Stroke. Cell Rep [Internet]. 2019;28(13):3474-3485.e6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2019.08.062>
8. Adiputra D, Rahman MAA, Ubaidillah, Mazlan SA. Improving Passive Ankle Foot Orthosis System Using Estimated Ankle Velocity Reference. IEEE Access. 2020;8:194780–94.
9. Adiputra D, Ubaidillah, Mazlan S., Zamzuri H, Rahman MA. Fuzzy Logic Control for Ankle Foot Equipped With Magnetorheological Brake. J Teknol [Internet]. 2016;11:25–32. Available from: <https://jurnalteknologi.utm.my/index.php/jurnalteknologi/article/view/7942>
10. Kobayashi T, Orendurff MS, Singer ML, Gao F, Hunt G, Foreman KB. Effect of plantarflexion resistance of an ankle-foot orthosis on ankle and knee joint power during gait in individuals post-stroke. J Biomech [Internet]. 2018;75:176–80. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.04.034>
11. Winter DA. Biomechanics and Motor Control of Human Movement [Internet]. Vol. 2nd, Motor Control. 2009. 277 p. Available from:

- <http://doi.wiley.com/10.1002/9780470549148%5Cnhttp://www.amazon.com/Biomechanics-Motor-Control-Human-Movement/dp/047144989X%5Cnhttp://doi.wiley.com/10.1002/9780470549148>
12. Hidayatullah FH, Ubaidillah, Purnomo ED, Tjahjana DDDP, Wiranto IB. Design and simulation of a combined serpentine T-shape magnetorheological brake. *Indones J Electr Eng Comput Sci.* 2019;13(3):1221–7.
  13. Kikuchi T, Ikeda K, Otsuki K, Kakehashi T, Tanida S, Furusho J. Basic study on prediction of initial contact for intelligently controlled ankle foot orthosis (I-AFO). *2008 IEEE Int Conf Robot Biomimetics, ROBIO 2008.* 2008;86–90.
  14. Franklin G, Powell JD, Emami-Naeini A. *Feedback control of dynamic systems.* Vol. 6th, Pearson Higher Education. 2010.



© 2021 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



# Diagnosa Kesehatan Mentimun menggunakan Naive Bayes dengan Integrasi Web

Miftakhul Arifin<sup>1</sup>, Ghulam Asrofi Buntoro<sup>2\*</sup>, Fauzan Masykur<sup>3</sup>,

<sup>1,2,3</sup> Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo; ghulam@umpo.ac.id

**Abstrak:** Mentimun, dikenal sebagai salah satu sayuran buah yang memiliki banyak manfaat, memiliki resiko tetular penyakit. Penyakit yang ada pada mentimun dapat mengakibatkan kerusakan dan kegagalan panen. Petani memiliki tantangan dalam mendeteksi dan menyelesaikan permasalahan penyakit tersebut. Dari permasalahan tersebut kemudian diusulkan sistem diagnosis penyakit dengan Naive Bayes. Pendekatan ini dapat mengklasifikasi kondisi tanaman dengan mempertimbangkan data gejala yang terdeteksi. Data tersebut kemudian dibandingkan dengan kondisi saat ini. Metode ini kemudian diintegrasikan dengan sistem web sebagai sarana informasi user.

**Kata Kunci:** Naive Bayes, Penyakit Tanaman, Mentimun.

---

## 1. Pendahuluan

Meningkatnya laju urbanisasi menyebabkan bertambahnya polusi. Hal ini berpengaruh hampir di seluruh bidang, baik di air, tanah, dan udara [1]. Pestisida sebagai penghasmi hama, serta pupuk kimia sebagai zat nutrisi untuk tanaman [2], dapat mengurangi kualitas tanah sehingga memiliki kandungan logam berat. Hal ini juga berdampak pada fisiologis tanaman yang terpengaruh pada zat tersebut [3].

Tanaman sayuran mentimun, atau dikenal dengan nama latin *C. Sativus*, memiliki wilayah tanam yang besar. Kualitas lingkungan tanaman, termasuk didalamnya zat tanah, penyakit, dan cuaca mempengaruhi hasil panen para petani. Kadar CU yang tinggi pada tanah dapat menghambat pemanjangan akar. Di sisi lain, kelebihan CU juga mempengaruhi fotosintesis, serta sintesis pigmen [4], [5]

Di lingkungan sekitar tanaman, terdapat organisme yang dapat mengganggu perkembangan tanaman, seperti halnya virus, bakteri, jamur, dan hewan pengganggu lainnya. Organisme tersebut, dalam waktu jangka panjang, dapat menghambat dan merusak perkembangan mentimun. Jenis hama yang diketahui dapat mengganggu produktivitas tanaman yaitu kutu daun dan lalat buah [6]. Bagian yang menjadi sasaran adalah daun sehingga menjadi berlubang. Petani perlu waspada terhadap ancaman organisme pengganggu di lingkungan kebun.

Metode klasifikasi Naive Bayes merupakan metode klasifikasi dengan menggunakan pendekatan probabilistik dengan menggunakan asumsi independen masing masing individu [7]. Walaupun asumsinya pada beberapa kasus dapat tidak realistis, namun konsep ini berguna dalam prakteknya dan seringkali dibandingkan dengan teknik klasifikasi lain. Naive Bayes terbukti efektif pada beberapa aplikasi praktis, termasuk didalamnya adalah klasifikasi teks dan diagnosis medis [8], [9]. Pertimbangan inilah yang menjadi alasan penggunaan metode Naive Bayes pada proses klasifikasi kesehatan tanaman.

Berdasarkan latar belakang akan pentingnya klasifikasi jenis gangguan pada tanaman, maka kontribusi yang sekiranya berpeluang untuk dikerjakan yaitu menghasilkan sistem diagnosa

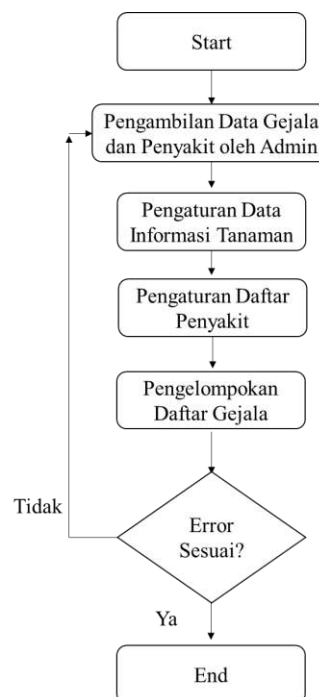
penyakit pada tanaman, khususnya mentimun. Untuk membantu proses monitoring tanaman, maka digunakan pula integrasi melalui akses web. Pendekatan ini diharapkan dapat membantu petani dalam mendeteksi kesehatan tanamannya. Selain itu, digunakan metode Naive Bayes pada proses klasifikasi penyebab kerusakan yang ada pada tanaman. Bagian yang akan dijabarkan pada penelitian ini antara lain Bab 2 membahas metode Naive Bayes, Bab 3 adalah integrasi dan konsep dari sistem, Bab 4 Hasil dan Diskusi, Bab 5 Kesimpulan.

## 2. Metode Naïve Bayes

Naïve bayes adalah pengklasifikasian statistik untuk memprediksi probabilitas keanggotaan berdasarkan teorema Bayes. Konsepnya memiliki proses klasifikasi hampir mirip dengan metode neural network dan decesion tree. Formula umum untuk perhitungan bayes dapat dijelaskan secara matematis menjadi berikut

$$P(H|X) = \frac{P(H|X)P(H)}{P(X)} \quad (1)$$

Dimana X adalah class dari data yang belum diketahui, H adalah suatu class spesifik, P(H|X) adalah probabilitas hipotesis H dengan mempertimbangkan X, P(H) adalah probabilitas hipotesisH, P(X|H) adalah Probabilitas X hipotesis pada dta H, sedangkan P(X) adalah probabilitas yang ada pada X.. X dikenal juga sebagai posteriori probabilitas sedangkan H (prior probabilitas). Kasus yang terdapat pada Gambar 1, merupakan representasi use case diagram dari alur cara kerja penelitian.



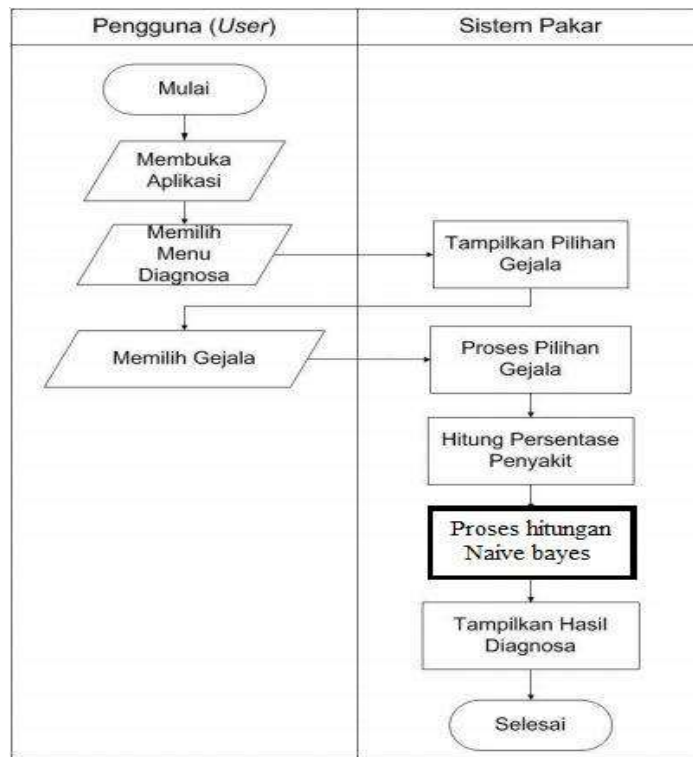
Gambar 1. Use Case Diagram Alur Penelitian

## 3. Konsep dan Integrasi Sistem

Metode perancangan yang digunakan adalah jenis RAD. Prosesnya dapat dijelaskan sebagai berikut

- a. Rancangan Kebutuhan :  
Tentukan dahulu kebutuhan yang diperlukan. Admin memiliki tugas yaitu menambah dan hapus data kos, menambahkan kriteria, menambahkan bobot. User memiliki tugas untuk merubah urutan kriteria dan lihat hasil rekomendasi.
- b. Desain Pengguna : Dalam membuat desain, desain dibuat dengan user friendly, yaitu desain yang mempermudah pengguna dalam mengakses sistem, user user tidak perlu login untuk mengakses, user tinggal masuk ke menu konsultasi.

- c. Gambaran : Buatlah beberapa gambaran sederhana tentang sistem yang ingin dirancang dan coba minta pendapat ke beberapa calon pengguna.
- d. Pengujian : Setelah sistem berhasil dibuat coba lakukan pengujian menggunakan metode Black Box.



**Gambar 2.** Flowchart Sistem Proses Learning.

Dalam penelitian ini di lakukan teknik pengumpulan data yaitu dengan cara wawancara, Dalam proses wawancara, penulis mewawancarai seorang pakar tanaman mentimun untuk mendapatkan proses validasi data. Flowchart system proses learning dapat mewakili prosedur kerja atau algoritma alur kerja. Diagram ini mewakili penggambaran penyelesaian penyelesaian masalah. Berikut adalah gambar flowchart sistem dapat dilihat pada Gambar 2. Use case diagram secara fungsi berguna untuk analisis requirement dari system serta berguna dalam mendeskripsikan secara detail bagaimana system dapat bekerja.

**Tabel 1.** Data Jenis Penyakit dibandingkan Terhadap Bobot

Kode	Nama Penyakit	Bobot
P1	Rebah Semai	0,19
P2	Downy Mildew / Embun Bulu	0,24
P3	Kudis	0,31
P4	Powdery Mildew	0,35
P5	Layu fusarium (Fusarium ox ysporum)	0,18
P6	Layu Bakteri (Erwinia trac heiphila)	0,3
P7	Cucumber Mosaik Virus	0,26
P8	Antraknosa	0,3

Pengkodean gejala penyakit dapat dijelaskan sebagai berikut G1 adalah Tanaman layu dari bagian batang bawah dan atas; G2 adalah Bercak memanjang kuning dan coklat tua; G3 adalah Daun mengkerut; G4 adalah Buah membusuk; G5 adalah Berkas pembuluh angkut berlendir; G6 adalah Buah sering berjatuhan; G7 adalah Tanaman layu dan rubuh ketika musim semai; G8 adalah Bawah daun terdapat spora ungu kehitaman; G9 adalah Permukaan daun bercak kuning coklat dan bagian bawah; G10 adalah Tanaman layu mendadak dan mati; G11 adalah Daun belang hijau tua dan muda; G12 adalah Buah abnormal berbercak cokelat dan hitam; G13 adalah Daun menggulung; G14 adalah Daun mengering; G15 adalah Daun Rontok; G16 adalah Permukaan atas daun terdapat spora putih; G17 adalah Tanaman layu dan rubuh ketika pindah tanam; G18 adalah buah mengeluarkan cairan bening; G19 adalah Tangkai batang kuning; G20 adalah Tanaman Kerdil

Proses ini ada beberapa tahap untuk mendapatkan hasil dari diagnosa penyakit dari gejala-  
 Bobot gejala didapatkan dari pakar berdasarkan gejala yang paling mendekati penyakit tersebut Kasus yang ikut dipertimbangkan antarlain yaitu untuk kondisi buah membusuk, buah mengeluarkan cairan berwarna bening, serta bentuk buah abnormal dimana memiliki warna hitam dan bercak coklat. Dari gejala tersebut muncul dampak penyakit yaitu kudis dan antraknosa. Kemudian dilakukan perhitungan bobot gejala dan penyakit untuk mendapatkan hasil diagnosa penyakit dari gejala yang dipilih.

Gejala dari Penyakit Kudis

$$0,6 \times 0,6 \times 0,375 = 0,135 : 0,2925 = 0,4615$$

Gejala dari penyakit Antraknosa

$$0,6 \times 0,7 \times 0,375 = 0,1575 : 0,2925 = 0,5385$$

Hasil pengolahan data, pada perhitungan di atas, yang paling besar adalah penyakit pada tanaman. Hasil yang paling signifikan terdapat di antraknosa dengan hasil 0.5385

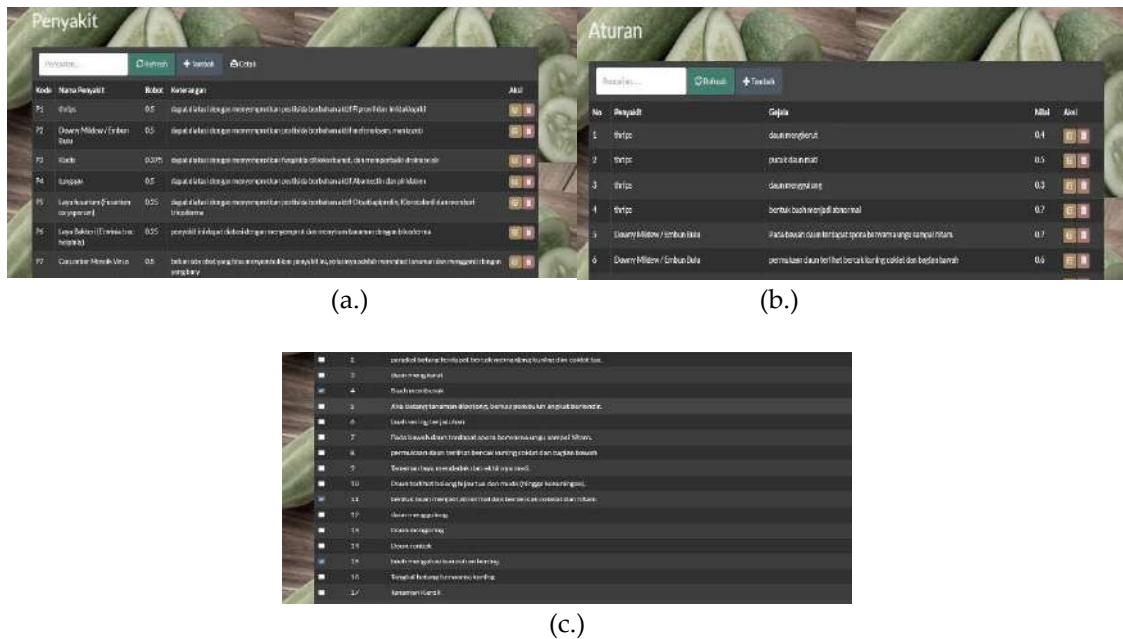
**Tabel 2.** Data Peyakit beserta Bobotnya

Kode Gejala	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
G1					0,6	0,7		
G2					0,8			
G3							0,3	
G4			0,6					0,6
G5						0,8		
G6			0,6					0,2
G7	0,8							
G8		0,7		0,7				
G9		0,6		0,8				
G10						0,9		
G11							0,7	
G12			0,2					0,7
G13							0,4	
G14		0,2		0,5				
G15		0,5		0,5				
G16		0,2		0,2				
G17	0,7							
G18			0,6					0,2
G19			0,2					0,7
G20							0,7	

## 4. Hasil dan Diskusi

### 4.1. Implementasi Sistem dan Web

Implementasi dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP untuk sistem berbasis web yang dapat dipantau secara realtime. Penggunaan sistem ini diintegrasikan dengan algoritma naive bayes untuk mempermudah petani ketika tanaman terserang oleh hama dan penyakit. Tampilan tersebut mendukung opsi diagnosa jenis penyakit, yang didalamnya terdapat tampilan halaman data tanaman, halaman gejala penyakit, dan tampilan konsultasi secara online. Detil tampilan web dapat terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Gambar Halaman Website pada (a.) Pendataan Penyakit, (b.) Pendataan Gejala, dan (c.) Skema Layanan Konsultasi di Website.

### 4.2. Hasil Pengujian

Pengujian berfungsi untuk memastikan sistem dapat bekerja dengan baik serta akurat sesuai dengan rancangan yang dibangun sebelumnya. Tabel 3 menjelaskan hasil pengujian dan hasil dari proses learning. Hasil pengujian dan pemantauan manual menunjukkan bahwa system tersebut dapat berjalan dengan baik, baik dalam segi metode klasifikasi maupun integrasi website.

## 5. Kesimpulan

Sistem diagnosa kesehatan mentimun menggunakan Naive Bayes dapat digunakan untuk mengklasifikasikan jenis gangguan. Untuk memudahkan inspeksi oleh para petani, maka dilakukan Integrasi Web yang dapat dipantau secara realtime. Parameter khas yang terdapat pada tanaman kemudian diberi label dan penomoran yang spesifik. Sistem pengujian dapat berjalan dengan baik, dimana tidak terdapat error apabila dibandingkan dari hasil pemantauan dan klasifikasi. Untuk mendapatkan hasil yang lebih efektif, maka untuk penelitian berikutnya yaitu membandingkan dengan metode klasifikasi lainnya.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian dan Hasil dari Proses Learning

No	Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Status
1	Login	Sukses masuk di sistem	Sukses
2	Menu penyakit	Muncul daftar penyakit beserta nilai bobotnya	Sukses
3	Daftar gejala	Muncul halaman yang menampilkan informasi gejala	Sukses
4	Menu aturan	Muncul informasi aturan gejala beserta bobotnya	Sukses
5	Mengganti pasword	Pasword Berhasil dirubah	Sukses
6	Logout pada sistem	Berhasil keluar dari sistem	Sukses
7	Menu Konsultasi	Menampilkan menu konsultasi	Sukses
8	Diagnosa gejala penyakit	Menampilkan Hasil konsultasi dari gejala yang dipilih	Sukses

### Referensi

- Demirevska, K.K., Simova, S.L., Stoyanova, Z., Holzer, R., dan Feller, U. *Biochemical changes in barley plants after excessive supply of copper and manganese*. Journal Environmental and Experimental Botany. 2004. 52:253–266.
- Timothy, M.C., Bala, I.A., dan Haruna, M.K. *The Impact of Pesticide application on heavy metal (Cd, Pb and Cu) levels in spinach*. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies. 2007. P. 117-122.
- Clemente, R., Paredes, C., dan Bernal, M.P. *A field experiment investigating the effect of olive husk and cow manure on heavy metal availability in a contaminated calcareous soil from Murcia*. Agric. Ecosyst. Environ. 2007. 118:319-326.
- Maneva, S., Bogatzevska, N., dan Miteva, E. *Excess copper in soil as a factor affecting bacterial spots caused by Xanthomonas vesicatoria in tomato plants; bio-interaction between two stress factors and their influence on plants*. Acta Physiol. Plant. 2009. 31: 125-131.
- Andrade, S.A.L., Gratão, P.L., Azevedo, R.A., Silveira, A.P.D., Schiavinato, M.A., dan Mazzafera, P. *Biochemical and physiological changes in jack bean under mycorrhizal symbiosis growing in soil with increasing Cu concentrations*. Environ. Experimental Botany. 2010. 68: 198-207.
- Agustini, Ni W. S, A. A. Ayu A. S, dan Ketut A. Y. *Kelimpahan Populasi Dan Persentase Serangan Lalat Buah (Bactrocera Spp.) (Diptera: Tephritidae) Pada Tanaman Mentimun (Cucumis Sativus L.) Di Beberapa Kabupaten Provinsi Bali*. J. Agric. Sci. and Biotechnol. 2019. 8(1):22–30.
- R. Duda, P. Hart, and D. Stork, *Pattern Classification*, 2nd ed. New York: Wiley, 2001.
- R. Abraham, J. Simha, and S Iyengar, *Medical datamining with a new algorithm for feature selection and naive bayesian classifier*. Proc. 10th Int. Conf. Information Technology, Washington, DC, 2007, pp. 44–49.
- Heru P, Ghulam A. B., Dyah M., *Analisis Sentimen Pada Channel Autonetmagz Terhadap Review Mobil Almaz 2019 Dengan Metode Naive Bayes Classifier Dan Lexicon Based*, Jurnal Komputek, 2021, pp 58-73



# 5G Network as a Technology to Fight Covid-19 Pandemic in Indonesia: a Review

Hamzah U. Mustakim<sup>1\*</sup>, Billy Montolalu<sup>2</sup>, Isa Hafidz<sup>3</sup>

<sup>1\*3</sup> Institut Teknologi Telkom Surabaya, Indonesia; hamzah@ittelkom-sby.ac.id

**Abstract:** Since March 2020 until now the Covid-19 pandemic has caused a very significant impact on people's lives in Indonesia. Based on August 2021 data, the number of positive COVID-19 cases reached nearly 4 million cases and the number of recovered patients reached 3.2 million. The use of communication technology is an important part of efforts to overcome the pandemic and help people to access digital health services. Along with this pandemic, Indonesia has just launched 5G network technology with much better performance than 4G technology so that it can be used to create a better healthcare system for patients. This paper provides a review and opportunity for the use of 5G technology for the development of a digital health service system.

**Keywords:** 5G, covid-19, network

---

## 1. Introduction

Globally, the Covid-19 pandemic is still not over, especially in developed countries such as Indonesia, in recent times may have begun to experience a significant decline in cases so that the activities of their citizens tend to begin to gradually recover, although not yet fully normal. While in most developing countries, the struggle to contain the pandemic still faces major challenges. The regional quarantine policy and tightening of restrictions have not been able to significantly reduce the transmission rate. The governments of each country are still struggling to control the pandemic. Meanwhile, state health services are also overwhelmed by the new wave of spikes in Covid-19 cases. Lack of medicines and oxygen as well as shortages of doctors and medical personnel occur in many countries. Vaccination which is one of the key efforts in dealing with the pandemic also did not run smoothly. In addition to the availability of vaccines, the reluctance of citizens to accept vaccines is a separate problem.

During the Covid-19 pandemic, hospitals and patients are required to adapt and innovate in digital health services to accelerate services to patients and protect health workers from being infected with the corona virus. The role of information and communication technology (ICT) is to reduce the risk of transmission that can be caused by direct contact between patients and health workers. The novel ICT technologies such as telehealth [1], 5G communication [2], Internet of Things, Artificial Intelligence (AI) [3], and cloud computing [4] have important role to provide digital health service and improve protection of patients and health workers.

The 5G network system was built based on digital services such as telehealth. Quantitatively the performance parameters determined by ITU-R (International Telecommunication Union) on 5G technology through IMT-2020 Peak data rate: based on ideal conditions, the data rate that can be achieved is 20Gbps (downlink) and 10Gbps (uplink). User experience data rate: is the minimum data rate obtained by a user in an area. 100Mbps download (DL) and 50 Mbps for uplink (UL). Mobility: data traffic can run normally with maximum speed of 500km/hour. Latency: 4 ms for Enhanced Mobile Broadband (eMBB) services, and 1 ms for Ultra-Reliable and Low Latency Communications

(URLLC) services [5]. With these performance, 5G technology can provide digital health services to fight the Covid-19 pandemic in Indonesia.

## 2. 5G for Smart Healthcare

Since the Covid-19 pandemic, telecommunications and internet technologies have played an important role in all aspects of life such as work, school and shopping. Based on report by DaraReportal, there is an increase in the number of new internet users in Indonesia by 15.5% or 27 million users in 2020. In May 2021, 5G technology has officially been held in Indonesia. In the first stage of 5G commercialization, the service is available at several points in nine cities, namely Jakarta, Surabaya, Makas-sar, Bali, Batam, Medan, Solo, Balikpapan, and Bandung. 5G network can be combined with existing 4G network so cover a wider area and and reach more people.

5G was developed to be able to support different types of use cases and applications. Not only providing conventional services for mobile communication but also to support various types of industries so that it indirectly impacts on economic growth and people's lives [6]. All use cases and applications in 5G technology can be grouped into three main scenarios:

- Enhanced Mobile Broadband (eMBB): Is a usage scenario for data and multi-media communication services.
- Ultra-Reliable and Low Latency Communications (URLLC): Associated with applications that require very good network performance that sensitive to delay and latency.
- Massive Machine Type Communications (mMTC): Used in applications that use multiple devices. Each device is connected to the internet and sends data in small capacities that are not sensitive to delays.

All of 5G uses case can be implemented in the hospital with telehealth application that can be used to fight the COVID-19 pandemic (Figure 1):

- Telehealth  
Telehealth is a smart healthcare service that provide supervision to the patient in a remote condition using internet network witch is integrated with remote clinical healthcare, health education, health administration trough smart gadgets such as smartphone, smartwatch, etc.) [7]. These gadgets gather patient information using sensors and biomedical application.
- Telemedicine  
Telemedicine is a remote clinical service to diagnosis and consultation with medi-cal doctor and healthcare professional [8]
- Telepharmacy  
Telepharmacy is a service which provide remote pharmaceutical care for delivery of prescription drugs via smartphone and internet network.
- Telesurgery  
This service will allows a sergeon to do surgical procedure over a remote distance using robot and 5G network [9].

Each use application have specific requirements for best performance as Table 1 bellow:

**Table 1.** Table captions should be placed above the tables [10][11].

Applications	Data Rates	Latency	Cell Types	Location
Telemedicine	<50 Mbps	<1-100 ms	Macro-Micro Cell	Indoor / Outdoor
Telenursing	<50 Mbps	<1-100 ms	Macro-Micro Cell	Indoor / Outdoor
Telepharmacy	<50 Mbps	<1000 ms	Macro-Micro Cell	Indoor / Outdoor
Telesurgery	137 Mbps > 1,6 Gbps	<1 ms	Pico-Femto Cell	Indoor

5G network using mmWave spectrum to deploy ultra-dense small cell network (Pico Cell and Femto Cell) at indoor environment which combined with massive MIMO antenna system to achieve high data rates for extreme application such as telesurgery. To obtain architectural flexibility, heterogeneous network access capabilities, and vertical business line integration by utilizing SDN (Software Defined Network) and NFV (Network Functions Virtualization) technologies. To support various types of uses and applications, it is necessary to change some of the existing conventional networks by breaking down network elements or network functions (NF) into basic modules namely control plane (CP) and user plane (UP) so as to enable the formation of logical architectures through interconnection from CP and UP.

With existing 5G technology, a smart hospital can be built with telehealth services that are integrated with telemedicine, telenursing, telepharmacy and telesurgery applications that serve COVID-19 patients in one city. This central hospital will be a reference for patient handling processes starting from health education, symptom recognition, diagnosis of COVID-19, emergency management, self-isolation patient services, and delivery of drugs and vitamins.

The use of cloud computing and big data technology will also greatly support the telehealth system for the process of handling COVID-19 patients [13], so that each case can be coordinated and handled in mutual cooperation by involving other hospitals and health centers located in each smaller administrative area.

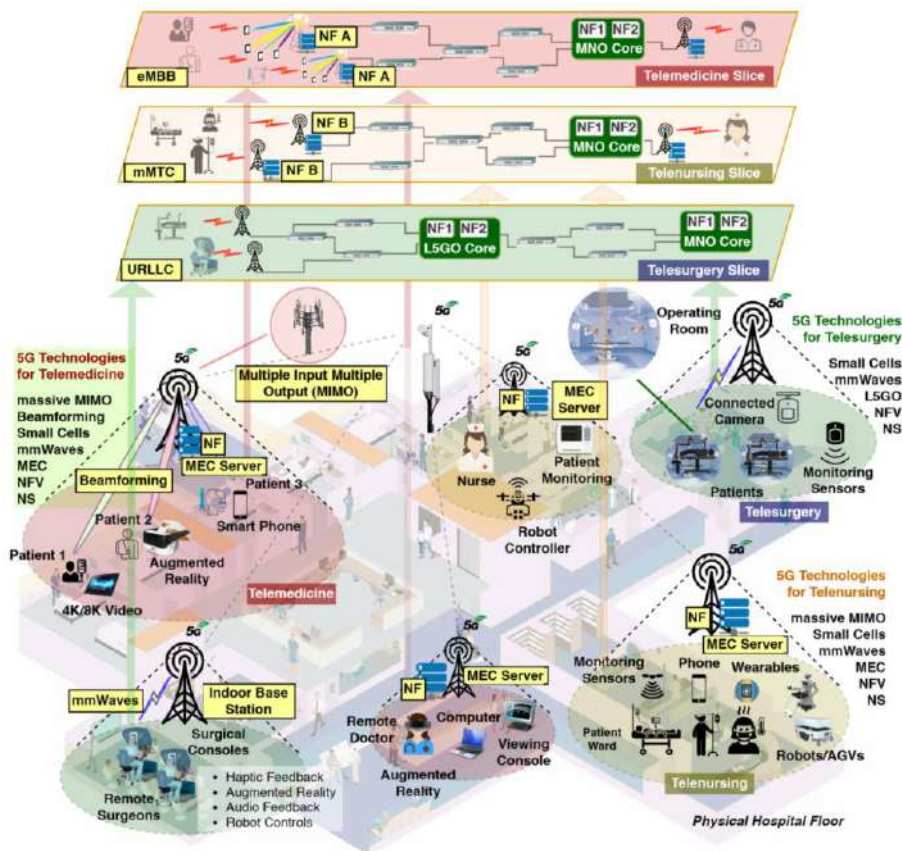


Figure 1. Telehealth system in a hospital [12].

### 3. Issues and Challenges

Although 5g technology can have a very large impact in the process of dealing with the COVID-19 pandemic, there are several obstacles and challenges in implementing the telehealth system:

- Connectivity : Currently, only 9 cities have built a 5g network and not all areas of the city are covered by the 5g network. to build a reliable telehealth system requires connections for all medical devices for all patients.
- Energy and costs : The IoT devices used in this system require low energy consumption and low costs so that they can be purchased by everyone.

- Security : Security must be guaranteed in the telehealth system which includes user data, pri-vacy, data integrity and authentication processes during the communication pro-cess between user devices and applications in the cloud.
- Big Data : The application of big data analysis and deep learning algorithms will be able to as-sist the health department and medical doctors in making policies to fight the covid-19 pandemic.

## 5. Conclusions

This paper describes the opportunities for using 5G network technology for the de-velopment of a telehealth system with the integration of several health service applica-tions such as telemedicine, telenursing, telepharmacy and telesurgery to fight the COVID-19 pandemic centered on smart hospitals. in its implementation, there are still several obstacles related to 5G networks that have not been built in all areas in Indo-nesia, energy challenges, and security challenges. In addition, the telehealth system can run well if it is supported by other technologies such as IoT, cloud computing and big data.

## References

1. F. Boccardi, R. W. Heath, A. Lozano, T. L. Marzetta, P. Popovski, Five Disruptive Tech-nology Directions for 5G, *IEEE communications magazine*, 2014.
2. D. Soldani, F. Fadini, H. Rasanen, J. Duran, T. Niemela, D. Chandramouli, T. Høglund, K. Doppler, T. Himanen, J. Laiho, N. N. Navaty, 5G Mobile Systems for Healthcare, in: *2017 IEEE 85th Vehicular Technology Conference*, 2017; pp. 1–5.
3. H. Kaur, M. A. Alam, R. Jameel, A. K. Mourya, V. Chang, A Proposed Solution and Future Direction for Blockchain-based Heterogeneous Medicare Data in Cloud Environment, *Journal of Medical Systems*, 2018.
4. M. Talal, A. Zaidan, B. Zaidan, A. Albahri, A. Alamoodi, O. Albahri, M. Alsalem, C. Lim, K. L. Tan, W. Shir, et al.: Smart Home-based IoT for Real-time and Secure Remote Health Monitoring of Triage and Priority System using Body Sensors: Multidriven Systematic Re-view, *Journal of Medical Systems*, 2019.
5. Patrick Marsch et al, *5G System Design*, Wiley, 2018.
6. A. Osseiran, *5G Mobile and Wireless Communications Technology*, Cambridge University Press, 2016.
7. A. Ahad, M. Tahir and K. -L. A. Yau, 5G-Based Smart Healthcare Network: Architecture, Taxonomy, Challenges and Future Research Directions, *IEEE Access*, vol. 7, 2019, pp. 100747-100762.
8. Y. S. Hau, J. K. Kim, J. Hur, M. C. Chang, How about Actively using Telemedicine during the COVID-19 Pandemic? , *Journal of Medical Systems*, 2020; pp 1–2.



© 2021 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

# Desain dan Analisa *E-fishery* Urban Fish Farming Untuk Mengendalikan Kualitas Air Kolam Menggunakan Algoritma *Fuzzy*

Muhammad Dwi Hariyanto <sup>1\*</sup>, Dimas Adiputra <sup>2</sup> and Susijanto Tri Rasmana <sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> Faculty of Electrical Technology and Smart Industry, Institut Teknologi Telkom Surabaya;

[muhammad.dwi.20@student.ee.ittelkom-sby.ac.id](mailto:muhammad.dwi.20@student.ee.ittelkom-sby.ac.id)

<sup>2</sup> Faculty of Electrical Technology and Smart Industry, Institut Teknologi Telkom Surabaya;

[adimas@ittelkom-sby.ac.id](mailto:adimas@ittelkom-sby.ac.id)

<sup>3</sup> Faculty of Electrical Technology and Smart Industry, Institut Teknologi Telkom Surabaya;

[susijanto@ittelkom-sby.ac.id](mailto:susijanto@ittelkom-sby.ac.id)

**Abstract:** Komoditas perikanan merupakan hal yang sangat prospektif untuk dibudidayakan dalam skala rumah tangga di saat pandemi berkepanjangan. Budidaya ikan nila merupakan salah satu pilihan karena dapat dilakukan dengan mudah di daerah kawasan urban yang tidak membutuhkan lahan yang luas. Teknologi budidaya ikan didaerah urban atau *e-fishery* urban fish farming membutuhkan penerapan IoT (*Internet of Thing*) untuk melakukan monitoring dan pengontrolan kualitas air pada kolam ikan berdasarkan parameter pH dan sensor *Turbidity*. Pada penelitian ini pengontrolan kualitas air kolam dilakukan dengan menerapkan algoritma *Fuzzy* untuk melakukan proses penggantian air melalui pengurasan dan pengisian air kolam ikan nila berdasarkan hasil dari sensor pH dan *Turbidity* yang dipasang. Hasil pengujian pada sistem *e-fishery* menunjukkan sensor sensor yang digunakan memiliki error pembacaan relatif kecil yaitu 1.26 % ( $\sigma = 0.076$ ) pada sensor pH dan 6.79% ( $\sigma = 6.9$ ) pada sensor *Turbidity*. Sistem *e-fishery* urban fish farming yang dikembangkan menguras air sesuai dengan prediksi pada simulasi matlab dengan error 0.57 % ( $\sigma = 0.24$ ). Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai pH dan kekeruhan air kolam dapat dikendalikan sehingga kualitas air tetap berada pada range membership function netral yaitu pH diantara 6 sampai 8 dan *Turbidity* berada pada nilai 0 sampai 15 NTU.

**Kata Kunci:** Algoritma *Fuzzy*, *E-fishery* Urban Fish Farming, pH, *Turbidity*.

---

## 1. Pendahuluan

Pandemi berkepanjangan menurunkan daya beli masyarakat terutama di daerah urban (perkotaan) akan sumber daya protein yang murah sehingga perlu diadakan pemberdayaan pemenuhan gizi secara mandiri [1]. Salah satu sumber protein adalah ikan sehingga komoditas perikanan sangat prospektif untuk dibudidayakan dalam skala rumah tangga. Budidaya nila dapat dilakukan dengan mudah di daerah kawasan urban yang tidak membutuhkan lahan yang luas, sehingga ikan nila dipilih untuk dipelihara dalam skala kecil pada kawasan perkotaan atau daerah urban. Usaha budidaya ikan tersebut tidak membutuhkan biaya besar, mudah dan waktu pemeliharannya singkat, sehingga cepat memberikan hasil bagi pembudidayanya. Akan tetapi, proses kendali kualitas air demi pertumbuhan ikan yang optimal harus dilakukan secara manual melalui proses pengurasan responsif terhadap kualitas air saat itu.

Teknologi yang akan diadopsi untuk mempermudah proses budidaya ikan didaerah urban adalah *e-fishery* urban fish farming. Teknologi ini membutuhkan implementasi IoT untuk melakukan monitoring kualitas air pada kolam serta menggunakan website untuk melakukan logging data

terhadap perubahan kondisi kolam ikan [2]. Konsep urban farming perikanan adalah konsep budidaya ikan di lahan terbatas seperti diperkotaan yang lahannya mayoritas digunakan sebagai tempat pemukiman. Algoritma *Fuzzy* diterapkan pada proses pengukuran pH dan *Turbidity* yang digunakan sebagai membership function untuk menentukan tingkat kualitas air kolam ikan nila sesuai keinginan. Kondisi pH dan *Turbidity* yang diinginkan yakni untuk pH berada pada range 6-8 dan untuk *Turbidity* pada range 0-15 NTU. Hasil pemetaan tersebut terintegrasi melalui platform IoT (*Internet of Thing*) untuk keperluan pemantauan jarak jauh proses pengisian dan pembuangan air kolam ikan nila [3].

Pada penelitian ini melakukan pengembangan dari penelitian sebelumnya sebagai acuan , antara lain berfokus pada *Internet of Things* (IoT) dari beberapa sensor yang meliputi suhu lingkungan dan kelembaban ruangan, tingkat kebisingan, jumlah orang yang masuk dan keluar ruangan dan detektor gas beracun yang dilakukan oleh Athena Karumbaya dan Gowri Satheesh [4]. Selain itu, penelitian dengan judul “Sistem inferensi *Fuzzy* Mamdani untuk menentukan tingkat kualitas air pada kolam bioflok dalam budidaya ikan lele” merupakan penelitian yang menitik beratkan pada sistem bioflok di kolam lele dilakukan yang dilakukan oleh Herryawan Pujiharsono dan Danny Kurnianto [5]. Pada tahun 2020 dilakukan penelitian oleh Pulungan, Ali Basrah, dkk. Bertujuan untuk menghasilkan sebuah alat yang dapat memonitoring dan mengendalikan kondisi tingkat pH dan kekeruhan air pada kolam ikan agar pertumbuhan ikan lebih maksimal menggunakan IoT (*Internet of Thing*) secara real time juga dikerjakan pada penelitian [6]. Selain itu, pada tahun berikutnya dilakukan penelitian oleh Juan Carlos Martin dan Concepcion Roman yang meneliti teknik *Fuzzy Hybrid* untuk preferensi pesanan dengan metode kesamaan solusi ideal untuk menganalisis cakupan ekolabel UE hipotetis untuk produk perikanan dan akuakultur (FAP) dengan judul penelitian “A *Hybrid Fuzzy* TOPSIS Method to Analyze the Coverage of a Hypothetical EU Ecolabel for Fishery and Aquaculture Products (FAPs)” [7].

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini akan difokuskan pada penerapan beberapa sensor yang digunakan untuk mengamati kondisi kolam ikan. Hasil pengamatan akan diolah dan dianalisa untuk dieksekusi bagi pengguna atau user Dalam hal ini, pengamatan akan dititik beratkan pada proses monitoring pH air kolam, kekeruhan, dan ketinggian air kolam secara otomatis dengan menerapkan algoritma *Fuzzy* dan teknologi *Internet of Things* (IoT).

## 2. Metode dan Material

Penentuan tingkat kualitas air kolam pada sistem *e-fishery* urban fish farming ini menggunakan algoritma *Fuzzy* Mamdani berdasarkan dari dua parameter masukan, yaitu pH dan *Turbidity* dengan memperhatikan rentang nilai yang sesuai dengan kehidupan ikan nila [6]. Pembahasan akan dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan sistem *e-fishery* dan penerapan algoritma *Fuzzy* pada sistem tersebut.



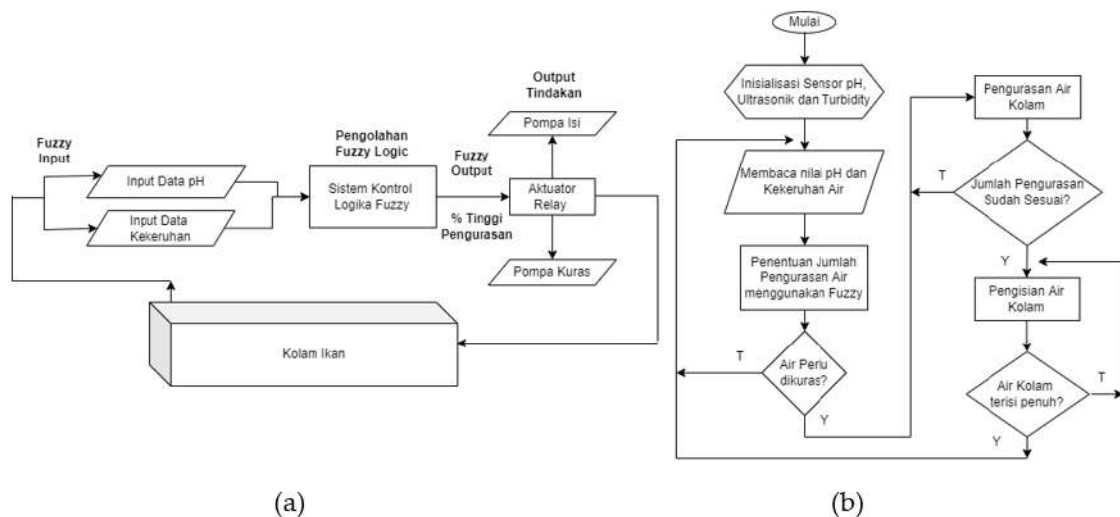
**Gambar 1** Perancangan sistem : (a) Desain Sistem *e-fishery*; (b) Skema Petelakkan Sensor dan Komponen Pendukung.



**Gambar 2** Implementasi sistem *e-fishery* pada kolam ikan nila.

Pada perancangan sistem *e-fishery* ini terdiri dari alat dan bahan meliputi laptop, mikrokontroller arduino uno, modul wifi esp8266, sensor pH, sensor *Turbidity*, sensor ultrasonic, relay, kolam ikan dan pompa air untuk melakukan proses pengurasan dan pengisian air kolam. Adapun desain system *e-fishery* dapat dilihat pada gambar 1 (a) dan skema penempatan masing-masing sensor dapat dilihat pada gambar 1 (b).

Setelah dilakukan perancangan sistem tersebut, selanjutnya dilakukan implementasi **lensing** pada kolam ikan nila seperti pada gambar 2. Berdasarkan blok diagram kendali pada gambar 3 (a) menjelaskan bahwa sistem kendali yang dibuat ini termasuk kedalam sistem kendali open loop *Fuzzy* dikarenakan pada blok tersebut berlangsung dalam sekali proses tanpa adanya feedback dari hasil kontrol logika *Fuzzy*. *Fuzzy* logic akan melakukan pengendalian kualitas air kolam berdasarkan dari data inputan sensor ph dan kekeruhan dari air kolam. Sistem kendali *Fuzzy* logic ini akan menghasilkan suatu keputusan apakah dilakukan pengurasan air atau tidak dan juga dengan volume air yang sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan sebelumnya dari input data sensor keanggotaan yang dimasukkan yaitu pH dan *Turbidity*. Sedangkan alur dari sistem kendali yang dikembangkan menggunakan *Fuzzy* mamdani dapat dilihat pada gambar 3 (b)



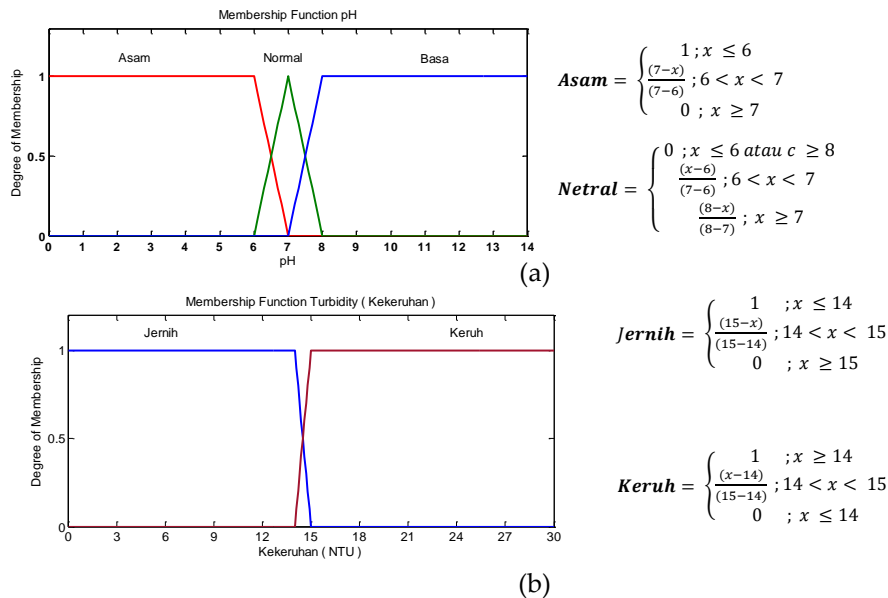
**Gambar 3** Perncangan algoritma *Fuzzy* pada sistem kendali : (a) Blok diagram kendali; (b) Flowchart kendali *e-fishery*

Berdasarkan dari sistem kendali tersebut algoritma *Fuzzy* kemudian dirancang dengan tiga bagian utama, yaitu (1) *fuzzification*, (2) inference system dan (3) *defuzzification*.

### 1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi digunakan untuk memetakan nilai *crisp* ke dalam himpunan *Fuzzy* melalui fungsi keanggotaan *Fuzzy* parameter masukan pH air (P) dibagi menjadi 3 (tiga) nilai linguistik, yaitu Asam, Netral, dan Basa dengan fungsi keanggotaan masing-masing ditunjukkan pada Gambar 4 (a). Nilai pH ideal untuk pertumbuhan ikan nila dalam kolam fiber adalah 6–8 sehingga pada nilai tersebut dikategorikan sebagai Netral [8], sedangkan 0–7 menjadi daerah

asam, dan 8–14 menjadi daerah basa. Sedangkan parameter masukan kekeruhan air (T) dibagi menjadi 2 (dua) nilai linguistik, yaitu Keruh dan Tidak Keruh dengan fungsi keanggotaan masing-masing ditunjukkan pada Gambar 4 (b). Nilai kekeruhan ideal dalam satuan NTU untuk pertumbuhan ikan nila dalam kolam fiber adalah 0-15 NTU sehingga pada nilai tersebut dikategorikan sebagai Jernih [9], sedangkan 14-30 NTU menjadi daerah Keruh.



**Gambar 4** Fungsi keanggotaan input *Fuzzyfikasi* : (a) Fungsi keanggotaan pH; (b) Fungsi keanggotaan kekeruhan.

## 2. Inference (Rule-Base)

Aturan *Fuzzy* digunakan untuk memetakan beberapa kemungkinan keluaran yang dihasilkan dari kombinasi parameter yang dimasukkan. Aturan *Fuzzy* yang digunakan pada perancangan FIS ini adalah sebanyak enam buah aturan seperti dinyatakan dalam Algoritma 1.

---

### Algoritma 1. Aturan FIS jumlah pengurasan air kolam

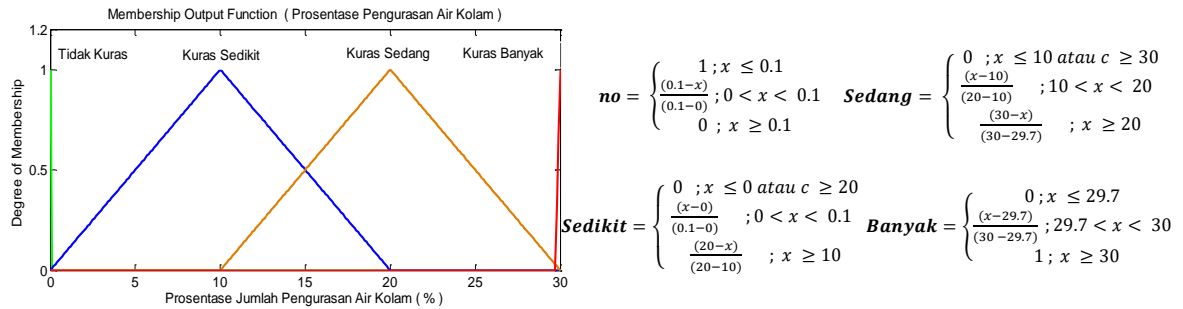
---

1. **If (Asam and Keruh) Then** Banyaknya air yang dikuras banyak.
  2. **If (Asam and Tidak Keruh) Then** Banyaknya air yang dikuras sedang
  3. **If (Normal and Keruh) Then** Banyaknya air yang dikuras sedikit.
  4. **If (Normal and Tidak Keruh) Then** Tidak terjadi pengurasan air.
  5. **If (Basa and Keruh) Then** Banyaknya air yang dikuras banyak.
  6. **If (Basa and Tidak Keruh) Then** Banyaknya air yang dikuras sedang
- 

Berdasarkan dari hasil pengolahan rulebase tersebut, apabila jumlah pengurasan banyak, maka air akan dikuras setinggi lebih kurang 21 cm dari ketinggian air kolam, hal ini maka bisa dikatakan tidak akan mempengaruhi kondisi ikan nila, karena range ketinggian air pada kolam ikan nila yang standar tersebut berada pada ketinggian 50 cm – 70 cm. Setelah melalui pengondisian melalui rulebase tersebut, maka selanjutnya proses akan dilanjutkan pada bagian de*Fuzzyfikasi* untuk melihat hasil output dari algoritma *Fuzzy* tersebut.

## 3. De-Fuzzyfikasi

Pada bagian ini, hasil pengolahan dari algoritma *Fuzzy* akan dibaca oleh microcontroller yang nantinya digunakan sebagai acuan proses pengurasan maupun pengisian air kolam ikan sesuai dengan kondisi yang terjadi. Adapun fungsi keanggotaan output dapat dilihat pada gambar 5. Berdasarkan dari hasil de*Fuzzyfikasi* nantinya akan diperoleh nilai output berupa besarnya volume pengurasan air kolam.



Gambar 5 Fungsi keanggotaan output pengurasan.

### 3. Hasil dan Analisis

Penelitian ini melakukan pengujian untuk mengetahui kemampuan sistem *e-fishery* yang dibuat dapat mengendalikan kualitas air berdasarkan nilai pH dan tingkat kekeruhannya pada kolam ikan nila. Pembahasan dibagi menjadi 3 bagian, yaitu pengujian kalibrasi pada masing-masing sensor pada kolam ikan nila secara langsung, pengujian sistem *e-fishery* terhadap perubahan kondisi pH dan kekeruhan, dan pengujian kesesuaian tinggi pengurasan air pada *e-fishery* dengan hasil simulasi Fuzzy menggunakan matlab.

#### 3.1. Kalibrasi Sensor pH untuk Validasi pada Kolam Ikan Nila.

Untuk mengetahui keseragaman nilai data pH pada tiga titik pengujian kolam ikan nila, dapat dilihat pada masing-masing data pengujian di ketiga titik tersebut. Pada tabel 1 data hasil pengujian sensor pH di titik uji 1, tabel 2 menunjukkan data hasil pengujian sensor pH di titik uji 2, dan tabel 3 menunjukkan data hasil pengujian sensor pH di titik uji 3.

Tabel 1. Hasil pengujian pH sensor pada kolam ikan di point pengujian 1.

Waktu	Nilai Sensor pH	Nilai pH Kertas Lakmus	% Error (%)	
14:09:34	7.70	8	3.7	
14:09:35	7.79		2.6	
14:09:36	7.82		2.2	
14:09:37	7.88		1.5	
14:09:38	7.91		1.1	
14:09:39	7.99		0.1	
14:09:40	7.99		0.1	
14:09:41	8.02		0.2	
14:09:42	8.02		0.2	
14:09:43	8.02		0.2	
Rata-Rata Error			1.1 %	

Berdasarkan tabel 1 diatas, sensor pH yang digunakan mampu membaca nilai pH stabil pada detik kelima. Pada setiap pengujian terlihat bahwa hasil pembacaan nilai pH dari sensor dapat dikatakan bagus, karena selisih nilai sensor dengan pembacaan data pembanding yakni kertas lakmus hanya berkisar 0.02 - 0.3 derajat keasaman dan memiliki rata-rata error sebesar 1.1 %. Adapun grafik perbandingan data sensor dengan alat uji pada pengujian 1 dapat dilihat pada gambar 6 (a)

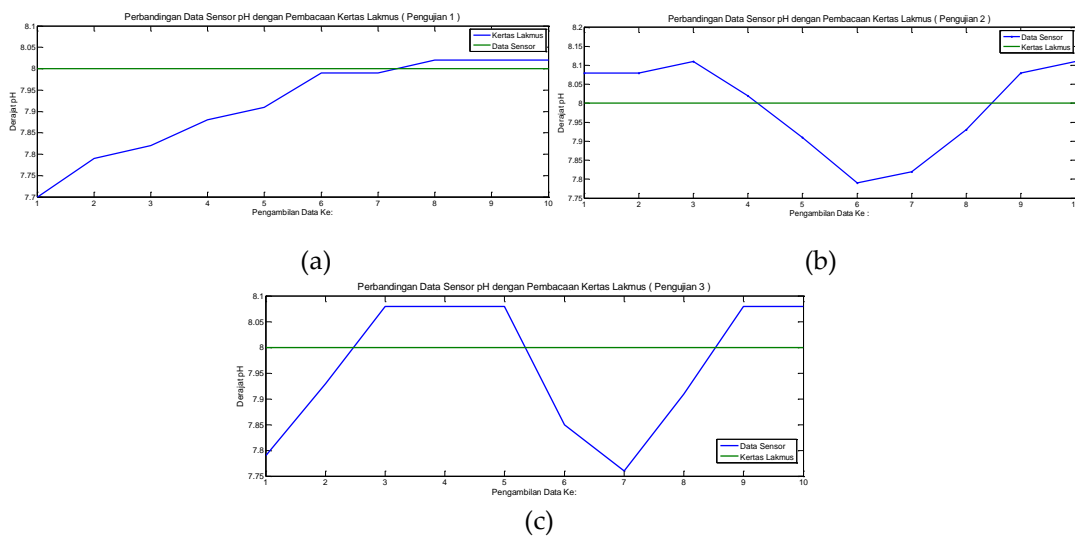
**Tabel 2.** Hasil pengujian pH sensor pada kolam ikan di point pengujian 2.

Waktu	Nilai Sensor pH	Nilai pH Kertas Lakmus	% Error (%)
14:12:29	8.08	8	1
14:12:30	8.08		1
14:12:31	8.11		1.3
14:12:32	8.02		0.2
14:12:33	7.91		1.1
14:12:34	7.79		2.6
14:12:35	7.82		2.2
14:12:36	7.93		0.8
14:12:37	8.08		1
14:12:38	8.11		1.3
Rata-Rata Error			1.25 %

Berdasarkan tabel 2 diatas data diambil setiap 1 detik sekali dalam rentang waktu 5 menit. Hal ini terlihat bahwa hasil pembacaan nilai pH dari sensor pada set point kedua dapat dikatakan bagus, karena selisih nilai sensor dengan pembacaan data pembanding yakni kertas lakmus hanya berkisar 0.02 - 0.21 derajat keasaman dan memiliki rata-rata error sebesar 1.25 %. Adapun grafik perbandingan data sensor dengan alat uji pada pengujian 1 dapat dilihat pada gambar 6 (b)

**Tabel 3.** Hasil pengujian pH sensor pada kolam ikan di point pengujian 3.

Waktu	Nilai Sensor pH	Nilai pH Kertas Lakmus	% Error (%)
14:17:33	7.79	8	2.6
14:17:34	7.93		0.8
14:17:35	8.08		1
14:17:36	8.08		1
14:17:37	8.08		1
14:17:38	7.85		1.8
14:17:39	7.76		3
14:17:40	7.91		1.1
14:17:41	8.08		1
14:17:42	8.08		1
Rata-Rata Error			1.43 %



**Gambar 6** Grafik pengujian Sensor pH pada masing-masing set point pengujian : (a) Set point uji 1; (b) Set point uji 2; (c) Set point uji 3

Berdasarkan tabel 3 diatas data diambil setiap 1 detik sekali dalam rentang waktu 5 menit. Hal ini terlihat bahwa hasil pembacaan nilai pH dari sensor pada set point kedua dapat dikatakan bagus pula, karena selisih nilai sensor dengan pembacaan data pembanding yakni kertas lakmus hanya

berkisar 0.08 - 0.24 derajat keasaman dan memiliki rata-rata error sebesar 1.43 %. Adapun grafik perbandingan data sensor dengan alat uji pada pengujian 1 dapat dilihat pada gambar 6 (c).

Berdasarkan dari pengambilan dan pembacaan data sensor pada masing-masing titik tersebut, maka akan dicari standar deviasi pada sensor pH. Besarnya standar deviasi pada pengujian sensor pH di ketiga titik pengujian tersebut adalah sebesar  $\sigma = 0.076$ . Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran pH dapat hanya dilakukan pada satu titik karena deviasi nilai parameter kualitas air yang kecil.

### 3.2 Kalibrasi Sensor Turbidity untuk Validasi pada Kolam Ikan Nila.

Untuk mengetahui keseragaman nilai data kekeruhan pada tiga titik pengujian kolam ikan nila, dapat dilihat pada masing-masing data pengujian di ketiga titik tersebut. Pada tabel 4 data hasil pengujian sensor *Turbidity* di titik uji 1, tabel 5 menunjukkan data hasil pengujian sensor *Turbidity* di titik uji 2, dan tabel 6 menunjukkan data hasil pengujian sensor *Turbidity* di titik uji 3.

**Tabel 4.** Hasil pengujian sensor *Turbidity* pada kolam ikan di point pengujian 1.

Waktu	Tegangan (Volt)	Nilai Sensor (NTU)	<i>Turbidity</i> Meter (NTU)	% Error
15:30:10	3.60	17.98	18.1	0.6%
15:30:12	3.60	17.98		0.6 %
15:30:14	3.50	20.19		11.5 %
15:30:16	3.60	17.98		0.6 %
15:30:18	3.60	17.98		0.6 %
15:30:20	3.60	17.98		0.6 %
15:30:22	3.60	17.98		0.6 %
15:30:24	3.60	17.98		0.6 %
15:30:26	3.60	17.98		0.6 %
15:30:28	3.60	17.98		0.6 %
Rata-Rata Error				1.69 %

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa hasil pembacaan dari sensor berupa nilai tegangan yang kemudian dikonversi menjadi NTU cenderung stabil dengan nilai rata – rata error jika dibandingkan antara nilai sensor dengan *Turbidity* meter adalah 1.69 %. Adapun grafik perbandingan nilai tersebut dapat dilihat pada gambar 7(a).

**Tabel 5.** Hasil pengujian sensor *Turbidity* pada kolam ikan di point pengujian 2.

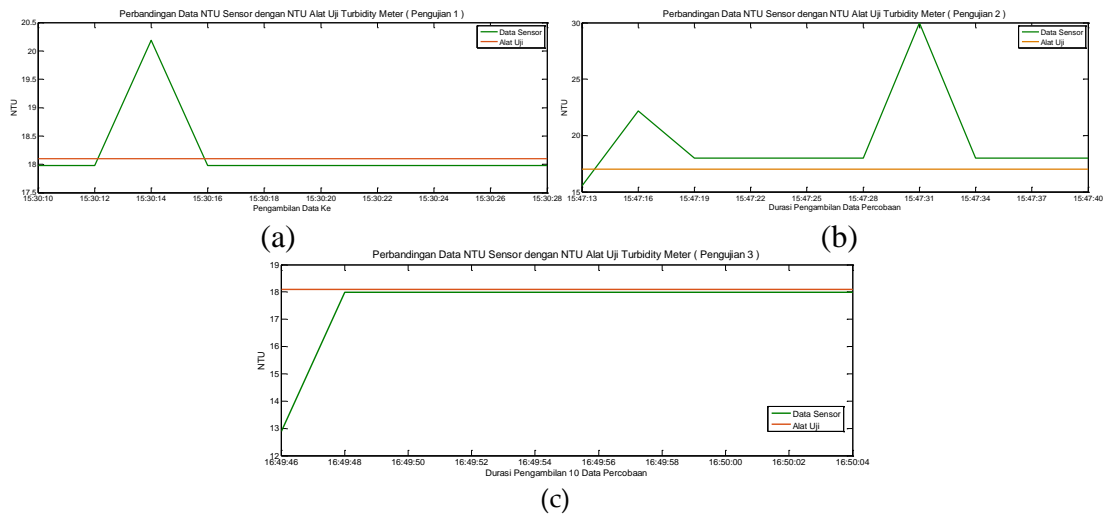
Waktu	Tegangan (Volt)	Nilai Sensor (NTU)	<i>Turbidity</i> Meter (NTU)	% Error
15:47:13	3.70	15.54	17	8.5 %
15:47:16	3.40	22.18		30 %
15:47:19	3.60	17.98		5.7 %
15:47:22	3.60	17.98		5.7 %
15:47:25	3.60	17.98		5.7 %
15:47:28	3.60	17.98		5.7 %
15:47:31	2.20	30.00		76 %
15:47:34	3.60	17.98		5.7 %
15:47:37	3.60	17.98		5.7 %
15:47:40	3.60	17.98		5.7 %
Rata-Rata Error				15.44 %

Pada tabel 5 dapat dilihat bahwa hasil pembacaan dari sensor kurang stabil dengan nilai rata – rata error jika dibandingkan antara nilai sensor dengan *Turbidity* meter adalah 15.44 %. Hal ini disebabkan karena sistem pembacaan sensor menggunakan metoda pancaran cahaya secara lurus dimana sudut antara pemancar dengan penerima adalah  $0^\circ$ , sehingga tingkat sensitivitasnya secara tidak langsung berkurang adapun jumlah partikel yang dilewati cahaya ukurannya sangat kecil. Dalam standar ISO 7027, salah satu faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran kekeruhan adalah sudut hamburan cahaya dari pemancar ke penerima dengan tingkat sensitivitasnya terletak pada sudut  $90^\circ$  diharapkan lebih baik. Adapun grafik perbandingan nilai tersebut dapat dilihat pada gambar 7(b).

**Tabel 6.** Hasil pengujian sensor *Turbidity* pada kolam ikan di point pengujian 3.

Waktu	Tegangan (Volt)	Nilai Sensor (NTU)	<i>Turbidity</i> Meter (NTU)	% Error
16:49:46	3.80	12.88	18.1	28.8 %
16:49:48	3.60	17.98		0.6 %
16:49:50	3.60	17.98		0.6 %
16:49:52	3.60	17.98		0.6 %
16:49:53	3.60	17.98		0.6 %
16:49:54	3.60	17.98		0.6 %
16:49:56	3.60	17.98		0.6 %
16:49:58	3.60	17.98		0.6 %
16:50:00	3.60	17.98		0.6 %
16:49:52	3.60	17.98		0.6 %
Rata-Rata Error				3.24 %

Pada tabel 6 dapat dilihat bahwa hasil pembacaan dari sensor berupa nilai tegangan yang kemudian dikonversi menjadi NTU cenderung stabil dengan nilai rata – rata error jika dibandingkan antara nilai sensor dengan *Turbidity* meter adalah 3.24 %. Adapun grafik perbandingan nilai tersebut dapat dilihat pada gambar 7(c).



**Gambar 7** Grafik pengujian sensor *Turbidity* pada masing-masing set point pengujian : (a) Set point uji 1; (b) Set point uji 2; (c) Set point uji 3.

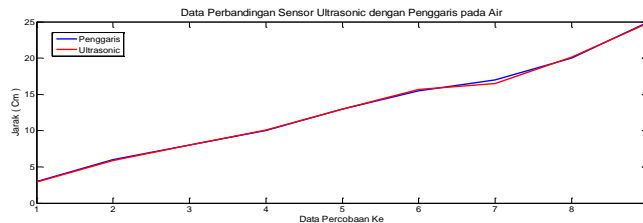
Besarnya standar deviasi pada pengujian sensor *Turbidity* di ketiga titik pengujian tersebut adalah sebesar  $\sigma = 6.9$ . Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran *Turbidity* deviasinya besar. jadi baiknya ada beberapa sensor *Turbidity*.

### 3.3. Kalibrasi Sensor *Turbidity* untuk Validasi pada Kolam Ikan Nila.

**Tabel 7.** Perbandingan Nilai Jarak Pada Benda Antara Sensor dan Penggaris didalam kolam berisi air.

Penggaris (cm)	Ultrasonik (cm)	Nilai Selisih (cm)	% Error
3	2.95	0.05	1.6
6	5.90	0.10	1.6
8	8.03	0.03	0.37
10	10.10	0.10	1
13	12.95	0.05	1.6
15.5	15.65	0.10	0.3
17	16.50	0.50	2.9
20	20.15	0.15	0.75
25	24.85	0.15	0.60
3	2.95	0.05	1.6
Rata-Rata Error			1.19 %

Berdasarkan tabel 7, data diperoleh setiap 2 detik sekali selama 2 menit pengambilan data. Hal ini terlihat bahwa hasil pembacaan nilai jarak dari sensor dapat dikatakan baik karena selisih pembacaan sensor ultrasonik dengan pembacaan penggaris hanya berkisar 0.03 cm - 0.5 cm. Adapun nilai error yang didapatkan berkisar 0.3-1.6% dengan nilai rata-rata error adalah 1.19 %. Adapun grafik perbandingan nilai jarak antara sensor dan penggaris pada air kolam dapat dilihat pada gambar 8.



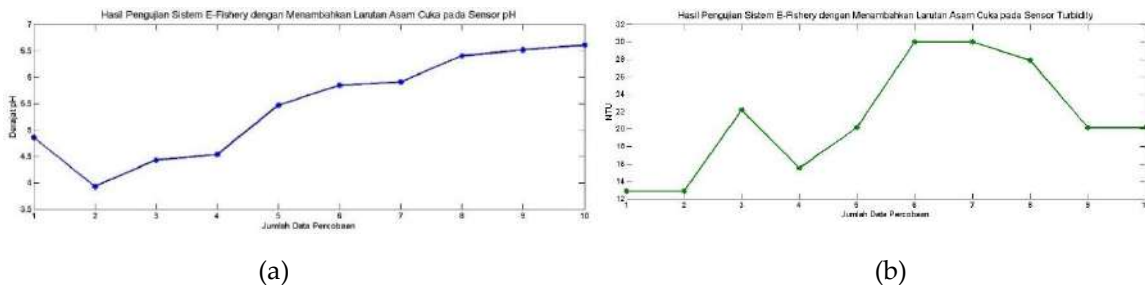
**Gambar 8** Grafik pengujian ultrasonic pada benda kolam nila.

3.4. Hasil Pengujian Sistem E-fishery Terhadap Perubahan Kondisi pH dan Kekeruhan pada Kolam Ikan

Pada pengujian kali ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem *e-fishery* yang telah dibuat ini mampu merespon terhadap kondisi lingkungan air kolam. Adapun parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat responsivitas sistem *e-fishery* yakni dengan cara menambahkan larutan cuka dengan pH yang terbaca pada kertas lakmus sebesar 4 satuan pH dan menambahkan tingkat kekeruhan air kolam dengan cara menambahkan endapan air kolam yang kotor ditambah dengan larutan bubuk kopi sehingga diharapkan sistem dapat menstabilkan kondisi pH dan Kekeruhan pada air kolam tersebut.

**Tabel 8.** Hasil pengujian sistem *e-fishery* dengan menambahkan larutan asam cuka pH = 4.

pH	Turbidity (NTU)	Output Matlab (%)	Output Arduino (%)	Fuzzy Mamdani	%Error
4.86	12.88	20	20.00	Kuras Sedang	0
3.93	12.88	20	20.00	Kuras Sedang	0
4.43	12.88	20	20.00	Kuras Sedang	0
4.54	15.54	30	29.90	Kuras Sedang	0.3
5.47	20.19	30	29.90	Kuras Sedang	0.3
5.85	30.00	30	29.90	Kuras Sedang	0.3
5.91	30.00	30	29.90	Kuras Sedang	0.3
6.41	27.89	10.5	10.38	Kuras Sedang	1.14
6.52	20.19	10.4	10.28	Kuras Sedang	1.15
6.61	20.19	10.3	10.22	Kuras Sedang	0.77
Rata-Rata Error					0.45 %



**Gambar 9** Pengujian Sistem *E-fishery* dengan Menambahkan Larutan Asam Cuka : (a) Sensor pH; (b) Sensor Turbidity

Berdasarkan data hasil hasil pengujian responsivitas *e-fishery* dengan menambahkan larutan asam cuka pada tabel 8 tersebut dapat dilihat bahwa sistem *e-fishery* mampu menstabilkan nilai pH pada range 6-8 derajat pH. Hal ini dapat dilihat pada perubahan nilai pH dari 4.86 (setelah diberikan cuka) terus naik sampai nilai 6.61 dan diam pada range tersebut. Untuk mencapai titik stabil pada

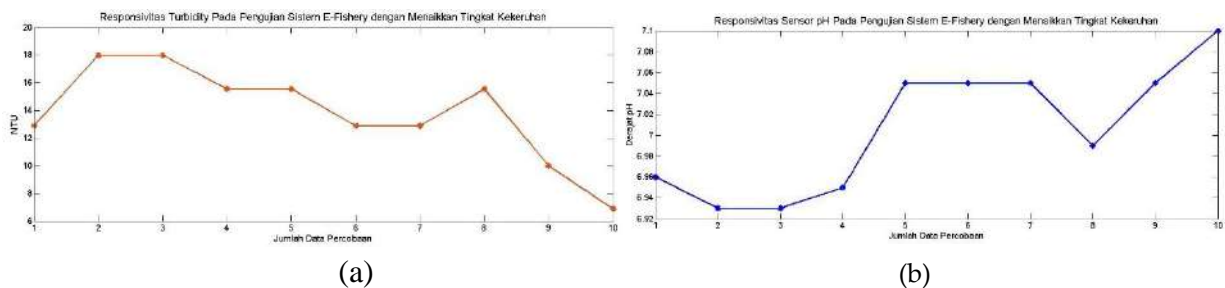
range tersebut, sistem mengalami proses pengurasan dan pengisian selama tujuh kali proses. Perubahan nilai pH maupun *Turbidity* tersebut juga dipengaruhi adanya pergerakan ikan dan riak air pada kolam uji. Adapun grafik perubahan pH dan *Turbidity* dapat dilihat pada gambar 9.

Berdasarkan dari pengambilan dan pembacaan data sensor tersebut diperoleh nilai standar deviasi nya sebesar :  $\sigma = 0.73$ . Hal ini menunjukkan bahwa algoritma *Fuzzy* pada Arduino berfungsi dengan baik untuk mengendalikan kondisi pH dan *Turbidity* agar berada pada range yang diinginkan.

**Tabel 9.** Hasil pengujian sistem *e-fishery* dengan menaikkan tingkat kekeruhan.

pH	<i>Turbidity</i> (NTU)	Output Matlab (%)	Output Arduino (%)	<i>Fuzzy Mamdani</i>	%Error (%)
6.96	12.88	14.6	18.83	Kuras Sedang	28
6.93	17.98	10	10.04	Kuras Sedikit	0.4
6.93	17.98	10	10.04	Kuras Sedikit	0.4
6.95	15.54	10	10.02	Kuras Sedang	0.2
7.05	15.54	10	10.03	Kuras Sedikit	0.3
7.05	12.88	15.5	18.95	Kuras Sedang	22
7.05	12.88	15.5	18.95	Kuras Sedang	22
6.99	15.54	10	10.01	Kuras Sedikit	0.1
7.05	10.00	15.5	18.95	Kuras Sedang	22
7.10	6.89	17.5	19.51	Kuras Sedang	11
Rata-Rata Error					10.16 %

Pada tabel 9 tersebut dapat dilihat bahwa sistem *e-fishery* akan menstabilkan nilai *Turbidity* pada range 0-15 NTU. Dapat dilihat nilai NTU dari kondisi awal 12.88 kemudian terjadi pengurasan sehingga ikan didalam kolam mulai aktif dan kotoran yang berada di bawah akan naik sehingga NTU yang terbaca setelah pengurasan awal meningkat sebesar 17.98 NTU, nilai NTU terus naik sampai turun mencapai nilai 6.89. Untuk mencapai titik stabil pada range tersebut, sistem mengalami proses pengurasan dan pengisian selama enam kali (6x) proses. Perubahan nilai pH maupun *Turbidity* tersebut juga dipengaruhi adanya pergerakan ikan dan riak air pada kolam uji dan cuaca pada saat pengujian berlangsung. Adapun grafik perubahan pH dan *Turbidity* dapat dilihat pada gambar 10.



**Gambar 10** Pengujian Sistem *E-fishery* dengan Menambahkan Larutan Asam Cuka : (a) Sensor *Turbidity*; (b) Sensor pH

Berdasarkan dari pengambilan dan pembacaan data sensor tersebut, maka akan dicari standar deviasi dari pembacaan data. Sehingga diperoleh nilai standar deviasi nya sebesar  $\sigma = 19.4$ . Hal ini menunjukkan bahwa algoritma *Fuzzy* pada Arduino berfungsi dengan baik untuk mengendalikan kondisi pH dan *Turbidity* agar berada pada range yang diinginkan meskipun terdapat %error yang relative tinggi pada *Turbidity*.

### 3.5 Hasil Pengujian Kesesuaian Tinggi Air Pengurasan *E-fishery* dengan Hasil Simulasi *Fuzzy* Pada Matlab.

Pada pengujian kali ini yaitu melakukan perbandingan antara hasil pengolahan *Fuzzy* pada system *e-fishery* dengan inputan membership dari dua buah sensor yakni pH dan *Turbidity* terhadap hasil perhitungan berdasarkan simulasi menggunakan matlab. Setelah diperoleh hasil perbandingannya maka dapat ditentukan prosentasi error untuk nilai output pada setiap pengujian.

Pengujian kali ini dilakukan pada tiga titik uji yang berbeda pada kolam ikan seperti pada gambar 3.1(b). Adapun data hasil pengujian nya adalah sebagai berikut :

### Pengujian Set Point 1

**Tabel 10.** Data Hasil pengujian tinggi air pengurasan *e-fishery* dengan hasil simulasi *Fuzzy* pada matlab (titik pengujian 1).

pH	Turbidity (NTU)	Output Matlab (%)	Output Arduino (%)	Fuzzy Mamdani	%Error (%)
7.25	22.18	10.2	10.08	Kuras Sedang	1.1 %
7.60	23.95	10.5	10.27	Kuras Sedang	2.1 %
7.22	20.19	10.1	10.06	Kuras Sedang	0.3 %
5.88	17.98	30	29.90	Kuras Banyak	0.3 %
6.99	17.98	10	10.06	Kuras Sedang	0.6 %
Rata-Rata Error					0.88%

Berdasarkan pada tabel 10 tersebut, dapat diketahui bahwa pada kondisi awal, nilai pH dan kekeruhan masih berada diluar nilai membership nya, akan tetapi setelah terjadi proses kuras dan isi air kolam sesuai dengan jumlah prosentase pengurasannya maka nilai pH dan Kekeruhan nya akan berada pada range membership yang diinginkan untuk pH pada range 6-8 dan kekeruhan pada range 0-15 NTU. Selain itu, prosentase jumlah pengurasan antara arduino dengan simulasi matlab dengan kondisi input yang sama memiliki %error yang kecil dengan rata-rata error sebesar 0.88%. Adapun grafik perbandingan output arduino dengan matlab pada pengujian 1 dapat dilihat pada gambar 3.11 (a).

### Pengujian Set Point 2

**Tabel 11.** Data Hasil pengujian tinggi air pengurasan *e-fishery* dengan hasil simulasi *Fuzzy* pada matlab (titik pengujian 2).

pH	Turbidity (NTU)	Output Matlab (%)	Output Arduino (%)	Fuzzy Mamdani	%Error (%)
7.96	3.56	20	19.99	Kuras Sedang	0.05
6.46	12.88	19.7	19.91	Kuras Sedang	1.06
Rata-Rata Error					0.55 %

Pada pengujian di titik uji 2, memiliki karakteristik yang sama yakni nilai pH dan kekeruhan akan dibuat berada pada range yang diinginkan seperti pada pengujian 1 sebelumnya. Hal ini yang menjadi konsentrasi penelitian pada perbandingan nilai output antara arduino dengan matlab yang menunjukkan kesesuaian dengan rata-rata error sebesar 0.55%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kendali *Fuzzy* yang telah diterapkan pada arduino sudah sesuai dengan apa yang diinginkan terbukti dari hasil simulasi matlab tersebut dengan kondisi nilai input yang sama dari pH dan kekeruhan tersebut. Adapun grafik perbandingan antara matlab dengan arduino dapat dilihat pada gambar 3.11 (b).

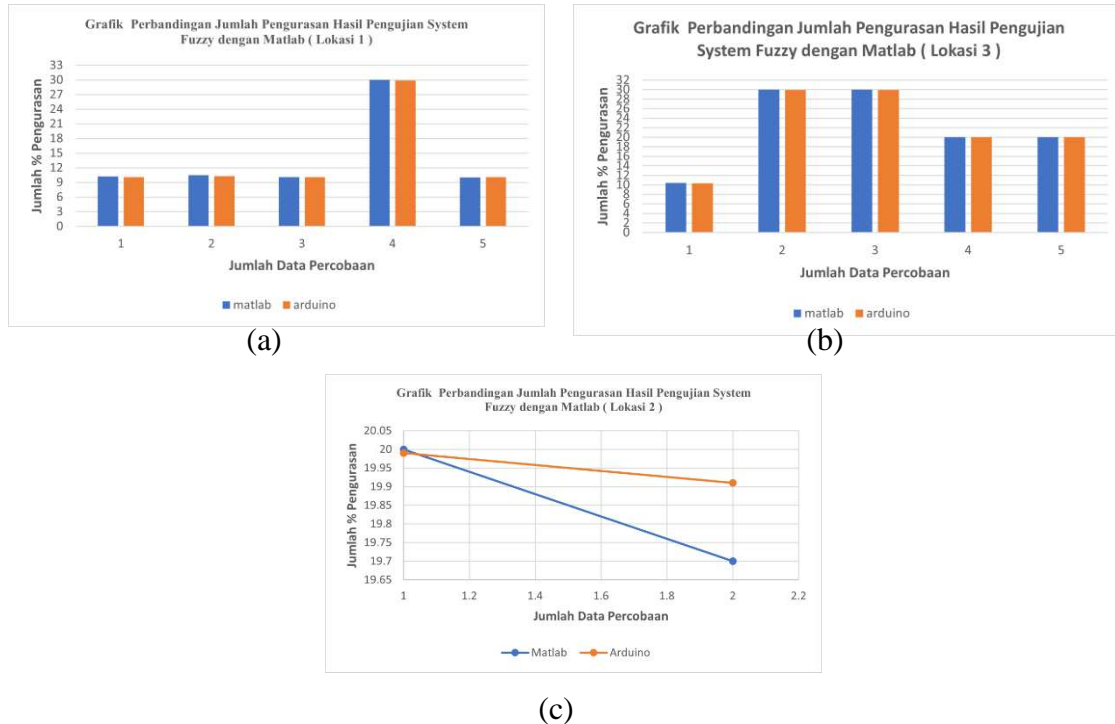
### Pengujian Set Point 3

**Tabel 11.** Data Hasil pengujian tinggi air pengurasan *e-fishery* dengan hasil simulasi *Fuzzy* pada matlab (titik pengujian 3).

pH	Turbidity (NTU)	Output Matlab (%)	Output Arduino (%)	Fuzzy Mamdani	%Error (%)
7.53	25.49	10.4	10.32	Kuras Sedang	0.76
8.22	15.54	30	29.90	Kuras Banyak	0.3
8.22	23.95	30	29.90	Kuras Banyak	0.3
8.22	10.00	20	20	Kuras Sedang	0
8.08	6.89	20	20	Kuras Sedang	0
Rata-Rata Error					0.28%

Pada pengujian di titik uji 3, memiliki karakteristik yang sama pula yakni sistem *e-fishery* mampu mengendalikan nilai pH dan kekeruhan berada pada range yang diinginkan. Selain itu,

prosentase jumlah pengurusan juga sesuai antara arduino dengan matlab untuk dilakukan perbandingan terhadap data rill dan simulasi yang memiliki nilai rata-rata error sebesar 0.28% . Hal ini menunjukkan bahwa rulebase yang telah dimasukkan kedalam sistem *e-fishery* sudah bekerja dengan baik dan mampu melakukan kinerja sistem yang diinginkan. Adapun grafik perbandingan antara matlab dengan arduino dapat dilihat pada gambar 3.11 (c).



**Gambar 3.11** Grafik perbandingan hasil pengujian system *Fuzzy* dengan matlab : (a) Titik uji 1; (b) Titik uji 2; (c) Titik Uji 3.

Berdasarkan dari pengambilan dan pembacaan data sensor pada masing-masing titik pengujian sistem *e-fishery* tersebut, maka akan dicari standar deviasi perbandingan jumlah pengurusan air kolam antara sistem Arduino dengan simulasi matlab. Adapun standar deviasi nya dari ketiga titik pengujian tersebut adalah sebesar 0.24. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma *Fuzzy* pada Arduino sudah tervalidasi dan berfungsi dengan baik.

## 5. Kesimpulan

Tingkat kualitas air kolam ikan nila dapat diperoleh dari parameter pH dan kekeruhan dan dapat dilakukan pengendalian dengan menggunakan algoritma *Fuzzy* mamdani. Berdasarkan dari hasil pengujian pada sistem *e-fishery* menunjukkan sensor yang digunakan memiliki error pembacaan relatif kecil yaitu 1.26 % ( $\sigma = 0.076$ ) pada sensor pH dan 6.79% ( $\sigma = 6.9$ ) pada sensor *Turbidity*. Sistem *e-fishery* urban fish farming yang dikembangkan mampu menguras air sesuai dengan prediksi pada simulasi matlab dengan error 0.57 % ( $\sigma = 0.24$ ). Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai pH dan kekeruhan air kolam dapat dikendalikan sehingga kualitas air tetap berada pada range membership function netral yaitu pH diantara 6 sampai 8 dan *Turbidity* berada pada nilai 0 sampai 15 NTU.

## Referensi

1. "Program Urban Farming Perikanan Sebagai Upaya Ketahanan Pangan Masyarakat di Era Covid-19?" <https://fpk.unair.ac.id/webinar-4-fpk-unair-program-urban-farming-perikanan-sebagai-upaya-ketahanan-pangan-masyarakat-di-era-covid-19/> [Diakses pada 10 Juni 2021].
2. Yasuhiko Dote. Introduction To *Fuzzy Logic*. *Proceedings of IECON '95 - 21st Annual Conference on IEEE Industrial Electronics*. 1995.

3. Hari Maghfiroh.dkk. Prototipe Automatic Feeder dengan Monitoring IoT untuk Perikanan Bioflok Lele. ELECTRICIAN – *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. 2021.
4. Athena Karumbaya, dkk. IoT Empowered Real Time Environment Monitoring System. *International Journal of Computer Applications*. November 2015. 129(5); pp:30-32.
5. Herryawan Pujiharsono, Danny Kurnianto. Sistem inferensi Fuzzy Mamdani Untuk Menentukan Tingkat Kualitas Air Pada Kolam Bioflok dalam Budidaya Ikan Lele. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 2020. Vol.8, no.2, pp:84-88.
6. Pulungan, Ali Basrah, dkk. "Sistem Kendali Kekерuhan Dan pH Air Kolam Budidaya Ikan Nila". *ELKHA*, 2020. Vol. 12, No.2. pp:99-104.
7. Javier Cantillo, dkk. "A Hybrid Fuzzy TOPSIS Method to Analyze the Coverage of a Hypothetical EU Ecolabel for Fishery and Aquaculture Products (FAPs)". *MDPI Applied Sciences*. 2021.
8. Meidiana Salsabila dan Hari Suprpto, "Teknik Pembesaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Di Instalasi Budidaya Air Tawar Pandaan, Jawa Timur ". *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 2018, Vol. 7 No.3.
9. Daulay, N K. dkk. "Desain Sistem Pengurasan Dan Pengisian Air Kolam Pembenihan Ikan Secara Otomatis Menggunakan Arduino Dengan Sensor Kekерuhan Air". *Jurnal Khatulistiwa Informatika* , 2018, Vol. VI(1).



© 2021 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



# Alat Pemanggil Ikan Air Tawar Berbasis IoT

Bryan Bihza Marsono<sup>1</sup>, Muhsin<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknologi Elektro dan Industri Cerdas, Institut Teknologi Telkom Surabaya, Indonesia; [bihzabryan@gmail.com](mailto:bihzabryan@gmail.com)

<sup>2</sup> Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknologi Elektro dan Industri Cerdas, Institut Teknologi Telkom Surabaya, Indonesia; [muhsin@ittelkom-sby.ac.id](mailto:muhsin@ittelkom-sby.ac.id)

**Abstrak:** Wisata perikanan merupakan salah satu sektor pariwisata di Indonesia, sayangnya pariwisata ini memiliki beberapa kelemahan diantara lain hanya memiliki beberapa titik hotspot atau tempat berkumpul ikan yang sedikit dari area perairan yang luas akibatnya pemancing akan hanya berkumpul disatu titik tertentu sehingga pemancing akan malas untuk datang lagi, tujuan dari project ini itu yaitu menghasilkan alat pemanggil ikan air tawar berbasis IoT dengan gelombang bunyiti berbasis IoT yang dapat berguna bagi masyarakat pada umumnya dan bagi pengelola wisata perikanan pada khususnya, target yang harus dicapai dari perangkat ini yang pertama adalah berhasil membuat ikan berkumpul atau mendekat disekitar perangkat yang sudah ditanam diberbagai titik sehingga penyebaran ikan tidak hanya terfokus pada satu titik saja, dan yang kedua adalah dapat mengimplementasikan sistem IoT pada perangkat ini karena sebuah tantangan sendiri untuk membuat perangkat Iot untuk penggunaan bawah air. Ujicoba dari perangkat ini akan dilakukan pada ikan air tawar (*Oreochromis niloticus*) dengan dua mencoba 2 pendekatan yang berbeda yakni frekuensi dan pitch dengan range yang dipercaya akan dapat memanggil ikan, kemudian akan dicatat bagaimana respon ikan terhadap masing masing pendekatan tersebut dan didapatkanlah pendekatan mana yang lebih efisien. Kemudian pengujian akan dilanjutkan diwaduk menggunakan data pendekatan efisien yang didapatkan dari percobaan sebelumnya untuk mendapatkan analisis hasil terhadap kondisi lapangan atau kondisi nyata, serta analisa sistem. Hasil yang didapatkan adalah ikan lebih tertarik pada perangkat saat menggunakan pitch 1000 yang mana tervalidasi adalah 980hz dan alat ini terbukti ramah terhadap penggunaan konsep “opensource”.

**Kata Kunci:** Frekuensi, Hotspot, Pitch, Wisata Perikanan

---

## 1. Pendahuluan

Pariwisata berfungsi memenuhi kebutuhan jasmani, rohani dan intelektual setiap wisatawan dengan rekreasi dan perjalanan serta meningkatkan pendapatan negara untuk mewujudkan kesejahteraan rakyat[1]. Dalam hal ini wisata perikanan air tawar adalah salah satu sektor pariwisata yang banyak diminati masyarakat Indonesia, pada tahun 2018 saja, [2] ada 648 Danau/Waduk/Situ/Bendungan dan jumlah tersebut hanya ada di provinsi Jawa Timur, banyak orang yang pergi ke wisata perikanan tersebut dengan tujuan untuk memancing entah untuk sekedar hobi ataupun mencari ikan untuk makan, selain itu wisata perikanan juga dapat menghasilkan atau meningkatkan ekonomi masyarakat sekitar lingkungan tempat wisata. Walaupun begitu ada beberapa masalah yang mengakibatkan potensi dari wisata perikanan belumlah tergali secara maksimal salah satunya adalah persebaran ikan yang belum merata di area wisata perikanan, yang mana mengakibatkan besar kemungkinan apabila orang tidak memancing tepat di area ikan berkumpul maka tidak mendapatkan ikan sama sekali. Apabila hal tersebut sering terjadi maka yang akan terjadi adalah pemancing dan nelayan sekitar tidak lagi mencari ikan di wisata perikanan

tersebut sehingga pihak pengelola dan masyarakat sekitar tempat wisata perikanan akan merasa dirugikan. Berakar dari fenomena permasalahan persebaran ikan yang tidak merata di wisata perairan sehingga dapat berpotensi merugikan banyak pihak maka munculah sebuah pemikiran untuk membantu pihak pengelola wisata dengan memanfaatkan teknologi di era digital ini untuk membuat hotspot buatan agar ikan dapat tersebar secara meluas dan teratur di area pariwisata dengan cara mengimplementasikan alat pemanggil ikan air tawar berbasis IoT. Alat ini akan berbasis IoT dan memancarkan gelombang audiosonik, nantinya alat ini akan membuat ikan tertarik pada gelombang audiosonik yang dipancarkan sehingga membuat persebaran ikan di daerah tersebut akan menjadi lebih luas lalu alat ditempatkan atau ditanam di beberapa titik sebagai hotspot buatan, rentan frekuensi yang digunakan pun akan dapat diatur secara nirkabel melalui aplikasi sehingga dapat memudahkan pada proses penggunaannya. Dampak yang akan diberikan alat pemanggil ikan air tawar berbasis IoT ini nantinya adalah membuat area persebaran ikan yang lebih luas dari persebaran sebelumnya sehingga akan banyak pemancing yang datang ke area tempat wisata, akibatnya pihak pengelola dan masyarakat sekitar lingkungan tempat wisata juga akan diuntungkan karena perangkat ini.

## 2. Metode Pembuatan Alat

### 2.1. Hotspot Ikan

Hotspot adalah tempat ikan berkumpul atau bersembunyi dalam suatu perairan dan merupakan target para pemancing [3] seperti pada gambar 1. Akan sangat tidak baik apabila di wisata perikanan hanya memiliki beberapa hotspot saja karena ikan akan cepat habis akibat tidak tersebar pada keseluruhan perairan dan ikan-ikan yang masih kecil akan rawan ikut terpancing juga, apabila itu terjadi maka akan merugikan bukan hanya pihak pengelola dan lingkungan sekitar tempat wisata perikanan namun juga para pemancing. Apabila tidak ada ikan maka tidak ada pemancing yang mengunjungi tempat wisata akibatnya pengelola akan merugikan dan dampaknya juga akan dirasakan lingkungan sekitar. Di era pandemi ini tak dipungkiri membuat pergerakan wisatawan menjadi terbatas. Akibatnya, kunjungan wisatawan di beberapa tempat wisata mengalami penurunan, seperti yang terjadi di Waduk Desa Bendo, Kecamatan Kapas [4].

### 2.2. Gelombang Bunyi

Definisi umum dari bunyi (sound) adalah sebuah gelombang longitudinal yang merambat dalam suatu medium (padat, cair, dan gas) [5]. Bunyi merupakan gelombang mekanis jenis longitudinal yang merambat dan sumbernya berupa benda yang bergetar. Bunyi bisa didengar sebab getaran benda sebagai sumber bunyi itu menggetarkan udara di sekitarnya dan melalui medium udara itu bunyi merambat sampai ke gendang telinga. Gambar 2 jenis frekuensi Sumber : <https://sd.prasacademy.com/> Berdasarkan frekuensinya, gelombang bunyi dibedakan menjadi 3 seperti pada gambar 2.2 yaitu infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik. Gelombang infrasonik adalah bunyi yang frekuensinya kurang dari 20 Hz. Seperti gelombang seismik. Gelombang audiosonik memiliki frekuensi diantara 20 Hz - 20.000 Hz misalnya suara televisi, radio, mobil, manusia, gerakan sayap lalat, dan suara garangpung. Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang frekuensinya > 20.000 Hz. [6]

### 2.3. Respon Ikan Terhadap Gelombang

Gelombang suara sebagai alat komunikasi ikan memiliki beberapa keunggulan, antara lain dapat merambat hingga jarak yang cukup jauh tanpa dipengaruhi oleh keadaan terumbu karang atau batu karang [7], serta tidak dipengaruhi oleh kecerahan perairan sehingga keadaan gelap, dan bahwa mayoritas spesies ikan diketahui mendeteksi suara dari bawah 50 Hz hingga 500 atau bahkan 1.500 Hz. [8] Sejumlah kecil spesies dapat mendeteksi suara hingga lebih dari 3.000 Hz, sementara sangat sedikit dapat mendeteksi suara hingga lebih dari 100 kHz, sehingga ikan dapat dikategorikan sebagai hewan yang menggunakan frekuensi audiosonik. Gelembung renang adalah merupakan organ penting untuk merespon suara yang dimiliki oleh ikan letaknya terhimpit oleh tulang rusuk kiri dan kanan dibagian tengah antara kepala dengan ekor. Tidak semua jenis ikan memiliki gelembung renang seperti halnya pada ikan pelagis. Keluar masuknya udara dikendalikan oleh gelembung renang ini. Gerakan dinding gelembung renang juga mempunyai peranan dalam merespon suara dari luar yang selanjutnya dialirkan ke organ khusus. Fungsi organ ini menyerupai tulang telinga (otolith) pada mamalia, tetapi pada manusia otolith tidak saling berhubungan seperti pada ikan. Jika melihat sepintas, organ ini masih merupakan bagian dari gelembung renang. Pada kenyataannya organ ini merupakan organ yang menghubungkan gelembung renang dengan organ yang memiliki sel rambut. Organ ini disebut organ penghubung, organ yang mempunyai fungsi sebagai organ pendengaran, yaitu lateral line dan struktur labirin [9]. Kedua organ ini mampu memberi respon suara dari luar melalui gerakan relative fluida disekitar tubuh ikan. Sebagai contoh ikan nila memanfaatkan gelombang bunyi untuk mendeteksi kondisi disekitarnya, termasuk untuk mendeteksi keberadaan makanan, gelombang bunyi yang dapat di tangkap oleh nila akan direspon dengan mengubah tingkah lakunya sesuai dengan apa yang ditangkap dan yang diterjemahkan serta perubahan tingkah laku [10]. Ada beberapa jenis ikan yang menjadikan suara sebagai alat komunikasi dari lingkungan sekitar dan dengan individu yang lain [11]. Fungsi suara erat kaitannya dengan organ pendengaran yang dapat merespon suara dari luar, baik yang mendekati sumber maupun yang menjauhi sumber. Ikan yang mendekati sumber suara dikategorikan acoustictaksis positive, sedangkan bagi ikan yang menjauhi sumber suara dikategorikan acoustictaksis 7 negative. Penelitian mengenai atraktor berbasis gelombang bunyi yang digunakan pada jaring insang dengan kisaran frekuensi 500- 1000 Hz dapat menarik perhatian ikan untuk mendekati alat [12]. Dari beberapa penelitian sebelumnya inilah yang mendasari pemilihan penggunaan gelombang audiosonik pada perangkat pemanggilan ikan ini.

### 2.4. Karakteristik Gelombang Bunyi

Bunyi termasuk salah satu dari jenis gelombang yang dapat dirasakan oleh indera pendengaran (telinga) [13]. Dalam pelajaran fisika, Pengertian bunyi ialah sesuatu yang dihasilkan dari benda yang bergetar. Benda yang menghasilkan bunyi disebut sebagai sumber bunyi. Sumber bunyi yang bergetar akan menggetarkan molekul-molekul ke udara yang ada disekitarnya. Dengan demikian, syarat terjadinya bunyi ialah dengan adanya benda yang bergetar. Perambatan bunyi memerlukan medium (pengantar). Kita dapat mendengar bunyi jika ada medium (pengantar) yang dapat merambatkan bunyi.

### 2.5. Internet Of Thing

*Internet of Things* adalah suatu konsep atau sebuah program yang mana sebuah objek atau benda memiliki kemampuan untuk mentransmisikan (memancarkan) atau mengirimkan data melalui jaringan dengan tanpa adanya bantuan perangkat komputer dan manusia. IoT saat ini mengalami sudah banyak perkembangan. Dapat dilihat mulai dari tingkat konvergensi teknologi nirkabel, microelectromechanical (MEMS), internet, dan QR (Quick Responses) Code. IoT juga sering dikenali dengan RFID (Radio Frequency Identification) atau sebagai metode komunikasi. Tak Hanyaitu, juga mencakup teknologi berbasis sensor, seperti teknologi nirkabel, QR Code yang sering kita jumpai. Kemampuan dari IoT sendiri tidak perlu diragukan lagi. Banyak sekali teknologi yang telah menerapkan sistem IoT.

### 2.6. Mikrokontroller

Mikrokontroller pada dasarnya, sebuah IC mikrokontroller terdiri dari satu atau lebih inti Prosesor (CPU), Memori (RAM dan ROM) serta perangkat INPUT dan OUTPUT yang dapat diprogram, secara teknis adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (Integrated Circuit) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu dan dapat digunakan untuk mengambil keputusan, melakukan hal-hal bersifat berulang. Dalam pemanfaatannya mikrokontroller digunakan dalam produk ataupun perangkat yang dikendalikan secara otomatis seperti sistem kontrol mesin mobil, mesin, peralatan listrik, pengendali jarak jauh, mesin, mainan dan perangkat-perangkat yang menggunakan sistem komputer lainnya. Belakangan ini penggunaan mikrokontroller ini semakin populer karena kemampuannya serta design perangkat minimalis, yang mana semakin kecil sebuah perangkat maka akan menghasilkan biaya yang lebih sedikit, akan tetapi efektivitas dan skalabilitas menjadi tinggi [14].

### 2.7. Blynk

BLYNK adalah aplikasi yang membantu memungkinkan untuk aplikasi OS Mobile (iOS dan Android) untuk dapat kendali module Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan module sejenisnya melalui jaringan nirkabel.

## 3. Material Alat Monitoring Ikan

### 3.1. Spesifikasi dan Sistem

Perangkat ini memiliki spesifikasi dan sistem sebagai berikut dijelaskan pada tabel 1.






**Tabel 1.** Spesifikasi dan Sistem

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Mikrokontroler	Arduino Uno, Node MCU
2	Frekuensi yang digunakan (Hz)	100 – 1000 Hz
3	Konsumsi tenaga/daya (watt)	<5 Watt
4	Tegangan sumber daya	9V
5	Radius kerja alat	<50M
6	Ukuran alat (cm)	<20 Cm
7	Berat alat dan hydrospeaker (transducer)	<1 Kg

### 3.2. Perakitan Alat

Pada tahap awal akan dilakukan penelitian untuk penentuan gelombang bunyi yang akan digunakan dalam alat pemanggil ikan air tawar berbasis IoT berbasis gelombang bunyi dengan melakukan studi pustaka, serta percobaan terhadap beberapa jenis ikan air tawar setelah mendapatkan data yang valid maka akan dilanjutkan ketahap berikutnya yaitu perancangan. Dalam perancangannya sendiri alat ini membutuhkan beberapa alat dan bahan, untuk komponen, spesifikasi dan jumlah komponen dapat dilihat pada tabel 2.

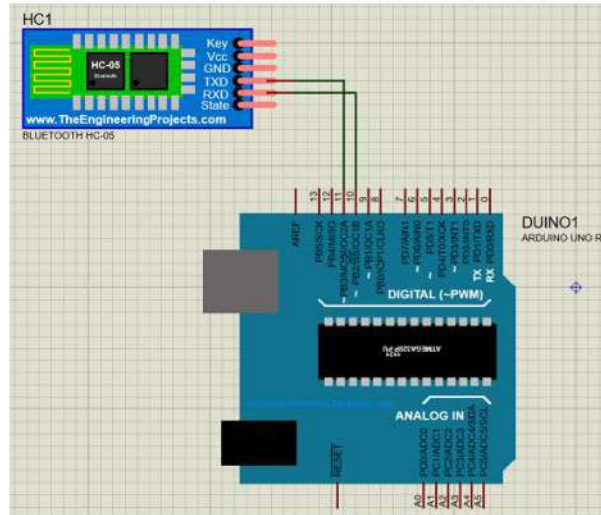
**Tabel 2.** Komponen dalam perakitan alat

No	Komponen	Gambar Komponen	Jumlah Per Alat	Fungsi Komponen
1.	Arduino UNO		1	Kontroller Utama
2.	Node MCU ESP8266		1	Kontroller Servo
3.	Module hc-05		1	Module komunikasi nirkabel via <i>bluetooth</i>
4.	Servo SM-S4306R		1	Untuk tempat <i>mounting</i> dan memperluas jangkauan deteksi jika ingin menambahkan
5.	Buzzer		1	Menghasilkan output berupa bunyi untuk menarik ikan

### 3.3. Konfigurasi Pin

#### 3.3.1. Antarmuka Arduino Ide Dengan Module Bluetooth Hc-05

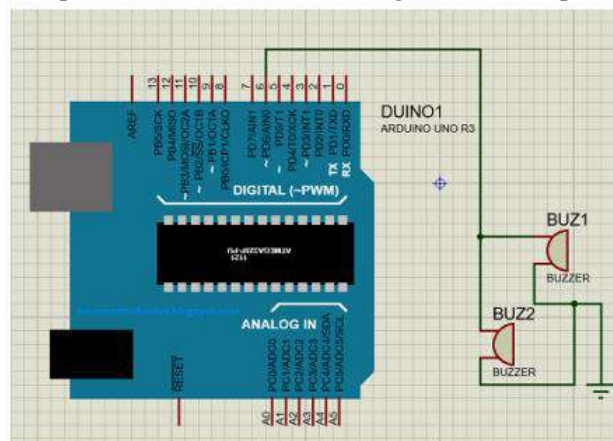
HC-05 adalah komponen yang dapat berfungsi sebagai module komunikasi nirkabel via bluetooth yang dimana beroperasi pada frekuensi 2.4GHz, prinsip kerja module ini yaitu untuk menjembatani koneksi antar board arduino dan aplikasi blynk dengan media transmisi bluetooth. Pada gambar dibawah menunjukkan konfigurasi pin yang digunakan module bluetooth HC-05 dengan arduino uno. Koneksi pin antara arduino uno dengan module bluetooth HC-05 dapat dilihat penjelasanya pada gambar 1.



**Gambar 1.** Koneksi Pin antara Arduino Uno dengan Modul Bluetooth HC-05

### 3.3.2. Antarmuka Arduino IDE Dengan Buzzer

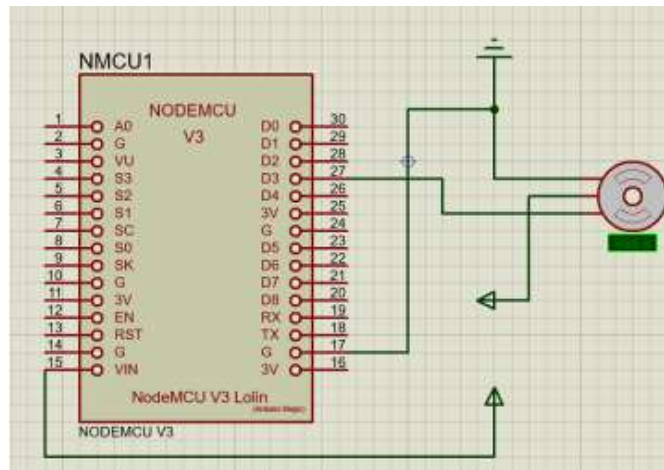
Buzzer adalah komponen yang dapat berfungsi sebagai penghasil output suara, prinsip kerja module ini yaitu saat dialiri arus listrik dan terkoneksi board arduino maka buzzer dapat diatur mengeluarkan suara. Pada gambar dibawah menunjukan konfigurasi pin yang digunakan buzzer dengan arduino uno. Koneksi pin antara Arduino uno dengan buzzer dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Koneksi Pin antara Arduino Uno dengan Buzzer

### 3.3.3. Antarmuka Nodemcu Esp8266 Dengan Servo 360

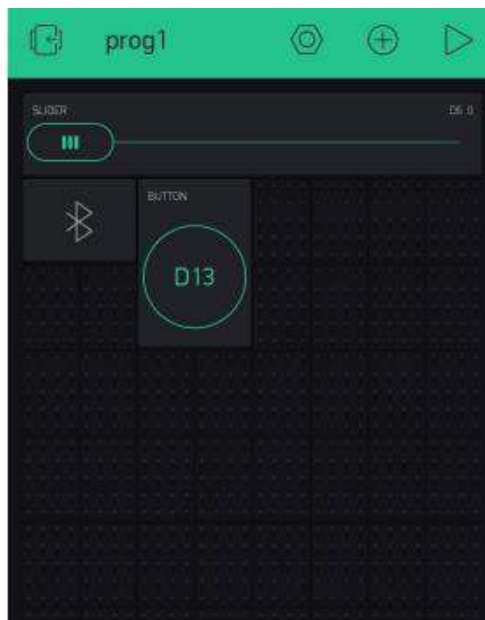
Mekanisme loop 360 derajat tertutup yang menggunakan umpan balik posisi untuk mengontrol gerakan dan posisi akhirnya. Input ke kontrolnya adalah sinyal yang mewakili posisi yang diperintahkan untuk poros output. Pada perangkat ini nantinya servo akan digunakan sebagai platform atau tempat mounting yang akan memudahkan user apa bila ingin menambahkan beberapa perangkat, servo ini nantinya akan di program dalam mikrokontroler terpisah dengan alat pemanggil ikan air tawar berbasis IoT yakni menggunakan mikro kontroler Node MCU Pada gambar dibawah menunjukan konfigurasi pin yang digunakan servo dengan Node MCU. Koneksi pin antara Node MCU dengan servo dapat dilihat penjelasanya pada gambar 3.



Gambar 3. Koneksi Pin Node MCU dengan Servo

### 3.4. Aplikasi Pemanggil Ikan

Untuk pengoperasian perangkat ini akan dipergunakan aplikasi BLYNK. Dimana aplikasi ini akan sangat memudahkan untuk dipergunakan sebagai kontroler. Yang mana akan tampak seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Aplikasi Pemanggil Ikan

Ada 3 widget yang akan membantu mempermudah pengontrolan perangkat yakni, button untuk mengaktifkan dan mematikan perangkat, slider untuk mengatrr range pitch yang akan digunakan yakni antara 100 – 1000Hz sedangkan untuk pengaturan frekuensi sendiri masih dilakukan secara manual didalam kode program, serta yang terakhir adalah bluetooth button untuk mempermudah dalam melakukan koneksi nirkabel dengan perangkat via bluetooth. Dalam proses coding akan lebih efektif apa bila sebelumnya mengetahui widget apa saja yang akan digunakan karena hal itu membuat proses coding lebih terarah.

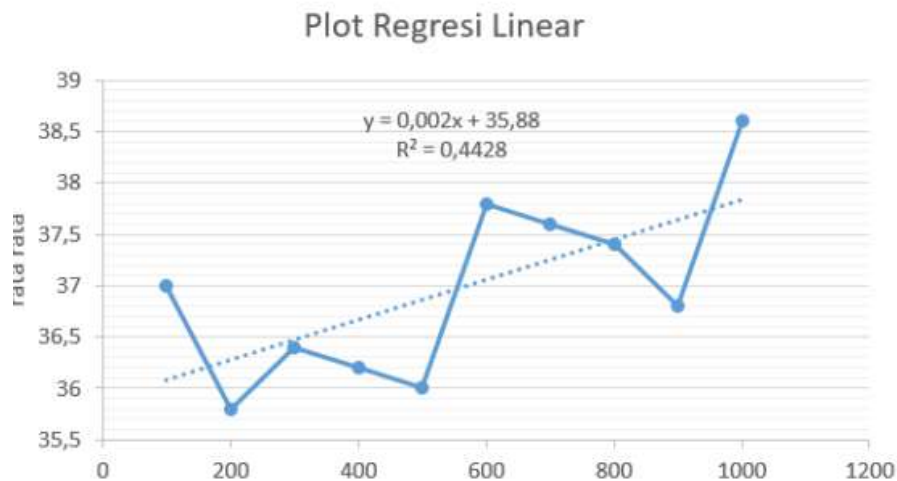
## 4. Hasil dan Pembahasan

Ujicoba frekuensi dilakukan sebanyak 5 kali pada masing masing frekuensi dengan waktu masing-masing 2 menit, seperti Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Uji Coba dan Analisa Kolam Buatan

SESI	JUMLAH IKAN	1	2	3	4	5	Rata Rata
FREKUENSI							
100	40	32	38	38	39	38	37
200	40	34	35	38	37	35	35,8
300	40	33	36	37	40	36	36,4
400	40	33	36	36	36	40	36,2
500	40	32	34	38	36	40	36
600	40	34	38	39	38	40	37,8
700	40	35	35	39	39	40	37,6
800	40	36	36	37	39	39	37,4
900	40	34	36	40	37	37	36,8
1000	40	38	35	40	40	40	38,6

Dari data yang didapat tersebut maka dilakukan analisis dengan regresi linear sehingga didapatkan sebuah grafik di gambar 5.



**Gambar 5.** Hasil Analisis dengan Regresi Linear

Dan didapatkanlah kesimpulan dari pada percobaan frekuensi yang mana adalah dimana sebenarnya perbedaan frekuensi tidaklah mempengaruhi secara signifikan terhadap perilaku atau respon ikan, dimana ikan nila akan tetap terpanggil oleh bunyi frekuensi berapapun. Dikarenakan hal tersebut percobaan akan menambahkan parameter pitch dengan ujicoba 30 kali pada tiap tingkatan yakni 100 – 1000 pitch dengan kelipatan 100. Tabel 3 menjelaskan hasil Pitch Ujicoba pada tiap tingkatan.

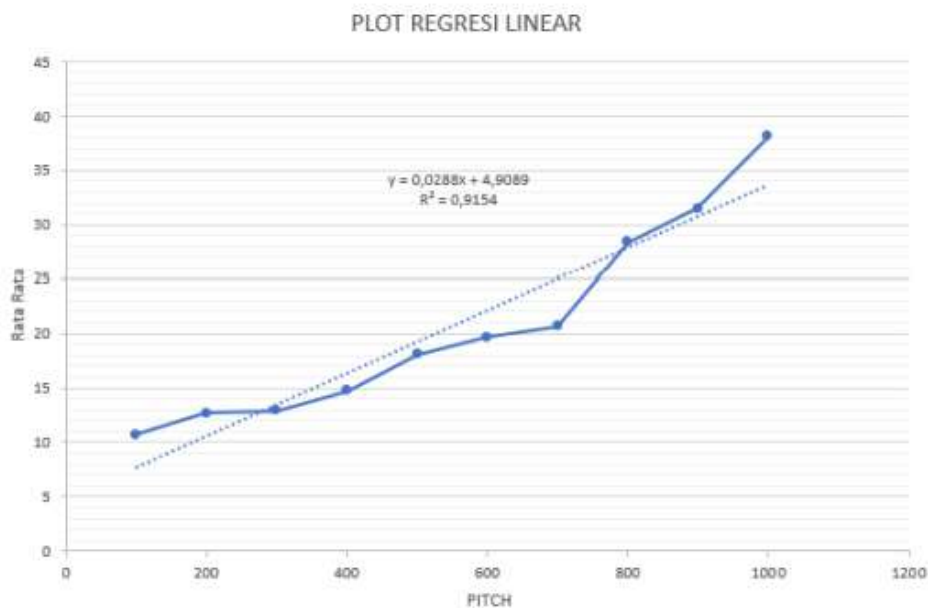
Berbekal dari hasil yang didapat kan pada pengujian pada kolam maka pengujian pada waduk widas madiun untuk melihat efektivitas alat dilakukan dengan pengaturan pitch 1000 dan tanpa memperdulikan frekuensi yang digunakan, percobaan dilakukan dengan menghitung berapa banyak ikan yang dapat dipancing dengan selang waktu 30 menit dengan dan tanpa alat dengan 10 kali percobaan. Berdasarkan tabel hasil uji coba waduk tersebut, pengujian ini tidak mendapatkan banyak ikan hal tersebut diasumsikan terjadi dikarenakan ada gangguan atau noise yang malang melintang yakni perahu dari warga sekitar dengan mesin diesel yang cukup keras sehingga diasumsikan membuat ikan menjauh dari perangkat. Hal ini membuat asumsi di mana apabila suara atau speaker untuk mengeluarkan gelombang memiliki kekuatan yang lebih besar maka ikan yang mendekat juga akan lebih banyak dan jangkauan radius pemanggilan akan lebih luas, asumsi

tersebut juga diperkuat dengan kondisi perairan yang saat itu berombak dikarenakan angin yang sedikit lebih kencang.

**Tabel 4.** Hasil Pitch Ujicoba pada tiap tingkatan

PITCH SESI	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	JUMLAH IKAN	JENIS IKAN	KETERANGAN
1	12	14	17	19	20	22	22	30	29	37	40	IKAN NILA (Oreochromis niloticus)	KONDISI IKAN SUDAH DIBERI MAKAN DAN TIDAK ADA NOISE
2	10	11	13	13	10	22	17	28	27	35	40		
3	5	10	14	15	15	19	19	25	27	35	40		
4	11	8	12	18	18	17	20	28	28	36	40		
5	9	21	15	18	19	20	19	31	27	40	40		
6	9	17	11	14	21	18	18	26	30	40	40		
7	9	13	15	15	14	21	24	26	26	40	40		
8	10	14	13	17	10	23	24	29	34	40	40		
9	12	12	11	11	16	18	20	28	31	35	40		
10	15	15	13	16	15	18	22	29	29	36	40		
11	12	11	11	13	20	16	17	27	32	38	40		
12	9	9	12	14	19	20	18	27	29	38	40		
13	14	13	12	13	15	22	21	28	28	39	40		
14	14	11	14	11	20	17	18	27	32	36	40		
15	11	12	14	15	20	19	21	25	32	40	40		
16	12	12	17	15	17	19	21	28	29	40	40		
17	8	14	14	13	15	18	21	31	33	39	40		
18	8	14	15	14	21	21	19	26	33	38	40		
19	11	12	11	16	22	20	22	26	30	39	40		
20	11	14	15	15	20	20	18	29	35	36	40		
21	13	15	12	11	21	22	25	28	35	36	40		
22	13	15	14	19	18	18	24	28	35	37	40		
23	12	12	10	13	22	19	24	30	35	38	40		
24	13	14	10	16	19	18	20	35	38	40	40		
25	10	10	15	14	19	21	22	29	40	40	40		
26	14	10	12	13	16	21	17	31	36	38	40		
27	6	12	14	15	21	22	18	31	30	38	40		
28	9	15	10	14	19	19	21	31	29	39	40		
29	11	11	10	13	22	22	24	27	35	40	40		
30	8	10	12	18	18	18	24	28	31	40	40		
Rata Rata	10,7	13	13	15	18	20	21	28	32	38			

Berdasarkan hasil percobaan pada pitch tersebut maka didapatkan hasil seperti tabel 4. Selanjutnya dilakukan juga analisis dengan regresi linear seperti pada gambar 6 berikut ini.



**Gambar 6.** Hasil Pitch Analisis dengan Regresi Linear

## 5. Kesimpulan

Alat pemanggil ikan air tawar berbasis IoT ini dapat berfungsi sebagai pemanggil ikan yang mana dapat dimanfaatkan pihak pengelola wisata perikanan dalam memaksimalkan potensi tempat wisata tersebut. Alat pemanggil ikan air tawar berbasis IoT ini berbentuk balok, dan dapat mengeluarkan rentang frekuensi 100- 1000 Hz, pitch 100 -1000 tergantung dengan setting, alat ini juga dapat digunakan dengan sumber tenaga baterai 9 volt, serta memiliki berat  $\pm 500$  gr dan bahan kemasan adalah wadah plastik kedap udara dan air. Komponen elektronik yang digunakan adalah buzzer piezoelektrik, servo SM-S4306R, module bluetooth HC-05, dan mikrokontroler (arduino UNO dan Node MCU). Alat pemanggil ikan air tawar berbasis IoT menggunakan rentang frekuensi 100-1000 Hz pada ujicoba di kolam buatan, secara visual mendapatkan respon yang signifikan dengan dominasi ikan yang mendekati ke sumber bunyi. Alat pemanggil ikan air tawar berbasis IoT menggunakan rentang pitch 100-1000 pada ujicoba di kolam buatan, secara visual 1000 pitch mendapatkan respon yang lebih signifikan dengan dominasi ikan yang mendekati ke sumber bunyi dibanding pitch lainnya. Analisis statistik terhadap alat pemanggil ikan air tawar berbasis IoT yang diujicoba di perairan waduk memperoleh jumlah hasil tangkapan yang berbeda nyata (signifikan) dibandingkan dengan tanpa menggunakan alat. Ketertarikan ikan mendekati ke sumber bunyi berupa alat pemanggil ikan air tawar berbasis IoT berbasis gelombang bunyi menggunakan pitch 1000 diasumsikan karena sinyal yang direspon ikan sebagai sesuatu yang tidak membahayakan.

## 6. Referensi

- [1] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2009 Bab II Pasal 3 tentang Kepariwisataaan. 2009. Jakarta:Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia,2009.
- [2] Admin. "Banyaknya Desa/Kelurahan Menurut Keberadaan Sungai, Saluran Irigasi, Danau/Waduk/Situ/Bendungan, Embung, Dan Mata Air 2018", Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur 2018, [Online], (<https://jatim.bps.go.id/staticTabel/2019/10/04/1536/banyaknyadesa-kelurahan-menurut-keberadaan-sungai-saluran-irigasi-danau-waduk-situbendungan-embung-dan-mata-air-2018.html>), diakses 16 Juni 2021).
- [3] Kabarman. "Struktur Dasar Danau & Keberadaan Ikan Untuk Target Pancingan ", kabarmancing, 31 maret 2020, [Online].
- [4] Admin. "Dampak Pandemi, Pengunjung Waduk Bendo Menurun Drastis", blokbojonegoro, 23 Desember 2020, [Online].
- [5] Bambang Mardaka Eka Jati, Tri Kuntoro Priyambodo. 2013. Fisika Dasar II. Yogyakarta : CV Andi Offset
- [6] Purwanto A, "Pengaruh Suara Garengpung (Dundubia manifera) Termanipulasi pada Peak Frekuensi ( $6,07 \pm 0,04$ ) 103 Hz terhadap Pertumbuhan dan Produktifitas Tanaman Kacang Dieng (*Vicia faba* Linn)". Jurnal Ilmu Sains. 2011;1(1):1.
- [7] Cromer Alan H. Fisika Untuk Ilmu – ilmu Hayati. Penerjemah Sumartono Prawiro Susanto ed. Ke 2. Jogjakarta: Gajah Mada University Press. 1994.
- [8] L Amundsen dan M Landro. 2011. "Marine Seismic Sources Part VIII: Fish Hear A Great Deal"., *GEOEXPro* [Online],8(3), 42, diakses 15 Juli 2021).
- [9] Yatna Priatna, "Uji Coba Penentuan Frekuensi Suara Dalam Pemikatan Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*)". Sarjana Sains Jurusan Perikanan, Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Ilmu Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia, 2008.
- [10] Misliati Hamid, "PENGARUH PEMBERIAN GELOMBANG BUNYI TERHADAP LAJU PERKEMBANGAN BENIH IKAN MAS" Sarjana Sains Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar, Makassar, Indonesia, 2017.
- [11] Tavolga, W.N. Sound Production and Detection. P. 135 – 205 In W.S. Hoar., dan D.J. Randall. (ed). Fish Physiology. Vol 5: Sensory System and Electric Organics. Academic Press, Inc. New York . 1971.
- [12] N. Rosana dan Suryadhi, "Penentuan gelombang bunyi dalam pembuatan alat pemanggil ikan air tawar berbasis IoT 'Piknet,'" di Seminar Nasional Kelautan XII, 2017, pp. 18–22.

- [13] Parta Setiawan, "Gelombang Bunyi : Karakteristik, Sifat, Sumber, Contoh, Teori, Frekuensi", gurupendidikan, 22 desember 2020 ,[Online]. Tersedia: (<https://www.gurupendidikan.co.id/gelombang-bunyi/>)[Diakses 24 Desember 2021].
- [14] S. Swamy, S. Kota.; "An Empirical Study on System Level Aspects of *Internet of Things* (IoT)", IEEE Access, vol. 8, pp. 188082-188134, 2020. Available: 10.1109/access.2020.3029847 [Diakses 18 Juli 2021].



© 2019 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

