

**TESIS**

**PERANCANGAN SISTEM TEKNOLOGI PENGONTROL KESEHATAN  
KOLAM DAN SISTEM BUDIDAYA PERIKANAN OTOMATIS DI  
PROVINSI JAWA TIMUR BERBASIS INTERNET OF THINGS  
(IoT) DAN MANAGEMENT DATA SISTEM**



Disusun oleh:

**Nama : Yudhis Thiro Kabul Yunior**  
**NIM : 17.51.1029**  
**Konsentrasi : Business Intelligence**

**PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA  
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2020**

**TESIS**

**PERANCANGAN SISTEM TEKNOLOGI PENGONTROL KESEHATAN  
KOLAM DAN SISTEM BUDIDAYA PERIKANAN OTOMATIS DI  
PROVINSI JAWA TIMUR BERBASIS INTERNET OF THINGS  
(IoT) DAN MANAGEMENT DATA SISTEM**

**DESIGN OF PONDS HEALTH CONTROL TECHNOLOGY SYSTEM  
AND AUTOMATIC CULTIVATION SYSTEM IN EAST JAVA  
PROVINCE BASED ON INTERNET OF THINGS (IoT) AND  
MANAGEMENT DATA SYSTEM**

Diajukan melalui Jalur Lomba dengan Publikasi  
untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Magister



Disusun oleh:

**Nama : Yudhis Thiro Kabul Yuniar**  
**NIM : 17.51.1029**  
**Konsentrasi : Business Intelligence**

**PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA  
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PERANCANGAN SISTEM TEKNOLOGI PENGONTROL KESEHATAN  
KOLAM DAN SISTEM BUDIDAYA PERIKANAN OTOMATIS DI  
PROVINSI JAWA TIMUR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) DAN  
MANAGEMENT DATA SISTEM**

**DESIGN OF PONDS HEALTH CONTROL TECHNOLOGY SYSTEM AND  
AUTOMATIC CULTIVATION SYSTEM IN EAST JAVA PROVINCE  
BASED ON INTERNET OF THINGS (IoT) AND MANAGEMENT DATA  
SYSTEM**

Dipersiapkan dan Disusun oleh

**Yudhis Thiro Kabul Yunior**

17.51.1029

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tesis  
Program Studi S2 Teknik Informatika  
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta  
pada hari Rabu, 5 Februari 2020

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Magister Komputer



## HALAMAN PERSETUJUAN

PERANCANGAN SISTEM TEKNOLOGI PENGONTROL KESEHATAN KOLAM  
DAN SISTEM BUDIDAYA PERIKANAN OTOMATIS DI PROVINSI JAWA TIMUR  
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) DAN MANAGEMENT DATA SISTEM

DESIGN OF PONDS HEALTH CONTROL TECHNOLOGY SYSTEM AND  
AUTOMATIC CULTIVATION SYSTEM IN EAST JAVA PROVINCE BASED ON  
INTERNET OF THINGS (IoT) AND MANAGEMENT DATA SYSTEM

Dipersiapkan dan Disusun oleh

**Yudhis Thiro Kabul Yunior**  
17.51.1029

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tesis  
Program Studi S2 Teknik Informatika  
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta  
pada hari Rabu, 5 Februari 2020

Pembimbing Utama

Dr. Kusriani, M.Kom.  
NIK. 190302106

Anggota Tim Penguji

Prof. Dr. Ema Utami, S.Si., M.Kom.  
NIK. 190302037

Dr. Arief Setyanto, S.Si., M.T.  
NIK. 190302036

Dr. Kusriani, M.Kom.  
NIK. 190302106

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Magister Komputer

Yogyakarta, 05 Februari 2020  
Direktur Program Pascasarjana

Dr. Kusriani, M.Kom.  
NIK. 190302106

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini,

**Nama mahasiswa : Yudhis Thiro Kabul Junior**  
**NIM : 17.51.1029**  
**Konsentrasi : Business Intelligence**

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul berikut:

**PERANCANGAN SISTEM TEKNOLOGI PENGONTROL KESEHATAN KOLAM DAN SISTEM BUDIDAYA PERIKANAN OTOMATIS DI PROVINSI JAWA TIMUR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) DAN MANAGEMENT DATA SISTEM**

Dosen Pembimbing Utama : Dr.Kusrini, M.Kom.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar **ASLI** dan **BELUM PERNAH** diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian **SAYA** sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Dosen Pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab **SAYA**, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta
5. Pernyataan ini **SAYA** buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka **SAYA** bersedia menerima **SANKSI AKADEMIK** dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi

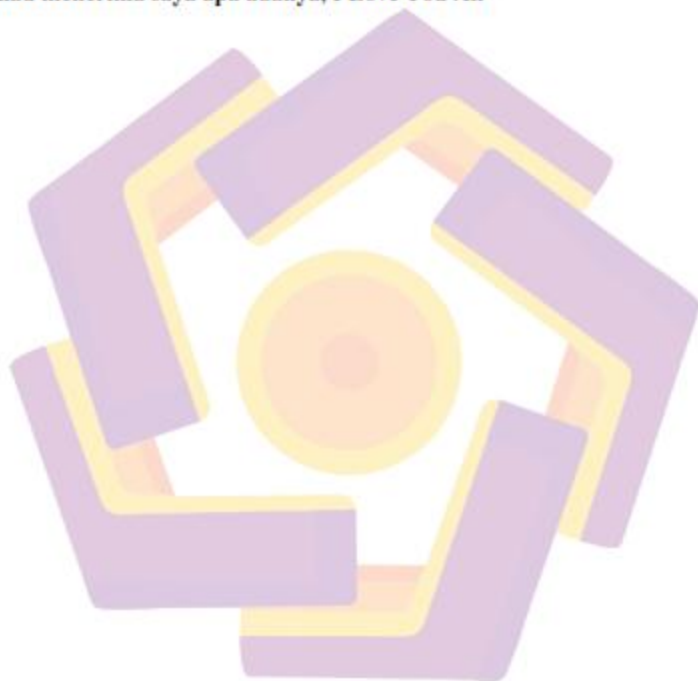
Yogyakarta, 5 Februari 2020  
Yang Menyatakan,



Yudhis Thiro Kabul Junior

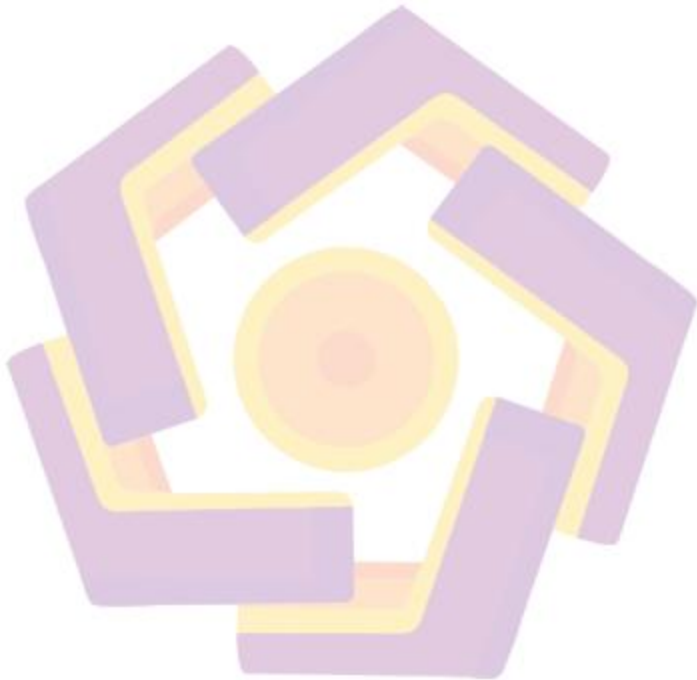
## HALAMAN PERSEMBAHAN

**“ Karya ini saya persembahkan untuk seluruh Keluarga Besar Saya, Sahabat Saya, Rekan – rekan seperjuangan dan Guru- guru saya Yang Selama ini mau menerima saya apa adanya, I Love You All”**



## HALAMAN MOTTO

*“ Tujuan Saya Adalah Menjadi Kaya Bukan Terlihat Kaya & Tujuan Saya  
Menjadi Kaya Adalah Agar Tidak Terlihat Kaya”*



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan ridho-NYA, sehingga tesis dengan judul PERANCANGAN SISTEM TEKNOLOGI PENGONTROL KESEHATAN KOLAM DAN SISTEM BUDIDAYA PERIKANAN OTOMATIS DI PROVINSI JAWA TIMUR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) DAN MANAGEMENT DATA SISTEM. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom.) dalam bidang konsentrasi Business Intelligence pada program studi Magister Teknologi Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta.

Berdasarkan hal tersebut, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada :

1. Ibu Dr. Kusriani, M.Kom. atas bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluangkan kepada penulis untuk berdiskusi selama menjadi dosen wali, dosen pembimbing dan perkuliahan serta kesediaannya mengikut sertakan penulis pada seminar Internasional (ICE ELINVO 2018).
2. Seluruh Dosen program Pascasarjana Teknik Informatika Universitas Amikom Yogyakarta yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk mendalami ilmu Teknik Informatika dengan konsentrasi Business Intelligence.
3. Ayahanda dr Kabul (alm), Ibunda Nanik Hartini , adik saya drg. Hygea Kama Ratih atas segala dukungan dan doanya.



4. Istri saya Nurmala Chandika , atas segala motivasi, perhatian dan doanya serta kesabaran menunggu di rumah selama beberapa waktu.

5. Dua Jagoan kecil saya Gain Zidane Yudhis Thiro dan Gain Zola Bima Arsana, ayah akan mengantarkan kalian menjadi anak hebat.

6. Rekan rekan dan adik- adik saya di Gainz Teknologi Nusantara dan Detron Engineering (Infan, Syamsul, Roni, Fakhrul) terimakasih banyak atas bantuannya, kalian generasi muda yang luar biasa sekali dan kelak akan menjadi engineer hebat di masa depan.

7. Rekan rekan mahasiswa Magister Teknik Informatika Universitas Amikom Yogyakarta.

Kepada semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dengan keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan pengembangan lanjut agar benar benar bermanfaat. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar tesis ini lebih sempurna serta sebagai masukan bagi penulis untuk penelitian dan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan yang ramah lingkungan.

Yogyakarta, 5 Februari 2020

Penulis

# **BAB I**

## **DESKRIPSI KARYA LOMBA**

### **1.1. Uralan Tentang Karya**

FishGator merupakan Platform Internet of Things (IoT) pada budidaya ikan dengan mengintegrasikan Artificial Intelligence sistem dan management datasistem. FishGator didesain untuk meningkatkan sintasan kehidupan ikan yang masih rendah selama proses budidaya ikan. Sistem budidaya ikan dengan menerapkan sistem FishGator mampu menyelesaikan beberapa permasalahan pada budidaya ikan darat yaitu permasalahan pada management kesehatan dan kualitas air dan permasalahan management pakan. Sistem pada FishGator mampu menyelesaikan permasalahan tersebut dengan beberapa fitur platform berbasis Internet of Things yang terintegrasi dengan konsep Artificial Intelligence sistem dan management data Sistem.

Platform pertama pada FishGator yaitu sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT). Pada platform monitor kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) terdiri dari beberapa parameter kualitas air yaitu antara lain Ph, suhu, DO (Disolve Oxygen), dan Turbidity. Fitur platform monitor kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) ini berfungsi untuk menjaga dan memonitor kestabilan kualitas menggunakan Smsrtrphone oleh petani ikan sehingga dapat membantu menyelesaikan management kualitas dan kesehatan air kolam. Platform kedua pada sistem FishGator yaitu sistem pemberi pakan otomatis (Automatic Feeder) berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini mampu

memberi makan ikan secara otomatis sesuai dengan jadwal pemberian pakan yang telah ditentukan sebelumnya. Sistem penjadwalan pemberian pakan dapat dilakukan menggunakan Smartphone sehingga dapat membantu petani ikan dalam efisiensi biaya operasional pakan. Sistem pemberi pakan ini mampu mengefisiensi biaya operasional pakan antara 20% hingga 30% sehingga berdampak pada peningkatan FCR (Food Conversion Ratio) dan meningkatkan hasil panen. Fitur ketiga pada sistem FishGator yaitu automatic treatment berbasis artificial intelligence sistem. Prinsip kerja sistem automatic treatment ini terintegrasi dengan sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT). Konsep Prinsip kerjanya yaitu ketika parameter kualitas air (Dissolve Oxygen) menunjukkan nilai diluar batas aman maka sistem akan mengirim pemberitahuan (Notification) pada Smartphone bahwa kondisi parameter Oxygen sedang dalam keadaan tidak aman maka secara otomatis sistem treatment otomatis berbasis Microbubble sistem tersebut akan segera hidup untuk menstabilkan parameter oxygen, ketika parameter oxygen telah stabil maka sistem treatment microbubble tersebut akan mati (off). Dampak dari penggunaan sistem ini mampu meningkatkan tingkat kelulushidupan (*Survival rate*) hingga 20% sampai dengan 30%. Sehingga mampu meningkatkan hasil panen.

FishGator juga dilengkapi sistem management pengolahan analisis data. Sistem analisis data yang digunakan berasal dari data sensor parameter air dan sistem pemberi pakan otomatis (Automatic Feeder). Sistem analisa data ini bertujuan menganalisa laju perkembangan ikan sehingga dapat digunakan sebagai dasar sistem pengambil keputusan pada proses budidaya selanjutnya agar proses

budidaya dapat berjalan lebih baik dan dapat semakin meningkatkan hasil panen. FishGator memiliki visi untuk meningkatkan kehidupan sosial ekonomi petani ikan di Indonesia.

## **1.2. Latar Belakang Pengembangan**

Di lihat dari kancan nasional Negara Indonesia Menurut Data Badan Pusat Statistik (BPS) Tahun 2003 – 2015 setiap tahun nya budidaya ikan mengalami peningkatan dan pada tahun 2015 mencapai angkat sekitar 1,5 juta orang melakukan budidaya ikan. Di Jawa Timur sendiri perkembangan sektor perikanan budidaya telah menunjukkan prospek yang bagus dan terus meningkat. Budidaya ikan di Jawa Timur terbagi atas beberapa sistem, yaitu budidaya laut (81.515 orang), budidaya tambak (45.440 orang), budidaya kolam (110.223 orang), budidaya keramba (1.451 orang), dan budidaya jarring apung (4.678 orang) (BPS Perikanan, 2014). Meningkatnya sektor budidaya perikanan tersebut disebabkan oleh semakin menurunnya hasil perikanan tangkap yang disebabkan oleh illegal fishing. Meningkatnya sektor perikanan di Indonesia ternyata belum diimbangi oleh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang memadai. Hal ini telah berdampak pada tidak optimalnya sistem budidaya perikanan dan bahkan sering terjadinya gagal panen akibat ikan yang dibudidayakan stres dan mati sebelum waktu panen. Ada tiga permasalahan utama di sektor perikanan budidaya, yaitu sistem kontrol kualitas air, hama dan penyakit, serta jadwal dan kontrol pakan. Menurut Alamsyah et al (2014) menyatakan bahwa Salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan budidaya adalah ketersediaan pakan. Sekitar 70% - 80% dari total biaya budidaya ikan terletak pada pakan. Sehingga masalah pakan dalam

dunia budidaya merupakan masalah yang harus di beri perhatian secara khusus. Ditambah lagi 80% budidaya yang dilakukan selama ini masih tradisional yang menyebabkan pemberian pakan menjadi tidak terkontrol.

Permasalahan berikutnya adalah kontrol kualitas air, berdasarkan hasil survey oleh dinas perikanan tangkap mengungkapkan bahwa pembudidaya Indonesia rata-rata masih malas dan meremehkan kontrol kualitas air. Padahal dengan dilakukannya kontrol dan pengecekan kualitas air maka pembudidaya bisa mengetahui kesehatan kolam. Dengan mengetahui kesehatan kolam mereka akan mampu menganalisis penyakit dan kesehatan ikan. Berdasarkan berita oleh Trubus (2016), menginformasikan bahwa masih sering terjadinya kematian masal pada kolam pembudidaya ikan disebabkan oleh adanya penurunan kesehatan kolam yang menyebabkan ikan stres yang berujung pada kematian. Rata-rata pembudidaya Indonesia melakukan pengecekan kualitas air setelah ikan sakit atau mati, padahal apabila mereka disiplin melakukan pengecekan kualitas air, maka 95% akan mampu mengurangi ikan stres, karena saat akan pembudidaya mengetahui jika kesehatan kolam menurun mereka mampu mengambil kebijakan dan tindakan agar kolam sehat kembali. Berdasarkan pemaparan permasalahan tersebut maka perlu adanya solusi inovatif. Perkembangan teknologi dan internet yang diintegrasikan menjadi satu sistem akan mampu memberi wajah baru di dunia perikanan budidaya Indonesia kedepannya. FishGator merupakan Platform Internet of Things pada sistem budidaya perikanan berbasis Artificial Intelligence dan Management Data Sistem. Diharapkan penggunaan FishGator mampu

meningkatkan hasil panen dari sistem budidaya ikan sehingga memiliki dampak positif bagi kehidupan sosial ekonomi masyarakat perikanan Indonesia.

### **1.3. Keunikan dan Value**

Keunikan dan Value dari perancangan sistem FishGator sebagai teknologi budidaya ikan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) ini adalah sebagai berikut:

1. FishGator merupakan teknologi yang mampu memudahkan pekerjaan pemilik kolam perikanan Indonesia merupakan salah satu solusi terbaik untuk memajukan perikanan Indonesia.

2. FishGator merupakan sistem kontrol kesehatan kolam dengan sistem kontrol kualitas air secara intensif menggunakan smartphone adalah salah satu disruption teknologi yang diperlukan pada dunia perikanan Indonesia.

3. FishGator merupakan sistem pelaporan data kualitas air setiap satu jam sekali membantu dan mempermudah para pembudidaya ikan dalam mengontrol keberadaan penyakit dengan sistem pemantauan kualitas air secara intensif.

4. FishGator memiliki fitur sistem pemberi pakan otomatis (Automatic Feeder) berbasis Internet of Things (IoT) sehingga mampu melakukan penjadwalan pemberian pakan menggunakan smartphone sehingga berdampak pada efisiensi management pakan.

5. FishGator memiliki fitur automatic treatment berbasis microbubble sistem yang terintegrasi dengan konsep Artificial Intelligence sehingga mampu menstabilkan kondisi oxygen air yang berdampak pada meningkatnya SR (Survival Rate) ikan hingga 20% sampai 30%.

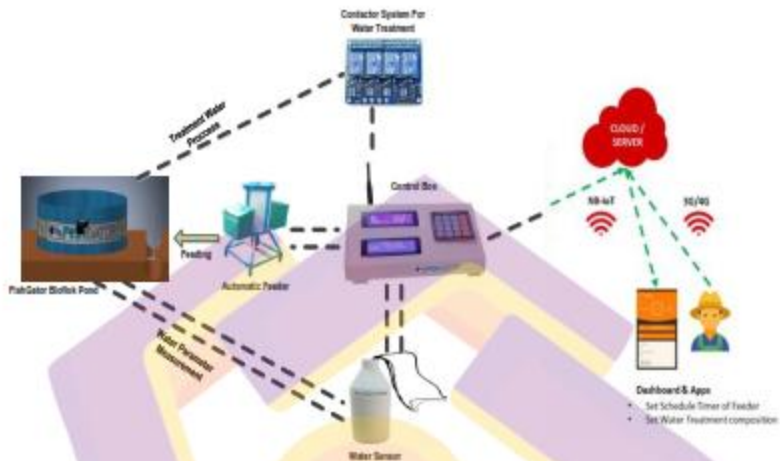
6. FishGator juga telah terintegrasi menggunakan jaringan Narrow Band IoT (NB-IoT) sehingga mampu terakses dengan jaringan hingga 5G dengan konsumsi daya yang relative lebih rendah dan kuota data yang relative lebih hemat.

#### **1.4. Fungsi, Fitur, dan Kegunaan**

FishGator memiliki beberapa fitur Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan Artificial Intelligence dan Management Data sistem pada penerapan sistem budidaya ikan air tawar. Fitur dari FishGator antara lain :

1. Fitur pertama dari FishGator adalah sistem monitoring kualitas air yang terintegrasi dengan platform Internet of Things (IoT) sehingga dapat memonitoring beberapa parameter kualitas air (Ph,Suhu,DO (DisolveOxygen) dan Turbidity) menggunakan Android Smartphone.
2. Fitur Kedua adalah automatic feeder atau sistem pemberi makan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang berfungsi sebagai management pakan ikan sehingga lebih efektif dan efisiensi.Sistem Automatic Feeder pada FishGator juga dilengkapi dengan sistem penjadwalan pemberian pakan menggunakan smartphone. Dampak dari sistem management pakan ini adalah efisiensi biaya operasional pakan sehingga dapat meningkatkan keuntungan petani ikan.
3. Fitur yang ketiga adalah sistem treatment otomatis yang terintegrasi dengan sistem monitoring sistem berbasis Internet of Things. Sistem ini akan mentreatment secara otomatis apabila kondisi air sedang tidak dalam keadaan aman atau baik. Fitur sistem treatment pada FishGator menggunakan csistem

microbubble untuk menstabilkan kondisi Dissolve Oxygen. Alur kerja sistem platform IoT FishGator yaitu sebagai berikut.



**Gambar 1.1 Prinsip Kerja Sistem FishGator**

### 1.5. Inovasi, dan Implementasi atau Potensi

Inovasi dan Implementasi serta Potensi dari sistem FishGator ditinjau dari beberapa aspek antara lain sebagai berikut :

#### a. Kegunaan produk untuk Masyarakat Perikanan Indonesia

- 1) FishGator dapat membantu petani ikan dalam efektifitas dan efisiensi biaya operasional terutama pada management pakan hingga 40%.
- 2) FishGator mampu meningkatkan survival rate (SR) hingga 80% sehingga berdampak pada peningkatan hasil panen petani ikan.
- 3) FishGator dapat menginspirasi petani ikan dan pengembang untuk terus berinovasi menghasilkan produk berkualitas pada bidang perikanan sehingga berdampak pada semakin majunya perikanan Indonesia.



4) FishGator dapat mempermudah jaringan distribusi hasil panen sehingga dapat memaksimalkan keuntungan pasca panen dan berdampak pada kehidupan social ekonomi masyarakat perikanan Indonesia.

**b. Kegunaan produk untuk Investor bidang perikanan**

1) Keberhasilan produk FishGator akan menjadi peluang bagi para investor yang akan berinvestasi pada bidang perikanan sehingga membantu para petani ikan pada akses permodalan.

2) Semakin banyaknya investor yang mulai melirik sector budidaya perikanan mempunyai dampak pada meningkatnya SDM yang terserap pada sektor perikanan darat sehingga signifikan dapat mengurangi pengangguran pada dan peningkatan kehidupan masyarakat perikanan Indonesia.

**c. Kegunaan produk untuk Stake Holder Perikanan**

1) FishGator mempunyai visi untuk membentuk jaringan distribusi perikanan sehingga dapat mempermudah sistem produksi dan distribusi dari hulu ke hilir pada perikanan darat dan dapat memberikan keuntungan yang signifikan pada seluruh stakeholder perikanan.

## 1.6. Screenshot Produk



Gambar 1.2 Jenis Fitur Produk FishGator



Gambar 1.3 Aplikasi Sistem FishGator Pada Budidaya Perikanan di Provinsi Jawa Timur



**Gambar 1.4 Sistem Penerapan Database Management System pada FishGator**



**Gambar 1.5 Dashboard Web Services Sistem FishGator**



**Gambar 6. Grafik Tracking Data Sistem FishGator**

## BAB II

### PUBLIKASI

# Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Perikanan Berbasis IoT dan Manajemen Data

## *Water Quality Monitoring System in Aquaculture Based on IoT and Data Management*

Yudhis Thiro Kabul Yunior<sup>\*1</sup>, Kusri<sup>n2</sup>

Magister Teknologi Informatika, Universitas Amikom Yogyakarta

E-mail: [\\*1yudhis.yunior@studentsamikom.ac.id](mailto:*1yudhis.yunior@studentsamikom.ac.id), [kusri@amikom.ac.id](mailto:kusri@amikom.ac.id)

#### Abstrak

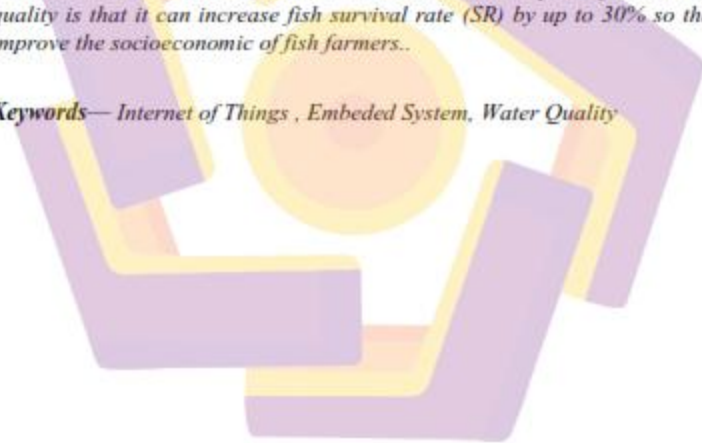
Salah satu permasalahan utama di sektor perikanan budidaya adalah sistem kontrol kualitas air yang buruk sehingga menyebabkan hama dan penyakit pada air kolam budidaya dan berdampak pada ikan yang stress dan mati. Tujuan dari pengecekan kualitas air adalah untuk mengontrol penyakit dan bakteri pada air kolam budidaya sehingga dapat dilakukan tindakan dengan segera jika kualitas air dalam keadaan buruk. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan terobosan teknologi untuk mempermudah petani ikan dalam mengontrol kualitas air kolam budidaya. Sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) dan manajemen data sistem merupakan solusi yang tepat untuk permasalahan kontrol kualitas air pada kolam budidaya. Prinsip kerja sistem tersebut adalah dengan cara mentransfer data dari beberapa sensor kualitas air (Ph, Dissolve Oxygen, Suhu, Turbidity) melalui embedded sistem pada sistem cloud computing yang kemudian di transfer data tersebut pada web server dan smartphone android sehingga petani ikan dapat memonitoring kualitas air kolam menggunakan smartphone secara realtime dan terintegrasi dengan sistem notifikasi ketika salah satu parameter air dalam keadaan buruk sehingga dapat dilakukan treatment air secara cepat sampai kondisi air dalam keadaan normal kembali. Dampak dari terkontrolnya kualitas air tersebut adalah dapat meningkatkan Survival rate (SR) ikan hingga 30% sehingga dapat meningkatkan sosial ekonomi petani ikan.

**Kata Kunci**— Internet of Things , Embeded sistem, Kualitas air

### **Abstract**

*One of the main problems in the aquaculture sector is a poor water quality control system that causes pests and diseases in aquaculture pond water and impacts on stressed and dead fish. The purpose of checking water quality is to control disease and bacteria in aquaculture pond water so action can be taken immediately if the water quality is in a bad state. Based on these problems a technological breakthrough is needed to facilitate fish farmers in controlling the quality of aquaculture pond water. Internet quality monitoring system based on Internet of Things (IoT) and system data management is the right solution for the problem of water quality control in aquaculture ponds. The working principle of the system is by transferring data from several water quality sensors (Ph, Dissolve Oxygen, Temperature, Turbidity) through an embedded system on a cloud computing system which is then transferred to the web server and an android smartphone so that fish farmers can monitor water quality the pool uses a smartphone in realtime and is integrated with the notification system when one of the water parameters is in a bad state so that water treatment can be done quickly until the water conditions are back to normal. The impact of controlled water quality is that it can increase fish survival rate (SR) by up to 30% so that it can improve the socioeconomic of fish farmers..*

**Keywords**— *Internet of Things , Embeded System, Water Quality*



## 1.PENDAHULUAN

Di lihat dari kancan nasional Negara Indonesia Menurut Data Badan Pusat Statistik (BPS) Tahun 2003 – 2015 setiap tahun nya budidaya ikan mengalami peningkatan dan pada tahun 2015 mencapai angkat sekitar 1,5 juta orang melakukan budidaya ikan. (BPS Perikanan, 2014). Meningkatnya sektor perikanan di Indonesia ternyata belum diimbangi oleh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang memadai. Hal ini telah berdampak pada tidak optimalnya sistem budidaya perikanan dan bahkan sering terjadinya gagal panen akibat ikan yang dibudidayakan stres dan mati sebelum waktu panen. Permasalahan utama di sektor perikanan budidaya, yaitu sistem kontrol kualitas air sehingga menyebabkan hama dan penyakit pada air kolam budidaya.

Menurut Alamsyah et al (2014) menyatakan bahwa Salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan budidaya adalah control kualitas air karena berdasarkan studi menyebutkan bahwa sekitar 60% - 70% penyebab ikan mati pada budidaya perikanan darat dikarenakan kontrol kualitas air yang buruk sehingga masalah kualitas air dalam dunia budidaya perikanan darat merupakan masalah yang harus di beri perhatian secara khusus. Ditambah lagi 80% budidaya perikanan darat masih menggunakan cara tradisional untuk melakukan kontrol kualitas air. Berdasarkan berita oleh Trubus (2016), menginformasikan bahwa masih sering terjadinya kematian masal pada kolam pembudidaya ikan disebabkan oleh adanya penurunan kesehatan kolam yang menyebabkan ikan stres yang berujung pada kematian. Rata-rata pembudidaya Indonesia melakukan pengecekan kualitas air setelah ikan sakit atau mati, padahal apabila mereka disiplin melakukan

pengecekan kualitas air, maka 95% akan mampu mengurangi ikan stres, karena saat akan pembudidaya mengetahui jika kesehatan kolam menurun mereka mampu mengambil kebijakan dan tindakan agar air kolam budidaya sehat dan stabil kembali. Dapat ditarik kesimpulan bahwa pembudidaya Indonesia rata-rata masih malas dan meremehkan kontrol kualitas air. Padahal dengan dilakukannya kontrol dan pengecekan kualitas air maka pembudidaya bisa mengetahui kesehatan kolam. Dengan mengetahui kesehatan kolam mereka akan mampu menganalisis penyakit dan kesehatan ikan. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rozeff Pramana "Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan" memberi kesimpulan bahwa penggunaan teknologi dapat mempermudah petani ikan untuk melakukan control kualitas air, oleh karena itu berdasarkan pemaparan permasalahan dan pengujian sebelumnya kami melakukan terobosan teknologi dengan memanfaatkan perkembangan teknologi dan internet yaitu sistem monitor kualitas air pada budidaya perikanan berbasis platform Internet of Things (IoT) dan management data sistem. Sistem ini mampu memantau dan memonitoring beberapa parameter kualitas air antara lain Ph Air, Disolve Oxygen (DO), Suhu air dan Kecerahan air (Turbidity) berbasis smartphone. Prinsip kerja sistem ini adalah mining data melalui sensor yang terpasang pada kolam melalui sistem embedded. Data yang telah tersimpan pada cloud computing sistem kemudian dikirim pada smartphone sehingga dapat dipantau melalui smartphone petani ikan. Pada sistem monitoring tersebut akan dilengkapi sistem analisa kualitas air sehingga dapat digunakan sebagai referensi pada management kualitas air pada

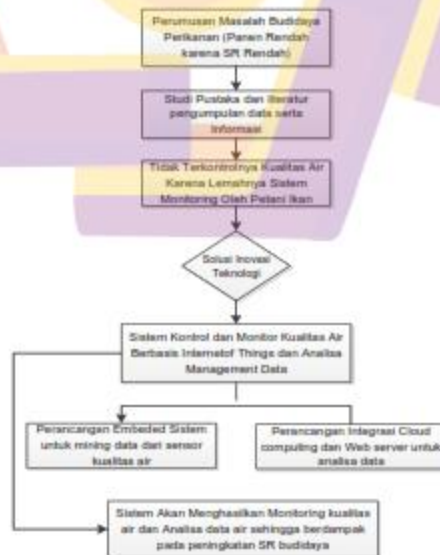


budidaya berikutnya. Sistem ini juga dilengkapi sistem alarm otomatis sehingga akan mengirimkan notifikasi ke smartphone ketika kondisi air buruk yang kemudian akan ditindaklanjuti treatment air agar kondisi air kembali stabil. Dampak dari sistem ini adalah meningkatnya survival rate (SR) hingga 30% sehingga dapat meningkatkan hasil panen petani ikan. Diharapkan sistem ini mampu memberikan kontribusi maksimal pada dunia perikanan Indonesia sehingga mampu meningkatkan sosial ekonomi masyarakat perikanan di Indonesia.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Kerangka Berpikir Sistem

Pada riset teknologi Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Perikanan Berbasis IoT dan Management Data menggunakan metodologi kualitatif dengan kerangka berpikir sebagai berikut :



## 2.2 Sistematika Perancangan

Penggunaan metode kualitatif pada sistematika perancangan sistem monitoring kualitas air pada budidaya perikanan ini terdiri dari beberapa tahapan teknik atau metode penelitian yaitu teknik pengumpulan dan jenis data masalah budidaya perikanan yang dilakukan dengan melakukan studi pustaka (library research) dan penelusuran informasi digital serta berinteraksi langsung dengan para pembudidaya perikanan di beberapa daerah, kemudian berdasarkan data yang didapatkan kemudian dilakukan analisa dengan mengkaitkan informasi dari sumber bacaan dengan topik yang diangkat.

Metode atau teknik selanjutnya adalah teknik pengolahan data Informasi dan studi pustaka sehingga dapat dijadikan analisa data untuk menghasilkan kesimpulan yang akan digunakan untuk penerapan sistem .Metode ini dilakukan dengan menggunakan beberapa sumber yang meliputi buku pendukung, makalah online dan jurnal penelitian yang dianggap relevan dengan pembahasan pada budidaya perikanan. Jenis data yang digunakan dalam penulisan ini ialah data sekunder atau data pendukung yang merupakan data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung, atau melalui media perantara. Teknik penulisan ialah deskriptif, yaitu dengan menguraikan, menjabarkan dan merangkai variabel-variabel yang diteliti menjadi sebuah pembahasannya yang runtut dan sistematis. Studi kajian deskriptif ini dilakukan dengan mengambil studi kasus terhadap permasalahan terhadap budidaya perikanan darat di Jawa Timur. Proses analisis dilakukan pada data-data yang terkumpul yang kemudian dipaparkan dalam pembahasan. Sintesis dilakukan dengan menggunakan studi silang (cross link) antara data yang

terkumpul dengan teori dan konsep yang relevan. Kemudian dapat diambil titik utama yang kemudian diolah menjadi beberapa kesimpulan. Kesimpulan tersebut diperkuat dengan hasil uji coba perancangan sistem, saran dan rekomendasi yang terkait. Hasil kesimpulan dari analisa data tersebut merupakan penerapan teknologi dan platform Internet of Things pada sistem monitoring budidaya perikanan darat. Hasil analisa sementara menyebutkan bahwa penerapan teknologi platform Internet of Things akan dapat meningkatkan efisiensi budidaya hingga 30 % sehingga akan berdampak pada peningkatan hasil panen budidaya.

### **2.3. Inovasi Teknologi Berbasis Internet of Things**

Internet of Things atau IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung dengan sensor secara terus menerus. Konsep ini mempunyai kemampuan seperti berbagi data, remote control kepada prototipe yang telah kita rancang. Komponen mikrokontroler yang telah kita rancang akan bekerja dan tersambung ke jaringan internet lokal dan global. Prototipe tersebut berupa sensor, sehingga dapat memonitoring data secara real time melalui internet lokal ataupun global [1].

### **2.4. Perancangan Embedded Sistem**

Embedded sistem merupakan sistem komputer yang dirancang khusus untuk tujuan tertentu demi meningkatkan fungsi suatu mesin. Embedded system ini didedikasikan untuk perintah spesifik, seperti rancangan desain untuk mengoptimasi mesin, pengurangan ukuran dan biaya produk, atau meningkatkan performa kerja. Pada Embedded system penelitian ini terdapat beberapa bagian

sistem pendukung untuk mengoptimalkan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) yaitu sistem mikrokontroler menggunakan arduino.

Mikrokontroler adalah perangkat yang dirancang untuk mengambil perangkat input (masukan) dari suatu alat dan mengendalikan perangkat output (keluaran) dari suatu rangkaian. Sebagian perangkat elektronik yang ada sekarang ini memiliki mikrokontroler pada bagian intinya. Mikrokontroler yang dioptimalkan untuk mengendalikan input saja atau output saja [2], sedangkan arduino adalah sebuah platform open source (sumber terbuka) yang digunakan untuk membuat proyek-proyek elektronika. Arduino terdiri dari dua bagian utama yaitu sebuah papan sirkuit fisik sering disebut juga dengan mikrokontroler dan sebuah perangkat lunak atau IDE (Integrated Development Environment) yang berjalan pada komputer [2].

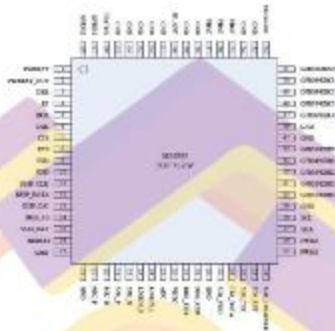
### **2.5. Pengiriman Data Pada Cloud Computing Menggunakan Modul GSM**

Pengiriman data pada perancangan sistem ini menggunakan jaringan GSM, dimana metode pengiriman adalah dengan mengintegrasikan modul GSM dengan sistem embedded sehingga dapat mengirim data dari sensor pada cloud computing yang kemudian di display pada dashboard web services.

### **2.6 Modul GSM SIM 900 A**

SIM900A adalah modul SIM yang digunakan pada penelitian ini. Modul SIM900 GSM/GPRS adalah bagian yang berfungsi untuk komunikasi antara mikrokontroler Arduino dengan Web Service. Modul komunikasi GSM/GPRS menggunakan core IC SIM900A. Modul ini mendukung komunikasi dual band pada frekuensi 900 / 1800 MHz (GSM900 dan GSM1800) sehingga fleksibel untuk digunakan bersama

kartu SIM dari berbagai operator telepon seluler di Indonesia. Operator GSM yang beroperasi di frekuensi dual band 900 MHz dan 1800 MHz sekaligus: Telkomsel, Indosat, dan XL. Operator yang hanya beroperasi pada band 1800 MHz: Axis dan Three.



**Gambar 1 Layout dan Pin-pin dari Modul SIM900**

Sumber Gambar : <http://www.open-electronics.org/>

Pada gambar 1 merupakan tampilan dari konfigurasi pin GSM SIM900. Modul ini sudah terpasang pada breakout-board (modul inti dikemas dalam SMD/ Surface Mounted Device packaging) dengan pin header standar 0,1" (2,54 mm) sehingga memudahkan penggunaan, bahkan bagi penggemar elektronika pemula sekalipun. Modul GSM SIM900 ini juga disertakan antena GSM yang kompatibel dengan produk ini

Spesifikasi modul GSM SIM900A :

1. GPRS multi-slot class 10/8, kecepatan transmisi hingga 85.6 kbps (downlink), mendukung PBCCH, PPP stack, skema penyandian CS 1,2,3,4
2. GPRS mobile station class B
3. Memenuhi standar GSM 2/2 +

4. Class 4 (2 W @ 900 MHz)
5. Class 1 (1 W @ 1800MHz)
6. SMS (Short Messaging Service): point-to-point MO & MT, SMS cell broadcast, mendukung format teks dan PDU (Protocol Data Unit)
7. Dapat digunakan untuk mengirim pesan MMS (Multimedia Messaging Service)
8. Mendukung transmisi faksimili (fax group 3 class 1)
9. Handsfree mode dengan sirkuit reduksi gema (echo suppression circuit)
10. Dimensi: 24 x 24 x 3 mm
11. Pengendalian lewat perintah AT (GSM 07.07, 07.05 & SIMCOM Enhanced AT Command Set)
12. Rentang catu daya antara 7 Volt hingga 12 Volt DC
13. SIM Application Toolkit
14. Hemat daya, hanya mengkonsumsi arus sebesar 1 mA pada moda tidur (sleep mode)
15. Rentang suhu operasional: -40 °C hingga +85 °C

## **2.7 Quality Of Services**

Quality of Service (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat pada satu servis. Pada QoS menggunakan teknik untuk mengelola throughput, delay, jitter, dan packet loss dalam jaringan. Kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan bandwidth, mengatasi jitter dan delay. Parameter QoS adalah throughput, delay, jitter, dan packet loss [6].

Parameter-parameter Quality of Service (QoS)

### **1. Throughput**

Throughput merupakan kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada destination selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

### **2. Packet Loss**

Packet Loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena collision dan congestion pada jaringan.

### **3. Delay (Latency)**

Delay (Latency) Adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari titik asal ke titik tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama.

### **4. Jitter**

Jitter diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket diakhir perjalanan jitter.

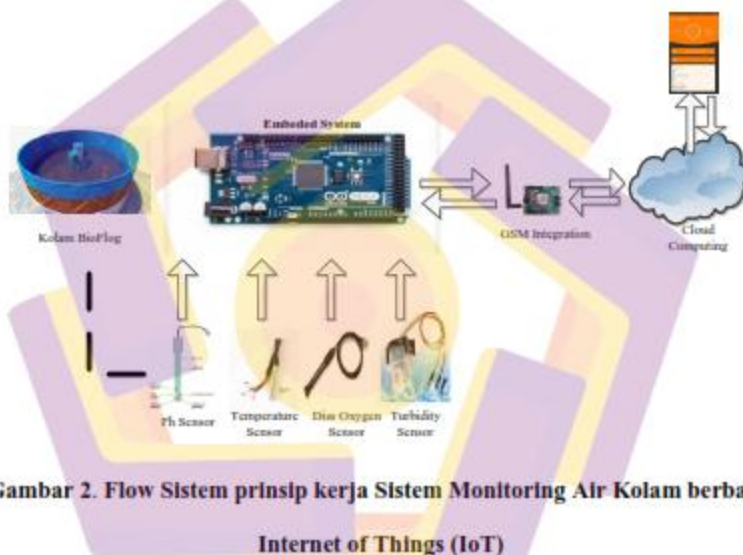
## **2.8 HTTP**

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) adalah sebuah protokol untuk me-request dan meresponse sebuah data antara client seperti web browser pada user atau pada sebuah web server di suatu jaringan. Protokol ini bekerja diatas Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP). Client pada HTTP biasanya memulai permintaan dengan membuat hubungan TCP/IP ke port tertentu yang

biasanya adalah port 80. HTTP mendefinisikan bagaimana suatu pesan dapat diformat dan dikirimkan dari client ke server atau dari server ke client. HTTP juga mengontrol sebagai mana yang harus dilakukan oleh web server dan web browser sebagai respon dari perintah protokol HTTP tersebut [8].

### 3.HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Desain Rancang Bangun keseluruhan Sistem



**Gambar 2. Flow Sistem prinsip kerja Sistem Monitoring Air Kolam berbasis Internet of Things (IoT)**

Berdasarkan Flow sistem diatas (gambar 2) pengujian akan dilakukan dengan mengambil data dari sensor parameter air (Ph, DO, Suhu, Turbidity). Data dari sensor kualitas air akan dihitung dan diolah oleh sistem mikrokontroler (Embedded System) yang kemudian akan di display melalui LCD. Data dari mikrokontroler tersebut akan ditransfer menggunakan modul GSM SIM 900 ke sistem cloud untuk diolah pada web services dan kemudian dikirim ke aplikasi android smartphone. Sistem pengolahan analisa data sensor pada sistem cloud



menggunakan konsep Quality of Services (QoS) pada protocol Http. Sistem pengujian yang dilakukan meliputi sistem pengujian embedded sistem sensor kualitas air, pengujian transfer data pada web services dan android smrtphone serta Analisa pengiriman data pada protocol Http.

### 3.2 Hasil Pengujian Embeded Sistem



**Gambar 3. Desain Hardware Embeded sistem Sistem Monitoring Kualitas air kolam berbasis Internet of Things (IoT)**

Gambar diatas merupakan hardware dari sistem embedded monitoring kualitas air. Sistem embedded tersebut merupakan suatu sistem yang terdiri dari beberapa sistem yang saling terintegrasi untuk sistem mining data sensor hingga sistem pengiriman data menuju sistem komputasi awan (cloud system). Sistem embedded tersebut antara lain terdiri dari sistem mikro kontroller, sistem kontaktor (relay system), modul GSM untuk pengiriman data serta modul sensor untuk collect data sensor.



**Gambar 4. Display Monitor sistem pengiriman data kualitas air kolam**

Gambar diatas merupakan display dari sistem monitoring kualitas air. Fitur dari sistem diatas antara lain display kondisi air baik secara dashboard di kolam maupun display pada android smartphone, memiliki antena UHF dengan frekuensi sinyal NBloT dan setting penjadwalan pemberian pakan.



**Gambar 5. Hasil Pengujian monitor kualitas air kolam pada budidaya perikanan**

Sistem monitoring kualitas air berbasis platform IoT yang kami ciptakan telah dilakukan pengujian secara langsung pada kolam budidaya bioflog pada beberapa pembudidaya ikan air tawar di area Jawa Timur. Hasil dari rata-rata pengujian sensor tersebut kami paparkan pada table 1 dibawah ini.

Tabel 1 Hasil Uji Perbandingan Pengukuran Data Sensor

No	Jenis Sensor	Nilai Pengukuran Menggunakan Embedded Sistem	Nilai Pengukuran Menggunakan Portable Sensor	Error Persen
1	Sensor Ph	7.09	7.12	0.4213%
2	Sensor Disolve Oxygen (DO)	4.45	4.58	2.8384%
3	Sensor Suhu	24.83	25.02	0.7594%
4	Sensor Turbidity	5.45	5.62	3.0249%

Pengujian monitoring kualitas air (Gambar 5) juga akan diintegrasikan menggunakan kosep platform Internet of Things (gambar 4) sehingga sistem monitoring akan dapat dijangkau menggunakan web services. Integrasi sensor kualitas air adalah dengan mengirim data dari sensor soil moisture melalui sistem mikrokontroller arduino dan ditampilkan pada sistem display LCD. Parameter keberhasilan pengujian adalah dengan cara membandingkan dengan sensor kualitas air portable dan menghitung error persennya.(Tabel 1)

### 3.3 Hasil Pengujian Web Services



**Gambar 6. Tampilan Dashboard Web Services Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam**

Gambar diatas merupakan tampilan dashboard web services pengujian sistem monitoring kualitas air berbasis platform Internet of Things (IoT). Pada display dashboard web services tersebut terdapat tampilan nilai beberapa parameter kualitas air secara realtime dengan delay waktu pengiriman sekitar 10 menit sampai dengan 12 menit.



**Gambar 7. Display Grafik Tracer dan Analisa Kualitas air kolam**

Dari hasil pengujian pengukuran kualitas air kolam menggunakan sensor beberapa sensor kualitas air (Ph, DO, Suhu, dan Turbidity) akan dilanjutkan pada pengiriman data pada web services menggunakan Modul GSM SIM 900 dan akan ditampilkan pada sistem dashboard web services. Pada percobaan ini web services yang digunakan adalah Amazon Web Services. Tampilan data pada web services berupa tampilan nilai dari beberapa kualitas air, data logger dan grafik nilai sensor.

### 3.4 Hasil Pengujian Pengiriman Data Menggunakan Web Services

Untuk memastikan apakah data telah terkirim dengan benar pada sistem web services maka dilakukan sistem pengujian pengiriman data pada protocol HTTP dengan me-request dan response data sebanyak 10 kali. Menghasilkan total sebanyak 108 paket. Parameter yang digunakan untuk menghitung delay ini adalah total waktu dibagi total paket.

<u>Measurement</u>	<u>Captured</u>	<u>Displayed</u>
Packets	108	108 (100.0%)
Time span, s	17.354	17.354
Average pps	6.7	6.7
Average packet size, B	118	118
Bytes	126548	126548 (100.0%)
Average byte/s	736	736
Average bits/s	5931	5931

**Gambar 8 Data pengujian pengiriman data pada web services menggunakan protocol Http**

Pada Gambar 8 menunjukan nilai total waktu sebesar 17,354 sec dan total paket sebanyak 108 paket yang terdapat pada summary wireshark. Perhitungan delay dalam bentuk matematis untuk percobaan tersebut ditunjukkan sebagai berikut :

$$\frac{\text{Total Waktu}}{\text{Total Paket Diterima}} = \frac{17.354}{108} = 0.160685 \text{ sec} = 160.685 \text{ ms/paket.}$$

Dengan nilai delay adalah 160.685 ms/paket maka, nilai rata – rata delay tersebut masuk dalam kategori bagus dengan melihat standar indeks dari rujukan yang digunakan.

### 3.5 Hasil Pengiriman Data Pada Android Smartphone



**Gambar 9. Gambar uji Pengiriman Data pada android Smartphone**

Pada pengujian pengiriman data melalui android Smartphone beberapa variable data yang dikirimkan antara lain data parameter kualitas air (Ph,DO,suhu dan Turbidity) dan data gambar kondisi kolam menggunakan kamera web. Gambar 8 diatas merupakan hasil capture pada aplikasi android smartphone hasil pengiriman data sensor dan data gambar kondisi kolam.

#### 4. KESIMPULAN

1. Sistem kontrol kualitas air pada budidaya perikanan darat sangat diperlukan karena merupakan faktor penting pada keberhasilan kegiatan budidaya perikanan darat.
2. Penggunaan metode Internet of Things (IoT) merupakan dapat membantu mempermudah sistem monitoring dan kontrol kualitas air sehingga berdampak pada efisiensi sistem budidaya perikanan darat.
3. Penggunaan parameter Ph, DO, suhu dan turbidity dilakukan sebagai identifikasi kadar kualitas air pada kolam budidaya sehingga dapat dijadikan acuan dan analisa pada pemberian rekomendasi manajemen kontrol kualitas air kolam.
4. Sistem monitoring kualitas air berbasis IoT untuk menghasilkan output identifikasi penyakit pada ikan sehingga bisa dilakukan preventif sedini mungkin.
5. Dampak dari monitoring dan kontrol kualitas air adalah menekan angka kematian ikan yang disebabkan oleh kualitas air yang buruk, sehingga dampak penggunaan sistem monitoring air kolam budidaya secara realtime tersebut berdampak pada peningkatan SR (Survival Rate) yang mampu meningkatkan kuantitas hasil panen.

## 5.SARAN

Hasil dari penelitian ini terdapat beberapa masukan dan saran antara lain :

- 1.Sistem ini mempunyai kelemahan pada pengaruh delay data sehingga untuk kestabilan pengiriman data diperlukan sistem jaringan yang baik.
2. Untuk kedepan diharapkan ada pengembangan agar sistem ini dilengkapi dengan sistem manajemen pakan.
3. Kualitas jaringan sangat menentukan hasil dari pengiriman data sehingga diperlukan kualitas jaringan yang baik.





### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yuda Yudhanto, S.Kom."Apa itu IoT (Internet of things)". Rumahstudio.com. Indonesia, 2007.
- [2] Pengantar Mikrokontroler & Aplikasi Pada Arduino. "Pengantar Mikrokontroler & Aplikasi Pada Arduino". Indonesia: Graha Ilmu, 2015.
- [3] Budiharto, D. W. Perancangan dan Pemrograman Hasta Karya Robot. Indonesia : Andi Publisher, 2014.
- [4] Digital Library Unikom. (n.d.). Diakses 20 Desember 2017, dari Knowledge Center : [http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/452/jbptunikomp\\_p-gdl-gelarumbar-22555-2-unikom\\_g-i.pdf](http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/452/jbptunikomp_p-gdl-gelarumbar-22555-2-unikom_g-i.pdf) [5] Storage Guidelines For Fruits & Vegetables. (2012, May 14). Diakses 20 Desember 2017, dari : <http://gardening.cce.cornell.edu/>,14 Mei 2012.
- [6] Putri Eka Pratiwi. Analisis QoS pada Jaringan Multi Protokol Label Switching (MPLS) Studi Kasus Di Pelabuhan Indonesia III Cabang Tanjung Intan Cilacap.
- [7] Agung Nugroho Adi. 2010. *Mekatronika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [8] Larore D T. 2005. *Discovering Knowledge in Data*. New Jersey. Wiley
- [9] Borglet, C. 2003, Finding Association Rules with Apriori Algorithm, <http://www.fuzzy.cs.uniagdeburg.de/~borglet/apriori.pdf>. diakses tgl 23 Februari 2007.
- [10] Allanson, B.R., Bok, A., and Van Wyk, N.I. 1971. The Influence of Exposure to Low Temperature on *Tilapia mossambica* Peters (Cichlidae). II. Changes in serum osmolarity, sodium, and chloride ion concentrations. *Journal of Fish Biology* 3:181-185.
- [11] Anonim. 2011. Materi Penyuluhan Budidaya Ikan Nila. <http://www.pusluh.kkp.go.id/index.php/arsip/file/76/ikan-nila.pdf/> (23 Mei 2012)
- [12] Anonim. 2011. Budidaya Ikan Nila. <http://canduraxsfish.webs.com/perikanan.htm> (1 September 2012)

- [13]Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Birmingham Publishing co. Birmingham, Alabama.
- [14]Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Bogor. 2010. Buku Data Perikanan Tahun 2010. Bogor.
- [15]Jeffries, M. and Mills, D. 1996. Freshwater Ecology, Principles, and Applications. John Wiley and Sons, Chichester, UK.
- [16]Lannan, J.E., Smitherman, R.O., and Tchobanoglous, G. 1983. Principles and Practices of Pond Aquaculture: A State of the Art Review. Oregon State University, Marine Science Center, Newport, Oregon.
- [17]Novotny, V. and Olem, H. 1994. Water Quality, Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. Van Nostrans Reinhold, New York.
- [18]Poernomo, H.S. dan Kusnendar, E. 2009. Nila, Andalan Produk Perikanan. [http://kkp.go.id/index.php/arsip/c/1854/nila-andalan-produk-perikanan-/\(19 September 2012\)](http://kkp.go.id/index.php/arsip/c/1854/nila-andalan-produk-perikanan-/(19%20September%202012))
- [19] Pramana R, 2018, Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan, Prosiding Sustainable, ISBN: 2615-6334, 2018