

# Peningkatan Budidaya Udang Galah Melalui Pemantauan dan Pengendalian Kualitas Air Secara Otomatis Berbasis IoT

## Improvement of Pole Shrimp Cultivation Through Water Quality Monitoring and Control Automatically Based on IoT

**Ridwan Solihin**

Politeknik Negeri Bandung/Jurusan Teknik Elektro  
Jalan Gegerkalong Hilir, Desa Ciwaruga, Bandung 40012, Kotak Pos 1234, 022-2013789 /  
Fax. 022-2013889  
ridwan.solihin@polban.ac.

**Abstrak** –Terdapat beberapa faktor yang menghambat pertumbuhan budidaya udang, salah satunya adalah penerapan teknologi yang kurang, Teknologi yang sudah ada, sistem pemantau dan pengendaliannya masih terbatas. Penulis mengusulkan sistem pemantau dan pengendalian kualitas air secara otomatis meliputi DO, suhu dan pH air dengan dengan mikrokontroler secara real time berbasis Internet of Things yang diintegrasikan dengan website dan aplikasi pada smartphone. Sistem ini juga dilengkapi dengan aerotor, pompa cairan basa, sistem pemanas dan pendingin air. Berdasarkan pengukuran dan simulasi sistem selama satu bulan dengan udang Galah, sistem dapat menjaga suhu air pada rentang 25 -27 derajat celcius, pH air 6,8 - 7,5 dan kadar Oksigen 5-7 mg/L dengan menghasilkan survival rate 90 persen pada padat tebar 20 ekor udang dengan luas media pembesaran 0,32 m2.

**Keywords:** Aktuator, Internet of Things, Kualitas Air, Sensor.

**Abstract** - There are several factors that inhibit the growth of shrimp culture, one of which is the application of lack of technology, existing technology, monitoring and control systems are still limited. The author proposes a water quality monitoring and control system that automatically includes DO, temperature and pH of the water with a micro-controller in real time based on the Internet of Things that is integrated with websites and applications on smartphones. This system is also equipped with an aerotor, an alkaline fluid pump, a heating and water cooling system. Based on system measurements and simulations for one month with giant prawns, the system can maintain water temperatures in the range of 25 -27 degrees Celsius, water pH 6.8 - 7.5 and Oxygen content of 5-7 mg / L by producing a 90 percent survival rate in solids. stock 20 shrimp with 0.32 m2 enlargement media area.

**Keywords:** Actuators, Internet of Things, Sensors, Water Quality.

### 1. Pendahuluan

Faktor utama yang menghambat pertumbuhan di sektor budidaya udang, rendahnya penerapan teknologi, pembangunan infrastruktur yang tidak merata di sentra tambak udang dan kurangnya integrasi pemroses di hilir dan petambak di hulu [1]. Menurut [2] ciri-ciri fisik lingkungan memiliki peranan penting terhadap akuakultur diantaranya kondisi cuaca, dan sifat oseanografi perairan. Keberhasilan budidaya udang sangat berkaitan erat dengan kualitas perairan

tambak, ditandai dengan salah satu hambatan dalam budidaya udang galah yaitu perawatan yang kurang maksimal serta kualitas air yang buruk [3]. Pada sistem tambak udang tradisional, petani tambak udang dalam melakukan perawatan, pemantauan dan pengendalian kualitas air tambak hanya perkiraan berdasarkan sistem yang telah dilakukan sebelumnya. Hal ini tentu sangat berisiko menyebabkan gagal panen tambak udang yang sangat merugikan.

Berdasarkan data dari Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Barat, hasil produksi salah satu udang yang memiliki komoditas yang potensial adalah udang galah. Dari Tabel 1. dapat dilihat bahwa pada beberapa daerah hasil produksi udang galah mengalami fluktuasi tiap tahunnya. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat masalah yang dialami oleh petambak udang dan produksi udang tidak dapat diprediksi. Berdasarkan permasalahan akibat perawatan serta kualitas air yang buruk yang mengakibatkan hasil produksi yang fluktuatif maka perlu dikembangkan suatu sistem tambak udang dengan pemantau dan pengendali kualitas air Untuk udang secara otomatis. Tabel.1 menunjukkan hasil produksi budidaya udang galah dari tahun 2012 hingga 2015 pada beberapa kabupaten dan kota di Jawa Barat yang menjadi data eksisting sebagai bahan evaluasi pada penelitian ini.

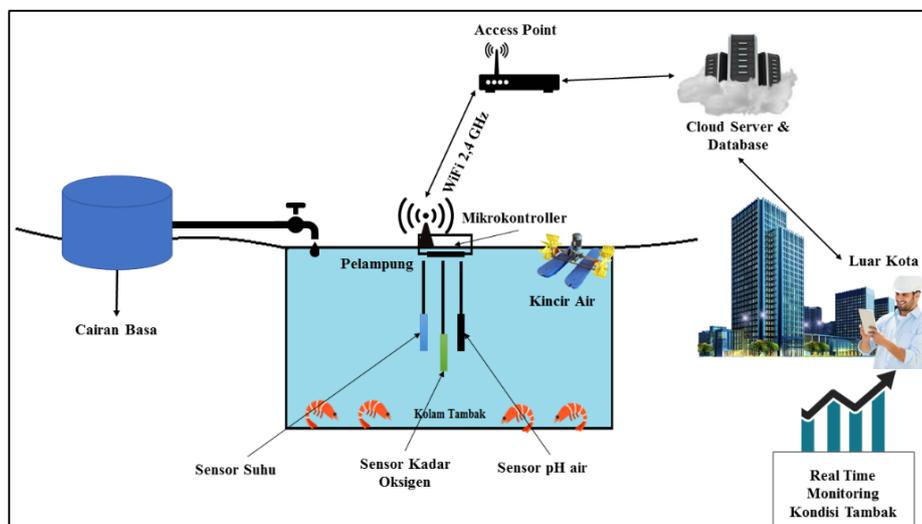
**Tabel 1. Hasil Produksi Budidaya Udang Galah Provinsi Jawa Barat**

Hasil Produksi Budidaya Udang Galah (Ton)				
Kabupaten/Kota	2012	2013	2014	2015
Kab. Sukabumi	1,37	2,93	5,46	8,61
Kab. Garut	13,33	15,29	12,54	9,42
Kab. Tasikmalaya	66,99	51,2	71,84	57
Kab. Ciamis	170,29	181,08	135,12	167,69
Kota Tasikmalaya	16,84	14,93	14,78	3,03
Kota Banjar	88,28	97,6	67,6	47,1

Pada tahun 2010 LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) mengembangkan pembuatan sistem pemantauan kualitas air secara real-time dan aplikasinya dalam pengelolaan tambak udang. Pada sistem ini, informasi parameter kualitas air disimpan pada sebuah data logger yang memiliki fitur sms gateway berbasis jaringan GSM. Parameter kualitas air yang diukur adalah *DO* (*dissolved Oxygen*) dan pH air. Informasi kualitas air ditampilkan secara on-site dan sistem akan memberikan informasi melalui Handphone apabila nilai ambang DO atau pH terlampaui. Sistem ini juga dapat menggerakkan kincir-kincir air di tambak jika nilai DO turun di bawah ambang batas [7]. Sistem ini sudah mengirimkan data secara real-time namun masih menggunakan sms-gateway sedangkan saat ini biaya pengiriman data yang murah adalah melalui koneksi internet dan menggunakan aplikasi pada smartphone. Sistem ini juga hanya memantau 2 parameter saja yaitu DO dan pH sedangkan parameter lain seperti suhu juga berpengaruh terhadap kualitas udang karena tambak udang harus memiliki suhu yang berkisar pada 25-27 Celcius yang berkaitan dengan metabolisme dan kadar oksigen terlarut [13]. Indriawati (2008) [4] mengembangkan sebuah modul kontrol kualitas air tambak yaitu salinitas, DO, suhu dan pH. Metode pengendalian yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode *fuzzy-logic controller* dan *on-off controller* yang menggerakkan aktuator pompa untuk menjaga nilai salinitas dan kincir air untuk menjaga nilai temperatur. Dengan menggunakan sistem ini, salinitas air dapat dikontrol pada 10-35 ppt dan temperatur pada 28<sup>0</sup> Celcius. Dari sisi pengendalian kualitas air, modul ini bekerja dengan baik namun sistem ini belum menggunakan sistem pemantauan secara *real-time*.

Pada tahun 2017, Iswahyudi Nur melakukan penelitian pengendalian sirkulasi dan pengukuran pH air pada tambak udang. Penelitian ini dapat melakukan sistem sirkulasi air tambak secara otomatis dengan memanfaatkan sensor pH dan kincir air [9]. Disamping penelitian yang telah dilakukan seperti yang telah dibahas diatas juga banyak peneliti yang melakukan penelitian mengenai kualitas air untuk udang dengan mengirimkan hasil pengukuran parameter air kepada pengelola tambak dengan bermacam metoda pengiriman data yang dilakukan, agar dapat dilakukan perbaikan kualitas air oleh mereka yang berada dilapangan secara manual berdasarkan informasi yang didapatkannya, seperti yang dilakukan oleh peneliti pada [5],[8],[10],[11-12].

Pada penelitian ini sistem pemantau dan pengendali kualitas air untuk udang Galah dipasang dalam sebuah akuarium berisi air tawar dengan satu penampung cairan basa sebagai prototipe tambak dan melibatkan 20 ekor udang Galah dewasa yang dipelihara selama satu bulan, cuplikan data sensor diambil dalam tiga hari, menggunakan 3 sensor yaitu sensor DO, sensor suhu, sensor pH dan juga dipasang aktuator seperti *aerotor*, pemanas, pendingin air dan pompa cairan basa Gambar 1. memperlihatkan ilustrasi sistem keseluruhan yang akan dibuat.



Gambar 1. Ilustrasi Sistem

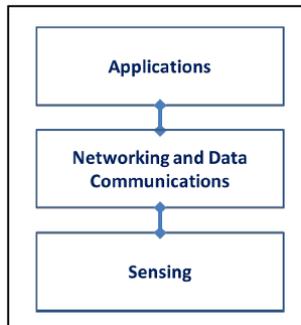
Hasil pengukuran 3 parameter tersebut digunakan untuk memperbaiki kondisi air dan dikirimkan ke alamat *webservice* di internet secara *wireless* menggunakan modul WiFi agar parameter-parameter tersebut dapat diakses melalui *website* dan aplikasi pada *smartphone* android untuk melakukan pemantauan berbentuk grafik. Sistem yang penulis usulkan dapat memberikan kemudahan akses bagi para petani tambak udang khususnya jenis udang Galah air tawar untuk melakukan pemantauan parameter kualitas air tambak udang secara *real-time*. Dengan adanya sistem pemantauan dan pengontrolan kualitas air secara otomatis, maka angka kematian dan pertumbuhan udang dapat terjaga dengan baik sehingga produktivitas budidaya tambak udang dapat mengalami peningkatan.

## 2. Metode Penelitian

Udang galah atau *Giant Freshwater Shrimp* merupakan salah satu jenis *Crustacea*, dari *Palaemonidae* dengan ukuran fisik yang besar, memiliki 2 habitat yaitu air payau (*plankton-larva* stadium 11) dan air tawar (*juvenil-dewasa*)[15]. Udang galah hidup pada perairan yang dangkal dan memiliki fase metamorfosa selama 40 hari untuk menjadi dewasa, lalu setelah dewasa dan matang kelamin yaitu pada usia 5-6 bulan udang galah kembali ke air payau untuk menetas telur[15]. Udang galah memiliki persyaratan lingkungan untuk berkembang biak dengan baik, diantaranya suhu, kadar oksigen dan pH air. Menurut Sutopo dan Mu'minah (2004)[18] untuk pertumbuhan udang galah, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) adalah lebih dari 3 ppm dengan

suhu air antara 25<sup>o</sup>C sampai 31<sup>o</sup>C. Persyaratan lingkungan lain untuk pertumbuhan udang galah adalah pH air 7 sampai 8, kecerahan air 25 sampai 45 cm, tinggi genangan 80 sampai 120 cm, karbondioksida 2 sampai 12 ppm, dan amoniak kurang dari 2 ppm [14]. Rekomendasi suhu optimal untuk udang galah adalah 25<sup>o</sup>C sampai 27<sup>o</sup>C dengan kadar oksigen terlarut 5 sampai 7 ppm dan pH air 6,8 sampai 7,5 [13].

Penerapan Internet of Things pada penelitian ini mengacu pada definisi IEEE (*Institute Electrical and Electronics Engineers*), *Internet of Things* dapat dideskripsikan sebagai sebuah sistem yang terdiri dari elemen-elemen yaitu sensor dan komponen lainnya yang terkoneksi ke jaringan internet sehingga dapat memberikan kemudahan akses darimana saja dan oleh siapa saja. Arsitektur *Internet of Things* dapat dimodelkan dengan 3 layer seperti pada Gambar 2.



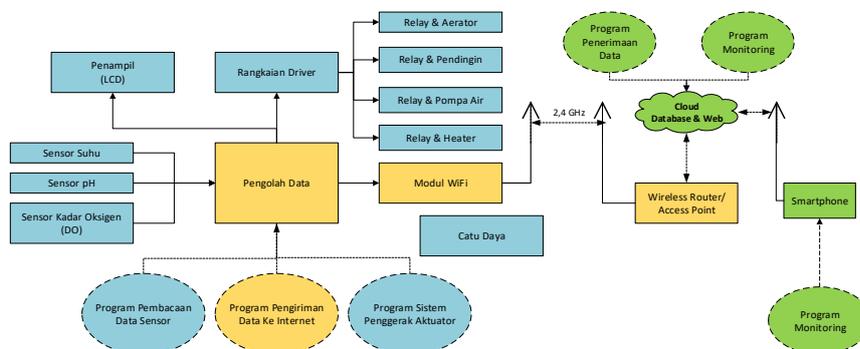
Gambar 2. Arsitektur *Internet of Things* (Sumber: Jurnal *Internet of Things* IEEE 2014)

Setiap layer pada Gambar 2. memiliki kegunaan dan peranan masing-masing yaitu sebagai berikut:

- Layer *Applications* merupakan layer teratas pada arsitektur *Internet of Things* yang berhubungan langsung dengan antarmuka pengguna.
- Layer *Networking and Data Communications* merupakan layer yang berhubungan dengan komunikasi data. Layer ini menjembatani layer *sensing* dan *application* sehingga kedua layer tersebut dapat saling berinteraksi.
- Layer *Sensing* merupakan layer pada arsitektur IoT yang berkaitan dengan pengukuran biasanya berupa sensor atau komponen elektronik lainnya.

2.1. Sistem Yang dikembangkan

Sistem yang dikembangkan pada penelitian ini dapat dibagi menjadi dua bagian, yang pertama adalah sistem pengendalian kualitas air dan yang kedua sistem pemantauan berbasis IoT. Blok diagram secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Secara Keseluruhan

Gambar 3. terdiri dari 5 bagian sub sistem yaitu sistem sensor pemantauan, subsistem

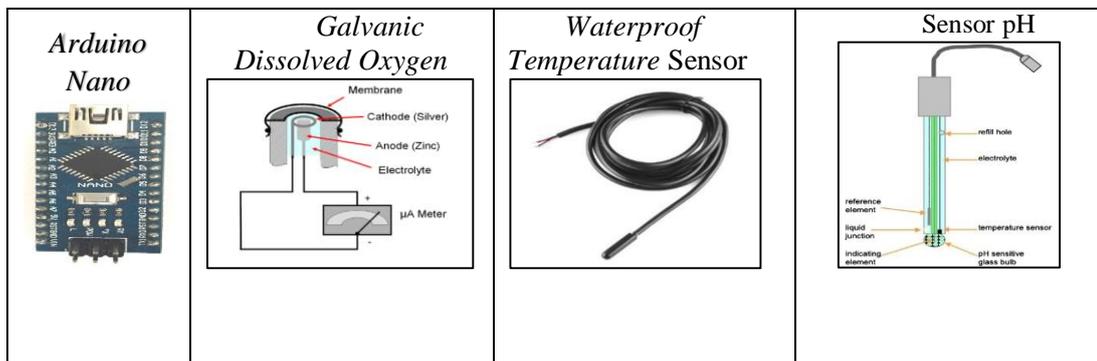
pengolah data, subsistem aktuator pengendali, sub sistem pengirim data dan *user interface*. Bagian pertama yang dikerjakan terdiri dari sistem sensor pemantauan, pengiriman data, dan sistem aktuator. Bagian sensor terdiri dari 3 sensor untuk melakukan pemantauan kualitas air yaitu sensor suhu, sensor pH dan sensor DO. Bagian ini terhubung ke bagian pengolah data (mikrokontroler) untuk mengolah data tersebut sehingga data kualitas air dapat dikirimkan ke *user interface* dan nilai dasar pengendalian (*set point*). Bagian pengiriman data merupakan bagian dari sistem untuk pengiriman data ke internet. Bagian kedua merupakan bagian pengirim data menggunakan transmisi nirkabel ke akses poin untuk *gateway* ke internet dengan menggunakan *band* frekuensi bebas 2,4 GHz. Selain pemantauan, sistem yang dirancang juga melakukan pengendalian kualitas air sehingga terdapat bagian aktuator. Bagian aktuator terdiri dari pemanas, pendingin, pompa udara, dan pompa air. Pemanas dan pendingin merupakan aktuator untuk pengendalian suhu air apabila suhu air menurun dari *set point* maka pemanas akan bekerja sedangkan apabila suhu air meningkat melebihi *set point* maka pendingin yang bekerja. Sedangkan pompa udara akan bekerja untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut apabila kurang dari nilai minimum. Pompa air, berfungsi sebagai pengendali pH apabila pH air asam.

**2.2. Spesifikasi Teknis Yang Diinginkan**

Berikut Berikut spesifikasi teknis yang diinginkan dalam sistem ini :

No.	Parameter Ukur	Spesifikasi
1	Suhu	: 25° – 30°C
2	pH	: 6,8 – 7,5
3	DO (kadar Oksigen)	: 5 – 7 mg/L
4	Jarak Akses	: 10 meter
5	Catu Daya	: 220 Volt Ac, 50 hz

Untuk merealisasikan prototipe sistem pemantau dan pengendali kualitas air untuk udang galah diperlukan beberapa komponen diantaranya dapat dilihat pada Gambar 4.

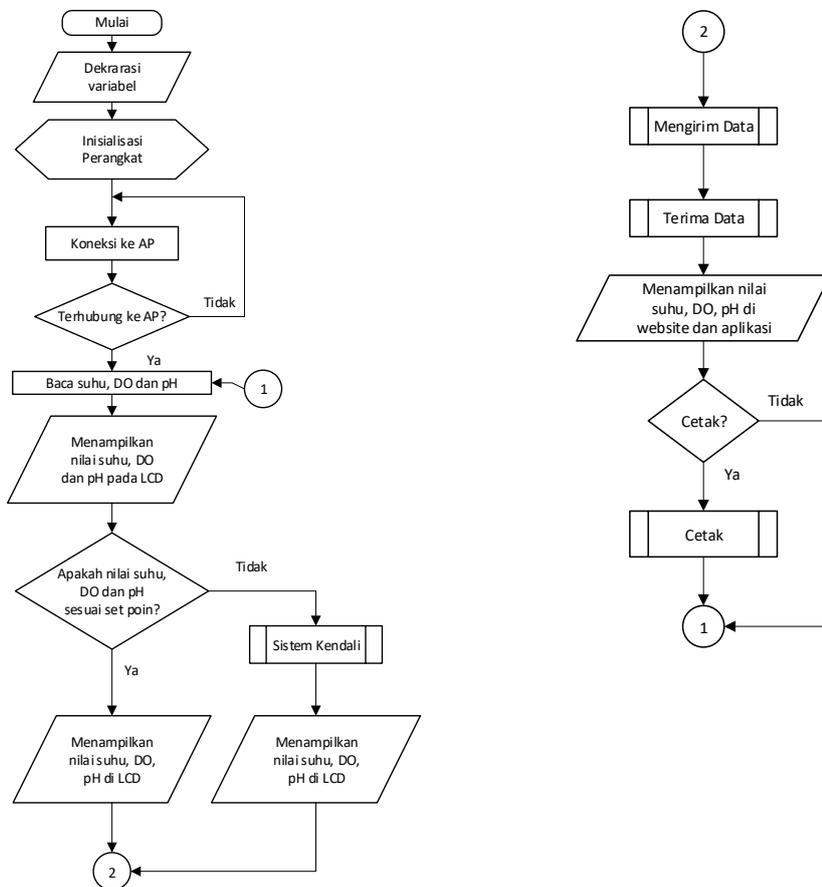


**Gambar 4. Beberapa Komponen untuk Realisasi Sistem Pemantau dan Kendali kualitas Air pada Udang Galah**

**2.3. Perancangan Perangkat Lunak**

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang diagram alir dari program yang direalisasikan pada sistem yang dirancang, sebagaimana terlihat pada Gambar 5. yang merupakan diagram alir sistem keseluruhan. Perancangan diagram ini direalisasikan, dimulai dengan deklarasi variabel penyimpanan data sensor, inisialiasi perangkat, memulai koneksi ke akses poin, Jika terkoneksi maka akan membaca data dari sensor, jika tidak kembali memulai koneksi, nilai pembacaan data diuji apakah sesuai dengan set point yang diinginkan, jika sesuai maka data ditampilkan, jika tidak

sesuai maka mengeksekusi sub-program kendali, Data sensor ditampilkan pada LCD dan *serial monitor*, data dikirimkan dengan menggunakan HTTP, data diterima, data ditampilkan pada web dan aplikasi android, pengguna dapat mencetak data atau pun tidak.



Gambar 5. Diagram Alir Sistem Keseluruhan

### 3. Realisasi Prototipe Sistem

Realisasi perangkat keras terdiri dari realisasi PCB (*Printed Circuit Board*), realisasi kemasan, realisasi prototipe.

Realisasi PCB



Gambar 6. Realisasi PCB

Realisasi Kemasan



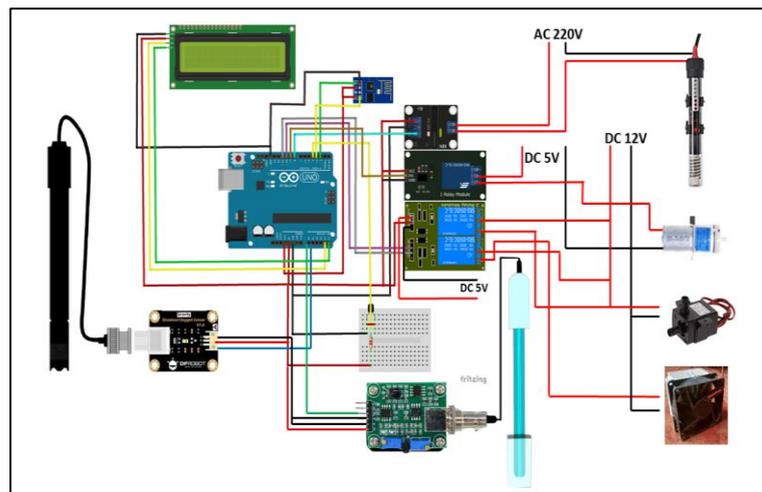
Gambar 7. Kemasan Tampak Atas dan tampak samping



Gambar 8. Integrasi Prototipe Keseluruhan

### Realisasi Wiring Diagram

Bagian realisasi ini merupakan diagram pengkabelan/*wiring* dari sistem yang dibuat.



Gambar 9. Wiring Diagram Keseluruhan

### Realisasi Perangkat Lunak

Berikut ini merupakan bagian-bagian dari program yang direalisasikan pada mikrokontroler Arduino dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE berdasarkan diagram alir yang telah dirancang.

```

SoftwareSerial Serial1(2, 3); // Pin RX, TX ESP8266
#endif
#define ONE_WIRE_BUS 4 // Pin Sensor Suhu

// Inisialisasi Instance Display
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);

//Inisialisasi Instance Sensor Suhu
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensorSuhu(oneWire);

//Inisialisasi Variabel Koneksi
char ssid[] = "Gateway_IoT"; // Nama SSID
char pass[] = "tambakudang"; // Password WiFi
int status = WL_IDLE_STATUS; // WiFi Status
char server[] = "tambakudangpolban.000webhostapp.com"; // Alamat Server
unsigned long waktuKoneksi = 0; // Counter Waktu (ms)
const unsigned long intervalKoneksi = 300000L; // Interval Waktu Pengiriman(ms)

```

Gambar 10. Program Inisialisasi Perangkat

Gambar 9. merupakan program untuk komunikasi serial antara Arduino dan modul nirkabel menggunakan pin digital yang diubah menjadi pin serial dengan menggunakan pustaka *software serial* karena pin serial Arduino digunakan untuk *debugging* program Arduino IDE. Pin 2 digunakan untuk *receive* sedangkan pin 3 digunakan untuk *transmit*. Lalu baris ke 3 merupakan program untuk menginisialisasikan pin untuk komunikasi Arduino dan sensor suhu yaitu pin 4. Lalu pada baris selanjutnya terdapat inisialisasi untuk komunikasi dengan modul I2C LCD yang memiliki alamat 0x3F beserta pin yang digunakan. Selanjutnya sensor suhu yang direalisasikan dengan menggunakan pustaka *one wire* dan *dallas temperature* dengan nama *instance* sensorSuhu. Bagian inisialisasi variabel koneksi untuk pengiriman data ke *web server*. Variabel *ssid* dan *pass* merupakan variabel yang berisi nama SSID dari akses poin yang ingin dikoneksikan

sedangkan variabel *pass* merupakan variabel yang berisi kata sandi dari akses poin. Lalu variabel *server* merupakan alamat server untuk menerima data yang dikirimkan. Pada bagian variabel koneksi juga terdapat variabel waktuKoneksi dan intervalKoneksi yang digunakan untuk pewaktu untuk pengiriman data. Nama SSID untuk koneksi internet adalah Gateway\_IoT dengan kata sandi “tambakudang” dengan interval pengiriman data 300000 ms atau selama 5 menit sebelum data selanjutnya dikirimkan ke alamat *server* tambakudangpolban.000webhostapp.com.

Bagian selanjutnya merupakan bagian komunikasi sensor dan Arduino, setelah sebelumnya telah diinisialisasikan pin untuk komunikasi pada Gambar 10. Arduino memulai komunikasi serial dengan sensor suhu dan modul nirkabel. Serial1.begin pada Gambar 11. merupakan program untuk komunikasi Arduino dengan modul nirkabel.

```
//Inisialisasi Serial untuk Sensor Suhu
sensorSuhu.begin();
// Inisialisasi Serial untuk Debugging
Serial.begin(9600);
// Inisialisasi Serial untuk ESP8266
Serial1.begin(9600);
```

**Gambar 11. Program Komunikasi Sensor mikrokontroler**

Setelah sebelumnya telah diinisialisasikan pin untuk komunikasi pada Gambar 10. Arduino memulai komunikasi serial dengan sensor suhu dan modul nirkabel. Serial1.begin pada Gambar 11. merupakan program untuk komunikasi Arduino dengan modul nirkabel. Kecepatan komunikasi serial yang dipilih 9600 bps. Kecepatan komunikasi ini harus sama antar 2 perangkat yaitu modul nirkabel dan Mikrokontroler agar komunikasi data dapat dilakukan. Setelah komunikasi antara Mikrokontroler dan modul nirkabel berhasil maka modul nirkabel dikoneksikan ke SSID yang telah didefinisikan sebagai berikut:

```
void konekWifi(){
  while ( status != WL_CONNECTED) {
    Serial.print("Menyambungkan: ");
    Serial.println(ssid);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Koneksi ke SSID:");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(ssid);
    delay(5000);
    lcd.clear();
    //Koneksi ke WPA/WPA2
    status = WiFi.begin(ssid, pass);
  }
  // Mencetak Koneksi Sukses
  Serial.println("Terhubung");
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Terhubung");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  printWifiStatus();
}
```

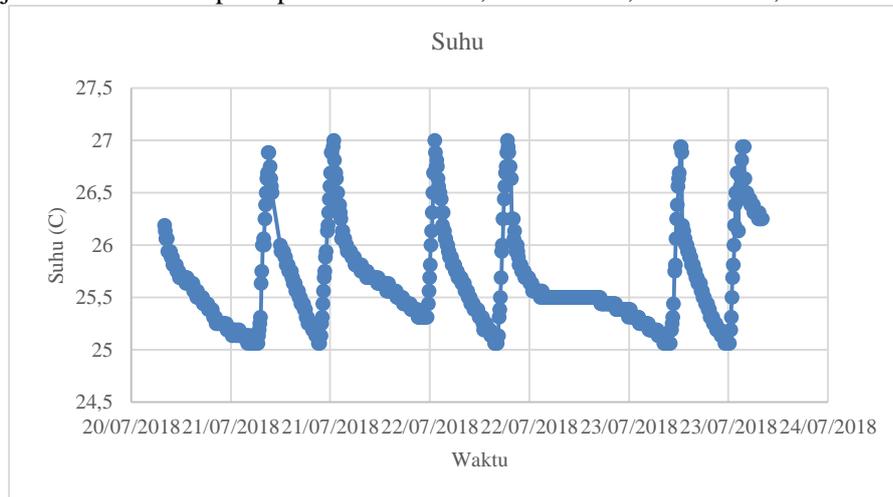
**Gambar 12. Program Koneksi WiFi**

Setelah variabel koneksi di deklarasikan seperti pada Gambar 11. langkah pertama yang dilakukan adalah mengecek ketersediaan modul nirkabel pada bagian status seperti yang ditunjukkan program pada Gambar 11. Ketika modul nirkabel telah siap maka modul nirkabel akan memulai koneksi ke SSID dan kata sandi sampai dengan mendapatkan status WL\_CONNECTED. Ketika modul telah mendapatkan status WL\_CONNECTED, maka LCD menampilkan notifikasi “Terhubung” selama 2 detik dan menampilkan status koneksi pada *serial monitor* yang terdiri dari nama SSID, dan IP Address yang diterima secara DHCP dari akses poin atau *router* nirkabel. Apabila modul telah terkoneksi maka sistem melakukan pengambilan data dengan sensor-sensor yang telah dipasang.

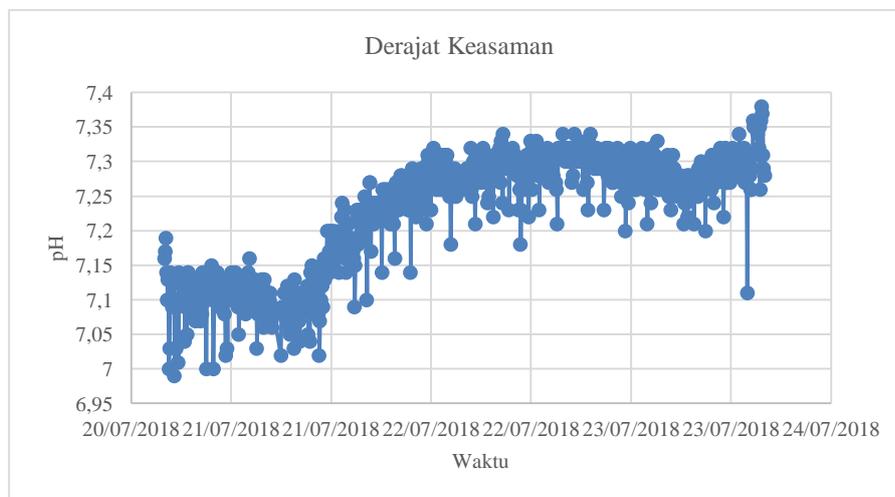
**4. Pengujian dan Hasil Pengujian**

**4.1. Pengujian prototipe sistem**

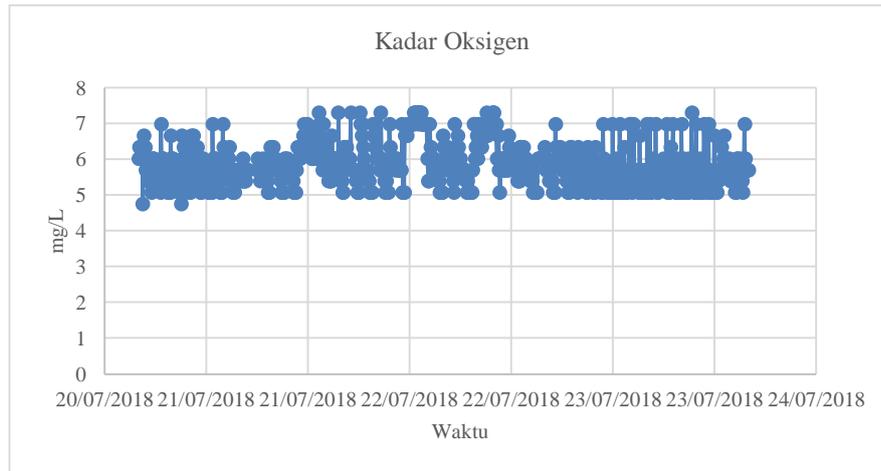
Pengujian dilakukan pada masing-masing bagian seperti sensor ,kemudian dilakukan pengujian pada sistem pembacaan dan pengiriman data serta data kualitas air yag telah ditentukan dalam perancangan awal, terutama data suhu, kadar Osigen dan pH air dalam tambak. Setelah peralatan bekerja maka udang galah dimasukan dan dipelihara selama 1 bulan, data sistem pemantau dan pengendali kualitas air untuk udang Galah di cuplik selama tiga hari diakhir bulan. Hasil pengujian kualitas air seperti pada Gambar 13.,Gambar 14.,Gambar 15., dibawah ini,



**Gambar 13. Hasil Pengujian Suhu Prototipe Tambak**



**Gambar 14. Hasil Pengujian Derajat Keasaman Prototipe Tambak**



Gambar 15. Hasil Pengujian Kadar Oksigen Prototipe Tambak

Sedangkan hasil pengujian pengiriman dan penerimaan data dapat dilihat dari hasil grafik yang berasal dari data dalam tabel, seperti pada Gambar 16.

No.	Suhu	Kadar Oksigen	Tingkat Keasaman	Tanggal dan Waktu
1.	26.69 °C	6.35 (mg/l)	7.47 pH	2018-07-15 21:15:04
2.	26.69 °C	6.66 (mg/l)	7.44 pH	2018-07-15 21:09:53
3.	26.69 °C	6.66 (mg/l)	7.46 pH	2018-07-15 21:04:40
4.	26.69 °C	6.03 (mg/l)	7.85 pH	2018-07-15 20:04:21
5.	26.75 °C	6.03 (mg/l)	7.93 pH	2018-07-15 19:48:31
6.	26.81 °C	6.03 (mg/l)	7.91 pH	2018-07-15 19:32:41
7.	26.94 °C	6.35 (mg/l)	7.88 pH	2018-07-15 19:27:28
8.	26.75 °C	6.35 (mg/l)	7.83 pH	2018-07-15 19:22:16
9.	26.56 °C	6.35 (mg/l)	7.93 pH	2018-07-15 19:17:05
10.	26.38 °C	6.66 (mg/l)	7.89 pH	2018-07-15 18:45:08

Showing 1 to 10 of 382 entries

Gambar 16 Data dalam Tabel

#### 4.2. Analisa Hasil Pengujian

Prototipe sistem pemantauan dan pengendalian otomatis yang telah direalisasikan, diimplementasikan dengan melibatkan objek penelitian udang galah selama satu bulan. Udang galah yang diamati berjumlah 20 ekor udang dan pengamatan sistem selama 72 jam dari hari Jumat, 20 Juli 2018 Pukul 16.00 WIB sampai dengan Senin 23 Juli 2018 Pukul 16.00 WIB. Pada jangka waktu pengujian tersebut, parameter kualitas air dipantau melalui alamat *website* yang telah direalisasikan dan melihat perilaku udang galah selama sistem prototipe dipasang sehingga dapat melihat pengaruh sistem terhadap jumlah kematian udang selama pembesaran dilakukan.

Pengujian suhu pada prototipe tambak, Gambar IV.6 dapat dilihat bahwa pengujian sistem secara keseluruhan dapat menjaga nilai suhu prototipe tambak pada rentang 25<sup>0</sup>C sampai dengan 27<sup>0</sup>C. Untuk parameter derajat keasaman atau pH, berdasarkan hasil pengendalian derajat keasaman pada Gambar IV.9, dengan kendali *on-off* histerisis didapatkan rentang pH 6,99 sampai dengan 7,37. Rentang pH ini sesuai dengan kadar keasaman untuk udang galah pada pH 6,8 sampai dengan 7,5. Pada percobaan kendali ini hal yang mempengaruhi derajat keasaman mengalami kenaikan karena pemberian udara dari aerator untuk menaikkan kadar oksigen ketika kadar oksigen turun mempengaruhi nilai yang pH yang memiliki karakteristik yang meningkat apabila kadar karbon dalam air menurun.

Hasil pengujian kadar prototipe tambak pada Gambar IV.12 menunjukkan bahwa kadar oksigen dapat dipertahankan pada rentang 5 mg/L sampai dengan 7mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kendali kadar oksigen telah bekerja dengan baik. Pada beberapa waktu terdapat

hasil kadar oksigen sampai dengan 7,3 mg/L dan 4,76 mg/L yang disebabkan oleh waktu deteksi perubahan kadar oksigen pada air. Meskipun sensor telah memberikan umpan balik kepada kontroler untuk menonaktifkan pompa udara, kadar oksigen masih menyebar. Namun meskipun kadar oksigen berlebih tidak akan menjadi permasalahan pada udang dan dibutuhkan kadar oksigen tinggi apabila padat tebar juga tinggi.

Hasil uji coba sistem yang melibatkan udang galah berjumlah 20 ekor pada media pembesaran, didapatkan hasil dengan mengatur parameter suhu, kadar oksigen dan pH air yang optimal pada media pembesaran dengan luas 0,32 m<sup>2</sup> didapatkan hasil kematian 2 ekor udang dari 20 ekor udang yang ditebar pada media pembesaran. Sedangkan hasil pada media pembesaran tanpa menggunakan sistem pemantauan dan sistem kendali terhadap kualitas air terdapat 6 ekor udang yang mati dari 20 ekor udang yang ditebar pada media pembesaran dengan luas yang sama. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan sistem pemantauan dan kendali otomatis terhadap kualitas air dapat mengurangi jumlah kematian udang galah.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian dan analisa yang sudah dilakukan pada sistem pemantauan dan pengendalian kualitas air untuk udang Galah berbasis IoT maka dapat diambil kesimpulan, prototipe sistem pemantauan suhu, kadar oksigen dan pH air telah berhasil direalisasikan dengan waktu pembaharuan data rata-rata setiap 310 detik dan sistem kendali dengan metode *on-off* mampu menjaga nilai suhu untuk budidaya udang galah yaitu pada rentang 25<sup>o</sup>C sampai dengan 27<sup>o</sup>C, pH 7 sampai dengan 7,5 dan kadar oksigen 5 mg/L sampai dengan 7 mg/L, dan menghasilkan *survival rate* udang galah 90% dengan padat tebar 20 ekor udang pada 0,32 m<sup>3</sup>

## Ucapan Terimakasih

Kami menghaturkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Bandung, karena penelitian ini telah didanai oleh: DIPA Politeknik Negeri Bandung, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Mandiri Nomor 473.38/PL1.R7/LT/2019,

## Referensi

- [1] Munady, "Potensi Industri Udang Hadapi Tiga Masalah Besar," *Online*. [Online]. Available: <http://www.pikiranrakyat.com/ekonomi/2015/10/22/347016/potensi-industri-udang-hadapi-tiga-masalah-besar>.
- [2] M. Fatuchri, S. Direktur, J. P. Budidaya, D. Kelautan, and D. Perikanan, "PENINGKATAN TEKNOLOGI BUDIDAYA PERIKANAN (The improvement of fish culture technology)," *J. ikhtologi Indonesia.*, vol. 2, no. 2, pp. 61–66, 2002.
- [3] Anonim, "6 Langkah Membangun Bisnis Budidaya Udang Galah," *Online*, 2017. [Online]. Available: <http://www.infoagribisnis.com/2017/10/budidaya-udang-galah/>.
- [4] K. Indriawati, "Pembuatan Modul Kontrol Kualitas Air Tambak Udang Sebagai Sarana Pembelajaran Perbaikan Teknik Budidaya Udang," pp. 70–89, 2008.
- [5] Y. M. Sambora, "Pemantauan Kualitas Air Pada Budidaya Udang Berbasis Atmega328 Yang Terkonfigurasi Bluetooth Hc-05," no. 13507134029, 2016.
- [6] N. Umar and M. Ahyar, "Implementasi Sistem Pakar pada Distributed Sensor Network Untuk Pemantauan Suhu, Keasaman dan Salinitas pada Budidaya Udang Windu," pp. 53–60, 2012.
- [7] G. Wiranto and I. D. P. Hermida, "Pembuatan Sistem Pemantauan Kualitas Air Secara Real Time Dan Aplikasinya Dalam," *Tekno. Indones.*, vol. 33, no. 2, pp. 107–113, 2010.
- [8] E. D. Agustiniingsih, "Perancangan Perangkat Pemantauan Kualitas Air Pada Kolam Budidaya," pp. 1–15, 2010.
- [9] I. Nur, "Pengendalian Sirkulasi Dan Pengukuran Ph Air," 2017.
- [10] A. Giyanto, "BlumbangReksa, Detektor Air Peningkat Produktivitas Tambak Udang Vaname," 2015. [Online]. Available: <http://jogjadaily.com/2015/05/blumbangreksa-detektor-air-peningkat-produktivitas-tambak-udang-vaname/>.
- [11] Y. Y. Maulana, G. Wiranto, and D. Kurniawan, "Online Pemantauan Kualitas Air pada Budidaya

- Udang Berbasis WSN dan IoT Online Water Quality Pemantauan In Shrimp Aquaculture Based On WSN and IoT,” *Inkom*, vol. 10, no. 2, pp. 81–86, 2016.
- [12] P. Kusriani, G. Wiranto, I. Syamsu, and L. Hasanah, “Sistem Pemantauan Online Kualitas Air Akuakultur untuk Tambak Udang Menggunakan Aplikasi Berbasis Android,” *J. Elektron. dan Telekomun.*, vol. 16, no. 2, p. 25, 2016.
- [13] H. Muttaqien, *Peluang Usaha Budidaya Udang Galah*. Bandung: Penerbit Titian Ilmu, 2009.
- [14] D. Kredit and B. P. R. Umkm, “( Pola Pembiayaan Syariah ) BANK INDONESIA,” no. 21, 2014.
- [15] B. A. Murtijo, *Budidaya Udang Galah : Sistem Monokultur*. Yogyakarta: Karnisius, 1992.
- [16] A. Bhatnagar and P. Devi, “Water quality guidelines for the management of pond fish culture,” *Int. J. Environ. Sci.*, vol. 3, no. 6, pp. 1980–2009, 2013.
- [17] C. E. Boyd, *Water Quality for Pond Aquaculture*. Alabama: Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, 1998.
- [18] M. H, Sutopo, and S, *Budidaya Udang Galah*. Sukabumi: Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT), 2004.