

Pembuatan Sistem Monitoring Temperatur, pH dan Salinitas Tambak Ikan Secara Nirkabel

Arfan Eko Fahrudin, Said Ja'far Shadiq, Ade Agung Harnawan

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

Email korespondensi : arfan_eko@ulm.ac.id

Submitted 10 Desember 2018, accepted 21 Februari 2019

ABSTRACT– The quality of water hold on important rule in the field of fisheries, especially in cultivation activities. Parameters of water quality are often observed such as temperature, pH, salinity, and others. The influence of water quality on cultivation activity is very important therefore supervision of water quality parameters is absolute done by cultivators. This research had created the quality of water monitoring system in fishponds wirelessly. The system consist of the transmitter that integrated with LM35 sensor, pH meter kit sensor and conductivity sensor as measurer of water quality, and the receiver receive datum transmitted wirelessly with nRF24L01 module a long 5 meters distance from transmitter. The receiver equipped with an interface with PC which can save data measurement automatically to Microsoft Excel. The results of the validation of the measurement instrument obtained average of error relative to measurement were 0.01 °C for temperature, 0.005 for pH and 0.008 ppt for salinity. In summary, the measurement of water quality in surface water fishponds of temperature is 29°C until 38°C, pH is 8,6 until 11,9 and salinity is 12 until 21 ppt.

KEYWORD : pH, receiver, salinity, temperature, transmitter, wireles.

I. PENDAHULUAN

Budidaya tambak merupakan suatu kegiatan membesarkan ikan/udang dalam suatu kolam. Agar memperoleh hasil yang optimum maka perlu disiapkan suatu kondisi lingkungan tertentu yang sesuai dengan kehidupan budidaya. Faktor utama yang sangat menentukan produktivitas tambak adalah air dalam petakan tambak, yang merupakan media tumbuh bagi ikan/udang yang dipelihara. Untuk tambak-tambak tradisional, usaha terpenting untuk menaikkan produktivitas tambak adalah dengan menyediakan air di kolam tambak dengan kualitas air yang baik (Orfa *et, al* 2015). Kualitas air memegang peranan penting dalam bidang perikanan terutama untuk kegiatan budidaya (Imam, 2010).

Beberapa sifat fisika-kimia yang harus di ketahui untuk mendukung pertumbuhan biota budidaya, yaitu temperatur, salinitas dan pH air. Ketiga indikator kualitas air tersebut paling umum diukur untuk mengetahui layak tidaknya kualitas air di suatu perairan (Kordi,

2008). Mengingat pentingnya kualitas air yang berdampak pada keberhasilan budidaya perikanan serta pentingnya pengawasan secara kontinyu, maka perlu adanya sistem monitoring kualitas air pada tambak ikan. Monitoring kualitas air secara tradisional mempunyai beberapa kelemahan, diantaranya pengambilan data yang menyita waktu, data tidak lengkap dan tidak *real time* yang mencerminkan perubahan dinamis pada lingkungan air (Jinfeng & Shun, 2015).

Penelitian tentang pengukuran kualitas air yang pernah dilakukan diantaranya oleh Shidiq and Rahardjo (2008), melakukan penelitian tentang pengukuran temperatur dan pH air tambak terintegrasi dengan data logger. Dalam penelitian lainnya, Sambora (2016) melakukan penelitian tentang monitoring kualitas air pada budidaya udang berbasis ATmega328 yang terkonfigurasi *bluetooth* HC-05. Sensor yang digunakan adalah sensor salinitas dan sensor temperatur DS18B20. Sedangkan Rajani (2015) melakukan

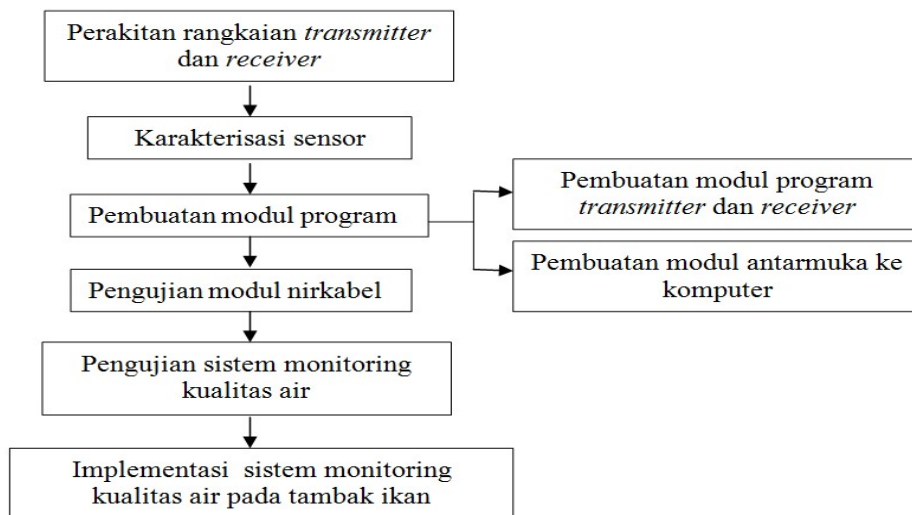
penelitian tentang membuat sistem monitoring pH dan temperatur kolam ikan secara nirkabel dengan modul XBee Pro. Sementara itu penelitian lain tentang monitoring kualitas air yang menggunakan XBee dilakukan oleh Kumar *et, al* (2014). Dalam penelitiannya, Kumar *et, al* (2014) membuat sistem monitoring kualitas air dengan jaringan sensor berbasis modul XBee dengan sensor yang digunakan berupa pH, turbidity dan kadar dissolved oxygen (DO).

Pada penelitian ini akan dibuat sistem monitoring pH, temperatur dan salinitas permukaan air tambak menggunakan sensor pH meter kit, LM35 dan sensor konduktivitas secara nirkabel menggunakan nRF24L01 yang

diintegrasikan dengan modul Arduino Uno. Sistem monitoring kualitas air ini akan menggunakan motor servo sebagai alat bantu untuk menaik-turunkan sensor dalam pengambilan data. Data kualitas air akan ditampilkan di komputer dengan menggunakan modul program Delphi 7.0 dan hasil pengukuran akan disimpan dalam bentuk *xlsx.

II. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan untuk merealisasikan sistem ini ditunjukkan pada Gambar 1.

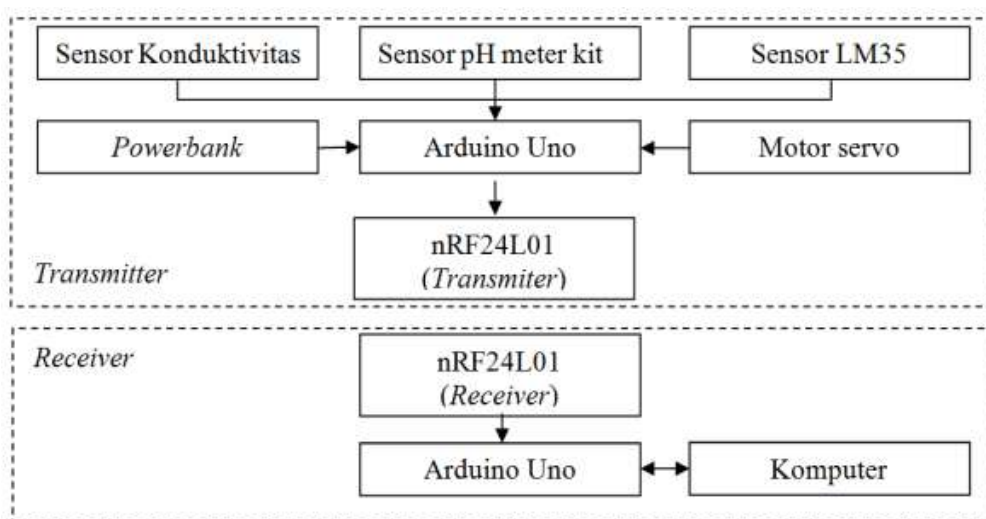


Gambar 1 Tahapan penelitian

2.1 Pembuatan Perangkat Keras Transmitter dan Receiver

Perangkat keras yang dibuat terdiri dari

2 bagian yaitu bagian transmitter dan bagian receiver. Diagram blok dari masing-masing bagian ditunjukkan pada Gambar 2.

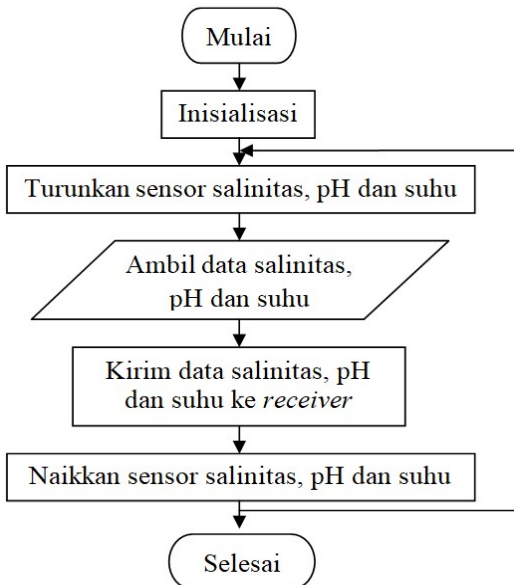


Gambar 2 Blok diagram sistem yang dibuat

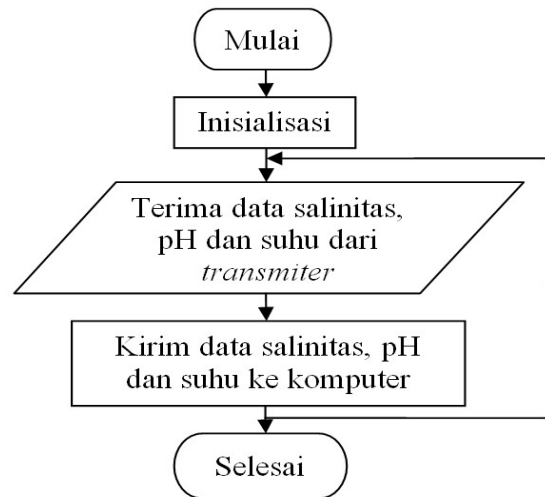
hingga homogen. Selanjutnya mencelupkan sensor konduktivitas dalam larutan dan kemudian dicatat tegangan keluaran sensor. Prosedur diatas diulang dengan penambahan garam hingga 3,5 gr/garam tiap kenaikan 0,1 gr. Dari proses diatas diperoleh grafik karakterisasi tegangan terhadap salinitas.

2.3 Pembuatan Modul Program Transmitter dan Receiver

Modul program untuk mikrokontroller di bagian transmitter dan receiver dibuat dengan software ArduinoUNO IDE. Pada bagian transmitterkeluaran dari sensor yang berupa tegangan yang diubah menjadi nilai pH, temperatur dan salinitas oleh mikrokontroler Arduino Uno. Nilai tersebut akan dikirim dari transmitter ke receiver oleh modul nirkabel nRF24L01. Flowchart modul program bagian transmitter ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Flowchart bagian transmitter

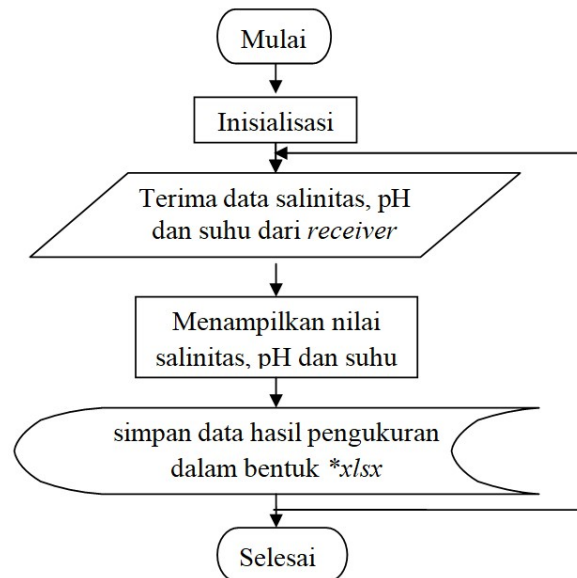


Gambar 6 Flowchart bagian receiver

Pada bagian receiver dilakukan proses penerimaan dan pengiriman data salinitas, pH dan temperatur ke komputer. Alur program untuk bagian receiver ditunjukkan pada Gambar 6.

2.4 Pembuatan Modul Program Antarmuka Komputer

Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat program antar muka adalah Delphi 7.0. Modul Program yang dibuat digunakan untuk menampilkan dan mencatat hasil pengukuran salinitas, pH dan temperatur pada tambak. Hasil pengukuran salinitas, pH, temperatur dan waktu pengukuran pada tambak dapat disimpan didalam data MicrosoftExcel. Flowchart modul program antar muka untuk komputer ditunjukkan pada Gambar 7.



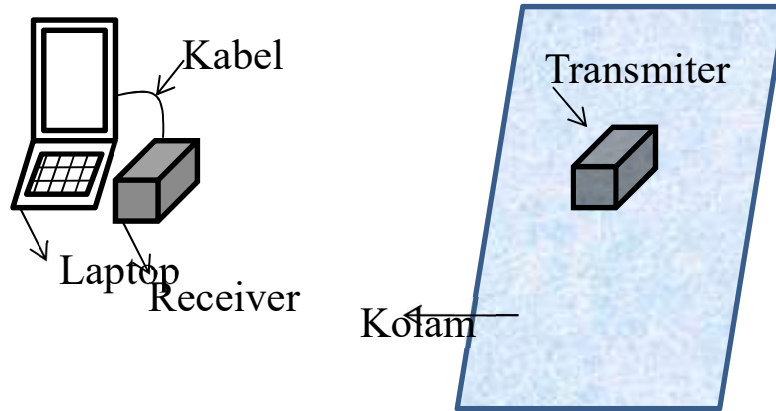
Gambar 7 Flowchart modul program antarmuka komputer

2.5 Validasi Sistem Monitoring Kualitas Air yang telah dibuat

Validasi sistem monitoring kualitas air dilakukan untuk dengan mengkalibrasi sistem yang dibuat dengan cara membandingkan data hasil pengukuran menggunakan alat ukur pembanding (alat ukur suhu) serta dengan larutan standar (larutan dengan pH dan salinitas tertentu) dengan data hasil pengukuran sistem monitoring yang telah dibuat. Hasil validasi sistem yang dibuat berupa nilai standar deviasi masing-masing alat ukur temperatur, pH dan salinitas.

2.6 Pengujian Sistem Monitoring pada Tambak Ikan

Pengujian sistem monitoring salinitas, pH dan temperatur pada tambak akan dibuat seperti Gambar 8. Proses monitoring dilakukan dipermukaan air, dengan posisi *transmitter* diletakkan ditengah. *Transmitter* diletakan dengan jarak 6 meter dari *receiver*. Peletakan sensor ditengah tambak untuk mewakili nilai salinitas, pH dan temperatur pada tambak, karena sifat pengukuran masih *single point*. Pengukuran pada tambak dilakukan selama 6 jam dalam 2 hari.



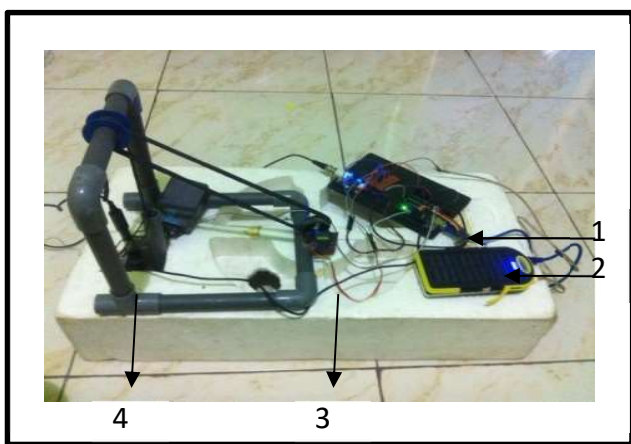
Gambar 8 Sistem pengukuran kualitas air pada tambak

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

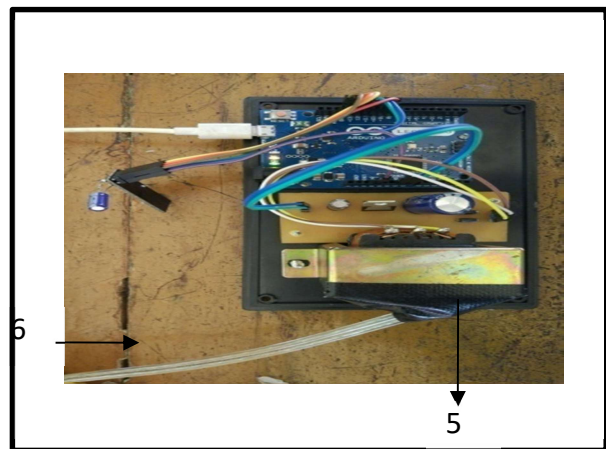
3.1 Hasil Pembuatan Perangkat Keras Transmitter dan Receiver

Realisasi rangkaian *transmitter* dan *receiver* seperti diperlihatkan pada Gambar 9. Gambar 9a merupakan gambar bagian *transmitter* yang

terdiri dari bagian mekanik sebagai tempat untuk menaik turunkan sensor pH dan konduktivitas, modul arduino, sensor temperatur dan modul nRF24I01. Sedangkan untuk bagian *receiver* terdiri dari modul arduino dan modul nRF24I01 ditunjukkan pada Gambar 9.



(a)



(b)

Gambar 9 (a). Rangkaian *transmitter* dan (b). rangkaian *receiver*

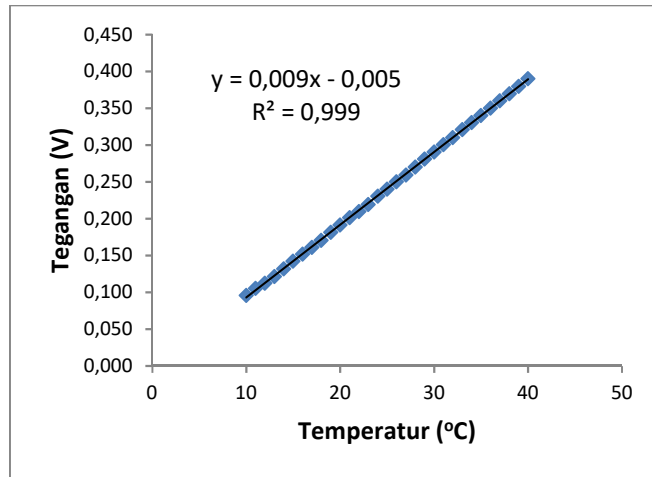
Keterangan Gambar :

1. Modul arduino Uno, 2. nRF24I01, 3. Motor servo, 4. Sensor
5. Modul arduino Uno, dan 6. nRF24I01

3.2 Hasil Karakterisasi Sensor

Hasil karakterisasi sensor temperatur ditunjukkan pada Gambar 10. Dari grafik pada Gambar 10 diperlihatkan bahwa sensor LM35 mempunyai karakteristik yang linier dengan nilai

R² sebesar 0,999. Persamaan karakterisasi sensor temperatur tersebut kemudian digunakan sebagai persamaan yang dimasukkan ke dalam modul program mikrokontroler dengan terlebih dahulu merubah Persamaan 1 menjadi Persamaan 2.



Gambar 10 Grafik Karakterisasi Sensor Temperatur

Berdasarkan grafik pada Gambar 10 diperoleh persamaan karakterisasi seperti ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$y = 0,009x - 0,005 \tag{1}$$

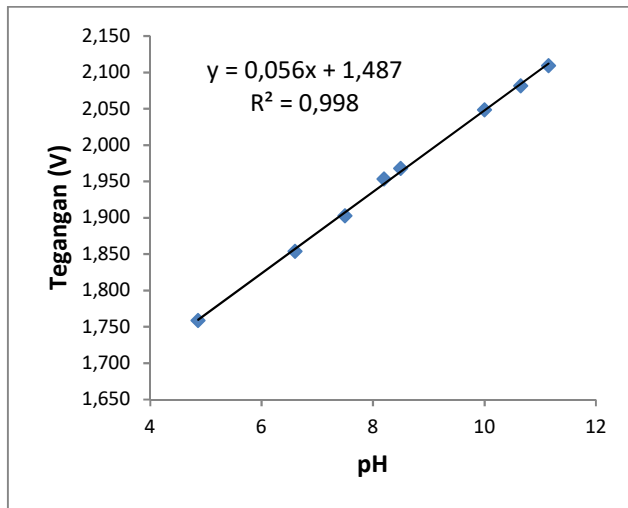
Persamaan (1) diubah menjadi,

$$x = \frac{(y + 0,005)}{0,009} \tag{2}$$

Dimana :

x = Temperatur (°C)

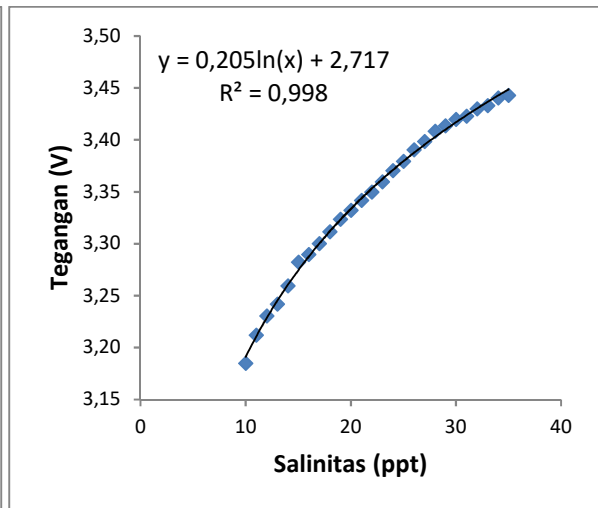
y = Tegangan luaran temperature



Gambar 11 Grafik Karakterisasi Sensor pH

Hasil karakterisasi sensor pH seperti ditunjukkan pada Gambar 11. Hasil persamaan karakteristik sensor menunjukkan bahwa hubungan antara pH dan tegangan luaran sensor pH bersifat linier dengan persamaan regresi:

$$y = 0,056x + 1,487 \tag{3}$$



Gambar 12 Grafik Karakterisasi Sensor Salinitas

Karakteristik sensor salinitas ditunjukkan pada Gambar 12, dimana hubungan salinitas dan tegangan luaran sensor berbentuk kurva logaritmik, dengan persamaan karakteristik sensor dinyatakan dengan persamaan :

$$y = 0,205\ln(x) + 2,717 \tag{4}$$

3.2 Hasil Pembuatan Modul Program sistem telemetri dan Antarmuka Komputer

Program akuisisi yang dibuat pada bagian transmitter maupun receiver, telah dapat bekerja dengan benar, dimana system di bagian transmitter mampu mengirim data temperatur, pH dan

salinitas serta mengatur motor servo sebagai pengatur naik turunnya sensor pH dan salinitas kedalam air. Pada bagian receiver, data yang dikirim bagian transmitter ditampilkan pada komputer, dengan antar muka program seperti ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13 Tampilan modul program komputer

3.4 Hasil Validasi Sistem Monitoring Kualitas Air yang telah dibuat

Hasil validasi alat ukur temperatur yang dibuat ditunjukkan pada Tabel 1. Validasi dilakukan pada suhu 10 °C hingga 40 °C tiap kenaikan 2 °C. Rata-rata error relatif dari validasi pengukur temperatur yang dibuat adalah sebesar 0,01 °C.

Tabel 1 Validasi Pengukur Temperatur

| Termometer Digital(°C) | Alat ukur temperatur yang dibuat (°C) | | | | | Error relatif |
|------------------------|---------------------------------------|----|----|----|----|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 10,0 | 10 | 9 | 10 | 10 | 10 | 0,02 |
| 12,0 | 12 | 12 | 11 | 12 | 12 | 0,02 |
| 14,0 | 14 | 13 | 15 | 13 | 14 | 0,01 |
| 16,0 | 16 | 16 | 17 | 16 | 17 | 0,02 |
| 18,0 | 18 | 17 | 18 | 18 | 18 | 0,01 |
| 20,0 | 20 | 20 | 19 | 20 | 19 | 0,02 |
| 22,0 | 22 | 23 | 21 | 23 | 22 | 0,01 |
| 24,0 | 24 | 24 | 23 | 25 | 24 | 0,00 |
| 26,0 | 26 | 26 | 27 | 26 | 26 | 0,01 |
| 28,0 | 28 | 28 | 28 | 27 | 27 | 0,01 |
| 30,0 | 30 | 30 | 30 | 31 | 31 | 0,01 |
| 32,0 | 32 | 32 | 31 | 32 | 32 | 0,01 |
| 34,0 | 34 | 33 | 34 | 33 | 34 | 0,01 |
| 36,0 | 36 | 35 | 37 | 37 | 36 | 0,01 |

| | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|----|------|
| 38,0 | 38 | 39 | 38 | 39 | 38 | 0,01 |
| 40,0 | 40 | 40 | 41 | 39 | 40 | 0,00 |
| Error relatif rata-rata | | | | | | 0,01 |

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa rata-rata error relatif pada rentang pengukuran pH 4,9 – 11,2 sebesar 0,005. Sedangkan untuk hasil validasi sistem pengukur salinitas yang dibuat diperoleh rata-rata error relatif pengukuran sebesar 0,008 ppt.

Tabel 2 Validasi Pengukur pH

| Larutan pH | Alat ukur pH yang dibuat | | | | | Error relatif |
|-------------------------|--------------------------|------|------|------|------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 4,9 | 4,8 | 4,9 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 0,02 |
| 6,6 | 6,6 | 6,6 | 6,5 | 6,6 | 6,6 | 0,00 |
| 7,5 | 7,5 | 7,4 | 7,6 | 7,5 | 7,4 | 0,00 |
| 8,2 | 8,3 | 8,2 | 8,1 | 8,2 | 8,3 | 0,00 |
| 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,6 | 8,5 | 8,5 | 0,00 |
| 10,0 | 10,0 | 9,9 | 10,1 | 10,0 | 9,9 | 0,00 |
| 10,7 | 10,7 | 10,6 | 10,5 | 10,6 | 10,7 | 0,01 |
| 11,2 | 11,1 | 11,0 | 11,2 | 11,2 | 11,1 | 0,01 |
| Error relatif rata-rata | | | | | | 0,005 |

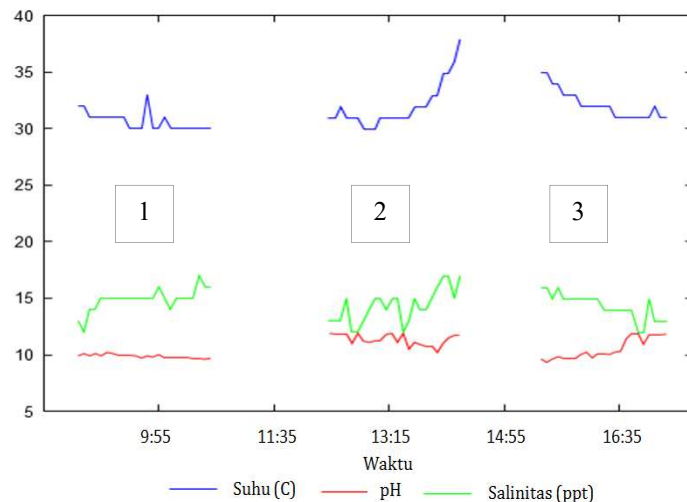
Tabel 3 Validasi Pengukur Salinitas

| Larutan Salinitas | Alat ukur salinitas yang dibuat (ppt) | | | | | Error relatif |
|-------------------------|---------------------------------------|----|----|----|----|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0,00 |
| 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 0,00 |
| 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 20 | 0,02 |
| 25 | 25 | 25 | 25 | 24 | 24 | 0,02 |
| 30 | 29 | 30 | 31 | 31 | 30 | 0,01 |
| 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 0,00 |
| Error relatif rata-rata | | | | | | 0,008 |

3.3 Hasil Pengujian Sistem Monitoring pada Tambak Ikan

Pengujian dilakukan ditambak ikan bandeng di Desa Lupak Dalam pada tanggal 6 dan 7 Oktober 2017 di tiga waktu yaitu pagi pada jam 8 – 10, siang pada jam 12 – 14 dan sore pada jam 15 – 17. Pengiriman data dari sistem pengukuran dilakukan selama 2 jam dan data pengukuran dikirim setiap 5 menit sekali. Jarak antar *transmitter* dan *receiver* ialah 6 meter.

Data pengukuran pada pagi hari pertama diambil mulai dari jam 08:46 WITA



Gambar 14 Grafik Pengukuran pada Tanggal 6 Oktober 2017

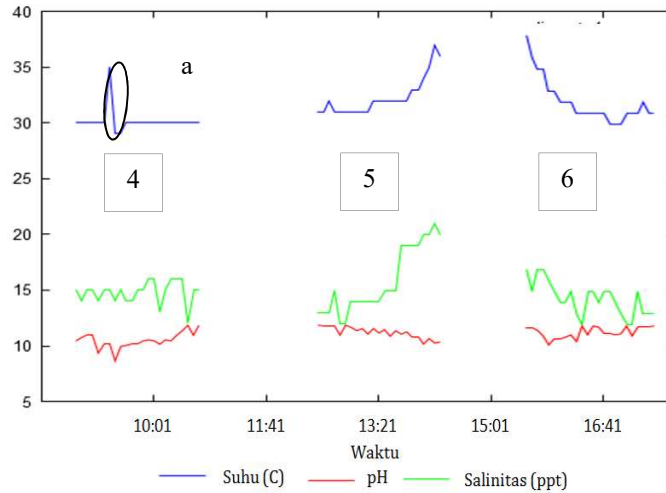
Data pengukuran pada pagi hari kedua diambil mulai dari jam 08:40 WITA hingga 10:35 WITA pada saat cuaca berawan dan siang hari mulai diambil pada jam 12:06 WITA hingga 14:01 WITA pada keadaan cuaca yang cukup panas serta sore hari dimulai dari jam 15:15 WITA hingga jam 17:10 WITA. Terlihat pada Gambar 16.a temperatur permukaan air mengalami perubahan cukup besar ini mungkin dikarenakan adanya kesalahan pada sensor

hingga 10:41 WITA pada saat cuaca berawan dan siang hari mulai diambil pada jam 12:06 WITA hingga 14:01 WITA pada keadaan cuaca cerah dan cukup panas serta sore hari dimulai dari jam 15:08 WITA hingga jam 17:03 WITA. Pada Gambar 15 pada waktu pagi hari terlihat perubahan temperatur permukaan air dan pH tidak terlalu besar dengan kisaran temperatur permukaan air 30°C- 33°C dan pH 9,6 - 10,2. sedangkan pada waktu siang hari Perubahan temperatur permukaan air dan salinitas berubah dari rendah menjadi tinggi, ini di karenakan oleh cuaca berawan menjadi cerah yang menyebabkan kenaikan temperatur permukaan air dari 30°C- 38°C dan salinitas dari 12 ppt- 17 ppt. Dan pada waktu sore hari terlihat perubahan temperatur permukaan air dan salinitas mengalami penurunan dari 38°C- 31°C untuk temperatur permukaan air dan 12 ppt- 17 ppt untuk salinitas.

temperatur. Pada siang hari terlihat perubahan temperatur permukaan air dan salinitas relatif naik ini dikarenakan oleh cuaca yang menjadi cerah yang menyebabkan kenaikan temperatur permukaan air dari 30°C- 38°C dan salinitas dari 12 ppt- 17 ppt. sedangkan pada sore hari terlihat perubahan temperatur permukaan air dan salinitas mengalami penurunan dari 38°C- 31°C untuk temperatur permukaan air dan 12 ppt- 17 ppt untuk salinitas .

Pada Tabel 5 saat hari pertama temperatur permukaan air terendah bernilai 30°C dan tertinggi bernilai 38°C. Untuk pH nilai terendah pada 9,4 dan tertinggi pada 11,9. Sedangkan untuk nilai salinitas terendah adalah 12 ppt dan tertinggi adalah 17 ppt. Pada saat hari kedua terlihat

temperatur permukaan air terendah pada 29°C dan tertinggi pada 38°C. Untuk nilai pH terendah pada 8,6 dan tertinggi 11,9. dan nilai salinitas terendah pada 12 ppt dan tertinggi pada 21 ppt. dilihat dari salinitas air tambak maka tambak masih masuk dalam toleransi.



Gambar 15 Grafik Pengukuran Pada Tanggal 7 Oktober 2017

Tabel 4 Pengukuran pada hari pertama dan kedua

| | | Hari ke-1 | | | Hari ke-2 | | |
|-------|-----------|-----------|------|-----------------|-----------|------|-----------------|
| | | Suhu(C) | pH | Salinitas (ppt) | Suhu(C) | pH | Salinitas (ppt) |
| Pagi | Rata-rata | 31.0 | 9.9 | 15.0 | 30.0 | 10.5 | 15.0 |
| | Median | 30.0 | 9.9 | 15.0 | 30.0 | 10.4 | 15.0 |
| | Min | 30.0 | 9.6 | 12.0 | 29.0 | 8.6 | 12.0 |
| | Max | 33.0 | 10.2 | 17.0 | 35.0 | 11.8 | 16.0 |
| Siang | Rata-rata | 32.0 | 11.3 | 14.0 | 32.0 | 11.2 | 16.0 |
| | Median | 31.0 | 11.2 | 15.0 | 32.0 | 11.3 | 15.0 |
| | Min | 30.0 | 10.2 | 12.0 | 31.0 | 10.2 | 12.0 |
| | Max | 38.0 | 11.9 | 17.0 | 37.0 | 11.9 | 21.0 |
| Sore | Rata-rata | 32.0 | 10.6 | 14.0 | 32.0 | 11.3 | 14.0 |
| | Median | 32.0 | 10.2 | 15.0 | 31.0 | 11.2 | 15.0 |
| | Min | 31.0 | 9.4 | 12.0 | 30.0 | 10.2 | 12.0 |
| | Max | 35.0 | 11.9 | 16.0 | 38.0 | 11.9 | 17.0 |

Berdasarkan data pengukuran pada waktu yang berbeda terlihat perbedaan hasil yang disebabkan oleh faktor cuaca. Pada Gambar 15 nomor 2 dan Gambar 16 nomor 5 terlihat adanya hubungan temperatur dan salinitas, ketika nilai temperatur naik nilai salinitas juga naik begitupula pada Gambar 15 nomor 3 dan Gambar 16 nomor 6 saat nilai temperatur turun nilai salinitas juga turun. Ini disebabkan karena saat temperatur naik air menguap menyebabkan salinitas menjadi tinggi. semakin besar temperatur maka

semakin besar konduktivitas dan semakin besar pula salinitasnya. Dari data terlihat bahwa tambak ikan masih dalam kondisi yang baik untuk budidaya. Pengujian sistem yang dibuat menunjukkan bahwa sistem monitoring temperatur, pH dan salinitas tambak ikan secara nirkabel telah berfungsi dengan baik serta dapat menampilkan data temperatur, pH dan salinitas permukaan air tambak *realtime* setiap 5 menit. Akan tetapi, sistem ini mempunyai kekurangan yaitu memerlukan komputer atau laptop untuk

menampilkan dan menyimpan data sehingga ada keterbatasan lama pengukuran. Sebaiknyadata disimpan dalam database secara online dengan memanfaatkan modul GSM sebagai media pengirim data agar dalam memonitoring temperatur, pH dan salinitas permukaan air tambak lebih mudah hanya dengan melihatdatabase data kualitas air sudah dapat dilihat.

IV KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem monitoring temperatur, pH dan salinitas yang telah dibuat dapat mengirimkan data pengukuran secara nirkabel dari bagian *transmitter* pada bagian *receiver* secara *realtime*.
2. Hasil validasi alat ukur yang dibuat diperoleh error relative rata-rata pengukuran temperatur sebesar 0,01°C, pH sebesar 0,005 dan salinitas sebesar 0,008 ppt.
3. Hasil pengujian sistem monitoring yang dibuat pada tambak ikan, diperoleh hasil diperoleh data pengukuran temperatur berkisar 29 °C hingga 38°C, pH sebesar 8,6 hingga 11,9 dan salinitas sebesar 12 hingga 21 ppt.

V DAFTAR PUSTAKA

Imam, T., 2010. Uji Multi Lokasi pada Budidaya Ikan Nila dengan Sistem Akuaponik. In: *Laporan Hasil Penelitian*. Jakarta, Hal: 1-30.

Kordi, M.G.H.K., 2008. *Budidaya Perairan*. Bandung: Citra Aditya Bakti.

Orfa, L.E., Wignyosukarto, B., dan Istiarto, I., 2015. *Pengelolaan Kualitas Air Guna Peningkatan Produksi Tambak Udang (Studi Kasus di Tambak Udang Desa Kembang Kabupaten Pacitan)*. Universitas Gadjah Mada.

Rajani,R., 2015. *Perancangan dan Pembuatan Sistem Monitoring pH dan Temperatur Kolam Ikan Secara Nirkabel*. Lambung Mangkurat.

Sambora, Y.M., 2016. *Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Udang Berbasis Atmega328 yang Terkonfigurasi Bluetooth HC-05*. Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta.

Shidiq, M. dan Rahardjo, P.M., 2008. *Pengukur Temperatur dan pH Air Tambak Terintegrasi dengan Data Logger*. *EECCIS*, II (1), Hal: 22–25.

Kumar, R.K., Mohan, M.C., Vengateshapandiyam, S., Kumar, M.M., Eswaran, R., 2014. Solar based advanced water quality monitoring system using wireless sensor network. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, 3(3).

Jinfeng L., Shun, C., 2015. A ZigBee-based Aquiculture Water Quality Monitoring System. *International Journal of u- and e-Service, Science and Technology* 8(10).