

## **RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KADAR SALINITAS AIR MENGUNAKAN WIRELESS SENSOR SYSTEMS (WSS)**

*Febriana Tirta Kirana dan Suryono*

*Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang*

*E-mail: kiranafebriana@st.fisika.undip.ac.id*

### **ABSTRACT**

*Real time monitoring in designated location using remote observation has become one topic chosen to be efficiently developed because it can be observed and anticipated earlier when the water quality is decreasing. One of the indicators of water quality is salinity, which is being developed through this study by using remote measurement system (telemetry) using Wi-Fi network. To determine the change of the indicator, a salinity sensor was used to determine the level of salinity. The sensors were mounted on a Remote Terminal Unit (RTU) attach on the object being observed. Those sensors produced analog signal so the signal should be converted into digital signal using Analog to Digital Converter (ADC) on ATSAM3X8E microcontroller. The digital data were then sent using serial communication from microcontroller to computer. The data were saved in the database and sent to Control Terminal Unit (CTU) using Wi-Fi network. A characterization was then conducted to a series of sensors produced from the previous phase using standard equipment to ADC value and a formula of sensor characteristic to ADC value was calculated which results in salinity equation value on  $y = 0,049 x - 35,306$ . The formula was then used in microcontroller program which results in coefficient of correlation on salinity sensor as  $R = 0,993$  with 0,025 ppt error. From the test on communication system between database in Remote Terminal Unit (RTU) and Control Terminal Unit (CTU), there is no additional and missing data from data sent and data received, so it can be concluded that there is no error.*

**Key words:** *Monitoring, real time, sensor, analog to digital (ADC), telemetry, Remote Terminal Unit (RTU), Control Terminal Unit (CTU)*

### **ABSTRAK**

*Monitoring secara real time di lokasi tujuan dengan pemantauan jarak jauh menjadi salah satu pengembangan penelitian yang lebih efisien karena dapat diketahui dan diantisipasi sejak dini apabila terjadi penurunan kualitas air. Salah satu indikator kualitas air antara lain salinitas, yang dikembangkan pada penelitian ini dengan menggunakan sistem pengukuran jarak jauh (telemetri) dengan jaringan Wi-Fi. Untuk mengetahui perubahan dari indikator tersebut digunakan sensor salinitas untuk mengetahui kadar garam. Sensor tersebut dipasang pada Remote Terminal Unit (RTU) yang terdapat pada objek yang diamati. Ketiga sensor tersebut menghasilkan sinyal analog sehingga dilakukan pengubahan dari data analog menjadi digital menggunakan Analog to Digital Converter (ADC) pada mikrokontroler ATSAM3X8E. Data digital tersebut kemudian dikirim menggunakan komunikasi serial mikrokontroler ke komputer. Data-data hasil pengukuran disimpan dalam basis data dan dikirim ke Control Terminal Unit (CTU) menggunakan jaringan Wi-Fi. Dari rangkaian sensor yang dihasilkan dilakukan karakterisasi dengan peralatan standar terhadap nilai ADC yang dihasilkan dan diperoleh persamaan karakteristik sensor dengan nilai ADC, sehingga didapatkan nilai persamaan pada salinitas didapatkan nilai persamaan  $y = 0,049 x - 35,306$ . Persamaan tersebut selanjutnya dimasukkan dalam program mikrokontroler. Hasil kalibrasi diperoleh koefisien korelasi pada sensor salinitas sebesar  $R = 0,993$  dengan error 0,025 ppt. Dari pengujian sistem komunikasi antara basis data di Remote Terminal Unit (RTU) dan Control Terminal Unit (CTU) tidak diperoleh data yang bertambah dan hilang dari data yang dikirim dan diterima, sehingga tidak terdapat kesalahan.*

**Kata kunci :** *Monitoring, real time, sensor, analog to digital (ADC), telemetri, Remote Terminal Unit (RTU), Control Terminal Unit (CTU)*

### **PENDAHULUAN**

Air merupakan salah satu komponen berpengaruh bagi keberlangsungan ekosistem. utama dalam kehidupan yang sangat Ekosistem di dalam air bergantung pada kondisi

perairan yang ditentukan oleh nilai konsentrasi dari beberapa parameter kualitas air, baik secara fisika, kimia, maupun secara biologi, sehingga diperlukan dalam merancang pengelolaan dan pengendalian pencemaran perairan. Pengamatan kualitas air erat kaitannya dalam hal budidaya perairan, diantaranya yaitu pengamatan suhu, salinitas (kadar garam), kesadahan, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut, amoniak dan *hydrogen sulfida* (H<sub>2</sub>S) [5].

Salinitas dapat menjadi suatu permasalahan degradasi lahan yang serius karena pada pertumbuhan tanaman yang buruk dan aktivitas mikroba yang rendah akibat dari stress osmotik dan ion beracun [13].

Pengembangan metode yang ada dalam pemantauan kadar salinitas air, salah satunya dilakukan dengan *Wireless Sensor Systems* (WSS) memiliki kemampuan pengambilan data secara *real-time* dari jarak jauh dibanding metode pengambilan sampel air yang dilakukan secara manual [4].

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya maka diperlukan penelitian lanjutan karena pengaruh salinitas menjadi salah satu parameter untuk menjaga kestabilan ekosistem. Dalam melaksanakan penelitian ini dapat dilakukan dengan metode telemetri, yaitu proses pemantauan yang dilakukan secara jarak jauh dari objek yang diamati dan pembacaan data secara *real time* pada *server* stasiun penerima.

## DASAR TEORI

### Parameter Kualitas Air

Untuk mengetahui kualitas suatu air dapat diketahui dari parameter fisika, kimia dan biologi, di antaranya:

#### a. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor terpenting sebagai pengatur kehidupan yang ada dalam organisme suatu perairan dimana suhu yang baik antara 20 – 30 °C [7].

#### b. Salinitas

Salinitas merupakan jumlah kadar garam terlarut dalam kilogram air laut dan dinyatakan dalam satuan perseribu/permil [7].

#### c. *Dissolved Oxygen* (DO)

*Dissolved Oxygen* (DO) merupakan banyaknya oksigen yang terlarut dalam suatu perairan [9].

#### d. Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kadar asam/basa dalam air [3].

### Sensor Salinitas

Sensor salinitas merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suatu besaran fisis. Sensor salinitas yaitu 2 elektroda yang dicelupkan pada suatu larutan (yang mengandung kadar garam) dan kemudian dialiri arus listrik. Daya hantar listrik larutan ini yang kemudian akan menjadi masukan pada rangkaian ADC [8].

### Mikrokontroler ATSAM3X8E

Mikrokontroler merupakan sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah *chip*. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang di gunakan dalam sebuah PC. Sebuah mikrokontroler umumnya telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O [12].

### Antarmuka Komputer (*Interface*)

Antarmuka komputer merupakan metode perangkat keras maupun perangkat lunak antara beberapa sistem yang berkoneksi dengan komunikasi data. Sistem antarmuka terbagi menjadi *interfacing* ke mikroprosesor dan *interfacing* ke sistem mikroprosesor. Pada sistem komputer terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, dan I/O (Input/Output). Bagian-bagian tersebut saling berkoneksi guna menyelesaikan suatu masalah tertentu yang diberikan oleh manusia atau

programmer [10]. Basis data atau *database* merupakan data yang dinyatakan dalam bentuk angka, simbol atau karakter, sehingga bila data tersebut dikumpulkan dapat saling berhubungan [11].

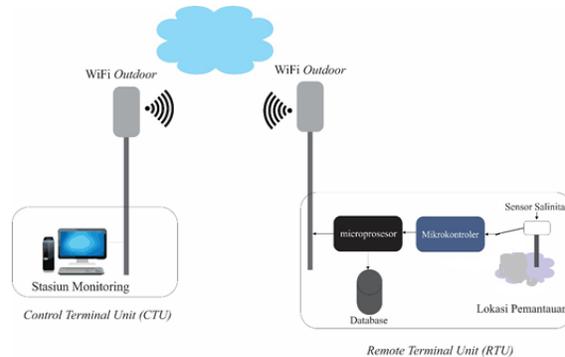
### Wireless Sensor Systems (WSS)

Telemetri merupakan cara pengukuran jarak jauh yang memanfaatkan sarana telekomunikasi dan sistem komputer untuk pengaturan akses data dan beberapa zona penyelidikan [2]. *Wireless Sensor Network* (WSN) merupakan salah satu bentuk telemetri yang terdiri dari sejumlah *node* yang diatur dalam sebuah jaringan kerjasama [6]. *Wireless Sensor System* (WSS) dapat dibangun menggunakan *Wi-Fi* yang merupakan salah satu varian teknologi komunikasi dan informasi yang bekerja pada jaringan dan perangkat *Wireless Local Area Network* (WLAN) [1].

### METODE PENELITIAN

Penelitian pada pembuatan sistem pemantauan kadar salinitas air menggunakan *Wireless Sensor Systems* (WSS) ini dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap pertama dilakukan studi literatur mengenai materi pendukung pada perancangan rangkaian dan persiapan seluruh bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Selanjutnya dilakukan perakitan komponen sensor salinitas dan karakterisasi serta kalibrasi dari ketiga sensor tersebut dengan pembacaan nilai ADC dan dikonversi menjadi nilai sebenarnya (salinitas) pada mikrokontroler. Selanjutnya pembuatan sistem komunikasi data dengan jaringan *Wi-Fi*. Tahap selanjutnya yaitu pengujian alat dan sistem komunikasi yang dibangun menggunakan Delphi yang terkoneksi dengan database yang berada pada *Remote Terminal Unit* (RTU). Pada tahap terakhir dilakukan pembacaan data yang

dikirim melalui jaringan *Wi-Fi* dan ditampilkan pada *Control Terminal Unit* (CTU).

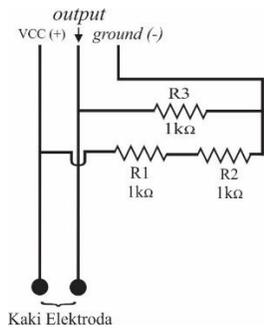


**Gambar 1.** Diagram blok sistem pemantauan kadar garam

Dari sensor terbaca nilai tegangan yang kemudian dikonversi oleh ADC menjadi data digital melalui mikrokontroler. Hasil konversi nilai ADC tersebut kemudian dikirim menggunakan komunikasi serial mikrokontroler dengan aplikasi akuisisi pada mikroprosesor. Data dalam akuisisi kemudian disimpan pada *database* yang sesuai dengan nilai pembacaan sensor. Setelah disimpan dalam database nilai pembacaan sensor dikirim melalui radio *Wi-Fi* menggunakan *Wi-Fi outdoor*, yang di baca oleh *Control Terminal Unit* (CTU). Pada bagian CTU terdapat *server* yang dapat mengakses *database* pada *Remote Terminal Unit* (RTU) menggunakan *web browser* sebagai penampil data.

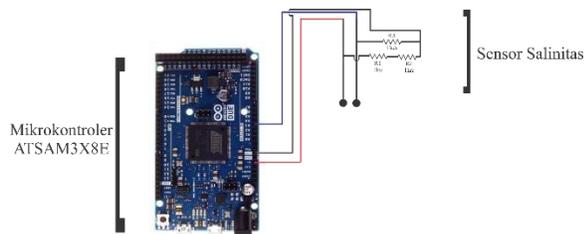
### Rangkaian Sensor Salinitas dan Sistem Akuisisi Data

Sensor salinitas merupakan sensor yang digunakan dalam pembacaan kualitas kadar garam. Bahan utama dari sensor salinitas ini terdiri dari dua elektroda yang dapat membaca nilai kadar salinitas dengan hasil data karakterisasi.



Gambar 2. Rangkaian sensor salinitas

Pada sistem ini digunakan rangkaian mikrokontroler ATSAM3X8E untuk pembacaan nilai sensor ADC dan komunikasi data serial. Komunikasi data serial antar mikrokontroler dengan sebuah PC menggunakan kabel USB dengan pembacaan langsung nilai ADC yang kemudian dikirim melalui program yang dapat dipantau secara langsung nilai dari kadar garam tersebut.

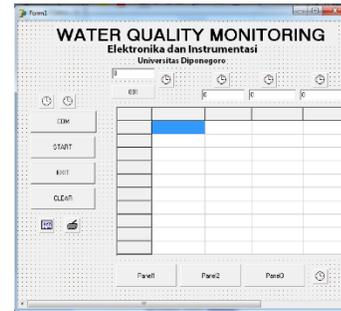


Gambar 3. Rangkaian sistem akuisisi data

**Aplikasi Sistem Akuisisi Data Komputer**

Aplikasi sistem akuisisi data pada pemantauan kadar garam air didapat dari sensor yang kemudian dikonversi nilai ADC melalui mikrokontroler dan ditampilkan menggunakan pemrograman komputer. Pemrograman komputer yang dibuat menggunakan Delphi 7, terdapat beberapa fasilitas komponen yang tersedia pada aplikasi Delphi 7. Komponen yang digunakan pembuatan sistem akuisisi data ini seperti *EditText*, *Button*, *Comport*, *Timer*, *Panel*,

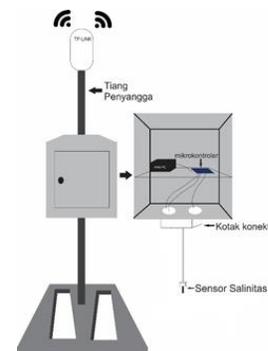
*DBGrid*, dan *ADOTabel*. Kemudian dibuat desain aplikasi sistem akuisisi data seperti Gambar 4.



Gambar 4. Aplikasi sistem akuisisi data

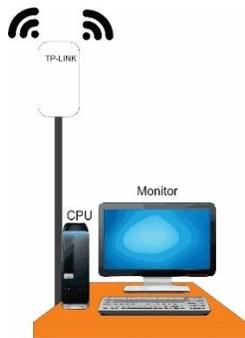
**Rancangan Sistem WSS (Wireless Sensor System)**

Rancangan desain sistem pemantauan kadar garam ini menggunakan jaringan *Wi-Fi* yang dimulai dengan mendesain sistem menjadi beberapa bagian. Pada bagian *Remote Terminal Unit* (RTU) terdiri dari tiang utama sebagai penyangga, kotak besi sebagai tempat peralatan pengambilan data yang didalamnya terdapat system mikrokontroler dan mikroprosesor, tiang pemancar untuk *Wi-Fi outdoor*, dan bagian bawah rangka yang berfungsi untuk meletakkan langsung di samping kolam pemantauan. Beberapa bagian tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



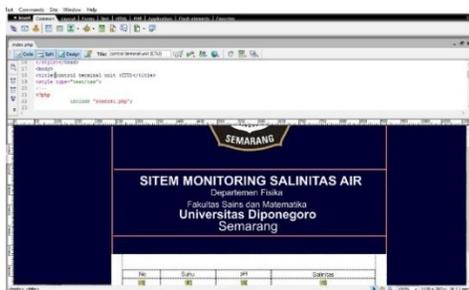
Gambar 5. Desain Remote Terminal Unit (RTU)

Pada bagian *Control Terminal Unit* (CTU), pemantauan kadar garam berada di lokasi pemantauan. Peralatan yang dibutuhkan untuk membangun CTU adalah sebuah PC (*personal computer*), dan *Wi-Fi outdoor*. Desain sistem *receivertelemetry multi-channel* pemantauan kadar garam ini ditampilkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Sistem *Control Terminal Unit* (CTU)

*Wi-Fi outdoor* berfungsi sebagai penerima sinyal dari lokasi pemantauan agar data dapat diterima oleh *receiver*. Selanjutnya data yang telah diterima ditampilkan pada PC menggunakan *web browser*. Kemudian masukan alamat *IP address* dari mikroprosesor yang terpasang di lokasi pengamatan. Aplikasi sistem penerima data telemetry terdapat pada CTU. Seluruh data yang sudah tersimpan dalam *database* di RTU dapat diakses melalui CTU dalam satu jaringan *Wi-Fi* yang ditampilkan menggunakan *web browser* pada *server*.

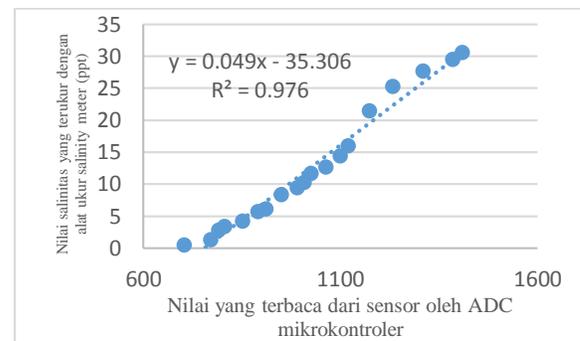


**Gambar 7.** Aplikasi sistem penerima data telemetry

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pengujian Pembacaan Sensor, Hasil Aplikasi Akuisisi Data dan Basis Data Pengukuran Salinitas**

Pengujian sensor yang dilakukan yaitu menghitung perbandingan setiap perubahan salinitas terhadap nilai ADC, pembacaan antara nilai alat ukur yang sebenarnya dengan pembacaan nilai ADC. Dari hasil pengambilan data dibuat grafik perbandingan antara nilai salinitas dengan nilai pembacaan ADC yang ditampilkan.



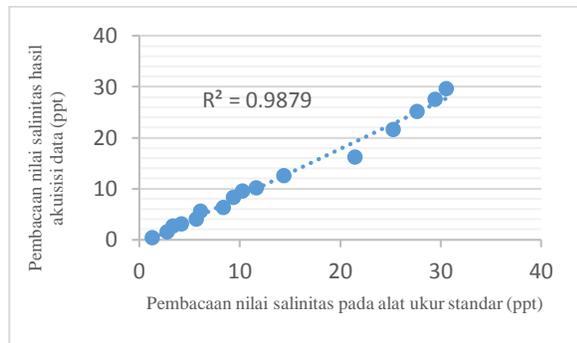
**Gambar 8.** Karakterisasi sensor salinitas

Pada Gambar 8 nilai ADC diplot pada sumbu x, dan nilai salinitas diplot sebagai sumbu y. Dengan menggunakan analisa grafik dapat dibuat persamaan garis linear yang menghubungkan antara perbandingan nilai pembacaan dengan nilai salinitas. Persamaan linier yang didapatkan dari hasil grafik tersebut adalah:

$$y = 0,049 x - 35,306 \quad (1)$$

Dari persamaan 1 dibuat sistem akuisisi data sensor yang terbaca dengan nilai salinitas sesungguhnya. Dari sistem akuisisi data sensor yang dibaca menjadi nilai yang sesungguhnya. Untuk mengakuisisi data tersebut dilakukan dengan mengalikan nilai keluaran (bit) dengan variabel 0,049 kemudian dikurang dengan 35,306. Setelah itu didapat nilai pembacaan sensor sebenarnya yang sesuai dengan alat ukur

standar yang digunakan. Kemudian dilakukan perhitungan sistem akuisisi antarmuka komputer yang kemudian sistem tersebut akan menampilkan kondisi salinitas yang sesuai dari hasil perbandingan antara alat ukur standar dengan perhitungan sistem akuisisi data. Kemudian dapat dibuat grafik perbandingan antara nilai yang ditunjukkan pada alat ukur standar dengan nilai hasil akuisisi data, kemudian dari grafik terdapat nilai kuadrat korelasi antara kedua nilai yang dibandingkan.



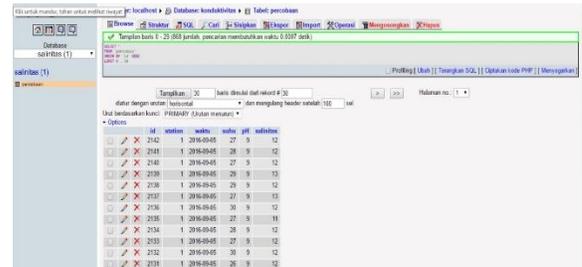
Gambar 9. Kalibrasi sensor salinitas

Hasil pembacaan antara alat ukur dengan sesor yang ada didapatkan nilai  $R = 0,994$ . Dari hasil pengujian diperoleh *error* sebesar 0,025 ppt. Hasil basis data pengukuran diperoleh dari hasil akuisisi nilai sensor yang disimpan kedalam basis data *MySQL*. Pemantauan yang dilakukan secara langsung ditampilkan pada aplikasi Delphi dan disimpan dalam *database*.



Gambar 10 Sistem antarmuka pembacaan sensor Setelah mendapatkan hasil pembacaan sensor kemudian disimpan ke dalam basis data *MySQL*.

Data berupa nilai salinitas digabungkan dalam satu tabel dengan nomor urut, station, dan waktu pengambilan data agar dapat diidentifikasi. Maka dari itu pemantauan kadar salinitas air dapat diamati dengan baik jika terjadi perubahan yang signifikan. Kemudian tabel dari basis data dapat langsung ditampilkan pada aplikasi penerima secara *real time* yang dapat langsung diamati perubahannya.



Gambar 11. Hasil penyimpanan basis data

### Hasil Pengujian Sistem Komunikasi Data

Setelah komunikasi serial antara mikrokontroler dan komputer berjalan dengan baik, selanjutnya dilakukan uji coba pada jaringan *Wi-Fi*. Aplikasi penerima data dibuat menggunakan pemrograman *web* dengan bahasa pemrograman *php*. *Web* berfungsi untuk mengambil data yang berada pada basis data dari mikroprosesor yang berada dilokasi pengamatan dengan cara memanggil *IP Adress* dari mikroprosesor tersebut. Sebuah *PC server* harus berada pada satu jaringan dengan mikroprosesor untuk mengambil basis data yang berisi pengamatan kondisi salinitas. Berikut merupakan sistem yang dibuat agar dapat terbaca langsung menggunakan *IP Adress* yang terhubung menggunakan *Wi-Fi outdoor* dan masuk dalam sistem *web-based* agar dapat diakses melalui *server*. Berdasarkan data yang diperoleh, data yang dikirim sama dengan data yang diterima. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak adanya kesalahan pada pengiriman data. Hasil pengujian telemetri ditunjukkan pada Gambar 12.

NO	suhu	ph	salinitas
2142	27	9	12
2141	26	9	12
2140	27	9	12
2139	29	9	13
2138	29	9	13
2137	27	9	13
2136	30	9	12
2135	27	9	11
2134	26	9	12
2133	27	9	12
2132	26	9	12
2131	27	9	12

Data yang terkirim

**SISTEM MONITORING SALINITAS AIR**  
Departemen Fisika  
Fakultas Sains dan Matematika  
Universitas Diponegoro  
Semarang

NO	Suhu	pH	Salinitas
2142	27	9	12
2141	26	9	12
2140	27	9	12
2139	29	9	13
2138	29	9	13
2137	27	9	13
2136	30	9	12
2135	27	9	11
2134	26	9	12
2133	27	9	12
2132	26	9	12
2131	27	9	12

Data diterima

**Gambar 12.** Hasil pengujian sistem komunikasi data

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rangkaian sensor dan sistem akuisisi data salinitas berhasil direalisasikan dengan hasil kalibrasi sensor salinitas bernilai  $R = 0,994$  dengan  $error$  0,025 ppt, sensor tersebut dapat diantarmukakan ke komputer menggunakan mikrokontroler ATSAM3X8E ke mikroprosesor menggunakan komunikasi serial. Hasil akuisisi data sensor salinitas dapat disimpan kedalam basis data MySQL menggunakan koneksi ODBC dan dapat menyimpan hasil dalam bentuk parameter nomor, tanggal, suhu, pH, dan salinitas.

2. Sistem komunikasi data yang terkirim dari RTU selanjutnya diterima oleh CTU menggunakan jaringan *Wi-Fi* dengan *Web Browser* dengan memasukkan *IP address* ke dalam *web browser* tersebut, data yang dikirim dari RTU dan data yang diterima CTU hasilnya sama dan tidak ada kesalahan sehingga sistem komunikasi data dapat bekerja dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Assidiq, H.F., 2014. *Kupas Tuntas Wi-Fi*. Surya University: tidak diterbitkan.
- [2] Bailey, D., 2003. *Practical Radio Engineering and Telemetry for Industry*. Oxford: Newnespress.
- [3] Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- [4] Faustine, A., Mvuma, A. N., Mongi, H.J., Gabriel, M.C., Tenge, Kucel, S.B., 2014. *Wireless Sensor Network for Water Quality Monitoring and Control within Lake Victoria Basin: Prototype Development*. Scientific Research. Wireless Sensor Network. Volume 6. Pp281-290.
- [5] Ginting, O., 2011. *Studi Korelasi Kegiatan Budidaya Ikan Keramba Jaring Apung Dengan Pengayaan Nutrien (Nitrat dan Fosfat) dan Klorofil-a di Perairan Danau Toba*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [6] Hill, R., Szewczyk, A., Woo., S. Hollar. D., Culler., dan K. Pister., 2000. *System Architecture Directions for Networked Sensors, in ASPLOS-IX: Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems*. New York: ACM Pers. pp.93-104.

- [7]Nyabakken, J.W., 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [8]Pambudiarto, N.M., 2010. *Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Garam (Salinitas) Berbasis Mikrokontroler AT89S51*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- [9]Sastrawijaya, A.T., 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Edisi Kedua. Jakarta: Rineka Cipta.
- [10]Sutiyo., 2008. *Integrasi Antarmuka Komputer Dengan Jaringan Komputer Dalam Pengendalian dan Pemantauan Jarak Jauh*. Yogyakarta: IST AKPRIND Yogyakarta.
- [11]Waliyanto., 2000. *Sistem Basis Data Analisis dan Permodelan Data*. Yogyakarta: J&J Learning.
- [12]Winoto, A., 2010. *Mikrokontroler AVR ATmega8/16/835 dan pemogramannya dengan bahasa C pada WinAVR*. Bandung: Informatika.
- [13]Yan, N., Marschner, P., Cao, W., Zuo, C., Qin. W., 2015. *Influence of salinity and water content on soil microorganisms*. International Soil and Water Conservation Research 3. Pp 316-323.