

Rancang Bangun Sistem Wireless Sensor Salinitas Model Kapasitif

Nita Melinda¹⁾ dan Suryono¹⁾

¹⁾Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang
E-mail: nitamelinda@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

Salinity is a significant parameter especially to maritime aspect, such as in aquaculture and offshore agriculture. In most of measuring salinity using manual method and this is not effective. Wireless sensor of salinity using capacitive method, can be used in measuring salinity. This system consists of detector devices which is salinity sensor, processor devices which is microcontroller, and communication devices using WiFi network. Salinity sensor is made from parallel cylinder which works by utilizing the principle of capacitance. This affect is the frequency change of output pulse of astable multivibrator circuit. The microcontroller count the output pulse of astable multivibrator using frequency counter program. Data acquisition is made from delphi program on RTU computer. The output pulse of astable multivibrator pass the characterization process and calibration process to produce salinity value. The salinity data is stored in MySQL database and transmitted using WiFi network. The CTU computer which has been connected to the same network can access the data of salinity measurement from RTU, via a specific web address. Based on the research, the range measurement of sensor is between 2 ppt until 20 ppt, with error sensor reading is 9.11 %. The testing of data transmission system is done by comparing the data generated from RTU and data received by CTU. The result shows that there is an error value of sending data is 0%.

Keyword: *Salinity, astable multifibrator, WiFi, capacitance, web.*

ABSTRAK

Salinitas merupakan salah satu parameter penting dalam aspek maritim, seperti pada budidaya perikanan, pertanian lepas pantai dan masih banyak lagi. Sebagian besar pengukuran salinitas menggunakan cara manual, sehingga kurang efektif. *Wireless sensor* salinitas dengan menggunakan metode kapasitif dapat diterapkan untuk pengukuran salinitas. Sistem ini terdiri dari perangkat pendeteksi yaitu sensor salinitas, perangkat pemroses yaitu mikrokontroler dan perangkat pengirim berupa jaringan *WiFi*. Sensor salinitas berupa silinder sejajar, bekerja dengan memanfaatkan prinsip perubahan kapasitansi, yang berdampak pada perubahan frekuensi pulsa keluaran rangkaian *astable multivibrator*. Mikrokontroler mencacah pulsa keluaran *astable multivibrator* dengan menggunakan program *frequency counter*. Akuisisi data dilakukan menggunakan program *delphi* pada komputer RTU. Pulsa keluaran *astable multivibrator* melewati proses karakterisasi dan kalibrasi hingga diperoleh nilai salinitas. Data salinitas selanjutnya disimpan dalam basis data *MySQL* dan ditransmisikan melalui jaringan *WiFi*. Komputer CTU yang telah terkoneksi dengan jaringan yang sama, dapat mengakses data pengukuran salinitas dari RTU, melalui alamat *web* tertentu. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, *range* pengukuran sensor antara 2 ppt sampai 20 ppt, dengan *error* pembacaan sensor 9.11 %. Pengujian sistem transmisi data dilakukan dengan cara membandingkan data yang dikirim dari RTU dan data yang diterima oleh CTU. Hasil perbandingan data yang dikirim dan diterima memiliki nilai *error* sebesar 0%.

Kata kunci : *Salinitas, astable multifibrator, WiFi, kapasitansi, sensor, web.*

PENDAHULUAN

Salinitas perairan berpengaruh langsung terhadap kehidupan organisme. Setiap organisme memiliki ambang toleransi salinitas yang berbeda, misalnya benih ikan betutu berada pada ambang toleransi 3 ppt [1] dan benih ikan nila pada ambang 10-15 ppt [2]. Perubahan salinitas yang ekstrim, berdampak pada kerusakan ekosistem [3]. Sehingga pengukuran salinitas menjadi hal yang perlu diperhatikan, terutama pada sektor maritim. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Adria Yulan dari Politeknik Negeri Jember tahun 2013, bahwa adanya fluktuasi salinitas pada kolam budidaya, akan mempengaruhi kelangsungan hidup benih ikan nila. Pengukuran salinitas umumnya menggunakan alat ukur manual berupa refraktometer dan *salinitymeter*. Pengukuran semacam ini hanya bisa dilakukan secara berkala dengan melibatkan banyak tenaga untuk setiap titik pengukuran. Metode lain pengukuran salinitas yaitu menggunakan sensor, hasilnya berupa data digital yang dapat disimpan dalam bentuk *database* dan dapat diolah lebih lanjut. Namun sensor salinitas yang tersedia di pasaran masih kurang stabil. Faktor penyebabnya berasal dari metode *sensing* yang digunakan yaitu konduktivitas, dimana elektrolisis tidak dapat dihindari.

Kapasitansi merupakan salah satu metode *sensing* yang bisa diterapkan dalam pengukuran salinitas [4]. Metode kapasitif hanya terfokus pada perubahan nilai kapasitansi keluaran. Sehingga terjadinya elektrolisis akibat interaksi arus elektron dengan elektroda, tidak berpengaruh pada hasil pengukuran. Nilai kapasitansi yang dihasilkan, akan berkorelasi dengan permitivitas dielektrikum, dalam hal ini adalah cairan yang akan dinilai kadar salinitasnya.

Pengukuran salinitas perlu didukung dengan teknologi yang ada, khususnya teknologi pengukuran dan penyediaan data jarak jauh (*telemetry*). Sistem ini dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengukuran salinitas, karena data yang diukur oleh sistem *telemetry* dapat ditampung *history* datanya secara *real time* [5]. Saat ini telah dikembangkan sistem

telemetry tanpa kabel yang tersebar di beberapa titik terhubung dalam satu jaringan yang disebut *wireless sensor network* atau WSN [6]. Dengan adanya sistem semacam ini hasil pembacaan dapat dipantau terus-menerus kapan pun dan di mana pun melalui *web browser*. Pengiriman data dilakukan dengan *WiFi* sebagai media pengirim dan penerima data. Data pengukuran dapat disimpan di dalam basis data pada komputer *client* secara *real time* [7].

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk merancang sensor salinitas menggunakan prinsip kapasitansi serta sistem akuisisi datanya, yang dilengkapi dengan *wireless sensor system* untuk pemantauan kadar salinitas secara *real time*. Sehingga hasil penelitian dapat digunakan sebagai teknologi tepat guna dan tepat sasaran pada beberapa aspek terkait.

DASAR TEORI

Salinitas

Salinitas berasal dari bahasa latin *salinus* artinya garam, didefinisikan sebagai tingkat keasinan atau kadar garam yang terlarut dalam air. Satuan salinitas dinyatakan dalam $^{\circ}/_{00}$ (*part per thousand*) [8]. Berdasarkan tingkat salinitasnya perairan dibedakan menjadi beberapa jenis seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan salinitas perairan [9]

Sebutan/ Istilah	Salinitas (ppt)
Air Tawar	
Fresh Water	<0.5
Oligahaline	0.5-3.0
Air Payau	
Mesohaline	3.0-16.0
Polyhaline	16.0-30.0
Air Laut	
Marine	30.0-40.0

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Jury dkk., dari University of New Hampshire membuktikan bahwa perubahan salinitas yang

ekstrem menyebabkan efek fatal pada hati lobster [10].

Sensor

Sensor merupakan piranti yang dapat merubah besaran fisis menjadi besaran analog [11]. Sensor bekerja dengan memanfaatkan prinsip penginderaan. Beberapa sensor telah tersedia dalam bentuk modul, dilengkapi *datasheet* dan bisa dihubungkan langsung dengan piranti pengendali, seperti mikrokontroler [13]. Perkembangan sensor berdampak pada munculnya sensor salinitas. Sensor ini mampu mengindera besaran fisis salinitas melalui parameter tertentu, sehingga nilai salinitas dari suatu larutan uji dapat diketahui.

Sensor Kapasitif

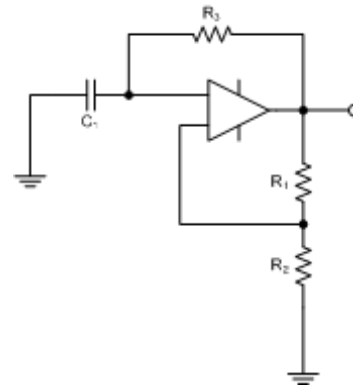
Kapasitor merupakan piranti penyimpan muatan, tersusun dari dua plat konduktor yang dipasang paralel dan di antaranya diberi beda potensial [4]. Kedua plat dipisahkan oleh bahan dielektrik, yang mampu menahan aliran muatan dari satu plat ke plat yang lain [12]. Satuan kapasitansi dinyatakan dalam *farad* (*f*). Nilai kapasitansi dirumuskan sebagai berikut :

$$C = \frac{A \cdot \epsilon}{d} \quad (1)$$

A merupakan luas penampang plat yang saling berhadapan, *d* merupakan jarak kedua plat dan ϵ merupakan permitivitas bahan dielektrik. Bahan dielektrik umumnya berupa bahan dengan tingkat konduktivitas rendah dengan kemampuan mempertahankan muatan yang tinggi [13].

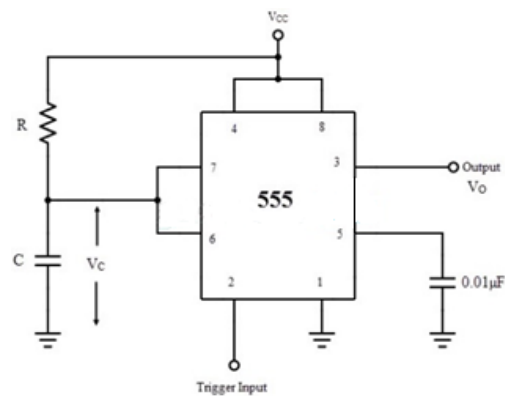
Astable Multivibrator

Rangkaian ini disebut *multivibrator* yang bersifat *free running*, yaitu mempunyai dua keadaan yang tidak stabil. *Multivibrator* akan berada pada salah satu keadaan (*high*) selama sesaat dan kemudian akan berpindah ke keadaan lain (*low*) [14]. Rangkaian *astable multivibrator* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian *astable multivibrator* [14]

Kondisi *high* dan *low* ini dihasilkan dari prinsip pengisian dan pengosongan kapasitor. Pada saat diberi tegangan maka kapasitor mengumpulkan muatan diantara dua elektroda (prinsip pengisian) dan tidak ada arus mengalir ke komponen *R*, sehingga output bernilai *low*. Setelah terisi penuh muatan, kapasitor segera mengalirkan muatannya (prinsip pengosongan) melalui komponen *R* sehingga menghasilkan output *high*. Skema rangkaian *astable multivibrator* yang dibangun dengan IC 555 ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2. Rangkaian *astable multivibrator* IC555

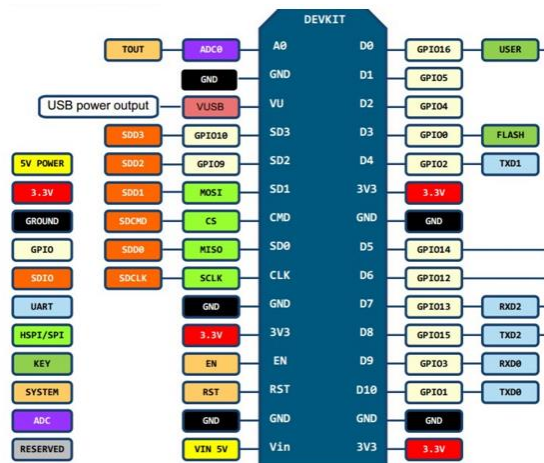
Besarnya frekuensi keluaran dari *astable multivibrator* dirumuskan sebagai berikut:

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + R_2) \cdot C} \quad (2)$$

dengan *f* adalah frekuensi, *R* adalah hambatan dan *C* adalah kapasitansi.

Mikrokontroler

Mikrokontroler dapat dikatakan sebagai sistem komputer yang dikemas pada sebuah *chip* dan berfungsi mengendalikan rangkaian elektronik sesuai dengan perintah yang diberikan oleh *user* atau pengguna. Mikrokontroler terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), unit memori (*RAM & ROM*), *Input-Output*, juga beberapa fungsi lain seperti *Counter/Timer*, *ADC (Analog to Digital Converter)* dan *clock internal* [15]. Programnya ditulis menggunakan *Arduino. IDE* dinamakan *sketches* dan tersimpan dengan nama file yang berekstensi *.ino* [16]. Diagram pin Wemos D1 ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram pin mikrokontroler WeMos D1[17]

WSN (*Wireless Sensor Network*)

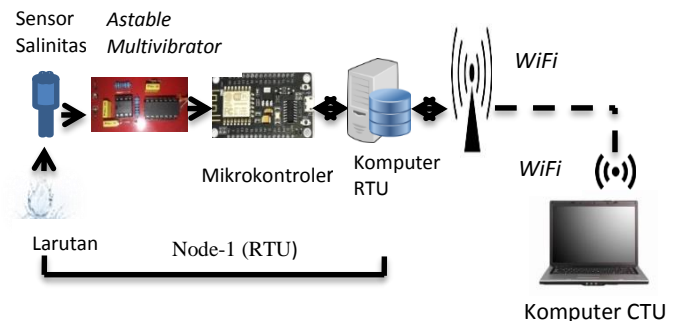
WSN merupakan teknologi pengukuran jarak jauh, yang dapat digunakan untuk monitoring suatu sistem yang tersebar cukup luas dan tidak memungkinkan dilakukan komunikasi data melalui kabel biasa. Setiap node WSN umumnya berisi sistem *sensing*, *precessing*, *communication* dan *power* [18]. Kelebihan WSN yaitu hasil pengukuran dapat disimpan dalam *database* dan dapat diakses secara *real time* [7].

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian meliputi *salinitymeter*, multimeter,

Rancang Bangun *Wireless Sensor Salinitas ...*

osiloskop, PC, komponen penyusun rangkaian *astable multivibrator* dan sampel air garam. Sistem ini terdiri dari 3 bagian yaitu perangkat pendeteksi berupa sensor salinitas, perangkat pemroses berupa mikrokontroler dan perangkat pengirim berupa jaringan *WiFi*. Rancangan sistem *wireless sensor* pengukuran salinitas dengan metode kapasitif ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram sistem wireless sensor pengukuran salinitas model kapasitif

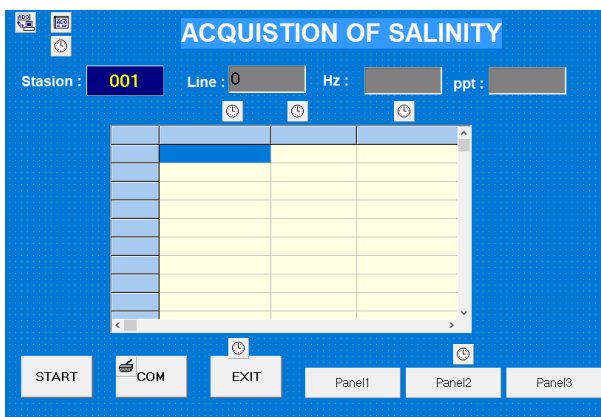
Node-1 disebut RTU (*Remote terminal Unit*) merupakan stasiun kendali yang peletaknya berada di lapangan. Sedangkan CTU (*Control terminal unit*) merupakan stasiun kontrol pengakses data. Sistem yang dibuat terdiri dari *software* dan *hardware*. *Software* berupa *database* pembacaan salinitas, sedangkan *hardware* berupa perangkat pendeteksi, perangkat pemroses dan perangkat pengirim. Perangkat pendeteksinya yaitu sensor salinitas. Perangkat pemroses berupa mikrokontroler yang berfungsi untuk menjalankan program pembacaan salinitas. Sedangkan perangkat pengirimnya berupa *wireless outdoor* yang berada di lapangan, untuk melakukan komunikasi RTU dan CTU.

Prinsip kerja dari sistem ini ialah ketika elektroda yang berfungsi sebagai sensor mengalami kontak dengan air, menghasilkan nilai kapasitansi. Kapasitansi dapat berubah akibat perubahan salinitas cairan uji dan berdampak pada perubahan pulsa frekuensi rangkaian *astable multivibrator*. Fenomena perubahan frekuensi rangkaian *astable multivibrator* inilah yang dimanfaatkan untuk mengukur salinitas cairan. Besarnya pulsa frekuensi keluaran diukur menggunakan

program *frekuensi counter* oleh mikrokontroler. Setelah itu, dilakukan akuisisi data pengukuran menggunakan komputer RTU, dengan *software Borland Delphi 7*. Selanjutnya data disimpan di dalam *database MySQL*, untuk selanjutnya dikirim melalui gelombang elektromagnetik, berupa paket-paket data menggunakan *WiFi*. Data yang diterima oleh CTU berupa sebuah *user interface* yang pengaksesnya menggunakan *web browser* dengan alamat berupa *IP adres*.

Rancangan Akuisisi Data

Akuisisi data dilakukan dengan menggunakan program *Arduino. Ide* dan program *Borland Delphi 7*. Program yang dibuat adalah program pencacah frekuensi (*frequency counter*). Program ini menghitung jumlah pulsa keluaran setiap 1 detik. Keluaran program ini berupa pulsa dengan satuan Hz, yang kemudian dilakukan kalibrasi dan karakterisasi hingga diperoleh hasil keluaran berupa salinitas dengan satuan ppt. Komputer RTU memonitoring hasil pembacaan salinitas melalui tampilan *delphi*. Tampilan program akuisisi data *delphi* ditunjukkan pada Gambar 5.

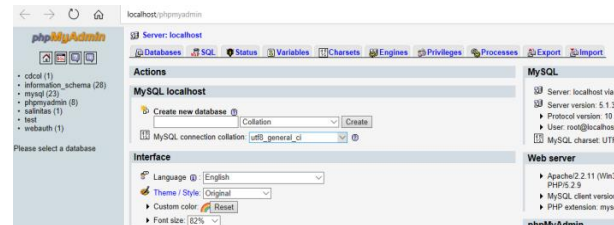


Gambar 5. Tampilan monitoring pengukuran pada RTU

Penyimpanan Data

Delphi hanya berfungsi sebagai penampil data sementara. Data hasil pembacaan mikrokontroler akan dikirim dan disimpan dari *delphi* ke *MySQL* dalam bentuk *database*, dengan menggunakan komponen *ADOTable* dan *ADOConnection* yang diprogram pada

delphi. Pembuatan *database* dilakukan pada halaman *phpmyadmin* dengan memasukan alamat *localhost/phpmyadmin/*, kemudian lakukan *setting* pembuatan *database* yang diinginkan ditunjukkan pada Gambar 6.

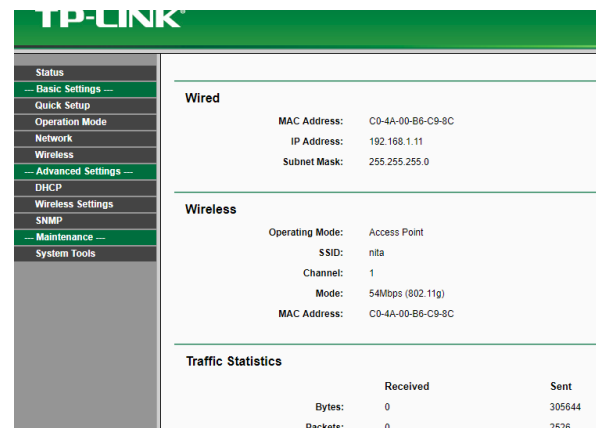


Gambar 6. Pembuatan *database Mysql*

Pembuatan *database* berhasil jika tabel monitoring pada *delphi* bisa ditampilkan dan *ter-record* pada *MySQL*.

Pengiriman Data

Data yang telah tersimpan pada *database* dikomunikasikan menggunakan *web*. Pembangunan *web* pembacaan salinitas membutuhkan 3 *coding* yaitu *indeks* untuk mengatur tampilan *web* dibangun dengan bahasa pemrograman *html*, *connect* untuk menghubungkan *database* dengan *web* dan *insert* untuk menyisipkan tabel pada *database* ke *web* dengan menggunakan bahasa pemrograman *php*. Media komunikasi yang digunakan yaitu *WiFi*, sehingga perlu dilakukan *setting* terlebih dahulu, dengan cara memasukan alamat 192.168.1.254 pada *web browser*. *Setting WiFi* ditunjukkan pada Gambar 7.



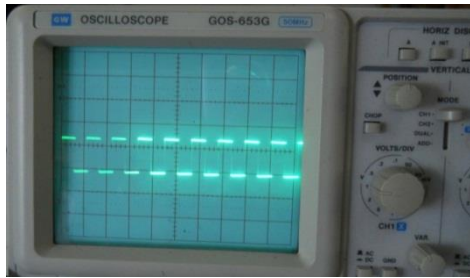
Gambar 7. Setting *TP-Link*

Device lain yang telah terhubung dengan jaringan WiFi yang sama dapat mengakses web pengukuran salinitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sinyal Keluaran Astable Multivibrator

Gelombang kotak hasil rangkaian *astable multivibrator* terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Gelombang output rangkaian *astable multivibrator*

Frekuensi gelombang berbanding terbalik dengan kapasitansi dan salinitas, dengan perumusan seperti berikut :

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + R_2) \cdot C} \quad (3)$$

Jadi semakin tinggi kadar salinitas larutan, bentuk gelombang kotak yang dihasilkan semakin melebar.

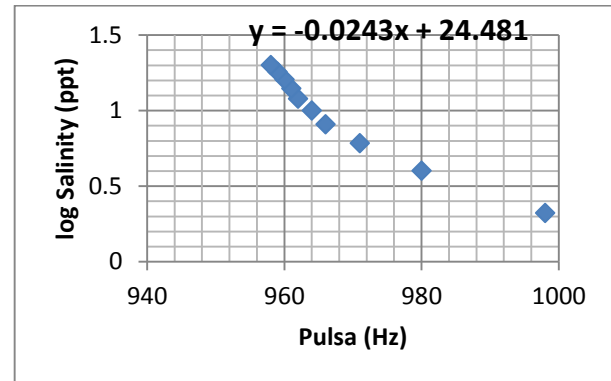
Pengujian Range Pembacaan Sensor

Berdasarkan hasil pengujian, sensor hanya mampu mengukur kadar salinitas antara 2 ppt sampai 20 ppt. Pengukuran salinitas di atas *range* maksimum menunjukkan hasil pengukuran yang sama pada setiap kenaikan salinitas, sedangkan untuk pengukuran di bawah *range* minimum hasil salinitas yang terbaca mengalami fluktuasi terus-menerus. Sehingga pengukuran hanya dapat dilakukan untuk larutan dengan kadar salinitas yang masuk ke dalam *range* pengukuran saja, agar didapat hasil yang sesuai. Hasilnya menunjukkan kesesuaian dengan teori yaitu peningkatan salinitas berdampak pada penurunan frekuensi. Sensor yang dihasilkan hanya mencapai *range* pembacaan salinitas air payau.

Karakterisasi Sensor

Proses karakterisasi sensor salinitas berarti membuat persamaan yang

menggambarkan hubungan antara hasil keluaran sensor berupa frekuensi pulsa, dengan nilai salinitas sebenarnya. Data yang masuk ke dalam *range* kestabilan sensor, selanjutnya diolah hingga diperoleh grafik dan rumus hubungan matematis ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik karakterisasi sensor salinitas

Hubungan antara nilai pulsa dan salinitas menghasilkan grafik persamaan linier. Pada Gambar 9. sumbu x menunjukkan nilai frekuensi pulsa rangkaian *astable multivibrator* dan sumbu y menunjukkan nilai logaritma dari salinitas yang terukur menggunakan *salinitymeter*. Sehingga hubungan antara hasil keluaran frekuensi pulsa, dengan nilai salinitas sebenarnya yaitu :

$$y = -0.0243x + 24.481 \quad (4)$$

Kalibrasi Sensor Salinitas

Kalibrasi menunjukkan besarnya *error* atau simpangan pembacaan dari sensor terhadap alat ukur sebenarnya. Berikut adalah data kalibrasi sensor pada Tabel 2.

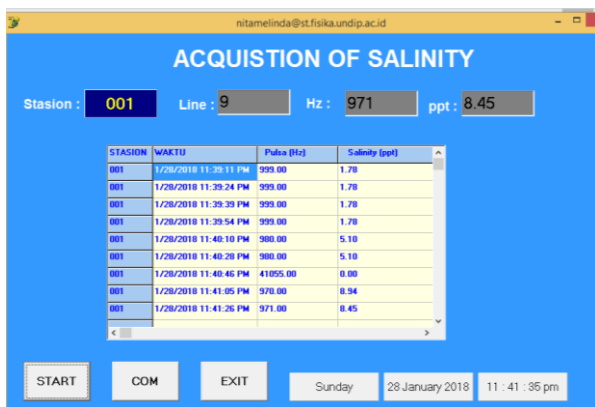
Tabel 2. Hasil kalibrasi sensor salinitas model kapasitif

log Salinitas Standart (ppt)	log Salinitas Sensor (ppt)	Error (%)
0.32	0.23	28.74
0.60	0.67	10.79
0.79	0.89	12.78
0.91	1.01	10.87
1	1.06	5.58
1.08	1.10	2.34
1.15	1.13	1.52
1.21	1.15	4.46
1.26	1.18	6.39
1.30	1.20	7.64
Error rata-rata		9.11

Tabel 2. menunjukkan bahwa masih terdapat perbedaan pembacaan antara sensor dengan alat ukur sebenarnya. Hal ini disebabkan karena nilai salinitas suatu larutan tidak bisa dijaga konstan pada saat pengukuran dilakukan. Dengan kata lain sulit untuk mendapatkan kondisi salinitas yang sama pada awal hingga akhir pengambilan data. Berdasarkan kalibrasi yang dilakukan menunjukkan bahwa *error* percobaan dengan menggunakan sensor sebesar 9.11 %. Nilai ini masih cukup besar, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk melakukan optimalisasi.

Hasil Akuisisi data Menggunakan Pemrograman Komputer

Program akuisisi yang dimaksud adalah sebuah GUI, yang telah dilengkapi dengan baris-baris programnya. Tampilan akuisisi data ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Record hasil akuisisi data RTU

Selanjutnya *MySQL* menampung data yang terbaca selama komunikasi tidak terputus. Data hasil akuisisi yang telah disimpan dalam *MySQL* ditunjukkan pada Gambar 11.

SQL result

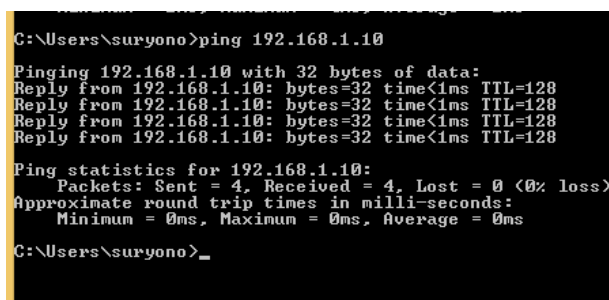
Host: localhost
Database: salinitas
Generation Time: Jan 28, 2018 at 11:31 PM
Generated by: phpMyAdmin 3.1.3.1 / MySQL 5.1.33-commur
SQL query: SELECT * FROM 'kadar_garam' LIMIT 930, 30
Rows: 30

STASION	WAKTU	Pulsa (Hz)	Salinity (ppt)
1	2018-01-28 22:45:34	980	5.10
1	2018-01-28 22:45:51	980	5.10
1	2018-01-28 22:46:09	980	5.10
1	2018-01-28 22:46:29	971	8.45
1	2018-01-28 22:46:49	970	8.94
1	2018-01-28 22:47:11	971	8.45
1	2018-01-28 22:47:23	971	8.45
1	2018-01-28 22:47:36	41054	0.00
1	2018-01-28 22:47:51	966	11.21
1	2018-01-28 22:48:06	966	11.21
1	2018-01-28 22:48:23	967	10.59
1	2018-01-28 22:48:40	41057	0.00
1	2018-01-28 22:48:58	964	12.56
1	2018-01-28 22:49:18	963	13.29

Gambar 11. Record database MySQL

Hasil Pengujian Wireless Sensor System

Koneksi *WiFi* berhasil apabila perintah *ping IP adres* mendapat *reply*, seperti ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan pengujian koneksi WiFi

Jika jaringan sudah terhubung, maka data dari *transmitter* akan dikirim melalui jaringan nirkabel secara *real time*. *Device* lain yang terhubung dengan jaringan yang sama dapat mengakses halaman *web* salinitas dengan memasukan alamat *192.168.1.10/ salinitas/* pada *web browser*. Alamat ini tersusun dari *IP address* RTU dan nama *database* rujukan *web*. Hasil *web* salinitas ditunjukkan pada Gambar 13.

STASION	WAKTU	Pulsa(Hz)	Salinity (ppt)
1	2018-01-28 22:55:15	41053	0.00
1	2018-01-28 22:54:55	41052	0.00
1	2018-01-28 22:54:36	41052	0.00
1	2018-01-28 22:54:17	958	17.68
1	2018-01-28 22:54:00	958	17.68
1	2018-01-28 22:53:44	960	15.77
1	2018-01-28 22:53:28	959	16.69
1	2018-01-28 22:53:14	960	15.77
1	2018-01-28 22:53:00	959	16.69
1	2018-01-28 22:52:48	1266	0.00
1	2018-01-28 22:52:27	960	15.77
1	2018-01-28 22:52:06	960	15.77

Gambar 13. Tampilan web salinitas

Pengujian dilakukan dengan membandingkan data yang dikirim dari komputer server dengan data yang diterima di komputer client. Hasil perbandingan data yang dikirim dari RTU dengan data yang diterima di CTU menunjukkan bahwa data yang dikirim dari komputer RTU yang berada di lapangan, nilainya sama dengan data yang diakses dari komputer CTU. Hal ini berarti tidak terjadi error pengiriman data.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Sensor kapasitif berperan sebagai kapasitor pada rangkaian *astable multivibrator*, dengan metode *sensing* yang digunakan yaitu memanfaatkan perubahan nilai kapasitansi, sehingga akan berdampak pada perubahan frekuensi pulsa *astable multivibrator*.
2. Perubahan frekuensi pulsa *astable multivibrator* menunjukkan adanya perubahan salinitas, frekuensi pulsa keluaran akan berkurang seiring dengan peningkatan nilai salinitas.
3. Sensor salinitas dengan menggunakan metode kapasitif memiliki *range* pengukuran salinitas dari 2 ppt sampai 20 ppt.

4. Berdasarkan grafik karakterisasi diperoleh hubungan antara frekuensi pulsa *astable multivibrator* dan salinitas yaitu $y = -0.0243x + 24.481$ dengan y adalah logaritma salinitas (ppt), x adalah pulsa (Hz), dengan *error* sebesar 9.11 %.
5. Pembuatan *wireless sensor* pengukuran salinitas model kapasitif mampu menyediakan *database* kadar salinitas yang dapat diakses secara *real time* melalui *web browser*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Suryono, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah mencurahkan waktu, tenaga, dan ilmunya untuk memberi masukan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Teman-teman yang telah memberikan banyak dukungan baik moral maupun material. Keluarga yang selalu mendukung dan menyemangati penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ardi, I., Eri, S., Anang, H.K., dan Ani, W., 2016. Salinitas Optimal untuk Pendederan Benih Ikan Betutu (*Oxyeleotris Marmorata*), *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(4), 339-347, P-ISSN 1907-6754.
- [2]. Yulan A., Ida, A. A. P., dan Ariesia, A. G., 2013. Tingkat Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Gift (*Oreochromis Niloticus*) pada Salinitas yang Berbeda, *Journal of Fisheries Sciences*, xv (2): 78-82.
- [3]. Kirana, F.T. dan Suryono, 2016, Rancang Bangun Sistem Monitoring Kadar Salinitas Menggunakan WSS, *Youngster Physic Journal*, Vol. 5, No. 4.
- [4]. Bhat, S., 2005, Salinity (Conductivity) Sensor Based on Paralel Plate Capacitors, *Thesis*, Department of Electrical Engineering, University of South Florida, USA.
- [5]. Visconti, P., Primiceri, P., dan Orlando, C., 2016, Solar Powered

- [6]. Wireless Monitoring System Of Environmental Conditions Forearly Flood Prediction Or Optimized Irrigation In Agriculture, *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 11, No. 7, April 2016.
- [7]. Davis, A. dan Chang, H., 2012, A Survey Of Wireless Sensor Network Architectures, *IJCSES*, Vol.3, No.6.
- [8]. Suryono, S., Suseno, J.E., Mashuri, C., Sabila, A.D., Nugraha, J.A.M., dan Primasiwi, M.H., 2017, RFID Sensor For Automated Prediction Of Reorder Point (ROP) Values In A Vendor Management Inventory (VMI) System Using Fuzzy Time Series, *Advanced Science Letters*, Vol. 23, Nb. 3, pp. 2398-2400.
- [9]. Tancung, A.B. dan Ghufran H.K., 2007, *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*, Jakarta: Rineka Cipta. Thurman, H.P. dan Trujillo, A.P., 2002, *Essentials of Oceanography*, Prentice Hall.
- [10]. Jury, S.H., M.T. Kinnison, W. H. Howell, dan W. H. Watson, The Effect of Reduced Salinity on Lobster (*Homarus Americanus* Milne- Edwards) Metabolism: Implications for Estuarine Populations, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 176, No. 2, 1994, PP. 167- 185.
- [11]. Syam, R., 2013, *Dasar- Dasar Teknik Sensor*, Makassar: Fakultas Teknik Universitas Hasanudin.
- [12]. Young, H. dan Roger A.F., 2003, *Fisika Universitas Jilid 2 Edisi Kesepuluh*, (diterjemahkan oleh: Pantur Silaban), Jakarta: Erlangga.
- [13]. Sasongko, B., Muhammad, K., dan Sri, R.S., 2013, Perancangan Pengukuran Kapasitansi Orde Femtofarad Berbasis Rangkaian Aktif Differensial Untuk Sistem Electrical Capacitance Volume Tomography (ECVT), *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Universitas Lampung*, Vol. 7, No. 1.
- [14]. Bachri, A., 2013, Simulasi Karakterisasi Inverter IC 555. *Jurnal Teknik*, Vol. 5, No. 1.
- [15]. 15Susilo, D., 2010. *40 Jam Kupas Tuntas Mikrokontroler MCS51 & AVR*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [16]. 16Oktofani, Y., Arief A.S., dan Aswin S., 2014, Sistem Pengendalian Suhu dan Kelembaban Berbasis Wireless Embedded System, *Rep. Jur. PTIIK UB*, Vol.3 No.6.
- [17]. Supegina, F. dan Eko, J.S., 2017, Rancang Bangun IOT Temperature Controler Untuk Enclosure BTS Berbasis Microcontroller Wemos dan Android, *Jurnal Teknologi Elektro, Univeristas Mercu Buana*, Vol.8 No. 2.
- [18]. Priyambodo, T.K. dan Heriadi, D., 2005, *Jaringan Wi-Fi Teori dan Implementasi*, Yogyakarta: Andi.