

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KONDUKTIVITAS LISTRIK AIR MENGGUNAKAN WIRELESS SESNOR SYSTEM (WSS)

Margo Utomo dan Suryono

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: margoutomo@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

Water has many benefits one of which is a good conductor of electricity, because the water contains ions that can conduct electricity, the amount of water's ability to conduct electricity known as electrical conductivity or electrical conductivity (EC). The electrical conductivity of the water is in practice often used as parameters of water quality. Therefore the need for a monitoring electrical conductivity of water so that the levels of electrical conductivity in a body of water. The method used for water monitoring system for electrical conductivity using Wireless Sensor System (WSS). By using WSS data monitoring can be done at a distance, direct or realtime network using Wi-Fi. To know the symptoms of the changes that occur in the water sensor uses electrical conductivity of water. Values that comes out of analog value which is then converted into digital values by microcontroller ATSAM3X8E with features Analog to Digital Converter (ADC), then the data is sent to a computer using serial communication. The data sent is stored in a database at the station Remote Terminal Unit (RTU). The data has been stored subsequently sent to the Terminal Station Control Unit (CTU) using Wi-Fi networks. Data sent to CTU station can be accessed by accessing the IP address in a web browser. The results of the characterization of the sensor to a standard measuring instrument obtained the following equation $y = 58,666x - 42929$. Furthermore, the equation to be incorporated into the program the microcontroller then do the calibration. The results of the calibration of linear correlation coefficient (R) and standard deviation (δ), a conductivity sensor has $R = 0.999$ and $\delta = 129.76 \mu\text{S} / \text{cm}$. Of data sent and received data error does not occur, so it can be ascertained that the data transmission no data is wrong, less, or increases.

Keywords: Wireless Sensor System, a microcontroller, ADC, database, monitoring.

ABSTRAK

Air memiliki banyak manfaat salah satunya yaitu sebagai penghantar listrik yang baik, karena di dalam air terkandung ion-ion yang dapat menghantarkan listrik, besarnya kemampuan air dalam menghantarkan listrik disebut sebagai konduktivitas listrik atau Daya Hantar Listrik (DHL). Konduktivitas listrik air ini dalam prakteknya sering dijadikan sebagai parameter dari kualitas air. Untuk diperlukannya sebuah monitoring konduktivitas listrik air supaya kadar konduktivitas listrik di suatu perairan. Metode yang digunakan untuk sistem monitoring konduktivitas listrik air ini menggunakan Wireless Sensor System (WSS). Dengan menggunakan WSS pemantauan data dapat dilakukan pada jarak jauh dan bersifat langsung atau realtime dengan memanfaatkan jaringan Wi-Fi. Untuk mengetahui gejala-gejala perubahan yang terjadi di dalam air menggunakan sensor konduktivitas listrik air. Nilai yang keluar berupa nilai analog yang selanjutnya diubah menjadi nilai digital oleh mikrokontroler ATSAM3X8E dengan fitur Analog to Digital Converter (ADC), selanjutnya data dikirimkan ke komputer menggunakan komunikasi serial. Data yang terkirim disimpan dalam database pada stasiun Remote Terminal Unit (RTU). Data yang telah tersimpan selanjutnya dikirimkan ke stasiun Control Terminal Unit (CTU) menggunakan jaringan Wi-Fi. Data yang terkirim ke stasiun CTU ini dapat diakses dengan cara mengakses alamat IP pada web browser. Hasil dari karakterisasi sensor tersebut terhadap alat ukur standar diperoleh persamaan sebagai berikut $y = 58,666x - 42929$. Selanjutnya persamaan yang diperoleh dimasukkan ke dalam program mikrokontroler kemudian dilakukan kalibrasi. Hasil dari kalibrasi tersebut diperoleh koefisien korelasi linier (R) dan standar deviasi (δ), sensor konduktivitas memiliki $R = 0,999$ dan $\delta = 129,76 \mu\text{S}/\text{cm}$. Dari data yang dikirim dan data yang diterima tidak terjadi kesalahan, sehingga dapat dipastikan bahwa dalam pengiriman data tidak ada data yang salah, kurang, maupun bertambah.

Kata kunci : Wireless Sensor System, mikrokontroler, ADC, database, monitoring.

PENDAHULUAN

Air memiliki manfaat yaitu sebagai penghantar listrik yang baik, karena di dalam air terkandung ion-ion yang dapat menghantarkan listrik, besarnya kemampuan air dalam menghantarkan listrik disebut sebagai konduktivitas listrik atau Daya Hantar Listrik

(DHL). Konduktivitas listrik air ini dalam prakteknya sering dijadikan sebagai parameter dari kualitas air. Untuk mengetahui konduktivitas listrik pada air diperlukan pemantauan atau *monitoring* secara terus menerus di daerah-daerah perairan yang ingin diamati sehingga dapat mengetahui perubahan

dari konduktivitas listrik yang ada pada perairan tersebut.

Dalam *monitoring* diperlukan sistem pemantauan dari sumber air yang datanya dapat diakses oleh orang banyak secara *real time*, sehingga orang tersebut dapat mengetahui kandungan konduktivitas listrik air pada perairan yang dipantau. Berbagai sistem sudah dikembangkan untuk memonitoring, salah satu contoh sistem yang sering digunakan adalah *Wireless Sensor System* (WSS) dengan metode telemetri atau biasa disebut sistem komunikasi jarak jauh. Sistem ini memiliki beberapa kelebihan antara lain bersifat *real time* atau bersifat langsung dan pemantauannya dapat dilakukan pada jarak yang jauh dari subjek yang akan diamati menggunakan jaringan *Wi-Fi* sebagai media pengiriman datanya [3].

Dalam penelitian ini dibuatlah alat *monitoring* konduktivitas listrik air menggunakan sensor konduktivitas listrik. Nilai dari sensor yang berupa tegangan analog diterjemahkan dengan menggunakan mikrokontroler untuk mengubah bentuk sinyal analog ke sinyal digital melalui fitur *Analog to Digital Converter* (ADC) yang kemudian dari pembacaan nilai ADC tersebut akan dikonversi menjadi nilai dari konduktivitas listrik air. Data hasil pembacaan nilai tersebut dapat ditampilkan pada antarmuka komputer di bagian stasiun pemantau, selanjutnya data tersebut dapat diakses melalui *web browser* pada stasiun penerima.

DASAR TEORI

Konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik merupakan salah satu faktor penentu untuk kandungan senyawa-senyawa yang terdapat dalam air. Konduktivitas listrik air juga sering disebut dengan Daya Hantar Listrik (DHL). Dengan kata lain, konduktivitas air adalah kemampuan air untuk menghantarkan panas, listrik dan suara. Sedangkan pengertian dari konduktivitas listrik air adalah kemampuan dari air tersebut untuk menghantarkan listrik, semakin tinggi tingkat konduktivitas listrik air

maka air tersebut dapat dikatakan semakin buruk kualitasnya, sehingga akan mempengaruhi kesehatan tubuh. Terdapat banyak ion yang berpengaruh terhadap nilai konduktivitas listrik, salah satunya yaitu mineral. Mineral adalah senyawa yang berpengaruh terhadap tinggi rendahnya nilai konduktivitas suatu air. Air yang memiliki mineral berlebih atau kekurangan mineral dapat mengakibatkan penyakit yang dalam waktu lama dapat merusak ginjal. Selain itu harus diperhatikan beberapa batas ambang untuk senyawa-senyawa penghantar daya listrik agar nilai dari konduktivitas tidak berlebih ataupun kurang [4].

Sensor Konduktivitas Listrik

Sensor konduktivitas merupakan sebuah sensor yang dalam pengukurannya bekerja sebagai alat ukur daya hantar listrik suatu fluida atau cairan. Oleh karenanya sensor ini harus dapat mengukur, mengontrol, menganalisa serta mendeteksi suatu input dengan baik dan benar. Pada sensor konduktivitas listrik air menggunakan dua batang elektroda yang dicelupkan ke dalam air. Dalam pengprogramannya sensor konduktivitas mengukur daya hantar listrik dengan cara menentukan nilai dari *Total Dissolved Solid* (TDS) yaitu nilai jumlah padatan logam yang terlarut dalam air, dari nilai tersebut sensor dapat menentukan daya hantar listrik dalam suatu larutan. Nilai dari konduktivitas larutan akan sebanding dengan konsentrasi dari ion-ion yang terkandung dalam larutan tersebut, selain itu jarak dari kedua elektroda juga dapat berpengaruh dalam sensor konduktivitas listrik [5].

Mikrokontroler ATSAM3X8E

Mikrokontroler ATSAM3X8E merupakan pengembangan *chip* dari atmel yang masuk dalam seri ARM SMART MCU/SMART SAM3X/A yang merupakan bagian dari keluarga *flash* mikrokontroler yang bekerja berdasarkan pada kinerja ARM yang tinggi yaitu 32 bit ARM Cortex M3 RISC, beroperasi pada kecepatan maksimum 84 MHz,

mempunyai USB *host* dengan kecepatan tinggi dan *device port*. Pada mikrokontroler SAM3X/A ini memiliki tiga *mode* yang telah tertanam dalam *chip* mikrokontroler yaitu *sleep*, *wait*, and *backup*, pada *mode sleep* semua proses yang berjalan berhenti, sedangkan untuk *mode wait* beberapa *timer* dapat dimatikan tetapi beberapa sistem dapat berfungsi bergantung pada keadaan-keadaan tertentu, dan pada *mode backup* hanya RTC, RTT, dan *logic* yang masih dapat berjalan. Mikrokontroler ATSAM 3X/A ini sangat cocok untuk program jaringan termasuk industri, rumah, dan *building automation*.

Analog to Digital Converter (ADC)

Mikrokontroler ATSAM3X8E memiliki fasilitas *Analog to Digital Converter* (ADC) yang sudah *built-in* dalam *chip*. Fitur ADC *internal* inilah yang menjadi salah satu kelebihan mikrokontroler ATSAM3X8E bila dibandingkan dengan beberapa jenis mikrokontroler yang lain. Dengan adanya ADC *internal* pengguna tidak akan direpotkan lagi dengan proses pengubahan sinyal dari *analog* ke *digital* seperti yang harus dilakukan jika memakai IC ADC eksternal. ATSAM3X8E memiliki resolusi ADC 12 *bit*, DAC 12 *bit*, serta PWM 12 [2].

Wireless Sensor Network (WSN)

Perkembangan komunikasi data yang semakin maju, membutuhkan suatu alat untuk mengirimkan data dari suatu tempat ke tempat yang berbeda dalam satu waktu. Untuk melakukan kegiatan tersebut salah satunya diperlukannya sebuah komunikasi jarak jauh nirkabel yang lebih efisien, maka diperlukannya sebuah *Wireless Sensor Network* (WSN). Pengertian dari WSN adalah jaringan sensor nirkabel yang mempunyai beberapa kumpulan dari sejumlah *node* yang diatur dalam jaringan kerjasama. Masing-masing *node* pada WSN ini biasanya dilengkapi dengan radio *transciever* atau alat komunikasi *wireless* lainnya atau dapat juga mikrokontroler. Dalam perkembangannya banyak pengprograman dari WSN, contohnya yang biasa digunakan adalah untuk

pengumpulan data kondisi suatu objek yang diamati, atau dapat digunakan sebagai pengamatan secara *real time*. WSN umumnya berisi sistem *sensing*, *processing*, *communication*, dan *power*. Sistem *processor* merupakan bagian sistem yang terpenting pada WSN yang dapat mempengaruhi *performance* ataupun konsumsi energi. Pada praktek di lapangan WSN menggunakan metode telemetri sebagai komunikasi data [1].

Database

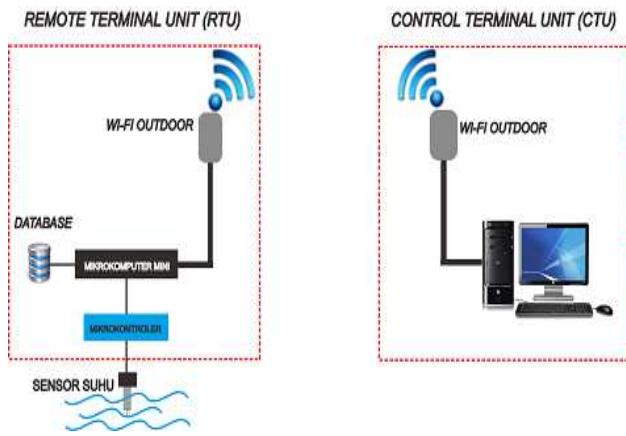
Database adalah kumpulan informasi yang disimpan di dalam komputer secara sistematik sehingga dapat diperiksa menggunakan suatu program komputer untuk memperoleh informasi dari *database* tersebut. *Database* merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam sistem informasi sebagai basis sistem dalam menyediakan informasi bagi para pemakainya. Sistem manajemen *database* merupakan perangkat lunak yang didesain untuk membantu dalam hal pemeliharaan dan *utility* data dalam jumlah besar. Penyusunan *database* dapat dilakukan secara sederhana dengan menuliskan data-datanya pada sebuah buku khusus. Untuk memudahkan penyusunan dan penampilan data, maka digunakan bentuk table [6].

METODE PENELITIAN

penelitian ini dilakukan dengan cara pengembangan studi literatur (studi pustaka), setelah itu dilanjutkan dengan melakukan perancangan sistem alat yang telah terbagi menjadi dua bagian. Pertama yaitu mendesain perangkat keras, kedua membuat bahasa pemrograman perangkat lunak. Selanjutnya melakukan uji coba sistem pemantauan kualitas air dengan mikrokontroler dan menggunakan WSN sebagai komunikasi data jarak jauhnya. Kemudian melakukan pengujian sistem secara keseluruhan baik dari stasiun *transmitter* dan *receiver*. Terakhir adalah menganalisa hasil dan kesimpulan.

Sensor konduktivitas terhubung dengan mikrokontroler yang berada pada stasiun *Remote Terminal Unit* (RTU). Hasil akuisisi data ditampilkan menggunakan *interface*

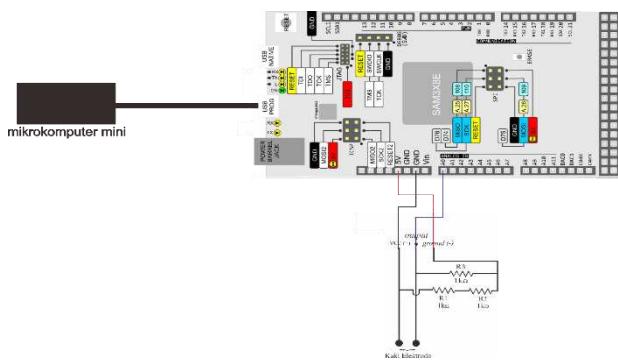
komputer dan datanya tersimpan dalam *database*. Pada RTU data dikirimkan ke stasiun *Control Terminal Unit* (CTU) menggunakan jaringan *Wi-Fi* dan datanya dapat diakses menggunakan web browser dengan mengetikkan alamat IP dari stasiun RTU, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem *monitoring* konduktivitas listrik air

Rangkaian Sistem Akuisisi Data

Untuk akuisisi data, sensor konduktivitas yang dihubungkan dengan mikrokontroler. Pada Gambar 2 terlihat bahwa sensor tersebut dihubungkan dengan mikrokontroler pada setiap pin pada *pin-pin output*.



Gambar 2. Rangkaian akuisisi sensor

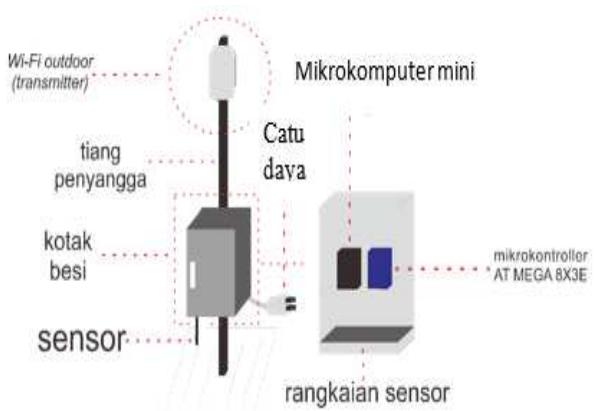
Pada gambar terlihat *output* dari sensor konduktivitas dipasang pada *pin output* A0 mikrokontroler, selanjutnya dari *pin output* mikrokontroler tersebut nilai pembacaan dari sensor yang berupa data analog diubah menjadi

Rancang Bangun Sistem Konduktiv...

data digital dengan menggunakan *Analog Digital Converter* (ADC) pada mikrokontroler, kemudian dari ADC mikrokontroler tersebut nilai yang didapat diubah menjadi besaran fisis dari sensor yaitu konduktivitas diubah kedalam $\mu\text{S}/\text{cm}$. Data dari mikrokontroler selanjutnya dikirimkan ke mikrokomputer mini dengan menggunakan komunikasi serial dan dilakukan akuisisi oleh program akuisisi yang terdapat pada mikrokomputer mini.

Rancang Desain Wireless Sensor System (WSS)

Rancang bangun sistem telemetri *monitoring* konduktivitas listrik air dengan menggunakan jaringan *Wi-Fi* ini dimulai dengan mendesain sistem tersebut menjadi beberapa bagian. Ada beberapa bagian pada rancang bangun ini, diantaranya pada bagian *Remote Terminal Unit* (RTU) atau di bagian *transmitter* seperti Gambar 3, di bagian ini terdiri dari beberapa bagian lagi yaitu sebuah tiang penyangga kotak, dimana terdapat *Wi-Fi outdoor* dan di bawah tiang penyangga terdapat kotak besar, di dalam kotak tersebut berisi peralatan akuisisi berupa mikrokomputer mini dan mikrokontroler serta di bawahnya terdapat kotak kecil yang berisi rangkaian sensor.



Gambar 3. Desain wireless sensor network

Data yang terkirim dari stasiun RTU selanjutnya akan diterima oleh stasiun penerima *Control Terminal Unit* (CTU) dimana antara RTU dan CTU ini berada pada tempat yang terpisah. Stasiun CTU terdiri dari *Wi-Fi outdoor* dan

LCD sebagai penampil data yang telah terkirim. Pada stasiun CTU data yang diterima dari stasiun RTU dilihat menggunakan *web browser* dengan cara mengakses alamat IP pada *web browser*. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain sistem penerima data

Program Sistem Akuisisi Data

Program sistem akuisisi data dibuat agar data akuisisi sensor dapat ditampilkan dalam komputer melalui program penampil akuisisi data menggunakan delphi 7 seperti terlihat pada Gambar 5.

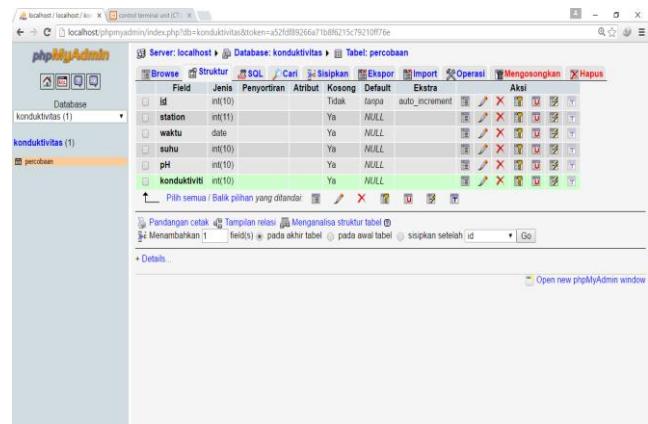


Gambar 5. Program sistem akuisisi data

Ada beberapa komponen yang digunakan dalam pembuatan program ini antara lain seperti *Button*, *Timer*, *Panel*, *DBGrid*, *ADOTabel*, dan *EditText*. Dari semua komponen tersebut selanjutnya dibuat pada sebuah *form* yang ada pada delphi tersebut.

Program database

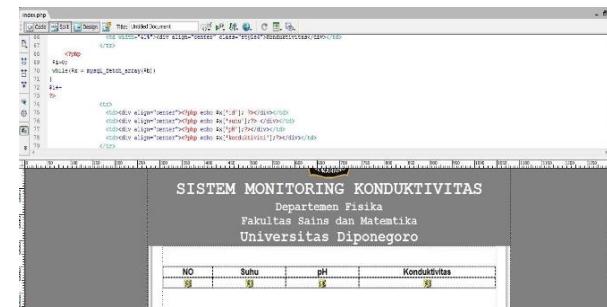
Hasil akuisisi data selanjutnya disimpan ke dalam sebuah *database* seperti yang terlihat dalam Gambar 6. Pada *database* ini terdapat banyak menu yang dapat digunakan untuk mendukung pembuatan *database* diantaranya, *browse*, *struktur*, *search*, *edit*, *delete*, *export*, *import*, dan lain-lain.



Gambar 6. Struktur database

Program Sistem Penerima Data Telemetri

Data yang telah disimpan di database pada RTU kemudian diakses oleh komputer server melalui jaringan *Wi-Fi*. Data yang diterima tersebut selanjutnya akan ditampilkan melalui program *web browser*. Penampil data ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *php* dan *html* seperti yang terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Program penampil penerimaan data

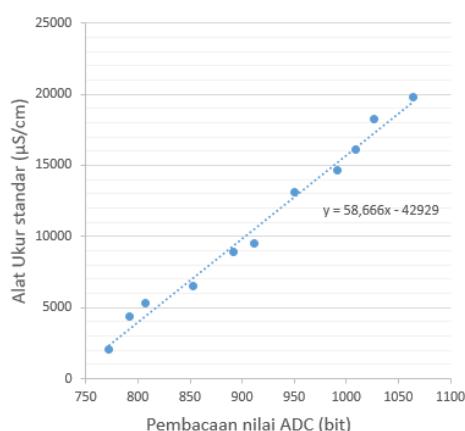
Koneksi antara RTU dan CTU dibuat menggunakan sistem *client* dan *server* atau dapat juga menggunakan komputer tanpa stasiun CTU asalkan komputer tersebut berada pada jaringan yang sama dengan RTU. Dalam

rancang bangun ini RTU bertindak sebagai *client* dan CTU bertindak sebagai *server*. Pengambilan dilakukan secara terus-menerus selama *server* masih terhubung dengan *client*. Untuk mengakses data yang dikirimkan dari *client* pengguna perlu menggunakan *web browser* untuk mengakses data tersebut dengan cara mengakses alamat IP *client*. Untuk menciptakan basis data dari *client* ke *server* menggunakan bahasa pemrograman *php* dan *html*, sebelumnya dilakukan pembuatan sebuah tampilan atau *interface* supaya data tersebut dapat diamati oleh pengguna lain menggunakan *web browser*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi dan Kalibrasi Sensor

Berdasarkan dari karakterisasi sensor konduktivitas listrik pada Gambar 8 ini diperoleh data hasil percobaan. Data-data yang diperoleh selanjutnya dimasukkan kedalam grafik hubungan antara x dan y, dimana x mewakili nilai dari ADC, sedangkan y mewakili nilai dari konduktivitas listrik air. Berdasarkan gambar di atas bahwa semakin tinggi nilai konduktivitas listrik maka akan berbanding lurus dengan nilai dari pembacaan ADC.



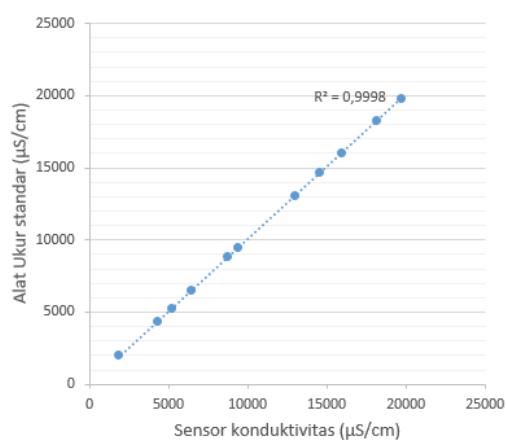
Gambar 8. Karakterisasi sensor konduktivitas

Dari grafik yang sudah terplot maka dapat dibuat sistem akuisisi data sensor yang telah terbaca menjadi nilai konduktivitas listrik air yang sesungguhnya. Cara akuisisi data tersebut dengan mengalikan nilai keluaran dari sensor dengan variabel 58,666 dan dari hasil

tersebut kemudian dikurangi dengan variabel 42929 setelah angka dimasukan maka akan terbaca nilai konduktivitas listrik air. Berikut adalah persamaan yang didapat dari hasil tabel yang sudah dimasukan dalam grafik persamaan x dan y yang dapat dilihat dalam persamaan 1.

$$y = 58,666x - 42929 \quad (1)$$

Langkah selanjutnya adalah melakukan kalibrasi untuk sensor konduktivitas listrik. Dari hasil kalibrasi yang dilakukan pada pengujian sensor konduktivitas listrik air didapatkan grafik hubungan antara x dan y seperti yang terlihat dalam Gambar 9.



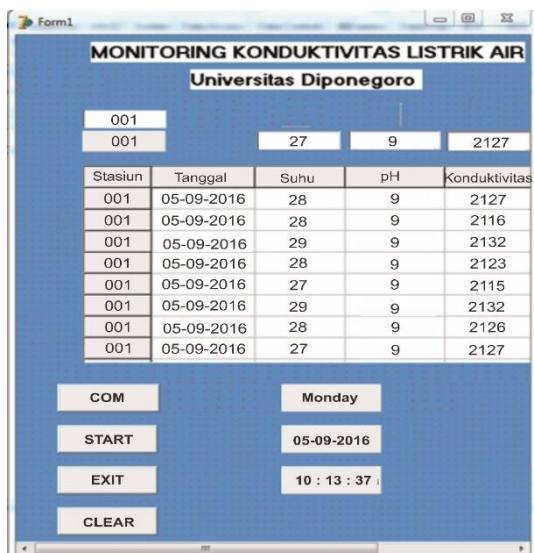
Gambar 9. Kalibrasi sensor konduktivitas

Dari grafik di atas dapat diamati dari hubungan x dan y, dimana x menunjukkan data dari sensor konduktivitas sedangkan y menunjukkan hasil dari sensor konduktivitas listrik standar, dari hasil tersebut dinilai korelasi dan deviasi rata-rata antara dua alat ukur ini mempunyai nilai $R = 0,999$ dan $\delta = 129,76 \mu\text{S}/\text{cm}$. Dari nilai deviasinya di gunakan sebagai nilai simpangan dalam pembacaan sensor yaitu $\pm 129,76 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Hasil Program Akuisisi Data dan Basis Data

Hasil dari akuisisi data oleh mikrokontroler selanjutnya dikirimkan ke komputer untuk ditampilkan ke dalam bentuk digital dengan bantuan program penampil akuisisi data menggunakan Delphi 7. Data yang dihasilkan dapat diamati pada Gambar 10.

Terlihat dalam gambar bahwa program akuisisi data ini mencatat setiap data yang masuk dengan *delay* tertentu yang sudah diprogram sebelumnya.



Gambar 10. Program pembacaan sensor

Selanjutnya data dari sistem akuisisi disimpan ke dalam *database*, data yang tersimpan dengan data yang ada pada program akuisisi adalah sama, karena pada program delphi sudah terkoneksi dengan *database*, sehingga data yang terbaca pada delphi juga tersimpan dalam *database*. Tampilan data-data yang tersimpan dalam *database* berbentuk tabel dan dapat diamati pada Gambar 11.

			id	station	waktu	suhu	pH	konduktiviti
<input type="checkbox"/>			2142	1	2016-09-05	28	9	2341
<input type="checkbox"/>			2141	1	2016-09-05	28	9	2336
<input type="checkbox"/>			2140	1	2016-09-05	29	9	2341
<input type="checkbox"/>			2139	1	2016-09-05	28	9	2343
<input type="checkbox"/>			2138	1	2016-09-05	27	9	2338
<input type="checkbox"/>			2137	1	2016-09-05	29	9	2342
<input type="checkbox"/>			2136	1	2016-09-05	28	9	2347
<input type="checkbox"/>			2135	1	2016-09-05	27	9	2348
<input type="checkbox"/>			2134	1	2016-09-05	28	9	2332
<input type="checkbox"/>			2133	1	2016-09-05	27	9	2342
<input type="checkbox"/>			2132	1	2016-09-05	30	9	2337
<input type="checkbox"/>			2131	1	2016-09-05	26	9	2333
<input type="checkbox"/>			2130	1	2016-09-05	31	9	2328
<input type="checkbox"/>			2129	1	2016-09-05	28	9	2327
<input type="checkbox"/>			2128	1	2016-09-05	26	9	2336
<input type="checkbox"/>			2127	1	2016-09-05	29	9	2330

Gambar 11. Database

Hasil Pengujian Sistem Komunikasi Data

Pengujian sistem komunikasi data dilakukan dengan uji coba jaringan Wi-Fi menggunakan metode telemetri. Hal pertama yang harus dilakukan adalah mengatur koneksi Wi-Fi *outdoor* sebagai media transmisi data dengan dua stasiun yaitu stasiun RTU atau disebut dengan *transmitter* dan stasiun CTU atau disebut dengan *receiver*. Kedua stasiun ini harus berada pada satu jaringan Wi-Fi yang sama sehingga dapat saling terkoneksi satu sama lainnya. Ketika keduanya telah terhubung, mikrokomputer mini pada *transmitter* akan mengambil data dari mikrokontroler secara terus menerus dengan selang waktu 1 detik. Data yang diambil oleh *transmitter* selanjutnya disimpan dalam *database* mikrokomputer mini. Dari mikrokomputer mini data dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi, selanjutnya komputer pada *client* dapat mengakses data melalui *web browser* dengan cara memasukkan alamat IP dari *client* dan pengambilan data dapat berlangsung terus selama masih terkoneksi diantara dua stasiun, pengamatan data tersebut bersifat *real time*.

Data yang sudah didapatkan dari mikrokontroler selanjutnya akan disimpan ke dalam *database* yang berbentuk tabel yang telah disiapkan. Data yang diambil dari mikrokontroler berupa data keluaran dari tiga sensor yaitu konduktivitas listrik air, dimana data dari sensor tersebut dimasukkan ke dalam satu tabel, tujuannya agar mempermudah dalam pengamatan serta dicantumkan tanggal dan waktu dalam pengambilan data. Dengan begitu data dapat dipantau dengan baik kapan saat kualitas air tersebut menurun atau sebaliknya dengan tiga parameter dari ketiga sensor tersebut. Data dari *database* dapat diakses langsung pada program penerima secara *real time*.

Untuk program penerima data dibuat dengan menggunakan pemrograman *web* dengan bahasa pemrograman *php*. Dalam pembuatan program komputer *server* membutuhkan beberapa komponen antara lain basis data, *notepad*, dan *web browser*. Sistem

kerja dari program antarmuka web digunakan untuk mengambil data dari *database* mikrokomputer mini yang berada pada titik pemantauan dengan cara mengetikkan IP *address* dari stasiun RTU. Perbandingan data yang dikirim dari stasiun RTU dengan data yang diamati dari stasiun CTU dapat dilihat pada Gambar 12.

	id	station	waktu	suhu	pH	konduktiviti
□	2142	1	2016-09-05	28	9	2341
□	2141	1	2016-09-05	28	9	2336
□	2140	1	2016-09-05	29	9	2341
□	2139	1	2016-09-05	28	9	2343
□	2138	1	2016-09-05	27	9	2338
□	2137	1	2016-09-05	29	9	2342
□	2136	1	2016-09-05	28	9	2347
□	2135	1	2016-09-05	27	9	2348
□	2134	1	2016-09-05	28	9	2332
□	2133	1	2016-09-05	27	9	2342
□	2132	1	2016-09-05	30	9	2337
□	2131	1	2016-09-05	26	9	2333
□	2130	1	2016-09-05	31	9	2328
□	2129	1	2016-09-05	28	9	2327
□	2128	1	2016-09-05	26	9	2336
□	2127	1	2016-09-05	29	9	2330

Data yang terkirim



SISTEM MONITORING KONDUKTIVITAS			
Departemen Fisika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro			
NO	Suhu	pH	Konduktivitas
2142	28	9	2341
2141	28	9	2336
2140	29	9	2341
2139	28	9	2343
2138	27	9	2338
2137	29	9	2342
2136	28	9	2347
2135	27	9	2348
2134	28	9	2332
2133	27	9	2342
2132	30	9	2337
2131	26	9	2333
2130	31	9	2328
2129	28	9	2327
2128	26	9	2336
2127	29	9	2330

Data yang diterima

Gambar 12. Hasil pengujian sistem komunikasi data

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem sensor konduktivitas listrik air berhasil direalisasikan dan diuji dengan peralatan standar menghasilkan nilai koefisien korelasi (*R*) dan standar deviasi (δ) dari sensor konduktivitas memiliki $R = 0,999$ dan $\delta = 129,76 \mu\text{S}/\text{cm}$ dan data dari

sensor berhasil disimpan di dalam *database*.

2. Sistem komunikasi *Wireless Sensor System* (WSS) untuk *monitoring* konduktivitas air berhasil direalisasikan menggunakan jaringan Wi-Fi dari stasiun *Remote Terminal Unit* (RTU) sebagai *transmitter* dan stasiun *Control Terminal Unit* (CTU) sebagai *receiver*, setelah dilakukan pengujian sistem komunikasi data tidak ditemukan kesalahan transmisi data sehingga sistem telemetri bekerja dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aguilar, L., 2009, *An Experimental Wireless Sensor Network Applied in Engineering Courses*, Willey Periodical Inc, Mexico.
- [2] Atmel, *Atmel / SMART ARM-based MCU, datasheet*, Atmel Corporation, USA.
- [3] Chung, W., dan Yoo, J., 2015, Remote Water Quality Monitoring in Wide Area, *Sensor and Actuators*, Korea, vol. 51-57.
- [4] Davis, S. N., dan Weist, R. J. M., 1996, *Hydrogeology*, Jhon Willey & Sons, Inc, New York.
- [5] Martani, M., dan Endarko, 2014, Perancangan dan Pembuatan Sensor TDS pada Proses Pengendapan CaCO₃ Dalam Air Dengan Metode Pelucutan Elektron dan Medan Magnet, *Berkala Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, Surabaya.
- [6] Warman, I., dan Saputra, K. N., 2012, *Sistem Informasi Alumni ITP Menggunakan PHP dan SQL*, Jurnal Momentum.