

SISTEM MONITORING KEKERUHAN AIR MENGGUNAKAN JARINGAN WIRELESS SENSOR SYSTEM BERBASIS WEB

Khanif Pramusinto dan Suryono

Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang
E-mail : *khanif.pramusinto @st.fisika.undip.ac.id*

ABSTRACT

Turbidity in the water was not the nature of the water harmful but can cause concern contained impact of chemical compounds that are harmful to living things. Turbidity caused by suspended matter or insoluble. Water that exists today can not be separated from the insoluble particle pollution such as sand, mud, organic and inorganic chemicals that have an impact on organisms in the water. Wireless sensor system with a telemetry system can be a solution of the measurements performed remotely from the turbidity of the water. System monitoring turbidity in this study consisted of a water turbidity sensor that is connected to the microcontroller ATSAM3X8E. The results of the turbidity sensor converted by ADC microcontroller. Data read has been converted into a digital converted into the turbidity value by the microcontroller. Data communication systems that use serial communication between the microcontroller with a personal computer (PC) and data acquisition results displayed on acquisition applications on the PC and then stored into the database. Data acquisition results turbidity has an average division of ± 68 NTU. The data was transmitted from the station Remote Terminal Unit (RTU) to station Terminal Control Unit (CTU) with telemetry technique used a WiFi network that can be accessed through a web browser on a PC CTU and can displayed data in real-time in the form of a table.

Keywords: : *Turbidity, Turbidity sensor, Wireless sensor network, Database, WiFi network*

ABSTRAK

Kekeruhan di dalam air bukan merupakan sifat dari air yang membahayakan tetapi dapat menimbulkan dampak kekhawatiran terkandungnya senyawa kimia yang berbahaya bagi makhluk hidup. Kekeruhan disebabkan oleh materi yang tersuspensi atau tidak larut sehingga berdampak pada organisme di air. *Wireless sensor system* dengan sistem telemetri dapat menjadi solusi dari pengukuran yang dilakukan jarak jauh dari kekeruhan air. Sistem pemantauan kekeruhan pada penelitian ini terdiri dari sensor kekeruhan air yang terhubung dengan mikrokontroler ATSAM3X8E. Hasil pembacaan sensor kekeruhan diubah oleh ADC mikrokontroler. Data hasil pembacaan dikonversi oleh mikrokontroler. Sistem komunikasi data yang menggunakan komunikasi serial antara mikrokontroler dengan *personal computer* (PC) dan data hasil akuisisi ditampilkan pada aplikasi akuisisi pada PC dan kemudian disimpan kedalam basis data. Data hasil akuisisi kekeruhan memiliki deviasi rata-rata sebesar ± 68 NTU. Data kemudian dikirimkan dari stasiun *Remote Terminal Unit* (RTU) ke stasiun *Control Terminal Unit* (CTU) dengan teknik telemetri menggunakan jaringan *WiFi* sehingga dapat diakses melalui *web browser* pada PC CTU dan dapat menampilkan data secara *real-time* dalam bentuk tabel.

Kata kunci: *Kekeruhan air, Sensor kekeruhan, WSN, Basis data, Jaringan WiFi.*

PENDAHULUAN

Air menjadi bagian terpenting bagi kehidupan makhluk hidup dipermukaan bumi. Bumi dilingkupi oleh air sebanyak 70% sedangkan 30% merupakan daratan (dilihat dari permukaan bumi) [3]. Air yang bersih memiliki beberapa parameter fisika dan kimia yang harus terpenuhi seperti suhu air, penetrasi cahaya, intensitas cahaya, DO, kejenuhan oksigen, tingkat kekeruhan (*turbidity*), BOD, COD, pH air, nitrat, fosfat, *fecal coliform* [5].

Partikel yang tidak terlarut seperti pasir, lumpur, tanah, dan bahan kimia organik dan anorganik menjadi bentuk bahan tersuspensi di dalam air menyebabkan kekeruhan dalam air, sehingga mempengaruhi organisme baik di dalam dan dipermukaan air [2]. Kekeruhan air (*turbidity*) bukan merupakan sifat dari air yang membahayakan akan tetapi dapat menimbulkan dampak kekhawatiran karena dapat mengurangi estetika dan terkandungnya bahan-bahan kimia yang dapat memberika efek toksik terhadap manusia [13].

Dalam dunia pertanian kekeruhan air yang menjadi bagian yang yang tidak dilepaskan. Kekeruhan air yang banyak disebabkan oleh sedimen yang berada di dalam tanah dapat mempengaruhi kualitas dari hasil pertanian [10]. Pada kasus lain partikel tersuspensi dalam air pada lahan pertanian dapat juga berkaitan dengan kualitas ekologi disekitar lahan pertanian karena mengandung kadar garam yang terlalu tinggi sehingga dapat membahayakan bagi tanaman [11].

Pemantauan kekeruhan menjadi masalah yang kompleks bagi lingkungan. Sehingga solusi pemantauan kadar kekeruhan tersebut dapat menggunakan metode *wireless sensor system* dimana dapat dilakukan pemantauan pada titik-titik pengukuran tanpa harus berada pada lokasi tersebut yang terkoneksi juga jaringan *WiFi* dimana data dibaca oleh sensor kekeruhan kemudian data hasil pembacaan diubah oleh *Analog To Digital Converter* (ADC) yang

kemudian diproses oleh mikrokontroler dan selanjutnya disimpan dalam basis data, kemudian data dikirim melalui jaringan *WiFi* dan diterima oleh stasiun pemantau dan data ditampilkan pada stasiun monitoring dengan *realtime*

DASAR TEORI

Parameter Kualitas Air

Di dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/MENKES/PER/IX/1990, persyaratan air bersih dapat ditinjau dari parameter fisika, parameter kimia, parameter mikrobiologi dan parameter radioaktivitas yang terdapat di dalam air minum. Beberapa parameter tersebut harus terdapat dalam sebuah sumber air untuk mendapatkan hasil yang bersih yaitu parameter fisik seperti suhu, pH dan kekeruhan , parameter kimia, parameter mikrobiologi dan parameter radioaktivitas [9].

Sensor

Secara umum sensor didefinisikan sebagai alat yang mampu menangkap fenomena fisis (fisika) atau kimia kemudian mengubahnya menjadi sinyal elektrik baik arus listrik ataupun tegangan. Fenomena fisik yang mampu menstimulus sensor untuk menghasilkan sinyal elektrik meliputi temperatur, tekanan, gaya, medan magnet, cahaya, pergerakan dan sebagainya [6].

Sensor Kekeruhan

Sensor kekeruhan bekerja dengan fisis sinar *infrared* dipancarkan oleh LED kemudian sinar *infrared* tersebut akan melalui air dan ditangkap oleh fototransistor. Intensitas yang diterima oleh fototransistor berbanding lurus dengan tingkat kekeruhan dari air [8]. Prinsip tersebut menggunakan hukum Lambert-Beer yang menyatakan jumlah radiasi cahaya yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan

tebal larutan. Fungsi tersebut di tunjukkan oleh persamaan 1.

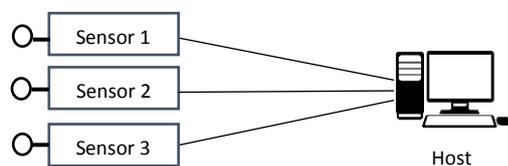
$$I = I_0 e^{-cd} \quad (1)$$

Dengan I_0 merupakan cahaya datang, I merupakan intensitas setelah melewati sampel dan e^{-cd} merupakan konstanta tingkat kekeruhan.

Wireless Sensor Network

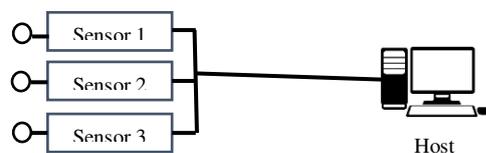
Wireless sensor network adalah sebuah jaringan komunikasi sensor yang terhubung secara *wireless* untuk memonitoring fisis atau kondisi lingkungan tertentu pada lokasi yang berbeda antara sensor dan pemrosesan datanya. Dalam perkembangannya *wireless* sensor telah dikembangkan dengan beberapa topologi jaringan seperti [12]:

1. Topologi jaringan *point to point*



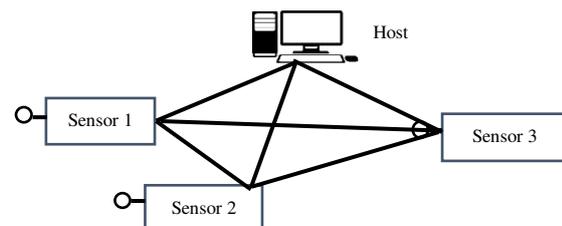
Gambar 1. Topologi jaringan *point to point* (Maribun, 2008).

2. Topologi jaringan *multidrop*



Gambar 2. Topologi jaringan *multidrop* (Maribun, 2008)

3. Topologi jaringan *web model*



Gambar 3. Topologi jaringan *web network* (Maribun, 2008)

Mikrokontroler ATSAM3X8E

Seri SMART ATSAM3X8E merupakan bagian dari *flash* mikrokontroler dengan performa tinggi 32-bit ARM Cortex RISC prosesor. Bekerja pada kecepatan maksimum 84 MHz dan dilengkapi kecepatan *flash* sampai 512 kb dan kecepatan *flash* SRAM mencapai 100 kb. Arsitektur ATSAM3X8E didisain spesial untuk mendukung pada transfer data kecepatan tinggi. Pada arsitektur ATSAM3X8E sudah memiliki *multi-layer matrix* seperti kanal SRAM, PDC dan DMA.

Analog to Digital Converter (ADC)

Analog To Digital Converter (ADC) memiliki fungsi pengubah input analog menjadi kode – kode digital. ADC banyak digunakan sebagai pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran atau pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistem komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan atau berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistem digital (komputer) [4].

Website

Secara terminologi, *website* merupakan kumpulan dari beberapa halaman situs dalam sebuah domain atau subdomain yang berada dalam *world wide web* (www) di dalam internet. *Web* merupakan kumpulan informasi pada *server* komputer yang terhubung satu sama lain dalam jaringan internet maupun intranet. Sedangkan aplikasi berbasis *web* (*web-base*) secara prinsip menyerupai aplikasi dalam komputer namun yang membedakan adalah dalam aplikasi *web-base* menggunakan tag-tag html sebagai dasar tampilan, sedangkan aplikasi program komputer menggunakan berbagai *platform* bahasa pemrograman [7].

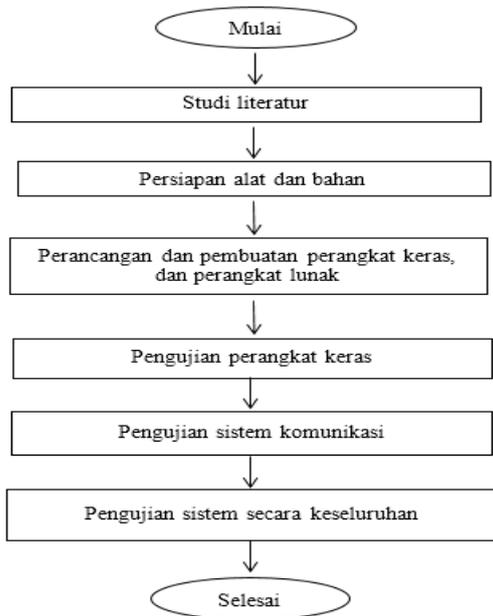
Database

Database dapat didefinisikan seperti sebuah penyimpanan data sehingga pembuatan *database* berhubungan dengan aktivitas yang berlanjut dari manusia sejak awal pembuatan dilakukan. *Database*

management system (DBMS) merupakan sebuah kumpulan dari data, perangkat keras, perangkat lunak dan pengguna untuk membantu pengembang dalam mengatur operasional data [1].

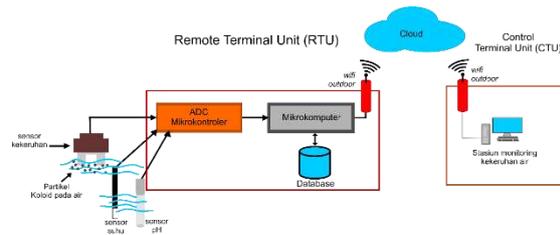
METODE PENELITIAN

Penelitian monitoring kekeruhan air menggunakan *wireless sensor network* berbasis *web-base* dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut.



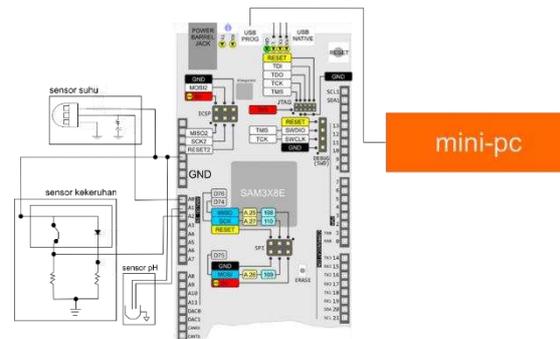
Gambar 4. Prosedur tahapan penelitian

Gambar 4 menunjukkan skema rangkaian alat yang digunakan dalam penelitian ini. *Remote Terminal Unit (RTU)* yang berfungsi sebagai stasiun pengambil data dilapangan dan yang kedua yaitu *Control Terminal Unit (CTU)* yang berfungsi untuk pemantauan data yang telah diambil dilapangan. Pada RTU terdapat rangkaian sensor kekeruhan air yang terhubung dengan mikrokontroler dan terkoneksi dengan mini komputer. Sensor kekeruhan mengubah tingkat kekeruhan air menjadi tegangan kemudian oleh mikrokontroler diubah menggunakan ADC menjadi data digital. Data hasil konversi ADC menjadi nilai kekeruhan air kemudian dikirim melalui komunikasi serial mikrokontroler dengan aplikasi akuisisi yang berada pada mini komputer.



Gambar 5. Skema sistem alat

Rangkaian Sistem Akuisisi Data



Gambar 6. Rangkaian sistem akuisisi data

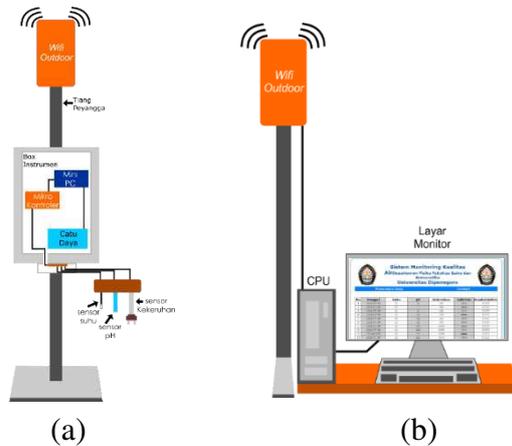
Rangkaian sistem akuisisi data terdiri dari rangkaian sensor suhu, sensor pH dan kekeruhan (*turbidity*) yang dihubungkan dengan mikrokontroler. Pada mikrokontroler pin yang dipasang dengan *ouput* sensor akan menghasilkan nilai pembacaan besaran fisis oleh sensor menjadi nilai digital dengan menggunakan *Analog to Digital Converter (ADC)* pada mikrokontroler. Nilai dari ADC kemudian diubah menjadi besaran pengukuran dari suhu yaitu celcius, pH dan kekeruhan yaitu *Nephelometric Turbidity Units NTU*. Data hasil konversi dikirimkan menggunakan komunikasi serial ke dalam mini komputer untuk diakuisisi oleh aplikasi akuisisi. Berikut merupakan bahasa pemrograman kekeruhan pada mikrokontroler:

```

void loop() {
  // Konversi Sensor Kekeruhan
  analogReadResolution(12);
  const int bacal = analogRead(A2);
  float vin = bacal*0.00079;
  int datanya = ((27.858*vin*vin*vin*vin)-
  (559.6*vin*vin*vin)+(3726.6*vin*vin)-
  (11685*vin)+17284);
  Serial.println(datanya);
  delay(1000)
}
  
```

Rancang Desain Wireless Sensor System

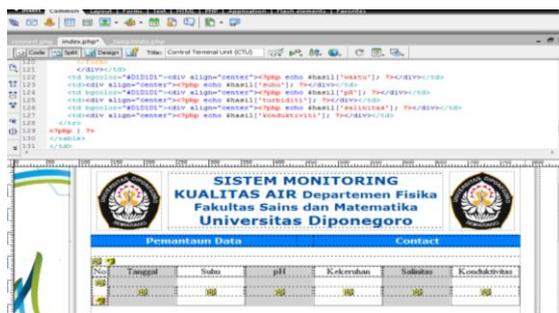
Pada wireless sensor system digunakan dua buah stasiun yaitu stasiun Remote Terminal Unit (RTU) dan stasiun Control Terminal Unit (CTU). Stasiun RTU berfungsi sebagai stasiun pemantau kekeruhan di lapangan. Data hasil pemantauan selanjutnya dikirimkan menuju stasiun CTU untuk dapat dimonitoring.



Gambar 7. (a) Stasiun RTU dan (b) Stasiun CTU

Aplikasi Penerima Data Wireless Sensor System

Pada stasiun CTU data yang telah disimpan dalam basis data kemudian ditampilkan ke dalam web browser secara realtime yang dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman php yang melakukan update data setiap tiga detik. Alamat pada web browser untuk dapat diakses pada CTU adalah 192.168.1.202/turbidity. Berikut merupakan interface web browser pada stasiun CTU:



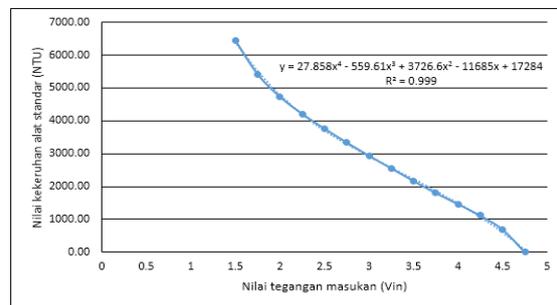
Gambar 8. Web memonitoring kekeruhan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemantauan kekeruhan air pada penelitian ini menggunakan sensor kekeruhan (turbidity) yang dihubungkan dengan jaringan WiFi yang menghubungkan stasiun remote dan stasiun control secara realtime.

Hasil Pengujian Sensor Kekeruhan

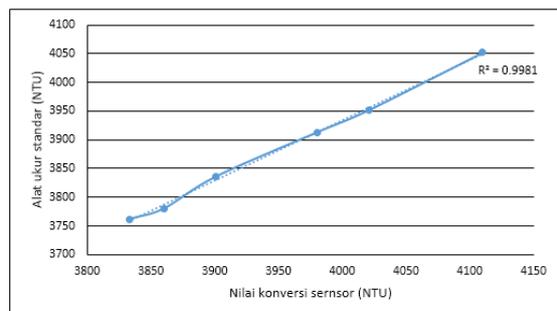
Pada gambar 8 menunjukkan dimana angka pembacaan semakin turun dengan bertambahnya tingkat kekeruhan di dalam air. Data kemudian pembacaan sensor di plot ke dalam sumbu x dan nilai alat ukur standar pada sumbu dan nilai alat ukur standar pada sumbu y maka didapatkan persamaan polinomial orde empat antara nilai kekeruhan air (NTU) dengan tegangan masukan.



Gambar 9. Karakterisasi sensor kekeruhan

$$y = 27.858x^4 - 559.61x^3 + 3726.6x^2 - 11685x + 17284 \quad (2)$$

Pada persamaan 2 dapat dilakukan akuisisi data sensor menjadi tegangan masukan yang kemudian menjadi nilai kekeruhan seperti alat ukur sebenarnya.



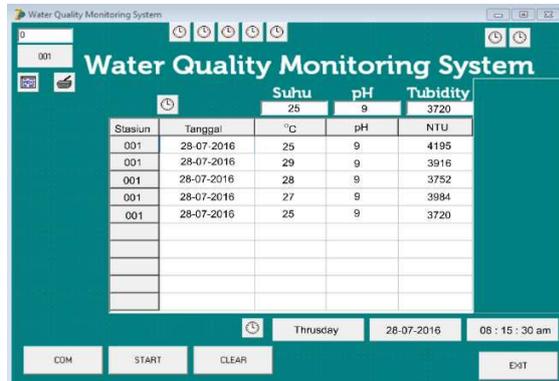
Gambar 10. Kalibrasi sensor kekeruhan

Pada gambar 4.6 menunjukkan korelasi antara nilai akuisisi dari sensor kekeruhan terhadap alat ukur standar dengan nilai

koefisien korelasi sebesar 0.998 dan standar deviasi rata-rata 68 yang berarti memiliki tingkat kesalahan ± 68 NTU.

Hasil Akuisisi Data Dan Basis Data

Data hasil akuisisi nilai sensor kemudian disimpan ke dalam basis data menggunakan aplikasi akuisisi data ke dalam basis data *MySQL*.



Gambar 11. Antar muka akuisisi data sensor

Pemantauan akuisis data dilakukan secara *real-time* dan langsung ditampilkan pada aplikasi dan disimpan dalam basis data.

Tabel 1. Penyimpanan data dalam *database*

Id	Station	Waktu	Suhu	pH	Keruh
1171	1	2016-07-28	25	9	3720
1170	1	2016-07-28	27	9	3984
1169	1	2016-07-28	28	9	3752
1168	1	2016-07-28	29	9	3916
1167	1	2016-07-28	25	9	4195

Hasil Pengujian Sistem komunikasi Data

Setelah komunikasi serial yang dilakukan antara mikrokontroler dan komputer berjalan dengan baik selanjutnya dilakukan uji coba terhadap sistem telemetri. Data yang telah diambil pada stasiun pemantau (RTU) kemudian diakuisisi oleh aplikasi akuisis data dan selanjutnya disimpan ke dalam basis data *MySQL*. Kemudian *web browser* akan mengambil dan menampilkan data dari basis data setiap 3 detik pada stasiun control (CTU).

Tabel 2. Pengujian komunikasi data

ID	Station	Waktu	Suhu		pH		Turbiditi	
			Dikirim	Diterima	Dikirim	Diterima	Dikirim	Diterima
1171	1	2016-07-28	25	25	9	9	3720	3720
1170	1	2016-07-28	27	27	9	9	3984	3984
1169	1	2016-07-28	28	28	9	9	3752	3752
1168	1	2016-07-28	29	29	9	9	3916	3916
1167	1	2016-07-28	25	25	9	9	4195	4195
1166	1	2016-07-28	28	28	9	9	4124	4124
1165	1	2016-07-28	26	26	9	9	3793	3793
1164	1	2016-07-28	28	28	9	9	3939	3939
1163	1	2016-07-28	28	28	9	9	3998	3998
1162	1	2016-07-28	27	27	9	9	4265	4265
1161	1	2016-07-28	30	30	9	9	4082	4082

KESIMPULAN

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

1. Sistem pemantauan tingkat kekeruhan air (*turbidity*) dapat direalisasikan dengan menggunakan *wireless sensor system*. Aplikasi akuisisi data kekeruhan air dibuat menggunakan bahasa pemrograman komputer dengan komunikasi serial *comport* yang dihubungkan dengan rangkaian mikrokontroler dan sensor kekeruhan (*turbidity*). Pada akuisi nilai konversi dari sensor kekeruhan memiliki nilai deviasi rata-rata sebesar 68 NTU.
2. Akuisis data pembacaan sensor kekeruhan pada komputer disimpan ke dalam basis data *MySQL* dengan variable yaitu: tanggal, suhu. Basis data dapat terkoneksi baik dengan sistem akuisis data sehingga data dapat tersimpan sesuai dengan data akuisisi.
3. Hasil pengujian komunikasi basis data pada RTU dan CTU dari sistem yang dibuat menunjukkan data yang terkirim dan data yang diterima tidak mengalami perubahan saat dikirim dan kesalahan data saat diteruma sehingga komunikasi berjaan dengan baik antara stasiun yang ada di lapangan dan stasiun kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asrianda, F., 2008, *Pemrograman Database (Konsep dan Implementasi)*, Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.
- [2] Darmono, 2001, *Lingkungan Hidup dan Pencemarran (Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam)*, Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia Press.
- [3] Gabriel., J., 2001, *Fisika Lingkungan*, Jakarta: Penerbit Hipokrates.
- [4] Hariyanto, D., 2009, *ADC (Analog to Digital Conversion)*, Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- [5] Juliana, S., 2009, *Analisis Kualitas Air Dan Hubungannya Dengan keanekaragaman Vegetasi Akuatik Di Perairan Alige Danau Toba*, Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [6] Kurniawan, D., 2011, *Prototype Kontrol Temperatur Pada Sebuah Inkubator Penetas Telur Berbasis Mikrokontroler At89s52*, Medan : Penerbit Universitas Sumatera Utara.
- [7] Kusnandar, T., 2011, *Penerapan CRM dengan Sistem Informasi Berbasis Web Untuk Kepuasan Pelanggan*. *Jurnal Computech and Bisnis*, Vol: 5, No: 1, Hal:6-13.
- [8] Myre, E., dan Shaw, R., 2006, *The Turbidity Tube : Simple and Accurate Measurment of Turbidity in the Field*. Michigan : Michigan Technology University
- [9] Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990. *Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air*. Jakarta. Menteri Kesehatan Republik Indonesia
- [10]. Reiter, M., Neidhart, S., dan Carle. E., 2003, *Sedimentation behaviour and turbidity of carrot juices in relation to the characteristics of their cloud particles*. *Jurnal Science of Food and Agriculture*, Vol: 83. Hal: 745-751.
- [11] Sherriff, S. C., Rowan, J. S., Melland, A. R., Jordan, P., Fenton, O., and Ó Uallacháin, D., 2015, *Investigating suspended sediment dynamics in contrasting agricultural catchments using ex situ turbidity-based suspended sediment monitoring*, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 19, 3349-3363, doi:10.5194/hess-19-3349-2015.
- [12] Sibarani, M., 2008, *Implementasi Sistem Wireless Sensor Network Berbasis Internet Protocol (IP) Untuk Pemantauan Tingkat Polusi Udara*, Depok : Universitas Indonesia.
- [13] Sutrisno, T., 2004, *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Jakarta : Penerbit PT Rineka Cipta.