

## RANCANG BANGUN *REALTIME MONITORING* TINGKAT KEASAMAN (PH) DAN KONDUKTIVITAS ELEKTRIK (EC) BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT) PADA SUNGAI CITARUM

### DESIGN OF *REALTIME MONITORING* ACID LEVEL (PH) AND ELECTRICAL CONDUCTIVITY (EC) BASED ON *INTERNET OF THINGS* (IOT) IN CITARUM RIVER

Mujaddid Shibghotul Islami, Dr. Eng. Asep Suhendi, S.Si., M.Si.<sup>2</sup>,  
Dr. Edy Wibowo, S.Si., M.Sc.<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom  
<sup>1</sup>mujaddidi@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>suhendi@telkomuniversity.co.id,  
<sup>3</sup>edywibowo@telkomuniversity.ac.id

---

#### Abstrak

Sungai memiliki peranan penting pada kehidupan manusia, tetapi saat ini, kondisi sungai di sebagian besar daerah di Indonesia sudah bisa dikatakan memprihatinkan. Terbukti pada tahun 2017, 75% sungai di Indonesia sudah tercemar berat akibat limbah domestik [4]. Untuk mengurangi tingkat pencemaran tersebut, didesain sebuah alat berbasis *Internet of Things* (IoT) yang berfungsi untuk mengamati parameter tingkat keasaman dan konduktivitas elektrik secara *realtime* pada sungai guna memantau kualitas air sehingga bisa dilakukan pencegahan sedini mungkin ketika terjadi hal hal yang merugikan. Pada penerapannya, alat diletakkan di dekat sungai dengan sensor tercelup ke air mengikuti ketinggian air sungai. Hasil pengambilan data oleh sensor bisa langsung dipantau pada web.

**Kata kunci :** sungai, *internet of things* (IOT), tingkat keasaman, konduktivitas elektrik, web.

---

#### Abstract

Rivers have an important role in human life, nowadays, the condition of rivers in most areas in Indonesia can be said to be alarming. It is proven that in 2017, 75% of rivers in Indonesia have been heavily polluted due to domestic waste [4]. To reduce the level of pollution, an *Internet of Things* (IoT) based tool was designed to observe the parameters of the acidity and electrical conductivity levels in real time on the river. in order to monitor water quality so that prevention can be done as early as possible when things go wrong. In practice, the device is placed near the river with the sensor immersed in the water following the river water level. The results of data retrieval by sensors can be directly monitored on the web.

**Keywords:** river, *internet of things*(IOT), acidity level, electrical conductivity, web.

---

#### 1. Pendahuluan

Sebagai sumber daya alam, sungai memiliki peranan sangat penting dalam kehidupan manusia. Banyak aktivitas dan kebutuhan manusia yang sangat bergantung pada sungai, antara lain pada sektor pertanian, peternakan, industri, rumah tangga, dan sektor-sektor lainnya [1]. Pemanfaatan sungai yang tidak diimbangi dengan tindakan bijaksana dalam pengelolaannya akan mengakibatkan kerusakan [2].

Beberapa kerusakan yang terjadi di sepanjang aliran sungai meliputi penurunan sumber daya alamiah, polusi dari berbagai sumber, serta konflik penggunaan lahan di sekitar sungai [3]. Terbukti pada tahun 2017, 75% sungai di Indonesia sudah tercemar berat akibat limbah domestik [4]. Hal tersebut sudah tidak mengherankan lagi karena sepanjang aliran Sungai Citarum, terdapat kurang lebih 3000 industri besar maupun kecil [5]. Sehingga pada tahun 2018, terdapat 340.000 ton limbah industri yang masuk ke Sungai Citarum [6].

Maka daripada itu, pada tugas akhir ini akan dikembangkan suatu perangkat keras untuk pemantauan kualitas air sungai secara *realtime* berbasis mikrokontroler yang terhubung dengan sensor pH dan konduktivitas elektrik sebagai perangkat pengukur dan *Long Range Antenna* (LoRa) sebagai sarana komunikasi dengan server. Selain itu juga didesain perangkat lunak menggunakan web untuk melakukan pemantauan sehingga pada periode tertentu, status mutu sungai dapat ditentukan. Lebih dari itu, diharapkan dapat digunakan sebagai perkiraan awal untuk memprediksi sumber pencemar sungai agar dapat dilakukan upaya lebih lanjut dalam pengendaliannya.

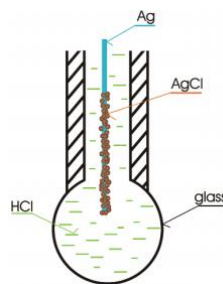
## 2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

### 2.1 Daerah Aliran Sungai

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012, Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan[7].

### 2.2 Sensor PH

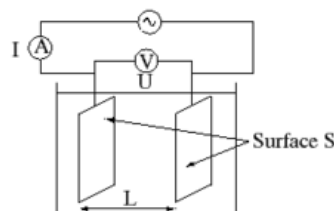
Adapun prinsip kerja dari sensor pH ini ialah dengan mengukur ion  $H_3O^+$  di dalam larutan melalui *probe* elektroda kaca. Ujung *probe* merupakan kaca yang memiliki tebal 0,1mm berbentuk bulat (*bulb*). *Bulb* diisi dengan larutan HCl ( $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ) yang kemudian dipasangkan dengan plastik. Kawat elektrode perak direndam di dalam larutan HCl pada *probe* sehingga terbentuk senyawa AgCl pada permukaan kawat tersebut[8].



Gambar 1. Skematik Sensor PH.

### 2.3 Sensor Konduktivitas Elektrik

Prinsip kerja alat ukur konduktivitas berdasarkan banyaknya ion mineral yang terlarut. Semakin banyak ion mineral yang terlarut maka semakin besar daya hantar listrik pada larutan tersebut. Kecepatan ion juga menjadi salah satu pengaruh terhadap nilai daya hantar listrik. Adapun yang mempengaruhi kecepatan gerak ion pada larutan adalah suhu karena semakin tinggi suhu, semakin cepat ion-ion dalam larutan bergerak yang menyebabkan semakin meningkatnya nilai konduktivitas atau daya hantar listrik[9]. Alat ukur konduktivitas memiliki dua elektrode yang terpisah dengan jarak kurang lebih 1 cm yang terhubung dengan ampere meter dan sumber tegangan. Elektrode tersebut dicelupkan ke dalam larutan ketika melakukan pengukuran dengan diberi tegangan dengan besar tertentu.



Gambar 2. Skematik Sensor Konduktivitas Elektrik.

### 2.4 Internet of Things (IoT)

IoT merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, *remote*

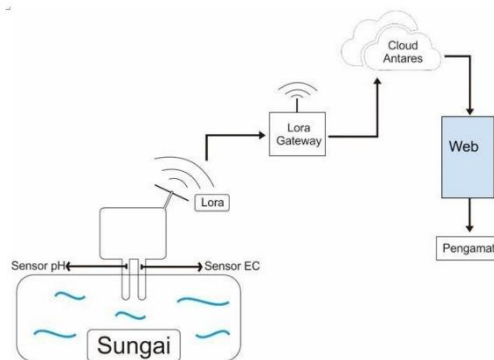
*control*, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif.

### 2.5 Long Range Wide Area Network (LoRA WAN)

LoRa merupakan modulasi FM yang memiliki daya sangat rendah. Integrasi Penggabungan antara LoRa *transceiver* dan LoRa *gateway concentrator* yang dapat membuat jaringan dengan *range* yang besar untuk mengontrol banyak *device* sekaligus. Banyak metode transmisi yang bisa digunakan pada LoRA seperti *Phase Shift Keying (PSK)*, *Frequency Shift Keying (FSK)*, dan sebagainya [10].

### 2.6 Gambaran Umum Sistem

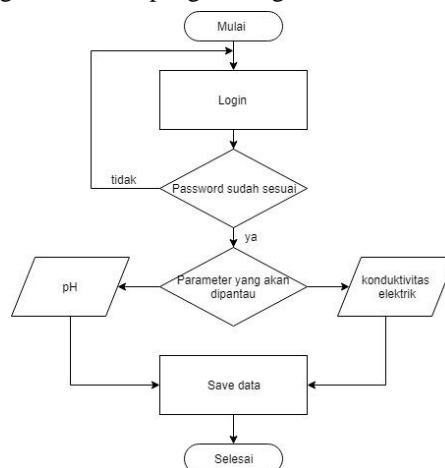
Sistem yang akan dibuat pada tugas akhir ini memiliki beberapa bagian utama, yaitu sistem elektronika, sistem IoT, dan sistem perangkat lunak. Sistem-sistem tersebut harus terintegrasi dan terhubung satu sama lain agar sistem monitoring sungai bisa berjalan. Berikut merupakan gambaran umum sistem seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Gambaran Umum Sistem.

### 2.7 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan memiliki basis web dalam penggunaannya. Opsi ini dipilih karena selain praktis, kegiatan pemantauan tidak dibatais oleh tempat dan waktu. Kegiatan tersebut bisa dilakukan dimana saja dan kapan saja. Pada pembuatannya, *framework* yang dipilih adalah CherryPy karena banyak digunakan oleh pengembang web karena kemudahannya.



Gambar 4. Diagram Alur Pengoperasian Perangkat Lunak

## 3. Pembahasan

### 3.1 Kalibrasi dan Pengujian Sensor PH dan Sensor Konduktivitas Elektrik

Dua larutan pH digunakan untuk kalibrasi yaitu larutan dengan nilai pH 4 dan nilai pH 7 untuk menentukan nilai tegangan pada kedua larutan tersebut. Sedangkan untuk pengujian, ensor pH diuji

dengan tiga larutan yang memiliki nilai berbeda. Nilai hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor kemudian dibandingkan dengan nilai yang didapat menggunakan alat ukur standar. Hasil pengujian ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pengujian Sensor PH pada Tiga Larutan Berbeda

Hasil Pengukuran Sensor	Hasil Pengukuran Alat Ukur Standar
4,25	4,2
6,81	6,9
9,12	9,1

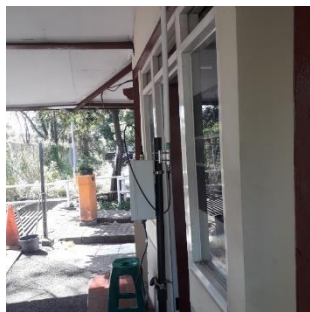
Kemudian untuk sensor konduktivitas elektrik, juga digunakan dua larutan untuk mendapatkan nilai  $k_{low}$  dengan mencelupkan sensor ke dalam larutan 1413us/cm. Hal yang sama juga dilakukan pada larutan kedua untuk mendapatkan nilai  $k_{high}$  dengan mencelupkan sensor ke dalam larutan 12,88 mS/cm. Sedangkan untuk pengujiannya digunakan tiga larutan yang memiliki nilai berbeda. Nilai hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor kemudian dibandingkan dengan nilai yang didapat menggunakan alat ukur standar.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pengujian Sensor Konduktivitas Elektrik pada Tiga Larutan Berbeda

Hasil Pengukuran Sensor	Hasil Pengukuran Alat Ukur Standar
1,46 mS/cm	1,633 mS/cm
3,52 mS/cm	4,283 mS/cm
5,54 mS/cm	6,674 mS/cm

### 3.2 Implementasi Alat di Sungai dan Tampilan Web

Rencana awal pengambilan data dilakukan di daerah Sungai Citarum, karena terkendala Corona virus disease 2019 (COVID-19), pengambilan data dilakukan di sungai belakang parkir teknik Universitas Telkom selama delapan hari pada rentang jam delapan pagi sampai jam empat sore.



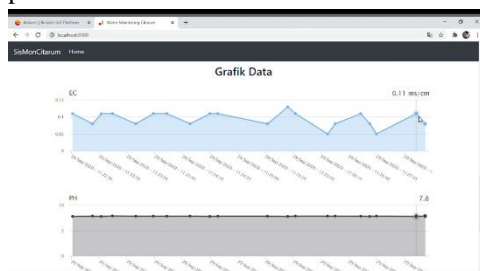
Gambar 5. Peletakan LoRA Gateway



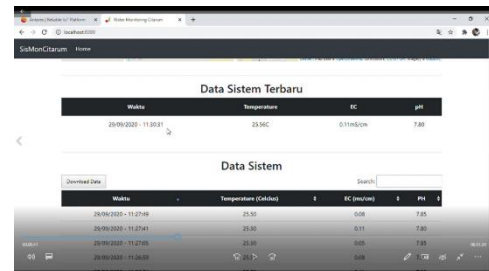
Gambar 6. Peletakan Alat di Pinggir Sungai

### 3.3 Tampilan Web dan Struktur Data Pengukuran

Data dapat langsung dipantau dari web yang telah dirancang. Data-data yang ditampilkan pada web meliputi grafik data, data sistem terbaru (*realtime*), dan tabel data yang didapat oleh sensor, dan peta lokasi alat.



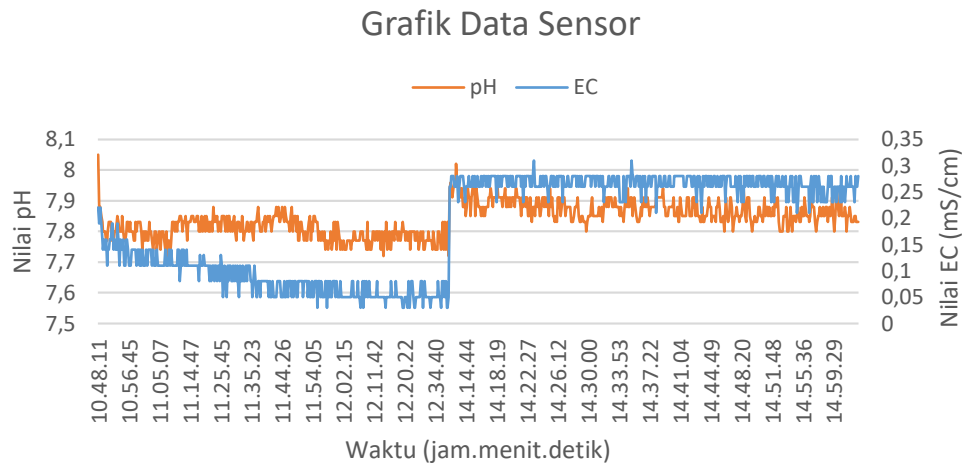
Gambar 7. Antarmuka Web Fitur Grafik



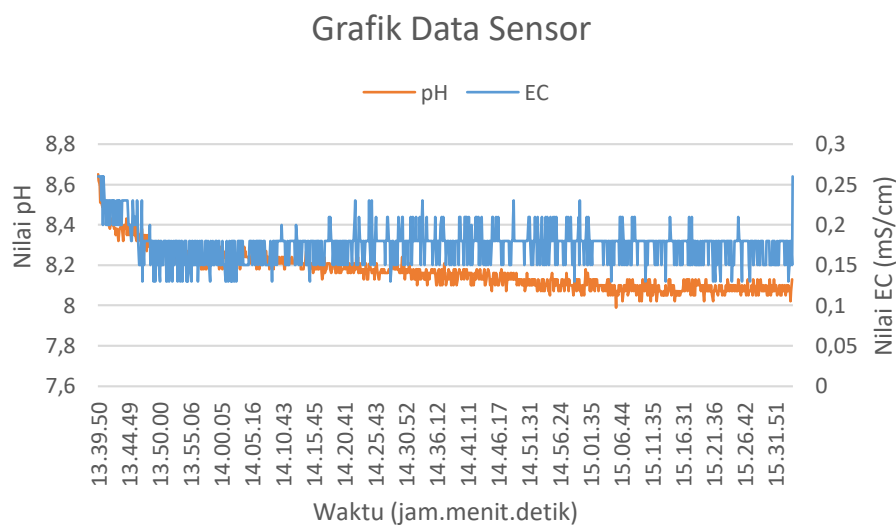
Gambar 8. Antarmuka Web Fitur Data Sistem

### 3.4 Analisis Data Kualitas Air

Pada jurnal ini, saya hanya akan menampilkan dua grafik yang menunjukkan data yang didapat oleh sensor pH dan sensor konduktivitas elektrik. Grafik yang ditampilkan merupakan data yang diambil pada 29 September 2020 dan 1 Oktober 2020.



Gambar 9. Grafik Data Sensor pada 29 September 2020



Gambar 10. Grafik Data Sensor pada 1 Oktober 2020

Pengambilan data pada hari pertama didapat rata – rata nilai pH adalah 7,84, nilai pH maksimum mencapai 8,05 dan nilai pH minimum ada pada 7,72. Sedangkan untuk nilai rata – rata EC adalah 0,182 mS/cm, nilai EC maksimum mencapai 0,31 mS/cm dan nilai EC minimum ada pada 0,03 mS/cm. Pada hari kedua, didapat rata – rata nilai pH adalah 8,167, nilai pH maksimum mencapai 8,65 dan nilai pH minimum ada pada 7,99. Sedangkan untuk nilai rata – rata EC adalah 0,175 mS/cm, nilai EC maksimum mencapai 0,26 mS/cm dan nilai EC minimum ada pada 0,13 mS/cm.

Adapun data yang didapat dari sensor terlihat tidak stabil pada grafik disebabkan oleh dua faktor utama yaitu suhu seperti yang telah dijelaskan pada bagian 2 dan tingkat akurasi sensor dimana sensor pH memiliki akurasi  $\pm 0,1$  dan sensor konduktivitas elektrik memiliki tingkat akurasi  $\pm 5\%$  F.S.

#### 4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa Sistem pengukuran nilai pH dan konduktivitas elektrik yang dirancang memiliki komponen utama yang terdiri dari mikrokontroler, sensor pH, sensor konduktivitas elektrik, dan modul LoRA dapat bekerja dengan baik. Untuk sistem pemantauan nilai pH dan konduktivitas elektrik, data dapat terkirim ke server sehingga dapat ditampilkan di web secara *realtime*.

#### Daftar Pustaka

- [1] H.K. Wijaya, 2009, "Komunitas Perifiton Dan Fitoplankton Serta Parameter FisikaKimia Perairan Sebagai Penentu Kualitas Air Bagian Hulu Sungai Cisadane, Jawa Barat", Institut Pertanian Bogor.
- [2] D. Hendrawan, 2010, "Kualitas Air Sungai dan Situ di DKI Jakarta", *MAKARA of Technology Series*, vol. 9, no. 1. Available: 10.7454/mst.v 9i1.315.
- [3] N. Clark, F. Perez-Trejo and P. Allen, *Evolutionary Dynamics and Sustainable Development*. Aldershot, UK: Edward Elgar.
- [4] Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 1995, "Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2017", Badan Pusat Statistik, Jakarta, 2017.
- [5] Pikiran Rakyat, 2018, "Industri di DAS Citarum Akan Direlokasi", p. A single page.
- [6] P. Prima Perdana, 2018, "Luhut: 340.000 Ton Limbah Industri Masuk ke Citarum", *Kompas*, p. A single page.
- [7] Republik Indonesia, 2012, "Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai". Lembaga Negara RI tahun 2012.
- [8] Vany'sek, P., 2004. *The Glass Ph Electrode*. [online] Electrochem.org. Available at: <<https://www.electrochem.org/dl/interface/sum/sum04/IF6-04-Pages19-20.pdf>> [Accessed 28 December 2020].
- [9] W. Bai, L. Kong and A. Guo, 2013, "Effects of physical properties on electrical conductivity of compacted lateritic soil", *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, vol. 5, no. 5, pp. 406-411. Available: 10.1016/j.jrmge.2013.07.003.
- [10] S. Al Mughni, 2019, "Pembangunan Aplikasi Monitoring Polusi Udara, Kebakaran, dan Banjir Menggunakan LoRA Berbasis Web Untuk Mendukung Smart City", Universitas Telkom.