

# PURWARUPA PEMANTAUAN KUALITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH MENGGUNAKAN SISTEM TELEMETRI BERBASIS MIKROKONTROLER PENERAPAN REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Reza Mulyawan\*, Arie Pratama Putra, Nabila Rahmi

Program Studi Analisis Kimia, Politeknik AKA Bogor  
Jl. Pangeran Sogiri No.283, Tanah Baru, Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16154

\*Email: r-mulyawan@kemenperin.go.id

(Received : 1 Juni 2020; Accepted: 30 Juni 2020; Published: 1 Juli 2020)

## Abstrak

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Pencemaran air khususnya air sungai perlu dikendalikan seiring makin cepatnya pembangunan. Salah satu teknologi untuk melakukan pemantauan besaran fisik dalam wilayah yang tersebar adalah Wireless Sensor Network (WSN), yang memiliki kemampuan untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor serta meneruskan data yang diterima dari node lain. Pada penelitian ini dikembangkan purwarupa sistem pemantauan kadar pH, suhu dan warna berbasis WSN yang dapat dipantau melalui web. Sensor pada setiap node dihubungkan ke Arduino Uno sebagai unit pemroses, data yang dibaca dari sensor dikirimkan ke node *sink* melalui perangkat XBee nirkabel. Pada *sink* digunakan PC yang berfungsi juga sebagai database server dan web server. Hasil dari pengujian dengan dua penyebaran yang berbeda didapatkan hasil bahwa pembacaan sensor dapat dibaca oleh seluruh node dan diterima oleh *sink* serta dapat ditampilkan melalui laman web yang telah dibangun.

**Kata kunci** : Arduino, sensor, pengolahan limbah

## Abstract

*Water is a natural resource that is very important for human life and other living things. Water pollution, especially river water, needs to be controlled as development accelerates. One technology for monitoring physical quantities in a scattered area is the Wireless Sensor Network (WSN), which has the ability to send data from sensor readings and forward data received from other nodes. In this study a prototype monitoring system for pH, temperature and color based on WSN can be monitored via the web. The sensor at each node is connected to Arduino Uno as a processing unit, the data read from the sensor is sent to the sink node via a wireless XBee device. The sink uses a PC that also functions as a database server and web server. The results of testing with two different distributions found that the sensor readings can be read by all nodes and received by the sink and can be displayed through a web page that has been built.*

**Keywords:** Arduino, sensors, waste treatment

---

## PENDAHULUAN

Pengolahan air limbah adalah suatu proses yang dijalankan untuk menghilangkan atau membersihkan limbah (*effluent*) atau limbah hasil kegiatan industri, komersial atau rumah tangga dari air sehingga air dapat dimanfaatkan kembali oleh lingkungan tanpa memberikan dampak negatif ataupun dapat digunakan kembali dalam proses industri, komersial dan rumah tangga tersebut. Kegiatan pengolahan ini dilakukan dalam 3 atau lebih tahapan yang spesifik, tergantung pada komposisi dan tingkat limbah yang terkandung dalam air limbah (Wadu et.al, 2017). Meskipun banyak parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas air, tapi ada

tiga yang paling penting, yaitu parameter temperatur, pH, dan kekeruhan (Summerfelt, 2015). Fungsi pH sebagai indikator untuk reaksi kimia dan biologi dalam lingkungan air, yang digunakan sebagai ukuran keasaman atau kebasaan air. Sedangkan DO dan suhu merupakan indikator untuk metabolisme air, yang dapat digunakan untuk memantau organik serta polutan nutrisi (Basavaraddi et al., 2012; Mohanty et al., 2014). Pengolahan air limbah harus dipantau karena, pemantauan kualitas badan air penerima (*stream*) penting dilakukan agar sumber daya air tidak tercemar. Pemantauan kualitas air ini dapat dilakukan secara mandiri atau menggunakan pihak yang

independen untuk memantaunya. Untuk pemantauan secara mandiri dapat dilakukan dengan menggunakan metode telemetri yang menggunakan sensor yang terkalibrasi dan dipasang di *effluent* serta terkoneksi secara nir kabel ke sistem terkomputerisasi dengan jaringan wifi menggunakan Arduino System (Astria *et al.*, 2014). Sistem telemetri online monitoring yang tersedia di pasaran banyak macamnya, namun tidak semua sistem tersebut dapat memenuhi semua kebutuhan pengguna, khususnya jika akan diimplementasi di Indonesia yang memiliki karakteristik kondisi alam yang sangat ekstrim. Untuk itu diperlukan kegiatan perancangan sistem telemetri yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dan kondisi alam di Indonesia.

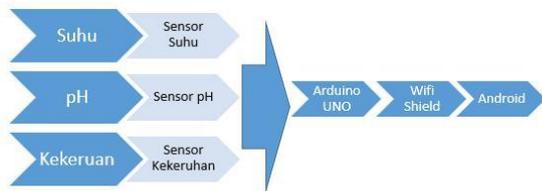
## BAHAN DAN METODE

### Perancangan Perangkat Keras

Pada penelitian ini, parameter air yang akan diukur meliputi suhu, pH dan kekeruhan. Adapun perancangan perangkat keras terdiri dari:

1. Sensor suhu tipe DS18B20
2. Sensor elektroda pH tipe SKU
3. SEN0161
4. Sensor turbidity tipe SKU: SEN0189

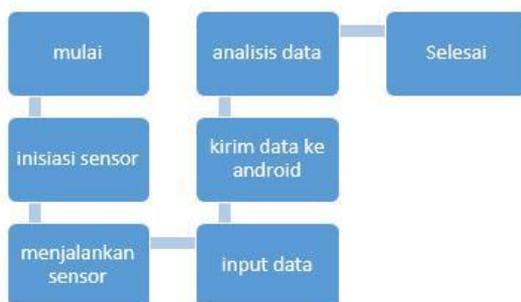
Pengiriman data hasil sensor ke Android menggunakan Wifi Shield. Diagram blok sistem akuisisi data diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Rancangan Umum

### Sistem Perancangan Perangkat Lunak

Adapun perancangan perangkat lunak terdiri dari perancangan program sensor dan pembuatan akun Ubidots Education. Diagram blok sistem program sensor secara keseluruhan diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Rancangan Perangkat Lunak  
**Uji Banding Sensor**

Seluruh sensor yang terpasang akan di uji banding dengan alat yang telah terkalibrasi agar tertelusur seluruh pengukurannya pada standar acuan yang dapat dipertanggung jawabkan, dengan menggunakan uji statistika uji t berpasangan dengan derajat bebas 7 dan selang kepercayaan 95%.

### Perhitungan

Data yang diperoleh berupa hasil pembacaan pH, Suhu, dan Kekeruhan. Seluruh sensor yang terpasang akan di uji banding dengan alat yang telah terkalibrasi agar tertelusur seluruh pengukurannya pada standar acuan yang dapat dipertanggung jawabkan, dengan menggunakan uji statistika uji t berpasangan dengan derajat bebas 7 dan selang kepercayaan 95%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sistem Sensor

Sistem yang telah dirancang pada tahap sebelumnya, diimplementasikan dengan menggunakan color module TCS230, analog pH meter Kit DFRobot, digital temperatur DS18B20, Arduino Uno dan modul XBee Series-2 pada sensor node seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Implementasi Sirkuit Sensor

Bagian *sink* node diimplementasikan menggunakan PC yang ditambahkan modul XBee Series-2, serta dibuatkan program menggunakan pemroses yang dapat menerima data dari sensor node yang dikirim ke *sink* node melalui perangkat XBee, data yang dibaca tersebut kemudian disimpan di tabel database yang ada pada *sink* node. Melalui halaman web yang disediakan oleh web server yang ada pada *sink* node, data dapat ditampilkan melalui browser dengan mengakses web server pada *sink* node seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Hasil pembacaan sensor secara realtime dapat ditampilkan di halaman web. Data ditampilkan dalam bentuk tabel.



Gambar 4. Penampilan Data Web.

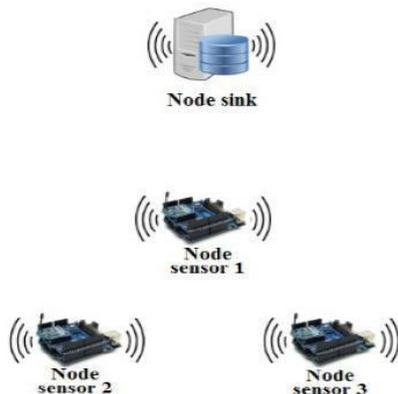
Tabel 1. Hasil Uji Banding\*

Ulangan	pH	Suhu	TDS (mg/L)
1	6.85	7.01	25.81
2	6.85	7.01	25.69
3	6.85	7.01	25.50
4	6.85	7.01	25.50
5	6.85	7.01	25.50
6	6.85	7.01	25.50
7	6.85	7.01	25.50

\*Sebelah kiri adalah hasil dari sensor, sebelah kanan pembandingan

\*pH meter Agilent, Termometer Raksa, HACH DR 2010

Dari sistem yang sudah diimplementasikan, dilakukan pengujian menggunakan dua skenario dengan penyebaran node sensor yang berbeda. Pada pengujian di skenario pertama, tiga buah sensor node digunakan untuk membaca besaran fisik yang akan diukur. Ketiga sensor node disebar dengan posisi seperti pada Gambar 4. Jarak antara Node sensor 1 dan Node sensor 2, Node sensor 1 dan Node sensor 3, Node sensor 2 dan Node sensor 3 adalah 50 meter, sedangkan jarak antara Node sensor 1 dan Node sink adalah 40 meter. Pada pengujian ini, dilakukan pengambilan data.



Gambar 5. Posisi Node Sensor

## Hasil Perbandingan Dengan Alat Lain

Berikut hasil perbandingan dengan peralatan lain seperti pada tabel 1. Dari hasil uji bedan yata menggunakan uji t berpasangan dengan  $\alpha$  95%, di dapatkan hasil bahwa ketiga sensor menunjukkan hasil berbeda nyata, karena nilai t hitung lebih besar dari t tabel. Hal ini terjadi karena pada pembacaan menggunakan sensor node arduino membutuhkan kestabilan yang lama, serta proses kodifikasi algoritma yang belum sempurna.

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini, purwarupa sistem pemantauan kadar pH, suhu dan TDS yang berbasis WSN telah dapat dirancang dan dikembangkan. Sensor pada setiap node dihubungkan ke arduino sebagai unit pemroses, data yang dibaca dari sensor dikirimkan ke sink node melalui perangkat XBee nirkabel. Pada sink node digunakan PC yang berfungsi juga sebagai database server dan web server. Hasil dari pengujian dengan dua penyebaran yang berbeda didapatkan hasil bahwa pembacaan sensor dapat dibaca oleh seluruh sensor node dan diterima oleh sink node serta dapat ditampilkan melalui laman web yang telah dibangun. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu, proses koding yang lebih sempurna.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astria, F., Subito, M., Nugraha, D.W. (2014). *Rancang Bangun Alat Ukur pH Dan Suhu Berbasis Short Message Service (SMS) Gateway*. Metrik, 1, pp 48-50.
- BPPT. (2015). *Sistem Pemantauan Online Untuk Pengendalian Pencemaran Kualitas Air Sungai Di DAS Ciliwung*.
- Mohanty, R.K., Kumar, A., Mishra, A., Panda, D.K., Patil, D.U. (2014). *Water Budgeting Management: Enhancing Aquacultural Water Productivity, Odisha*. India: Directorate of Water Management, Indian Council of Agricult, (Research Bulletin , no.63).
- Basavaraddi, S.B., Kousar, H., Puttaiah, E.T. (2012). *Dissolved oxygen concentration a remarkable indicator of ground water pollution in and around Tiptur town, Tumkur District, Karnataka, India*. Bull. Env., Pharm. & Life Sci., vol. 1, iss. 3, pp. 48-54.
- Wadu, R.A., Ada, Y.S., Panggalo, I.U. (2017). *Rancang bangun sistem sirkulasi Air pada akuarium/bak ikan air tawar berdasarkan kekeruhan air secara otomatis*. Jurnal Ilmiah Flash, 3, pp 2-3.