

APLIKASI IOT UNTUK MEMONITORING pH DAN SUHU TANAH PADA PROSES FITOREMEDIASI IPAL KOMUNAL

¹ Trigel sitompul, ² Aryuanto Soetedjo, ³ Evy Hendriarianti
Teknik Elektro S1, Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia

¹trigelsitompul7@gmail.com, ²aryuanto@lecturer.itn.ac.id, ³evy_hendriarianti@lecturer.itn.ac.id

Abstrak—Pengolahan limbah cair dikerjakan dalam IPAL (Instalasi Pengolah Air Limbah). Dalam operasional IPAL diperlukan data pemantauan kinerja IPAL dari parameter kualitas air limbah seperti pH, suhu, oksigen larut (dissolved oxygen / DO, daya hantar listrik, TOC (Total Organic Carbon), BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand). Selama ini dalam memonitoring kualitas IPAL dilakukan dengan uji sampel air limbah di laboratorium. Hal ini memerlukan waktu dan biaya yang cukup besar sehingga pemantauan tidak efektif. Hal ini dapat diatasi dengan otomasi sistem monitoring kualitas IPAL.

Dalam sistem otomasi sensor yang terpasang akan mengambil nilai data parameter selanjutnya akan di transmisikan melalui IoT. Hasil monitoring ini ditampilkan melalui komputer yang telah terakses internet. Data hasil monitoring ini operator dapat menentukan tindakan apa yang akan dilakukan untuk mengendalikan proses IPAL. Dikarenakan proses pengambilan data di IPAL tidak memungkinkan karena kondisi pandemi COVID-19 sehingga pengambilan data dilakukan dengan menggunakan tanaman lain seperti tanaman Lidah Mertua. Sistem monitoring ini menggunakan empat sensor yaitu sensor pH tanah, Kelembaban, pH air dan suhu yang terhubung dengan NodeMcu. Data yang didapatkan akan dikirimkan ke aplikasi IoT.

Dari hasil pengujian alat ini dapat bekerja dengan baik dan mampu menampilkan data pH tanah, kelembaban, pH air dan suhu yang terdapat pada tanaman fitoremediasi pada aplikasi IoT.

Kata Kunci: IPAL, Monitoring, IoT (Internet of Things)

I. PENDAHULUAN

Air limbah domestik memiliki potensi dan manfaat reuse. Sementara itu masih kinerja pengelolaan air limbah domestik masih rendah, maka diperlukan penelitian untuk mengoptimalkan efluen IPAL Komunal dengan teknologi Fitoremediasi. Fitoremediasi adalah teknologi berwawasan lingkungan untuk pencegahan pencemaran, pengendalian dan remediasi (www.unep.or.jp, diakses 4 Mei 2017). Fitoremediasi menggunakan secara langsung tanaman hijau hidup untuk menyisihkan, menguraikan dan menempatkan kontaminan dalam tanah, lumpur, sedimen, air permukaan dan air tanah. Tanaman adalah organisme unik yang

dilengkapi dengan metabolik spesifik dan kemampuan absorpsi seperti sebaik sistem transport yang dapat membawa nutrisi atau kontaminan secara selektif dari matrix tanah atau air. Fitoremediasi melibatkan pertumbuhan tanaman dalam matrix terkontaminasi, untuk periode pertumbuhan yang diperlukan, untuk menyisihkan kontaminan dari matrix, atau menyediakan proses pengikatan kontaminan atau degradasi polutan. Tanaman dapat dipanen, diolah dan dibuang.

Selama ini pemantauan proses fitoremediasi dilakukan secara manual dengan mengambil sampel media tanah maupun air yang selanjutnya diuji pada laboratorium. Hal tersebut tidak efisien karena memakan waktu yang cukup lama serta biaya yang dikeluarkan setiap melakukan pengujian. Maka dibuatlah alat untuk memonitoring pH tanah, pH air, Kelembaban dan Suhu pada setiap reaktor tanaman untuk di monitoring secara realtime. Dimana Sensor pH tanah berfungsi untuk menampilkan nilai pH yang terdapat pada Tanah, Sensor pH air untuk menampilkan nilai pH yang terdapat pada Air, Sensor Kelembaban untuk menampilkan nilai kelembaban yang terdapat pada tanah dan Sensor Suhu akan menampilkan data yang telah diproses pada setiap reaktor setelah semua data telah terbaca maka akan di kirimkan melalui NodeMCU ke WEB IoT (Internet of Things) untuk di dapat dilihat hasil monitoring tersebut. Dengan adanya proses realtime ini para operator dapat lebih mudah mengetahui pH tanah, pH air, Kelembaban dan Suhu tanpa harus melakukan pengecekan di laboratorium dan menghemat biaya penggunaan alat.

Pada Penelitian ini akan dilakukan alat sensor untuk mengukur parameter pH dan suhu dan kelembaban media tanah secara real time. Hal ini bertujuan untuk mempermudah operator dalam melakukan pemantauan kinerja proses fitoremediasi IPAL komunal secara real time.

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Node Mcu

NodeMcu merupakan sebuah opensource platform IoT dan pengembangan Kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu programmer dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE. Pengembangan Kit ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (Pulse Width Modulation), IIC, 1-Wire dan ADC (Analog to

Digital Converter) semua dalam satu board. Keunikan dari Nodemcu ini sendiri yaitu Boardnya yang berukuran sangat kecil yaitu panjang 4.83cm, lebar 2.54cm, dan dengan berat 7 gram. Tapi walaupun ukurannya yang kecil, board ini sudah dilengkapi dengan fitur wifi dan firmwarena yang bersifat opensource. Penggunaan NodeMcu lebih menguntungkan dari segi biaya maupun efisiensi tempat, karena NodeMcu yang ukurannya kecil, lebih praktis dan harganya jauh lebih murah dibandingkan dengan Arduino Uno. Arduino Uno sendiri merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang banyak diminati dan memiliki bahasa pemrograman C++ sama seperti NodeMcu, namun Arduino Uno belum memiliki modul wifi dan belum berbasis IoT. Untuk dapat menggunakan wifi Arduino Uno memerlukan perangkat tambahan berupa wifi shield. NodeMcu merupakan salah satu prduk yang mendapatkan hak khusus dari Arduino untuk dapat menggunakan aplikasi Arduino sehingga bahasa pemrograman yang digunakan sama dengan board Arduino pada umumnya.



Gambar 1. NodeMCU

2.2 Sensor pH E-201-C (Sensor PH Air)

Alat ukur derajat keasaman (pH meter) adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH (derajat keasaman atau kebebasan) dari suatu cairan. Alat ukur kadar keasaman (pH meter) biasa terdiri dari probe pengukuran yang terhubung pada sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai pH. Prinsip dasar pengukuran pH dengan menggunakan pH meter adalah potensial elektrokimia yang terjadi antara larutan yang terdapat di dalam elektroda gelas yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat di luar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif. Skema elektroda pH meter akan mengukur potensial listrik antara merkuri klorid ($HgCl$) pada elektroda pembanding dan potassium chloride (KCl) yang merupakan larutan di dalam gelas elektroda serta potensial antara larutan dan elektroda perak. Tetapi potensial antara sampel yang tidak diketahui dengan elektroda gelas dapat berubah sesuai sampelnya.



Gambar 2. Sensor PH Air

2.3 Sensor pH Tanah

pH merupakan sensor yang mengukur derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari tanah. PH memiliki skala dari 0 sampai 14. Jika nilai PH dibawah 7, maka material tersebut bersifat asam, jika nilai PH diatas 7, maka material tersebut bersifat basa. Berikut spesifikasi dari sensor PH :

- Membaca : PH
- Skala : 0 - 14
- Waktu merespon : 95% in 1s
- Kedalaman maksimal : 60m
- Skala Temperatur : 1-99 °C



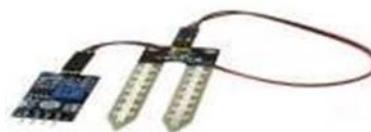
Gambar 3. Sensor PH Tanah

2.4 Sensor YL-69 (Kelembapan)

Sensor YL-69 Sensor YL-69 merupakan sensor yang mengukur kelembapan tanah. Satu set sensor kelembapan tanah YL-69 terdiri dari YL-69 sebagai modul pengkondisian sinyal. Sensor kelembapan tanah YL-69 memiliki sebuah modul yang berisikan IC LM393. Fungsi dari IC tersebut adalah sebagai proses pembanding offset rendah yang lebih rendah dari 5 mV yang lebih presisi dan stabil, bentuk fisik sensor kelembapan tanah jenis YL-69 ditunjukkan pada gambar 4

Spesifikasi :

- Tegangan operasi : DC 3.3 – 5 V
- Keluaran sinyal tegangan : 0 – 4.2V
- Arus : 35 mA



Gambar 4. Sensor Kelembapan

2.5 Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 waterproof merupakan sensor pengukur temperatur atau suhu yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler. Sensor ini memiliki keluaran digital sehingga tidak membutuhkan rangkaian ADC, tingkat keakuratan serta kecepatan dalam mengukur suhu memiliki kestabilan yang lebih baik dari sensor suhu lainnya. Berikut ini merupakan spesifikasi dari sensor DS18B20:

- Dapat digunakan dengan power 3.0V sampai 5.5V.
- Tingkat keakuratan 0.5 dari -10 sampai +85 C.
- Jarak Temperatur : -55 sampai 125. Bentuk fisik dan di skripsi pin dari sensor S18B20 waterproof ditunjukkan pada gambar 5



Gambar 5. Sensor Suhu DS18B20

2.6 Arduino

Arduino merupakan papan elektronik open source yang dilengkapi dengan sebuah chip mikrokontroler jenis avr sebagai komponen utama dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu berupa IC atau chip yang dapat diprogram melalui komputer. Tujuan memprogram mikrokontroler ini supaya rangkaian elektronik bisa membaca input, proses dan output dari rangkaian elektronik.



Gambar 6. Arduino

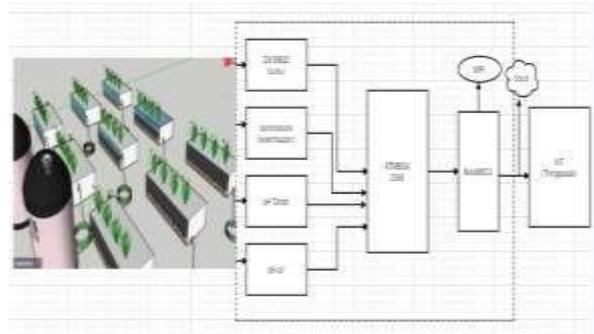
III. METODOLOGI PENELITIAN

Perencanaan alat ini terdiri dari perencanaan perangkat keras (hardware) dan Perangkat Lunak. Perencanaan perangkat keras dalam sistem ini meliputi perancangan mekanik alat seperti pH air dan pH tanah, suhu dan kelembapan agar dapat mempermudah dalam mensimulasikannya dan perencanaan elektronika. Perancangan perangkat lunak dalam sistem ini adalah mengolah data dari ke empat sensor dengan memprogramnya pada arduino, sehingga data yang diolah dapat di kirimkan pada IoT(Internet of Things).

Pada bagian ini membahas tentang metode perancangan sistem keseluruhan adalah : perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Pada perancangan ini akan mengimplementasikan konsep dan dasar teori yang dibahas sebelumnya.

3.1 Perancangan Keseluruhan

Pada bagian ini membahas tentang metode perancangan keseluruhan seperti yang terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Rancangan Keseluruhan

Pada perancangan diatas merupakan perancangan keseluruhan. Berikut merupakan prinsip kerja dari perancangan ini. Fitoremediasi digunakan sebagai media untuk pengambilan data dari tanaman.Pada gambar yang terdapat pada 3.1 menunjukkan gambar Fitoremediasi. Pada fitoremediasi tersebut terdapat :

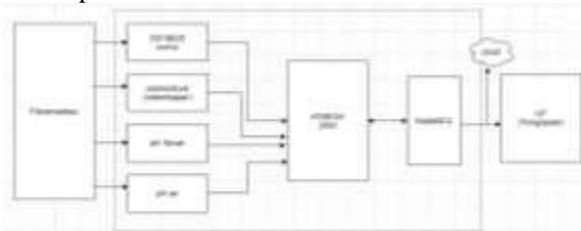
- a. Tandon yang berisi dengan air limbah disalurkan pada setiap reaktor.
- b. Setiap reaktor memiliki perbedaan dimana reaktor pertama berisi dengan kerikil kecil, tanah dan Tanaman. Reaktor yang ke dua berisi dengan Kerikil kecil, Air dan tanaman. Reaktor yang Ketiga berisi Kerikil kecil,Tanah, Air dan Tanaman.
- c. Pada setiap reaktor dipasangkan dengan empat sensor yaitu :
 - Sensor pH Tanah digunakan untuk mengetahui kadar asam tanah pada tanaman fitoremediasi
 - Sensor Soilmoisture digunakan untuk mengetahui kelembapan pada tanah
 - Sensor pH air di gunakan untuk mengetahui kadar pH air pada tanaman fitoremediasi.
 - Sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu dari tanaman Fitoremediasi
- d. Keempat sensor terhubung dengan arduino yaitu sebagai mikrokontroller. Mikrokontroller pada alat ini menggunakan arduino mega. Arduino sebagai alat pengontrol dan mengolah data sebagai pengendali pada alat ini. Dengan menerima inputan dari beberapa sensor kemudian diproses kemudian memberi perintah instruksi yang sudah di program.
- e. NodeMcu pada alat ini digunakan sebagai media untuk mengirimkan data dari arduino ke IoT (Internet of Things).

Untuk mengirimkan data sangat dibutuhkan Acces point internet yaitu WiFi. Yang akan terhubung dengan NodeMcu.

f. NodeMcu yang terhubung dengan WiFi akan mengirimkannya pada aplikasi IoT yaitu Thingspeak.

3.2 Perancangan Prangkat Keras

Pada bagian ini membahas tentang metode perancangan perangkat keras (Hardware) seperti yang terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Rancangan Skema Diagram Sistem Alat

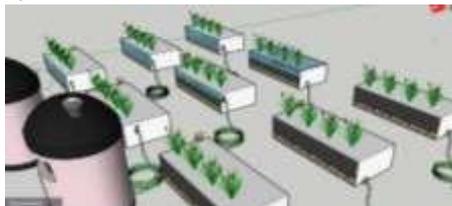
Prinsip kerja Alat

Prinsip kerja dari rancangan skema di atas sebagai berikut :

1. Power supply merupakan sumber tegangan dari alat ini.
2. Fitoremediasi digunakan sebagai media untuk pengambilan data dari tanaman.
3. Sensor pH Tanah digunakan untuk mengetahui kadar asam tanah pada tanaman fitoremediasi
4. Sensor Soilmoisture digunakan untuk mengetahui kelembapan pada tanah
5. Sensor pH air di gunakan untuk mengetahui kadar pH air pada tanaman fitoremediasi
6. Sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu dari tanaman Fitoremediasi
7. Mikrokontroler pada alat ini menggunakan arduino mega. Arduino sebagai alat pengontrol dan mengolah data sebagai pengendali pada alat ini. Dengan menerima inputan dari beberapa sensor kemudian diproses kemudian memberi perintah instruksi yang sudah di program.
8. NodeMcu pada alat ini digunakan sebagai media untuk mengirimkan data dari arduino ke IoT (Internet of Things).

3.3 Perancangan Reaktor Fitoremediasi

Pada bagian ini membahas tentang metode perancangan Reaktort dari Fitoremediasi seperti yang terlihat pada Gambar 9.



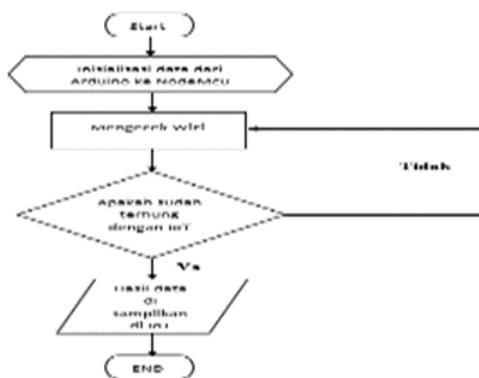
Gambar 9. Rancangan Reaktor Fitoremediasi

Perancangan dari reaktor tanaman fitoremediasi tersebut untuk memudahkan dalam pengambilan data. Terdapat 3 jenis reaktor yang akan diuji yaitu :

- a. Reaktor pertama berisi dengan kerikil kecil, tanah dan Tanaman
- b. Reaktor yang ke dua berisi denagn Kerikil kecil, Air dan tanaman
- c. Reaktor yang Ketiga berisi Kerikil kecil, Tanah, Air dan Tanaman

3.3 Proses Penerimaan Data di Aplikasi IoT (Internet of Things)

Hasil data yang telah diolah akan ditampilkan pada thingspeak. Arduino terhubung secara serial dengan NodeMcu, dimana fungsi dari NodeMcu tersebut untuk mengirimkan hasil data sensor ke aplikasi IoT (Internet of Things). Berikut adalah perancangan dari proses penampilan data IoT pada Gambar 10.



Gambar 10. Perancangan Penampilan data ke IoT

3.4 Perancangan Alat

Dalam perancangan ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (Software). Ada beberapa komponen utama yang terdapat pada alat yaitu :

1. Arduino Mega
2. Power Supply
3. Sensor pH tanah
4. Sensor pH Air
5. Soil moisture Sensor
6. Sensor DS18B20
7. NodeMcu

Software:

1. Arduino IDE

3.4.1 Arduino

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat open source serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino ini dapat mengendalikan

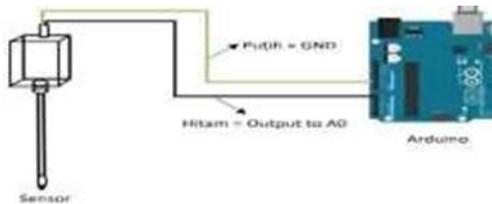
Sensor pH tanah, pH Air, Kelembapan dan Suhu seperti yang terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Arduino

3.4.2 Sensor pH Tanah

Sensor ini digunakan untuk mengukur kadar pH tanah pada media penanaman seperti yang terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Perancangan Sensor pH Tanah

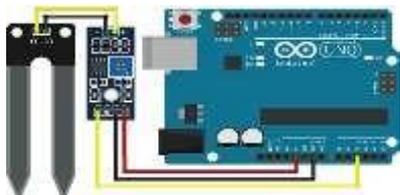
Untuk konfigurasi Pin sensor dapat dilihat pada tabel Tabel 1 :

Tabel 1. Konfigurasi Pin Sensor pH Tanah

Sensor pH Tanah	Arduino
DATA	A0
GND	GND

3.4.3. Sensor Soil Moisture

Sensor ini digunakan untuk mengetahui kelembapan tanah sebagai media penanaman pada Fitoremediasi seperti yang terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Perancangan Sensor Soil Moisture

Untuk konfigurasi Pin sensor dapat dilihat pada tabel Tabel 2 :

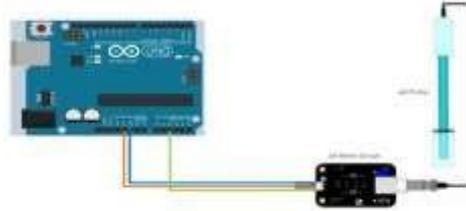
Tabel 2 konfigurasi pin Sensor Soil Moisture

Sensor Soil Moisture	Arduino
DATA	A2
GND	GND
VCC	5V

3.4.4 Sensor pH Air

Sensor pH air digunakan untuk membaca keasaman yang terkandung pada air, oleh sebab itu di perlukan sensor

pH air. Keluaran dari sensor pH adalah tegangan analog sehingga output pada modul dapat dibaca menggunakan input ADC (analog) pada sistem arduino. Adapun perancangan rangkaian arduino pada modul pH air seperti yang terlihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Perancangan Sensor pH Air

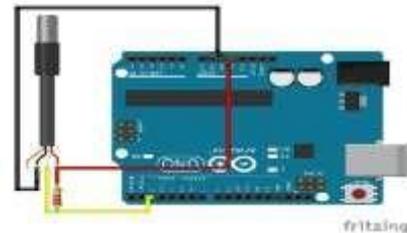
Untuk konfigurasi Pin sensor dapat dilihat pada tabel Tabel 3:

Tabel 3. Konfigurasi pin Sensor pH Air

Sensor pH Air	Arduino
DATA	A1
GND	GND
VCC	5V

3.4.5 Sensor Suhu DS18B20

Pada perancangan alat pemantau suhu padatanaman fitoremediasi menggunakan sensor DS18B20 seperti yang terlihat pada Gambar 15.



Gambar 15. perancangan sensor Suhu DS18B20

Untuk konfigurasi Pin sensor dapat dilihat pada tabel Tabel 15 :

Tabel 4. Konfigurasi pin Sensor Suhu DS18B20

Sensor Suhu DS18B20	Arduino
DATA	2
GND	GND
VCC	5V

3.4.6. Node Mcu

Pada perancangan NodeMcu digunakan sebagai media untuk mengirimkan data dari arduino ke IoT seperti yang terlihat pada Gambar 3.4.6.



Gambar 16. perancangan sensor Suhu DS18B20

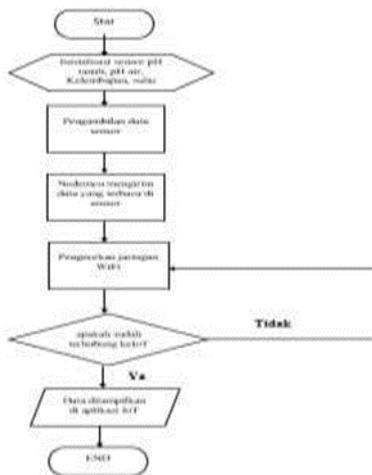
Untuk konfigurasi Pin sensor dapat dilihat pada tabel Tabel 5. :

Tabel 5. Konfigurasi pin NodeMcu

NodeMcu	Arduino
Rx	Tx
GND	GND
Tx	Rx

3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak (software) terdiri dari program pembacaan nilai sensor pH tanah, pH air, kelembapan dan Suhu serta program keseluruhan. Perancangan software menggunakan program IDE arduino. Pada pembuatan perangkat lunak dari alat ini dibuat oleh penulis. Flowchart dapat dilihat di bawah ini pada Gambar 17 :



Gambar 17. Flowchart Sistem Keseluruhan

Keterangan dari flowchart pada Gambar 17. yaitu

1. Hal yang pertama dilakukan adalah melakukan inialisasi dari keempat sensor yaitu sensor pH Air, kelembapan, pH Air dan Suhu.
2. Setelah inialisasi, maka data yang telah didapat akan dikirimkan ke Nodemcu yang telah terhubung secara serial.
3. Data yang sudah terbaca di NodeMcu akan dikirimkan ke IoT (Internet of Things). Sebelum mengirimkan data ke IoT maka harus terhubung dengan Internet.
4. Untuk menghubungkan ke Internet, maka membutuhkan wifi yang terhubung dengan NodeMcu

untuk mengirimkan data. Setelah Nodemcu terhubung dengan NodeMcu data yang didapat akan dikirimkan ke IoT namun jika tidak terhubung akan melakukan pengecekan kembali WiFinya apakah sudah terhubung.

IV. SIMULASI DAN ANALISA

Proses pengujian pembacaan sensor dilakukan untuk mengambil data dari reaktor tanaman. Sensor yang digunakan adalah sensor pH tanah, Kelembapan, pH air dan suhu. Berikut adalah hasil pengambilan data dari Tanaman :

4.1 Pengujian pH Tanah

Pengujian ini bertujuan untuk mendeteksi pH tanah dalam tanaman Fitoremediasi.

4.1.1 Peralatan yang digunakan

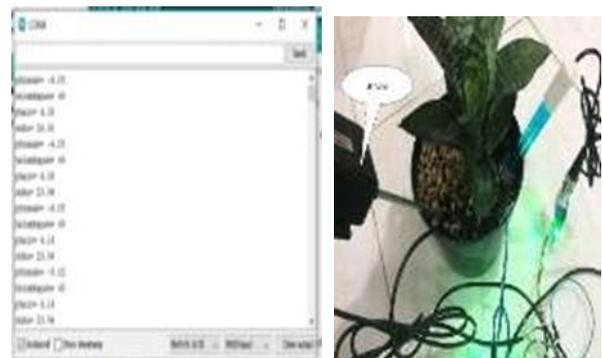
- Arduino
- Kabel jumper
- Sensor pH tanah
- Laptop
- Software Arduino IDE

4.1.2 Langkah – langkah yang dilakukan

- Hubungkan kabel Vcc dan GND, kemudian pin A0 ke pin A0 arduino
- Buka Arduino IDE dan memprogramnya
- Untuk mengecek hasil buka pada serial monitor

4.1.3 Langkah – langkah yang dilakukan

Pada Pengujian sensor pH tanah agar dapat mengetahui nilai dari sensor pH tanah. pH tanah yang telah dideteksi akan ditampilkan pada serial monitor. Pengujian sensor dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. (a) Pengujian Sensor pada tanaman (b) tampilan pada serial Monitor

Hasil dari pengujian sensor dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian pH Tanah di Tanaman Lidah Mertua

No.	Jenis Tanaman	Pengukuran pH Tanah				Hasil Pengiriman ke IoT
		Nilai rata-rata pH Alat Standar	Nilai rata-rata pH Alat yang diUji	Tegangan	Error (%)	
1	Lidah Mertua	7.04	7.39	4,97	4,97	Sukses
2	Lidah Mertua	7.39	7.39	4,96	0	Sukses
3	Lidah Mertua	6.97	7.39	4,96	6.02	Sukses
4	Lidah Mertua	6.97	7.39	4,97	6.02	Sukses
5	Lidah Mertua	7.43	7.10	4,98	4.44	Sukses
6	Lidah Mertua	7.04	7.51	4,96	6.67	Sukses
7	Lidah Mertua	7.42	7.52	4,97	1.34	Sukses
8	Lidah Mertua	8.14	7.31	4,98	10.19	Sukses
9	Lidah Mertua	7.42	7.44	4,97	0.02	Sukses
10	Lidah Mertua	8.07	7.51	4,97	6.93	Sukses
Rata-rata					4.66 %	

Dari tabel 6. Sifat asam mempunyai pH antara 0 hingga 7 dan sifat basa mempunyai nilai pH 7 hingga 14. Alat ukur dapat mengukur peningkatan pH Tanah,

$$\text{Error} = \frac{\text{Nilai Selisih}}{\text{Nilai pH meter}} \cdot 100 \%$$

Nilai pH meter

Perbandingannya tidak berbanding jauh dari pH standar dan ditunjukkan deviasi dan standarisasi untuk setiap pH Tanah. Hal ini dapat menunjukkan bahwa sensor tersebut berjalan dengan baik dan dapat mendeteksi pH tanah. Serta persentase error dapat dilihat 4,66 % dari sepuluh kali percobaan. Persentase error pengukuran didapatkan dari pembagian nilai selisih pembacaan dengan nilai pH meter kemudian dikalikan 100 %.

4.2 Pengukuran Kelembapan (soil moisture)

Pengujian ini bertujuan untuk mendeteksi Kelembaban tanah dalam tanaman Fitoremediasi.

4.2.1 Peralatan yang digunakan

Arduino

Kabel jumper

Sensor kelembaban (soil moisture)

Laptop

Software Arduino IDE

4.2.2 Langkah – langkah yang dilakukan

- Hubungkan kabel Vcc dan GND, kemudian pin A1 ke pin A1 arduino
- Buka Arduino IDE dan memprogramnya
- Untuk mengecek hasil buka pada serial monitor

4.2.3 Langkah – langkah yang dilakukan

Pada Pengujian sensor pH tanah agar dapat mengetahui nilai dari sensor kelembaban. Kelembaban tanah yang telah dideteksi akan ditampilkan pada serial monitor. Pengujian sensor dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19 (a) Pengujian Sensor pada tanaman (b) tampilan pada serial Monitor

Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kelembapan di Tanaman Lidah Mertua

No.	Jenis Tanaman	Pengukuran Kelembapan			Hasil Pengiriman ke IoT
		Data Sensor yang Diuji	Kondisi Tanah	Tegangan	
1	Lidah Mertua	52	Basah	4,97	Sukses
2	Lidah Mertua	53	Basah	4,97	Sukses
3	Lidah Mertua	50	Basah	4,96	Sukses
4	Lidah Mertua	51	Basah	4,98	Sukses
5	Lidah Mertua	55	Basah	4,98	Sukses
6	Lidah Mertua	57	Basah	4,97	Sukses
7	Lidah Mertua	56	Basah	4,96	Sukses
8	Lidah Mertua	56	Basah	4,97	Sukses
9	Lidah Mertua	56	Basah	4,97	Sukses
10	Lidah Mertua	58	Basah	4,98	Sukses

Dari tabel 7. merupakan hasil dari pengukuran kelembapan. Nilai yang terbaca oleh sensor dari 0 – 37,92 adalah kering, 38,02 – 50,6 adalah lembab dan 50,7 – 98,82 adalah Basah. Hal ini menunjukkan bahwa sensor tersebut berjalan dengan baik dan dapat mendeteksi Kelembapan tanah. Dalam hasil pengukuran ini bahwa tanah pada tanaman bersifat Basah terlihat dari hasil pengukuran yang dilakukan memiliki rata-rata 55 yang merupakan kondisi tanah Basah.

4.3 Pengukuran pH Air

Pengujian ini bertujuan untuk mendeteksi pH Air dalam tanaman Fitoremediasi.

4.3.1 Peralatan yang digunakan

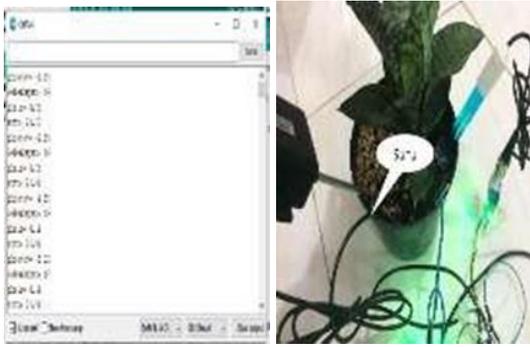
- Arduino
- Kabel jumper
- Sensor pH Air
- Laptop
- Software Arduino IDE

4.3.2 Langkah – langkah yang dilakukan

- Hubungkan kabel Vcc dan GND, kemudian pin A2 ke pin A2 arduino
- Buka Arduino IDE dan memprogramnya
- Untuk mengecek hasil buka pada serial monitor

4.3.3 Langkah – langkah yang dilakukan

Pada Pengujian sensor pH Air agar dapat mengetahui nilai dari sensor pH Air. pH Air yang telah dideteksi akan ditampilkan pada serial monitor. Pengujian sensor dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 21. (a) Pengujian Sensor pada tanaman (b) tampilan pada serial Monitor

Hasil Pengujian dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian Suhu di Tanaman Lidah Mertua

No	Nama Tanaman	Pengukuran Suhu					Basis Pengukuran IoT
		Nilai Rata-rata Suhu Alat Standar	Nilai rata-rata Suhu Alat yang diuji	Tegangan	Error (%)		
1	Lidah Mertua	28.44	27.81	4.31	2.21	Sukses	
2	Lidah Mertua	28.37	27.71	4.37	2.33	Sukses	
3	Lidah Mertua	28.37	28.71	4.38	5.71	Sukses	
4	Lidah Mertua	28.31	27.71	4.36	1.97	Sukses	
5	Lidah Mertua	28.27	27.71	4.34	2.18	Sukses	
6	Lidah Mertua	27.81	28.81	4.37	4.37	Sukses	
7	Lidah Mertua	27.81	28.81	4.38	4.43	Sukses	
8	Lidah Mertua	27.71	28.71	4.36	3.85	Sukses	
9	Lidah Mertua	28.31	27.71	4.37	2.84	Sukses	
10	Lidah Mertua	27.81	28.81	4.38	3.38	Sukses	
Rata-rata				4.36	3.38 %		

Dari tabel 9. Alat ukur dapat mengukur Suhu, perbandingannya tidak berbanding jauh dari Thermometer standar dan ditunjukkan deviasi dan standarisasi untuk setiap Suhu. Hal ini dapat menunjukkan bahwa sensor tersebut berjalan dengan baik dan dapat mendeteksi Suhu. Serta persentase error dapat dilihat 3,39 % dari sepuluh kali percobaan. Serta Persentase error pengukuran didapatkan dari pembagian nilai selisih pembacaan dengan nilai Suhu kemudian dikalikan 100 %.

4.5 Penyimpanan Data pada IoT dan Visualisasi Data

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah Alat untuk mendeteksi pH tanah, Kelembaban, pH air

$$\text{Error} = \frac{\text{Nilai Selisih}}{\text{Nilai pH meter}} \cdot 100 \%$$

dan suhu dapat terbaca oleh aplikasi IoT sesuai dengan yang dibutuhkan.

4.5.1 Peralatan yang digunakan

- Arduino
- Kabel jumper
- NodeMcu
- Laptop
- Software Arduino IDE

4.5.2 Langkah – langkah yang dilakukan

- Hubungkan kabel Vcc dan GND, kemudian pin RX ke TX dan pin TX ke RX

- Buka Arduino IDE dan memprogramnya
- Untuk mengecek hasil buka pada serial monitor

4.5.3 Hasil pengiriman Data

Pada Pengujian hasil pengiriman data pada ke empat sensor yaitu sensor pH tanah, kelembaban, pH air dan suhu dilihat pada platform IoT di Thingspeak.

1. Tampilan Data pada pH Tanah

Pada pengujian hasil data pada sensor pH tanah dapat dilihat pada gambar 21.



Gambar 21. Tampilan Data pH Tanah pada IoT

Pada gambar di atas adalah Merupakan hasil dari data dari sensor pH tanah. Data pada field 1 adalah untuk pH tanah. Dalam proses pengiriman data dibantu dengan adanya WiFi yang tersambung dengan NodeMcu. Dalam pengiriman data dibutuhkan akses internet yang stabil agar dapat menampilkan data dengan baik. Grafik pada gambar 22. menampilkan nilai yang didapatkan dari sensor, sehingga grafik dapat berubah - ubah setiap melakukan update data serta skala pH yang di gunakan pada grafik adalah 0 – 14 sehingga mempermudah untuk melihat perubahan dari grafik. Dilihat pada Tabel 4.1 Perubahan pada nilai sensor disebabkan adanya error pada sensor sehingga setiap terjadi perubahan dari sensor akan menyebabkan grafik berubah. Kendala yang sering terjadi adalah adanya data yang terlewat saat pengiriman. Hal ini dikarenakan koneksi internet yang lambat sehingga tidak dapat mengirim dengan tepat waktu. Proses pengiriman data memerlukan waktu 15-30 detik untuk update .

2. Tampilan Data pada Kelembaban

Pada pengujian hasil data pada sensor Kelembaban dapat dilihat pada gambar 22



Gambar 22. Tampilan Data Kelembaban pada IoT

Pada gambar 22 di atas adalah Merupakan hasil dari data dari sensor Kelembaban. Data pada field 2 adalah untuk Kelembaban. Dalam proses pengiriman data dibantu dengan

adanya WiFi yang tersambung dengan NodeMcu. Dalam pengiriman data dibutuhkan akses internet yang stabil agar dapat menampilkan data dengan baik. Grafik pada gambar 4.5.3 menampilkan nilai yang didapatkan dari sensor, sehingga grafik dapat berubah - ubah setiap melakukan update data serta skala kelembaban yang di gunakan pada grafik adalah 0 – 100 sehingga mempermudah untuk melihat perubahan dari grafik .Dilihat pada Tabel 4.2 Perubahan pada nilai sensor disebabkan adanya error pada sensor sehingga setiap terjadi perubahan dari sensor akan menyebabkan grafik berubah. Kendala yang sering terjadi adalah adanya data yang terlewat saat pengiriman. Hal ini dikarenakan koneksi internet yang lambat sehingga tidak dapat mengirim dengan tepat waktu. Proses pengiriman data memerlukan waktu 15 - 30 detik untuk update .

3. Tampilan Data pada pH Air

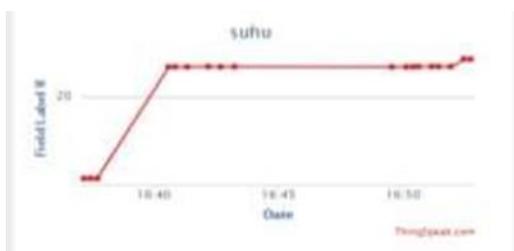
Pada pengujian hasil data pada sensor pH Air dapat dilihat pada gambar 4.5.3.



Pada gambar 23 di atas adalah Merupakan hasil dari data dari sensor pH Air. Data pada field 1 adalah untuk pH Air. Dalam proses pengiriman data dibantu dengan adanya WiFi yang tersambung dengan NodeMcu. Dalam pengiriman data dibutuhkan akses internet yang stabil agar dapat menampilkan data dengan baik. Grafik pada gambar 24. menampilkan nilai yang didapatkan dari sensor, sehingga grafik dapat berubah - ubah setiap melakukan update data serta skala pH yang digunakan pada grafik adalah 0 – 14 sehingga mempermudah untuk melihat perubahan dari grafik. Dilihat pada Tabel 4.3 Perubahan pada nilai sensor disebabkan adanya error pada sensor sehingga setiap terjadi perubahan dari sensor akan menyebabkan grafik berubah. Kendala yang sering terjadi adalah adanya data yang terlewat saat pengiriman. Hal ini dikarenakan koneksi internet yang lambat sehingga tidak dapat mengirim dengan tepat waktu. Proses pengiriman data memerlukan waktu 15 - 30 detik untuk update.

4. Tampilan Data pada pH Air

Pada pengujian hasil data pada sensor Suhu dapat dilihat pada gambar 24



Pada gambar di atas adalah Merupakan hasil dari data dari sensor suhu. Data pada field 1 adalah untuk suhu. Dalam proses pengiriman data dibantu dengan adanya WiFi yang tersambung dengan NodeMcu. Dalam pengiriman data dibutuhkan akses internet yang stabil agar dapat menampilkan data dengan baik. Grafik pada gambar 24 menampilkan nilai yang didapatkan dari sensor, sehingga grafik dapat berubah-ubah setiap melakukan update data serta skala pH yang di gunakan pada grafik adalah 0 – 100 sehingga mempermudah untuk melihat perubahan dari grafik. Dilihat pada Tabel 9 Perubahan pada nilai sensor disebabkan adanya error pada sensor sehingga setiap terjadi perubahan dari sensor akan menyebabkan grafik berubah. Kendala yang sering terjadi adalah adanya data yang terlewat saat pengiriman. Hal ini dikarenakan koneksi internet yang lambat sehingga tidak dapat mengirim dengan tepat waktu. Proses pengiriman data memerlukan waktu 15 - 30 detik untuk update.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) pada sistem monitoring pH tanah, kelembaban, pH Air dan suhu pada tanaman fitoremediasi berfungsi sesuai dengan tujuan.
2. Berdasarkan monitoring yang telah dilakukan, waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data ke server thingspeak sekitar 15 detik.
3. Dengan adanya sistem yang dapat mengetahui pH tanah, kelembaban, pH Air dan suhu pada tanaman fitoremediasi, dapat membantu mempermudah dalam memonitoring tanaman fitoremediasi.

Adapun saran sebagai berikut :

1. Sebaiknya lebih memperhatikan koneksi internet agar pengiriman data tidak terjeda terlalu lama yang menyebabkan data tidak terkirim.
2. Saat melakukan percobaan, pengkabelan pada sensor diperiksa kembali agar tidak ada kesalahan saat mengupload data terutama pada kabel Rx dan Tx.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] T Anza Ansori (2018), Studi Pemanfaatan Internet Of Things Untuk Pengawasan Bahan Bakar Minyak, Jurnal Wave.,Institut Teknologi Sepuluh Nopember.Volume 12 Nomor 1, Juli2018: Hal: 31-42
- [2] Andrika Wahyu Wicaksono, Edita Rosana Widasari, Fitri Utamingrum. 2017. Smart Farming– Iot In Agriculture. Program Studi Teknik

Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

- [3] Auliya Fairus Ramadhan, Endro Sutrisno, Sri Sumiyati.(2017). Efisiensi Penyisihan Bod Dan Phospat Pada Air Limbah Pencucian Pakaian (Laundry) Dengan Menggunakan Fitoremediasi Tanaman Kayu Apu(Pistia Stratiotes L.). Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- [4] Baihaqi Siregar, Fahmi Fahmi, Roy Ginting. (2017). Remote Monitoring System For Hydroponic Planting Media.Universitas Sumatra Utara. Medan.
- [5] Baity, Nur Sitorus.(2017). Pendeteksian Ph Air Menggunakan Sensor Ph Meter V1.1 Berbasis Arduino NanoFakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatra Utara.
- [6] Efendi Rivan. 2019. Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu Kelembapan Tanah Dan Ph Tanah Pada Lahan Peranian Tanaman Padi Berbasis Android. Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang.
- [7] Irawanto, Rony. (2010), Fitoremediasi Lingkungan Dalam Taman Bali, Jurnal Ilmiah Online,. Upt Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi-Lipi. Purwodadi. Vol Ii, (4). Hal 29-35.
- [8] Taufik, Muhammad Sulistyو.(2019). Sistem Pengukuran Kadar Ph, Suhu, Dan Sensor Turbidity Pada Limbah Rumah Sakit Berbasis Arduino Uno. Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
- [9] Suswati, Anna Catharina Sri Purna Dan Gunawan Wibisono (2013), Pengolahan Limbah Domestik Dengan Teknologi Tanaman Air (Constructed Wetlands), Indonesian Green Technology Journal,. Universitas Brawijaya Malang. Vol Ii, No 2.
- [10] Wibisana, Ferdinandus., 2015, Sistem Pengendali Ph Pada Pembuatan Air Alkali. Penelitian Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- [11] Widy,Novan Santoso,.(2019). Rancang Bangun Monitoring Suhu, Kelembaban, Dan Ph Tanaman Dataran Tinggi Untuk Dataran Rendah. Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
- [12] <https://innovate.ieee.org/innovation-spotlight/low-cost-water-iot>
- [13] <https://docplayer.info/53666115-Bab-Ii-Dasar-Teori-Gambar-1-1-Board-Nodemcu.html> 1