JURNAL SINTAKS LOGIKA Vol. 1 No. 3 , Bulan - 2022
https://jurnal.umpar.ac.id/index.php/sylog
DOI: https://doi.org/10.31850/jsilog.v1i3

E-ISSN : 2775-412X

IMPLEMENTASI IOT SEBAGAI ALAT PENGOLAH MULTI SENSOR

Syahirun Alam[1*], Untung Suwardoyo[2], Hendra Karya YN[3]

[1,2,3]Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia
alamsyahirun74@gmail.com , untung.suwardoyo@gmail.com , henkar.sws@gmail.com

Informasi Artikel

Riwayat Artikel:

Dikirim *Author* : 9-01-2021
Diterima Redaksi : 10-01-2021
Revisi *Reviewer*: 12-01-2021
Diterbitkan *online*: 18-01-2021

Keywords:

IoT, multi sensors, web

ABSTRACT

The implementation of IoT as a multi-sensor processing tool is a system that researchers use in monitoring information on a website in real time anywhere and anytime as long as it is still connected to the internet network. The data or information displayed on the website is data from the firebase realtime database sent from the DFRobot turbidity sensor which measures water turbidity, the TCS230 color sensor which detects the color of the water, the 4502C pH sensor which measures the pH level of the water and the DS18B20 temperature sensor which measures the water temperature. This research also aims to test the speed of sending data from sensors to the firebase realtime database until the data is displayed on the website. The results showed that the sensor used did a fairly good reading. The speed of data transmission with a download speed of 3.77 Mbps and upload of 4.14 Mbps results in a data transmission speed with an average value of 4.8 seconds on the use of four sensors. At the speed of data transmission, apart from that the internet network affects the speed of data transmission, the amount of data used also affects the speed of data transmission.

ABSTRAK

Implementasi IoT sebagai alat pengolah multi sensor merupakan sistem yang peneliti pakai dalam memantau suatu informasi pada situs web secara *realtime* di mana saja dan kapan saja selama masih terkoneksi dengan jaringan internet. Data atau informasi yang ditampilkan pada situs web adalah data dari *firebase realtime database* yang dikirimkan dari *turbidity* sensor DFRobot yang mengukur kekeruhan air, sensor warna TCS230 yang mendeteksi warna air, sensor pH 4502C yang mengukur kadar pH air serta sensor suhu DS18B20 yang mengukur suhu air. Di dalam penelitian ini juga bertujuan untuk menguji kecepatan pengiriman data dari sensor ke *firebase realtime database* hingga ditampilkannya data pada situs web. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor yang digunakan melakukan pembacaan dengan cukup baik. Kecepatan pengiriman data dengan kecepatan *download* 3.77 Mbps dan *upload* 4.14 Mbps menghasilkan kecepatan pengiriman data dengan nilai rata-rata pada penggunaan empat sensor yakni 4.8 detik. Pada kecepatan pengiriman data ini, selain bahwa jaringan internet mempengaruhi kecepatan pengiriman data tersebut, jumlah data yang digunakan juga mempengaruhi kecepatan pengiriman data.

Kata kunci:

IoT, multi sensor, web

Penulis Korespondensi:

Syahirun Alam,
Program Studi Teknik Informatika,
Universitas Muhammadiyah Parepare,
Jl Jenderal Ahmad Yani KM. 6, Kota Parepare, Indonesia.
Email: alamsyahirun74@gmail,com

This is an open access article under the CC BY-SA license.

I. PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep mengenai benda dalam kehidupan sehari-hari dengan sensor, *software*, atau teknologi lain di dalamnya, memungkinkannya terhubung dengan perangkat serta sistem lain melalui jaringan internet. Sederhananya, konsep ini bertujuan untuk menghubungkan objek fisik ke internet[1].

Banyak manfaat *Internet of Things* (IoT) yang bisa kita rasakan pada era *industry* 4.0 sekarang ini, misalnya dalam efisiensi waktu, meminimalisir *effort* kerja, meningkatkan proses *collecting* data, mengefektifkan

analisis data, meningkatkan sistem keamanan dan manfaat-manfaat lainnya[2].

Pada *Internet of Things* (IoT) ada beberapa susunan unsur, seperti sensor, koneksi, pengolahan data serta *user interface*. Semua unsur yang menyusun ini saling terkait. Sensor mengumpulkan data dari lingkungan sekitar di mana benda ini berada, unsur koneksi mengirimkan data atau informasi dari sensor ke pengolahan data kemudian akan ditampilkan pada *user interface* yang berfungsi memberikan informasi kepada pengguna[11].

Implementasi IoT sudah banyak diterapkan di berbagai macam bidang, seperti bidang keamanan, bidang medis, bidang properti, bidang industri manufaktur dan lain-lain. Dulu pada awalnya, mesin dibuat hanya untuk membantu manusia dan dioperasikan secara manual. Namun, seiring perkembangan teknologi yang begitu pesat, mesin bisa berjalan sendiri atau otomatis, tetapi dalam pemanfaatan mesin sebagai alat dalam sebuah sistem akan menemui kendala jika sudah menyangkut jarak dan waktu[3]. Dengan jarak yang begitu jauh maka mesin tidak akan bisa berinteraksi dengan mesin lain, untuk mengatasi hal inilah implementasi IoT diterapkan pada sebuah mesin dengan pengenal IP *address* yang dapat menggunakan jaringan internet sebagai media komunikasi saling bertukar data.

Dalam beberapa penelitian implementasi IoT sebelumnya seperti rancang bangun sistem monitoring kualitas air pada budidaya ikan hias air tawar berbasis IoT oleh Wahyu Dewantoro dan Muhammad Bahrul Ulum yang dalam penelitiannya menggunakan tiga sensor yakni sensor suhu, sensor pH, dan sensor kekeruhan dengan esp32 yang digunakan untuk mengolah data sensor dan mengirim data hingga parameter sensor dapat dipantau oleh *user*[13]. Aplikasi IoT sistem monitoring kualitas air tambak udang menggunakan aplikasi blynk berbasis arduino uno oleh Gurum Ahmad Fauzi, Mutiara Amalia Syafira, Arif Surtono dan Amir Supriyanto yang dalam penelitiannya untuk mengetahui kualitas air tambak udang yang dapat diketahui menggunakan *smartphone* android. Sensor *input* yang berjumlah tiga (Suhu, pH dan *Dissolved Oxygen*) dari pembacaan sensor tersebut diproses arduino lalu dikirim ke *smartphone* android menggunakan esp8266 yang hasil pengukurannya akan ditampilkan pada aplikasi blynk[9]. Rancang bangun sistem multi-sensor untuk pengukuran jarak secara simultan oleh Idang Wahyuddin Septiawan, Sabriansyah Rizqika Akbar dan Dahnial Syauqy yang dalam penelitiannya ini menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560 dan sensor HC-SR04 sebanyak delapan. Antar muka komunikasi pada sistem ini menggunakan *Parallel Bus Interface* (PBI) untuk mendukung kinerja dalam pengaplikasian sistem multi sensor berjalan simultan. Dari hasil pengujian, sistem yang menerapkan RTOS (*real time operating system*) berjalan dari awal program sampai akhir membutuhkan total waktu rata-rata 8.1332ms sedangkan pada sistem yang tidak menerapkan RTOS membutuhkan total waktu rata-rata 264ms[16]. Sedangkan pada penelitian penulis ini akan menggunakan empat sensor dalam pengimplementasian IoTnya. Juga akan dilakukan sebuah penelitian keakuratan pembacaan sensor dan keefektifan penggunaan multi sensor dalam pengimplementasian IoT tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja implementasi IoT sebagai alat pengolah multi sensor, dalam hal ini esp32 sebagai mikrokontroler, empat sensor yang terdiri dari sensor warna TCS230, sensor pH 4502C, sensor suhu DS18B20, *turbidity* sensor DFRobot. Kinerja multi sensor dengan menguji kecepatan pengiriman data pembacaan sensor ke *database* hingga hasil pembacaan sensor ditampilkan pada situs web. Pada pembacaan beberapa sensor juga akan diuji keakuratan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan parameter serupa.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu

Lokasi pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium IoT Gedung F Universitas Muhammadiyah Parepare, jalan Jend. Ahmad Yani KM. 6 Kota Parepare. Waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan penelitian ini adalah ± dua bulan.

B. Jenis Penelitian

Ada pun jenis penelitian yang dilakukan antara lain sebagai berikut:

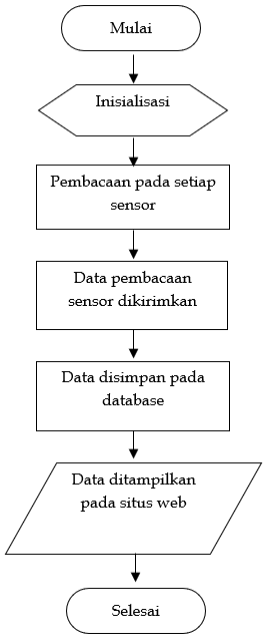
1) *Field research*

Penulis langsung melakukan penelitian pada objek. Data dan keterangan yang diperoleh dikumpulkan melalui pengamatan pada sitem maupun tanya jawab langsung sesuai dengan data dan keterangan yang dibutuhkan. Dalam hal ini, pengamatan (*observation*), yaitu melakukan pengamatan secara langsung di lokasi penelitian, dari hasil observasi ini, penulis dapat mengetahui masalah-masalah yang sering terjadi serta kelemahan-kelemahan yang ada pada mekanisme yang sedang berjalan. Dan Wawancara (*Interview*), yaitu melakukan tanya jawab secara langsung dengan berbagai pihak yang berkompeten untuk mengetahui permasalahan penelitian yang diangkat.

2) *Literature study*

Melakukan pengumpulan data dengan cara mencari hasil penelitian sejenis. Dalam pencarian hasil topik penelitian sejenis, penulis akan mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya dari kepustakaan yang terkait. Sumber-sumber kepustakaan dapat diperoleh dari jurnal, buku, tesis, dan sumber-sumber lainnya.

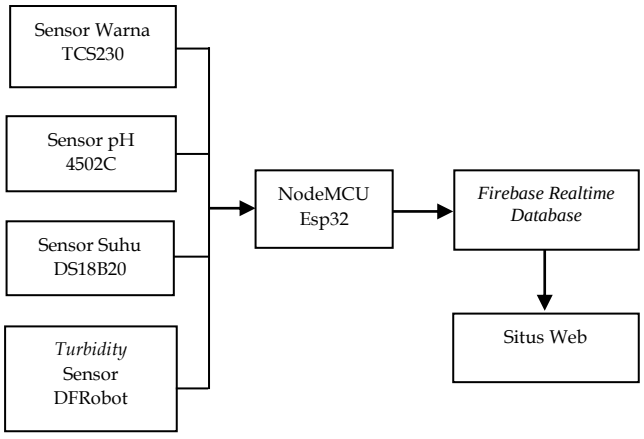
C. Flowchart Sistem



Gambar 1. *Flowchart* Sistem

Dijelaskan pada gambar di atas bahwa pertama perlu dilakukan inisialisasi, kemudian akan diproses dengan pembacaan oleh setiap sensor (kekeruhan, kadar pH, warna dan suhu air), terus berlanjut pada pengiriman data yang akan diinput pada *database* dan akan ditampilkan pada situs web yang siap untuk dipantau oleh *user*.

D. Blok Diagram Sistem



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Node MCU Esp32 sebagai mikrokontroler yang mengolah data dari sensor warna TCS230, sensor pH 4502C, sensor suhu DS18B20 serta *turbidity* sensor DFRobot dan mengirim hasil pembacaan sensor ke *firebase realtime database* dengan menggunakan koneksi jaringan internet lalu ditampilkan pada situs web.

E. Alat dan bahan

Untuk melakukan penelitian ini digunakan beberapa alat dan bahan, yang terdiri dari:

1) *Alat*

Alat yang digunakan berupa perangkat keras untuk membuat implementasi IoT sebagai alat pengolah multi sensor dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Alat Penelitian

	Spesifikasi
Acer	Processor AMD Ryzen 5 5500U *hexa core* (*up to* 8 MB L2 *cache*, *up to* 4.0 GHz) RAM 16 GB LPDDR4X 512 GB SSD
Mikrokontroler	NodeMCU ESP32
Sensor	Sensor Warna TCS230 *Turbidity* Sensor DFRobot Sensor Suhu DS18B20 Sensor pH 4502C

2) *Bahan*

Bahan yang digunakan berupa perangkat lunak untuk membuat implementasi IoT sebagai alat pengolah multi sensor dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2. Bahan Penelitian

	Spesifikasi
Sistem operasi	Windows 11 Home
Database	*Firebase realtime database*
Pemprograman	Arduino IDE Situs Web Bahasa pemprograman C HTML PHP Javascript

F. Teknik pengambilan data

1) *Persiapan penelitian*

Pada tahapan ini penulis melakukan persiapan penelitian. Persiapan penelitian yang dimaksud adalah menyiapkan buku-buku, artikel-artikel tentang topik penelitian serta *software* yang digunakan selama penelitian.

2) *Pengumpulan data*

Pada tahap ini dilakukan observasi dengan peninjauan, pencatatan dan pengamatan langsung di lokasi penelitian.

3) *Analisis*

Pada tahap analisis, melakukan analisa terhadap sistem yang diterapkan sekarang, kemudian merumuskan masalah yang menjadi pokok penelitian sehingga dapat dibuat alternatif pemecahan masalah.

4) *Perancangan*

Kemudian merancang aplikasi yang ingin dibuat berdasarkan alternatif pemecahan masalah.

5) *Pengujian*

Setelah melakukan perancangan, dilakukan pengujian hasil perancangan yang telah dibuat. Jika hasil perancangan terdapat kekurangan atau kelemahan, maka kembali ke tahap analisis.

6) *Implementasi*

Setelah pada perancangan tidak terdapat kekurangan, maka sistem siap digunakan oleh *user.*

G. Teknik pengujian

Teknik pengujian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan tiga teknik pengujian, yakni:

1) *Black box*

Pengujian *black box* untuk mengetahui berfungsinya semua fungsi pada sistem yang telah dibuat.

2) *White box*

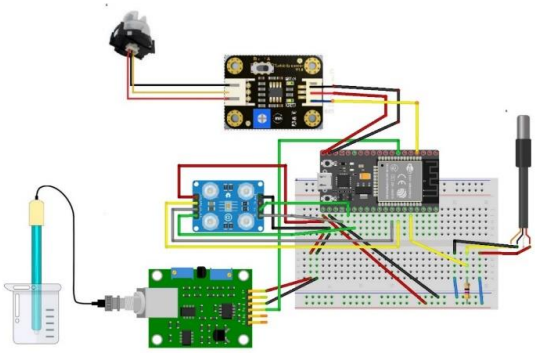
Pengujian *white box* untuk menguji prosedur-prosedur yang ada.

3) *Kecepatan pengiriman data*

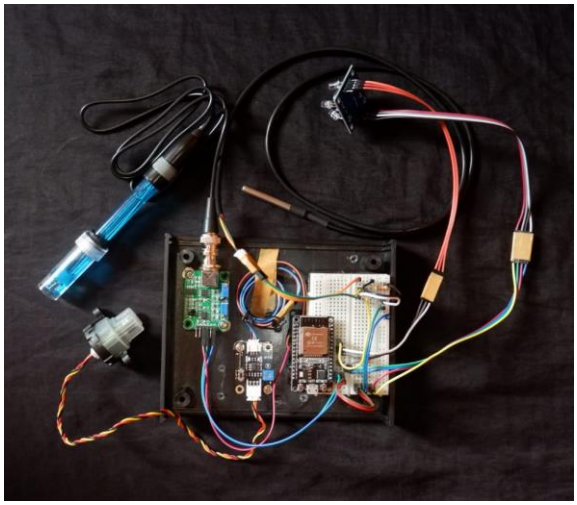
Pengujian kecepatan pengiriman data untuk menguji berapa kecepatan pengiriman data sensor ke *database* hingga ditampilkannya nilai sensor pada situs web.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan komponen



Gambar 3. Rangkaian Komponen Keseluruhan



Gambar 4. Bentuk Rangkaian Komponen Keseluruhan

Tabel 3. Penggunaan Pin *Turbidity* Sensor DFRobot

Pin Turbidity Sensor DFRobot	Keterangan
VCC	Dihubungkan ke pin 5 volt Esp32
GND	Dihubungkan ke pin GND Esp32
Out	Dihubungkan ke pin 34 Esp32

Tabel 4. Penggunaan Pin Sensor pH 4502C

Pin Sensor pH 4502C	Keterangan
VCC	Dihubungkan ke pin 3.3 volt Esp32
GND	Dihubungkan ke pin GND Esp32
Out	Dihubungkan ke pin 33 Esp32

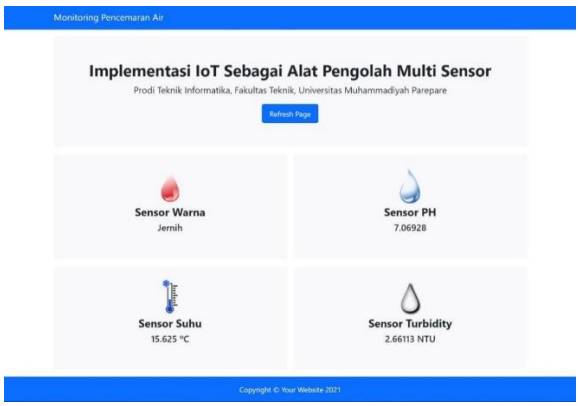
Tabel 5. Penggunaan Pin Sensor Warna TCS230

Pin Sensor Warna TCS230	Keterangan
VCC	Dihubungkan ke pin 3.3 volt Esp32
GND	Dihubungkan ke pin GND Esp32
S0	Dihubungkan ke pin 15 Esp32
S1	Dihubungkan ke pin 2 Esp32
S2	Dihubungkan ke pin 5 Esp32
S3	Dihubungkan ke pin 4 Esp32
Out	Dihubungkan ke pin 18 Esp32

Tabel 6. Penggunaan Pin Sensor Suhu DS18B20

Pin Sensor Suhu DS18B20	Keterangan
VCC	Dihubungkan ke pin 3.3 volt Esp32
GND	Dihubungkan ke pin GND Esp32
Out	Dihubungkan ke pin 21 Esp32

B. Tampilan perangkat lunak



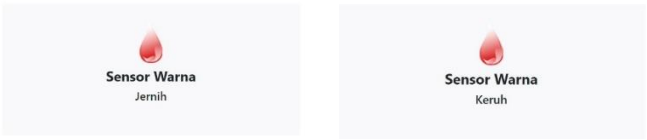
Gambar 5. Tampilan Situs Web

Tampilan ini merupakan tampilan untuk memantau informasi warna air, nilai pH air, nilai suhu air dan nilai kekeruhan air. Situs web ini bisa diakses pada link https://iotmultisensor.web.app/.

C. Pengujian

Tabel 7. Pengujian Sensor Warna TCS230

Uji Coba	Hasil	Keterangan
Jika sensor warna mendeteksi air dengan kualitas jernih, maka data yang ditampilkan pada situs web jernih	√	Berhasil. Sensor warna mendeteksi kualitas air tersebut jernih
Jika sensor warna mendeteksi air dengan kualitas keruh, maka data yang ditampilkan pada situs web keruh	√	Berhasil. Sensor warna mendeteksi kualitas air tersebut keruh
Tampilan pada situs web		



Tabel 8. Pengujian Sensor pH 4502C

Uji Coba	Hasil	Keterangan
Jika sensor pH diletakkan untuk mendeteksi kualitas air, maka data nilai pH air akan ditampilkan di situs web	√	Berhasil. Data kualitas pH air ditampilkan di situs web
Tampilan pada situs web		



Dalam pengujian sensor pH, dilakukan juga pengujian akurasi sensor dengan melakukan perbandingan nilai pH air dari sensor pH dan pH meter digital oleh mediatech. Dalam pengujian keakuratan nilai pH, dilakukan dengan pengambilan nilai pH air yang berbeda-beda.

Tabel 9. Pengujian Perbandingan Sensor pH 4502C

No.	Pembacaan Sensor	Pembacaan pH meter *digital*	Selisih	*Error* (%)
1	7.6	7.8	0.2	2.6
2	7.4	7.4	0	0
3	4	4.1	0.1	2.4
4	7.9	8.2	0.3	3.6
5	6.8	6.9	0.1	1.4
			Total error %	10
			Rata-rata error %	2

Tabel 10. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Uji Coba	Hasil	Keterangan
Jika sensor suhu diletakkan untuk mendeteksi suhu air, maka data nilai °C air akan ditampilkan di situs web	√	Berhasil. Data nilai °C suhu air ditampilkan di situs web
Tampilan pada situs web		



Pada pengujian sensor suhu, keakuratan sensor dilakukan dengan perbandingan hasil suhu yang dibaca oleh sensor DS18B20 dan digital *thermometer*.

Tabel 11. Pengujian Perbandingan Sensor Suhu DS18B20

No.	Pembacaan Sensor	Pembacaan thermometer (°C)	Selisih	*Error* (%)
1	41.1	41.1	0	0
2	30.1	30	0.1	0.3
3	17.6	18.6	1	5.3
4	30.8	30.8	0	0
5	22.4	22.5	0.1	0.4
			Total error %	6
			Rata-rata error %	1.2

Untuk mencari *error* (%) dari pengujian perbandingan sensor pH dan sensor suhu menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$\text{Galat}(\%) = \frac{\text{Pembacaan sensor} - \text{pembacaan parameter pembanding}}{\text{Pembacaan parameter pembanding}} * 100\%$$

Dan untuk mencari rata-rata *error* (%) menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata } error\ (\%) = \frac{\text{total } error\ (\%)}{\text{Banyak pengukuran}}$$

Tabel 12. Pengujian *Turbidity* Sensor DFRobot

Uji Coba	Hasil	Keterangan
Jika sensor kekeruhan mendeteksi air dengan kualitas jernih, maka data NTU yang ditampilkan pada situs web rendah	√	Berhasil. Nilai NTU yang ditampilkan pada situs web rendah
Jika sensor kekeruhan mendeteksi air dengan kualitas keruh, maka data NTU yang ditampilkan pada situs web tinggi	√	Berhasil. Nilai NTU yang ditampilkan pada situs web tinggi
Tampilan pada situs web		
		

Pengujian kecepatan pengiriman data sensor yang merupakan pengujian untuk mengetahui berapa kecepatan pengiriman data dari pembacaan sensor ke *database* hingga data pembacaan tersebut tampil pada situs web. Perhitungan kecepatan pengiriman data yang akan dilakukan berdasarkan dengan waktu *realtime* yang dapat dilihat pada *console* dalam situs web. Pengujian kecepatan pengiriman data dilakukan dengan kecepatan internet, *download* 3.77 Mbps dan *upload* 4.14 Mbps.

Tabel 13. Pengujian Kecepatan Pengiriman Data Sensor

Sensor	Pengiriman data	Kecepatan
1 sensor	1	1 detik
	2	1 detik
	3	1 detik
	4	1 detik
	5	1 detik
	Rata-rata	1 detik
2 sensor	1	2 detik
	2	1 detik
	3	2 detik
	4	1 detik
	5	2 detik
	Rata-rata	1.6 detik
3 sensor	1	3 detik
	2	3 detik
	3	2 detik
	4	3 detik
	5	3 detik
	Rata-rata	2.8 detik
4 sensor	1	3 detik
	2	4 detik
	3	3 detik
	4	4 detik
	5	10 detik
	Rata-rata	4.8 detik

Dihasilkan pada pengujian kecepatan pengiriman data menggunakan satu sensor dengan nilai rata-rata 1 detik, menggunakan dua sensor dengan nilai rata-rata 1.6 detik, tiga sensor dengan nilai rata-rata 2.8 detik, serta menggunakan 4 empat sensor dengan nilai rata-rata 4.8 detik. Dengan menggunakan kecepatan internet *download* 3.77 Mbps dan *upload* 4.14 Mbps disimpulkan bahwa pengiriman data sensor akan lebih cepat dengan semakin sedikitnya sensor yang digunakan dan jika semakin banyak sensor digunakan, maka *delay* atau waktu pengiriman data sensor akan bertambah.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat bekerja dengan baik, mulai dari pembacaan sensor hingga ditampilkannya hasil pembacaan sensor pada situs web. Nilai atau data sensor yang ditampilkan juga dengan pembacaan keakuratan yang baik. Keakuratan sensor pH 4502C yang dilakukan perbandingan hasil pembacaan sensor dengan pH meter digital oleh mediatech dengan nilai rata-rata error 2%, sensor suhu DS18B20 yang dilakukan perbandingan hasil pembacaan sensor dengan digital *thermometer* sebesar 1.2%. Pada pengujian kecepatan pengiriman data, semakin sedikit sensor yang digunakan, maka semakin cepat waktu pengiriman data berlangsung. Sebaliknya, semakin banyak sensor yang digunakan, kecepatan pengiriman data juga akan bertambah. Pengujian dengan menggunakan kecepatan internet *download* 3.77 Mbps dan *upload* 4.14 Mbps, diperoleh menggunakan satu sensor dengan nilai rata-rata 1 detik, dua sensor dengan nilai rata-rata 1.4 detik, tiga sensor dengan nilai rata-rata 2.8 detik dan empat sensor dengan nilai rata-rata 3.4 detik. Pengiriman data sensor memerlukan jaringan internet, jaringan internet bisa mempengaruhi kecepatan pengiriman data sensor. Juga jumlah data yang digunakan pun pada pemprograman alat bisa mempengaruhi kecepatan pengiriman data.

REFERENSI

[1] Afrizal N. Baharsyah. 2019. *Pengertian Internet of Things (IoT): Semua Hal yang Perlu Kamu Tahu* (*online*). (https://www.jagoanhosting.com/blog/pengertian-internet-of-things-iot/. Diakses 09 November 2020).

[2] Jho. 2021. *Apa itu IoT? Prinsip Kerja, Unsur Pembentuk & Contohnya (online)*. (https://www.jogjahost.co.id/blog/apa-itu-iot/. Diakses pada September 2021).

[3] Hasan Basri. 2019. *Pengertian Internet of Things dan Implementasi IoT (online)*. (https://www.tembolok.id/pengertian-internet-of-things-implementasi-dan-contoh-perangkat-iot/. Diakses 10 November 2020).

[4] Ahmad Sabiq, Prabowo Nugroho Budisejati. *Sistem Pemantauan Kadar pH, Suhu dan Warna pada Air Sungai Melalui Web Berbasis Wireless Sensor Network. Jakarta Pusat*. Vol. 1, No. 1, 2019.

[5] Anifatul Faricha, Dimas Adiputra, Isa Hafidz, Lora Khaula Amifia, Moch. Iskandar Riansyah. 2019. *Analisa Studi tentang Perancangan Alat Monitoring Kualitas Air PDAM Berbasis Internet of Things. Kota Surabaya.*

[6] I. M. Erwin, "*Perancangan Sistem Monitoring Pengolahan Limbah Cair Pada IPAL*," Jurnal Informatika, Sistem dan Komputer (INKOM), Vol. 1, No. 2, Nov, 2017.

[7] Trisiani Dewi Hendrawati, Adnan Rafi Al Tahtawi, Farhan Fadilah. 2018. *Sistem Monitoring Pencemaran Air Sungai Berbasis Teknologi Sensor Nirkabel dan Internet-of-Things. Sukabumi. Bandung.*

[8] E. D. Agustiningsih, "*Perancangan Perangkat Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Budidaya Berbasis Web Localhost*," Jurnal Elektronik Tugas Akhir Mahasiswa, Agustus, 2018.

[9] Gurum Ahmad Pauzi, Mutiara Amalia Syafira, Arif Surtono, Amir Supriyanto. "*Aplikasi IoT Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan aplikasi Blynk Berbasis Arduino Uno*". Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika, Vol. 05, No. 02, Juli 2017.

[10] Doris Subyakto, Ir. Subekti Yuliananda. 2018. "*Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air PDAM Surabaya Berbasis Internet of Things.*"

[11] Isa Albanna, Anton Harjito. "*Analisa Pola Pengiriman Paket Data Multi Sensor dan Kebutuhan Energi Pada Rancang Bangun Sistem Internet of Things berbasis ESP-8266*". IV, 2017.

[12] Khan, R., Khan, .S. U., Zaheer, R., & Khan, S. 2018. "*Future internet: The internet of things architecture, possible applications .and key challenges*." Proceedings - 10th International Conference on Frontiers of Information Technology, FIT 2018, 257–260.

[13] Wahyu Dewantoro, Muhammad Bahrul Ulum. "*Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Hias Air Tawar Berbasis IoT (Internet of Things).*" Jurnal Komputasi, Vol.9, No. 2, 2021.

[14] T. A. Siswanto *et al.*, "*Aplikasi Monitoring Suhu Air Untuk Budidaya Ikan Koi Dengan Menggunakan Mikrokontroller Arduino Nano Sensor Suhu Ds18B20 Waterproof Dan Peltier Tec1-12706 Pada Dunia Koi.*" Vol. 1, No. 1, pp. 40–46, 2018.

[15] Pappu, Soundarya., Vadatha, Prathyuda., A.V, Niharika. "*Intelligent IoT Water Quality Monitoring System*". International Journal of Applier Engineering Research. Vol. 12, No. 16, 2017.

[16] Idang Wahyuddin Septiawan, Sabriansyah Rizqika Akbar dan Dahnial Syauqy. "*Rancang Bangun Sistem Multi-Sensor Untuk Pengukuran Jarak Secara Simultan*." Vol. 2 No. 11, Nov, 2018.