

PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN PARAMETER FISIS AIR BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) MENGUNAKAN RASPBERRY PI

Mardian Peslinof^{1,*}, M. Ficky Afrianto¹, Yoza Fendriani¹, Benedika Ferdian Hutabarat²

¹Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Indonesia

²Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Indonesia

*E-mail korespondensi: mardianpeslinof@unja.ac.id

ABSTRACT

In this study, a water physical parameter monitoring system based on the Internet of Things (IoT) has been designed using a Raspberry Pi. Parameters monitored in this system are pH, water temperature, water turbidity, and water level. These parameters are essential parameters to determine the level of water quality and quantity. The sensors used are temperature sensor type DS18B20, turbidity sensor type SEN0189, water pH sensor type SEN0161, and ultrasonic sensor HCSR04 trigger for water level. The software system is a program that is embedded in the Raspberry Pi microprocessor. The working mechanism of the monitoring system is that the system detects the physical parameters of the sensors. The signal results from the sensors will be processed via the Raspberry Pi. The processed data is stored on a server that can be accessed via the web. The working mechanism of the monitoring system is that the system detects the physical parameters of the sensor, the signal results from the sensor will be processed via the Raspberry Pi, and the processed data is stored on a server that can be accessed via the web. The sensor sensitivity levels obtained from observations of the system for parameters of pH, turbidity, temperature, and water level are 52.715 mV/pH, 0.0005 V/NTU, 0.0255 V/°C, and 0.0583 milliseconds/cm, respectively. The accuracy obtained in the system test is an average of 96.86% to 99.9%. The precision of the system ranges from 0.94 to 0.99. From the accuracy and precision test results, the water physical parameter monitoring system can work well.

Keywords: Turbidity, pH, Water Temperature, Water Level, Sensor, Internet of Things (IoT), Raspberry Pi, Monitoring System.

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dilakukan perancangan sistem pemantauan parameter fisis air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Raspberry Pi. Parameter yang dipantau pada sistem ini yaitu pH, temperatur air, kekeruhan air, dan ketinggian air. Parameter yang dipantau merupakan parameter yang penting untuk menentukan tingkat kualitas dan kuantitas air. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu tipe DS18B20, sensor kekeruhan tipe SEN0189, sensor pH air tipe SEN0161, dan sensor ultrasonic HCSR04 trigger untuk ketinggian air. Perangkat lunak sistem yaitu program yang ditanamkan pada mikroprosesor Raspberry Pi. Mekanisme kerja dari sistem pemantauan yaitu sistem akan mendeteksi parameter fisis dari sensor, hasil sinyal dari sensor akan diproses melalui Raspberry Pi, dan data yang telah diproses tersimpan di server yang bisa diakses pada web. Tingkat sensitifitas sensor yang didapatkan dari observasi terhadap sistem untuk parameter pH, kekeruhan, temperatur, dan ketinggian air masing-masing adalah 52,715 mV/pH, 0,0005 V/NTU, 0,0255 V/°C, dan 0,0583 milidetik/cm. Persentase ketepatan rata-rata yang didapatkan pada pengujian sistem adalah berkisar antara 96,86% sampai 99,9%. Ketelitian pada sistem berkisar antara 0,94 sampai dengan 0,99. Dari hasil pengujian ketepatan dan ketelitian maka sistem pemantauan parameter fisis air dapat bekerja dengan baik. Penelitian ini harapannya dapat menghasilkan sistem pemantauan parameter fisis pada air yang berfungsi membantu pihak terkait untuk mengidentifikasi kualitas dan kuantitas air dengan mudah, efisien, dan akurat.

Kata kunci: Kekeruhan, pH Air, Temperatur Air, Ketinggian Air, Sensor, *Internet of Things* (IoT), Raspberry Pi, Sistem Pemantauan.

Diterima 20-10-2021 | Disetujui 15-11-2021 | Dipublikasi 30-11-2021

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi makhluk hidup. Kebutuhan air bersih sangat vital untuk memenuhi kebutuhan air dalam kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak, menyiram tanaman dan lain sebagainya. Air bersih secara fisika bisa diartikan bahwa air yang tidak memiliki warna, tidak berasa, dan tidak berbau pada kondisi standar yaitu tekanan 100 kPa (1 bar) dan temperatur 273°K (0°C). Sumber air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas [1-3]. Kualitas air menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, terdiri dari tiga elemen dasar yaitu: a. Akses dan kuantitas air bersih, terdiri dari kecukupan kebutuhan air untuk kebutuhan hidup sehari-hari dan kelancaran suplai air untuk kebutuhan hidup sehari-hari dari PDAM b. Kualitas air bersih, terdiri dari bau, warna, kekeruhan dan rasa c. Sarana atau fasilitas penyediaan air bersih.

Pada kuantitas air dan kualitas air terdapat parameter-parameter fisis yang digunakan sebagai indikator dalam gambaran hidrologi. Parameter fisis merupakan bagian dari sifat fisis air dimana sifat fisis air merupakan syarat yang menggambarkan mutu atau kualitas dari air. Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa (tawar). Warna sebagai indikator tidak berasa pada air bersih tidak ada rasa asin, manis, pahit, asam dan sebagainya. Bau yang bisa terdapat pada air adalah bau busuk, amis, dan sebagainya. Suhu air sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25°C. Sedangkan untuk jernih atau tidaknya air dikarenakan adanya butiran-butiran koloid dari bahan tanah liat, dimana semakin banyak mengandung koloid maka air semakin keruh. Sifat fisis air sebenarnya dapat dilihat secara visual menggunakan panca indera. Hasil dari penggunaan panca indera tersebut bersifat kualitatif maka cara ini dapat digunakan untuk menganalisis air secara sederhana karena sifat-sifat air akan saling berkaitan [4, 5].

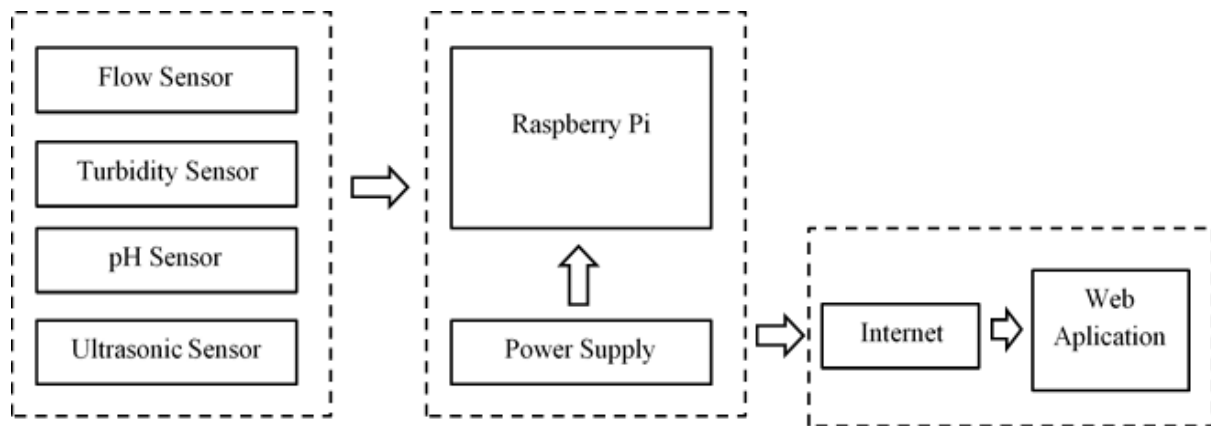
Pemantauan kualitas air terutama air sungai telah banyak dilakukan dengan menggunakan instrumen atau alat ukur. Namun pemantauan yang dilakukan pada umumnya adalah dengan mengambil langsung data ke lapangan pada periode tertentu. Belum begitu banyak pemantauan yang dilakukan secara kontinu. Beberapa penelitian yang dilakukan untuk pemantauan secara jauh tetapi masih terbatas waktu monitoring dan parameter yang dipantaunya. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Hendrawati, dkk [6], yaitu sistem pemantauan kualitas air sungai dikawasan industri berbasis WSN dan IoT. Hasil dari penelitian didapatkan sistem hanya mengukur kualitas sungai dan jangka waktu melakukan monitoring masih maksimal 3 jam. Alat yang dibuat masih belum fleksibel dan disarankan untuk menambah indikator. Maka pada penelitian ini akan dirancang satu sistem instrumentasi yang dapat memantau beberapa parameter fisis air yang dapat dipantau secara kontinu dari jarak jauh, dimana data hasil pemantauan parameter fisis air ini bisa menjadi acuan untuk mendeteksi kualitas air.

Penelitian ini akan berfokus untuk merancang suatu sistem yang dapat mendeteksi parameter fisis pada kualitas dan kuantitas air, dimana data nya tersimpan dan dapat dilakukan dari jarak jauh dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT). IoT adalah ketika kita menyambungkan sesuatu (things) yang tidak dioperasikan oleh manusia, ke internet [7, 8]. Parameter fisis yang dideteksi oleh sistem untuk kuantitas air yaitu ketinggian air, sedangkan untuk kualitas air untuk parameter fisis yang dideteksi yaitu pH air, kekeruhan air, dan temperatur air. Dengan sistem ini diharapkan dapat memberikan data untuk evaluasi tentang kualitas air.

Penelitian ini ingin menghadirkan inovasi dengan merancang suatu sistem pemantauan yang dapat menyimpan data parameter fisis dari air dan dapat dipantau dari jarak jauh dengan menerapkan sistem *Internet of Things* (IoT). Pemroses sinyal yang digunakan pada sistem IoT di penelitian ini yaitu Raspberry Pi. Raspberry Pi adalah komputer mikro berukuran

seperti kartu ATM yang dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation, Inggris [9]. Sistem ini akan sangat membantu untuk menganalisa kualitas air karena data yang tersimpan dan bisa dipantau secara jarak jauh. Penelitian ini menggunakan sensor sesuai dengan parameter fisis yang akan diukur. Sensor yang digunakan harus memiliki performa yang baik, seperti

keakuratan, sensitivitas, dan ketahanan sensor dari noise dan getaran-getaran yang terjadi. Untuk menyelidiki apakah sensor yang digunakan memiliki performa yang bagus dan sistem pemantauan yang dirancang baik, maka dilakukan observasi dan pengujian terhadap sistem pemantauan air yang dirancang dan dibuat.



Gambar 1. Skema rancangan perangkat keras sistem.

METODE PENELITIAN

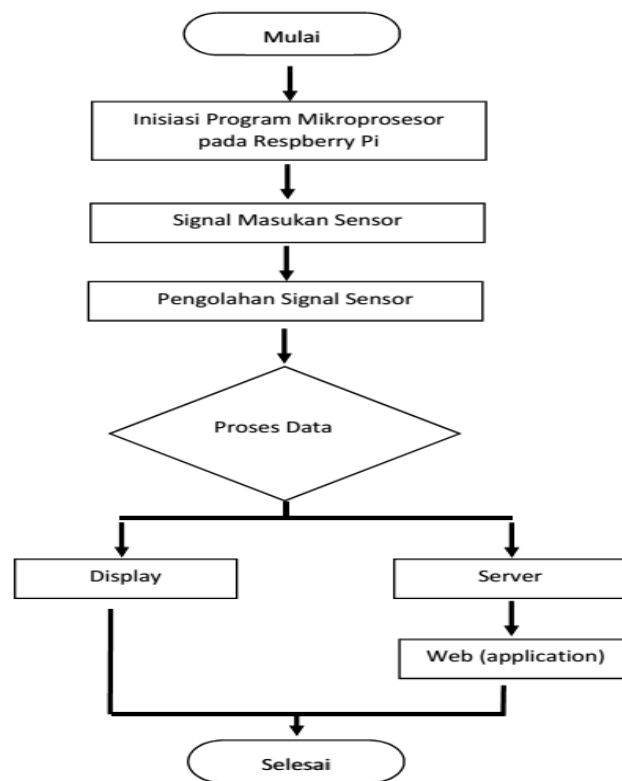
Penelitian sistem pemantauan parameter fisis air dengan sistem *Internet of Things* (IoT) terdiri dari beberapa tahap kegiatan yang dilakukan secara berurutan. Tahapan kegiatan pada penelitian ini yaitu survey pendahuluan, perancangan sistem pemantauan, perancangan perangkat keras sistem, perancangan perangkat lunak sistem, dan observasi terhadap sensor yang digunakan serta pengujian pada sistem. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik sistem yaitu ketelitian dan ketepatan dari sistem yang dibuat. Perangkat keras pada sistem yaitu rangkaian komponen elektronika seperti sensor, Raspberry Pi, dan komponen elektronika lainnya yang dirancang dalam menjalankan sistem. Setiap komponen elektronika dirakit dan dirangkai sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Skema rancangan perangkat keras sistem seperti Gambar 1 yang memperlihatkan skema perangkat keras sistem. Sampel akan dilakukan pengukuran parameter fisis sesuai dengan sensor yang ada, sinyal keluaran sensor terhadap sampel akan di proses dengan Raspberry Pi. Hasil data dari

pemantauan akan tersimpan di aplikasi web. Sensor yang digunakan sesuai dengan parameter fisis yang akan dilakukan pemantauan yaitu sensor suhu tipe DS18B20, sensor kekeruhan tipe SEN0189, sensor pH air tipe SEN0161, dan sensor ultrasonic HCSR04 trigger untuk ketinggian air.

Secara umum mekanisme kerja dari sistem pemantauan yang dirancang yaitu sistem akan mendeteksi parameter fisis dari sensor, dan hasil sinyal dari sensor akan diproses melalui mikroprosesor *Raspberry Pi*. Alur pikir dari perangkat lunak pada sistem ini tergambar pada Gambar 2 yang menjelaskan alur sistem secara keseluruhan. Sistem mengambil data - data informasi dari parameter fisis air yang dideteksi oleh sensor. Data - data informasi yang dideteksi oleh sensor tersebut masih dalam bentuk digital ataupun data analog. Masukan data dari sensor akan diproses dan diubah oleh mikroprosesor sesuai dengan keperluan dan kebutuhan data monitoring parameter fisis air, selanjutnya informasi data tersebut akan dikirimkan oleh mikroprosesor ke server melalui jaringan internet yang disediakan dan akan tersimpan didalam server tersebut. Informasi

data yang tersimpan selanjutnya dapat diakses melalui web atau aplikasi yang disediakan. Sistem dirancang pada mikroprosesor

Raspberry Pi yang menggunakan perangkat lunak berupa software Python.



Gambar 2. Alur sistem pemantauan parameter fisis air.

Pembuatan sistem pemantauan ini terdiri dari perakitan perangkat keras dan pembuatan perangkat lunak dari sistem. Perangkat keras alat ukur terdiri dari perancangan dan perakitan rangkaian komponen elektronika. Perancangan dan perakitan rangkaian elektronika adalah merakit semua komponen sesuai dengan skema rangkaian yang dibuat. Komponen ini secara

garis besar terdiri dari sensor, Raspberry Pi dan komponen elektronika lainnya. Seluruh komponen ini dirangkai sesuai dengan skema rangkaian, kemudian baru dilakukan pengujian terhadap keluaran masing-masing komponen. Hasil dari perancangan sistem pemantauan ini seperti Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan sistem: (a) perangkat keras sistem dan (b) pengujian sistem.

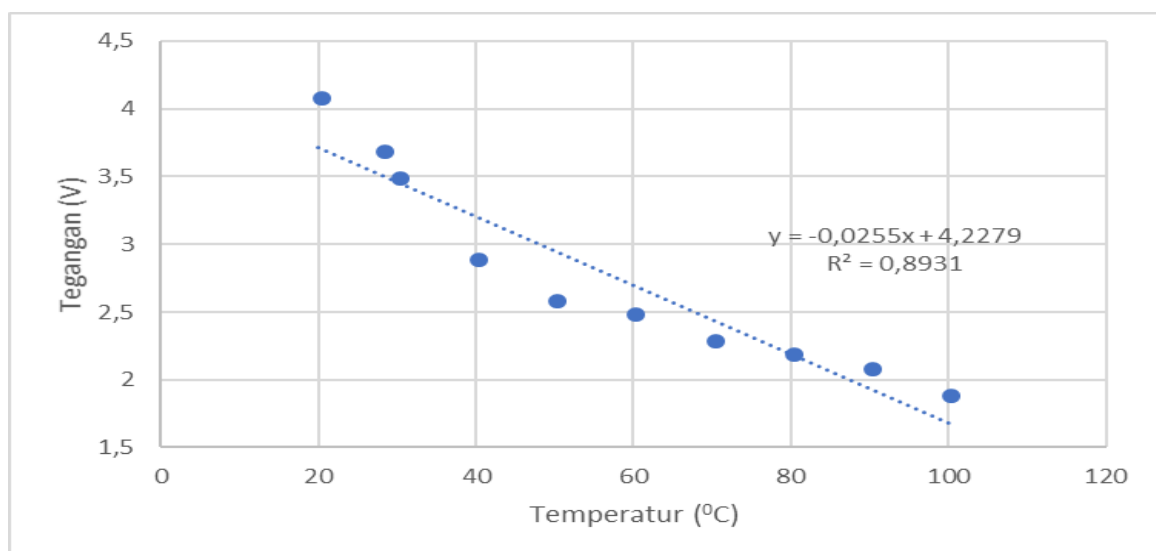
Gambar 3 (a) menggambarkan sistem pemantauan kualitas air yang telah di rancang dan dibuat. Sistem pemantauan parameter fisis air dirancang untuk menentukan parameter fisis air berdasarkan parameter yang dideteksi oleh sensor, dan data hasil sensor ditampilkan pada aplikasi web. Gambar 3(b) memperlihatkan proses pengujian dari sistem. Pengujian sistem bertujuan untuk observasi komponen pada sistem dan pengujian untuk menentukan ketepatan dan ketelitian dari sistem.

Observasi pada sistem dilakukan untuk menganalisis keluaran setiap sensor yang terdapat pada sistem. Observasi ini bertujuan untuk menguji apakah semua komponen telah bekerja sesuai dengan skema dan blok desain. Pada observasi ini, keluaran pada tampilan web pada sistem pemantauan telah memperlihatkan parameter yang akan dilakukan pemantauan, sesuai dengan sensor yang dipakai. Pengujian untuk menentukan ketelitian dan ketepatan dari sistem yang dirancang bertujuan untuk melihat karakteristik dari sistem yang dirancang. Ketepatan dari sistem merupakan tingkat kesesuaian atau dekatnya suatu hasil pengukuran terhadap harga sebenarnya. Nilai

ketepatan sistem didapatkan dengan cara membandingkan hasil dari alat ukur yang dibuat dengan hasil alat ukur standar. Ketelitian yaitu tingkat kesamaan data yang dilakukan secara berulang. Nilai ketelitian didapatkan dari pengukuran yang dilakukan dengan alat ukur yang dirancang secara berulang-ulang [10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan yang dibahas terkait kepada hasil pengujian yang dilakukan pada sistem. Pengujian yang dilakukan yaitu observasi terhadap keluaran sensor yang digunakan dan menentukan ketepatan dan ketelitian dari sistem. Observasi terhadap keluaran sensor yaitu menyelidiki fungsi transfer dan sensitivitas dari sensor. Keluaran dari sensor akan dikalibrasi dengan alat ukur standar, dari hasil kalibrasi tersebut akan didapatkan fungsi transfer dan sensitivitas sensor yang dipakai pada sistem. Tiap parameter uji diselidiki karakteristiknya. Sensor yang dipakai sesuai dengan parameter fisis yang akan dilakukan pemantauan, dimana parameter fisis tersebut adalah berupa suhu air, ketinggian air, kekeruhan air, dan pH air.



Gambar 4. Grafik hubungan temperatur air dan tegangan keluaran sensor.

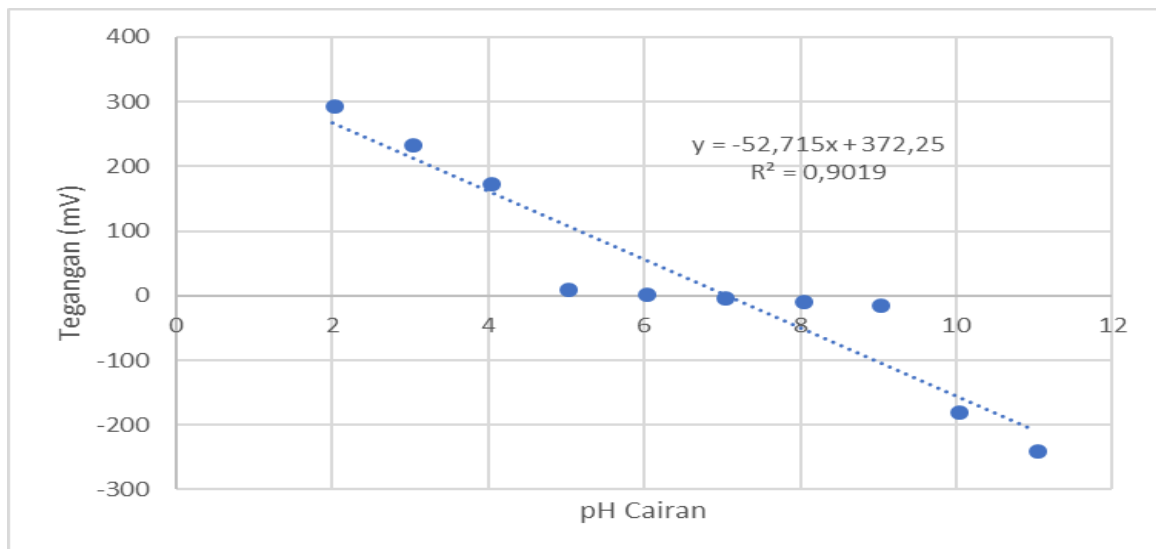
Suhu merupakan parameter fisis air yang berpengaruh terhadap kualitas air. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu air adalah sensor suhu tipe DS18B20. Pengujian sensor

suhu tipe DS18B20 sebagai pendeteksi suhu air dilakukan dengan membandingkan nilai temperatur yang terukur pada termometer terhadap tegangan yang dihasilkan oleh sensor

suhu tipe DS18B20. Dari sepuluh kali pengujian maka grafik hubungan antara temperatur air dengan tegangan yang dikeluarkan sensor suhu tipe DS18B20 seperti Gambar 4 yang menunjukkan hubungan antara temperatur air dengan tegangan keluaran sensor suhu tipe DS18B20, dari hubungan tersebut maka akan didapatkan fungsi transfer dari sensor. Fungsi transfer yang didapatkan menunjukkan bahwa sensitifitas sensor sebesar $-0,0255 \text{ V}^{\circ}\text{C}$ dan tegangan offset sebesar $4,2279 \text{ V}$. Sensitifitas sensor bernilai minus dikarenakan grafik yang menurun, grafik menurun ini disebabkan oleh temperatur berbanding terbalik dengan tegangan, semakin besar temperatur maka tegangan semakin kecil. Nilai regresi linier yang dihasilkan mendekati 1

yaitu sebesar 0,8931. Nilai regresi ini menunjukkan bahwa tingkat kelinieran sensor baik sehingga dapat digunakan sebagai alat ukur suhu air.

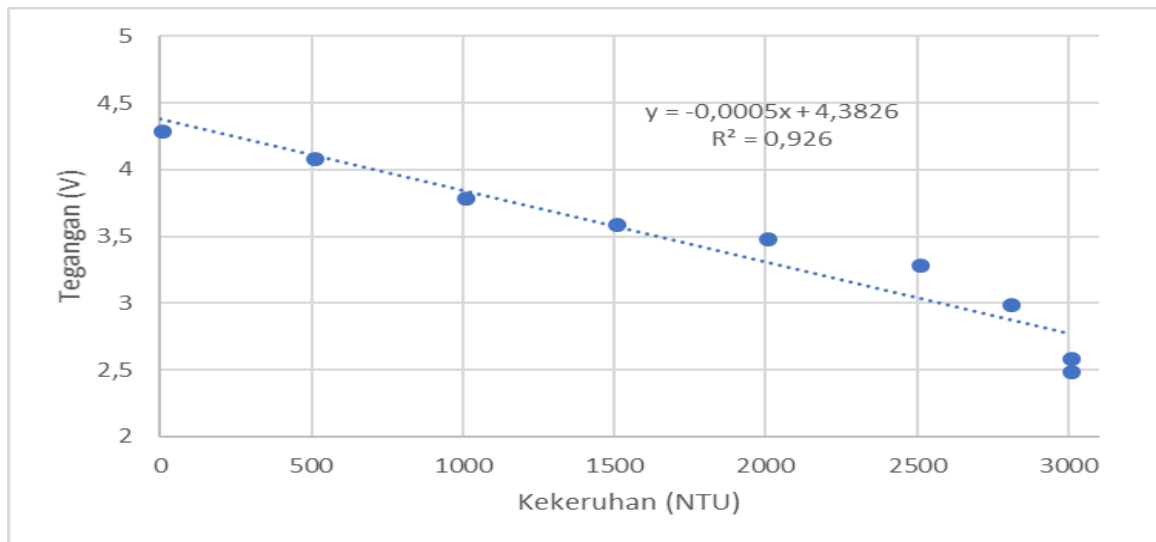
Salah satu parameter fisis air yang juga berpengaruh terhadap kualitas air adalah pH air. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi pH air adalah sensor pH tipe SEN0161. Pengujian sensor pH tipe SEN0161 sebagai pendeteksi pH air dilakukan dengan membandingkan nilai pH yang terukur pada pH meter terhadap tegangan yang dihasilkan oleh sensor pH tipe SEN0161. Dari sebelas kali pengujian maka Grafik hubungan antara pH cairan dengan tegangan yang dikeluarkan sensor suhu tipe DS18B20 seperti Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan pH cairan dan tegangan keluaran sensor.

Berdasarkan Gambar 5 fungsi transfer yang didapatkan menunjukkan bahwa sensitifitas sensor sebesar $-52,715 \text{ mV/pH}$ dan tegangan offset sebesar $372,25 \text{ mV}$. Sensitifitas sensor bernilai minus dikarenakan grafik yang menurun, grafik menurun ini disebabkan oleh pH berbanding terbalik dengan tegangan keluaran sensor, semakin besar pH maka tegangan semakin kecil. Nilai regresi linier yang dihasilkan mendekati 1 yaitu sebesar 0,9019. Nilai regresi ini menunjukkan bahwa tingkat kelinieran sensor baik sebagai alat ukur pH air.

Kekeruhan merupakan parameter fisis air yang juga berpengaruh terhadap kualitas air. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi kekeruhan air adalah sensor kekeruhan tipe SEN0189. Pengujian sensor kekeruhan tipe SEN0189 sebagai pendeteksi kekeruhan air dilakukan dengan membandingkan nilai kekeruhan yang terukur pada Turbidity Meter terhadap tegangan yang dihasilkan oleh sensor kekeruhan tipe SEN0189. Dari sepuluh kali pengujian maka grafik hubungan antara kekeruhan air dengan tegangan yang dikeluarkan sensor seperti Gambar 6.



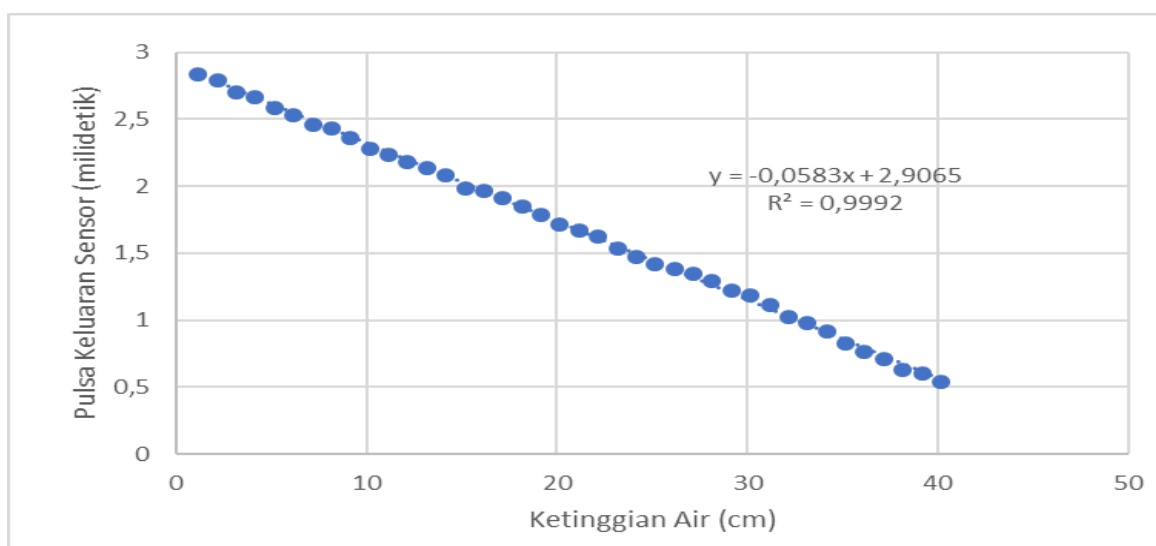
Gambar 6. Grafik Hubungan Kekeruhan Air dan Tegangan Keluaran Sensor

Berdasarkan Gambar 6 fungsi transfer yang didapatkan menunjukkan bahwa sensitifitas sensor sebesar $-0,0005$ V/NTU dan tegangan offset sebesar $4,3826$ V. Berdasarkan Nilai regresi linier yang dihasilkan mendekati 1 yaitu sebesar $0,926$. Nilai regresi ini menunjukkan bahwa tingkat kelinieran sensor sangat baik.

Ketinggian air merupakan parameter fisis air yang berpengaruh terhadap kuantitas air. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian air adalah sensor ultrasonic HCSR04 trigger. Pengujian sensor ultrasonic sebagai pendeteksi ketinggian air dilakukan dengan membandingkan nilai ketinggian air yang

terukur pada Meteran terhadap pulsa keluaran sensor. Pulsa keluaran sensor dapat diketahui dengan menggunakan osiloskop. Dari pengujian yang dilakukan maka Grafik hubungan antara ketinggian air dengan pulsa keluaran sensor seperti Gambar 7.

Berdasarkan Gambar 7 fungsi transfer yang didapatkan menunjukkan bahwa sensitifitas sensor sebesar $-0,0583$ milidetik/cm dan tegangan offset sebesar $2,9065$ milidetik. Berdasarkan nilai regresi linier yang dihasilkan mendekati 1 yaitu sebesar $0,9992$. Nilai regresi ini menunjukkan bahwa tingkat kelinieran sensor sangat baik.



Gambar 7. Hubungan antara Pulsa Keluaran Sensor dengan Ketinggian Air.

Penentuan ketepatan dan ketelitian dari sistem bertujuan untuk menentukan karakteristik dari sistem yang dibuat. Penentuan ketepatan dan ketelitian dari sistem dilakukan dengan pengukuran langsung terhadap parameter yang divariasikan, dan hasilnya membandingkan parameter yang terbaca pada

tampilan web dengan hasil alat ukur standar. Ketepatan dari sistem ditentukan dari persentase kesalahan antara nilai pada alat ukur standar dengan nilai yang terlihat pada tampilan sistem. Data ketepatan dari sistem pemantau parameter fisis air seperti Tabel 1.

Tabel 1. Ketepatan Sistem Pemantauan Parameter Fisis Air

pH		Kekeruhan		Ketinggian		Temperatur					
Sistem	Alat Ukur Standar	Ketepatan	Sistem	Alat Ukur Standar	Ketepatan	Sistem	Alat Ukur Standar	Ketepatan			
	pH	%	NTU		%	cm		$^{\circ}\text{C}$			
7	6,9	99,98	50	50,3	99,99	5	5,6	99,88			
7	7,1	99,98	100	121	99,79	10	11,2	99,88			
5,6	5,8	99,96	150	162	99,92	16	16,8	99,95			
4,3	4,6	99,93	200	213	99,93	20	20,7	99,65			
4	4,3	99,92	250	268	99,92	22	23,1	99,95			
Rata-rata		96,95	Rata-rata		99,91	Rata-rata		96,86	Rata-rata		99,98

Dari tabel 1 didapatkan data ketepatan dari sistem. Dari data yang ada maka didapatkan kesalahan rata-rata dari sistem adalah berkisar antara 0,02% sampai 3,14%. Persentase ketepatan rata-rata yang didapatkan adalah berkisar antara 96,86% sampai 99,9%. Dari hasil persentase rata-rata tersebut maka sistem ini memiliki nilai ketepatan yang sangat baik.

Ketelitian dari sistem pengukuran ditentukan dengan melakukan pengukuran secara berulang. Pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali pada setiap parameter fisisnya. Data yang didapatkan

dari penyelidikan ketelitian sistem seperti Tabel 2.

Dari tabel 2 didapatkan data ketelitian dari sistem. Dari data yang ada maka didapatkan ketelitian sistem adalah berkisar 0,94 sampai dengan 0,99. Dari hasil ketelitian yang didapat maka sistem ini memiliki nilai ketelitian yang sangat baik. Ketelitian pada pengukuran ini setiap pengukuran yang diuji hasilnya kurang dari satu. Hal ini disebabkan faktor dari lingkungan dimana suhu, tegangan, dan gerakan yang tidak stabil.

Tabel 2. Ketelitian Sistem Pemantauan Parameter Fisis Air

Parameter Fisis	Nilai Parameter Fisis	Pengukuran Berulang ke-										Rata-rata	Ketelitian
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	30	30	30	31	30	29	31	30	29	29	30	29,9	0,9967
Kekeruhan (NTU)	500	500	510	506	502	512	503	506	501	500	503	504,3	0,9914
pH	7	7	7	6	7	7	6	6	7	6	7	7,3	0,9571
Ketinggian Air (cm)	5	5,3	5,3	5,2	5,2	5,4	5,2	5,3	5,2	5,2	5,2	5,28	0,944

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil observasi terhadap keluaran sensor yang digunakan maka tingkat sensitifitas sensor yang digunakan untuk parameter pH, kekeruhan, temperatur, dan ketinggian air

masing-masing adalah 52,715 mV/pH, 0,0005 V/NTU, 0,0255 V/ $^{\circ}\text{C}$, dan 0,0583 milidetik/cm. Hasil pengujian ketepatan sistem maka didapatkan persentase ketepatan rata-rata adalah berkisar antara 96,86% sampai 99,9%. Hasil pengujian ketelitian sistem maka ketelitian

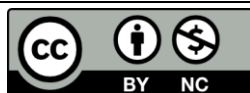
sistem berkisar antara 0,94 sampai dengan 0,99. Dari hasil pengujian ketepatan dan ketelitian maka sistem pemantauan parameter fisis air bekerja dengan baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Jambi yang memberikan dukungan dana sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

REFERENSI

1. Asmadi, K., & Kasjono, H. S. (2011). *Teknologi Pengolahan Air Minum. Yogyakarta: Gosen Publishing.*
2. Arvianti, D. & Muhammad, J. (2021). Interpretasi Kualitas Air Bawah Tanah Di Kelurahan Tangkerang Tengah Kecamatan Marpoyan Damai Menggunakan Metode Geolistrik Dan Geokimia. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **18**(2), 124–130.
3. Hutagalung, A. R. M. & Malik, U. (2021). Aplikasi Metode Geolistrik Dipole-Dipole Dan Geokimia Dalam Penentuan Rembesan Lindi Pada Lapisan Tanah Di Sekitar Tpa Muara Fajar Pekanbaru. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **18**(2), 156–166.
4. Kusnaedi. (2010). *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum.* Jakarta: Swadaya.
5. Silvia, R. & Malik, U. (2021). Sebaran Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Dipole-Dipole. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **18**(1), 18–21.
6. Hendrawati, D. T., Maulana, N., & Al Tahtawi, A. R. (2019). Sistem Pemantauan Kualitas Air Sungai di Kawasan Industri Berbasis WSN dan IoT. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, **4**(2), 283–292.
7. Hardyanto, R. H. (2017). Konsep Internet Of Things Pada Pembelajaran Berbasis Web. *Jurnal Dinamika Informatika*, **6**(1), 87–97.
8. Soerbakti, Y., Syahputra, R. F., Saktioto, S., & Gamal, M. D. H. (2020). Investigasi Kinerja Antena Berdasarkan Dispersi Anomali Metamaterial Struktur Heksagonal Split Ring Resonator. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **17**(2), 74–79.
9. Rakhman, E., Candrasyah, F., & Sutera, F. D. (2014). Raspberry Pi-Mikrokontroler Mungil yang Serba Bisa. *Yogyakarta: CV Andi Offset.*
10. Kirkup, L. (1996). *Experimental methods: an introduction to the analysis and presentation of data* (p. 216).
- 11.



Artikel ini menggunakan lisensi
[Creative Commons Attribution
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)