

PERANCANGAN SISTEM INSTRUMENTASI PADA SISTEM MONITORING KUALITAS AIR BERBASIS HYBRID CONTROL DENGAN PANEL SURYA

Fikri Ika Purnianto¹, Ulinnuha Latifa, S.T., M.T², Dian Budhi Santoso, S.T., M.Eng.³

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Jawa Barat.

Informasi Artikel

Naskah Diterima : 22 September 2020

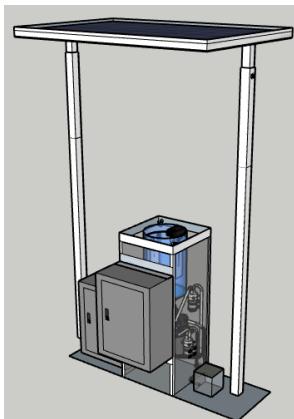
Direvisi : 21 Desember 2020

Disetujui : 21 Desember 2020

*Korespodensi Penulis :

fikri.ika16060@student.unsika.ac.id

Graphical abstract



Abstract

Clean water is a very crucial need in human life. The amount of environmental pollution that occurs also impacts on the pollution of water sources. It's hard to know that the water we are going to use is safe or not. This research was conducted to design a water quality monitoring system that has a good instrumentation system. There are 4 sensor used in this research, E201-BNC as a pH sensor, LM35 waterproof as a temperature sensor, turbidity sensor and TDS sensor. The final result of this research is knowing the characteristics of the sensors used. The pH sensor in this tool has the characteristics of an accuracy value of 78%, a sensitivity of 0.3148, repeatability of 92.92% and has non-linear for linearity properties. Furthermore the turbidity sensor in this tool has the characteristics of an accuracy value of 99.80%, a sensitivity of 0.0414, a repeatability capability of 97% and has non-linear for linearity properties. Furthermore, there is also a TDS sensor on this tool which has the characteristics of an accuracy value of 70.16%, a sensitivity of 0.0047, a repeatability capability of 68.88% and has linear for linearity properties. Finally, the temperature sensor in this tool has the characteristics of an accuracy value of 99%, a sensitivity of 0.01, repeatability of 42.86% and has linear for linearity properties.

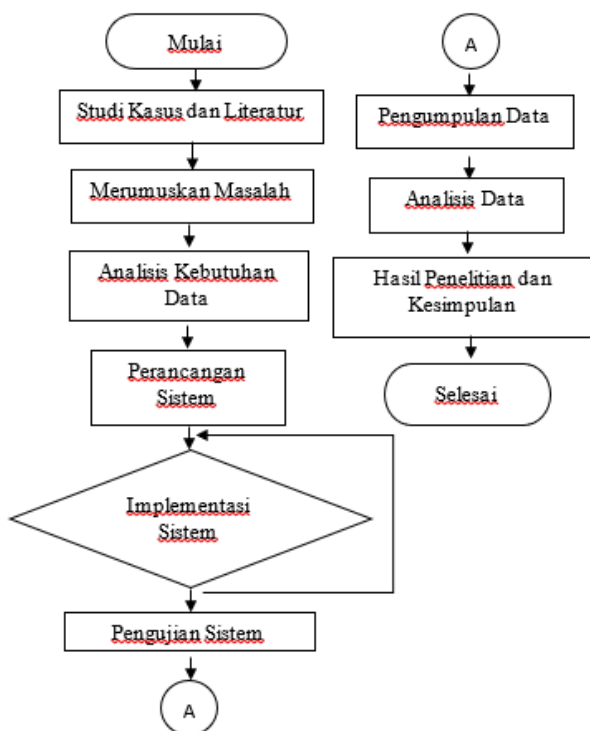
Keywords: Clean Water, Water Quality Monitoring, Instrumentation System

Abstrak

Air bersih adalah suatu kebutuhan yang sangat krusial dalam kehidupan manusia. Banyaknya pencemaran lingkungan yang terjadi juga berimbas pada tercemarnya sumber-sumber air. Sulit untuk mengetahui bahwa air yang akan kita gunakan merupakan air yang aman atau tidak. Penelitian ini dilakukan untuk merancang sebuah sistem monitoring kualitas air yang memiliki sistem instrumentasi yang baik. Ada 4 sensor yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sensor pH E201-BNC, sensor suhu LM35 waterproof, sensor kekeruhan, dan sensor TDS. Hasil akhir dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik dari sensor-sensor yang digunakan. Sensor pH pada alat ini mempunyai karakteristik nilai akurasi sebesar 78 %, sensitivitas sebesar 0,3148, kemampuan repeatability sebesar 92,92% dan memiliki sifat linearitas yang non-linear. Selanjutnya sensor turbidity pada alat ini mempunyai karakteristik nilai akurasi sebesar 99,80 %, sensitivitas sebesar 0,0414, kemampuan repeatability sebesar 97 % dan memiliki sifat linearitas yang nonlinear. Selanjutnya juga ada sensor TDS pada alat ini mempunyai karakteristik nilai akurasi sebesar 70,16 %, sensitivitas sebesar 0,0047, kemampuan repeatability sebesar 68,88 % dan memiliki sifat linearitas yang linear. Terakhir sensor suhu pada alat ini mempunyai karakteristik nilai akurasi sebesar 99 %, sensitivitas sebesar 0,01, kemampuan repeatability sebesar 42,86 % dan memiliki sifat linearitas yang linear.

Kata Kunci: Air Bersih, Monitoring Kualitas Air, Sistem Instrumentasi

© 2020 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved



1. PENDAHULUAN

Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Hybrid Control dengan Panel Surya (MONIKA HARYA) adalah system yang diciptakan untuk memonitoring kualitas air dengan beberapa parameter yang menggunakan dua jenis microcontroler dan memiliki sumber daya berasal dari panel surya. Parameter-parameter yang dimonitoring oleh system ini adalah tingkat kekeruhan, nilai pH, suhu dan konduktivitas air. Data-data yang telah didapatkan akan dikirimkan melalui jaringan internet, lalu disimpan pada sebuah database yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun. MONIKA HARYA dilengkapi oleh sistem instrumentasi yang terdiri dari sensor pH, sensor suhu, sensor kekeruhan dan sensor TDS.

Penelitian tentang kualitas air sudah dilaksanakan mulai pada tahun 1992, seperti pada penelitian yang dilakukan Behmel, Damour, Ludwig, dan Rodriguez menggunakan konsep yang disebut Integrated Watershed Management (IWM). Lalu, penelitian dilanjutkan tahun 1996 dengan sistem lanjutan bernama Water Quality Monitoring Program (WQMP). Rencana optimasi WQMP ini berkaitan dengan:

- a) Data identifikasi dari objek yang dimonitoring
- b) Pemilihan sample dari sungai dan danau
- c) Penentuan parameter kualitas air
- d) Penentuan frekuensi dilakukan sampling dan pengulangannya
- e) Perkiraan sumber daya manusia, Teknik dan biaya yang dibutuhkan
- f) Persiapan alat-alat laboratorium atau pelengkap
- g) Proses identifikasi informasi
- h) Penentuan dan pengondisian data bila akan digunakan

Penelitian dengan konsep WQMP ini dijalankan sebagai kelanjutan IWM yang merupakan penelitian sebelumnya (Behmel, 2016).

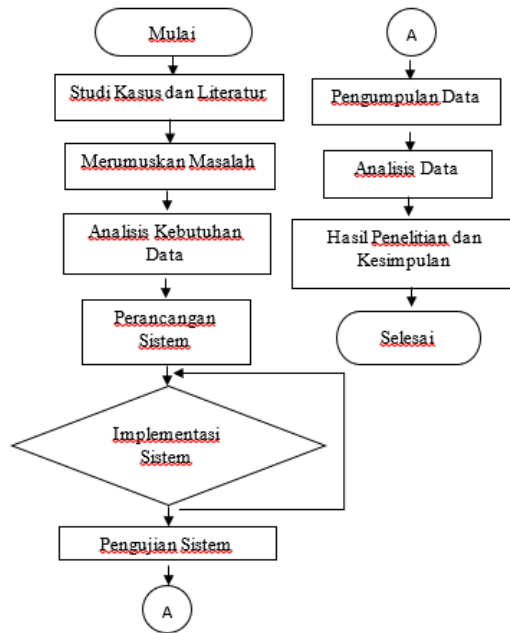
Kemudian, pada tahun 2011 Muhammad Rizqi Zulkarnain melakukan penelitian tentang monitoring kualitas air menggunakan teknologi data logger dan komunikasi wireless dengan sms sebagai medianya (Zulkarnain, 2011). Perkembangan teknologi tentang sistem monitoring kualitas air dilanjutkan oleh Ahmad Sabiq dan Prabowo Nugroho Budisejati dengan mengembangkan sistem pemantauan kadar pH, suhu dan warna pada air juga menggunakan teknologi wireless dengan web sebagai *database* (Sabiq, 2017).

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing sensor yang digunakan pada sistem instrumentasi yang digunakan oleh MONIKA HARYA. Berdasarkan hasil pengumpulan informasi dari setiap literasi, diketahui bahwa sensor memiliki beberapa karakteristik. Namun, pada penelitian kali ini, karakteristik yang diteliti adalah akurasi, sensitivitas, *repeatability*, dan sifat linearitasnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

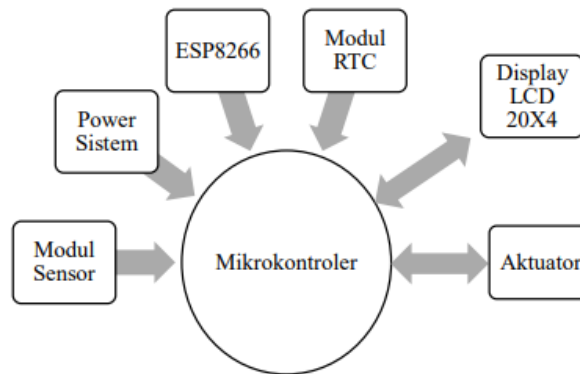
Fokus utama pada penelitian ini adalah mendapatkan setiap karakteristik yang dibutuhkan dari setiap sensor yang digunakan. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor E201-BNC yang merupakan sensor pH, sensor LM35 *waterproof* sebagai sensor suhu, sensor kekeruhan dan sensor TDS. Untuk mendapatkan karakteristik masing-masing sensor, dilakukan pengujian guna mendapatkan data yang dapat diolah. Pengujian dilakukan dengan cara menggunakan setiap sensor untuk mendeteksi 10 jenis air yang variatif, kemudian setelah keseluruhan data didapatkan dari masing-masing sensor, data tersebut diolah dengan masing-masing cara untuk mendapatkan masing-masing karakteristik yang ingin diketahui seperti pada [10]. Alur penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



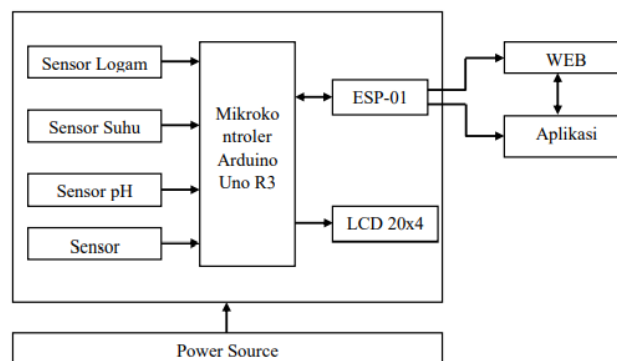
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Perancangan Sistem

MONIKA HARYA adalah sistem monitoring kualitas air berbasis hybrid control dengan panel surya. Tiap komponen yang menjadi penyusun sistem ini sudah saling terintegrasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Pada penelitian ini terfokus pada salah satu sistem yaitu sistem instrumentasi. Sistem Instrumentasi juga tersusun dari beberapa komponen, seperti pada Gambar 3 komponen utama dari sistem instrumentasi adalah sensor ph, sensor suhu, sensor turbidty, dan sensor TDS.



Gambar 2. Blok diagram sistem



Gambar 3. Blok diagram sistem instrumentasi

Sensor pH, sensor suhu, sensor kekeruhan dan sensor TDS merupakan komponen utama dari sistem instrumentasi. Namun, terlihat pada Gambar 3, sistem instrumentasi pada MONIKA HARYA dilengkapi oleh beberapa komponen pendukung seperti LCD 20 x 4 sebagai komponen yang dapat menampilkan hasil deteksi dan ESP-01 yang berfungsi sebagai komponen komunikasi dengan jaringan internet sehingga data hasil deteksi dapat disimpan dalam web. Juga daya yang digunakan oleh sistem ini disuplai langsung oleh panel surya sebagai *power source*.



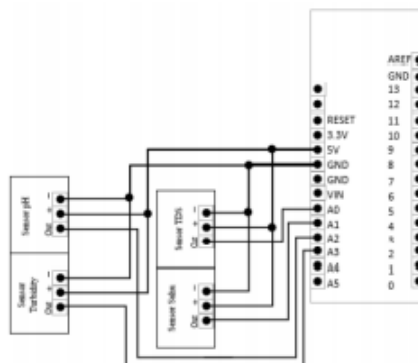
Gambar 4. Desain MONIKA HARYA dengan Sketchup 2019



Gambar 5. Hasil implementasi MONIKA HARYA

2.3 Wiring Sistem Instrumentasi

Perancangan hardware berkaitan dengan pengkabelan atau wiring pada tiap perangkat instrumentasi yang digunakan, seperti ditunjukkan pada Gambar 6 berikut:



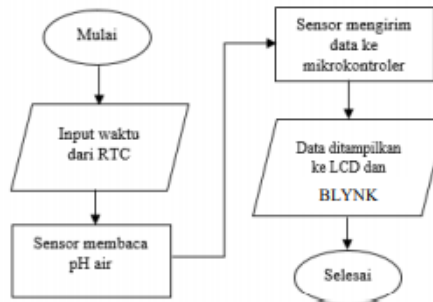
Gambar 6. Wiring sistem instrumentasi

Mikrokontroler yang digunakan sistem ini adalah Arduino UNO. Masing-masing pin yang digunakan untuk perangkat sistem instrumentasi dapat dilihat pada Tabel 1 yang menunjukkan pin yang digunakan beserta fungsinya.

Tabel 1. Konfigurasi pin sistem instrumentasi

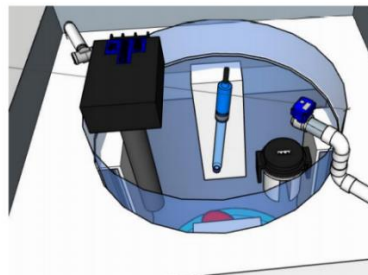
Arduino Uno	Modul	Port Modul
PIN A2	Sensor pH	OUTPUT
5V		+5V
GND		GND
PIN A3	Sensor Turbidity	OUTPUT
5V		+5V
GND		GND
PIN A0	Sensor TDS	OUTPUT
5V		+5V
GND		GND
PIN A1	Sensor Suhu	OUTPUT
5V		+5V
GND		GND

2.4 Modul Sensor pH



Gambar 7. Flowchart modul sensor pH

Modul sensor pH digunakan untuk mengonversi hasil deteksi pH dari sensor tersebut ke dalam bentuk tegangan. Data tegangan tersebut akan dikirimkan ke Arduino UNO lalu diproses agar hasil ukur tersebut bisa ditampilkan melalui LCD yang terpasang. Algoritma kinerja dari sensor pH pada system ini ditunjukkan pada Gambar 7. Kinerja sensor pH dikendalikan oleh Outseal PLC yang telah menentukan waktu kerja dari keseluruhan sistem dengan memanfaatkan fungsi RTC yang menghidupkan Arduino UNO pada waktu yang telah ditentukan, lalu Arduino UNO akan memberikan daya pada sensor pH, lalu akan melakukan pendeteksian nilai pH dari air. Sensor pH menghasilkan tegangan berupa data analog yang akan dikirim lagi ke Arduino selaku mikrokontroler dan data tersebut dikonversi menjadi data yang dapat ditampilkan pada LCD dan database yang dapat dilihat melalui smartphone. Desain dari modul sensor pH ini dirancang melalui aplikasi Sketchup 2019, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Kemudian, desain yang telah dirancang, diimplementasikan menjadi seperti pada Gambar 9.

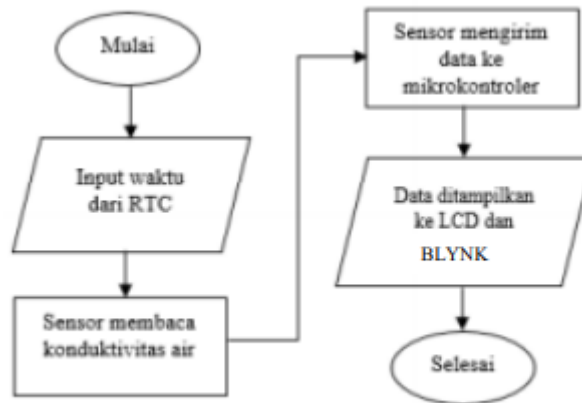


Gambar 8. Tata letak sensor pH



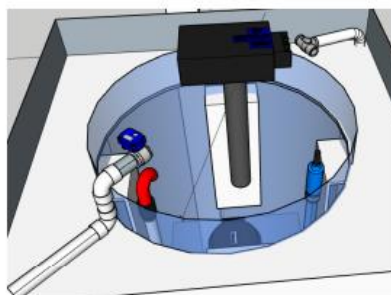
Gambar 9. Implementasi tata letak sensor pH

2.5 Modul Sensor TDS



Gambar 10. Flowchart modul sensor TDS

Modul sensor TDS (Total Dissolved Solid) digunakan untuk mengonversi hasil deteksi dari level TDS pada air ke dalam bentuk tegangan, lalu data tersebut dikirimkan ke Arduino UNO untuk diproses dan hasil prosesnya tersebut ditampilkan pada LCD. Pada modul sensor TDS ini mengatur kinerja dari sensor TDS. Gambar 10 menunjukkan kinerja dari sensor TDS diatur oleh Arduino UNO yang sudah terintegrasi dengan fungsi RTC pada Outseal PLC. Lalu, sensor TDS akan memberikan suatu sinyal listrik berupa data tingkat TDS air pada Arduino UNO yang akan diolah menjadi suatu data digital. Data yang sudah diolah menjadi data digital akan bisa dikirimkan ke database untuk direkam dan disimpan, juga ditampilkan pada layer LCD BLYNK 32 yang sudah terpasang. Desain dari modul sensor pH ini dirancang melalui aplikasi Sketchup 2019, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. Kemudian, desain yang telah dirancang, diimplementasikan menjadi seperti pada Gambar 12.

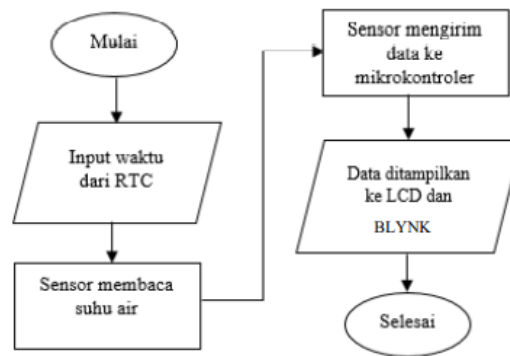


Gambar 11. Tata Letak Sensor TDS



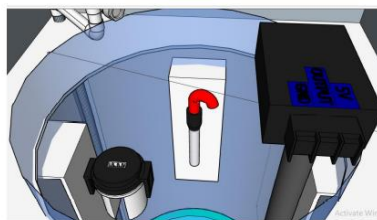
Gambar 12. Implementasi tata letak sensor TDS

2.6 Modul Sensor Suhu



Gambar 13. Flowchart modul sensor suhu

Pada Gambar 13 menjelaskan modul sensor suhu mengatur kinerja sensor suhu yang sudah terhubung dengan Arduino UNO untuk mendapatkan suatu data hasil pendeteksian suhu dari air. Kinerja sensor suhu dikendalikan oleh Arduino UNO yang telah terintegrasi dengan Outseal PLC. Dengan memanfaatkan fungsi RTC pada Outseal PLC, maka sistem akan aktif sesuai dengan waktu yang ditentukan. Outseal PLC akan mengaktifkan sistem, termasuk Arduino UNO yang juga akan mengaktifkan sensor suhu untuk mulai mendeteksi suhu pada air. Hasil deteksi tersebut dikirimkan ke Arduino UNO dengan berupa data sinyal listrik yang akan diolah menjadi sinyal digital sehingga bisa ditampilkan melalui LCD dan dikirimkan ke database untuk direkam dan disimpan. Desain dari modul sensor pH ini dirancang melalui aplikasi Sketchup 2019, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14. Kemudian, desain yang telah dirancang, diimplementasikan menjadi seperti pada Gambar 15.

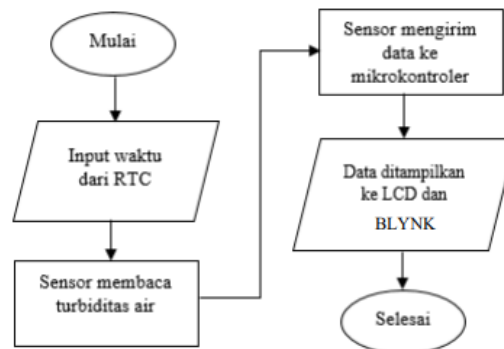


Gambar 14. Tata letak sensor suhu



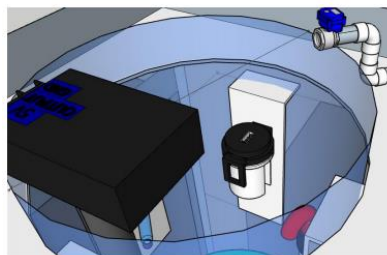
Gambar 15. Implementasi tata letak sensor suhu

2.7 Modul Sensor Turbidity



Gambar 16. Flowchart modul sensor turbidity

Pada Gambar 16 modul sensor turbiditas ini mengatur kinerja dari sensor turbidity yang telah terhubung dengan Arduino UNO sebagai mikrokontroler yang mengatur serta mengolah data berupa sinyal listrik menjadi data sinyal digital. Arduino UNO telah terintegrasi dengan Outseal PLC yang menjadi sistem control utama. Dengan memanfaatkan fungsi RTC pada Outseal PLC, maka sistem akan bekerja sesuai dengan waktu yang ditentukan. Pada saat sistem aktif, maka Arduino UNO juga akan mengaktifkan sensor turbidity untuk melakukan pendeteksian nilai kekeruhan pada air. Hasil deteksi tersebut akan dikirimkan ke Arduino berupa sinyal listrik, lalu akan diolah dan dikonversi menjadi suatu data sinyal digital sehingga bisa ditampilkan melalui LCD dan data tersebut dikirim ke database untuk direkam dan disimpan. Desain dari modul sensor pH ini dirancang melalui aplikasi Sketchup 2019, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Tata letak sensor turbidity



Gambar 18. Implementasi tata letak sensor turbidity

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Sensor Ph

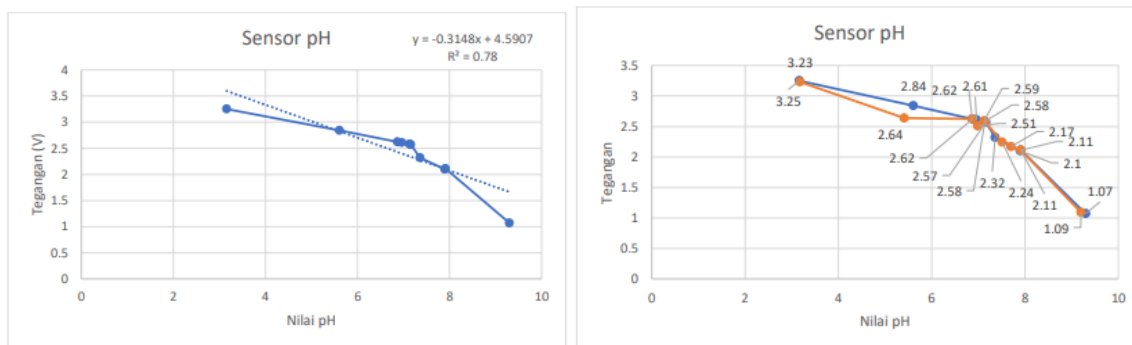
Table 2 Hasil pengujian sensor pH (1)

Jenis Sampel	Sampel	Alat Ukur	Sensor pH	Tegangan (V)	Persentase kesalahan (%)
Larutan Jeruk Kemasan	1	3,6	3,16	3,25	12,22 %
Larutan Kopi Serbuk Panas	2	5,3	5,61	2,84	5,84 %
Air Tanah Adiarsa	3	7,3	6,87	2,62	5,89 %
Air Sabun (250ml;5 tetes)	4	6,7	6,96	2,61	3,88 %
Air Isi Ulang Adiarsa	5	7,4	7,13	2,58	3,78 %
Air Tanah Lamarinan	6	7,5	7,16	2,57	4,53 %
Air Beras	7	7,6	7,36	2,32	3,15 %
Larutan Deodorant (250ml;9gr)	8	8,1	7,9	2,1	2,46 %
Air Sungai Citarum	9	8,1	7,91	2,11	2,34 %
Larutan Detergen (250ml;5 sendok teh)	10	9,8	9,3	1,07	5,10 %

Table 3. Hasil pengujian sensor pH (2)

Jenis Sample	Sampel	Alat Ukur	Sensor pH	Tegangan (V)	Persentase Kesalahan (%)
Larutan Jeruk Kemasan	1	3,6	3,18	3,23	11,67 %
Larutan Kopi Serbuk Panas	2	5,3	5,41	2,64	2,07 %
Air Tanah Adiarsa	3	7,3	6,87	2,62	5,89 %
Air Sabun (250ml;5 tetes)	4	6,7	6,99	2,51	4,32 %
Air Isi Ulang Adiarsa	5	7,4	7,12	2,59	11 %
Air Tanah Lamarinan	6	7,5	7,14	2,58	4,8 %
Air Beras	7	7,6	7,51	2,24	1,18 %
Larutan Deodorant (250ml;9gr)	8	8,1	7,7	2,17	4,9 %
Air Sungai Citarum	9	8,1	7,91	2,11	2,34 %
Larutan Detergen (250ml;5 sendok teh)	10	9,8	9,2	1,09	6,12 %

Pengujian pada sensor pH dilakukan pada setiap variabel dengan masing-masing diuji dalam waktu 420 detik, karena membutuhkan waktu untuk menstabilkan sensor untuk proses sensing. Kemudian, pengujian dilakukan sebanyak 2 kali pada masing-masing variabel, ini dilakukan untuk mendapatkan data guna mendapatkan karakteristik sensor.



Gambar 19. Grafik data hasil pengujian sensor ph

Dari hasil pengujian yang dilakukan, maka didapatkan karakteristik dari sensor ph yang digunakan. Dari Gambar 19, dapat diketahui sensitivitas yang dimiliki sensor ini adalah 0,3148 V/nilai pH. Kemudian berdasarkan $R^2 = 0,78$ dapat diketahui juga bersifat non-linear dan nilai akurasi adalah 78%

Karakteristik berikutnya yang dapat diketahui adalah kemampuan repeatability dari sensor. Data untuk karakteristik ini diambil berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 agar terlihat penyimpangan tegangan keluaran yang terjadi. Terlihat pada Gambar 19, bahwa ada penyimpangan yang terjadi pada pengujian pertama dan kedua. Kemudian dengan menggunakan suatu persamaan didapatkan nilai kemampuan repeatabilitynya sebesar 92,924 %.

$$\delta r = \frac{2,84 - 2.61}{3,25} \times 100 \% \qquad \delta r = 0,70769 \times 100 \%$$

$$\delta r = \frac{0,23}{3,25} \times 100 \% \qquad \delta r = 7,076 \%$$

$$\text{Repeatability} = 100 \% - 7,076 \% = 92,924 \%$$

3.2 Hasil Pengujian Sensor TDS

Table 4. Hasil pengujian sensor TDS (1)

Jenis Sampel	Sampel	Alat Ukur	Sensor TDS (mg/L)	Tegangan (V)	Persentase Kesalahan (%)
Air Isi Ulang Adiarsa	1	290	299,53	0,26	3,28 %
Air Beras	3	311	329,64	0,94	4,64 %
Larutan Jeruk Kemasan	2	337	356,06	1,08	5,65 %
Air Tanah Adiarsa	4	240	365,48	1,19	7,49 %
Larutan Deodorant (250ml;9gr)	5	302	376,76	1,37	24,75 %
Air Tanah Lamaran	6	311	378,12	1,39	21,58 %
Air Sabun (250ml;5 tetes)	7	337	383,93	1,47	13,92 %
Air Sungai Citarum	8	373	399,27	1,54	7,042 %
Larutan Kopi Serbuk Panas	9	441	407,85	1,81	7,51 %
Larutan Detergen (250ml;5 sendok teh)	10	599	647,8	2,25	6,16 %

Table 5 Hasil pengujian sensor TDS (2)

Jenis Sensor	Sampel	Alat Ukur	Sensor TDS (mg/L)	Tegangan (V)	Persentase Kesalahan (%)
Air Isi Ulang Adiarsa	1	290	299,51	0,25	3,28
Air Beras	3	311	330,13	1,01	4,83
Larutan Jeruk Kemasan	2	337	351,81	1,06	4,39
Air Tanah Adiarsa	4	240	362,78	1,12	6,7
Larutan Deodorant (250ml;9gr)	5	302	381,98	1,42	26,48
Air Tanah Lamaran	6	311	383,87	1,45	23,43
Air Sabun (250ml;5 tetes)	7	337	385,76	1,5	14,46
Air Sungai Citarum	8	373	399,25	1,53	7,03
Larutan Kopi Serbuk Panas	9	441	406,12	1,79	7,9
Larutan Detergen (250ml;5 sendok teh)	10	599	647,1	2,24	8,03

Pengujian pada sensor TDS dilakukan pada setiap variabel dengan masing-masing diuji dalam waktu 420 detik, karena membutuhkan waktu untuk menstabilkan sensor untuk proses sensing. Kemudian, pengujian dilakukan sebanyak 2 kali pada masing-masing variabel, ini dilakukan untuk mendapatkan data guna mendapatkan karakteristik sensor.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, maka didapatkan karakteristik dari sensor TDS yang digunakan. Dari Gambar 20, dapat diketahui sensitivitas yang dimiliki sensor ini adalah 0,0047 V/mg/L. Kemudian berdasarkan $R^2 = 0,7016$ dapat diketahui juga bersifat linear dan nilai akurasi adalah 70,16%

Karakteristik berikutnya yang dapat diketahui adalah kemampuan repeatability dari sensor. Data untuk karakteristik ini diambil berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5 agar terlihat penyimpangan tegangan keluaran yang terjadi. Terlihat pada Gambar 20, bahwa ada penyimpangan yang terjadi pada pengujian pertama dan kedua. Kemudian dengan menggunakan suatu persamaan didapatkan nilai kemampuan repeatabilitynya sebesar 68,88 %.

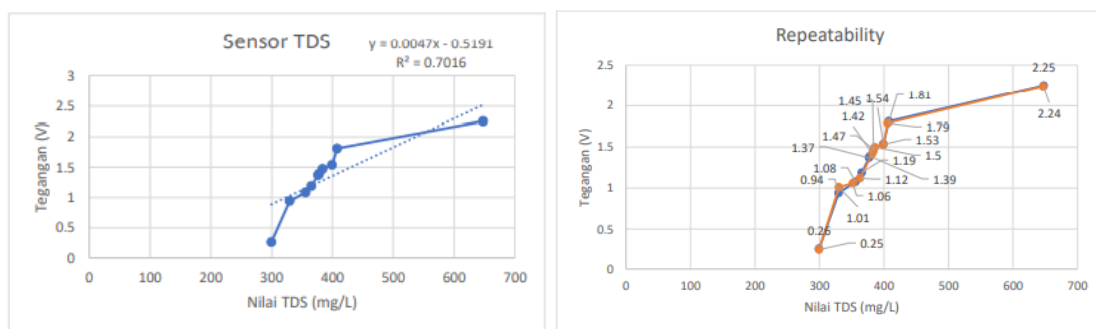
$$\delta r = \frac{1,19 - 1,12}{2,25} \times 100 \%$$

$$\delta r = \frac{0,7}{2,25} \times 100\%$$

$$\delta r = 0,3112 \times 100 \%$$

$$\delta r = 31,12 \%$$

$$\text{Repeatability} = 100 \% - 31,12 \% = 68,88 \%$$



Gambar 20. Grafik data hasil pengujian sensor ph

3.3 Hasil Pengujian Sensor Suhu

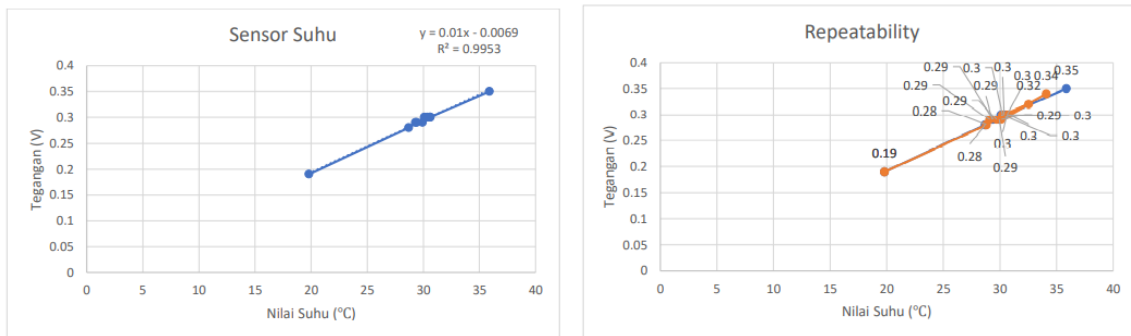
Table 6. Hasil pengujian sensor suhu (1)

Jenis Sampel	Sampel	Alat Ukur	Sensor Suhu	Tegangan	Persentase Kesalahan
Larutan Jeruk Kemasan	1	19,1	19,81	0,19	3,71 %
Air Beras	2	29,2	28,7	0,28	1,7 %
Air Sabun (250ml;5 tetes)	3	29,7	29,31	0,29	1,3 %
Larutan Detergen (250ml;5 sendok teh)	4	30,3	29,4	0,29	2,97 %
Air Tanah Lakaran	5	30,7	29,94	0,29	2,4 %
Air Sungai Citarum	6	29,2	30,1	0,3	3,08 %
Larutan Deodorant (250ml;9gr)	7	31	30,37	0,3	2,03 %
Air Tanah Adiarsa	8	29,9	30,62	0,3	2,4 %
Air Isi Ulang Adiarsa	9	31,8	30,62	0,3	3,71 %
Larutan Kopi Serbuk Panas	10	38,4	35,88	0,35	6,56 %

Table 7. Hasil pengujian sensor suhu (2)

Jenis Sampel	Sampel	Alat Ukur	Sensor Suhu	Tegangan	Persentase Kesalahan
Larutan Jeruk Kemasan	1	19,1	19,81	0,19	3,71 %
Air Beras	2	29,2	28,8	0,28	1,03 %
Air Sabun (250ml;5 tetes)	3	29,7	29,1	0,29	2,02 %
Larutan Detergen (250ml;5 sendok teh)	4	30,3	29,7	0,29	1,9 %
Air Tanah Lakaran	5	30,7	30,12	0,29	1,88 %
Air Sungai Citarum	6	29,2	32,54	0,32	11,43 %
Larutan Deodorant (250ml;9gr)	7	31	30,23	0,3	2,48 %
Air Tanah Adiarsa	8	29,9	30,65	0,3	2,5 %
Air Isi Ulang Adiarsa	9	31,8	30,76	0,3	3,27 %
Larutan Kopi Serbuk Panas	10	38,4	34,1	0,34	11,19 %

Pengujian pada sensor suhu dilakukan pada setiap variabel dengan masing-masing diuji dalam waktu 420 detik, karena membutuhkan waktu untuk menstabilkan sensor untuk proses sensing. Kemudian, pengujian dilakukan sebanyak 2 kali pada masing-masing variabel, ini dilakukan untuk mendapatkan data guna mendapatkan karakteristik sensor.



Gambar 21. Grafik data hasil pengujian sensor suhu

Dari hasil pengujian yang dilakukan, maka didapatkan karakteristik dari sensor TDS yang digunakan. Dari Gambar 21, dapat diketahui sensitivitas yang dimiliki sensor ini adalah 0,01 V/°C. Kemudian berdasarkan $R^2 = 0,99$ dapat diketahui juga bersifat non-linear dan nilai akurasinya adalah 99 %.

Karakteristik berikutnya yang dapat diketahui adalah kemampuan repeatability dari sensor. Data untuk karakteristik ini diambil berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7 agar terlihat penyimpangan tegangan keluaran yang terjadi. Terlihat pada Gambar 21, bahwa ada penyimpangan yang terjadi pada pengujian pertama dan kedua. Kemudian dengan menggunakan suatu persamaan didapatkan nilai kemampuan repeatabilitynya sebesar 42,86 %.

$$\delta r = \frac{0,32 - 0,3}{0,35} \times 100 \%$$

$$\delta r = \frac{0,2}{0,35} \times 100\%$$

$$\delta r = 0,5714 \times 100 \%$$

$$\delta r = 57,14 \%$$

$$Repeatability = 100 \% - 57,14 \% = 42,86 \%$$

3.4 Hasil Pengujian Sensor Turbidity

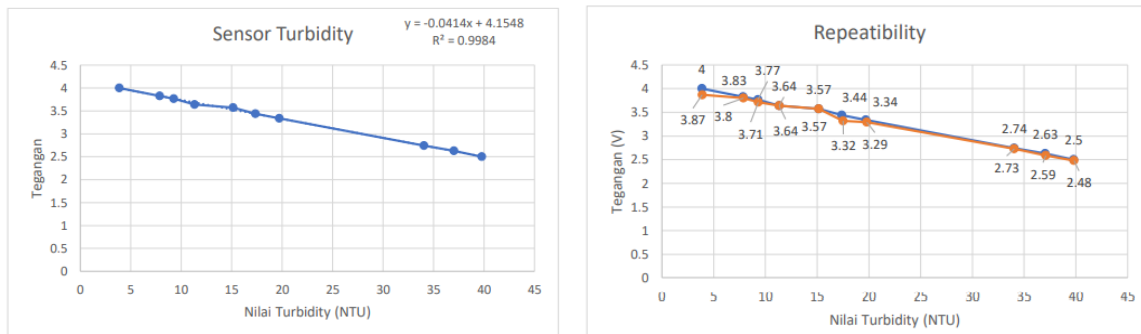
Tabel 8. Hasil pengujian sensor turbidity (1)

Jenis Sample	Sampel	Alat Ukur	Sensor Turbidity (NTU)	Tegangan (V)	Persentase Kesalahan (%)
Air Isi Ulang Adiarsa	1	4,8	3,87	4	20 %
Air Tanah Lamaran	2	10,2	7,86	3,83	23,4 %
Air Tanah Adiarsa	3	12,2	9,27	3,77	24,6 %
Air Sungai Citarum	4	15,5	11,32	3,64	27,2 %
Air Beras	5	21,2	15,14	3,57	28,6 %
Larutan Deodorant (250ml;9gr)	6	25,2	17,37	3,44	31,2 %
Larutan Jeruk Kemasan	7	29,5	19,72	3,34	33,2 %
Air Sabun (250ml;5 tetes)	8	62,1	34,04	2,74	45,2 %
Larutan Detergen (250ml;5 sendok teh)	9	70,3	37,03	2,63	47,4 %
Larutan Kopi Serbuk Panas	10	79,5	39,79	2,5	50 %

Tabel 9. Hasil pengujian sensor turbidity (2)

Jenis Sample	Sampel	Alat Ukur	Sensor Turbidity (NTU)	Tegangan (V)	Persentase Kesalahan (%)
Air Isi Ulang Adiarsa	1	4,8	3,89	3,87	22,6
Air Tanah Lamaran	2	10,2	7,89	3,8	24
Air Tanah Adiarsa	3	12,2	9,31	3,71	25,8
Air Sungai Citarum	4	15,5	11,32	3,64	27,2
Air Beras	5	21,2	15,14	3,57	28,6
Larutan Deodorant (250ml;9gr)	6	25,2	17,51	3,32	33,6
Larutan Jeruk Kemasan	7	29,5	19,8	3,29	34,2
Air Sabun (250ml;5 tetes)	8	62,1	34,05	2,73	45,4
Larutan Detergen (250ml;5 sendok teh)	9	70,3	37,1	2,59	48,2
Larutan Kopi Serbuk Panas	10	79,5	39,82	2,48	50,4

Pengujian pada sensor suhu dilakukan pada setiap variabel dengan masing-masing diuji dalam waktu 420 detik, karena membutuhkan waktu untuk menstabilkan sensor untuk proses sensing. Kemudian, pengujian dilakukan sebanyak 2 kali pada masing-masing variabel, ini dilakukan untuk mendapatkan data guna mendapatkan karakteristik sensor.



Gambar 22. Grafik hasil pengujian sensor turbidity

Dari hasil pengujian yang dilakukan, maka didapatkan karakteristik dari sensor TDS yang digunakan. Dari Gambar 21, dapat diketahui sensitivitas yang dimiliki sensor ini adalah 0,0414 V/NTU. Kemudian berdasarkan $R^2 = 0,9984$ dapat diketahui juga bersifat non-linear dan nilai akurasi adalah 99,8 %.

Karakteristik berikutnya yang dapat diketahui adalah kemampuan repeatability dari sensor. Data untuk karakteristik ini diambil berdasarkan Tabel 8 dan Tabel 9 agar terlihat penyimpangan tegangan keluaran yang terjadi. Terlihat pada Gambar 22, bahwa ada penyimpangan yang terjadi pada

pengujian pertama dan kedua. Kemudian dengan menggunakan suatu persamaan didapatkan nilai kemampuan repeatabilitynya sebesar 42,86 %.

$$\delta r = \frac{3,44 - 3,32}{4} \times 100 \% \quad \delta r = 3 \%$$

$$\delta r = \frac{0,12}{4} \times 100\% \quad \text{Repeatability} = 100 \% - 3 \% = 97 \%$$

$$\delta r = 0,03 \times 100 \%$$

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Hasil pengujian dari setiap sensor yang digunakan pada MONIKA HARYA menghasilkan beberapa kesimpulan, yaitu:

- a) Sistem instrumentasi adalah bagian penting dalam suatu sistem monitoring, jika digunakan lebih banyak parameter, maka data yang dihasilkan akan lebih bernilai dalam memonitoring kualitas suatu objek penelitian yang dalam penelitian kali ini adalah kualitas air. Sistem instrumentasi yang digunakan pada alat ini berfungsi dengan baik sesuai dengan ketentuan yang ditentukan.
- b) Berdasarkan hasil pengujian dari penelitian ini didapatkan karakteristik dari setiap sensor. Sensor pH memiliki akurasi sebesar 78 %, kemampuan repeatability sebesar 92,92 %, persentase kesalahan sebesar 12,22 %, sensitivitas sebesar 0,3148 dan bersifat non-linear. Sensor turbidity memiliki akurasi sebesar 99,80 %, kemampuan repeatability sebesar 97 %, persentase kesalahan sebesar 50 %, sensitivitas sebesar 0,0414 dan bersifat non-linear. Sensor TDS memiliki akurasi sebesar 70,16 %, kemampuan repeatability sebesar 68,88 %, persentase kesalahan sebesar 24,75%, sensitivitas sebesar 0,0047 dan bersifat linear. Sensor suhu memiliki akurasi sebesar 99 %, kemampuan repeatability sebesar 42,86 %, persentase kesalahan sebesar 6,56 %, sensitivitas sebesar 0,001 dan bersifat non-linear.

4.2 Saran

Dalam penelitian ini masih banyak sekali kekurangan dan ketidaksempurnaan. Untuk itu, perlu dilakukan pengembangan agar ke depannya menjadi sempurna ataupun lebih baik lagi sehingga memiliki beberapa saran, diantaranya:

- a) Penggunaan sensor-sensor yang telah mengalami pengembangan, karena akan memiliki karakteristik yang lebih baik sehingga menghasilkan data yang lebih baik.
- b) Penggunaan metode kalibrasi yang lebih baik untuk setiap sistem instrumentasi agar lebih optimal dalam melakukan sensing.

REFERENSI

- [1] Behmel, Damour, Ludwig and Rodriguez, "Water Quality Monitoring Strategies - A review and future perspectives," *Science of the Total Environment*, pp. 1312-1329, 2016.
- [2] M. R. Zulkarnain, Suwito and Tasripan, "Sistem Monitoring Kualitas Air Sungai yang Dilengkapi dengan Data Logger dan Komunikasi Wireless Sebagai Media Pengawasan Pencemaran Limbah Cair," 2011.
- [3] A. Sabiq and P. N. Budisejati, "Sistem Pemantauan Kadar pH, Suhu dan Warna pada Air Sungai Melalui Website Berbasis Wireless Network," 2017.
- [4] Wildian, *Karakteristik Sensor*, Padang: Universitas Andalas, 2014.
- [5] J. Fraden, *Handbook of Modern Sensors (Physics, Designs, and Applications)*, San Diego, California: Springer-Verlag, 2003.

- [6] *LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors*, Texas Instrument, 2017.
- [7] *LM35/LM35A/LM35C/LM35CA/LM35D Precision Centigrade Temperature Sensors*, National Semiconductor, 1994.
- [8] *Datasheet PH Sensor E-201-C*, e-Gizmo Mechatronic Central, 2017.
- [9] *Datasheet Sensor Konduktivitas(TDS)*, Depo Inovasi.
- [10] *Datasheet Turbidity Sensor*, Amphenol Advanced Sensors, 2019.
- [11] R. A. Aldaka, "Sistem Otomatisasi pengkondisian Suhu, pH, dan Kejernihan Air Kolam Pada Pembudidayaan Ikan Patin," *Jurnal Seminar Hasil*, pp. 1-2, 2013.
- [12] A. Arifin, I. Irwan, B. Abdullah and D. Tahir, "Design of Sensor Water Turbidity Based on Polymer Optical Fiber," *International Seminar on Sensor*, pp. 146-148, 25-26 Agustus 2017.
- [13] J. Bartram and R. Ballance, *Water Quality Monitoring: A Practical Guide to The Design and Implementation of freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*, London and New York: Taylor & Francis, 1996, p. 383.
- [14] E. Dan, "Real-Time Water Quality Monitoring System using Internet of Thing," *International Conferences Computer, Communication and Electronic*, 2013.
- [15] J. Kustija, *Sistem Instrumentasi Elektronika*, Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia, 2017.