

Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Renang Menggunakan Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 Dan Cayenne

Nenny Anggraini¹, Tabah Rosyadi², Deny Saputra³, Nashrul Hakiem⁴, Mohamad Mu'adz⁵, Muhamad Vicky⁶

^{1,2,3,4,5,6}Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta
Jl. Ir H. Juanda No.95, Cemp. Putih, Kec. Ciputat Tim., Kota Tangerang Selatan, Banten 15412
nenny.anggraini@uinjkt.ac.id¹, tabah.rosyadi@uinjkt.ac.id², deny.saputra@uinjkt.ac.id³
hakiem@uinjkt.ac.id⁴, mohamad.muadz15@mhs.uinjkt.ac.id⁵, mohamad.vicky16@mhs.uinjkt.ac.id

Abstract

Swimming is one of the most popular types of exercise. It is evident from the many swimming pools around where we live. Unfortunately, the quality of swimming pool water is often neglected. This is evidenced by the author's interviews with three swimming pool owners and administrators. From these interviews, it can be concluded that the owners and administrators of the swimming pool only check the quality of the swimming pool water without a definite time reference and administering drugs without checking the condition of the water first. In this digital era, the use of technology has penetrated into all aspects of life, one of which is a swimming pool water quality monitoring system using the nodemcu esp8266 microcontroller as the main brain and the use of the cayenne application as the author wrote in this study. The system will check the water quality of the swimming pool which includes the acidity or alkalinity of the water, water turbidity and water temperature directly and display it on the cayenne application that has been installed on the user's smart device, the cayenne will also notify the user if the quality of the swimming pool is not up to standard. which has been stipulated by the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 32 of 2017 concerning Environmental Health Quality Standards and Water Health Requirements for Sanitary Hygiene, Swimming Pools, Solus Per Aqua (SPA), and Public Baths. The author uses the prototyping method to save time in system development without compromising the main purpose of the system. The results of this study are a monitoring system that is able to monitor water quality including water temperature, pH and turbidity with an average percentage of pH accuracy of 96.84%, the system is able to distinguish clear and cloudy water with an average waiting time for notification when the water is not in good condition. the default is 12.06 seconds.

Keyword: Monitoring system, IoT, Water, Swimming Pool, NodeMCU, ESP8266, pH, turbidity, temperature, Cayenne

Abstrak

Renang adalah salah satu jenis olahraga yang populer. Terbukti dari banyaknya kolam renang di sekitar tempat kita tinggal. Sayangnya, kualitas air kolam renang sering kali terabaikan. Hal ini dibuktikan lewat wawancara penulis dari tiga orang pemilik dan pengurus kolam renang. Dari wawancara tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemilik dan pengurus kolam renang hanya memeriksa kualitas air kolam renang tanpa acuan waktu yang pasti dan pemberian obat tanpa memeriksa kondisi air terlebih dulu. Di era digital ini, penggunaan teknologi sudah merambah ke segala aspek kehidupan, salah satunya adalah sistem monitoring kualitas air kolam renang menggunakan mikrokontroler nodemcu esp8266 sebagai otak utamanya dan pemanfaatan aplikasi cayenne seperti yang penulis tulis dalam penelitian ini. Sistem akan memeriksa kualitas air kolam renang yang meliputi keasaman atau kebasaaan air, kekeruhan air dan suhu air secara langsung dan menampilkannya pada aplikasi cayenne yang telah dipasang pada perangkat pintar pengguna, cayenne juga akan memberi notifikasi ke pengguna apabila kualitas kolam renang sudah tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua (SPA), dan Pemandian Umum. Penulis memakai metode prototyping guna menghemat waktu dalam pengembangan sistem tanpa mengesampingkan tujuan utama sistem. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem monitoring yang mampu memonitor kualitas air meliputi suhu air, pH dan kekeruhan dengan persentase keakuratan pH rata-rata adalah 96.84%, sistem mampu membedakan air bening dan keruh dengan rata-rata waktu tunggu notifikasi saat air dalam kondisi tidak standar adalah 12.06 detik.

Kata kunci: Sistem monitoring, IoT, Air, Kolam Renang, NodeMCU, ESP8266, pH, kekeruhan, suhu, Cayenne

I. Pendahuluan

Air adalah salah satu hal yang paling penting yang dibutuhkan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Banyak kegiatan manusia yang dalam penggunaannya membutuhkan air, beberapa diantaranya adalah rekreasi dan olahraga. Salah satu aktivitas yang banyak memanfaatkan air adalah renang.

Kualitas air kolam renang yang tidak baik, bisa menjadi sarana penularan penyakit kepada masyarakat. Syarat air kolam renang yang baik telah tertulis pada Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua (SPA), dan Pemandian Umum. Kesehatan air kolam renang sangat penting untuk diperhatikan.

Pada jurnal yang dipublikasikan oleh Centers for Disease Control and Prevention menghasilkan bahwa pH air yang terlalu tinggi pada kolam renang akan menurunkan kemampuan klorin pada kaporit untuk membunuh kuman. Angka pH pada seorang perenang adalah 7,2 sampai 7,8; itu berarti air yang terlalu basa atau terlalu asam akan menimbulkan iritasi mata dan iritasi kulit pada perenang [1]. Suhu kolam renang yang terlalu tinggi pun akan menguapkan kandungan klorin pada air dan uap membuat klorin lebih mudah terserap oleh kulit sehingga menimbulkan dehidrasi kulit.

II. Penelitian Sejenis

Penulis menggunakan jurnal-jurnal terkait dengan penelitian ini sebagai acuan penelitian. Pada [2] menghasilkan sebuah pH meter berbasis arduino yang bisa dicek hasil pembacaan sensor dengan koneksi bluetooth. Di dalam [3], menghasilkan sebuah alat monitoring air berbasis Arduino yang hasil pembacaannya dikirimkan ke perangkat pengguna menggunakan modul GSM. Pada penelitian [4] menghasilkan sebuah system monitoring pH, air, kekeruhan dan padatan terlarut yang dapat diperiksa hasil pembacaan sensor melalui tampilan LCD. Di dalam penelitian [5] mengembangkan sebuah system monitoring air dengan Arduino Mega yang terhu-bung dengan modul Wi-Fi ESP8266 yang hasilnya bisa diakses melalui halaman web dan tampilan LCD. Pada [6] menghasilkan sebuah sistem monitoring pH dan suhu yang menggunakan aplikasi IoT labView.

III. Metode Penelitian

Penulis meneliti menggunakan metode pengembangan sistem, prototipe [7]. Penulis menggunakan prototipe jenis Incremental Prototype [8] dengan tahapan sebagai berikut:

1. Perancangan Sistem

Penulis memfokuskan tahapan ini dengan membuat gambaran umum tentang skema rangkaian pada masing-masing modul yang saling terhubung menggunakan aplikasi Fritzing.

2. Pengkodean Sistem

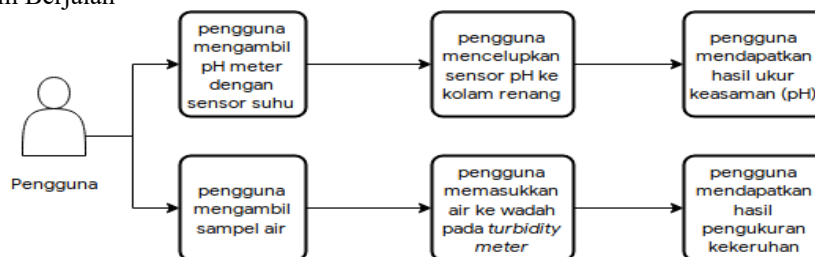
Penulis menggunakan Bahasa pemrograman C untuk mengkodekan sistem. Sumber kode pada masing-masing alat dijadikan satu, lalu dibungkus dan diunggah menggunakan aplikasi Arduino IDE.

3. Pengujian Sistem

Tahapan pengujian sistem dilakukan setelah selesai mengunggah sumber kode sistem. Tahapan ini bertujuan untuk melakukan pengujian terhadap modul atau kebutuhan perangkat keras untuk mengetahui apakah sistem telah berjalan sesuai fungsinya. Penulis menggunakan pengujian Black-box [9].

IV. Analisis & Perancangan

1. Desain Sistem Berjalan

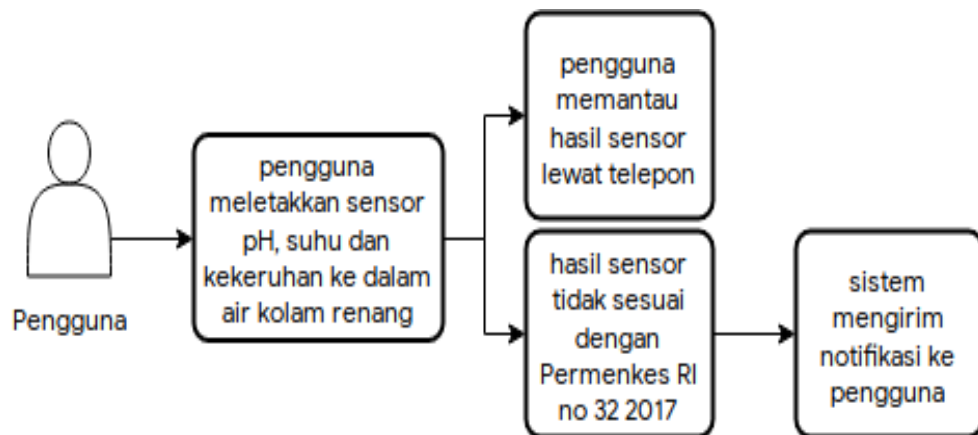


Gambar 1: Desain Sistem Berjalan

Pada Gambar 1, pengguna mengecek keasaman air pada kolam renang dengan cara mencelupkan sensor pH ke kolam renang, lalu hasil dari pengujian akan muncul di layar pH meter. Pada baris bawah, pengguna harus mengambil sampel air pada kolam renang dan mengujinya di turbidity meter untuk mendapatkan hasil kekeruhan air.

2. Desain Sistem Usulan

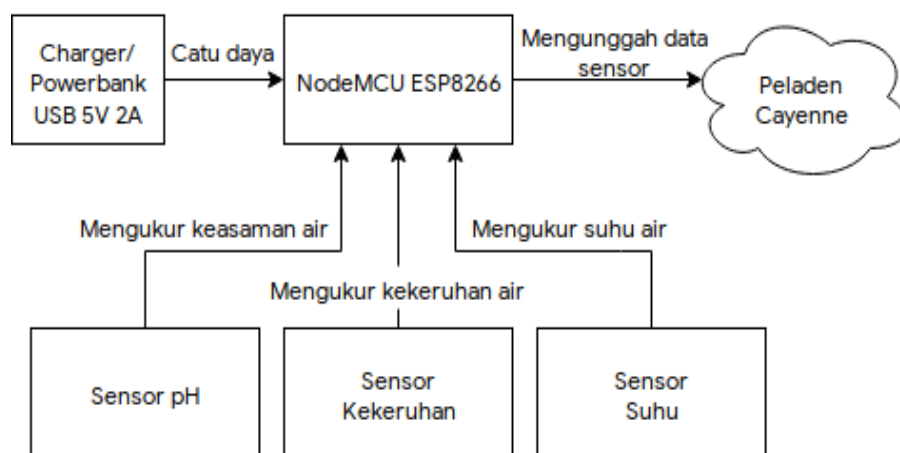
Gambar di bawah menjelaskan bagaimana sistem usulan bekerja. Pertama pengguna menjalankan sistem dan meletakkan sensor pH, kekeruhan dan suhu di dalam kolam renang. Bila pengguna ingin melihat hasil pengukuran sistem, pengguna tinggal membuka aplikasi pada telepon pintar pengguna. Bila sensor mengukur bahwa kondisi air tidak sesuai dengan Permenkes RI no 32 tahun 2017, sistem akan mengirimkan notifikasi ke pengguna berupa SMS dan/atau surat elektronik.



Gambar 2: Desain Sistem Usulan

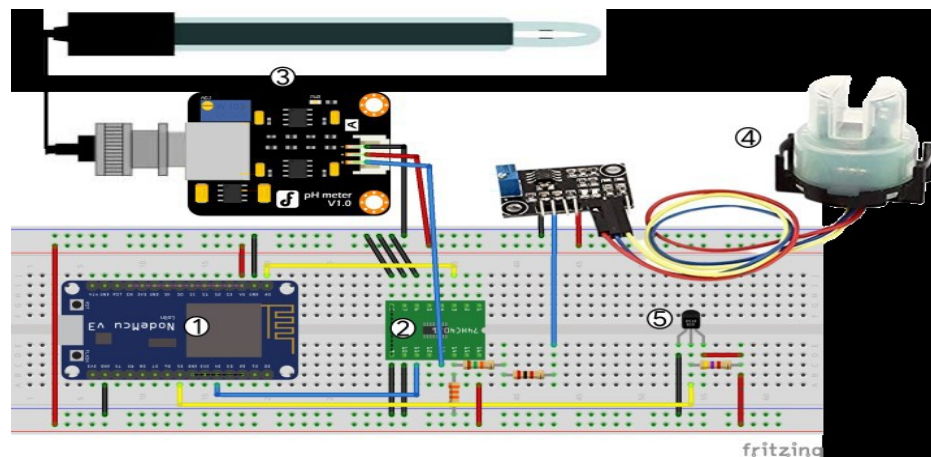
3. Cara Kerja Sistem

Catu daya memberi sejumlah daya yang dibutuhkan mikrokontroler dan rangkaian lain agar dapat berjalan dengan baik. Sensor pH [10], sensor kekeruhan, dan sensor suhu kemudian mengirim hasil pengukurannya masing-masing ke mikrokontroler. Mikrokontroler kemudian mengirim data sensor yang telah diolah pada mikrokontroler yang selanjutnya dikirim ke peladen Cayenne [11].



Gambar 3: Cara Kerja Sistem Usulan

4. Skema Rangkaian Sistem



Gambar 4: Skema Rangkaian Sistem Usulan

Pada skema rangkaian sistem, NodeMCU (1) sebagai mikrokontroler memproses semua masukan dan keluaran. Sensor suhu DS18B20 (5) terhubung pada pin digital yang terus menerus memberi nilai suhu ke mikrokontroler [12]. Sensor pH (3) terhubung dengan pin X0 pada multiplexer (2) yang hasilnya diteruskan ke mikrokontroler [13], pun sama dengan sensor kekeruhan (4) yang terhubung dengan pin X1. Hasil dari sensor suhu, sensor pH dan kekeruhan akan diunggah ke peladen Cayenne. Bila ada satu/lebih sensor mendapati hasil pengukuran tidak sesuai dengan Permenkes RI no 32 tahun 2017, maka Cayenne akan memberi notifikasi ke pengguna.

5. Pengkodean Sistem

Pengkodean sistem diawali dengan menuliskan logika melalui pseudocode berikut adalah pseudocode yang penulis gunakan:

```
Deklarasi:  
  Informasi jaringan Wi-Fi  
  ssid, wifipass  
  Inisialisasi Cayenne  
  dasbor  
  uname, pass, clientID  
Deskripsi:  
  fungsi setup  
  {setup.cayenne  
  mulai.cayenne (uname,pass,  
  clientID, ssid, wifipass) }  
fungsi loop  
  {loop.cayenne  
  tulis.cayenne (1, hasil  
  sensor.suhu)  
  tulis.cayenne (2, v1)  
  tulis.cayenne (3, kekeruhan)  
  tulis.cayenne (4, ph) }
```

Gambar 5. Pseudocode 1: Koneksi Wifi dan Peladen Cayenne

Pada bagian deklarasi, dijelaskan bahwa sistem memulai dengan inisialisasi informasi jaringan Wi-Fi dan dasbor Cayenne [14]. Berikutnya pada bagian deskripsi, pada fungsi setup, sistem hanya menjalankan perintahnya satu kali [15], yakni perintah untuk memulai program Cayenne dan untuk masuk ke dasbor Cayenne melalui koneksi Wi-Fi.

```
Deklarasi:
    Inisialisasi
    multiplexer
    A=D4, B=D3, C=D2, A0
Deskripsi:
    fungsi onmultiplexer (
    c,b,a)
    {tulis (A,a)
    tulis (B,b)
    tulis (C,c) }
    fungsi loop
    {onmultiplexer (
    LOW,LOW,HIGH)
    onmultiplexer (
    LOW,LOW,LOW) }
```

Gambar 6. Pseudocode 2: Inisialisasi dan Koneksi Multiplexer

Pada bagian deklarasi, pin multiplexer dikenalkan ke sistem. Di bagian deskripsi, dibuat fungsi baru on-multiplexer yang menjelaskan nomor biner untuk pin pada multiplexer. Pada fungsi loop, nomor biner tersebut digunakan untuk penomoran pin analog X1 (001) dan X0 (000), dimana LOW=0 dan HIGH=1.

```
Deklarasi:
    Inisialisasi sensor
    x0,v0,ph
Deskripsi:
    fungsi loop
    {on-multiplexer (LOW,LOW,LOW)
    baca x0
    v0=x0*(5.0/1024)
    ph=0.215*v0-21.45}
```

Gambar 7. Pseudocode 3: Inisialisasi dan Pembacaan Sensor pH

Pada bagian deklarasi, sensor pH dikenalkan pada sistem. Lalu pada fungsi loop, sensor pH mulai pembacaan sinyal analog (x0), lalu dikonversi ke voltase (v0) dan dihitung nilai pHnya pada rumus di atas.

```
Deklarasi:
    Inisialisasi sensor
    x1, v1, kekeruhan
Deskripsi:
    fungsi loop
    {onmultiplexer (
    LOW,LOW,HIGH)
    baca x1
    v1=x0*(5.0/1024)
    kekeruhan=-1852*v1+5778}
```

Gambar 8. Pseudocode 4: Inisialisasi dan Pembacaan Sensor Kekeruhan

Pada bagian deklarasi, sensor kekeruhan dikenalkan pada sistem. Lalu pada fungsi loop, sensor kekeruhan mulai pembacaan sinyal analog (x1), lalu dikonversi ke voltase (v1) dan dihitung nilai kekeruhannya pada rumus di atas.

```

Deklarasi:
    Inisialisasi sensor
    suhu
Deskripsi:
    fungsi setup
    {mulai-sensor.suhu }
    fungsi loop
        {request-sensor.suhu }
    
```

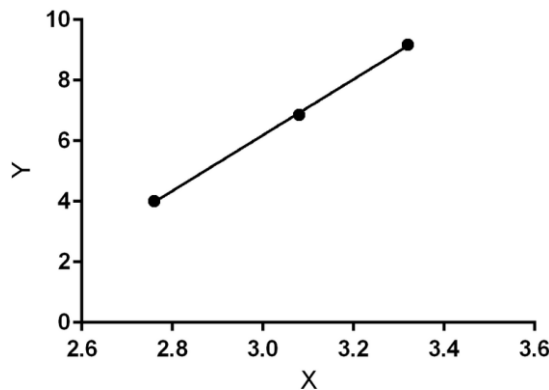
Gambar 9. Pseudocode 5: Inisialisasi dan Pembacaan Sensor Suhu

Pada bagian deklarasi, sensor suhu diperkenalkan ke sistem. Lalu pada fungsi setup, sensor memulai fungsi mulai. Selanjutnya pada fungsi loop, sensor suhu mulai membaca suhu terus menerus.

V. Hasil & Pembahasan

1. Kalibrasi Sensor pH

Pengukuran ini dilakukan pada tanggal 26 Juni 2019 pukul 13.00 dengan suhu 30°C. Hasil grafik di mana X = tegangan dan Y = nilai pH air adalah:



Gambar 5: Grafik Hubungan Antara Voltase dan pH

Hasil pengukuran pada grafik di atas menunjukkan rumus persamaan:

$$y = ax + b \tag{1}$$

Dimana
 y = nilai pH dan x = nilai voltase
 konstanta:

$$\frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum y)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \tag{2}$$

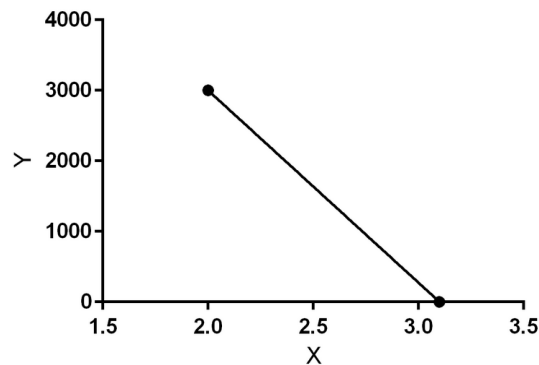
koefisien regresi:

$$b = \frac{n(\sum y) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \tag{3}$$

n = jumlah sampel
 Dari hasil pengukuran di atas diperoleh persamaan $y = 9.215 \cdot x - 21.45$.

2. Kalibrasi Sensor Kekeruhan

Sensor kekeruhan yang penulis gunakan adalah SEN0189 dari dfrobot [16]. Kalibrasi yang penulis lakukan adalah menentukan 3.11V sebagai 0 NTU (air bersih) dan 1.5V sebagai 3000 NTU (air kotor). Hasil grafik di mana X = tegangan terukur dan Y = nilai kekeruhan adalah:



Gambar 6: Grafik Hubungan Antara Voltase dan Nilai Kekeruhan

Hasil pengukuran pada grafik di atas menunjukkan rumus persamaan:

$$y = ax + b \tag{4}$$

Dimana:
 y = nilai pH; x = nilai voltase
 konstanta

$$\frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum y)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \tag{5}$$

koefisien regresi

$$b = \frac{n(\sum y) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \tag{6}$$

n = jumlah sampel

Dari hasil pengukuran di atas diperoleh persamaan $y = -1852 \cdot x + 5778$.

3. Skenario Pengujian

Skenario dilakukan agar sistem dapat bekerja sesuai harapan yang telah dirancang sebelumnya. Penulis merancang skenario pengujian sebagai berikut :

Tabel 1: Skenario Pengujian Sistem

Kategori	Conversion from Gaussian and CGS EMU to SI a
Pengujian pembacaan nilai sensor	Sensor pada sistem dicelupkan ke dalam air, lalu pengguna melihat nilai sensor melalui aplikasi.
Pengujian Notifikasi	Sensor pada sistem dicelupkan ke air yang tidak sesuai dengan Permenkes RI no 32 tahun 2017

4. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan terus-menerus selama 45 menit untuk pembacaan nilai sensor pH dan suhu; dan 60 menit untuk sensor kekeruhan dan suhu.

Tabel 2: Hasil Pengukuran pH dan Suhu pada Sistem

Waktu	Nilai pH	Hasil Ukur	Akurat (%)	Suhu (celcius)
15.45 - 16.00	6.86	6.89	99.5	30.31
		6.89	99.5	30.25
		6.94	98.8	30.18
		7.25	94.6	30.25
		7.07	97.0	30.43
16.00 - 16.15	4.01	4.10	97.8	30.31
		4.15	96.6	30.25
		4.24	94.5	30.25
		4.06	98.7	30.18
		4.01	100	30.43
16.15 - 16.30	9.18	10.31	89.0	30.43
		9.46	97.0	30.43
		9.50	96.6	30.31
		9.55	96.1	30.25
		9.46	97.0	30.43

Tabel 3: Tabel Pengukuran Tegangan dan Kekeruhan

Waktu	Hasil Ukur (V)	Hasil Ukur (NTU)
14.00 - 15.00	3.11	18.53
	3.11	12.56
	3.11	18.53
	3.11	12.56
	3.11	12.56
	3.11	12.56
	3.11	12.56
	3.10	18.53
	3.11	12.56
	3.11	12.56
	3.10	18.53

5. Waktu Tunda Notifikasi

Pengujian waktu tunda notifikasi dilakukan dengan cara menghitung waktu dari mulai sensor dicelupkan ke air yang tidak sesuai standar sampai peladen Cayenne mengirimkan notifikasi kepengguna berupa SMS yang berisi nilai pembacaan sensor yang tidak sesuai dengan yang ditetapkan. Pengujian dilakukan 10 kali dan didapatkan waktu respon rata-rata keseluruhan seperti pada tabel di bawah.

Tabel 4: Pengujian Waktu Tunggu Notifikasi

Pengujian ke-n	Waktu Tunda pH	Waktu tunda kekeruhan	Waktu Tunda Suhu
1	31 detik	5 detik	10 detik
2	12 detik	7 detik	15 detik
3	15 detik	4 detik	20 detik
4	20 detik	8 detik	13 detik
5	7 detik	7 detik	11 detik
6	11 detik	5 detik	16 detik
7	9 detik	4 detik	9 detik
8	25 detik	9 detik	13 detik
9	23 detik	6 detik	15 detik
10	16 detik	7 detik	9 detik
Rata-rata	16.9 detik	6.2 detik	13.1 detik

6. Evaluasi Sistem

Setelah melakukan perancangan dan pengujian, penulis melakukan evaluasi terhadap hasil dari rancangan dan pengujian sistem tersebut. Hasil dari evaluasi penulis rangkum dalam bentuk tabel berikut.

Tabel 5: Evaluasi Sistem

Pengujian	Hasil yang diharapkan	Alat	Keterangan
Mengukur tingkat asam/basa air	Sensor dapat memberi angka pH di air	Sensor pH	Berhasil
Mendeteksi tingkat kekeruhan air	Sensor dapat memberi angka kekeruhan dalam satuan kekeruhan dan voltase	Sensor kekeruhan	Berhasil
Mengukur suhu air	Sensor dapat memberi nilai suhu dalam satuan Celcius.	Sensor suhu	Berhasil
Mengirim hasil pengukuran sensor	Mikrokontroler Mengirimkan data sensor ke peladen Cayenne	NodeM CU ESP8266	Berhasil
Mengirim notifikasi status air ke pengguna	Pengguna menerima informasi status air yang tidak sesuai standar	Cayenne	Berhasil

Dari evaluasi rancangan dan pengujian sistem ini didapatkan hasil berupa komponen-komponen yang penulis masukan di dalam rancangan sistem ini sudah memenuhi kebutuhan pengguna.

VI. Kesimpulan

Sistem monitoring kualitas air kolam renang menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan Cayenne ini terdiri dari tiga sensor, diantaranya, sensor pH (SEN0161), sensor kekeruhan (SEN0189) dan sensor suhu (DS18B20) yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali. Selanjutnya, NodeMCU yang terhubung dengan Wi-Fi, mengirimkan data sensor ke Cayenne. Hasilnya adalah sensor kekeruhan pada sistem mampu membedakan air yang bening dan keruh, serta memiliki persentase keakuratan pH rata-rata adalah 96.84 dan rata-rata waktu tunggu notifikasi adalah 12.06 detik.

VII. Daftar Pustaka

- [1] CDC (2016). Your Disinfection Team: Chlorine & pH. Available at: <https://www.cdc.gov/healthywater/pdf/swimming/resources/disinfection-teamchlorine-ph-factsheet.pdf>.
- [2] Ihsanto, E., dan Hidayat, S. (2014). Rancang Bangun Sistem Pengukuran Ph Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Teknologi Elektro* 5, 139–146.
- [3] Gokulanathan S., Manivasagam, P., Prabu, N., dan Venkatesh, T. (2019) GSM Based Water Quality Monitoring System Using Arduino. *Shanlax Int. J. Arts, Sci. Humanit.* 6, 22–26.
- [4] Amani, F., dan Prawiroredjo, K. (2016). Alat Ukur Kualitas Air Minum Dengan Parameter Ph, Suhu, Tingkat Kekeruhan, Dan Jumlah Padatan Terlarut. *JETri* 14, 49–62.
- [5] Zainuddin, Z., Idris, R., dan Azis, A. (2019). Water Quality Monitoring System for Vannamae Shrimp Cultivation Based on Wireless Sensor Network In Taipa, Mappakasunggu District, Takalar. 165, 89–92.
- [6] Istoni, R. (2019). Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis
- [7] Intellegent Sensor Ph Dan Temperatur Pada Wtp Pnj. *Fakt. Exacta* 11, 158.
- [8] Yurindra (2017). *Software Engineering*. 47,49-50. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=4Jo9DwAAQBAJ&lpg=PA52&dq=yurindra siklusprototipe&hl=id&pg=PA52#v=onepage&q=yurindra siklus prototipe&f=false> [Diakses April 9, 2019].
- [9] Stephens, R. (2015). *Beginning Software Engineering*.
- [10] Rizky, S. (2011). Konsep Dasar Rekayasa Perangkat Lunak. In *Konsep Dasar Rekayasa Perangkat Lunak*.
- [11] Vernier (2013). PH Sensor. Available at: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/ph-bta.pdf>.
- [12] Estes, B. (2016). Cayenne Documentations. Available at: <https://community.mydevices.com/t/cayenne-documentation/150> [Diakses Maret 30, 2019].
- [13] Maxim Integrated (2015). Datasheet DS18B20. Maxim IntegrDean, T. (2013). *Network+ Guide to Networks* 7 ed.
- [14] Hanson Technology (2017). *Handson Technology User Manual V1.2 ESP8266 NodeMCU WiFi Devkit*. Hanson Technol.
- [15] Arduino (2019). *Arduino - Introduction*. Available at: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> [Diakses Mei 18, 2019].
- [16] dfrobot.com (2017). Turbidity sensor SKU: SEN0189. Available at: https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Turbidity_sensor_SKU:_SEN0189 [Diakses Februari 15, 2019].