

# Pemanfaatan ESP32 sebagai Sistem Pemantauan Kualitas Air Keran Siap Minum secara *Real-Time* Menggunakan Aplikasi

## Utilization of ESP32 as A Real-Time Ready-to-Drink Tap Water Quality Monitoring System Using an Application

Cindy Tio Helena Manurung<sup>1</sup>, Jaenal Arifin<sup>2,\*</sup>, Fikra Titan Syifa<sup>3</sup>, Raditya Artha Rochmanto<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Prodi SI Teknik Telekomunikasi, <sup>2</sup>Prodi Teknik Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
Jl.D.I. Panjaitan, Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>2,\*</sup>Penulis korespondensi: jaetoga@ittelkom-pwt.ac.id

<sup>1</sup>17101009@ittelkom-pwt.ac.id, <sup>3</sup>fikra@ittelkom-pwt.ac.id, <sup>4</sup>raditya@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 15-02-2022, accepted on 16-06-2022, published on 05-07-2022

### Abstrak

Pemantauan kualitas air keran siap minum sangat penting bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang dapat mendeteksi kualitas air dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things*. Pada penelitian ini, sensor Analog pH meter v2, Suhu DS18B20, dan *Turbidity* SEN0189 digunakan untuk mendeteksi nilai pH, Suhu, dan kekeruhan pada air. Disamping itu *google firebase*, *MIT App Inventor* dan *WireShark* digunakan sebagai pendukung teknologi IoT serta pemantau QoS. Ketiga sensor diuji untuk mencari nilai *error* menggunakan 3 sampel yang berbeda untuk masing-masing sensor. Cairan uji pH *buffer* 4,9;7,5;dan8,8 digunakan untuk menguji sensor pH. Sampel air suhu 29,1°C;8,7°C; dan 65,0°C digunakan untuk menguji sensor suhu. Sampel air keruh 439NTU, 1404NTU, dan 2589NTU digunakan untuk menguji sensor *turbidity*. Pengujian *Quality of Service* menggunakan tiga parameter yaitu *packetloss*, *delay*, dan *throughput*. Hasil pengujian sensor pH, suhu, dan *turbidity* mendapatkan nilai *error* sebesar 0,85%;1,31%; dan 0,49% untuk pH; 1,90%; 3,09%; dan 1,39% untuk suhu; 2,58%;2,63%; dan 2,91% untuk kekeruhan. Hasil pengujian *QoS* mendapatkan nilai rata-rata *packet loss* 0,01%; *delay* 20,36 ms, dan *throughput* 581,14 bit/sec. Berdasarkan hasil nilai *error*, sensor pH, suhu dan *turbidity* cukup akurat. Pengujian *packetloss* dan *delay* sudah menampilkan hasil yang baik. Namun, hasil *throughput* masih harus ditingkatkan.

**Kata kunci:** *Google firebase*, Monitoring kualitas air, Sensor analog pH meter v2, *Quality of Service*

### Abstract

Monitoring the quality of ready-to-drink tap water is very important for human health. Therefore, we need a system that can detect water quality using Internet of Things technology. In this study, the Analog pH meter v2 sensor, Temperature DS18B20, and Turbidity SEN0189 were used to detect the pH, temperature, and turbidity value in water. In addition, Google Firebase, MIT App Inventor, and WireShark are used to support IoT technology and monitor QoS. The three sensors were tested to find the error value using three different samples for each sensor. The pH buffer test fluids 4.9, 7.5, and 8.8 were used to test the pH sensor. Water sample temperatures of 29.1°C, 8.7°C, and 65.0°C were used to test the temperature sensor. Turbid water samples 439NTU, 1404NTU, and 2589NTU were used to test the turbidity sensor. Quality of Service testing used three parameters: packet loss, delay, and throughput. The error test results are: 0.85, 1.31, and 0.49% for pH; 1.90, 3.09, and 1.39% for temperature; 2.58, 2.63, and 2.91% for turbidity. The QoS test results get an average packet loss value of 0.01%, 20.36 ms delay, and 581.14 bit/sec throughput. Based on the results of the error value, the pH, temperature, and turbidity sensors are quite accurate. Packet loss and delay testing have shown good results. However, throughput results still need to be improved.

**Keywords:** Analog pH meter v2, Google firebase, Quality of Service, Water quality monitoring

## I. PENDAHULUAN

Salah satu elemen penting bagi manusia adalah air. Sekitar 70% dari permukaan bumi ditutupi dengan air, namun tidak semua sumber air dapat dikonsumsi. Kelangkaan air terjadi, seiring dengan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat [1]. Disamping itu, Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang pengolahan air baku menjadi air yang dapat dikonsumsi. [2]. Berdasarkan PERMENKES No. 492/Menkes/Per/IV/2010, syarat air layak dikonsumsi manusia secara langsung yaitu tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, tidak mengandung mikroorganisme, serta tidak mengandung logam berat atau ringan. Parameter fisik air meliputi tingkat kekeruhan, suhu, dan pH[3].

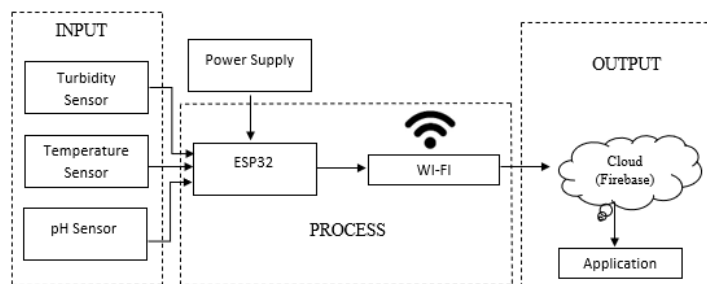
Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan Manish Kumar Jha *et al*, menggunakan parameter pH, *turbidity*, suhu, dan *conductivity* pada sistem pemantauan air serta menampilkan hasil kualitas air pada Web. Namun, tidak disertai dengan pengujian parameter *Quality of Service*. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan Yaareb Al-khashab *et al* yang berfokus pada pengujian dan pemantauan air secara *realtime* menggunakan ESP8266 disertai platform *IoT Thingspeak* namun masih menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang memiliki pin analog lebih sedikit dibanding ESP32.

Maka sistem pemantau kualitas air dalam penelitian ini, dirancang dengan menggunakan ESP 32 sebagai mikrokontroler, mikrokontroler ini lebih unggul karena tersedia modul wifi dalam chip. Disamping itu, menggunakan sensor pH, suhu, dan *turbidity* dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* dan aplikasi *MIT App Inventor* untuk menampilkan kualitas air melalui jaringan internet [4]. Lalu dilengkapi dengan analisis jaringan *Quality of Service* untuk menunjukkan parameter Packet loss, delay, dan throughput dalam pengiriman data[5].

## II. METODE PENELITIAN

### A. Perancangan Sistem

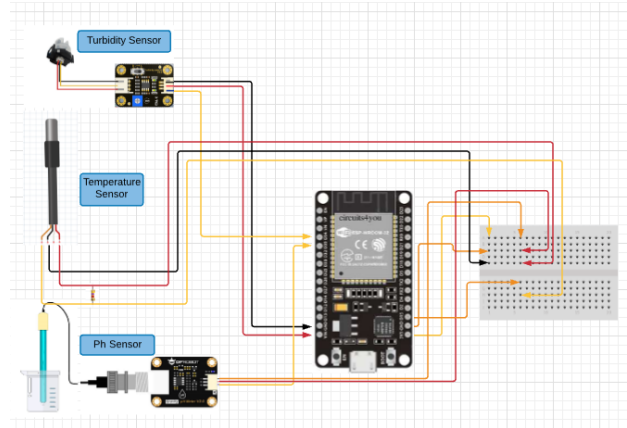
Tahap perancangan sistem diawali dengan merancang sensor kekeruhan, suhu dan pH kemudian melakukan proses desain *database* lalu melakukan proses desain aplikasi.



Gambar 1. Skema Perancangan Sistem Keseluruhan

Gambar 1. menampilkan alur dari perancangan sistem yang akan dilakukan pada penelitian ini. Pada kotak pertama, mencakup tiga buah sensor diantaranya *ph sensor*, *turbidity sensor* dan *temperature sensor* yang berfungsi sebagai *input* data ketiga jenis sensor akan mengirimkan data digital dan analog, kemudian pada kotak kedua terdapat mikrokontroler *ESP 32* sebagai pengendali utama dari sensor yang digunakan dan modul *Wi-Fi* dan bertidak sebagai pemroses data[6]. Data yang telah diproses kemudian dikirimkan menggunakan modul *Wi-Fi* menuju platform *Google firebase* sebagai media *cloud* [7], kemudian data tersebut akan ditampilkan pada aplikasi sebagai media *user interface (output)*, pada penelitian ini peneliti menggunakan *MIT application* yang merupakan lingkungan pemrograman visual yang intuitif yang memungkinkan semua orang bahkan anak-anak untuk membangun aplikasi yang berfungsi penuh untuk *smartphone* dan tablet [8].

## B. Perancangan *Hardware*



Gambar 2. Rancangan *Hardware*

Pada perancangan *hardware* yang ditunjukkan gambar 2. menggunakan tiga buah sensor, satu buah mikrokontroler ESP32, satu buah resistor dan satu buah *breadboard*. Pada bagian rangkaian sensor suhu, kabel berwarna hitam terhubung dengan *ground* melalui kabel *jumper*, kabel berwarna merah (VDD) terhubung dengan pin 3v3 ESP32 melalui kabel *jumper* dan kabel berwarna kuning (DATA) terhubung pin D1 ESP32 melalui kabel *jumper*. Diantara kabel berwarna kuning dan merah terdapat resistor, guna mendapatkan arus yang sesuai dengan kebutuhan sensor tersebut. Pada bagian sensor Ph, kabel berwarna kuning (DATA) terhubung dengan pin D35 pada ESP32, kabel berwarna *orange* terhubung dengan pin GND melalui kabel *jumper* pada ESP32 dan kabel berwarna merah terhubung dengan pin 3v3 pada ESP32 melalui kabel *jumper*. Pada bagian rangkaian sensor kekeruhan (*turbidity*) kabel berwarna hitam terhubung pin GND pada ESP32, kabel berwarna merah terhubung pin Vin pada ESP32, kabel kuning terhubung dengan pin D34 pada ESP32.

## C. Pengujian Alat

### 1. *Sensor*

#### a. pH meter v2

Pada pengujian sensor analog pH meter v2 menggunakan pH meter sebagai alat pembanding yang bertujuan untuk mendapatkan nilai *error* dari sensor pH yang digunakan[9]. Pengujian ini menggunakan 3 sampel cairan kalibrasi pH, dengan nilai cairan kalibrasi pH 4.9, 7.5, dan 8.8. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali dengan melakukan pengambilan data sebanyak 30 tiap pengujian. Setelah itu data akan diproses sebagai berikut :

Persamaan perhitungan nilai *error*

$$Error = \frac{\text{Nilai dari pembacaan alat ukur} - \text{Nilai yang dihasilkan sensor}}{\text{Nilai dari pembacaan alat ukur}} \times 100 \quad (1)$$

Persamaan perhitungan nilai akurasi

$$Akurasi = 100 \% - Error \quad (2)$$

#### b. Suhu Dallas DSB1820

Pada pengujian sensor analog Suhu Dallas DSB1820 menggunakan termometer air sebagai alat pembanding dengan tujuan untuk mendapatkan nilai *error* dari sensor yang digunakan[10]. Pengujian

dilakukan sebanyak 30 kali dengan melakukan pengambilan data sebanyak 30 tiap pengujian. Setelah itu data akan diproses sesuai dengan rumus persamaan 1 dan 2.

c. Turbidity SEN0189

Pada pengujian sensor *turbidity SEN0189* menggunakan *turbidity* meter sebagai alat pembanding yang bertujuan untuk mendapatkan nilai *error* dari sensor kekeruhan yang digunakan[11]. Pengujian ini menggunakan 3 contoh sampel air dengan nilai kekeruhan sebesar 439ntu, 1404ntu dan 2589ntu. Berdasarkan pembacaan sensor kekeruhan maka data akan diproses sesuai dengan rumus persamaan 1 dan 2.

2. *Quality of Service*

Pada pengujian QoS dilakukan pengambilan data dengan perbedaan jarak dari 0 meter hingga berpindah tiap 5 meter dari penerima ke pengirim. Pengujian QoS dilakukan untuk mengetahui performansi jaringan, dengan menjalankan sistem menggunakan software Arduino IDE dan juga software wireshark sebagai pemantau dalam pengujian QoS. Pada pengujian QoS dilakukan sebanyak 27 kali pengujian dengan 3 tipe waktu pengujian selama 1 menit, 2 menit dan 3 menit. Dari tiap pengujian tersebut menghasilkan data dari *throughput*, *delay* dan *packetloss* yang akan diproses sesuai persamaan berikut:

Persamaan perhitungan *throughput*:

$$throughput = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman data}} \tag{3}$$

Persamaan perhitungan *delay*:

$$\text{Rata - rata delay} = \frac{\text{total delay}}{\text{paket data yang diterima}} \tag{4}$$

Persamaan perhitungan *packet loss*:

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Paket data yang dikirim} - \text{paket data yang diterima}}{\text{paket data yang dikirim}} \times 100 \tag{5}$$

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Sensor**

Tabel 1. Hasil Pengujian sensor pH

No	Cairan pH	Error rate(%)	Akurasi sensor(%)
1	4.9	0.85	99.15 %
2	7.5	1.31	98.69 %
3	8.8	0.49	99.51 %

Tabel 1 menunjukkan tipe cairan kalibrasi pH yang digunakan dalam pengujian dan menghasilkan nilai *error*. Nilai *error* tersebut dihasilkan dari perhitungan rumus persamaan 1 yang menggunakan nilai pembacaan sensor dan nilai pembacaan dari alat ukur kemudian menggunakan persamaan 2 dalam menentukan akurasi. Berdasarkan hasil pengujian, tingkat akurasi sensor dinyatakan baik dengan persentase *error* sebesar 0,85%;1,31%; dan 0,49%. Adapun hal yang mempengaruhi nilai *error* bisa berupa tegangan dari sensor yang ditingkatkan agar lebih stabil kemudian menggunakan cairan kalibrasi pH yang baru.

Tabel 2. Hasil Pengujian sensor suhu

No	Suhu	Error rate(%)	Akurasi sensor
1	29.1 °C	1.90	98.1 %
2	8.7 °C	3.09	96.91 %
3	65 °C	1.39	98.61 %

Tabel 2 menampilkan tipe sampel air dengan suhu berbeda-beda, menghasilkan nilai *error* yang didapatkan dengan menggunakan rumus persamaan 1 kemudian menggunakan persamaan 2 dalam menentukan akurasi. Berdasarkan hasil pengujian, tingkat akurasi sensor dikatakan baik dengan persentase *error* sebesar 1,90%; 3,09%; dan 1,39%. Adapun hal yang mempengaruhi nilai *error* diatasi dengan menggunakan sensor dan alat ukur yang luas penampangnya sama.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor kekeruhan

No	Turbidity meter (NTU)	Sensor SEN0189 (NTU)	Error rate(%)	Akurasi sensor (%)
1	439	427,66	2,58	97,42
2	1404	1367,10	2,63	97,37
3	2589	2513,77	2,91	97,09

Tabel 3 menunjukkan tipe air dengan kekeruhan berbeda-beda yang menghasilkan nilai rata-rata *error* menggunakan rumus persamaan 1 kemudian menggunakan persamaan 2 dalam menentukan akurasi. Berdasarkan hasil pengujian, tingkat akurasi sensor kekeruhan dalam kategori baik dengan persentase *error* sebesar 2,58%; 2,63%; dan 2,91%. Untuk meningkatkan akurasi maka dapat dilakukan dengan memperhatikan tegangan pada sensor agar lebih stabil.

## B. Quality of Service (QoS)

Tabel 4. Hasil Pengujian QoS

No	Parameter QoS	Hasil	Kategori	Indeks
1	Throughput	581,14bps	cukup	2
2	Delay	1367,30ms	jelek	1
3	Packet loss	0,02%	baik	4

Tabel 4 menunjukkan hasil dari pengujian parameter *Quality of Service* yang terdiri dari *throughput*, *delay*, dan *packetloss*. Pada parameter *throughput* menghasilkan nilai rata-rata pengujian sebesar 581,14bps yang dikategorikan dengan indeks 2 sesuai rumus persamaan 3 yang digunakan pada standar Tiphon. Nilai *throughput* ditingkatkan dengan memperhatikan kondisi jaringan internet agar tetap stabil. Kemudian parameter *delay* menghasilkan nilai rata-rata pengujian sebesar 1367,30ms yang termasuk dalam kategori jelek dengan indeks 1 berdasarkan standar Tiphon yang didapatkan dengan menggunakan rumus persamaan 4. Hal tersebut diatasi dengan memperhatikan jarak, antrian yang berlebih dalam jaringan dan media fisik yang digunakan. Disamping itu, parameter *packet loss* menghasilkan nilai rata-rata pengujian sebesar 0,02% yang termasuk dalam kategori baik dengan indeks 4 sesuai standar Tiphon yang didapatkan dengan menggunakan rumus persamaan 5. Namun untuk meningkatkan agar tidak adanya *packetloss* maka memperhatikan padatnya lalu lintas pengiriman data yang menjadikan paket tersebut dibuang kemudian dikirimkan kembali.

### C. Aplikasi MIT App Inventor



a.layar pertama

b.layar kedua

Gambar 3. Hasil Perancangan Aplikasi

Gambar 3(a) menampilkan layar pertama yang berisikan logo aplikasi dan disertai dengan *push button*. Kemudian gambar 3(b) merupakan layar kedua pada aplikasi yang menampilkan nilai suhu, pH, dan kekeruhan secara realtime. Layar tersebut menampilkan nilai dari tiap sensor berubah-ubah ketika mikrokontroler telah diberi daya dan tersambung dengan koneksi wi-fi.

## IV. KESIMPULAN

Hasil perancangan sistem pemantauan kualitas air keran siap minum dan aplikasi *MIT App Inventor*, berjalan dengan baik dengan menampilkan nilai monitoring serta waktu monitoring yang dihasilkan oleh tiap sensor. Selain itu, hasil pengujian sensor pH, suhu, dan turbidity menunjukkan hasil yang baik dengan nilai error sebesar 0,85%;1,31%; dan 0,49% untuk pH; 1,90%; 3,09%; dan 1,39% untuk suhu; 2,58%;2,63%; dan 2,91% untuk kekeruhan. Disamping itu, hasil pengujian packetloss dan delay sudah menampilkan hasil yang baik. Namun, hasil throughput masih harus ditingkatkan dengan nilai rata-rata packet loss 0,01%; delay 20,36 ms, dan throughput 581,14 bit/sec.

## REFERENCES

- [1] M. Kumar Jha, R. Kumari Sah, M. S. Rashmitha, R. Sinha, B. Sujatha, and K. V. Suma, "Smart Water Monitoring System for Real-Time Water Quality and Usage Monitoring," *Proc. Int. Conf. Inven. Res. Comput. Appl. ICIRCA 2018*, no. ICIRCA, pp. 617–621, 2018, doi: 10.1109/ICIRCA.2018.8597179.
- [2] N. Zamaruddin, "Monitoring dan Evaluasi Kualitas Air Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Area Aceh Besar Bulan April dan Juli Monitoring and Evaluation Quality of Drinking Water Industry (PDAM) at Aceh Besar in April and July," *J Aceh Phys. Soc.*, vol. 7, no. 1, pp. 39–42, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JAcPS/article/view/9436>.
- [3] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. 2013.
- [4] D. A. S. & E. S. Sigit Wasista, Setiawardhana, "Sigit Wasista, Setiawardhana, Delima Ayu Saraswati & Eko Susanto," in *Buku Aplikasi Internet Of Things (IoT) Dengan ARDUINO Dan ANDROID "Membangun Smart Home Dan Smart Robot Berbasis Arduino Dan Android," DEEPUBLISH, 2019*, p. 1.
- [5] A. Husna, H. Toha Hidayat, and J. B. Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe Jln, "Penerapan IoT Pada Sistem Otomatisasi Lampu Penerangan Ruang Dengan Sensor Gerak Dan Sensor Cahaya Menggunakan Android," *J. Teknol. Rekayasa Inf. dan Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 2581–2882, 2019.
- [6] Espressif Systems, "ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) Datasheet," vol. 32, 2018, [Online]. Available: [https://www.mouser.com/datasheet/2/891/esp-wroom-32\\_datasheet\\_en-1223836.pdf](https://www.mouser.com/datasheet/2/891/esp-wroom-32_datasheet_en-1223836.pdf).
- [7] R. A. A. Rosyana Fitria Purnomo, Onno W. Purbo, *Firestore: Membangun Aplikasi Berbasis Android*. ANDI (Anggota IKAPI), 2020.
- [8] MIT App Inventor; Karen Lang; MIT Computer Science and Artificial Intelligence Lab.; Selim Tezel, *Become an App Inventor: The Official Guide from MIT App Inventor*. 2022.
- [9] D. Robot, "DATASHEET pH," 2019. [https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Gravity:\\_Analog\\_pH\\_Sensor/Meter\\_Kit\\_V2\\_SKU:SEN0161-V2\\_1/6](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Gravity:_Analog_pH_Sensor/Meter_Kit_V2_SKU:SEN0161-V2_1/6).
- [10] Maxim Integrated, "DATASHEET DS18B20," 2019. <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>.
- [11] DFRobot, "DATASHEET TURBIDITY," 2017. [https://wiki.dfrobot.com/Turbidity\\_sensor\\_SKU\\_\\_SEN0189](https://wiki.dfrobot.com/Turbidity_sensor_SKU__SEN0189).