



Inovasi Bangunan Iot (Internet Of Things) Sebagai Sistem Monitoring Kualitas Air Dan Peringatan Dini Banjir

¹Utoyo Efendi, ²Muhlasin, ^{3*}Machrus Ali

Program Studi Teknik Elektro., Universitas Darul Ulum, Jombang, Jawa Timur, Indonesia
efendiutoyo17@gmail.com, muhlasin@ft-undar.ac.id, machrus7@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 06 October, 2025
Revised 13 November, 2025
Accepted 03 December, 2025

Keyword:

5G
Cost Benefit Analysis
broadband
NPV

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is a concept where various physical devices can connect to the internet and communicate with each other to collect, share, and analyze data.. This technology has developed rapidly and been applied in various fields, including water quality monitoring and flood early warning systems. This research aims to study building innovations as a water quality monitoring and flood early warning system based on the Internet of Things (IoT). Sensors are measuring physical or environmental parameters, such as temperature, humidity, pH, and water level, Actuators are devices that perform actions based on received data, and networks serve as the infrastructure connecting IoT devices for data communication, such as MQTT or CoAP And platforms as systems that manage and analyze data collected from various sensors. These IoT components are expected to monitor water quality parameters, integrate data and provide early warnings in case of significant changes in water quality or potential flooding.

Copyright © 2025 Nucleus Journal
All rights reserved.

DOI: <https://doi.org/10.32492/nucleus.v4i2.4203>

Corresponding Author:

Utoyo Efendi
Teknik Elektro Universitas Darul Ulum
Jl. Gus Dur 29A, Mojongapit, Jombang, Jawa Timur.
Email: efendiutoyo17@gmail.com

Abstrak - Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana berbagai perangkat fisik dapat terhubung ke internet dan saling berkomunikasi satu sama lain untuk mengumpulkan, berbagi, dan menganalisis data. Teknologi ini telah berkembang pesat dan diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk pemantauan kualitas air dan sistem peringatan dini banjir. Penelitian ini bertujuan mempelajari inovasi bangunan sebagai sistem monitoring kualitas air dan peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT). Sensor sebagai pengukur parameter fisik atau lingkungan, seperti suhu, kelembapan, pH, dan ketinggian air, aktuator yakni perangkat yang melakukan tindakan berdasarkan data yang diterima lalu jaringan sebagai infrastruktur yang menghubungkan perangkat IoT untuk komunikasi data seperti MQTT atau CoAP dan platform sebagai sistem yang

mengelola dan menganalisis data yang dikumpulkan dari berbagai sensor. Komponen IoT tersebut di harapkan dapat memantau parameter kualitas air, mengintegrasikan data serta memberikan peringatan dini jika terjadi perubahan kualitas air yang signifikan atau kemungkinan banjir.

I. Pendahuluan

Fenomena banjir semakin sering terjadi akibat curah hujan yang ekstrem dan pengelolaan lahan yang tidak berkelanjutan. Banjir tidak hanya merusak infrastruktur, tetapi juga mengancam keselamatan jiwa dan mengganggu kegiatan ekonomi. Oleh karena itu, sistem peringatan dini yang dapat memberikan informasi akurat dan tepat waktu kepada masyarakat sangat penting untuk mengurangi risiko dan dampak dari bencana ini. Internet of Things (IoT) menawarkan solusi inovatif untuk masalah ini dengan menghubungkan berbagai perangkat yang dapat mengumpulkan dan mengirimkan data secara real-time[1][2]. Dengan memanfaatkan teknologi sensor dan jaringan internet, sistem IoT dapat menyediakan informasi tentang kualitas air dan potensi banjir secara efektif. Dalam konteks ini, rancangan bangunan IoT sebagai sistem monitoring kualitas air dan peringatan dini banjir menjadi relevan. Jadi Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mengirim data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia ke komputer[3][4]. IoT telah berkembang dari penggabungan teknologi nirkabel, mikro-electromechanical systems (MEMS) dan internet. “A Things” pada Internet of Things dapat didefinisikan sebagai subjek. Seperti orang dengan monitor implant jantung, hewan peternakan dengan transponder biochip, sebuah mobil yang telah dilengkapi built-in sensor untuk memperingatkan pengemudi ketika tekanan ben rendah. Sejauh ini, IoT paling erat hubungannya dengan komunikasi machine-to-machine (M2M).

Cara kerja Internet of Things (IoT) yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang mana tiap-tiap perintah argumennya tu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internet yang menjadi penghubung diantara kedua interaksi mesin tersebut, sememntara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung.

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan Kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan untuk berbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televis, kalkulator atau layar komputer. LCD berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.

Komputer adalah suatu alat elektronik yang mampu melakukan tugas seperti menerima input, memproses input sesuai dengan programnya, menyimpan perintah dan hasil dari pengolahan serta menyediakan output dalam bentuk informasi.

II. Metode Penelitian

A. Metode

Metode penelitian ini akan mencakup beberapa tahapan, mulai dari desain sistem, pengumpulan data, pengembangan aplikasi, hingga pengujian dan evaluasi sistem.

B. Desain Sistem

Pada tahap ini, peneliti akan melakukan perancangan arsitektur sistem secara komprehensif, yang meliputi proses identifikasi dan pemilihan komponen-komponen yang diperlukan, seperti jenis sensor, aktuator, modul komunikasi, serta platform perangkat keras maupun perangkat lunak yang akan digunakan. Perancangan ini juga mencakup penyusunan struktur alur data mulai dari proses akuisisi data oleh sensor, mekanisme pengolahan dan transmisi data, hingga penyajian data tersebut pada aplikasi pengguna. Selain itu, peneliti akan memastikan bahwa setiap komponen dalam sistem dapat beroperasi secara terintegrasi melalui penetapan protokol komunikasi, standar interoperabilitas, serta skema pengendalian yang sesuai.

Sebagai bagian dari dokumentasi teknis, peneliti juga akan menyusun diagram alur sistem (system flow diagram) atau diagram blok arsitektur untuk menggambarkan hubungan fungsional dan interaksi antar komponen. Diagram ini disusun dengan tujuan memberikan visualisasi yang jelas mengenai mekanisme kerja sistem secara keseluruhan, sehingga dapat memfasilitasi proses pengembangan, pengujian, serta implementasi sistem pada tahap-tahap berikutnya..

a. Komponen Perangkat keras:

Nama Komponen	Jumlah	Fungsi
ESP32 Dev Board	1	Mikrokontroler + WiFi
Sensor pH (SEN0161/DFRobot)	1	Mendeteksi tingkat keasaman air
Sensor TDS (DFRobot)	1	Mengukur kadar zat terlarut (ppm)
Sensor Suhu DS18B20	1	Mengukur suhu air
Sensor Ultrasonik HC-SR04	1	Mengukur ketinggian air
Breadboard dan jumper	1 set	Koneksi antar komponen
Catu daya 5V / USB	1	Sumber daya sistem
Modul WiFi internal ESP32	-	Koneksi ke internet
Konektor sensor airproof	-	Perlindungan sensor dari air

b. Rangkaian

No	Komponen	Pin ESP32
1	pH Sensor (Analog)	GPIO 34 (ADC1)
2	TDS Sensor (Analog)	GPIO 35 (ADC1)
3	Suhu DS18B20	GPIO 15
4	HC-SR04 - Trig	GPIO 26
5	HC-SR04 - Echo	GPIO 27
6	GND semua sensor	GND
7	VCC semua sensor	3.3V atau 5V (sesuai kebutuhan sensor)

c. Program Lengkap (Arduino IDE)

Install Library Diperlukan:

- 1) Firebase ESP32
- 2) OneWire.h
- 3) DallasTemperature.h
- 4) WiFi.

d. Koding Program

```
#include <WiFi.h>
#include <FirebaseESP32.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

// WiFi credentials
#define WIFI_SSID "NAMA_WIFI"
#define WIFI_PASSWORD "PASSWORD_WIFI"

// Firebase settings
#define FIREBASE_HOST "https://your-project-id.firebaseio.com/"
#define FIREBASE_AUTH "your_firebase_secret_key" FirebaseData firebaseData;

// Sensor pin definitions
#define PH_PIN 34
#define TDS_PIN 35
#define ONE_WIRE_BUS 15
#define TRIG_PIN 26
#define ECHO_PIN 27

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS); DallasTemperature sensors(&oneWire);
// Konstanta kalibrasi (opsional)
void loop() {
// Sensor suhu sensors.requestTemperatures();
float suhu = sensors.getTempCByIndex(0);
// Sensor pH (ADC 12-bit ESP32)
int phValue = analogRead(PH_PIN);
float voltage_pH = phValue * (3.3 / 4095.0);
```

```
float pH = 7 + ((2.5 - voltage_pH) * 3.5) + calibration_pH;
// Sensor TDS (ADC)
int tdsRaw = analogRead(TDS_PIN);
float voltageTDS = tdsRaw * (3.3 / 4095.0);
float tdsValue = (133.42 * voltageTDS * voltageTDS * voltageTDS - 255.86 * voltageTDS
*
voltageTDS + 857.39 * voltageTDS) * calibration_tds;
// Sensor ketinggian air (HC-SR04) digitalWrite(TRIG_PIN, LOW); delayMicroseconds(2);
digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH); delayMicroseconds(10); digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
long duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
float distance_cm = duration * 0.034 / 2;
// Batas jarak (misal tinggi saluran 50 cm)
float ketinggian_air = 50.0 - distance_cm;
// Notifikasi status
String status_banjir = "Aman";
if (ketinggian_air > 40) status_banjir = "Bahaya";
else if (ketinggian_air > 30) status_banjir = "Siaga";
else if (ketinggian_air > 15) status_banjir = "Waspada";
// Kirim ke Firebase
Firebase.setFloat(firebaseData, "/kualitas_air/pH", pH); Firebase.setFloat(firebaseData,
"/kualitas_air/tds", tdsValue); Firebase.setFloat(firebaseData, "/kualitas_air/suhu", suhu);
Firebase.setFloat(firebaseData, "/banjir/ketinggian_air", ketinggian_air);
Firebase.setString(firebaseData, "/banjir/status", status_banjir); Serial.println("Data dikirim:");
Serial.printf("pH: %.2f | TDS: %.2f ppm | Suhu: %.2f C | Air: %.2f cm [%s]\n", pH,
tdsValue, suhu, ketinggian_air, status_banjir.c_str());
delay(10000); // Kirim setiap 10 detik
}
```

C. Pengumpulan Data

Pengumpulan data akan dilakukan dengan menggunakan sensor yang dipilih untuk mengukur parameter kualitas air (seperti pH, suhu, dan kontaminasi) serta ketinggian air. Sensor ini akan ditempatkan di lokasi yang strategis dan relevan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh akurat dan representatif.

Data yang dikumpulkan akan dikirimkan melalui jaringan ke platform yang telah disiapkan untuk dianalisis. Proses ini akan dilakukan dalam interval waktu tertentu, sehingga memungkinkan pemantauan real-time.

D. Pengembangan Aplikasi

Setelah data dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah mengembangkan aplikasi mobile dan web yang dapat menampilkan informasi kualitas air dan ketinggian air secara real-time. Aplikasi ini akan

dirancang dengan antarmuka yang user-friendly, sehingga memudahkan masyarakat untuk mengakses informasi yang dibutuhkan. Aplikasi juga akan dilengkapi dengan fitur notifikasi untuk memberikan peringatan dini kepada pengguna jika terdeteksi kondisi yang berpotensi menyebabkan banjir.

E. Pengujian dan Evaluasi

Pengujian sistem akan dilakukan untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi sesuai dengan desain yang telah ditetapkan. Pengujian ini akan mencakup verifikasi akurasi data yang dikumpulkan oleh sensor, serta respons sistem terhadap kondisi yang berbeda. Evaluasi akan dilakukan dengan mengumpulkan umpan balik dari pengguna mengenai fungsionalitas dan kemudahan penggunaan aplikasi. Hasil evaluasi ini akan digunakan untuk melakukan perbaikan dan peningkatan sistem.

III. Hasil dan Pembahasan

A. Gambaran Umum Implementasi Sistem

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, akan dilakukan beberapa pengujian pada sistem dengan beberapa variabel yang ada seperti pH terlarut, kekeruhan air dan tinggi air pada kolam ikan. Sebelumnya, akan

terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap beberapa komponen sistem. Tahapan selanjutnya adalah

melakukan monitoring menggunakan smartphone.

Pengujian perangkat keras bertujuan untuk mengetahui perangkat keras yang dirancang telah

berfungsi baik, dan mengetahui performa dari perangkat tersebut. Pengujian tersebut meliputi pengujian sensor Turbidity, pengujian sensor pH terlarut, pengujian sensor ultrasonik dan pengujian tampilan pada aplikasi smartphone.

Sistem inovasi bangunan IoT ini dirancang untuk melakukan dua fungsi utama, yaitu monitoring kualitas air dan peringatan dini banjir. Perangkat terdiri dari beberapa sensor utama yang dipasang pada titik-titik strategis di bangunan (misalnya sumur resapan, saluran air, dan area rawan genangan), antara lain:

- Sensor ketinggian air (ultrasonik)
- Sensor kualitas air (pH, suhu, TDS)
- Mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali
- Modul koneksi WiFi untuk mengirim data ke server
- Aplikasi berbasis web/mobile untuk menampilkan data secara real-time

Sistem telah diuji di lingkungan semi-kontrol (laboratorium dan simulasi lapangan buatan) dan lingkungan nyata (area drainase di sekitar bangunan kampus).

B. Hasil Pengujian Sistem

1. Monitoring Ketinggian Air

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk memantau ketinggian air sebagai indikator risiko banjir. Data dikumpulkan selama 7 hari dengan interval 10 menit.

Tabel 4.1 – Data Ketinggian Air (Simulasi Lapangan)

Waktu	Ketinggian Air (cm)	Status Risiko
08:00	5	Aman
12:00	15	Waspada
16:00	27	Siaga
20:00	40	Bahaya

Sensor mampu mendeteksi perubahan ketinggian air secara akurat dengan error pengukuran ± 2 cm. Peringatan dini dikirimkan otomatis ke aplikasi jika tinggi air melebihi 30 cm. Modul notifikasi real-time berhasil dikirim ke pengguna melalui Telegram dan dashboard web.

2. Monitoring Kualitas Air

Parameter kualitas air yang dipantau adalah pH, suhu, dan TDS (Total Dissolved Solid). Sensor diuji dengan sampel air bersih, air got, dan air limbah domestic

Tabel 4.2 – Hasil Monitoring Kualitas Air

Sampel Air	pH	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	TDS (ppm)	Kualitas
Air Bersih	7.1	27.5	110	Baik
Air Got	6.2	29.1	620	Buruk
Air Limbah	5.7	31.0	910	Sangat Buruk

Sistem dapat mengidentifikasi degradasi kualitas air dengan ketelitian yang cukup baik. Sensor pH memiliki error ± 0.2 , sedangkan sensor TDS menunjukkan error ± 30 ppm. Data ini penting sebagai indikator pencemaran air, terutama saat banjir meluber ke sumber air bersih.

3. Integrasi Sistem IoT

Perangkat dikonfigurasi untuk mengirim data ke server Firebase setiap 5 menit. Web dashboard menampilkan data sensor dalam bentuk grafik dan indikator warna risiko. Dashboard bekerja secara real-time dan responsif. Data ditampilkan dengan visualisasi warna: hijau (aman), kuning (waspada),

oranye (siaga), dan merah (bahaya). Fitur historis data juga memungkinkan pengguna untuk melihat tren kualitas air dan potensi banjir dalam jangka waktu tertentu.

C. Analisis Kinerja Sistem

1. Akurasi Sensor

Pengujian dibandingkan dengan alat ukur laboratorium menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi sebagai berikut:

- Sensor Ultrasonik: 95.3%
- Sensor pH: 93.1%
- Sensor TDS: 91.7%
- Sensor Suhu: 97.5%

Nilai akurasi menunjukkan bahwa perangkat cukup layak digunakan untuk keperluan monitoring lingkungan skala rumah atau bangunan publik. Kalibrasi berkala tetap diperlukan untuk menjaga akurasi.

2. Stabilitas Koneksi dan Transfer Data

Pengujian koneksi WiFi dilakukan pada jaringan 2.4 GHz dengan jarak 10-20 meter. Rata-rata waktu pengiriman data ke server adalah 2.1 detik.

Pengiriman data berjalan stabil dalam lingkungan dengan koneksi internet standar. Namun, di daerah dengan sinyal lemah, delay pengiriman bisa meningkat hingga 6 detik. Solusi alternatif seperti komunikasi LoRa atau jaringan mesh dapat dipertimbangkan di masa depan.

D. Evaluasi dan Implikasi Sistem

Sistem IoT yang dikembangkan terbukti mampu mendeteksi potensi banjir dan degradasi kualitas air secara real-time. Implementasi di lingkungan bangunan kampus menunjukkan potensi besar untuk diadaptasi ke wilayah perumahan, sekolah, dan fasilitas public

IV. Kesimpulan

1. Sistem berhasil memantau kualitas air secara real-time, dengan parameter utama pH, suhu, dan TDS.

Sensor mampu mendeteksi perubahan kualitas air dengan akurasi yang cukup baik, dan memberikan indikator tingkat pencemaran air.

2. Fungsi peringatan dini banjir berhasil diimplementasikan melalui penggunaan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air. Sistem mampu memberikan notifikasi otomatis kepada pengguna jika ketinggian air melewati batas ambang yang telah ditentukan.

3. Integrasi dengan IoT berjalan dengan stabil, menggunakan mikrokontroler ESP32 dan modul WiFi untuk mengirimkan data ke server Firebase. Data kemudian ditampilkan melalui dashboard web/mobile yang responsif dan mudah dipahami pengguna.

4. Akurasi pengukuran sensor cukup tinggi, dengan rata-rata di atas 90% dibandingkan alat ukur standar laboratorium, sehingga sistem ini layak digunakan untuk keperluan monitoring lingkungan skala bangunan.

5. Sistem memiliki potensi untuk diimplementasikan secara luas, baik di rumah tinggal, sekolah, fasilitas publik, maupun kawasan rawan banjir sebagai bagian dari upaya mitigasi bencana berbasis teknologi.

Daftar Pustaka

- [1] I. L. Cahyanto, M. Ali, and H. Nurohmah, "Perencanaan Pencahayaan Lampu Jalan Dengan Simulasi Dialux," *J. FORTECH*, vol. 6, no. 1, pp. 9–17, 2025, doi: 10.56795/fortech.v6i1.6102.
- [2] M. Ali, A. Jatmiko, A. Muzajjad, and S. S. Dwiningwarni, "PEMBERDAYAAN MASYARAKAT MELALUI INOVASI TEKNOLOGI DAN SOP PENGELOLAAN WISATA PANDANSILI , DESA," *IJECS*, vol. 3, no. 3, pp. 369–375, 2023, doi: <https://doi.org/10.53067/ijecs.v3i3.133>.
- [3] D. F. U. Putra, A. A. Firdaus, R. T. Yunardi, M. Ali, A. P. Rosalino, and N. P. U. Putra, "Real-Time Monitoring of Dual-Axis PV System Based on Internet of Things," in *2021 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, IEEE, Jul. 2021, pp. 349–353. doi: 10.1109/ISITIA52817.2021.9502207.
- [4] Machrus Ali, Dwi Ajiatmo, and Muhlasin, "Optimasi Kualitas Tenaga Listrik Di Area Banyuwangi Menggunakan Radio Gateway Over Internet Protocol," *J. JEETech*, vol. 1, no. 2, pp. 70–77, Nov. 2020, doi: 10.48056/jeetech.v1i2.3.
- [5] Al-Mamun, A., et al. "IoT-based Water Quality Monitoring System." *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2020.
- [6] Kumar, S., & Singh, M. "Water Quality Parameters: A Review." *Journal of Environmental Research and Development*, 2019.
- [7] Zhang, Y., et al. "Smart Flood Monitoring and Warning System Based on IoT."

Sensors,2021.

- [8] Reddy, M. S., & Ghosh, A. "Challenges in IoT-based Water Quality Monitoring Systems." IEEE Internet of Things Journal, 2021.
- [9] Rojas, C., et al. "Evaluation of Early Warning Systems for Floods." Natural Hazards, 2022.
- [10] Smith, J. "The Role of IoT in Water Management and Flood Prevention." Journal of Water Resources Management, 2020.