



## PENERAPAN METODE THRESHOLD (AMBANG BATAS) DALAM DETEKSI KEBOCORAN PIPA AIR SECARA REAL TIME

**Oktaviana Nursyahbani<sup>2</sup>, Awit Marwati Sakinah, S.Si., M.Stat,**

Program Studi Teknik Informatika, STMIK DCI

Email: [oktaviananursyahbani@gmail.com](mailto:oktaviananursyahbani@gmail.com)

Email: [awitsakinah@gmail.com](mailto:awitsakinah@gmail.com)

### ABSTRAK

Kebocoran pada jaringan distribusi air bersih merupakan permasalahan yang dapat menyebabkan kerugian besar jika tidak terdeteksi secara dini. Sistem deteksi konvensional yang masih mengandalkan inspeksi manual dan laporan masyarakat memiliki banyak keterbatasan, seperti keterlambatan penanganan, ketidakakuratan lokasi kebocoran, serta tidak adanya data historis untuk evaluasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi kebocoran air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan metode threshold (ambang batas) agar pemantauan dapat dilakukan secara real-time dan otomatis. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama, sensor YF-S201 untuk mengukur laju aliran air, serta LCD I2C dan buzzer sebagai output lokal. Data debit air yang terbaca dikirim ke server web melalui koneksi Wi-Fi dan ditampilkan pada antarmuka berbasis HTML, PHP, dan JavaScript. Metode threshold diterapkan untuk menentukan status aliran: normal, potensi kebocoran, atau kebocoran aktif berdasarkan pembacaan sensor yang berada di bawah nilai ambang batas tertentu selama beberapa waktu berturut-turut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca aliran air secara akurat, mendeteksi kebocoran dengan cepat, serta memberikan notifikasi visual dan suara. Selain itu, sistem dapat menampilkan grafik dan histori aliran secara real-time melalui web. Dengan demikian, sistem ini efektif sebagai solusi awal untuk meningkatkan efisiensi deteksi kebocoran air secara otomatis dan berbasis data.

**Kata Kunci:** Kebocoran air, Internet of Things, threshold, sensor aliran air, NodeMCU, sistem monitoring.

### I. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan mendasar bagi kehidupan manusia dan pembangunan berkelanjutan. Namun, dalam proses distribusinya, seringkali terjadi kebocoran pada jaringan pipa yang menyebabkan kerugian signifikan, baik dari segi ekonomi maupun ketersediaan air. Kebocoran pipa distribusi air dapat mengakibatkan kerugian yang cukup besar bagi semua pihak yang terlibat, baik

itu penyalur maupun konsumen. Oleh karena itu, deteksi dini terhadap kebocoran pipa menjadi hal yang sangat penting untuk menjaga efisiensi distribusi air.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mendeteksi kebocoran pada pipa air, mulai dari pendekatan manual hingga otomatis. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan metode threshold (ambang batas), di mana nilai

ambang tertentu ditetapkan untuk parameter seperti tekanan atau laju aliran air. Jika terjadi penyimpangan dari nilai normal, maka dapat diindikasikan adanya kebocoran. mengembangkan sistem deteksi kebocoran menggunakan sensor tekanan berbasis PID-Fuzzy, yang dapat menyesuaikan parameter kontrol secara otomatis berdasarkan nilai error yang diperoleh dari pembacaan sensor.

Implementasi metode threshold dalam sistem deteksi kebocoran secara real-time memerlukan integrasi dengan sensor yang mampu memantau perubahan secara kontinu. Sistem ini harus mampu membedakan antara fluktuasi normal dan indikasi kebocoran, serta memberikan peringatan dini untuk tindakan perbaikan.

merancang sistem deteksi kebocoran pipa berbasis IoT dengan memanfaatkan sensor aliran air dan sensor ultrasonik, yang memungkinkan pemantauan secara real-time melalui antarmuka web. Sistem ini mampu mendeteksi kebocoran dengan akurasi tinggi dan memberikan notifikasi kepada pengguna secara langsung.

Dengan mempertimbangkan pentingnya konservasi air dan efisiensi operasional jaringan distribusi, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi penerapan metode threshold dalam deteksi kebocoran pipa air secara real-time. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan keandalan sistem distribusi air, mengurangi kehilangan air, dan mendukung pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Untuk menerapkan metode threshold dalam mendeteksi kebocoran pipa air berdasarkan data tekanan atau aliran yang diukur secara kontinu.

2. Untuk merancang dan membangun sistem pemantauan kebocoran pipa air yang mampu memberikan notifikasi secara langsung ketika terjadi kebocoran.
3. Untuk mengevaluasi kinerja metode threshold dalam membedakan antara kondisi normal dan indikasi kebocoran pada sistem distribusi air.
4. Untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemeliharaan jaringan distribusi air melalui sistem deteksi dini yang andal dan terjangkau.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Kebocoran

Menurut Purwanto (2019), kebocoran air adalah salah satu masalah utama yang dihadapi oleh banyak kota di dunia, terutama di daerah dengan infrastruktur pipa yang sudah usang. Pengidentifikasian kebocoran sejak dini sangat penting untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan. Sampah Organik merupakan sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan hayati yang dapat didegradasi oleh mikroba atau bersifat biodegradable. Sampah ini dapat diuraikan melalui proses alami dengan mudah. Contoh dari sampah organik yaitu sisa-sisa makanan, sayuran, kulit buah, daun Purwanto (2019).

### 2.2 Deteksi

Menurut Santoso (2020), deteksi berbasis sensor memanfaatkan perubahan parameter fisik, seperti tekanan atau aliran, untuk mengidentifikasi adanya gangguan dalam sistem. Salah satu metode deteksi yang populer adalah penggunaan sensor aliran air yang mampu memantau volume air yang melewati pipa secara real-time.

### **2.3 Metode Threshold (Ambang Batas)**

Metode threshold atau metode ambang batas merupakan teknik dasar dalam pengolahan citra dan data numerik yang digunakan untuk melakukan klasifikasi berdasarkan nilai tertentu. Konsep dasar dari metode ini adalah menetapkan satu atau lebih nilai ambang untuk memisahkan data ke dalam kategori tertentu. Dalam konteks pengolahan citra, threshold digunakan untuk mengubah citra berwarna atau grayscale menjadi citra biner (hitam-putih), dengan menentukan apakah suatu piksel tergolong ke dalam objek atau latar belakang berdasarkan intensitas warna (Gonzalez & Woods, 2018).

### **2.4 Pipa**

Pipa adalah salah satu komponen utama dalam sistem distribusi air, yang berfungsi untuk mengalirkan air dari sumber ke konsumen. Pipa air dapat terbuat dari berbagai material, seperti PVC, besi, atau baja, yang masing-masing memiliki karakteristik dan kekuatan yang berbeda. Pipa yang digunakan dalam distribusi air harus memiliki ketahanan terhadap tekanan air dan faktor eksternal lainnya, seperti suhu dan beban fisis. (Hermawan 2020).

### **2.5 YF-S201 Water Flow Sensor**

Sensor aliran air YF-S201 digunakan untuk mengukur laju aliran air dalam pipa. Sensor ini bekerja dengan prinsip mekanik, di mana aliran air yang melewati sensor akan menggerakkan roda gigi yang terhubung dengan sensor optik. Perputaran roda gigi ini kemudian diubah menjadi sinyal listrik yang dapat dibaca oleh mikrokontroler untuk dihitung dan diproses (Junaedi 2020).

### **2.6 Speaker Buzzer Alarm Motherboard**

Speaker buzzer alarm digunakan untuk memberikan notifikasi suara saat terdeteksi adanya kebocoran pipa atau perubahan abnormal dalam sistem aliran air. Buzzer ini bekerja dengan mengeluarkan suara peringatan sebagai respons terhadap sinyal dari mikrokontroler yang menunjukkan adanya kebocoran (Nursalim 2019).

### **2.7 Web**

web berbasis teknologi IoT sangat efisien dalam menghubungkan pengguna dengan perangkat fisik, memberikan kontrol dan monitoring yang lebih baik dalam berbagai aplikasi (Wulandari 2021).

### **2.8 HTML**

HTML memiliki peran penting dalam mendefinisikan elemen-elemen dasar halaman web seperti teks, gambar, tautan, dan form. Dalam sistem ini, HTML digunakan untuk menampilkan informasi tentang aliran air dan status kebocoran secara jelas dan terstruktur (Setiawan 2021).

### **2.9 PHP**

PHP (Hypertext Preprocessor) adalah bahasa pemrograman server-side yang digunakan dalam pengembangan web dinamis. Dalam sistem ini, PHP berfungsi untuk memproses dan mengelola data yang dikirimkan oleh mikrokontroler, serta menampilkannya melalui antarmuka web. PHP sangat berguna dalam interaksi antara pengguna dan server, karena dapat menangani permintaan data secara efisien (Hartono 2020).

### **2.10 CSS**

CSS (Cascading Style Sheets) digunakan untuk mendesain tampilan halaman web, termasuk elemen-elemen yang ditampilkan seperti teks, gambar,

dan tabel. CSS memungkinkan pengaturan tata letak dan desain visual halaman web secara efisien, sehingga halaman web yang dihasilkan lebih menarik dan mudah dinavigasi. Menurut (Wulandari (2020).

### 2.11 Javascript

JavaScript adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk menambahkan interaktivitas pada halaman web. Dalam sistem ini, JavaScript digunakan untuk mengelola tampilan data secara dinamis, seperti memperbarui informasi aliran air atau status kebocoran tanpa harus me-refresh halaman. JavaScript memungkinkan pengguna untuk melihat perubahan data secara real-time dan memberikan pengalaman pengguna yang lebih interaktif. (Menurut Taufik (2020).

### 2.12 MYSQL

MySQL adalah sistem manajemen basis data relasional yang digunakan untuk menyimpan dan mengelola data dalam sistem ini. MySQL digunakan untuk menyimpan data historis tentang aliran air dan kebocoran pipa, yang kemudian dapat dianalisis untuk mendeteksi tren atau anomali. Menurut (Hartono (2021).

## III. ANALISIS MASALAH

Analisis masalah dilakukan untuk mengidentifikasi berbagai kendala dan kekurangan yang terdapat pada sistem konvensional dalam distribusi air bersih, khususnya yang belum menerapkan pemantauan otomatis berbasis teknologi. Sistem konvensional umumnya masih bergantung pada inspeksi manual dan laporan dari masyarakat ketika terjadi gangguan aliran, yang menyebabkan deteksi kebocoran menjadi lambat dan tidak akurat. Ketiadaan sistem monitoring real-time menyebabkan keterlambatan dalam mengetahui adanya anomali pada aliran atau tekanan air. Hal ini berdampak

pada lambatnya penanganan dan berpotensi menimbulkan kerugian lebih besar akibat kebocoran yang tidak segera teratasi. Selain itu, tidak tersedianya data historis

### 1. Analisis Penggunaan Manual

Sistem deteksi kebocoran air yang masih bersifat manual memiliki banyak keterbatasan, baik dari sisi teknis maupun efisiensi operasional. Dalam sistem ini, pemantauan kondisi jaringan pipa dilakukan secara berkala oleh petugas lapangan dengan metode visual atau pengecekan langsung pada titik-titik tertentu. Pendekatan ini tidak hanya memerlukan waktu dan tenaga kerja yang besar, tetapi juga rentan terhadap keterlambatan dalam mendeteksi kebocoran yang bersifat mendadak. Pencatatan data umumnya masih dilakukan secara manual di buku laporan atau formulir cetak, sehingga tidak tersedia basis data digital yang dapat diakses dan dianalisis untuk keperluan evaluasi. Akibatnya, proses perencanaan pemeliharaan dan pengambilan keputusan menjadi kurang akurat dan tidak berbasis data historis yang kuat. Sistem manual ini juga tidak memiliki mekanisme notifikasi otomatis yang dapat memberikan peringatan dini kepada operator atau pihak terkait. Semua informasi mengenai gangguan aliran atau potensi kebocoran hanya dapat diketahui setelah adanya laporan dari masyarakat atau temuan petugas saat inspeksi.

**Tabel 3.1** Analisis Sistem Manual

Aspek	Deskripsi Sistem Manual
Pemantauan	Dilakukan secara berkala oleh petugas dengan pengecekan visual dan manual

Pencatatan Data	Dicatat secara manual di buku laporan tanpa sistem penyimpanan digital
Deteksi Kebocoran	Mengandalkan laporan masyarakat atau perubahan signifikan tekanan yang dirasakan pengguna
Waktu Respons	Lama, tergantung pelaporan dan ketersediaan petugas di lapangan
Notifikasi	Tidak tersedia sistem notifikasi otomatis, hanya melalui komunikasi manual
Akurasi Deteksi	Rendah, karena tidak didasarkan pada data sensor yang kontinu
Efisiensi Operasional	Tidak efisien, karena memerlukan tenaga kerja lebih dan waktu yang lama untuk inspeksi

#### IV. PERANCANGAN SISTEM

##### 4.1 Kebutuhan Sistem

##### 4.1.1 Perangkat Keras

Tabel 4.1 Perangkat Keras

Nama Hardware	Kegunaan
NodeMCU ESP8266	mikrokontroler utama yang memiliki kemampuan konektivitas Wi-Fi.
YF-S201 Water Flow	ensor untuk mengukur debit air dalam jaringan distribusi.

Power Supply	untuk memberikan daya pada sistem
--------------	-----------------------------------

##### 4.1.2 Perangkat Lunak

Tabel 4.2 Perangkat Lunak

Nama Software	Kegunaan
Program mikrokontroler	untuk membaca data dari sensor, menghitung nilai debit air, membandingkan dengan threshold, dan mengirim data ke server.
PHP	untuk menerima, menyimpan, dan memproses data.
MySQL	untuk menerima, menyimpan, dan memproses data.

##### 4.1.3 Antarmuka Monitoring

1Halaman web berbasis HTML, CSS, JavaScript, dan Chart.js untuk menampilkan status sistem dan data debit air secara real-time. Arsitektur ini memungkinkan sistem bekerja secara nirkabel, dengan data dikirim ke server secara berkala melalui koneksi internet dan ditampilkan secara langsung pada antarmuka pengguna.

##### 4.1.4 Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem mendeskripsikan tahapan operasional dari sistem deteksi kebocoran air, mulai dari pengambilan data hingga analisis dan notifikasi. Alur kerja tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pembacaan Data Sensor  
NodeMCU secara kontinu membaca sinyal pulsa dari sensor YF-S201 dan menghitung nilai debit air (L/min).



## 4.2 Rancangan Tabel

**Tabel 4.1 Rancangan Tabel Flow**

No	Field Name	Type	Width	Default	Constraints	Description
1	id	Int	11	Not Null	Digit	Id flow
2	time	Datetime		Not Null	Time	Menghitung waktu sekarang
3	flowrate	Double	20	Not Null	Decimal	Untuk mengukur sensor
4	totalLitres	Double	20	Not Null	Decimal	Menghitung total liter per detik

**Tabel 4.2 Rancangan Tabel Data Config**

No	Field Name	Type	Width	Default	Constraints	Description
1	id	int	11	Not Null	Digit	id konfigurasi
2	title	varchar	100	Not Null	Character	Judul aplikasi
3	tempat	varchar	100	Not Null	Character	Tempat
4	nama_app	varchar	100	Not Null	Character	Nama aplikasi
5	min_flow	double	Double	Not Null	Decimal	Minimal flowrate

**Tabel 4.3 Rancangan Tabel Admin**

No	Field Name	Type	Width	Default	Constraints	Description
1	id	int	11	Not Null	Digit	Id admin
2	nama	varchar	100	Not Null	Character	Nama Lengkap Admin
3	username	varchar	100	Not Null	Character	Username untuk login
4	password	varchar	100	Not Null	Character	Password login
5	haklogin	varchar	100	Not Null	Character	Hak Login Admin
6	login	char	2	Not Null	Character	Dijijinkan login (Ya, Tidak)

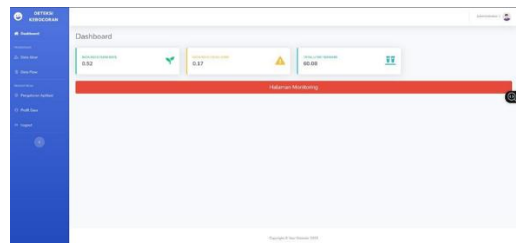
## V. IMPLEMENTASI

Dalam implementasi sistem deteksi kebocoran air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan metode threshold, digunakan kombinasi dari beberapa perangkat keras dan perangkat lunak untuk menunjang fungsionalitas sistem secara menyeluruh. Pemilihan komponen didasarkan pada kebutuhan sistem untuk memantau laju aliran air secara real-time, melakukan analisis threshold, menampilkan hasil, memberikan notifikasi, serta mengirim data ke server web.

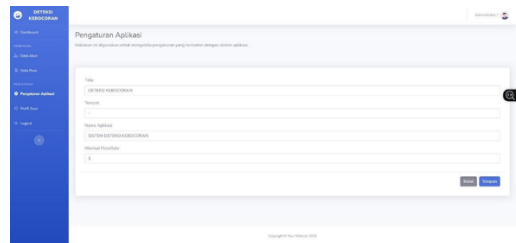
### 5.1 Implementasi Program



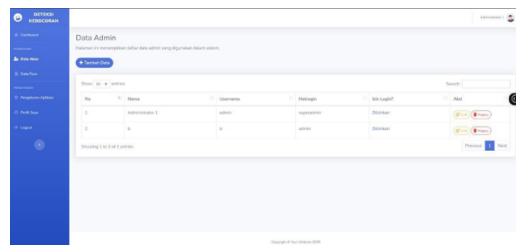
**Gambar 5.1 Halaman Login**



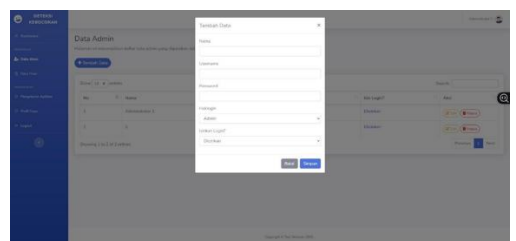
**Gambar 5.2 Halaman Dashboard**



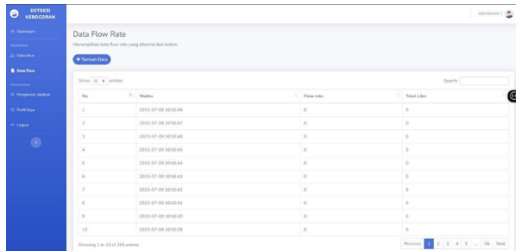
**Gambar 5.3 Halaman Pengaturan Aplikasi**



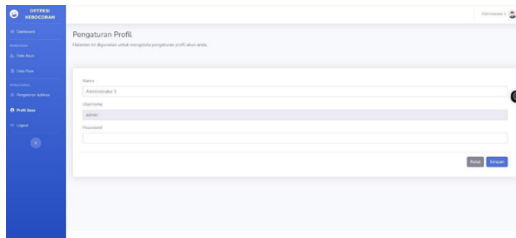
**Gambar 5.4 Halaman Data Admin**



**Gambar 5.5 Halaman Tambah Data Admin**



**Gambar 5.6** Halaman Data Flow Rate



**Gambar 5.7** Halaman Pengaturan Profil



**Gambar 5.8** Halaman Monitoring Aliran Air



**Gambar 5.9** Halaman Peringatan Kebocoran

## 5.2 Implementasi Perangkat



**Gambar 5.10** Rangkaian alat untuk keseluruhan

**Gambar 5.11** Rangkaian alat bagian dalam box untuk monitoring



**Gambar 5.12** Rangkaian alat untuk bagian water flow sensor



**Gambar 5.13** Rangkaian yang menghubungkan sensor ke sumber air



**Gambar 5.14** Pompa air sebagai simulasi untuk mengalirkan air

### 5.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dirancang dan dikembangkan dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi keandalan sistem dalam mendeteksi kebocoran air berdasarkan nilai ambang batas (threshold), mengevaluasi akurasi sensor, serta menilai kecepatan respon sistem dalam mengirimkan data dan menampilkan informasi secara real-time melalui antarmuka web.

#### 1. Pengujian Sensor Aliran Air YF-S201

Tabel 5. 1 Pengujian Sensor

No	Debit Aktual (L/min)	Pembacaan Sensor	Selisih	Persentase Error
1	5.00	4.95	0.05	1.00%
2	4.00	3.88	0.12	3.00%
3	3.00	2.90	0.10	3.33%
4	2.00	1.95	0.05	2.50%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi cukup tinggi dengan rata-rata error di bawah 5%, sehingga layak digunakan dalam sistem deteksi kebocoran.

#### 2. Pengujian Metode Threshold

Tabel 5. 2 Pengujian Metode Threshold

nario	Pembacaan Sensor (L/min)	Status yang Diharapkan	Status Sistem
A	4.50	Normal	Normal
B	2.80 (1x)	Potensi Kebocoran	Potensi Kebocoran
C	2.60 (2x berturut turut)	Kebocoran Aktif	Kebocoran Aktif

D	3.10	Normal	Normal
---	------	--------	--------

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap kemampuan sistem dalam mengklasifikasikan kondisi aliran air menjadi "Normal", "Potensi Kebocoran", dan "Kebocoran Aktif" sesuai logika threshold yang telah dirancang.

Skema Threshold:

1. Nilai threshold ditetapkan sebesar 3.00 L/min
2. Pembacaan di bawah threshold selama  $\geq 2$  kali berturut-turut akan menghasilkan status Kebocoran Aktif

Sistem berhasil mengklasifikasikan status sesuai ketentuan logika threshold, menampilkan status di LCD, dan menyimpan log ke database.

## VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi kebocoran air berbasis Internet of Things (IoT) dengan metode threshold telah berhasil dikembangkan dan berfungsi dengan baik.

1. Metode threshold berhasil diterapkan dalam mendeteksi kebocoran pipa air berdasarkan data debit aliran yang diukur secara kontinu. Sistem mampu mengklasifikasikan kondisi aliran menjadi tiga status utama, yaitu "Normal", "Potensi Kebocoran", dan "Kebocoran Aktif", dengan akurasi yang memadai.
2. Sistem pemantauan kebocoran yang dirancang mampu memberikan notifikasi secara langsung saat terjadi kebocoran aktif. Hal ini ditunjukkan dengan pengaktifan buzzer sebagai alarm dan penyajian informasi secara real-time melalui LCD serta antarmuka web.

3. Kinerja metode threshold dalam membedakan kondisi normal dan indikasi kebocoran telah dievaluasi dan menunjukkan hasil yang baik, dengan respons sistem yang cepat terhadap perubahan nilai debit. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 12(3), 56-68.
  4. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemeliharaan jaringan distribusi air dengan menyediakan deteksi dini yang andal dan terjangkau. Penggunaan teknologi IoT memungkinkan pemantauan jarak jauh, penyimpanan data otomatis, dan visualisasi data secara real-time, sehingga mengatasi keterbatasan sistem manual. *Setiawan, M. (2021). Pengembangan Aplikasi IoT dengan Web dan PHP untuk Sistem Pemantauan Infrastruktur Air. Jurnal Teknologi Otomasi*, 14(2), 85-97.
- Taufik, M. (2020). JavaScript untuk Interaktivitas Web dalam Aplikasi IoT untuk Pemantauan Infrastruktur Secara Real-Time. *Jurnal Teknologi dan Komputer*, 16(2), 129-141.
- Hartono, A. (2020). Pemrograman Web dengan PHP dan MySQL untuk Aplikasi IoT dalam Monitoring Infrastruktur. *Jurnal Sistem Informasi*, 18(3), 221-234.

## VII. DAFTAR PUSTAKA

- Purwanto, B. (2019). Tantangan dan Solusi Teknologi dalam Pengelolaan Infrastruktur Perkotaan. *Jurnal Sumber Daya Air*, 8(1), 12-23.
- Junaedi, S. (2020). Deteksi Masalah Aliran Air Menggunakan Sensor Aliran YF-S201 dalam Sistem IoT untuk Pemantauan Infrastruktur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 11(3), 99-108.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital Image Processing (4th ed.)*. Pearson Education.
- Nursalim, B. (2019). Penerapan Buzzer untuk Peringatan Masalah Aliran Air pada Sistem IoT. *Jurnal Teknik Elektronika*, 15(2), 76-84.
- Wulandari, R. (2020). Penggunaan HTML dan CSS dalam Aplikasi Web IoT untuk Pemantauan Sistem Infrastruktur. *Setiawan, M. (2021). Sistem Monitoring Aliran Air Menggunakan I2C dan LCD pada Platform IoT untuk Pemantauan Infrastruktur. Jurnal Teknologi Otomasi*, 13(4), 123-136.