

## SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN AIR PADA SALURAN AIR RUMAH BERBASIS IOT MENGGUNAKAN METODE K-NN

Syazwandy Harahap<sup>1</sup>, Agung Setia Budi<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>hrpwandy@student.ub.ac.id, <sup>2</sup>agungsetiabudi@ub.ac.id

### Abstrak

Ketersediaan air bersih selalu menjadi hal yang terpenting dalam membangun sebuah rumah. Ketersediaan air bersih merupakan hasil dari proses pengelolaan air dari sumber mata air yang alami maupun dari waduk buatan di daerah tertentu yang kemudian menyalurkan air bersih ke semua rumah. Namun tidak sedikit terjadinya masalah kebocoran pada saluran air rumah. Kebocoran ini bisa saja terjadi karena pecahnya pipa air, rusaknya kran, dan jika malfungsi pada penampung air di rumah. Tujuan penelitian adalah untuk mengimplementasikan sistem pendeteksi kebocoran air pada saluran air rumah berbasis IOT dengan metode K-NN, yang berfokus untuk mendeteksi, mengklasifikasikan kebocoran dan mencapai tingkat akuisisi serta akurasi tinggi. Penelitian menggunakan metode K-NN dengan memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk memfasilitasi pengiriman data dari sensor *water flow* yang selanjutnya digunakan dalam klasifikasi kebocoran air berdasarkan laju air. Pengujian sistem dilakukan dengan mengevaluasi akurasi pembacaan data sensor *water flow* dalam empat kondisi, bocor pada sensor A, B, C dan kondisi tanpa kebocoran. Hasil penelitian menunjukkan implementasi sistem telah berhasil dilaksanakan dengan berhasil terbuatnya sistem pendeteksi air yang berfungsi dengan baik dan efektif. Tingkat akurasi klasifikasi KNN mencapai 99% dan pengiriman data antar slave ke master mencapai 100% menggunakan Protokol ESPNow.

**Kata kunci:** kebocoran saluran air, sistem pendeteksi kebocoran, IOT, K-NN

### Abstract

*The availability of clean water is always the most important thing in building a house. The availability of clean water is the result of the water management process from natural springs or from artificial reservoirs in certain areas which then distribute clean water to all houses. However, there are many leakage problems in the house water line. This leakage can occur due to rupture of water pipes, damage to faucets, and if malfunctions in the water reservoir at home. The purpose of the research is to implement a water leak detection system in IOT-based home waterways with the K-NN method, which focuses on detecting, classifying leaks and achieving high acquisition rates and accuracy. The research uses the K-NN method by utilizing the NodeMCU ESP8266 microcontroller to facilitate the transmission of data from the water flow sensor which is then used in the classification of water leaks based on the water rate. System testing was carried out by evaluating the accuracy of water flow sensor data readings in four conditions, leaking on sensors A, B, C and conditions without leakage. The results show that the implementation of the system has been successfully carried out with the successful creation of a water detection system that functions properly and effectively. Accuracy of KNN Classification of this research reaches 99% and data delivery from slave to master reaches 100% with ESPNow Protocol.*

**Keywords:** water line leakage, leak detection system, IOT, K-NN

### 1. PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih selalu menjadi hal yang terpenting dalam membangun sebuah rumah. Ketersediaan air bersih merupakan hasil dari proses pengelolaan air dari sumber mata air yang alami maupun dari waduk buatan di daerah tertentu yang kemudian menyalurkan air bersih

ke semua rumah. Namun tidak sedikit terjadinya masalah kebocoran pada saluran air rumah. Kebocoran ini bisa saja terjadi karena pecahnya pipa air, rusaknya kran, dan jika malfungsi pada penampung air di rumah. Berdasarkan data yang diperoleh dari situs PDAM Tirta Benteng Tangerang, tingkat kehilangan air sebesar 33% menunjukkan bahwa operasional masih belum

efisien. Berdasarkan data yang diperoleh dari laporan tahun 2017, angka kehilangan air seluruh Indonesia masih sebesar 32,80%, sedangkan angka kehilangan air PDAM sehat sebesar 21,71 dan diperkirakan sebesar 20% (Kusuma, 2021).

Permasalahan ini juga biasanya bisa terdeteksi setelah terjadi nya kebocoran air yaitu pada saluran yang bisa dilihat secara langsung namun untuk yang sebaliknya akan susah untuk dideteksi (Budhiman, 2022). Salah satu cara untuk memeriksa kebocoran air secara manual adalah dengan mengecek meteran air. Dengan mengukur seberapa banyak pengeluaran nya setiap bulan. Jika terjadi kebocoran air pada pipa, maka akan sulit untuk melacak sumber kebocoran terjadi. Diperlukan waktu sehari-hari bagi pihak yang berwenang untuk melacak sumber kebocoran dan memperbaiki pipa. Sebagai akibat dari penundaan tersebut, sejumlah besar air hilang (Mahesh Kumar. D dan Jagadeep. T, 2022).

Terdapat penelitian terdahulu yang menggunakan pendekatan IoT dengan NodeMCU dan ESP8266 untuk mendeteksi kebocoran pada pipa air dengan sensor MPX10DP yang bisa membaca tekanan udara yang menjadi sensor utama dalam penelitian ini. Metode ini menggunakan aplikasi ThingSpeak sebagai platform tampilan data dari mikrokontroler (Mahesh Kumar. D dan Jagadeep. T, 2022).

Lalu terdapat penelitian lain yang menggunakan pendekatan Machine Learning dan jaringan nirkabel IEEE 802.15.4, penelitian ini memanfaatkan metode SVM, Naive Bayes, dan Multi Layer Perceptron. Dengan metode-metode dan penelitian sebelumnya, penulis akan membangun sistem pendeteksi kebocoran dengan menggunakan pendekatan Machine Learning algoritma K-Nearest Neighbor (Saputra, K., et al, 2022).

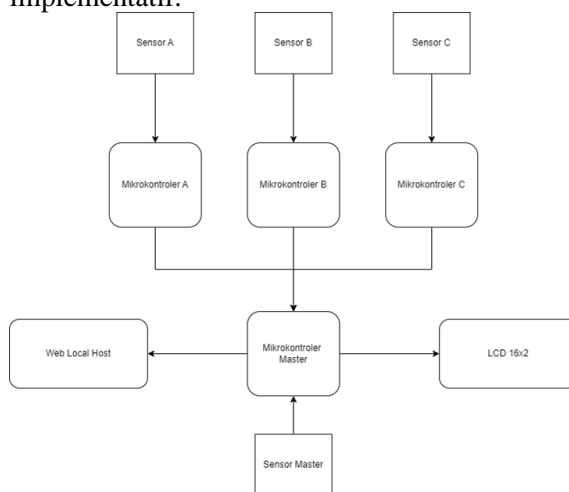
Berdasarkan referensi penelitian sebelumnya, sistem ini akan dibangun dengan water flow sensor, mikrokontroler NodeMCU ES8266, dan pemanfaatan algoritma KNN sebagai classifier untuk kebocoran air. Penelitian ini berawal dari data yang diambil dari sensor-sensor yang dipasang sebelum keran serta water flow sensor yang juga dipasangkan pada titik aliran setelah tandon air/sumber air. Dengan pemanfaatan metode K-NN sebagai algoritma utama dalam mengelola data yang didapatkan dari perangkat sensor IoT. Data akuisisi sensor akan diolah dalam mikro untuk

pengklasifikasian kebocoran air. Hasil klasifikasi kemudian akan ditampilkan monitor berupa LCD. Lalu, untuk deteksi titik kebocoran penulis akan menggunakan algoritma sederhana yang membandingkan nilai laju aliran air pada sensor dekat sumber air dengan sensor pada sensor-sensor dekat keran. Pada penelitian ini juga penulis menerapkan program web sederhana dengan localhost server berguna untuk menampilkan status kebocoran pada setiap area kebocoran dan hasil pembacaan flowrate pada setiap sensor yang mana hanya perlu diakses dengan menyambungkan ke perangkat IoT yang sudah aktif untuk dihubungkan melalui WiFi perangkat pengguna.

Penelitian ini juga diharapkan akan menjawab rumusan masalah dan tujuan serta memberi manfaat bagi implementasi kedepan. Diharapkan dari penelitian ini akan bisa digunakan ke dalam perumahan yang memerlukan sistem deteksi kebocoran saluran air yang *low-cost*, aksesibilitas tinggi dan mudah digunakan, serta *maintainable*.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

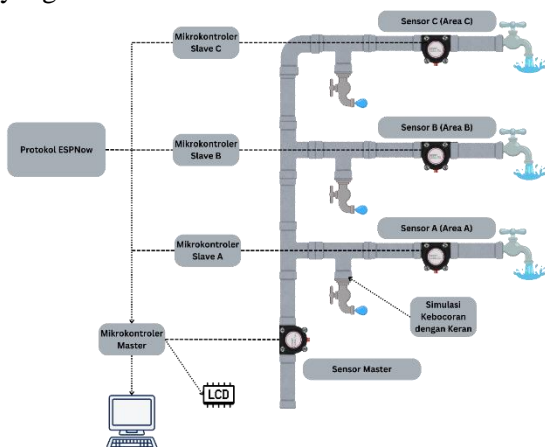
Penelitian ini menerapkan sistem IoT dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 memudahkan proses pengiriman data yang dikirimkan dari sensor water flow diklasifikasi kebocoran air berdasarkan laju air, kemudian hasilnya akan menampilkan titik-titik terjadinya kebocoran air dan klasifikasi kebocoran air. Penelitian ini termasuk tipe penelitian implementatif.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

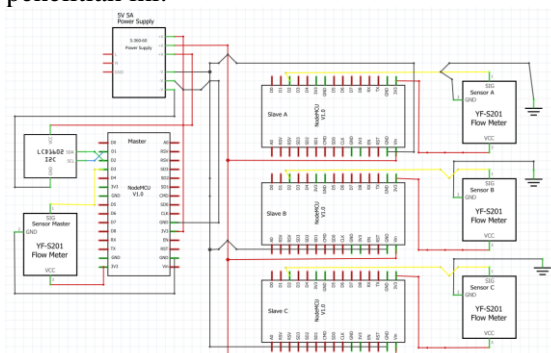
Penelitian ini diawali dengan perancangan arsitektur sistem secara keseluruhan seperti pada Gambar 1, sistem ini juga mengintegrasikan web dengan server localhost sebagai tampilan informasi utama selama berfungsinya sistem.

Komponen utama lain yaitu mikrokontroler ESP8266 sebagai komputasi utama, power supply 5V/5A sebagai penyedia daya listrik utama, Protokol ESPNow untuk komunikasi antar master dan slave. Dan protokol ESP8266WiFi sebagai protokol penghubung antara perangkat pengguna ke mikro master untuk melihat tampilan informasi hasil kebocoran dan bacaan sensor di web localhost yang disediakan.



Gambar 2. Arsitektur Sistem

Gambar 2 menunjukkan arsitektur sistem secara keseluruhan menyesuaikan konsep blok diagram diatas. Skematik perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 3. Protokol ESPNow tidak terlihat secara fisik, skematik ini hanya menunjukkan wiring perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3. Skematik Perangkat Keras

Skematik ini menunjukkan konfigurasi secara rinci mengenai wiring dan sambungan pin-pin oleh mikrokontroler ESP8266, sensor waterflow YS-F201 dan wiring ke power supply.



Gambar 4 Implementasi Perangkat Keras dengan Master

Implementasi diatas merupakan perangkat keras dari mikrokontroler master dan tiga mikrokontroler slave serta master akan dihubungkan dengan LCD 16x2 dan satu sensor waterflow yang menjadi sensor master.



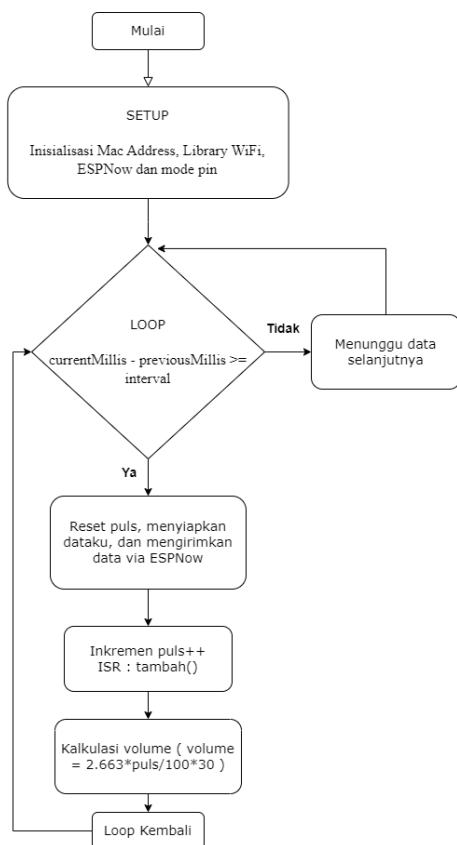
Gambar 5. Implementasi Perangkat Keras dengan Slave  
Pada Gambar 5 sistem diimplementasikan dengan bentuk L dikarenakan mempermudah persebaran air ke semua section. Ukuran dari ujung sumber masuknya air pada sistem ini ke ujung pipa sikut kurang lebih 70cm x 35cm. Dalam implementasi ini juga dipasangkan sensor waterflow sebagai sensor area A, B, C, yang terhubung dengan masing-masing mikrokontroler slave representatif setiap area juga. Sistem memanfaatkan daya listrik dari power supply S-60 untuk efesensi daya dan persebaran tegangan listrik yang stabil. Power supply ini juga dihubungkan ke sumber listrik eksternal. Sensor master diletakkan didekat sumber air masuk ke pipa yang berguna sebagai pembanding nilai keluaran. Sensor A, B, C akan dipasang diantara keran diujung setiap section dan keran simulator kebocoran. Sistem ini akan mendeteksi kebocoran air yang dilewati setelah sensor master dan sebelum sensor slave. Sistematis program yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengambilan data, pengolahan data, klasifikasi data dengan KNN dan pendeteksian kebocoran air. Pada Gambar 6 dibawah merupakan flowchart dari akuisisi data dari sensor waterflow. Data yang diambil satu persatu berdasarkan kondisi berbeda.

Sistem diawali dengan kalibrasi factor untuk pembilang konversi nilai flowrate yang masuk, hal ini dicoba sebelum memulai pengumpulan data. Parameter atau rumus untuk kalkulasi volume air yang masuk seperti rumus dibawah ini.

$$Volume\ air\ masuk = \frac{2.663 \times puls\ sensor}{100 \times 30} \quad (1)$$

Nilai diatas didapatkan dari kalibrasi sensor dengan membuat sensor linear dan dialirin air lalu perhatikan nilai yang keluar dari masing-

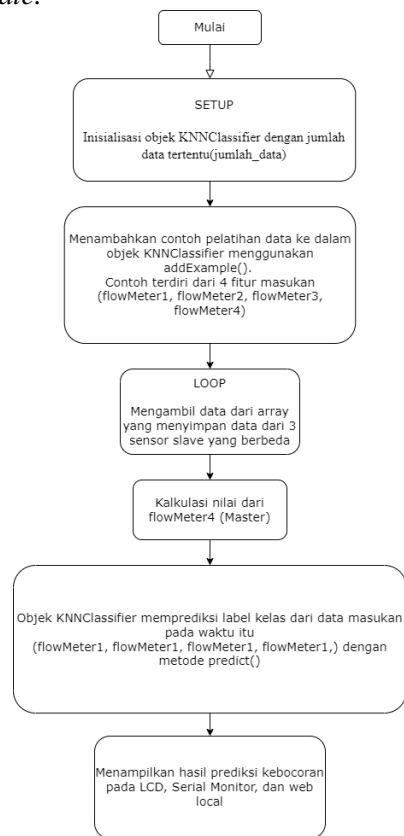
masing sensor. Jika nilai sama maka diambil nilai itu untuk pembilang factor yang pada rumus ini adalah 30. Data secara parallel juga dikirimkan ke master via ESPNow untuk hasil bacaan flowrate. Nilai lain adalah default untuk program ini.



Gambar 6. Flowchart Akuisisi Data Flowrate

Pada Gambar 7 merupakan flowchart dari proses klasifikasi kebocoran menggunakan KNN pada sistem ini, *Training* data dan prediksi data sudah dilakukan dahulu sebelum melakukan pendeteksian, pada proses yang ditunjukkan Gambar 7 bahwa proses awal adalah menambahkan data training dan data prediksi berdasarkan nilai dari 4 fitur input yang berasal dari sensor A, B, C, dan master yang direpresentasikan flowMeter1, flowMeter2, flowMeter3, dan flowMeter4. Kemudian prosesnya berlanjut dengan nilai setiap sensor slave dikalkulasikan dengan nilai master. Secara logika, nilai dari masing-masing sensor sama dengan master dan jika nilai seluruh sensor slave akan bernilai sama dengan master dengan perbedaan yang tidak terlalu jauh. Lalu pada objek KNNClassifier melakukan prediksi namun sudah dengan kelas yang menentukan status kebocoran. Proses ini akan dijelaskan lebih rinci pada Bab Hasil dan Pembahasan di sub-bab

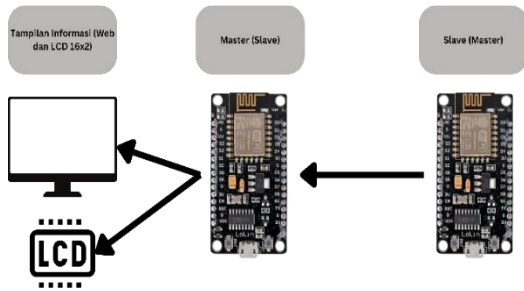
Pengujian Klasifikasi KNN terhadap Data Flowrate.



Gambar 7. Flowchart Klasifikasi Kebocoran KNN

Komunikasi protokol ESP-NOW pada sistem ini perangkat slave (master) memulai komunikasi dan mengirimkan data ke perangkat master (slave). Perangkat master (slave) menerima data dan memprosesnya, menyediakan antarmuka web untuk mengakses data. Dengan membalikkan peran master dan slave tradisional, protokol ESP-NOW memungkinkan sistem ini pada perangkat slave untuk mengambil peran lebih aktif dalam memulai komunikasi dan mengirimkan data, sementara perangkat master fokus pada menerima dan memproses data. Gambar 8 dibawah merupakan ilustrasi protokol komunikasi pada sistem ini. Agar sistem tidak overload dalam menerima data, dibuatkan array yang berisikan data-data dari slave yang disimpan sesuai board ID masing-masing mikrokontroler slave dan akan selalu diupdate setiap ada data baru yang masuk ke master.





Gambar 8. Alur Komunikasi Sistem

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

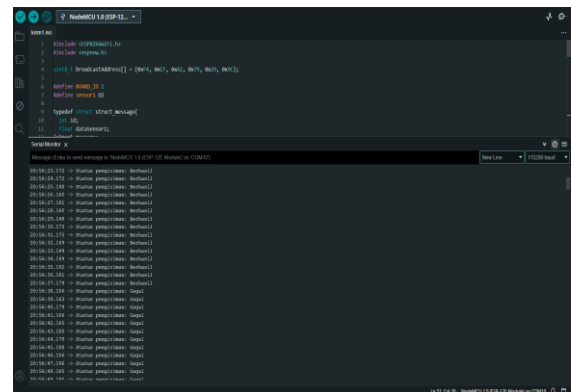
Pada penelitian ini penulis menguji efektifitas pengiriman data dari slave ke master yang menggunakan protokol ESPNow, dan pengujian klasifikasi KNN dengan data *flowrate*.

#### 3.1. Pengujian Pengiriman Data dari Slave ke Master

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur efektifitas dari pengiriman data slave ke master. Data slave ini juga memiliki pengiriman parallel yang sama waktunya untuk mengirimkan data dari master ke web secara parallel. Pengujian dibawah ini juga menunjukkan hasil yang gagal dikarenakan tujuan penulis untuk memberikan informasi yang bisa menyebabkan kegagalan pengiriman data. Data yang dikirimkan ke master dari slave akan selalu berhasil jika perangkat keras dalam keadaan optimal dan aman serta keadaan suplai daya listrik selalu mengalir ke sistem tanpa intervensi khususnya ke master. Pengujian ini juga menerima 10 data yang terdiri dari 5 data yang berhasil terkirim dan 5 data yang gagal dikirim. Dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah menunjukkan di pengiriman ke-6 terjadi kegagalan transfer data ini dikarenakan faktor eksternal yang terjadi pada sistem dimana penguji memutuskan suplai daya ke master sehingga data gagal terkirim. Selain faktor ini, faktor jarak antara sesama mikro juga mempengaruhi kecepatan pengiriman data dan delay. Namun pada sistem ini, penulis membangun sistem dengan jarak antar mikro yang saling berdekatan agar mempercepat pengiriman data dari slave ke master karena tujuan sistem ini adalah deteksi yang cepat dan pastinya dibutuhkan secara real-time. Selain faktor itu, pengiriman data pada sistem ini yang secara kondisi aman dan optimal mencapai 100% berhasil dikirim.

Tabel 1. Hasil Pengujian Transfer Data

No	Timestamp	Status Transfer Data
1	20:56:33.149	Berhasil
2	20:56:34.149	Berhasil
3	20:56:35.182	Berhasil
4	20:56:36.181	Berhasil
5	20:56:37.179	Berhasil
6	20:56:38.186	Gagal
7	20:56:39.163	Gagal
8	20:56:40.179	Gagal
9	20:56:41.166	Gagal
10	20:56:42.165	Gagal



Gambar 9. Tampilan serial monitor

#### 3.2. Pengujian Klasifikasi KNN terhadap Data Flowrate

Pengujian ini memiliki dua metode namun untuk tujuannya sama yaitu mengklasifikasi dan kebocoran data pada data sensor yang masuk dalam bentuk *flowrate*. Rumus yang digunakan dalam perhitungan matematis adalah rumus KNN secara umum seperti dibawah.

$$dis = \sqrt{(\sum_{i=0}^n (x_{1i} - x_{2i})^2)} \quad (1)$$

Dimana, nilai K=3 karena nilai K yang lebih kecil akan sangat membantu dalam pengoptimalan proses klasifikasi pada mikrokontroler di master. Pengujian ini akan mencoba untuk satu variasi data seperti pada tabel data training dibawah ini.

Tabel 2. Data Latih Variasi Satu Sensor

Flow A	Flow B	Flow C	Master	Output
8,9	0	0	7,95	Tidak Bocor
8,85	0	0	7,73	Tidak Bocor
8,82	0	0	7,19	Tidak Bocor
8,81	0	0	7,69	Tidak Bocor

8,83	0	0	7,73	Tidak Bocor
4,05	0	0	7,29	Bocor Area A
4,42	0	0	7,99	Bocor Area A
4,09	0	0	7,19	Bocor Area A
4,09	0	0	8,12	Bocor Area A
4,44	0	0	7,45	Bocor Area A
4,41	0	0	7,88	Bocor Area A

Perhatikan juga bahwa pada bagian output merupakan kondisi yang kita ambil datanya sendiri. Secara teori, jika aliran air mengalir ke flow A dari master tanpa ada kebocoran maka nilainya akan sama dengan master dan tidak beda jauh, Lalu ketika terjadi kebocoran maka nilai yang mengalir ke sensor akan berkurang dari nilai master sebagai pembanding. Data yang diambil adalah 5 data berkondisi tidak bocor dan 5 data berkondisi bocor sesuai bacaan data flownya. Tabel 3 dibawah merupakan data yang digunakan untuk prediksi.

Tabel 3. Data Prediksi

flow A	flow B	flow C	Master	Output
3,99	0	0	8,15	?

Kemudian data ini akan digunakan untuk perhitungan Euclidian distance dengan  $K=3$ . Perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3. Perhitungan Euclidian dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah.

Tabel 4. Perhitungan Euclidian

x2- x1	y2- y1	(x2- x1)^2	(y2- y1)^2	akar (x2- x1)^2+(y2- y1)^2	Output
-	-	-	-	-	Tidak Bocor
4,91	0,2	24,11	0,04	4,91	Tidak Bocor
4,86	0,42	23,62	0,18	4,88	Tidak Bocor
4,83	0,96	23,33	0,92	4,92	Tidak Bocor
4,82	0,46	23,23	0,21	4,84	Tidak Bocor
4,84	0,42	23,43	0,18	4,86	Tidak Bocor
0,06	0,86	0,00	0,74	0,86	Area A Bocor
0,43	0,16	0,18	0,03	0,46	Area A Bocor
-0,1	0,96	0,01	0,92	0,97	Area A Bocor

-0,1	0,03	0,01	0,00	0,10	Area A Bocor
0,45	0,7	0,20	0,49	0,83	Area A Bocor
0,42	0,27	0,18	0,07	0,50	Area A Bocor

Perhitungan pada Tabel 4 ini akan diurutkan berdasarkan data yang paling kecil diatas secara mengurut kebawah dengan data yang lebih besar.

Tabel 5. Pengurutan Data

Kesimpulan					
x2- x1	y2- y1	(x2- x1)^2	(y2- y1)^2	akar (x2- x1)^2+(y2- y1)^2	Output
-	-	-	-	-	Bocor
0,10	0,03	0,01	0,00	0,10	Area A Bocor
0,43	0,16	0,18	0,03	0,46	Area A Bocor
0,42	0,27	0,18	0,07	0,50	Area A Bocor
0,45	0,70	0,20	0,49	0,83	Area A Bocor
0,06	0,86	0,00	0,74	0,86	Area A Bocor
0,10	0,96	0,01	0,92	0,97	Area A Bocor
4,82	0,46	23,23	0,21	4,84	Tidak Bocor
4,84	0,42	23,43	0,18	4,86	Tidak Bocor
4,86	0,42	23,62	0,18	4,88	Tidak Bocor
4,91	0,20	24,11	0,04	4,91	Tidak Bocor
4,83	0,96	23,33	0,92	4,92	Tidak Bocor

Data pada Tabel 5 setelah diurut maka 3 data terkecil teratas adalah merupakan hasil klasifikasi dari data prediksi pada Tabel 3 maka hasilnya adalah Bocor Area A. Hasil dari ini juga akan menjadi parameter dalam program untuk pendeteksian batas bawah dari nilai flowrate yaitu 0.50. Lalu sistem secara otomatis akan memprediksi data-data realtime karena sudah ditraining.

#### 4. DAFTAR PUSTAKA

Kusuma, H. et al. (2021) 'Judul prototype Pendeteksi Kebocoran Pipa Berbasis IOT menggunakan nodemcu esp8266 Melalui dashboard Adafruit.io', Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis, 3(2), pp. 327-333. doi:10.47233/jteksis.v3i2.253.

- Budhiman, I. (2022) 7 Cara Mengetahui Kebocoran pipa air di Rumah Dengan Mudah. Bisa Kamu Cek Sendiri!. [online] 99 Berita Properti. Tersedia di: <https://berita.99.co/cara-mengetahui-kebocoran-pipa-air-di-rumah/> (Diakses: 01 September 2023).
- Mahesh Kumar, D. and Jagadeep, T. (2022) ‘*Water pipeline leakage detection and monitoring system using smart sensor with IOT*’, *Journal of Physics: Conference Series*, 2267(1), p. 012122. doi:10.1088/1742-6596/2267/1/012122.
- Saputra, K., Al Rasyid, M.U. and Hadi, Muh.Z. (2022) ‘Deteksi Kebocoran Pipa Air Menggunakan Machine learning Dengan Jaringan Nirkabel IEEE 802.15.4’, *INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, 7(1), p. 110. doi:10.35314/isi.v7i1.2360.