

Sistem Deteksi Kebocoran Pipa Air menggunakan Sensor Flow dan IoT dengan Algoritma ANFIS

^{1*} **Lutfi Agung Swarga**, ² **Luhfita Tirta Swarga**, ³ **Balok Hariadi**,

^{1,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya

² Program Studi Teknik Informatika, Universitas Yos Soedarso Surabaya, Surabaya

¹lutfiagung@untag-sby.ac.id, ²luhfitatirta@gmail.com, ³balokhariadi@untag-sby.ac.id

Article Info

Article history:

Received 01 September 2025

Revised 11 September 2025

Accepted 2 Februari 2026

Keyword:

Leak

Solenoid

Sensor Flow

Internet of Things

ANFIS

ABSTRACT

Water is a natural resource that is often used in everyday life where in this case, it often experiences excessive water use. Leaks in pipes are one of the factors why water use is very wasteful, which results in economic losses in the community. Therefore, a tool was designed to detect IoT-based pipe leaks so that remote monitoring can be carried out. Arduino is used as a microcontroller to send signals to the solenoid to automatically close. The type of Arduino used is Arduino Mega Wi-Fi 8266. The flow sensor is used to detect leaks in the pipe and the solenoids are used as a cover for leaking pipes and adds the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) method for leak data management.

Copyright © 2026 Jurnal JEETech.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Lutfi Agung Swarga,

Email: lutfiagung@untag-sby.ac.id

Abstrak Air merupakan sumber daya alam yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari dimana dalam hal ini seringkali mengalami penggunaan air secara berlebihan. Kebocoran pada pipa menjadi salah satu faktor kenapa penggunaan air sangat boros yang mengakibatkan kerugian ekonomi pada kalangan masyarakat. Oleh karena itu, dirancanglah sebuah alat untuk mendeteksi kebocoran pipa berbasis IoT agar dapat dilakukan monitoring dengan jarak jauh. Arduino digunakan sebagai mikrokontroler untuk mengirim sinyanya pada solenoid agar melakukan penutupan otomatis. Jenis arduino yang digunakan yaitu Arduino Mega Wifi 8266, Sensor flow digunakan mengetahui adanya kebocoran pada pipa dan solenoid digunakan sebagai penutup saluran pipa yang mengalami kebocoran dan menambahkan metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk pengelolaan data kebocoran.

Kata Kunci: Kebocoran, Solenoid, Sensor Flow, Internet of Things, ANFIS

1. PENDAHULUAN

Sistem penyaluran air dalam perumahan sangat bergantung pada kondisi pipa tata letak pipa maupun umur pipa yang digunakan. Kebocoran jaringan pipa dapat menyebabkan kerugian finansial yang besar bagi pihak pengguna sistem perpipaan. Kebocoran yang terjadi menyebabkan kerugian finansial yang cukup besar. Kebocoran fisik adalah

kebocoran yang disebabkan oleh bocornya pipa dan perlengkapannya. Deteksi kebocoran adalah suatu metode untuk mengetahui adanya kebocoran [1][2]. IoT (Teknologi Internet of things) dapat memberi solusi yang lebih efisien agar dapat mendeteksi kebocoran. Dengan menggunakan sensor flow, IoT serta dengan algoritma ANFIS memungkinkan pemantauan jarak jauh dan otomatisasi melakukan

pelaporan jika terjadi kebocoran. Perancangan prototype bertujuan untuk mendeteksi kebocoran secara real-time serta dapat memberikan peringatan atau notifikasi secara otomatis melalui jaringan IoT ketika terdeteksi adanya kebocoran pada pipa, sehingga dapat dilakukan penanganan secara cepat dan efektif. Prototype ini difokuskan pada deteksi kebocoran pipa berbasis sensor flow dengan teknologi IoT. Sistem ini dirancang untuk pengujian skala kecil sehingga dapat ditingkatkan untuk skala besar di masa depan efektivitasnya, dengan demikian sistem deteksi kebocoran pipa berbasis sensor flow dan IoT dengan algoritma ANFIS ini diharapkan mampu menjadi solusi untuk mengurangi dampak dari kebocoran pipa dan menghemat sumber daya alam yang ada [3][4].

2. METODE PENELITIAN

A. Arduino Mega Wifi ESP 8266

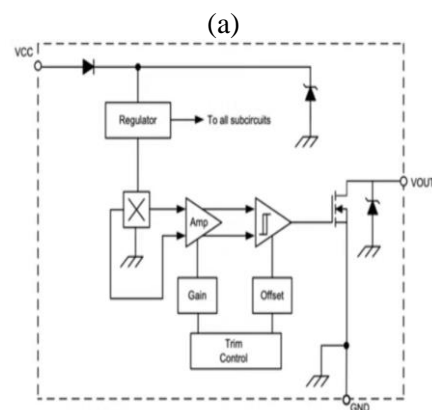
Adalah hasil perpaduan antara Arduino Mega 2560 dan modul ESP8266, yang memungkinkan proyek Arduino Anda terhubung dengan jaringan Wi-Fi. Arduino Mega sendiri merupakan papan mikrokontroler yang memiliki banyak pin I/O, dengan 54 pin digital dan 16 pin analog. Papan ini sangat ideal untuk berbagai proyek yang memerlukan banyak koneksi perangkat, seperti sensor, motor, atau modul lainnya. Ditenagai oleh ATmega2560, Arduino Mega menawarkan kapasitas pemrosesan yang lebih besar dibandingkan dengan papan Arduino lain, seperti Arduino Uno [5].



Gambar 1. Arduino Mega Wifi

B. Sensor Flow

Flow meter YF-B5 adalah perangkat elektronik yang mampu mengukur volume aliran air berdasarkan kecepatan putaran baling-baling di dalamnya. Ketika air mengalir melalui sensor, impeller akan berputar dan menghasilkan pulsa digital melalui efek magnetik. Setiap rotasi dari impeller memicu sinyal yang dapat dibaca oleh sistem mikrokontroler, seperti Arduino. Pulsa-pulsa ini menjadi representasi dari kecepatan aliran air dalam satuan liter per menit (L/min) [6][8][10].

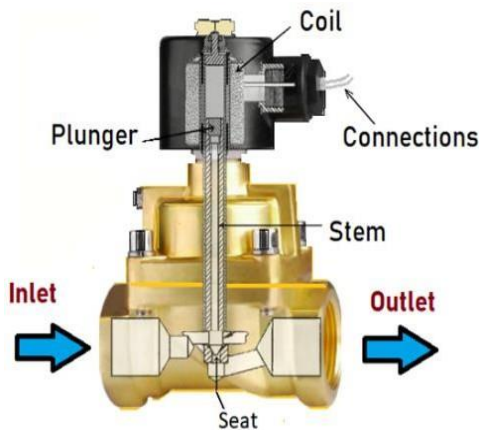


Gambar 2. (a) Bentuk fisik sensor Flow YF-B5 dan (b) Rangkaian sensor.

C. Solenoid Valve

Adalah alat elektromagnetik yang berfungsi untuk mengatur aliran fluida secara otomatis. Cara kerjanya adalah dengan mengubah energi listrik menjadi gerakan mekanik melalui solenoid, yaitu kumparan kawat yang dialiri arus listrik dan menghasilkan medan magnet. Ketika arus listrik mengalir ke solenoid, medan magnet yang dihasilkan akan menarik plunger atau inti logam di

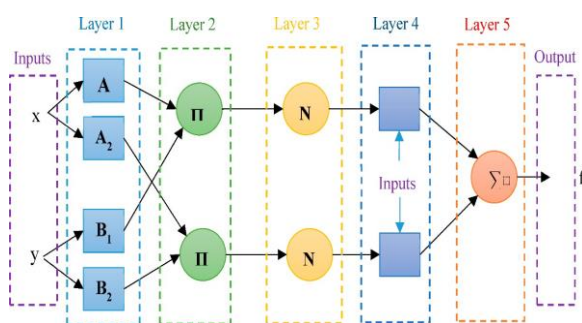
dalam katup, sehingga mengubah posisi dan membuka atau menutup jalur aliran fluida. Begitu arus diputuskan, plunger akan kembali ke posisi semula berkat bantuan pegas, yang akan menghentikan atau melanjutkan aliran fluida, tergantung pada konfigurasi katup yang digunakan, apakah *Normally Closed* atau *Normally Open* [9].



Gambar 3. Solenoid Valve

D. Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System

ANFIS adalah sebuah sistem yang menggabungkan teknik dari jaringan syaraf tiruan (neural network) dan logika fuzzy untuk menyelesaikan masalah yang melibatkan ketidakpastian dan kompleksitas. ANFIS dirancang untuk mengadaptasi aturan-aturan fuzzy berdasarkan data yang diberikan, sehingga dapat melakukan pemodelan dan prediksi yang lebih akurat dalam situasi yang tidak pasti [7][11][12][13].



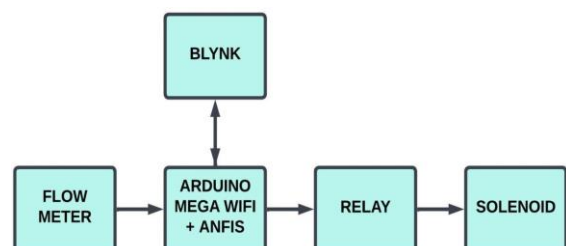
Gambar 4. Alur sistem ANFIS

Ada beberapa lapisan yang digunakan dalam membuat sistem ANFIS [16][17][18].

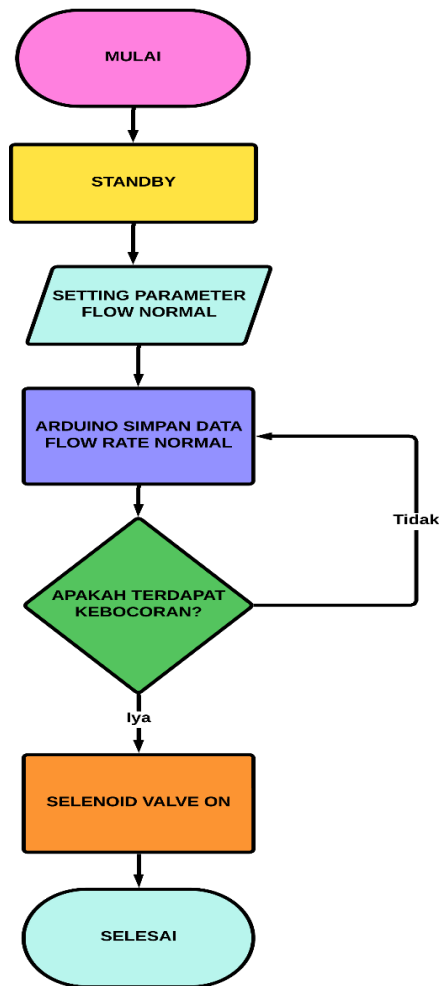
1. Layer 1 (Fuzzification) Lapisan ini mengubah input crisp menjadi nilai fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan. Setiap node pada lapisan ini merepresentasikan fungsi keanggotaan untuk setiap variabel input.
2. Layer 2 (Rule) Lapisan ini menghitung kekuatan aktivasi setiap aturan fuzzy dengan mengalikan nilai keanggotaan dari premise yang sesuai.
3. Layer 3 (Normalization) Lapisan ini menormalkan kekuatan aktivasi aturan sehingga jumlah semua nilai normalisasi sama dengan satu.
4. Layer 4 (Defuzzification) Lapisan ini menghitung kontribusi setiap aturan terhadap output keseluruhan dengan mengalikan kekuatan aktivasi ternormalisasi dengan fungsi output aturan.
5. Lapisan 5 (Summation) Lapisan ini menjumlahkan semua kontribusi dari setiap aturan untuk menghasilkan output akhir sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

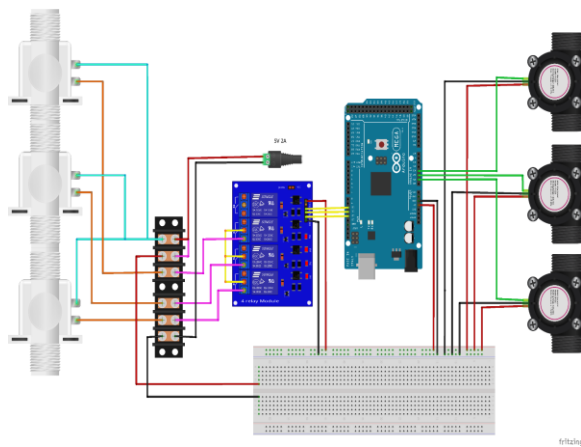
Pada penelitian ini akan menjelaskan beberapa tahapan dari Sistem Deteksi Kebocoran Pipa Air menggunakan Sensor Flow dan IoT dengan Algoritma ANFIS, yaitu flowchart system, hasil pengujian sensor dan sistem ANFIS yang terintegrasi dengan *Blynk*.



Gambar 5. Blok Diagram Sistem



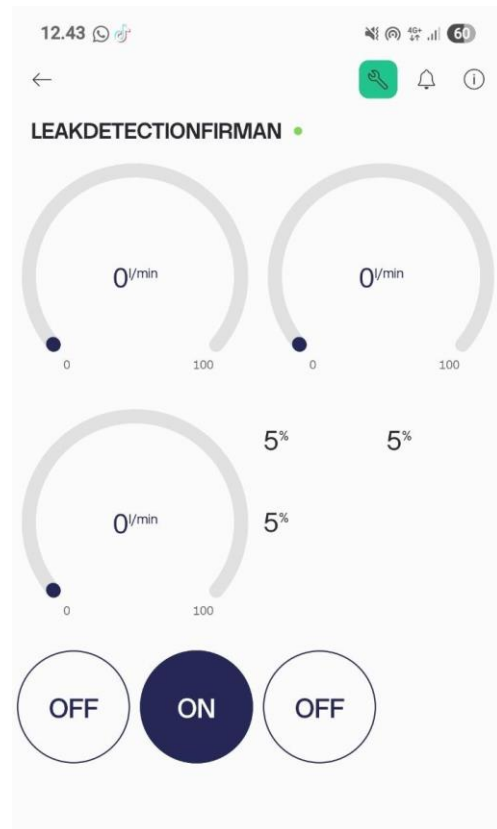
Gambar 6. Flowchart Sistem Deteksi Kebocoran Pipa Air



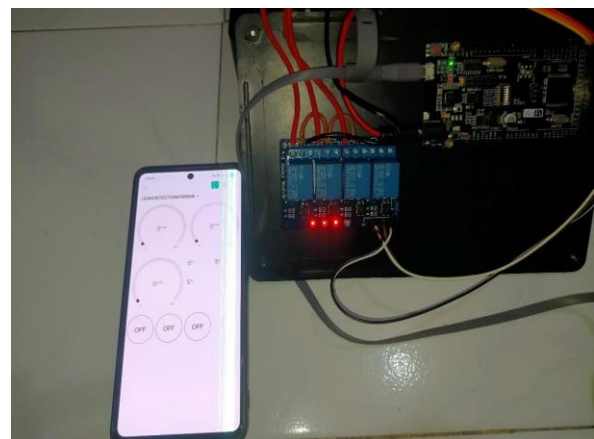
Gambar 7. Wiring diagram sistem

Pada gambar 5 menunjukkan blok diagram sistem perangkat keras yang dimulai dari sensor flow meter memberikan sinyal debit air yang kemudian akan dibuka oleh solenoid yang akan diperintahkan oleh Arduino Mega Wifi yang tertanam algoritma ANFIS. Kemudian gambar 6 merupakan flowchart sistem yang dimana bila

terdeteksi kebocoran pada pipa maka pembacaan flow rate akan menurun dari normalnya dan solenoid akan menutup salah satu pipa saluran air yang terindikasi kebocoran. Gambar 7 juga menunjukkan *Wiring Diagram* yang dimana untuk membuka dan menutup solenoid perlu adanya relay sebagai saklar otomatis dan tambahan daya dari sistem kebocoran pipa air.



Gambar 8. User Interface Blynk Sistem Kebocoran Pipa Air menggunakan Algoritma ANFIS



Gambar 9. User Interface Blynk Sistem Kebocoran Pipa Air menggunakan Algoritma ANFIS

Tabel 1. Data pengujian sensor Flow menggunakan Algoritma ANFIS

Waktu (Menit)	Flow Rate 1 (L/min)	Flow Rate 2 (L/min)	Flow Rate 3 (L/min)	Leak Prob 1 (%)	Leak Prob 2 (%)	Leak Prob 3 (%)	Status Valve 1	Status Valve 2	Status Valve 3
1	5.42	8.15	6.78	5	5	5	BUKA	BUKA	BUKA
2	5.38	8.20	6.82	8	7	6	BUKA	BUKA	BUKA
3	4.95	8.16	6.76	35	14	12	BUKA	BUKA	BUKA
4	4.52	8.11	6.74	68	18	17	BUKA	BUKA	BUKA
5	4.25	6.85	6.70	85	45	22	BUKA	BUKA	BUKA
6	4.12	5.58	6.65	94	88	28	BUKA	BUKA	BUKA
7	4.05	4.98	5.95	98	90	48	BUKA	BUKA	BUKA
8	3.98	4.72	5.15	100	98	78	BUKA	BUKA	BUKA
9	3.92	4.58	4.82	100	100	90	TUTUP	BUKA	BUKA
10	0.15	0.08	4.68	100	100	97	TUTUP	TUTUP	BUKA
11	0.12	0.05	4.58	100	100	99	TUTUP	TUTUP	BUKA
12	0.08	0.03	4.52	100	100	100	TUTUP	TUTUP	BUKA
13	0.05	0.02	0.18	100	100	100	TUTUP	TUTUP	TUTUP
14	0.03	0.01	0.15	100	100	100	TUTUP	TUTUP	TUTUP
15	0.02	0.01	0.12	100	100	100	TUTUP	TUTUP	TUTUP

Pada gambar 8 menunjukkan *user interface* Sistem Deteksi Kebocoran Pipa Air yang dimana terdapat 3 indikator on dan off yang berfungsi sebagai kondisi solenoid mati dan hidup pada saat sensor flow dan algoritma ANFIS memberikan perintah ke Arduino Mega Wifi. Kemudian pada gambar 9 melakukan simulasi IoT yang terhubung dengan solenoid dan relay pada kondisi pipa mengalami kebocoran. Tabel 1 juga menunjukkan hasil pengujian sensor, probabilitas kebocoran dan status solenoid yang dimana dalam waktu 15 menit rata-rata prosentase ANFIS pada kebocoran pipa 1 mencapai 96,17%, pipa 2 mencapai 94,03% dan pipa 3 mencapai 91,24%.

```

ANFIS_IRIGASI_Blynk.ino
1  #define BLYNK_TEMPLATE_ID "YOUR_TEMPLATE_ID"
2  #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "ANFIS Irrigation System"
3  #define BLYNK_AUTH_TOKEN "YOUR_BLYNK_AUTH_TOKEN"
4
5  // Print Blynk debug info
6  #define BLYNK_PRINT Serial
7  #include <math.h>
8
9  // Wifi credentials
10 char ssid[] = "YOUR_WIFI_SSID";
11 char pass[] = "YOUR_WIFI_PASSWORD";
12
13 // Pin definitions
14 #define FLOW_SENSOR_1 D1 // Flow sensor 1
15 #define FLOW_SENSOR_2 D2 // Flow sensor 2
16 #define FLOW_SENSOR_3 D3 // Flow sensor 3
17 #define SOLENOID_1 D5 // Solenoid valve 1
18 #define SOLENOID_2 D6 // Solenoid valve 2
19 #define SOLENOID_3 D7 // Solenoid valve 3
20
21 // Flow sensor variables
22 volatile int pulseCount1 = 0;
23 volatile int pulseCount2 = 0;
24 volatile int pulseCount3 = 0;
25 float flowRate1 = 0.0, flowRate2 = 0.0, flowRate3 = 0.0;
26 float totalLiters1 = 0.0, totalLiters2 = 0.0, totalLiters3 = 0.0;
27 unsigned long oldTime = 0;
28
29 // ANFIS variables
30 float anfisOutput1 = 0.0, anfisOutput2 = 0.0, anfisOutput3 = 0.0;
31
32 // Control variables
33 bool autoMode = true;
34 bool valve1State = false, valve2State = false, valve3State = false;
35 float setPoint1 = 50.0, setPoint2 = 50.0, setPoint3 = 50.0;
36

```

Gambar 10. Syntax pemrograman Arduino dengan integrasi Blynk dan algoritma ANFIS

4. KESIMPULAN

Kesimpulan Berdasarkan hasil pengujian dan analisa klasifikasi yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan. Penelitian ini telah mengembangkan sistem deteksi kebocoran pipa air menggunakan sensor flow, solenoid, IoT dan algoritma ANFIS. Sensor flow yang digunakan adalah tipe YF-B5, sedangkan *valve* yang digunakan adalah *Solenoid valve*. Pengujian sistem dengan IoT dan Algoritma ANFIS yang di implementasikan menunjukkan bahwa sensor menghasilkan respons yang mampu mendeteksi kebocoran pada 3 pipa dengan tingkat rata-rata keberhasilan sistem sebesar 92,44%.

DAFTAR PUSTAKA

- Sundana, T., Johari, F. A., & Al Ariiq, F. (2022). Sistem Monitoring Kebocoran Pipa Distribusi Air Berbasis SCADA. Jurnal Indonesia Sosial Teknologi, 3(01), 74-86.

2. Hatopan, A., Ayu, N., & Indriani, W. (2019). Prototipe Pendeteksi Kebocoran Pada Pipa Air. In Seminar Nasional Teknik Elektro (Vol. 4, No. 3, pp. 336-340).
3. Ulinuha, A., & Riza, A. G. (2021). Sistem Monitoring Dan Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Android Dengan Aplikasi Blynk. *Abdi Teknayasa*, 26-31.
4. Bohara, B., Maharjan, S., & Shrestha, B. R. (2020). IoT based smart home using Blynk framework. 26-30
5. Bathre, M., & Das, P. K. (2024). Design & implementation of smart power management system for self-powered wireless sensor nodes based on fuzzy logic controller using Proteus & Arduino Mega 2560 microcontroller. *Journal of Energy Storage*, 97, 112961.
6. Sourideth, P., Phonepaseuth, P., Panthongsy, K., & Marie-Cécile, P. (2024). Refill Water Management System Using an IoT-Based Water Flow Sensor. *Journal of Engineering, Technology, and Applied Science (JETAS)*, 6(2), 83-92.
7. Basahel, A., Sattari, M. A., Taylan, O., & Nazemi, E. (2021). Application of feature extraction and artificial intelligence techniques for increasing the accuracy of X-ray radiation based two phase flow meter. *Mathematics*, 9(11), 1227.
8. Sánchez-Calderón, I., Merillas, B., Bernardo, V., & Rodríguez-Pérez, M. Á. (2022). Methodology for measuring the thermal conductivity of insulating samples with small dimensions by heat flow meter technique. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 147(22), 12523-12533.
9. Angadi, S. V., & Jackson, R. L. (2022). A critical review on the solenoid valve reliability, performance and remaining useful life including its industrial applications. *Engineering Failure Analysis*, 136, 106231.
10. Ariyadi, H. M., Jeong, J., & Saito, K. (2022). Computational analysis of hydrogen flow and aerodynamic noise emission in a solenoid valve during fast-charging to fuel cell automobiles. *Journal of Energy Storage*, 45, 103661.
11. Rajan, M. S., Dilip, G., Kannan, N., Namratha, M., Majji, S., Mohapatra, S. K., ... & Karanam, S. R. (2023). Diagnosis of fault node in wireless sensor networks using adaptive neuro-fuzzy inference system. *Applied Nanoscience*, 13(2), 1007-1015.
12. Tabbussum, R., & Dar, A. Q. (2021). Performance evaluation of artificial intelligence paradigms artificial neural networks, fuzzy logic, and adaptive neuro-fuzzy inference system for flood prediction. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(20), 25265-25282.
13. Milan, S. G., Roozbahani, A., Azar, N. A., & Javadi, S. (2021). Development of adaptive neuro fuzzy inference system Evolutionary algorithms hybrid models (ANFIS-EA) for prediction of optimal groundwater exploitation. *Journal of hydrology*, 598, 126258.
14. Knörig, A., Wettach, R., & Cohen, J. (2009, February). Fritzing: a tool for advancing

-
- electronic prototyping for designers. In Proceedings of the 3rd international conference on tangible and embedded interaction (pp. 351-358).
15. Mayub, A., Arrofiq, M., & Ruciyanti, F. (2022). Mudah Belajar Arduino dengan Pendekatan berbasis Fritzing, Tinkercad dan Proteus. Deepublish.
 16. Hossein Mirzaaghabeik, Nuha S. Mashaan and Sanjay Kumar Shukla (2025). APredictive Model for the Shear Capacity of Ultra-High-Performance Concrete Deep Beams Reinforced with Fibers Using a Hybrid ANN-ANFIS Algorithm, Applied Mechanics, pp 1-24.
 17. Mona A. AbouElaz, Bilal Naji Alhasnawi, Bishoy E. Sedhom and Vladimír Bureš (2025). ANFIS-optimized control for resilient and efficient supply chain performance in smart manufacturing, Results in Engineering, pp 1-13.
 18. Muhammad Dahria, Sarjon Defit and Yuhandri (2025). Development of Euclidean Distance Algorithm for ANFIS Optimization in IoT-based Pond Water Quality Prediction, Journal of Robotics and Control (JRC), pp 1777-1789.