

PEMANTAUAN PH KOLAM IKAN HIAS BERBASIS IOT MENGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC

Kusdarnowo Hantoro^{1,*}, Asep Ramdhani Mahbub², Bagus Iqbal Satria³

¹kusdarnowo@dsn.ubharajaya.ac.id, ²aseprm@dsn.ubharajaya.ac.id, ³bagus.iqbal.satria18@gmail.com
^{1,2,3}Informatika; Fakultas Ilmu Komputer; Jl. Raya Perjuangan Bekasi Utara, Kota Bekasi, Jawa Barat 17121,

Abstract

From year to year, koi fish enthusiasts certainly impact koi fish farmers to meet the increasing market demand. For now, the biggest problem for farmers is the difficulty of reducing mortality in koi fish seeds that are susceptible to disease because of the lack of monitoring of pH and water temperature. Besides that, time constraints are also a major factor for cultivators and hobbyists to monitor the pH and temperature of the koi fish pond water. The research aims to make a pool check that can be monitored through the website. This application is designed using an ESP32 microcontroller which is connected to a computer using the Arduino IDE application based on the internet of things (IoT). From this research, it is hoped that it will make it easier for koi fish cultivators and hobbyists to care for and monitor the pH and temperature of the koi pond water, so as to reduce mortality in fish seeds and use time because they can supervise when outside the home or wherever they are.

Keywords: monitoring pH, temperature, sensors, pools, IoT

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi makhluk hidup, manfaatnya sangat penting bagi makhluk. Air sebagai konsumsi manusia dan lingkungan hidup ikan harus mampu mendukung kehidupan dan pertumbuhan ikan tersebut. terutama pada ikan hias dan ikan budidaya selalu terjadi perubahan kualitas air yang sangat mendadak (Wibisono & Awaludin, 2017). Ini dapat menyebabkan ikan mengalami penurunan oksigen pada ikan hias tersebut. air yang sangat keruh dapat mempengaruhi aktivitas dan perkembangan ikan dalam kolam.

Ikan hias merupakan salah satu hewan peliharaan yang digemari oleh berbagai kalangan karena harganya yang mahal dan bentuknya yang cantik. Beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam pemeliharaan ikan hias antara lain kualitas air, tingkat keasaman (pH), dan suhu (Pachiyannan, 2019) (Setiawan,

Junaidi, Fadryani, & Amaliah, 2022). Memelihara ikan hias ini ternyata juga banyak manfaat yang tersembunyi antara lain adalah menyehatkan jantung, mengurangi stress, sebagai terapi beberapa bentuk penyakit, menurunkan tekanan darah, untuk anak autistik, dan masih banyak lagi manfaat lainnya.

Kemajuan teknologi sudah berkembang pesat dalam pembuatan alat-alat yang canggih, yaitu alat-alat yang dapat bekerja dan memiliki ketelitian tinggi sehingga dapat mempermudah pekerjaan yang dilakukan oleh pengguna menjadi lebih praktis, ekonomis dan efisien yang bermula dari manual sekarang beralih ke otomatis (Preuveneers & Berbers, 2014) (Muhammad, Hafez, Leh, Yusoff, & Hamid, 2020) (Savla et al., 2020). Proses pemeliharaan ikan hias yang menggunakan alat bantu untuk kemudahan dalam pemeliharannya. Untuk proses pemeliharaan ikan hias

harus diperhatikan nilai kadar keasaman air pada akuarium.

Proses pengontrolan dan pengukuran pH air pada ikan hias di akuarium masih dilakukan secara manual, misal mengukur pH air dengan menggunakan pH meter digital dan kemudian apabila nilai pH diluar batas toleransi yaitu antara pH 6,0 – pH 9,0 diperlukan suatu usaha yang cepat untuk menetralkan kembali pH air tersebut. Budidaya ikan akan berhasil dengan baik dan pertumbuhan ikan menjadi lebih optimal apabila kondisi pH air tawar terjadi pada kisaran pH 7,0 – pH 8,5 meter digital yang sudah modern, tetapi masih mempunyai kekurangan, yaitu perubahan yang lambat yang merupakan masalah penting dalam menentukan skala yang valid (Singh & Saikia, 2017) (Agale & Gaikwad, 2018).

Beberapa masalah yang dihadapi pembudidaya ikan hias khususnya ikan koi. Pada saat pemilik ikan hias melakukan aktivitas dan meninggalkan akuariumnya dirumah tanpa adanya pengawasan dan pengontrolan yang mengakibatkan kualitas air pada ikan hias yang dipelihara mengalami keruh dan ikan tidak mampu bertahan hidup lama di akuarium. Hal itu menjadikan kerugian bagi pemilik ikan hias. Salah satu upaya untuk dapat meningkatkan efektivitas sistem monitoring pH air pada kolam ikan hias yaitu membuat suatu sistem monitoring yang dapat melihat perubahan air serta mendapatkan nilai pH dari kolam ikan hias berbasis Internet of Thing (IoT).

METODE PENELITIAN

Pemantauan dan pengendalian kualitas sumber daya air saat ini dalam bidang perikanan dilakukan dengan memeriksa tingkat keasaman atau pH air. Ketersediaan air di tangki dianggap tetap atau terjamin cukup. Pengelolaan dan

penanganan dilakukan menggunakan pemanas air untuk menaikkan suhu dan mengalirkan air untuk menurunkan suhu. Skenario yang diusulkan mempertimbangkan sensor mengambang untuk mendeteksi.

Dari konsep diatas dibutuhkan beberapa teknologi seperti sensor sebagai perangkat yang berfungsi sebagai alat untuk mendapatkan kondisi keasaman tanah yang dipasang pada kolam yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali perangkat kemudian mikrokontroler tersebut juga terhubung ke *power supply* melalui relay untuk mengaktif dan menonaktifkan katup sebagai Aktuator buka tutup distribusi bukaan air. Pada mikrokontroler telah diinstal sistem komputasi fuzzy logic. Pada proses pengambilan data langkah pertama adalah menentukan index keasaman tanah terlebih dahulu yaitu kualitas air untuk mendukung perkembangan ikan hias secara optimum adalah suhu air berkisar 24-28°C. pH 7,2-7,4 (agak basa) dan oksigen minimal 3-5 ppm.

Dari data diatas ditentukan indeks untuk memberikan batasan saat membuat aturan fuzzy sebelum dilakukan proses komputasi. Nilai indeks tersebut akan menjadi parameter pembanding nilai sensor apa penentuan aturan fuzzy-nya. Selain menentukan nilai indeks juga ditentukan nilai keanggotaan suhu sebagai parameter pembanding dari sensor suhu yang terhubung pada mikrokontroler. (Abdul, Chindra, Zulfi, & Pareza Alam, 2022). Tingkat keasaman dan suhu di dalam tangki menjelaskan kerangka penelitian, termasuk desain penelitian, prosedur penelitian, bagaimana untuk menguji dan akuisisi data.

Setelah ditentukan nilai indeks kelembaban tanah dan nilai keanggotaan suhu kemudian ditentukan aturan fuzzy-nya. Parameter-parameter tersebut digunakan dalam perhitungan di dalam penelitian dan digunakan sebagai data training. Adapun untuk aturan fuzzy nya dengan menggunakan pernyataan *IF A is a and B is b THEN C is c*. Aturan diatas digunakan untuk menentukan *Linguistic Variable* dan *Fuzzy Value*-nya, yang diperlukan untuk melakukan *reasoning* atau inferensi biasanya direpresentasikan dengan aturan *IF – THEN* seperti diatas aturan ini dibuat oleh *expert* atau berdasarkan *knowledge* yang dimiliki. Kemudian tahap selanjutnya adalah melakukan proses *Fuzzification* atau Fuzzifikasi yakni mengubah nilai *Crisp* menjadi nilai *Fuzzy* dengan menggunakan aturan $\mu_A(a)$, $\mu_A(b)$, $\mu_B(a)$, $\mu_B(b)$. Pada penelitian ini menggunakan inference Sugeno sehingga tahapan agregasi dan defuzzifikasi menjadi satu proses dengan menghitung output menggunakan persamaan berikut.

$$Output = \frac{\sum_{i=1}^n w_i z_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (1)$$

Dari persamaan diatas nilai w_i merupakan nilai rata-rata bobot dan nilai z_i merupakan nilai prediksi sehingga hasil persamaan diatas menjadi penentu kondisi kualitas air dengan standar pengukuran.

Namun sebelum diimplementasi, model yang telah dibangun harus dilakukan evaluasi terlebih dahulu untuk melihat apakah model yang telah dibuat tersebut dapat digunakan dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan kolam atau tidak dengan menggunakan persamaan berikut

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=0}^n (X_t - F_t)^2} \quad (2)$$

Persamaan diatas digunakan untuk melakukan evaluasi model yang telah dibuat dengan melihat nilai error dari model, makin kecil error madel maka makin baik model yang telah dibuat sehingga dianggap sudah layak untuk diimplementasikan dan di uji kembali dilingkuungan yang sesungguhnya. Dimana nilai X_t adalah nilai aktual yang diperoleh dari nilai sensor dan nilai F_t adalah nilai peramalanya serta n adalah jumlah data yang diperoleh saat melakukan pengujian.

Dalam sistem yang diusulkan, sensor dasar dan perangkat elektronik adalah digunakan. Informasi sensor dianalisis untuk mengaktifkan elektronik perangkat. Arduino digunakan sebagai server untuk menganalisis data dan mengirim informasi kepada pengguna.

Komponen:

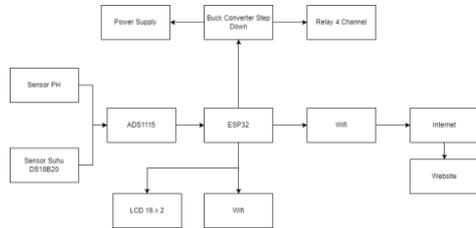
1. Mikrokontroler ESP 32
2. Power 12 VDC
3. Buck Converter Step Down
4. LCD + I2C module
5. ADS1115
6. Resistor 4k7
7. Sensor pH Df robot
8. Relay 4 Channel
9. Sensor Suhu DS18B20
10. Power Supply 12vdc

Platform dan bahasa yang digunakan:

1. Windows based Arduino OS.
2. Arduino IDE
3. VNC Server.
4. Apache Tomcat server
5. MySQL
6. PHP for web page

Skema diagram pemantauan kualitas air kolam:

a) Arsitektur



Gambar 1 Arsitektur [emantau kualitas air

Arsitektur yang diusulkan yaitu sensor keasaman air akan menghitung tingkat keasaman airdi dalam kolam untuk memicu sistem memulai atau menghentikan aliran air berdasarkan nilai threshold fuzzy logic. Ini akan menghemat pemborosan air yang tidak diinginkan. Fungsi sensor mengambang secara bersamaan ketika ketinggian air meningkat atau menurun dari tingkat yang ditentukan. Sensor suhu digunakan untuk memeriksa suhu dalam kolam atau tangki.

b) Instalasi Perangkat dan pengujian
Proses instalasi alat pemantau pH dan suhu dapat dilakukan dengan cara berikut ini:

- 1) Pemasangan alat yang berupa sensor pH dan sensor suhu, dengan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler.
- 2) Pemasangan LCD pada ESP32 berfungsi sebagai monitoring penampil data dari sensor pH dan suhu.
- 3) Menghubungkan aplikasi dengan Arduino dengan memasukkan alamat website dan port koneksi website pada codingan Arduino IDE.

Diawali dari inialisasi I/O lalu proses selanjutnya pembacaan

kadar pH dan Suhu. Apabila data terbaca, maka proses dapat dilanjutkan pada pengiriman data ke web. Dan apabila data tidak terbaca maka proses akan kembali ke inialisasi I/O. Setelah pengiriman data ke web, maka proses selanjutnya menampilkan data pH dan suhu pada web. Dan dilanjutkan proses pemantau pH dan suhu melalui web. Apabila pH tidak dapat di monitoring melalui web, maka proses akan kembali pada inialisasi I/O, dan apabila pH dapat di monitoring melalui web, maka proses selesai.

c) Analisa data

Setelah instalasi dan aktivasi, skrip ditulis dengan C++ digunakan untuk mengumpulkan data digital dari ADC, menyimpan data dalam database MySQL. Dalam setiap 10 detik nilai basis data akan digantikan oleh data sensor real time. Berdasarkan nilai-nilai basis data ini, skrip PHP membandingkan mereka dengan nilai ambang batas yang telah dihitung sebelumnya. Pengambilan keputusan adalah berdasarkan analisis kelembaban tanah, pelampung dan sensor PIR data. Motor air dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 menggunakan relay sebagai perantara. Relay digunakan untuk menghidupkan motor air on/off berdasarkan nilai ambang batas.

d) Transmisi data

Setelah pemrosesan data, pengguna dapat melihat nilai database MySQL waktu nyata. IP statis ditugaskan ke mikrokontroler yang bertindak sebagai server. Halaman web dibuat menggunakan PHP untuk pengguna yang akan mengambil nilai database MYSQL dengan menggunakan alamat IP.

PEMBAHASAN

Pengujian Sensor pH Df Robot dilakukan pada sampel cairan yang telah diambil dari sebuah kolam ikan koi. Dari tabel 4.4 dapat diketahui hasil percobaan yang telah dilakukan memiliki rata-rata error 7%. Untuk nilai error terbesar memiliki nilai 14,7% dan error terkecilnya 1,3%. Dengan nilai dibawah 10%, maka dapat dikatakan bahwa sensor bekerja dengan baik karena memiliki hasil pembacaan suhu yang hampir sama nilainya dengan ph meter.

Table 1 Komparasi Akurasi Pengukuran Keasaman

No	Waktu	Pembacaan pH pada Website	Pembacaan pH pada pH meter	Selisih	Error
1	Pagi	Ph : 6.12		0,42	7,3%
2	Sore	Ph : 6.78		0,58	9,3%
3	Pagi	Ph : 7.23		0,93	14,7%
4	Sore	Ph : 5.92		0,08	1,3%
5	Pagi	Ph : 6.25		0,35	5,9%

Pengujian Sensor DS18B20 dilakukan pada sampel cairan yang telah diambil dari sebuah kolam ikan koi. Dari tabel 4.5 dapat diketahui hasil percobaan yang telah dilakukan memiliki rata-rata error 9,37%. Untuk nilai error terbesar memiliki nilai 17,8% dan error terkecilnya 1,3%. Dengan nilai dibawah 10%, maka dapat dikatakan bahwa sensor bekerja dengan cukup baik karena memiliki hasil pembacaan suhu yang hampir sama nilainya dengan thermometer

Table 2 Hasil pengamatan Komparasi Suhu

No	Waktu	Pembacaan suhu pada website	Pembacaan Suhu pada termometer	Selisih	Error
1	Pagi	Suhu : 27.69 °C		4,19	17,8%
2	Sore	Suhu : 27.56 °C		3,46	14,3%
3	Pagi	Suhu : 28 °C		4,0	16,6%
4	Sore	Suhu : 26.06 °C		0,34	1,3%
5	Pagi	Suhu : 25.56 °C		0,94	3,54%
6	Sore	Suhu : 25.88 °C		0,72	2,7%

Data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan *fuzzy* adalah data pembacaan suhu dan pH pada sampel cairan yang telah diambil dari sebuah kolam ikan koi. Di bawah ini merupakan data keseluruhan hasil pembacaan suhu dan pH yang sudah dilakukan

Table 3 Hasil Pembacaan Suhu dan pH

N	W	S	p
1	P	27,	6
2	S	27,	6
3	P	2	7
4	S	26,	5
5	P	26,	6
6	S	25,	6
7	P	27,	6
8	S	25,	6
9	P	28	6
1	S	27,	5
1	P	26,	7
1	S	24,	6
1	P	27,	6
1	S	25,	7

Tabel di atas adalah data pembacaan suhu dan pH yang telah dilakukan pengujian selama 14 hari dengan menggunakan sampel cairan yang telah diambil dari sebuah kolam

ikan koi.

Tahap yang dilakukan untuk mencari nilai dari keluaran proses *fuzzy* dengan menerapkan metode *fuzzy sugeno* dari variabel input di atas. Pada metode ini dilakukan beberapa tahapan yaitu:

a. Tahap *Fuzzyfikasi*

Fuzzyfikasi atau pembentukan himpunan *fuzzy* ini merupakan tahap dilakukannya pemetaan nilai *crisp* dari 2 variabel ke dalam himpunan *fuzzy* dan menentukan derajat keanggotaannya. Berikut merupakan sampel pembacaan suhu dan pH pada website sistem *monitoring*. Dengan waktu pagi di hari kedua pada pembacaan suhu diperoleh nilai sebesar 28°C dan pembacaan pH diperoleh nilai sebesar 7,23. Berikut adalah proses *fuzzyfikasi* pada variabel suhu (S) 28 :

$$\mu \text{ kurang } [28] = 0 ; S \geq 20$$

$$\mu \text{ cukup} = \frac{28 - 20}{30 - 28} = 4 ; 20 < S \leq 30$$

$$\mu \text{ baik } [28] = 0 ; S \leq 30$$

Dari hasil yang telah didapat pada perhitungan di atas maka menghasilkan derajat keanggotaan dari variabel suhu (S) kurang, cukup, baik adalah sebagai berikut:

- Derajat keanggotaan suhu kurang [28] = 0
- Derajat keanggotaan suhu cukup [28] = 4
- Derajat keanggotaan suhu baik [28] = 0

Berikut merupakan perhitungan *fuzzyfikasi* untuk variabel pH (H) 7,23 :

$$\mu \text{ kurang } [7,23] = 0 ; H \leq 6,5$$

$$\mu \text{ cukup} = \frac{7.35 - 6.5}{8 - 7.23} = 1 ; 6.5 < H \leq 8.0$$

$$\mu \text{ baik } [7.23] = 0 ; H \leq 8.0$$

b. Fungsi Implikasi

Tahap implikasi ini akan dilakukan perbandingan tiap variabel input berdasarkan dengan aturan *fuzzy* yang ada, dan menggunakan perhitungan fungsi MIN.

Rule 1 :

IF (Suhu is Baik) AND (pH is Baik)
THEN (keputusan is Layak), z1 = 90
> MIN (0,0) = 0

Rule 2 :

IF (Suhu is Baik) AND (pH is Cukup)
THEN (keputusan is Layak), z2 = 70
> MIN (0,1) = 0

Rule 3 :

IF (Suhu is Baik) AND (pH is Kurang)
THEN (keputusan is Tidak Layak), z3 = 50
> MIN (0,0) = 0

Rule 4 :

IF (Suhu is Cukup) AND (pH is Baik)
THEN (keputusan is Layak), z4 = 70
> MIN (4,0) = 0

Rule 5 :

IF (Suhu is Cukup) AND (pH is Cukup)
THEN (keputusan is Layak), z5 = 60
> MIN (4,1) = 1

Rule 6 :
 IF (Suhu is Cukup) AND (pH is Kurang) THEN (keputusan is Tidak Layak), $z_6 = 40$
 $> \text{MIN}(4,0) = 0$

Rule 7 :
 IF (Suhu is Kurang) AND (pH is Baik) THEN (keputusan is Layak), $z_7 = 50$
 $> \text{MIN}(0,0) = 0$

Rule 8 :
 IF (Suhu is Kurang) AND (pH is Cukup) THEN (keputusan is Tidak Layak), $z_8 = 40$
 $> \text{MIN}(0,1) = 0$

Rule 9:
 IF (Suhu is Kurang) AND (pH is Kurang) THEN (keputusan is Tidak Layak), $z_9 = 30$
 $> \text{MIN}(0,0) = 0$

c. Defuzzyfikasi

Tahap *defuzzyfikasi* ini akan dilakukan penentuan nilai variable linguistik keputusan berdasarkan aturan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Di bawah ini merupakan tabel dari variabel keputusan:

Table 4 Variabel hasil defuxxyfikasi

Variabel Keputusan	
Tidak Layak	30-50
Layak	51-90

Dari informasi pada tabel di atas maka dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu perhitungan *defuzzyfikasi* dihitung *average* atau rata-ratanya

$$z = \frac{\sum a_i z_i}{\sum z_i} \quad (3)$$

Pada tahap implikasi mencari nilai minimum dan penetapan nilai z , dari tahap tersebut maka menghasilkan nilai a_i dan z_i dari setiap aturan yang telah dibuat yaitu sebagai berikut:

Table 5 Nilai predikat a dan z pada masing-masing rule

No	Nilai a ke-	Nilai z ke-
1	0	90
2	0	70
3	0	50
4	0	70
5	1	60
6	0	40
7	0	50
8	0	40
9	0	30

$$z = \frac{0(90) + 0(70) + 0(50) + 0(70) + 1(60) + 0(40) + 0(50) + 0(40) + 0(30)}{0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 0 + 0 + 0}$$

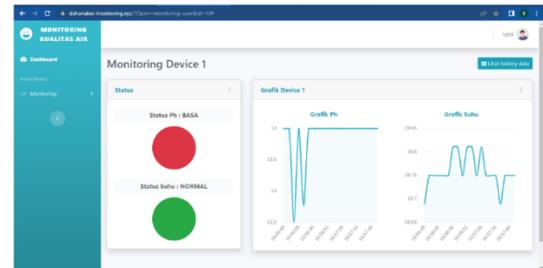
$$z = 60$$

Berdasarkan perhitungan penilaian pH dan suhu pada tahap *defuzzyfikasi* maka menghasilkan nilai 60 dengan keterangan LAYAK.

SIMPULAN

Dari hasil pengujian diperoleh dengan menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) diperoleh hasil yang optimal atau 0 persen error, ini wajar terjadi karena pada penentuan nilai menggunakan nilai rentang sehingga berapapun nilai yang diperoleh pasti akan masuk dalam rentang yang telah ditentukan. Dari hasil penelitian ini dibuat adalah menghasil aplikasi web sebagai perangkat monitor dan kendali yang adaptif dilakukan oleh sistem tanpa harus ada campur tangan peternakikan berikut

adalah hasil monitoring yang telah diperoleh



Gambar 2 Tampilan Web pemantauan kualitas air

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Chindra, Zulfi, & Pareza Alam. (2022). Perancangan Sistem Kontrol Suhu dan Monitoring Serta Kelembapan Kumbung Jamur Tiram Menggunakan Mist Maker Berbasis IoT (Internet of Thing). *Jurnal PROCESSOR*, 17(2), 82–90.
<https://doi.org/10.33998/processor.2022.17.2.1231>
- Agale, R. R., & Gaikwad, D. P. (2018). Automated Irrigation and Crop Security System in Agriculture Using Internet of Things. *2017 International Conference on Computing, Communication, Control and Automation, ICCUBEA 2017*, 1–5.
<https://doi.org/10.1109/ICCUBEA.2017.8463726>
- Muhammad, Z., Hafez, M. A. A. M., Leh, N. A. M., Yusoff, Z. M., & Hamid, S. A. (2020). Smart Agriculture Using Internet of Things with Raspberry Pi. *Proceedings - 10th IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering, ICCSCE 2020*, (August), 85–90. <https://doi.org/10.1109/ICCSCE50387.2020.9204927>
- Pachiyannan, M. (2019). A Low-Cost Arduino based Automatic Irrigation System using Soil Moisture Sensor: Design and Analysis. *2nd International Conference on Signal Processing and Communication, ICSPC 2019 - Proceedings*, 104–108.
- Preuveneers, D., & Berbers, Y. (2014). Enabling self-learning in dynamic and open IoT environments. *Procedia - Procedia Computer Science*, 32, 207–214.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.05.416>
- Savla, D. V., Parab, A. N., Kekre, K. Y., Gala, J. P., Ramchandra, S., & Sonawane, P. A. (2020). Virtual Farmer: Real Time Crop Prediction and Automatic Irrigation System. *2020 11th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies, ICCCNT 2020*. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT49239.2020.9225686>
- Setiawan, I., Junaidi, J., Fadryani, F., & Amaliah, F. R. (2022). Automatic Plant Watering System for Local Red Onion Palu using Arduino. *Jurnal Online Informatika*, 7(1), 28.
<https://doi.org/10.15575/join.v7i1.813>
- Singh, P., & Saikia, S. (2017). Arduino-based smart irrigation using water flow sensor, soil moisture sensor, temperature sensor and ESP8266 WiFi module. *IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference 2016, R10-HTC 2016 - Proceedings*.
<https://doi.org/10.1109/R10-HTC.2016.7906792>
- Wibisono, M. I., & Awaludin, M. (2017). Evaluasi Integrasi Sistem Enterprise Dengan Sap Ecc 6.0 Pada Perusahaan Fmcg. *Prosiding SINTAK 2017*, 237–243.