

Rancang Bangun *Monitoring Early Warning System* Bencana Banjir Berdasarkan Ketinggian Aliran Sungai Menggunakan Modem SIM900 dan *Internet of Things*

Arif Sumardiono¹, Erna Alimudin^{2*}, Zaenurrohman³, Hera Susanti⁴

^{1, 2, 3, 4}Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Cilacap

^{1, 2, 3, 4}Jln. Dr. Soetomo No.1 Karangcengis Sidakaya, Kabupaten Cilacap, 53212, Indonesia

E-mail: arifsumardiono@pnc.ac.id¹, ernaalimudin@pnc.ac.id², zaenur@pnc.ac.id³, herasusanti@pnc.ac.id⁴

Info Naskah:

Naskah masuk: 16 November 2021

Direvisi: 17 Januari 2022

Diterima: 23 Januari 2022

Abstrak

Curah hujan wilayah Cilacap tinggi yaitu 80-100mm di bulan Oktober-Maret. Curah hujan tinggi yang menyebabkan meluapnya air sungai tidak bisa diprediksi. Tingginya debit air tidak disadari hingga air sungai meluap dan menyebabkan banjir. Oleh karena itu diperlukan sistem *monitoring* ketinggian air sungai untuk deteksi dini luapan air sungai. Alat ini menggunakan *solar cell* sebagai catu daya. Sistem *monitoring* dibagi menjadi dua titik sistem pemantau ketinggian air sungai dengan jarak antar titik untuk tahap skala laboratorium yaitu 100 meter. Sensor yang mengukur ketinggian aliran sungai yaitu sensor ultrasonik. Hasil sensor ultrasonik diproses mikrokontroler dan modul SIM 900 L untuk dikirimkan ke *database*. Ketika ketinggian air sungai masuk kategori iaga 3 maka buzzer akan berbunyi sebagai peringatan. Hasil pengujian sensor ultrasonic mempunyai error yang sangat kecil. Sensor 1 mempunyai rata – rata error 0,00023% dan sensor ultrasonik 2 mempunyai error 0,00016%. Sistem mampu mengirimkan data ketinggian air sungai yang bisa diakses via *website*.

Keywords:

early warning system;
rainfall;
river overflows;
microcontroller;
SIM 900 L module.

Abstract

The rainfall in the Cilacap region is high, about 80-100mm in October-March. The high rainfall that causes the overflow of river water is unpredictable. The high water discharge is not realized until the river water overflows and causes flooding. Therefore, a river water level *monitoring* system is needed to detect river overflows early. This tool uses a solar cell as a power supply. The *monitoring* system is divided into two points of river water level *monitoring* system with a distance between points for the laboratory scale stage, which is 100 meters. Sensors that measure the height of river flow are ultrasonic sensors. The sensor results are processed by microcontroller and SIM 900 L module to be sent to the *database*. When the water level is in the Alert level 3, the buzzer will sound as a warning. The ultrasonic sensor test results have a very small error. Sensor 1 has an average error of 0.00023% and ultrasonic sensor 2 has an error of 0.00016%. The system is able to transmit river water level data that can be accessed through the *website*.

*Penulis korespondensi:

Erna Alimudin

E-mail: ernaalimudin@pnc.ac.id

1. Pendahuluan

Dinamika atmosfer berpotensi menyebabkan terjadinya pengumpulan angin dan konsentrasi massa udara basah yang meningkatkan potensi terjadinya hujan di wilayah Jawa Tengah Bagian Selatan khususnya wilayah Cilacap. [1], [2] Curah hujan di Cilacap tergolong tinggi, yaitu 80-100mm di bulan Oktober-Maret. [3] Penurunan curah hujan yang tinggi mengakibatkan meluapnya air sungai. Salah satunya di bulan Juli 2021, hujan yang ekstrim dan lebat telah membuat meluapnya air sungai di Kecamatan Jeruklegi. Adapun desa yang terdampak yaitu Desa Cilibang, Sawangan, Prapagan, Brebeg, Jambusari dan Jeruklegi Wetan. Selain itu, Desa Kalijeruk di Kecamatan Kawungaten juga ikut terdampak [4].

Curah hujan tinggi yang menyebabkan meluapnya air sungai tidak bisa diprediksi. [5] Tingginya debit air tidak disadari hingga air sungai meluap dan menyebabkan banjir. [6] Ketika banjir terjadi warga tidak dalam kondisi siap sehingga mengalami banyak kerugian dari segi kesehatan dan ekonomi [7]. Oleh karena itu, perlu adanya sistem *monitoring* ketinggian air sungai sehingga dapat menjadi deteksi dini luapan air sungai yang menyebabkan banjir. Pada penelitian sebelumnya, sudah dibuat sistem monitor cuaca yang mampu mengukur suhu, kelembaban, dan tekanan barometer [8], [9]. Penelitian berikutnya yang serupa, tidak hanya memonitor cuaca tapi mengukur ketinggian air sungai dengan *Internet of Things (IoT)* [10]–[12] Berbeda dengan penelitian monitoring ketinggian air sungai dengan konsep IoT, penelitian lain hanya memberikan peringatan melalui alarm [13], [14]. Kelemahannya, informasi hanya akan diketahui oleh warga yang mendengarkan di sekitar alarm diletakkan.

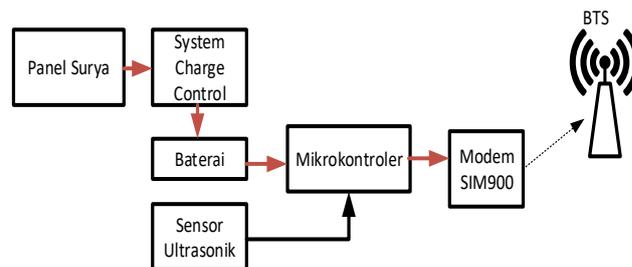
Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibuat *early warning system* bencana banjir berdasarkan ketinggian aliran sungai yang mampu memberikan alarm bagi warga sekitar sungai agar lebih siaga dan juga menyebarkan informasi melalui *website* guna mempercepat penanggulangan bencana oleh pemerintah setempat.

2. Metode

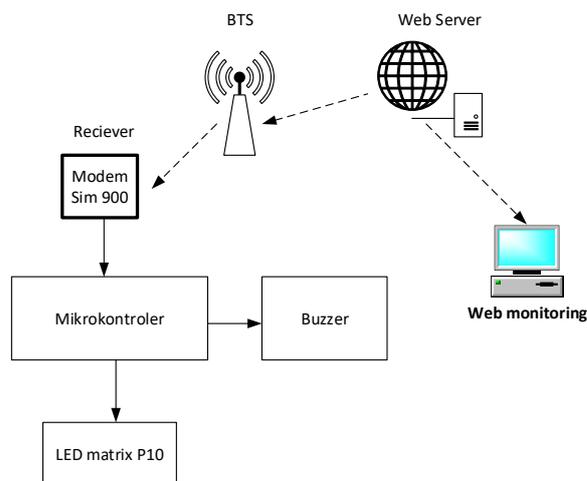
Sistem EWS pada penelitian ini terdapat dua titik sistem pembacaan ketinggian air sungai dengan jarak antar titik (skala laboratorium) yaitu dengan jarak 100 meter. Dalam monitoring, semakin banyak data yang didapatkan maka akurasi semakin tinggi [15]. Begitu pula dengan monitoring ketinggian air sungai. Dalam penelitian ini digunakan dua titik sebagai simulasi. Penempatan titik pembacaan ketinggian air dapat diibaratkan titik-titik aliran sungai yang rawan banjir. Ketika ketinggian air di titik pertama masuk dalam kategori tinggi, maka sistem akan membunyikan buzzer dan menampilkan informasi kondisinya melalui tampilan LED matriks, sehingga dapat tersampaikan informasinya ke warga di sekitar titik tersebut. Informasi ketinggian air sungai dari titik pertama juga dikirim dan disimpan ke *database* supaya dapat dimonitoring melalui *website* oleh dinas atau pemda terkait. Ketika titik pertama ketinggian air sudah kategori tinggi, sedangkan titik kedua belum mendeteksi ketinggian air dalam kategori tinggi, pemda atau dinas terkait dapat

mengantisipasi dengan memberikan informasi kepada warga sekitar titik kedua agar lebih waspada.

Sistem perangkat keras yang digunakan pada sistem pembacaan ketinggian air sungai yaitu sensor ultrasonik yang digunakan untuk pengukur ketinggian aliran sungai, arduino uno sebagai kontrolernya, serta Modul GSM SIM900 digunakan untuk mengirim data ke database melalui jaringan internet. Untuk kebutuhan catu daya listriknya, digunakan baterai yang secara otomatis terisi dayanya menggunakan modul SCC dan *solar cell*. Sistem pembacaan ketinggian air ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem pembacaan ketinggian air



Gambar 2. Diagram blok sistem titik monitoring

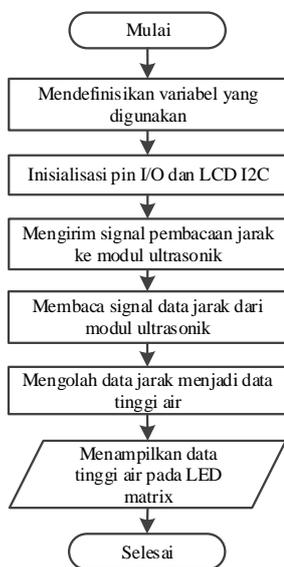
Data ketinggian air yang dihasilkan sensor ultrasonik diproses oleh mikrokontroler dan dikirimkan ke *database* melalui modem SIM900 yang terkoneksi dengan internet. Proses pengiriman data ketinggian air dilakukan dalam interval 2 menit. Besarnya interval pengiriman data tersebut bertujuan supaya pengiriman data tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat antara pengiriman pertama dengan pengiriman selanjutnya. Hal ini akan berpengaruh pada banyaknya data yang masuk ke *database*. Semakin banyak data yang masuk maka semakin cepat penuh memori penyimpanan yang digunakan pada *database*.

Data ketinggian air pada database selanjutnya dikirimkan ke sistem titik monitoring untuk ditampilkan pada penampil LED matriks. Selain itu data ketinggian air pada

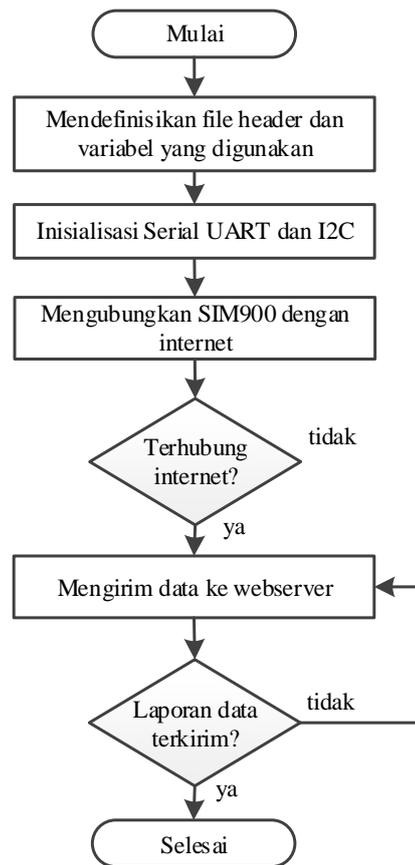
titik monitoring juga digunakan sebagai acuan untuk menentukan status ketinggian air sungai serta membunyikan alarm. Variasi status ketinggian air sungai tersebut yaitu “Aman”, “Waspada”, dan “Bahaya”. Status ketinggian air sungai selanjutnya ditampilkan pada penampil LED matriks sebagai pemberitahuan pada warga sekitar. Penyalaan buzzer atau alarm yaitu ketika ketinggian air sungai pada status “Bahaya”. Diagram blok sistem titik monitoring digambarkan pada Gambar 2. Dari segi *software*, sistem monitoring ini menggunakan pemrograman bahasa C++. Pada sistem pembacaan ketinggian air terdiri dari dua sub-program, yaitu program pembacaan sensor ultrasonik dan program pengiriman data. Program pembacaan sensor ultrasonik ditampilkan dalam gambar flowchart yang ditunjukkan pada

Gambar 3.

Pengiriman melalui modem gsm 900 menggunakan komunikasi secara serial. Metode yang digunakan untuk mengirim data dari mikrokontrol agar data diterima oleh database menggunakan metode GET. Pengiriman data dibuat algoritma yang dapat mengatasi ketika keadaan jaringan GSM terputus sehingga tidak ada koneksi internet. Ketika tidak ada koneksi internet maka modem gsm akan secara pribadi mengkoneksikan kembali atau mereset ulang sistem. Hal ini membuktikan sistem secara otomatis mengatasi pola-pola ketika ada kendala tersebut.



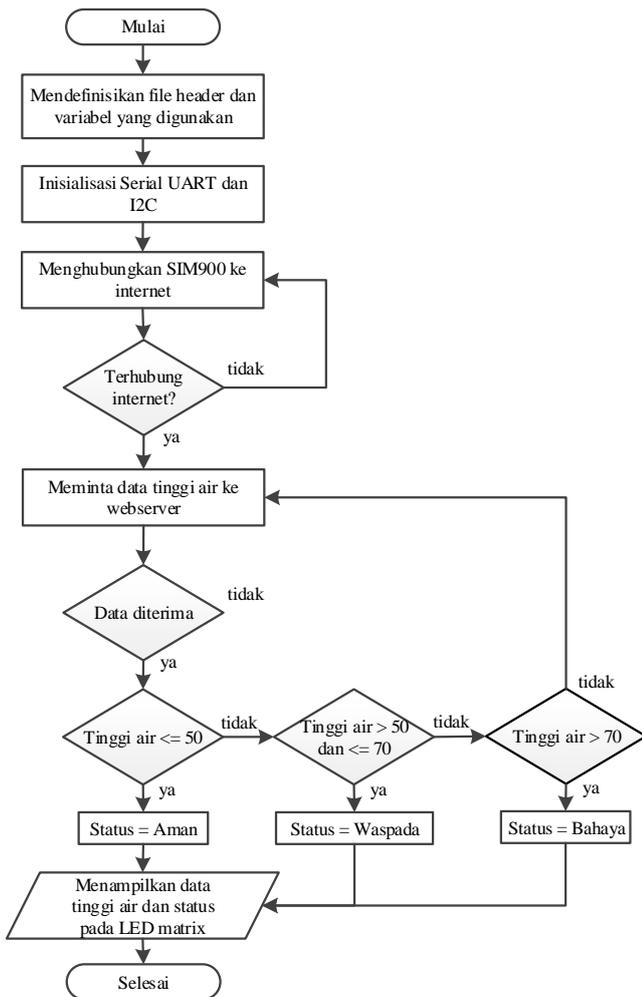
Gambar 3. Flowchart program pembacaan sensor ultrasonic



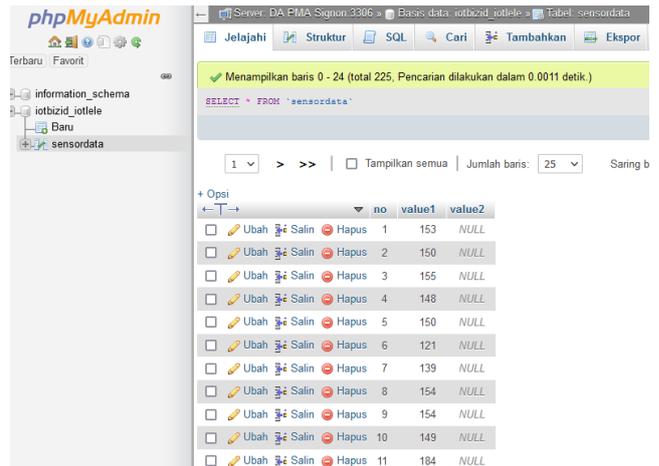
Gambar 4. Flowchart program pengiriman data ketinggian air sungai

Antarmuka IoT pada penelitian ini hanya menampilkan data tabel pada *website* menggunakan domain. Domain ini merupakan domain berbayar seperti Gambar 6. Domain pada Gambar 2 difungsikan sebagai *database* untuk menampung data – data yang dikirimkan oleh sensor ultrasonik 1 dan ultrasonik 2. Data data tersebut akan tersimpan dalam *database* mySQL seperti pada Gambar 7.

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa *database* tersebut memiliki variabel *value1* yang akan digunakan untuk menampung data – data yang dikirimkan oleh ultrasonik 1 dan data – data yang dikirimkan oleh sensor ultrasonik 2. Setelah dimasukkan ke *database* maka proses selanjutnya yaitu membuat interface pada *website* berupa tabel data yang ditampilkan pada *website* dengan memprogram melalui file *esp-data2.php* seperti Gambar 7.



Gambar 5. Flowchart program pembacaan ketinggian air pada database



Gambar 7. Database mySQL

Sistem Monitoring Ketinggian Air Sungai

No	sensor1	sensor2	status
1	153		Delete Update
2	150		Delete Update
3	155		Delete Update
4	148		Delete Update
5	150		Delete Update
6	121		Delete Update
7	139		Delete Update
8	154		Delete Update
9	154		Delete Update
10	149		Delete Update

Gambar 8. Tampilan Website



Gambar 6. Domain Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk menguji keakuratan dan tingkat error sensor dalam mengukur jarak dibandingkan dengan penggaris sebagai alat standart. Hasil pembacaan ultrasonik ditampilkan pada serial monitor dan dibandingkan dengan angka pada penggaris. Untuk nilai error sendiri diukur dengan Persamaan (1) dan (2) [16].

$$error = |s - si| \tag{1}$$

$$\%error = \left| \frac{s - si}{s} 100\% \right| \tag{2}$$

dimana,

s : Jarak Sebenarnya

si : Jarak Terukur

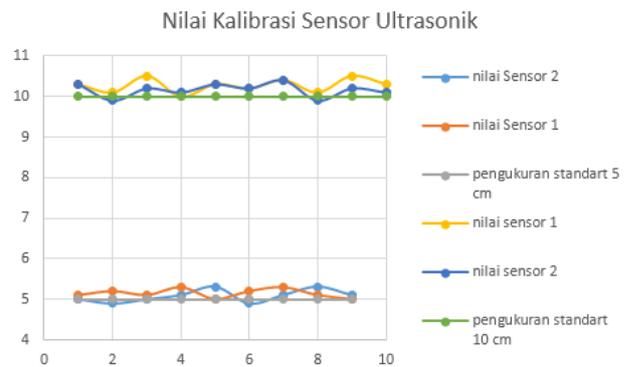
% error : Presentase Kesalahan

Tabel 1. Kalibrasi Sensor Ultrasonik

No	Jarak pada Penggaris (cm)		Jarak pada Serial Monitor (cm)		Rata – rata (cm)		Error (%)	
	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 1	Sensor 2
1	5	5	5,1	5	5,14	5,07	2×10^{-4}	1×10^{-4}
			5,2	4,9				
			5,1	5				
			5,3	5,1				
			5	5,3				
			5,2	4,9				
			5,3	5,1				
			5,1	5,3				
			5	5,1				
2	10	10	10,3	10,3	10,27	10,16	2×10^{-4}	1×10^{-4}
			10,1	9,9				
			10,5	10,2				
			10	10,1				
			10,3	10,3				
			10,2	10,2				
			10,4	10,4				
			10,1	9,9				
			10,5	10,2				
			10,3	10,1				
Rata-rata Error							23×10^{-4}	16×10^{-4}

Berdasarkan pengujian dua buah sensor ultrasonik didapatkan data bahwa sensor ultrasonik bekerja dengan sangat baik. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Pengujian sensor ultrasonic dilakukan dalam 4 waktu pengambilan data yang berbeda. Dan setiap waktu pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali. Dari hasil pengujian tersebut, diketahui nilai rata-rata error sensor ultrasonik 1 adalah 0,00023% dan nilai rata-rata error sensor ultrasonik 2 adalah 0,00016%. Selain itu, diketahui semakin jauh jarak benda dari sensor ultrasonik, ada kenaikan nilai error yaitu sekitar 0,00005%. Nilai error yang sangat kecil ini mengindikasikan sensor ultrasonik dapat digunakan sebagai pengukur ketinggian air sungai.

Selanjutnya, dilakukan pengujian pengiriman data ke *database* yang dilakukan oleh dua sistem. Sistem pertama yaitu menggunakan ultrasonik 1 untuk sensornya dan untuk pengiriman data menggunakan modul GSM 900 L. Data – data dari sensor akan diproses oleh Arduino Uno dan akan dikirimkan ke *database* melalui modul GSM 900 L. Sistem kedua menggunakan ultrasonik 2 serta menggunakan modul GSM 900.



Gambar 9. Grafik Kalibrasi Sensor Ultrasonik

Sistem Monitoring Ketinggian Air Sungai

No	sensor1	sensor2	status
1	20	20	Delete Update
2	21	21	Delete Update
3	21	21	Delete Update
4	21	21	Delete Update
5	22	22	Delete Update
6	22	22	Delete Update
7	22	22	Delete Update
8	23	23	Delete Update
9	23	23	Delete Update
10	23	23	Delete Update

Gambar 10. Tampilan Data ketinggian Air pada Website

Informasi ketinggian air sungai yang dikirimkan ke *database* dapat diakses melalui *website* seperti pada Gambar 6. Data – data tersebut merupakan data tahap uji coba koneksi. Berdasarkan hasilnya data bisa dikirimkan ke *database* mySQL dan dapat ditampilkan di *website*.

4. Kesimpulan

Rancang bangun *monitoring early warning system* banjir mampu mengukur ketinggian air sungai menggunakan sensor ultrasonik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil pengukuran memiliki akurasi yang tinggi. Persentase *error* pengukuran jarak sensor yang terbaca di serial monitor dengan yang terukur pada penggaris sangat kecil, yaitu 0,00023 % pada sensor 1 dan 0,00016 % pada sensor 2. Selain itu, sistem juga mampu mengirimkan data pengukuran ketinggian air sungai ke *database* yang bisa diakses melalui *website*.

Daftar Pustaka

- [1] I. W. Harmoko And B. Ruslana, Zauyik Nana (Stasiun Klimatologi Klas I Semarang, “Analisis Singkat Kejadian Banjir Di Kabupaten Cilacap (Tanggal 21 Juli 2021),” 2021.
- [2] K. Prasetyaningtyas, “Analisis Dinamika Atmosfer Dasarian I Januari 2021,” 2021. [Online]. Available: <https://www.bmkg.go.id/berita/?p=analisis-dinamika-atmosfer-dasarian-i-januari-2021&lang=ID&s=detil>
- [3] W. Estiningtyas, F. Ramadhani, And E. Aldrian, “Analisis Korelasi Curah Hujan Dan Suhu Permukaan Laut Wilayah Indonesia, Serta Implikasinya Untuk Prakiraan Curah Hujan (Studi Kasus Kabupaten CILACAP),” *Agromet Indones.*, vol. 21, no. September, pp. 323–326, 2006.
- [4] Y. Wisnu, “Cilacap Supermarket Bencana di Jawa Tengah,” *Banyumaskita.id Solopos.com*, Cilacap, 2021.
- [5] M. F. Noor, E. Utami, and E. Pramono, “Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode Anfis (Studi Kasus: Kabupaten Hulu Sungai Utara),” *J. Inf. J. Penelit. dan Pengabd. Masy.*, vol. 5, no. 2, pp. 24–29, 2019.
- [6] M. F. Imansyah, “Studi umum permasalahan dan solusi das citarum serta analisis kebijakan pemerintah,” *J. Sositologi*, vol. 11, no. 25, pp. 18–33, 2012.
- [7] N. Isteni, “Banjir di Tulungagung Tahun 1955-1986,” *J. Avatar*, vol. 6, no. 2, pp. 36–45, 2018.
- [8] D. Kurniawan, A. Nugroho Jati, and A. Mulyana, “Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitor Cuaca Menggunakan Mikrokontroler Sebagai Pendukung Sistem Peringatan Dini Banjir,” vol. 3, no. 1, pp. 757–763, 2016, [Online]. Available: http://www.egr.msu.edu/classes/ece480/capstone/fall09/group03/AN_hemmanur.pdf
- [9] F. Erwan, A. Muid, and I. Nirmala, “Rancang bangun sistem pengukur cuaca otomatis menggunakan arduino dan terintegrasi dengan website,” *Coding J. Komput. dan Apl.*, vol. 6, no. 3, 2018.
- [10] F. R. Usman, W. Ridwan, and I. Z. Nasibu, “Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis Mikrokontroler Arduino,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2019, doi: 10.37905/jjee.v1i1.2721.
- [11] D. Satria, S. Yana, R. Munadi, and S. Syahreza, “Sistem Peringatan Dini Banjir Secara Real-Time Berbasis Web Menggunakan Arduino dan Ethernet,” *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.35870/jtik.v1i1.27.
- [12] A. Nurdianto, D. Notosudjono, and H. Soebagia, “Rancang bangun sistem peringatan dini banjir (early warning system) terintegrasi internet of things,” *J. Online Mhs. Bid. Tek. Elektro*, vol. 01, pp. 1–10, 2018.
- [13] I. E. Mulyana and R. Kharisman, “Perancangan Alat Peringatan Dini Bahaya Banjir dengan Mikrokontroler Arduino Uno R3,” *Creat. Inf. Technol. J.*, vol. 1, no. 3, p. 171, 2015, doi: 10.24076/citec.2014v1i3.19.
- [14] R. Herawati, W. Sanjaya, and S. R. Wijaya, “Prototype Alarm Pendeteksi Banjir dengan Water Level Sensor Funduino Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” *J. Ilm. STMIK AUB*, vol. 26, no. 1, 2020.
- [15] E. N. Arrofiqoh and H. Harintaka, “Implementasi Metode Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Tanaman Pada Citra Resolusi Tinggi,” *Geomatika*, vol. 24, no. 2, pp. 61–68, 2018.
- [16] Susilawati and Febrian, “Analisis Kesalahan Siswa Kelas X Mia 3 Sma Negeri 1 Tanjungpinang Tahun Pelajaran 2015/2016 Dalam Menyelesaikan Permasalahan Peluang Dengan Menggunakan Kategori Kesalahan Watson,” *J. Pendidik. Mat.*, 2016.