



## IMPLEMENTASI SENSOR ULTRASONIK BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR

Rut Dias Valentin<sup>1</sup>, Made Ayu Desmita<sup>2</sup>, Asri Alawiyah<sup>3</sup>, Samsugi<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia

rutdiasv@teknokrat.ac.id<sup>1</sup>, madeayu29@gmail.com<sup>2</sup>, asri06alawiyah@gmail.com<sup>3</sup>, samsugi@gmail.com<sup>4</sup>

Received: (date month year)

Accepted: (date month year)

Published : (date month year )

### Abstrac

*Flood disaster is currently one of the focuses of public attention in Indonesia, especially in some areas that are often hit by floods because they cause many losses and even casualties. Floods can occur due to the overflowing of the volume of water in a body of water such as rivers or lakes where the dam or irrigation can no longer accommodate the overflowing water level. The causes of flooding that often occur are drains that are clogged with piles of garbage due to the lack of public awareness in maintaining environmental cleanliness, illegal logging which causes water catchment areas to decrease, and heavy rainfall that does not stop at certain times can also cause flooding. . Based on these problems, the authors chose to focus on handling floods caused by continuous rainfall which can increase the volume of water in drainage in surrounding community settlements. During the rainy season, of course the public will feel more anxious if the rain starts to fall for quite a long time, therefore the author created a flood early detection system using a microcontroller that is connected to an ultrasonic sensor as a measure of water level in a drainage / irrigation. From the data obtained through the ultrasonic sensor, the data output will appear via the LED, LCD and also the flood early warning alarm via the buzzer. The design of this system is made with the hope that the community can better prepare themselves for situations that might be faced in the event of a flood.*

**Keywords:** *Arduino Uno, Flood, LCD Monitor, Ultrasonic Sensor, Warning System*

### Abstrak

Bencana banjir saat ini menjadi salah satu fokus perhatian masyarakat di Indonesia, khususnya pada beberapa daerah yang kerap kali di terpa bencana banjir karena menyebabkan banyak kerugian bahkan korban jiwa. Banjir dapat terjadi akibat meluapnya volume air pada suatu badan air seperti sungai maupun danau yang pada bendungan maupun irigasinya tidak lagi mampu menampung ketinggian air yang meluap. Adapun penyebab banjir yang sering terjadi yaitu saluran air yang tersumbat oleh tumpukan sampah karena kurangnya kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan, penebangan hutan secara liar yang menyebabkan daerah resapan air berkurang, serta curah hujan deras yang tak kunjung berhenti pada waktu tertentu juga dapat menyebabkan terjadinya banjir. Berdasarkan masalah-masalah tersebut penulis memilih fokus pada penanganan banjir yang disebabkan oleh curah hujan terus – menerus yang dapat meningkatkan volume air pada drainase yang ada di permukiman masyarakat sekitar. Pada saat musim hujan, tentunya masyarakat akan lebih merasa was – was apabila hujan mulai turun dalam durasi yang cukup lama, oleh karena itu penulis membuat sebuah sistem deteksi dini banjir menggunakan mikrokontroler yang dihubungkan dengan sensor ultrasonik sebagai pengukur tinggi air pada sebuah drainase/irigasi sehingga dari data yang diperoleh melalui sensor ultrasonik tersebut, akan tampil keluaran data melalui led, LCD dan juga alarm peringatan dini banjir melalui buzzer. Perancangan sistem ini dibuat dengan harapan agar masyarakat dapat lebih mempersiapkan diri untuk keadaan yang mungkin akan dihadapi apabila terjadi banjir.

### To cite this article:

Rut Dias. (2021). Implementasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Untuk Sistem Peringatan Dini Banjir. *Jimel*, Vol(2), Page-Page.

Kata Kunci: *Arduino Uno, Banjir, LCD Monitor, Sensor Ultrasonik, Sistem Peringatan*

## PENDAHULUAN

Kondisi curah hujan yang cukup tinggi tiap tahunnya menyebabkan beberapa wilayah Indonesia sering terjadi bencana banjir ketika musim penghujan tiba karena beberapa faktor seperti kondisi lingkungan

yang rusak akibat sampah masyarakat ataupun limbah, penebangan hutan secara liar dan kondisi tempat yang lebih rendah dari sekitarnya[1][2] Bencana banjir dapat terjadi akibat volume air yang berada di sungai melebihi badan sungai.[3] Saat ini bencana banjir menjadi salah satu fokus perhatian masyarakat di Indonesia, khususnya pada beberapa daerah yang kerap kali di terpa bencana banjir menjadi sebuah bencana yang dianggap biasa terjadi namun tetap saja merugikan masyarakat terutama apabila banjir terjadi secara mendadak, terlebih lagi bila terjadi saat malam hari atau pada waktu yang tidak terprediksi. Berdasarkan bencana banjir yang kerap kali terjadi diketahui bahwa bencana banjir juga mengakibatkan korban jiwa dan harta benda yang cukup besar sehingga sangat merugikan kehidupan masyarakat. [4]

Kurangnya informasi mengenai meluapnya air pada saluran drainase dilingkungan tempat tinggal masyarakat dapat menyebabkan kerugian yang semakin tinggi. Hal tersebut dikarenakan daerah tempat tinggal masyarakat yang rawan terkena banjir tidak siap siaga. Untuk mengurangi kerugian yang dialami oleh masyarakat dibuat sistem peringatan dini bencana banjir.[4] Sistem peringatan dini banjir didesain untuk memberikan informasi dan peringatan dini, sehingga mampu mengurangi jumlah korban akibat ketidaksiapan masyarakat dalam menghadapi bencana banjir, dan juga untuk memberikan tindakan dini pada instansi yang terkait dengan masyarakat sehingga adanya koordinasi yang baik. Penelitian ini bertujuan merancang dan merealisasikan sistem *early warning* bencana banjir air sungai yang menggunakan sensor tak sentuh dengan transduser ultrasonik, mampu mengirim data hasil pengukuran jarak jauh dan dapat menggambarkan kondisi level air sungai yang terjadi. [5][6][7][8].

Pada sistem peringatan bencana banjir, sensor yang digunakan adalah sensor pendeteksi jarak yang mampu mendeteksi ketinggian permukaan air. Sensor pendeteksi jarak yang biasa digunakan dalam sistem peringatan bencana banjir adalah sensor ultrasonik HC-SR04 yang merupakan sensor yang dirancang untuk melakukan pengukuran jarak tanpa kontak langsung, dimana sensor harus mampu mentransmisikan sinyal dan kemudian menerima kembali pantulan dari sinyal tersebut.[3][9][10][11][12] Pada bencana banjir penggunaan sensor dilakukan untuk mengukur ketinggian air, sehingga bencana banjir dapat diprediksi kedatangannya dan meminimalisir adanya korban jiwa maupun kerugian materil. Hal tersebut dapat dilihat pada tampilan LCD Monitor yang telah dihubungkan dengan mikrokontroler juga buzzer yang berbunyi memberikan peringatan kepada masyarakat agar melihat kondisi yang ada untuk dapat menentukan tindakan yang akan dilakukan sebelum banjir datang. Untuk penerapan sistem peringatan dini bencana banjir di perlukan teknologi yang sesuai. Dengan menggunakan dukungan set Arduino Uno sebagai otak sistem ini, yang memiliki banyak kelebihan diantaranya bisa bekerja otomatis, bekerja *realtime*, bisa diintegrasikan dengan berbagai *input* dan *output* yang diinginkan, terhubung dan terorganisasi (teramati) dengan baik. [4][13][14][15].

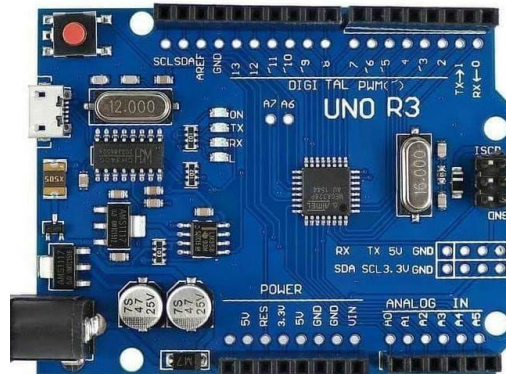
## **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras dan metode pengujian dan yang menjadi bahan penelitian adalah data yang diperoleh dari sensor ultrasonik sebagai pengukur ketinggian air dan menjadi indikator dari sistem peringatan dini banjir[16][17][18].

### **1. Alat dan Bahan**

- a) Laptop sebagai media pemrograman dan analisa (Processor intel core™ i3 – 6006U (2,0 GHz, RAM 2GB DDR4, HDD 500GB).
- b) Mikrokontroler Arduino Uno R3  
Arduino Uno adalah sebuah board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Adapun mikrokontroler merupakan suatu chip atau IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program dimasukkan pada sebuah sistem. [5] Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke

DC sudah dapat membuanya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai USB to serial converter untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB.



Gambar 1 Arduino Uno

c) Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis menjadi besaran listrik atau sebaliknya. Sensor ultrasonik yang digunakan pada penelitian ini merupakan satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik yang diproses pada sistem.[4] Prinsip kerja sensor ultrasonik yaitu pantulan gelombang suara digunakan untuk mendefinisikan atau jarak suatu objek dengan frekuensi tertentu. Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip kerja pantulan gelombang suara, dimana sensor menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkap kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindra. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dan diterima kembali adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat diindranya adalah zat padat, zat cair dan butiran. Sensor ultrasonik dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler melalui satu pin I/O. Oleh sebab itu sensor ultrasonik digunakan sebagai sensor pengukur ketinggian air pada sistem ini[19][20][21][22].



Gambar 2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

d) LCD Monitor 16 x 2

*Liquid Crystal Display* (LCD) adalah sebuah peralatan elektronik yang memiliki fungsi untuk menampilkan *output* sebuah sistem dengan cara membentuk suatu citra atau gambaran pada sebuah layar. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. [7][23][24].



Gambar 3 LCD Monitor 16 x 2

e) *Piezoelectric Buzzer*

Komponen elektronika ini memiliki fungsi mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Adapun buzzer umumnya digunakan pada system atau benda sebagai tanda peringatan berupa bunyi yang dikeluarkan. Selain harganya yang terjangkau buzzer atau beeper juga mudah dihubungkan dengan komponen elektronika lain.

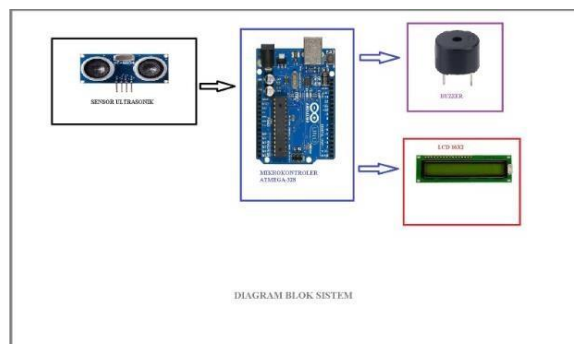


Gambar 4 *Piezoelectric Buzzer*

- f) Breadboard dan Kabel jumper 20cm
- g) Sistem operasi Microsoft Windows 10.
- h) *Arduinio IDE* sebagai *software* untuk programming sistem.

2. Blok Diagram

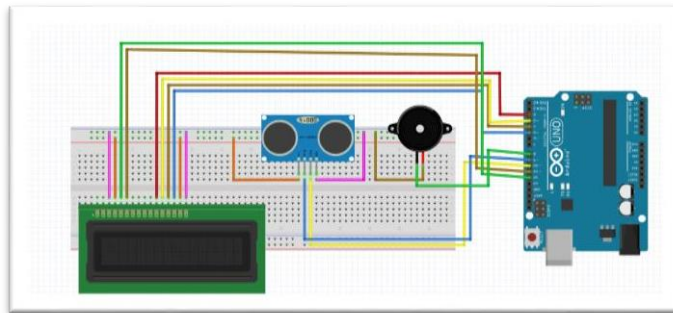
Pada diagram blok berikut ini digambarkan cara kerja dari sistem peringatan dini banjir menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler. Sensor ultrasonik akan memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu. Sinyal analog yang berasal dari sensor selanjutnya dikonversikan oleh ADC (*Analog Digital Converter*) yang terdapat di dalam mikrokontroler dengan bentuk sinyal digital, kemudian diproses pada mikrokontroler berdasarkan basis pengetahuan yang ditanamkan pada mikrokontroler ATmega 328 sehingga menghasilkan perintah untuk menampilkan pada LCD monitor sesuai dengan data yang diperoleh. Pada jarak tertentu, sensor akan membunyikan buzzer untuk memberikan peringatan pada sekitarnya. [7][25]



Gambar 5 Blok Diagram

3. Desain Asitektur Elektronika

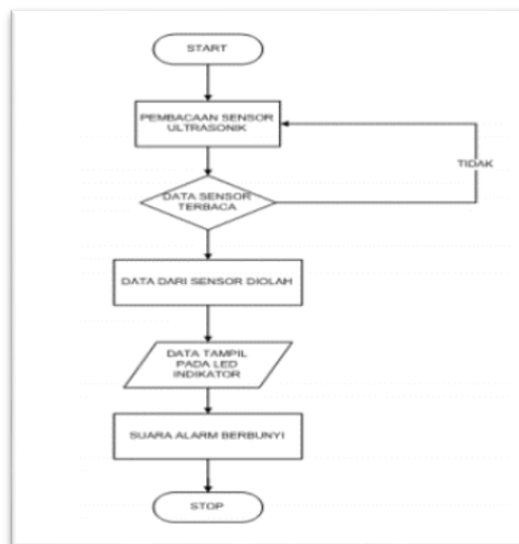
Adapun desain arsitektur elektronika merupakan pembahasan yang menggambarkan alur hubungan antara beberapa modul elektronika maupun mekanika yang digunakan.[8] Arsitektur elektronika dimulai dari mikrokontroler yaitu Arduino Uno R3 kemudian memberikan perintah program terhadap sensor yang di aktifkan selanjutnya sensor ultrasonik akan membaca nilai kondisi ketinggian air berdasarkan fungsi yang telah ditetapkan pada program yaitu jika jarak yang diperoleh dari sensor ke air  $\leq 20\text{cm}$  maka buzzer akan berbunyi dan status pada LCD menjadi “Waspada”, jika jarak  $\geq 20\text{cm}$  maka buzzer tidak aktif dan ststus LCD “Aman”, sedangkan jika jarak yang diperoleh sesuai perhitungan sensor ultrasonik  $\leq 10\text{cm}$  maka buzzer akan terus berbunyi dan status pada LCD adalah “Awas”, dengan demikian proses sistem peringatan dini banjir bekerja dan memberikan output berupa bunyi dan tampilan ststus pada layar LCD.



Gambar 6 Desain Alat

4. Flowchart

Flowchart (bagan air) adalah suatu bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program. Pada perancangan sistem pendeteksi dini banjir yang berbasis mikrokontroler program dibuat menggunakan *software* pemrograman Arduino IDE dan sesuai dengan *flowchart* yang di desain sebagai acuan dari proses pemrograman.



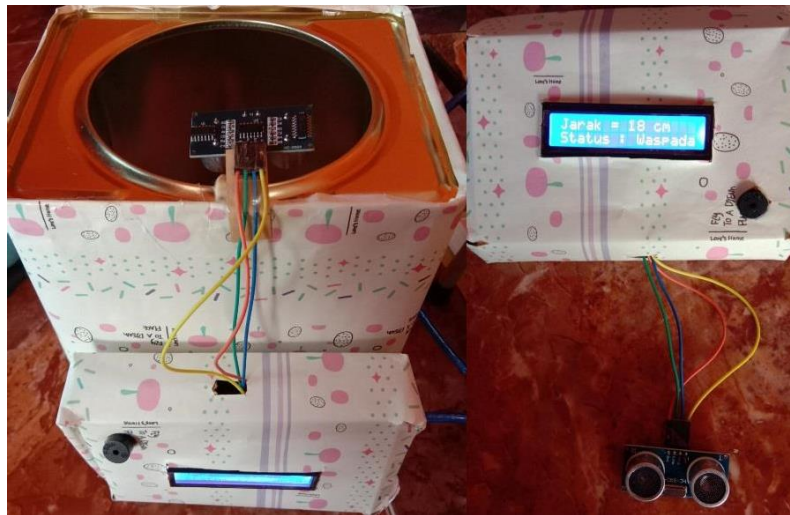
Gambar 7 Flowchart

Adapun sistem akan bekerja dari awal berdasarkan pada *flowchart* tersebut, proses kerja sistem dimulai dari sensor yang mendeteksi objek lalu menghitung jarak berdasarkan data yang diperoleh,

kemudian data diolah dan konsisi yang diperoleh akan disesuaikan dengan ketentuan yang ada untuk ditampilkan pada LCD serta buzzer yang akan berbunyi, demikian proses tersebut akan berlangsung dan berhenti apabila tidak ada kondisi yang terjadi setelahnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perancangan terhadap perangkat keras maka komponen alat dapat uji kinerjanya dengan melakukan serangkaian tahapan pengujian. Berikut ini merupakan rangkaian alat sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ultrasonik dan mikrokontroler Arduino Uno yang telah berhasil dibuat dan dilakukan pengujian pada media yang telah disiapkan.



Gambar 8 Rangkaian Alat Sistem Peringatan Dini

Pada tahap selanjutnya, dilakukan pengujian yang bertujuan untuk menguji kinerja alat apakah telah sesuai dengan ketentuan atau belum, dengan berdasarkan pada ketentuan berikut ini.

Tabel 1. Ketentuan Pengujian Sistem

Jarak Sensor – Air (Cm)	Kondisi Buzzer	Tampilan LCD
$\geq 20$	Tidak Aktif	Aman
$\leq 20$ (10 – 19)	Aktif	Waspada
$\leq 10$	Aktif	Awas

Berdasarkan ketentuan – ketentuan yang telah dijelaskan diatas, maka pengujian dilakukan dengan mengisi media uji berupa kotak kosong dengan air dari kondisinya yang kosong sampai pada terisi sedikit demi sedikit untuk mengetahui respon sensor dan data yang diperoleh. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut ini.

1. Percobaan I Tangki Kosong



**Gambar 8** Percobaan I pada Alat

Pada percobaan pertama data sensor yang diperoleh adalah 22 cm, dengan kondisi tersebut *buzzer* tidak berbunyi sehingga status peringatan dalam kategori “Aman”. Hal tersebut dikarenakan sensor ultrasonik yang di arahkan ke tangki memperoleh sinyal pantulan dari dasar tangki yang tingginya  $\pm 22\text{cm}$  sehingga data tersebut yang diperoleh oleh sensor dan kemudian diproses pada mikrokontroler. Karena pada kondisi tersebut tidak ada air maka dianggap jarak air jauh dari sensor sehingga peringatan yang diberikan adalah aman karena belum ada kemungkinan air akan meluap dan menyebabkan banjir.

2. Percobaan II Tangki berisi setengah Air



**Gambar 9** Percobaan II pada Alat

Pada percobaan selanjutnya, tangki berisi setengah air dengan jarak yang diperoleh sensor yaitu 20 cm, dari data tersebut *buzzer* berbunyi dan status peringatan adalah “Waspada” dikarenakan dalam ketentuan kondisi tersebut sudah mengindikasikan bahwa air semakin mendekati sensor ultrasonik dan berkemungkinan akan meluap menyebabkan banjir.

3. Percobaan III Tangki berisi Air Hampir Penuh



**Gambar 10** Percobaan III pada Alat

Pada percobaan kondisi ketiga, air didalam tangki berisi hampir penuh dan mendekati sensor ultrasonik yang terpasang, dari kondisi tersebut sensor memperoleh data berupa jarak dari air ke sensor sebesar 2 cm yang menyebabkan *buzzer* berbunyi terus menerus dengan durasi yang cukup lama dan cepat, serta tampilan pada LCD yang beris peringatan pada level “Siaga”, dengan demikian peringatan dini dapat diperoleh sehingga kemungkinan terjadi banjir dapat diketahui sejak dini.

## **SIMPULAN**

Dari hasil pembuatan alat perancangan sistem peringatan dini banjir menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler ini, serta dari hasil percobaan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian didapat bahwa rancang bangun sistem peringatan dini banjir menggunakan sensor ultrasonik yang telah dibuat penulis dapat bekerja dengan baik, dan dapat diterapkan pada sungai.
2. Sensor ultrasonik bekerja dengan baik untuk mengukur ketinggian air pada sungai serta sensor buzzer dapat berbunyi dengan baik sebagai output peringatan dini. Sesuai nilai ketinggian yang telah ditentukan yaitu bila ketinggian air lebih dari 20 cm maka buzzer tidak berbunyi menandakan status “aman”, bila ketinggian air lebih dari 10 cm maka buzzer berbunyi sedang dengan status “waspada” dan jika ketinggian air kurang dari 10 cm maka buzzer berbunyi cepat dengan status “awas”.
3. Sistem peringatan dini banjir menggunakan sensor ultrasonik berbasis arduino ini dapat dikembangkan lebih lanjut seperti menggunakan LED untuk setiap peringatan atau mungkin dapat langsung membuka pintu air sesuai nilai ketinggian air yang didapat.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Selama menyelesaikan penyusunan paper ini penulis telah menerima banyak bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada anggota kelompok yang telah semangat dan sabar mengerjakan paper ini dan terimakasih kepada saudra Agung Pangestu karna banyak membantu para penulis dengan sabar.

## **REFERENSI/DAFTAR PUSTAKA**

- [1] T. Supriyadi, “Penggunaan Sensor Ultrasonik Sebagai Pendeteksi Ketinggian Air Sungai Pada Sistem Peringatan Dini Tanggap Darurat Bencana Banjir,” *Ind. Res. Work. Natl. Semin. 2011*, 2011.
- [2] H. N. Ulfa, “Vol. 2 No.5 Edisi 1 Oktober 2020 <http://jurnal.ensiklopediaku.org> Ensiklopedia of Journal,” vol. 2, no. 5, pp. 13–18, 2020.
- [3] S. Siaga, “KALIBRASI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 SEBAGAI SENSOR PENDETEKSI JARAK PADA PROTOTYPE SISTEM PERINGATAN DINI BENCANA BANJIR SNF2016-43



- SNF2016-44,” vol. V, pp. 43–46, 2016.
- [4] A. Bastian, A. Mardiana, and R. Riyanto, “PENGEMBANGAN PROTOTYPE SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR UNTUK PERINGATAN DINI,” *J-ENSITEC*, 2019, doi: 10.31949/j-ensitec.v5i02.1504.
- [5] I. F. Astuti, A. N. Manoppo, and Z. Arifin, “SISTEM PERINGATAN DINI BAHAYA BANJIR KOTA SAMARINDA MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIC BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN BUZZER DAN SMS,” *Sebatik*, 2018, doi: 10.46984/sebatik.v22i1.209.
- [6] C. Umari, E. Anggraini, and Zainul Muttaqinm Rofif, “Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Sensor Ultrasonik Dan Mikrokontroler Sebagai Upaya Penanggulangan Banjir,” *J. Meteorol. Klimatologi dan Geofis.*, 2017.
- [7] R. D. Valentin, B. Diwangkara, and S. D. Riskiono, “Alat Uji Kadar Air Pada Buah Kakao Kering Berbasis Mikrokontroler Arduino,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 28–33, 2020.
- [8] Mikrokontroler Arduino Uno R3 diakses pada *website* <http://eprints.polsri.ac.id/4582/3/File%203%20-%20BAB%20II.pdf> (22 Januari 2021)
- [9] Pengertian dan Cara Kerja Piezoelectric Buzzer diakses pada *website* <https://teknikelektronika.com/pengertian-piezoelectric-buzzer-cara-kerja-buzzer/> (22 Januari 2021)
- [10] Pengertian dan Cara Kerja Sensor Ultrasonik diakses pada *website* <https://www.centipedia.net/pengertian-dan-cara-kerja-sensor-ultrasonik/> (22 Januari 2021)
- [11] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, “Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO,” *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 17–22, 2020.
- [12] A. Pangestu, A. Z. Iftikhor, Damayanti, and M. Bakri, “Sistem Rumah Cerdas Berbasis IoT Dengan Mikrokontroler NodeMCU dan Aplikasi Telegram,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–14, 2020.
- [13] A. T. Wahyudi, Y. W. Hutama, M. Bakri, M. T. S. Dadi, S. Kom, and M. Eng, “Sistem Otomatis Pemberian Air Minum Pada Ayam Pedaging Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dan Rtc Ds1302,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–28, 2020.
- [14] A. P. Zanofa, R. Arrahman, M. Bakri, and A. Budiman, “Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–27, 2020.
- [15] A. Surahman, B. Aditama, M. Bakri, and R. Rasna, “Sistem Pakan Ayam Otomatis Berbasis Internet Of Things,” *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 2, no. 1, pp. 13–20, 2021.
- [16] A. Anantama, A. Apriyantina, S. Samsugi, and F. Rossi, “Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO,” *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 29–34, 2020.
- [17] F. Kurniawan and A. Surahman, “Sistem Keamanan Pada Perlintasan Kereta Api Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO,” *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 2, no. 1, pp. 7–12, 2021.
- [18] A. S. Puspaningrum, F. Firdaus, I. Ahmad, and H. Anggono, “Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas Pada Perangkat Mobile Android Dengan Sensor Mq-2,” *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [19] R. Genaldo, T. Septyawan, A. Surahman, and P. Prasetyawan, “Sistem Keamanan Pada Ruang Pribadi Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan SMS Gateway,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 13–19, 2020.
- [20] T. Susanto, S. D. Riskiono, Rikendry, and A. Nurkholis, “Implementasi Kendali LQR Untuk Pengendalian Sikap Longitudinal Pesawat Flying Wing,” *J. Electro Luceat*, vol. 6, no. 2, pp. 245–254, 2020, doi: <https://doi.org/10.32531/jelekn.v6i2.257>.
- [21] T. Widodo, B. Irawan, A. T. Prastowo, and A. Surahman, “Sistem Sirkulasi Air Pada Teknik Budidaya Bioflok Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO R3,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, 2020.

- [22] R. D. Valentin, B. Diwangkara, and S. D. Riskiono, “Alat Uji Kadar Air Pada Buah Kakao Kering Berbasis Mikrokontroler Arduino,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 28–33, 2020.
- [23] M. O. Prasetyo, A. Setiawan, R. D. Gunawan, and Z. Abidin, “Sistem Pengendali Air Tower Rumah Tangga Berbasis Android,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 20–25, 2020.
- [24] I. K. Gunawan, A. Nurkholis, and A. Sucipto, “Sistem Monitoring Kelembaban Gabah Padi Berbasis Arduino,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [25] A. I. Yusuf, S. Samsugi, and F. Trisnawati, “Sistem Pengaman Pintu Otomatis Dengan Mikrokontroler Arduino Dan Module RF Remote,” *J. Ilm. Mhs. Kendali dan List.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2020.