

## Perancangan Alat Otomatisasi Sistem Monitoring Dan Kontroling Tinggi Permukaan Air Sungai Sebagai Peringatan Dini Terjadinya Banjir

Suparman<sup>1</sup>, Eka Suhartanto<sup>2</sup>, Yahya Ibnu Shina<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta  
Email : [suparman.faiz.sf@gmail.com](mailto:suparman.faiz.sf@gmail.com)

### ABSTRACT

*The frequent occurrence of floods caused by overflows of river water indicates a lack of supervision of water level activities, even though the impact of the flood is very detrimental to the community. Therefore we need a business that can monitor and control water capacity, one form of business that can be made is by designing a device that can monitor and control the water level using sensors and microcontrollers. The way this tool works is as a means of detecting water level distances using an SRF 05 sensor by sending a signal to the Arduino uno microcontroller to process the data and then output from the LCD in the form of letters and numbers, the LED indicator which indicates the water level is a warning sign for this system. This system has three levels of water activity levels, namely at level 1 marked with a green LED then at level 2 marked with a blue LED then at level 3 marked with a red LED, the LED connected to the buzzer will provide a warning sign in the form of a siren/alarm that the water has been at the highest level and the relay has come alive with a red color. The design of an automated monitoring and control system for water level using sensors and microcontrollers has been successfully carried out. The purpose of this research is to design a tool that can monitor the water level in real time and is also based on a microcontroller. The calibration results show that the SRF 05 sensor has an average water level measuring instrument accuracy of 99.67% and has an average relative error of 0.33%. The results of this study indicate that the design of the tool that has been made has worked well as a monitoring and control system for water level using the Arduino Uno microcontroller.*

**Keywords:** 16x2 LCD, Arduino Uno, Buzzer, LED, Relay, SRF 05.

### INTISARI

Sering terjadinya bencana banjir yang disebabkan luapan dari air sungai menandakan kurangnya pengawasan terhadap aktifitas ketinggian air, padahal dampak yang ditimbulkan dari banjir tersebut sangat merugikan masyarakat. Oleh sebab itu dibutuhkan suatu usaha yang dapat memonitoring dan mengontrol kapasitas air, salah satu bentuk usaha yang dapat dibuat yaitu dengan merancang suatu alat yang dapat memonitoring dan mengontrol ketinggian air menggunakan sensor dan mikrokontroler. Cara kerja alat ini yaitu sebagai alat pendeteksi jarak tinggi permukaan air menggunakan sensor SRF 05 dengan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler Arduino uno untuk mengolah datanya lalu keluaran dari LCD dalam bentuk huruf dan angka, LED indikator yang menandakan ketinggian air merupakan tanda peringatan sistem ini. Sistem ini memiliki tiga level ketinggian aktivitas air, yaitu pada level 1 ditandai dengan LED berwarna hijau lalu pada level 2 ditandai dengan LED berwarna biru kemudian pada level 3 ditandai LED yang berwarna merah, LED yang terhubung dengan buzzer akan memberikan tanda peringatan berupa sirine/alarm bahwa air telah berada di level tertinggi dan Relay menjadi hidup dengan berwarna merah. Perancangan alat otomatisasi sistem monitoring dan kontroling tinggi permukaan air menggunakan sensor dan mikrokontroler telah berhasil dilakukan. Tujuan dari penelitian ini untuk membuat suatu rancangan alat yang dapat memantau ketinggian permukaan air secara real time juga berbasis mikrokontroler. Hasil kalibrasi terlihat bahwa sensor SRF 05 memiliki akurasi rata-rata alat ukur ketinggian permukaan air sebesar 99,67 % dan memiliki rata-rata eror relatif sebesar 0,33 %. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa rancangan alat yang dibuat telah bekerja dengan baik sebagai sistem monitoring dan kontroling tinggi permukaan air menggunakan mikrokontroler Arduino Uno.

**Kata Kunci:** 16x2 LCD, Arduino Uno, Buzzer, LED, Relay, SRF 05.

### PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan, yang memiliki banyak sungai yang tersebar di seluruh pulau dengan karakteristik yang beraneka ragam. Banyaknya aliran sungai di Indonesia menjadi salah satu sebab menjadi negara rawan banjir. Indonesia memiliki curah hujan yang tinggi, sekitar

1.000 hingga 4.000 per tahunnya. Selain banjir, curah hujan yang tinggi juga membuat Indonesia rentan akan longsor. Penyebab banjir mencakup curah hujan yang tinggi, adanya permukaan tanah lebih rendah dibandingkan muka air laut, wilayah yang terletak pada suatu cekungan yang dikelilingi perbukitan dengan sedikit resapan air, pendirian bangunan disepanjang bantaran sungai, adanya aliran sungai tidak lancar akibat terhambat oleh sampah, serta kurangnya tutupan lahan di daerah hulu sungai (Rahmaniah, 2021). Setiap orang harus tetap waspada dengan kemungkinan bencana alam yang dapat terjadi.

Peringatan dini terhadap bencana sangat diperlukan sesegera mungkin kepada masyarakat tentang kemungkinan terjadinya bencana. Undang Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana telah mengamanatkan peringatan dini sebagai bagian dari penyelenggaraan penanggulangan bencana dalam situasi terdapat potensi terjadinya bencana, di samping upaya kesiapsiagaan dan mitigasi bencana (BNPB, 2022).

Peringatan dini juga telah ada dalam Undang Undang Nomor 24 Tahun 2007 yang bertujuan untuk pengambilan tindakan cepat tepat untuk mengurangi risiko bencana, serta persiapan tindakan tanggap darurat. Peringatan dini harus diselenggarakan dengan seimbang sehingga menghasilkan manfaat yang optimal dan efektif. Peringatan dini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu pengamatan gejala bencana, analisis hasil pengamatan gejala bencana, pengambilan keputusan oleh pihak yang berwenang, penyebarluasan informasi tentang peringatan bencana dan pengambilan tindakan oleh masyarakat (BNPB, 2022).

Sering terjadinya bencana banjir yang disebabkan luapan dari air sungai menandakan kurangnya pengawasan terhadap aktifitas ketinggian air, padahal dampak yang ditimbulkan dari banjir tersebut sangat merugikan masyarakat. Oleh sebab itu perlu dilakukan pemantauan aktifitas air secara real time yang setidaknya dapat memberikan peringatan dini sebelum terjadinya banjir (Filavati & Istarno, 2018).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi banjir yaitu dengan upaya memanfaatkan alat pendeteksi banjir. Adanya alat pendeteksi banjir di masyarakat bisa menjadi solusi mengetahui lebih awal terjadinya banjir (Nasution, 2019). Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan khususnya di bidang elektronika sangat membantu kegiatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada zaman modern seperti sekarang ini, peradaban manusia yang semakin maju dan menghasilkan sebuah teknologi yang dapat membantu memenuhi kebutuhan hidupnya. Manusia merasa dimudahkan dan terbantu dengan adanya teknologi berupa alat-alat kontrol sederhana termasuk robotika yang mendukung kinerja manusia (Jaya, 2016).

Masuknya Indonesia menjadi wilayah yang rawan banjir maka perlu adanya teknologi yang dirancang secara otomatisasi sebagai sistem monitoring dan kontroling tinggi permukaan air sungai sebagai peringatan dini terjadinya banjir. Alat pendeteksi banjir harus dirancang untuk memudahkan masyarakat dalam mendapatkan informasi deteksi dini banjir dengan baik dan akurat. Melihat hal ini maka perlu adanya sistem monitoring, kontroling dan evaluasi. Monitoring dilakukan untuk mengumpulkan pengukuran kemajuan dan data dari memantau sebuah perubahan atau objek dari program yang terfokus pada proses juga keluarannya disebut. Untuk menjawab sebuah permasalahan diperlukan kegiatan monitoring guna mendapatkan data dasar, sebaliknya dengan memosisikan suatu data supaya bisa digunakan dan diharapkan akan memberikan nilai lebih disebut evaluasi. Sedangkan kontroling sebagai proses yang menentukan pelaksanaan, pekerjaan dan perbaikan. Fungsi dari kontroling adalah bagian dari sistematisa manajemen pelaksanaan suatu tugas tertentu. Selain fungsi kontroling, tujuan pengawasan juga tidak kalah penting untuk dipahami. apabila tujuannya sudah jelas, maka otomatis fungsi dapat dijalankan sesuai dengan konsep awal dan akan memberikan manfaat tertentu (Nasution, 2019).

Berdasarkan latar belakang yang ada maka peneliti tergerak untuk merancang alat otomatisasi sistem monitoring dan kontroling tinggi permukaan air sungai sebagai peringatan dini terjadinya banjir sehingga alat ini dapat memberikan informasi ke masyarakat sekitar sungai yang terdekat dengan lokasi banjir.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan penelitian pengambilan data ini dilaksanakan pada bulan Maret - April 2022 dan penelitian ini dilakukan di Kampus Instiper Yogyakarta serta di Selokan Mataram Desa Maguwaharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Pada kegiatan penelitian menggunakan analisis data kualitatif, dilakukan dengan melakukan penelitian eksperimen. Jenis penelitian tersebut berupa *library research* adalah metode penelitian dengan melakukan membaca dan mencatat bahan penelitian lalu mengolahnya, bahan penelitian didapat dari mengutip

pendapat para ahli, dari jurnal dan dari internet yang memiliki hubungan dengan penelitian tersebut dan juga *field research* adalah metode penelitian dengan turun langsung ke lapangan untuk mendapatkan dan mengumpulkan data yang diperlukan untuk bahan dari pembahasan (Sari, 2020). Dalam pengumpulan data, metode yang digunakan adalah metode observasi dengan melakukan pengamatan secara langsung pada tempat penelitian terhadap suatu objek yang akan dibahas dan diteliti juga mencari data atau informasi sebanyak mungkin yang memiliki hubungan dengan objek yang diteliti (Fairuzelsaid, 2021).

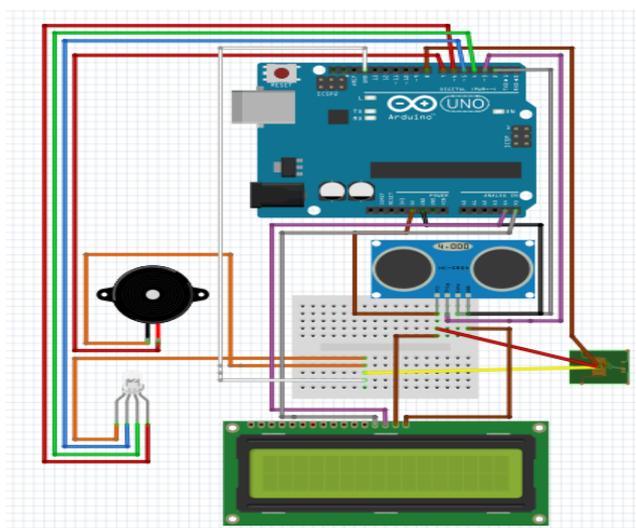
Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini meliputi laptop Processor Core i7, Hardisk 1TB, RAM 8GB, arduino uno, sensor ultrasonik (srf 05), LED / penanda ketinggian hijau, biru, merah, buzzer, LCD 16x2, relay dan kabel jumper. Sedangkan perangkat lunak menggunakan Microsoft Windows 10 atau Windows XP sebagai sistem operasi dan aplikasi Arduino IDe.

Air digunakan sebagai objek penelitian pada rancang rangkaian sistem ini, rancangan ini dapat memantau otomatis semua aktivitas tinggi rendahnya air, komponen yang digunakan seperti dari sensor ultrasonik, Arduino Uno, Buzzer, mikrokontroler, LCD 16x2, kabel jumper LED dan Relay. Sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi jarak tinggi air lalu mengirim sinyal ke Arduino uno kemudian datanya diproses agar dapat tampil ke LCD dengan bentuk huruf dan angka, alat ini nanti akan memiliki pertanda seperti LED indikator yang menandai ketinggian air. terdapat tiga level tinggi air pada sistem ini, yaitu posisi level 1 ditandai LED berwarna hijau lalu posisi level 2 LED berwarna biru lalu posisi level 3 LED berwarna merah, LED yang terhubung buzzer akan memberikan peringatan berupa sirine ketikatinggi air telah pada posisi level 3 dan Relay menjadi hidup dengan berwarna merah.

Proses pengetesan perangkat lunak agar dapat mengetahui sistem yang dibuat ini sesuai dan dapat bekerja sesuai yang diharapkan disebut pengujian sistem. Pada pengujian dari sistem ini biasa juga diartikan untuk memperoleh bug dan masalah pemrograman yang mengakibatkan gagal pada pengetesan sistem perangkat lunak.

Pada penelitian ini menggunakan metode pengujian black box testing. Rangkaian sistem yang telah jadi akan diuji dari proses yang akan terjadi. Rangkaian sistem diuji untuk mengetahui permasalahan seperti kesalahan penulisan kode. ada beberapa langkah pengujian yaitu pengujian perakitan alat, bisa dilakukan dengan mengetes seluruh rangkaian pada alat dan keseluruhan sistem kemudian mengecek rangkaian apabila sudah berjalan sesuai yang diinginkan.

Untuk pengujian perangkat lunak yaitu diuji dengan menjalankan sistem. Dimulai dari proses input sampai dengan proses outputnya. Jika sistem sudah berjalan sesuai yang diinginkan kemudian didapat data ketinggian dan aktifitas dari aplikasi yang terkoneksi dengan PC. Dibagian pengujian sistem keseluruhan ini diuji dengan menghidupkan *prototype* dengan menghubungkan kabel yang tersambung dari Arduino uno ke sensor ultrasonik sebagai input dan melakukan kalibrasi dengan membandingkan hasil bacaan alat dengan hasil ukur meteran. Jika hasil bacaan alat sudah sesuai dengan hasil ukur meteran maka pada level 1 akan berwarna hijau, di level 2 akan berwarna biru dan di level 3 akan berwarna merah juga buzzer dan relay menyala bersamaan. Berikut ini skematik rangkaian dapat dilihat pada Gambar 1.

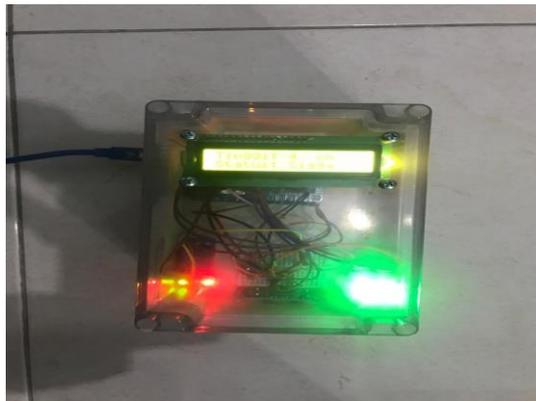


Gambar 1 Skematik Rangkaian



## Hasil Perancangan Perangkat Keras

Hasil perancangan perangkat keras

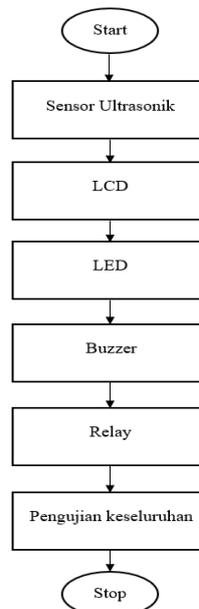


Gambar 4 Alat Monitoring dan Kontroling Tinggi Permukaan Air

Gambar 4 adalah hasil rakitan alat Monitoring dan kontroling tinggi Air yang memakai sensor ultrasonik. Alat ini menggunakan Arduino Uno untuk pusat kontrol dari kinerjanya. Alat ini menggunakan empat port dari mikrokontroler yang bisa digunakan mengubah input menjadi output. Alat ini juga memakai LCD 16x2 untuk menampilkan aktifitas air secara visual. Kemudian LED sebagai penampil tinggi air dengan lampu RGBnya. Ketika air pada posisinormal ditandai LED hijau menyala. ketika air pada posisi siaga ditandai LED biru menyala dan ketika air pada posisi waspada ditandaiLED merah, buzzer dan relay menyala bersamaan. Buzzer dan relay ini bekerja sebagai output yang berfungsi ketikadilevel 3 (waspada) untuk menandai ketinggian air yang berbeda.

## Hasil Pengujian Sistem

Pada pengujian ini digunakan untuk mengetahui sistem yang telah dibuat bisa berjalan sesuai yang diinginkan juga berguna untuk membantu pekerjaan manusia (Wibisono & Baskoro, 2002). Pengujian dimulai dari menguji modul atau komponen terpisah. Kemudian melaukan uji pada sistem keseluruhan. Metode yang digunakan seperti pada flowchart 5 dibawah ini:



Gambar 5 Diagram Alir Pegujian Sistem

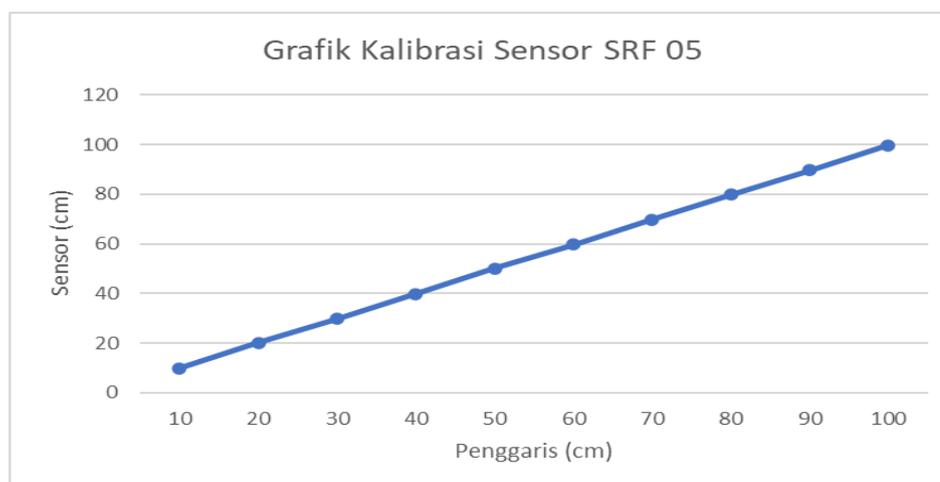
Pengujian sensor ultrasonic, sensor ultrasonik atau sensor ping merupakan alat yang cara kerjanya menggunakan pancaran gelombang ultrasonic (Puspasari et al., 2019). Sensor ping ini memiliki rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut transmitter dan rangkaian penerima ultrasonik yang biasa disebut receiver. Pengujian dilakukan dengan membaca tinggi air yang berada didalam ember untuk mengetahui air pada level ketinggian maksimum atau minimum. Sensor digunakan untuk input dari empat output pada sistem yang telah dibuat sebuah LCD yang mendapat sinyal dari sensor lalu diubahnya kebentuk huruf dan angka. LED digunakan untuk indikator level tinggi air, lalu buzzer untuk pertanda bunyi atau sirine dan juga Relay sebagai saklar yang keduanya akan hidup bersamaan saat level tinggi air pada posisi tertinggi. Kalibrasi hasil dari pengujian sensor yang telah dilakukan adalah menyiapkan alat dan bahan seperti alat monitoring ketinggian air, alat meteran dan air dalam ember, mengatur jarak sensor dan air sejauh 10 cm terhadap meteran, mencatat hasil pembacaan dari sensor, mengulangi prosedur 2 dan 3 untuk tiap jarak berikutnya dengan menambah 10 cm antara 10 cm sampai 90 cm dan menghitung *error relative* pembacaan sensor terhadap penggaris, jika besarnya eror lebih dari 5 %, perlu melakukan kalibrasi ulang menggunakan prosedur yang sama. Dari pengujian tersebut dihasilkan sebagai berikut :

Tabel 1 Hasil Kalibrasi Sensor SRF 05

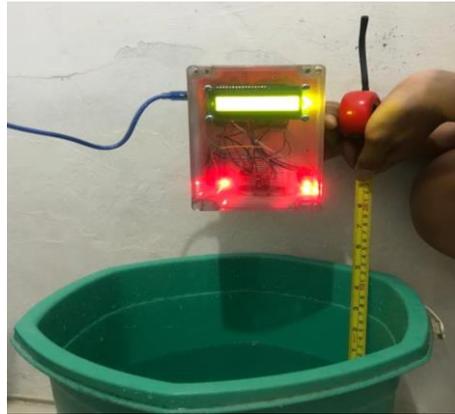
| No.       | Waktu | Jarak Sensor (cm) | Jarak Penggaris (cm) | Error Relatif (%) |
|-----------|-------|-------------------|----------------------|-------------------|
| 1.        | 09.05 | 9,8               | 10                   | 2                 |
| 2.        | 09.10 | 20,2              | 20                   | -1                |
| 3.        | 09.15 | 29,7              | 30                   | 1                 |
| 4.        | 09.20 | 39,9              | 40                   | 0,25              |
| 5.        | 09.25 | 50,1              | 50                   | -0,2              |
| 6.        | 09.30 | 59,8              | 60                   | 0,34              |
| 7.        | 09.35 | 69,9              | 70                   | 0,14              |
| 8.        | 09.40 | 79,8              | 80                   | 0,25              |
| 9.        | 09.45 | 89,7              | 90                   | 0,34              |
| 10.       | 09.50 | 99,8              | 100                  | 0,2               |
| Rata-rata |       |                   |                      | 0,33              |

Sensor SRF 05 memiliki range 3 cm – 400 cm. Tetapi, percobaan ini *prototypedidesain* untuk pengukuran perubahan jarak antara 10 – 100 cm, pengujian tersebut dilakukan menggunakan metode kuasi eksperimental yaitu membandingkan dua variabel dengan percobaan yang random jumlahnya, dan berfungsi untuk memperkecil eror. Dari hasil kalibrasi terlihat bahwa sensor SRF 05 memiliki akurasi rata-rata alat ukur ketinggian permukaan air sebesar 99,67 % dan memiliki rata-rata eror relatif sebesar 0,33 %.

Dari tabel 1 dapat dibuat sebuah grafik penghubung antara hasil pembacaan sensor dan meteran, dapat dilihat hasil dari pembacaan sensor disimbolkan sumbu y dan hasil dari pembacaan meterandisimbolkan sumbu x, sehingga diperoleh grafik kalibrasi sebagai berikut:



Gambar 6 Grafik Kalibrasi Sensor SRF 05



Gambar 7 Proses Kalibrasi Sensor Ultrasonik

### Pengujian alat keseluruhan

Pengujian ini dilakukan dengan cara mendeteksi tinggi permukaan air pada sungai untuk mengetahui air dalam keadaan status normal, siaga atau waspada, hasil pengujian bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Alat Keseluruhan

| Level | Status  | Jarak        | Indikator | Keterangan             |
|-------|---------|--------------|-----------|------------------------|
| 1     | Normal  | $\geq 61$ cm | Hijau     | Buzzer dan relay mati  |
| 2     | Siaga   | 31 – 60 cm   | Biru      | Buzzer dan relay mati  |
| 3     | Waspada | $\leq 30$ cm | Merah     | Buzzer dan relay nyala |

Pengujian Alat pada level 1 (Gambar 8), air berada pada status normal dengan jarak diatas 60 cm maka LED hijau menyala, buzzer dan relay mati.



Gambar 8 Pengujian Alat Pada level 1

Pengujian Alat pada level 2 (Gambar 9), air berada pada status siaga dengan jarak antara 31 - 60 cm maka LED biru menyala, buzzer dan relay mati.



Gambar 9 Pengujian Alat Pada level 2

Pengujian alat pada level 3 (Gambar 10), air berada pada status waspada dengan jarak dibawah 31 cm maka LED merah menyala, buzzer dan relay menyala secara bersamaan.



Gambar 10 Pengujian Alat Pada level 3

Pengujian sistem keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3,

Tabel 3 Pengujian Sistem Keseluruhan

| NO. | JARAK<br>(cm) | OUTPUT |        |          |       |
|-----|---------------|--------|--------|----------|-------|
|     |               | LED    | BUZZER | LCD (cm) | RELAY |
| 1   | 10            | merah  | Bunyi  | 10       | Hidup |
| 2   | 15            | merah  | Bunyi  | 15       | Hidup |
| 3   | 20            | merah  | Bunyi  | 20       | Hidup |
| 4   | 25            | merah  | Bunyi  | 25       | Hidup |
| 5   | 30            | merah  | Bunyi  | 30       | Hidup |
| 6   | 35            | biru   | Diam   | 35       | Mati  |
| 7   | 40            | biru   | Diam   | 40       | Mati  |
| 8   | 45            | biru   | Diam   | 45       | Mati  |
| 9   | 50            | biru   | Diam   | 50       | Mati  |
| 10  | 55            | biru   | Diam   | 55       | Mati  |
| 11  | 60            | biru   | Diam   | 60       | Mati  |
| 12  | 65            | hijau  | Diam   | 65       | Mati  |
| 13  | 70            | hijau  | Diam   | 70       | Mati  |
| 14  | 75            | hijau  | Diam   | 75       | Mati  |
| 15  | 80            | hijau  | Diam   | 80       | Mati  |
| 16  | 85            | hijau  | Diam   | 85       | Mati  |
| 17  | 90            | hijau  | Diam   | 90       | Mati  |

Analisis hasil pengujian, dari kegiatan pengujian didapatkan bahwa sensor yang dipakai bisa berjalan dengan normal untuk melakukan pemantauan tinggi air dari level normal hingga level waspada. Maka pemantauan tinggi air pun berjalan sesuai yang diharapkan. LCD dapat memunculkan data berupa huruf dan angka dari aktifitas air juga LED sebagai indikator level tinggi air kemudian secara otomatis menyalakan sirine dari buzzer dan relay menyala pada level waspada. Analisis kelayakan sistem pada pembuatan dan perancangan sistem pemantauan tinggi permukaan air, pengujian dari komponen keseluruhan dan terpisah didapatkan hasil seperti yang diinginkan maupun yang sudah diprogramkan. Setelah dirancangnya sistem pemantauan tinggi permukaan air, didapatkan suatu *prototype* pendeteksi tinggi permukaan air sungai yang berdampak pada kemudahan dan efektifitas kerja yang lebih produktif bagi masyarakat umum.

Analisis kelemahan sistem ditemukan kelemahan, tetapi kelemahan ini tidak begitu berarti maupun serius yang mengakibatkan sistem tersebut tidak berfungsi sebagai mana yang diinginkan. Kelemahan ini terdapat pada sensor yang setelah dikalibrasi ternyata memiliki eror relatif alat ukur ketinggian permukaan air sebesar 0,33 % dan memiliki akurasi rata-rata sebesar 99,67 %. Oleh sebab itu diperlukan sensor yang memiliki ketepatan pembacaan yang lebih tinggi lagi, sehingga alat pemantauan tinggi permukaan air ini dapat bekerja dengan optimal.

**KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa alat yang telah dibuat mampu melakukan monitoring tinggi permukaan air sungai menggunakan LED untuk indikator level ketinggian air, LCD dapat menggambarkan ketinggian air, buzzer sebagai penanda bunyi dan relay sebagai indikator buka tutup pintu air otomatis. Dari hasil kalibrasi terlihat bahwa sensor SRF 05 memiliki akurasi rata-rata alat ukur ketinggian permukaan air sebesar 99,67 % dan memiliki rata-rata eror relatif sebesar 0,33 %. Alat ukur sistem monitoring dan kontroling tinggi permukaan air ini dapat diimplementasikan pada sungai, alat ini mampu memberi peringatan dini banjir pada ketinggian  $\leq 30$  cm dengan indikator LED menyala merah, buzzer berbunyi dan relay menyala otomatis yang digunakan sebagai indikator untuk membuka pintu air pada sungai.

**DAFTAR PUSTAKA**

- BNPB. (2022). Peringatan Dini Bencana. Retrieved from <https://bnpb.go.id/peringatan-dini-bencana>
- Fairuzelsaid. (2021). Teknik Observasi. Retrieved from <https://fairuzelsaid.upy.ac.id/mpti/teknik-observasi/>
- Filavati, Z. S., & Istarno. (2018). Pemodelan Daerah Risiko Banjir Akibat Luapan Sungai Menggunakan Data Airborne Lidar (Studi Kasus: Sungai Boyong, Daerah Istimewa Yogyakarta). *Etd.Repository.Ugm.Ac.Id*. Retrieved from <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/162135>
- Jaya, H. (2016). *Desain Dan Implementasi Sistem Robotika* (Pertama, Vol. 300). Makassar: Edukasi Mitra Grafika.
- Nasution, R. F. (2019). *Sistem monitoring permukaan dan debit air sungai serta intensitas curah hujan sebagai peringatan dini banjir berbasis mikrokontroler atmega32*. *repository.uinsu.ac.id*. Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan. Retrieved from [http://repository.uinsu.ac.id/9175/1/RIZKI Fitriana Nasution.pdf](http://repository.uinsu.ac.id/9175/1/RIZKI%20Fitriana%20Nasution.pdf)
- Puspasari, F., Fahrurrozi, I., Satya, T. P., Setyawan, G., Al Fauzan, M. R., & Admoko, E. M. D. (2019). Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 15(2), 36. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v15i2.4393>
- Rahmaniah. (2021). Analisis Penyebab Bencana Alam Banjir yang Ada di Wilayah Indonesia. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.31219/osf.io/gmpn4>
- Sari, M. (2020). NATURAL SCIENCE : Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA , ISSN : 2715-470X ( Online ), 2477 – 6181 ( Cetak ) Penelitian Kepustakaan ( Library Research ) dalam Penelitian Pendidikan IPA, 6(1), 41–53.
- Wibisono, W., & Baskoro, F. (2002). Pengujian Perangkat Lunak Dengan Menggunakan Model Behaviour Uml. *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 1(1), 43. <https://doi.org/10.12962/j24068535.v1i1.a95>