

## PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI BANJIR DENGAN MEMANFAATKAN TINGGI MUKA AIR SKALA LABORATORIUM

Yoggi Hendra Safutra<sup>1,\*</sup>, Meilani Belladona<sup>2</sup>, Tri Sefrus<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Prof.Dr.Hazairin,S.H Bengkulu, Jl Jend. Sudirman  
No.185 Bengkulu, 38117

<sup>2</sup> <sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Prof.Dr.Hazairin,S.H Bengkulu, Jl Jend. Sudirman  
No.185 Bengkulu, 38117

<sup>3</sup><sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Prof.Dr.Hazairin,S.H Bengkulu, Jl Jend. Sudirman  
No.185 Bengkulu, 38117

\*E-mail: [yhsbengkulu@gmail.com](mailto:yhsbengkulu@gmail.com)

Diterima: 4 Mei 2022

Direvisi: 7 Juni 2022

Disetujui: 11 Agustus 2022

### ABSTRAK

Banjir merupakan salah satu bencana yang kerap melanda di Indonesia yang dapat terjadi setiap tahunnya. Banjir adalah peristiwa bencana alam yang terjadi ketika suatu aliran air yang tidak dapat lagi menampung volume air. Banjir yang terjadi di Kota Bengkulu khususnya di Daerah Kelurahan Rawa Makmur diakibatkan dari aktivitas tinggi Das Air Bengkulu akibat penambangan batu bara di hulu Das Sungai Bengkulu yang telah lama dilakukan. Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana cara merancang alat pendeteksi banjir dengan memanfaatkan tinggi muka air skala laboratorium. Tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah merancang alat pendeteksi banjir dengan memanfaatkan tinggi muka air skala laboratorium yang berguna untuk mengetahui besar kenaikan tinggi muka air pada sungai muara bangkahulu saat akan terjadi banjir. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengumpulan data primer dan data skender pada Sungai Muara Bangkahulu yang akan diskalakan untuk mendapatkan hasil pembuatan alat. Hasil dari penelitian ini didapatkan muka air normal pada lokasi penelitian 3m, ketinggian menjelang banjir 5.9 m, ketinggian pada saat banjir 8.44 m. Telah dilakukan uji coba alat pendeteksi banjir, pada muka air normal alat berbunyi dengan waktu 1 menit 46 detik dengan debit 0.18 liter/detik, muka air waspada alat berbunyi dengan waktu 1 menit 42 detik saat debit air 0.18 liter/detik dan muka air bahaya alat berbunyi dengan waktu 1 menit 24 detik saat debit air 0.19 liter/detik. alat pendeteksi banjir skala laboratorium ini dapat menjadi sarana edukas ibagi masyarakat untuk memperkecil dampak akan terjadinya bencana banjir yang bisa dipahami oleh masyarakat.

**Kata kunci:** Alat Pendeteksi Banjir, Banjir, Prototype

### ABSTRACT

*Flood is one of the disasters that often hit in Indonesia which can occur every year. Flood is a natural disaster event that occurs when a water flow can no longer accommodate the volume of water. The flooding that occurred in Bengkulu City, especially in the prosperous swamp sub-district area, was*

*caused by the high activity of the Bengkulu watershed due to coal mining upstream of the Bengkulu River Basin which had been carried out for a long time. The problem in this research is how to design a flood detector using laboratory scale water level. The purpose of the research to be carried out is to design a simple laboratory-scale flood detection mitigation tool that is useful for knowing the amount of water level rise in the Bangkahulu estuary river when a flood will occur. The method used in this study is the collection of primary data and secondary data on the Bangkahulu estuary river which will be scaled to obtain the results of making tools. The results of this study found that the normal water level at the research location was 3m, the height before the flood was 5.9 m, the height at the time of the flood was 8.44 m. A flood detection device has been tested, on a normal water level the device sounds with a time of 1 minute 46 seconds, discharge 0.18 liters/second, the water level alerts the tool sounds with a time of 1 minute 42 seconds, water discharge 0.18 liters/second and the water level is dangerous tool sound with a time of 1 minute 24 seconds water discharge 0.19 liters / second. This laboratory-scale flood detection tool can be a means of educating the community to minimize the impact of a flood disaster that can be understood by the community.*

**Keywords:** *Flood Detector, Flood, Prototype.*

## **PENDAHULUAN**

Banjir merupakan salah satu bencana yang kerap melanda di Indonesia yang dapat terjadi setiap tahunnya. Banjir adalah peristiwa bencana alam yang terjadi ketika suatu aliran air yang tidak dapat lagi menampung volume air yang meningkat sehingga mengakibatkan meluapnya air tersebut yang merendam suatu daratan sebagai akibat dari curah hujan yang tinggi dan terus menerus serta kurangnya resapan air di suatu daerah. Banjir yang terjadi di Kota Bengkulu khususnya di daerah Kelurahan Rawa Makmur diakibatkan dari aktivitas tinggi DAS Air Bengkulu akibat penambangan batu bara di hulu DAS sungai Bengkulu yang telah lama dilakukan. Perubahan penggunaan lahan sebesar 30% dalam 3 tahun terakhir telah mengakibatkan genangan setiap musim hujan dengan intensitas tinggi dan intensitas rendah. Ketinggian genangan berkisar antara 5-50 cm pada jalan raya dan mencapai 100 cm dalam populasi terutama yang berbatasan dengan sungai. Berdasarkan hasil topografi pengukuran yang dilakukan dan dianalisis, dapat dilihat bahwa topografi kondisi di desa ini bergelombang (Belladonna et al., 2018). Sistem peringatan dini berbasis masyarakat adalah untuk memberdayakan individu dan masyarakat yang terancam bahaya untuk bertindak dalam waktu yang cukup dan dengan cara-cara yang tepat untuk mengurangi kemungkinan terjadinya korban luka, hilangnya jiwa, serta rusaknya harta benda dan lingkungan (Nasional & Bencana, 2012).

Secara konseptual sistem peringatan dini adalah mata rantai yang spesifik (hubungan yang kritis) antara tindakan – tindakan dalam kesiapsiagaan dengan kegiatan tanggap darurat. Ada dua faktor yang berperan dalam kerangka sistem peringatan dini, yaitu pihak pengambil keputusan dan masyarakat (Arafat, 2007). DAS merupakan ekosistem alam yang dibatasi oleh bukit. Air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir pada sungai-sungai yang akhirnya bermuara ke laut atau ke danau. Pada Daerah liran sungai dikenal dua wilayah yaitu wilayah pemberi air (daerah hulu) dan wilayah penerima air (daerah hilir). Kedua daerah ini saling berhubungan dan mempengaruhi dalam unit ekosistem daerah aliran sungai (DAS). Fungsi daerah aliran sungai adalah sebagai areal penangkap air (catchment area), penyimpan air (water storage) dan penyalur air (distribution water) (Halim, 2014). Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui bangunan fisik maupun menyadarkan dan meningkatkan kemampuan menghadapi ancaman bencana (Mulyanto et al., 2012). Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa

manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (Mulyanto et al., 2012). Sebagai langkah awal dalam upaya penanggulangan bencana adalah identifikasi karakteristik bencana. Karakteristik bencana yang mengancam di Indonesia ini perlu dipahami oleh aparatur pemerintah dan masyarakat terutama yang tinggal di wilayah yang rawan bencana. Upaya mengenal karakteristik bencana bencana yang sering terjadi di Indonesia merupakan suatu upaya mitigasi karena dengan mengenal karakteristik tersebut kita dapat memahami perilaku dan ancaman sehingga dapat diambil langkah langkah yang diperlukan dalam mengatasi atau paling tidak mengurangi kemungkinan dampak yang ditimbulkan. Salah satu penyebab timbulnya bencana di Indonesia adalah kurangnya pemahaman terhadap karakteristik ancaman bencana. Sering kali seolah-olah bencana terjadi secara tiba-tiba sehingga masyarakat kurang siap menghadapinya, akibatnya timbul banyak kerugian bahkan korban jiwa (Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana, 2007). Debit adalah volume air yang mengalir persatuan waktu. Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan limpasan air hujan dari titik terjauh menuju titik kontrol yang ditinjau. Pengukuran kecepatan aliran air dapat dijadikan sebagai sebuah alat untuk memonitoring dan mengevaluasi neraca air suatu kawasan melalui pendekatan potensial sumber daya permukaan yang ada (Neno et al., 2016).

$$D = \frac{V}{T}$$

Keterangan :

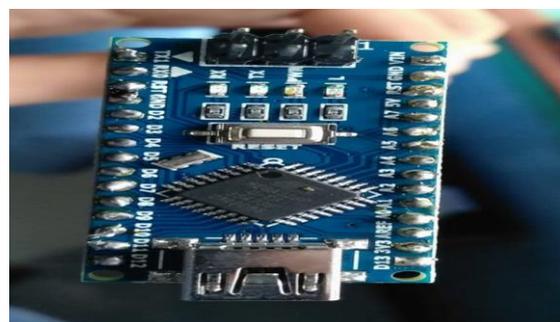
D = Debit

V = Volume

T = Waktu

Penampang basah saluran adalah garis atau kurva potong dari permukaan basah dengan penampang melintang yang tegak lurus arah aliran, dapat dikatakan bahwa penampang basah saluran adalah panjang dasar dari sisi-sisi sampai permukaan aliran. Luas penampang basah adalah luas penampang air

dalam saluran (Kohar, 2020). Banjir merupakan peristiwa ketika air menggenangi suatu wilayah yang biasanya tidak digenangi air dalam jangka waktu tertentu. Banjir biasanya terjadi karena curah hujan turun terus menerus dan mengakibatkan meluapnya air sungai, danau, laut atau drainase karena jumlah air yang melebihi daya tampung media penopang air dari curah hujan tadi (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2017). Arduino nano adalah papan pengembangan (development board) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P dengan bentuk yang sangat mungil. Secara fungsi tidak ada bedanya dengan arduino uno. Perbedaan utama terletak pada ketiadaan jack power DC dan penggunaan konektor Mini-B USB. Arduino nano adalah board arduino terkecil, menggunakan mikrokontroler atmega 328 untuk arduino nano 3.x dan atmega168 untuk arduino nano 2.x. varian ini mempunyai rangkaian yang sama dengan arduino jenis duemilanove, tetapi dengan ukuran dan desain pcb yang berbeda. Arduino nano tidak dilengkapi dengan soket catu daya, tetapi mendapatkan pin untuk catu daya dari mini usb port. Arduino nano didesain dan diproduksi oleh gravitech (Iksal et al., 2018), gambar arduino nano dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Arduino nano

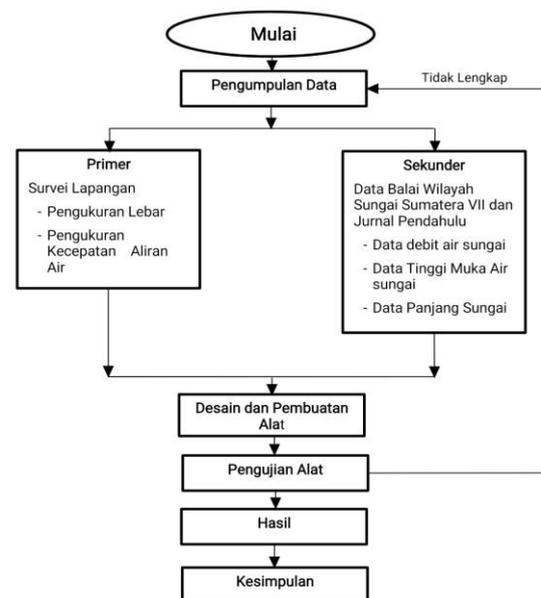
Led matrix max7219 adalah 4 module led yang telah menjadi satu yaitu led 8x8 yang sudah terangkai sehingga menjadikan satu board Led matrix, led matrix ini juga dilengkapi dengan input dan output yang terhubung dengan jack female yang berjumlah 5 buah. lima Jack

Female yaitu : Vcc, Gnd, Din, Sc dan Clk. Spesifikasi LED Matrix Max 7219 dot matrix led color red, total pixel yaitu 32 x 8 pixel, communication yaitu serial spi, operating voltage yaitu 5V, Dimensions 12,8cm x 3,2cm x 1,2mm. aplikasi led matrix max7219 yaitu mini running text, distplay jam digital, display project, papan scoren dan papan iklan. Buzzer merupakan alat dari gabungan beberapa komponen sehingga alat ini bias mengubah aliran listrik menjadi suatu getaran suara. Buzzer juga memiliki beberapa jenis yang bisa menghasilkan suara yang berbeda yaitu Active dan passive, buzzer active yaitu buzzer yang menghasilkan nada sendiri seperti tut sedangkan buzzer passive menghasilkan suara dengan nada sendiri sesuai input yang di berikan seperti suara music, suara speaker dan suara bell. Led adalah semikonduktor yang dapat mengubah energi listrik lebih banyak menjadi cahaya, merupakan perangkat keras dan padat (solid-state component) sehingga lebih unggul dalam ketahanan (durability). Selama ini led banyak digunakan pada perangkat elektronik karna ukuran yang kecil, cara pemasangan praktis, serta konsumsi listrik yang rendah. Salah satu kelebihan led adalah usia relatif panjang, yaitu lebih dari 30,000 jam. Kelemahannya pada harga per lumen (satuan cahaya) lebih mahal dibandingkan dengan lampu jenis pijar, TL dan SL, mudah rusak jika di operasikan pada lingkungan yang terlalu tinggi, misal di industri (Suhardi, 2014). Styrofoam atau dengan nama lain polystyrene adalah sebuah hidrokarbon cair yang dibuat secara komersial dari minyak bumi. Styrofoam pada umumnya digunakan sebagai bahan peredam benda yang rentan terhadap tekanan atau benturan. Styrofoam digunakan sebagai pelindung pada yang mudah pecah seperti guci, gelas, piring dan lainnya sebagainya, karena memiliki masa relative ringan dan dapat membuat barang yang dilindungi aman dari benturan yang tidak diinginkan, bahkan tidak hanya pada barang yang mudah pecah akan tetapi sebagai pelindung barang elektronik seperti, televisi,

dvd dan lain sebagainya (M Munir & Dzulkiflih, 2015).

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengumpulan data primer dan data skender pada Sungai Muara Bangkahulu. Data primer seperti survey pengukuran langsung dilapangan dan data skunder seperti pengambilan data debit, tinggi muka air harian di Balai Wilyah Sungai Sumatra VII dan pengambilan data pendahulu lainnya yang objek penelitiannya juga berada di Sungai Muara Bangkahulu. Sehingga nantinya akan didapat bentuk dimensi penampang pada pada saat muka air normal, muka air waspada dan muka air bahaya. Semua hasil data tersebut akan di skalakan dan didesain alat pendeteksi banjir dengan mengikuti ukuran aslinya pada saat banjir dikota Bengkulu. Adapun langkah-langkah pembuatan alat dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram alir penelitian

Desain dalam penelitian ini berfungsi sebagai perancangan alat sebelum di buat yang mana nantinya setelah data didapat baik itu data primer dan data sekunder maka desain alat ini akan di skalakan nantinya sesuai dengan ukuran asli di Sungai Muara Bangkahulu Jalan Merpati 2, Setelah desain bentuk alat pendeteksi banjir ini dibuat, maka nantinya akan bisa di desain juga rangkaian aliran antar komponen alat pendeteksi banjir sesuai dengan bentuk alatnya, sehingga dalam proses

pekerjaan pembuatan alat pendeteksi banjir akan lebih efektif.

Proses pembuatan alat ini terdiri dari beberapa tahap pekerjaan yang di awal dari proses pengumpulan komponen alat seperti *arduino nano*, *step down*, *led matrix*, *lampu led*, *buzzer*, aki, kabel, pipa dan komponen pendukung lainnya, setelah semua komponen alat terkumpul maka akan dilakukan proses rangkaian arus alat, perakitan alat dan programan komponen alat yang menggunakan aplikasi *arduino android*, pada saat proses perakitan atau pembuatan alat ini harus teliti dalam proses pekerjaannya agar komponen alat tersebut bekerja dengan maksimal pada saat dilakukan uji coba

Pengujian ini dilakukan sebanyak 7 kali untuk menguji alat pendeteksi banjir skala laboratorium hingga alat tersebut hidup, dihitung juga volume air yang dibutuhkan setiap kenaikan muka air dan juga dihitung berapa waktu yang dibutuhkan untuk menghidupkan alat pendeteksi banjir.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran secara langsung pada lokasi jalan merpati 2, lebar Sungai Muara Bangkahulu memiliki lebar sungai 40 m, Pengukuran juga menggunakan *Goggle Maps*. Ketinggian muka air normal sungai muara bangkahulu 3 meter. Pada data pendahulu, menunjukkan panjang sungai 17.297 meter. Dikarenakan Sungai Muara Bangkahulu sangat panjang maka di ambil sepanjang 20 meter pada lokasi peneliti berguna untuk dimensi pada akuarium nantinya, gambar dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Survey

Dikarenakan tinggi muka air yang mendekati lokasi Rawa Makmur adalah bagian hilir, maka bagian hilir inilah datanya yang akan diskalakan pada alat pendeteksi banjir yang mana bagian hilir ini mengeluarkan volume air

ke daerah Rawa Makmur dan daerah lainya yang sering terjadi banjir. Tercatat dari 5 tahun terdapat tahun 2019 yang mengalami banjir yang besar di Kota Bengkulu sehingga menyebabkan sebagian rumah warga terkena banjir hingga ketinggian genteng rumah warga dan menyebabkan sebagian warga mengungsi ke dataran yang lebih tinggi sampai menunggu air Sungai Muara Bangkahulu surut, kejadian banjir ini menyebabkan aktivitas masyarakat yang sangat terganggu dan kerugian yang besar bagi warga yang terkena banjir, gambar dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Banjir Sungai Muara Bangkahulu

Tercatat sebelum terjadi banjir pada tanggal 27 april 2019 ketinggian muka air pada tanggal 25 april 2019 mengalami kenaikan muka air sebesar 5.90 m, pada kejadian banjir tanggal 27 april 2019 muka air tercatat 8,44 m, data tertinggi muka air hilir tahunan Sungai Muara Bangkahulu, 5 tahun terakhir. Hasil data tahunan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data Tinggi Muka Air 5 Tahun

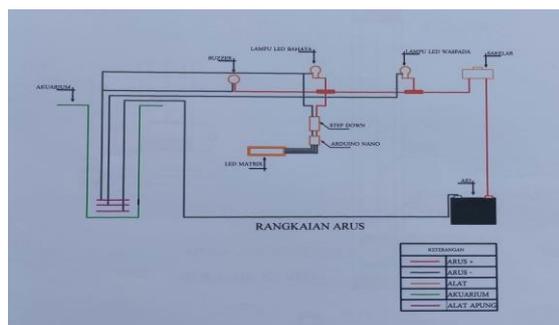
No	Tahun	Tinggi Muka Air
1	2017	4.83 Meter
2	2018	4.83 Meter
3	2019	8.44 Meter
4	2020	3.57 Meter
5	2021	4.33 Meter

Dari hasil tersebut telah didapat semua data yang berguna sebagai dasar pembuatan desain dimensi alat pendeteksi banjir, Skala yang dipakai dalam pembuatan alat pendeteksi banjir ini menggunakan skala 1:50 yang artinya 1cm di alat / gambar mewakili 50cm ukuran asli Sungai Muara Bangkahulu, dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Skala 1:50

No	Nama	Asli	Skala 1:50
1	Lebar	40 Meter	80 cm
2	Panjang	20 Meter	40 cm
3	Muka Air normal	3 Meter	6 cm
4	Muka Air normal	5,90 Meter	11,8 cm
5	Muka Air normal	8,44 Meter	16,88 cm,

Dari data pada Tabel 2 diketahui ketinggian penampang Sungai Muara Bangkahulu dari muka air normal, muka air waspada, muka air bahaya. Maka akan disesuaikan dengan ukuran akuarium dan alat pendeteksi banjir. Ukuran alat pendeteksi banjir ini memiliki panjang 55 cm, lebar 11,5 cm dan tinggi 55 cm dengan penyesuaian akuarium, alat pendeteksi ini di *desain* sebaik mungkin yang bertujuan agar mahasiswa atau masyarakat nantinya mengetahui jenis indikator menurut peringatan akan kenaikan muka air sehingga masyarakat lebih cepat dan tanggap jika akan terjadi banjir sehingga memperkecil dari dampak bencana banjir. Rangkaian arus ini memiliki beberapa warna, berikut beberapa warna beserta keterangan. Warna merah artinya arus plus (+), warna biru artinya arus min (-), warna orange artinya alat, warna hijau artinya akuarium dan warna magenta artinya alat penghubung (apung) arus agar alat tersebut hidup pada saat pengujian. Alat apung ini menggunakan data ukuran tinggi muka air yang telah diskalakan, alat apung ini juga di *desain* sebaik mungkin yang bertujuan nantinya akan memudahkan mahasiswa atau masyarakat untuk memahami kenaikan muka air serta cara kerja dari alat pendeteksi banjir hingga alat pendeteksi banjir ini hidup, dapat dilihat pada Gambar 5-6.



**Gambar 5.** Rangkaian Arus



**Gambar 6.** Alat pendeteksi banjir

Berikut adalah hasil volume, waktu dan debit pada pengujian pada alat pendeteksi banjir. Dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Pengujian alat

Volume air ini berguna untuk mengetagui berapa liter air yang dibutuhkan setiap muka air. Dimana muka air normal 6 cm, muka air waspada 11.8 cm dan muka air bahaya 16.88 cm, sehingga secara pengurangan maka jarak antara muka air normal ke waspada yaitu 5.8 cm dan jarak antara muka air waspada ke muka air bahaya 5,08 cm. Tabel volume air dapat dilihat Pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Volume Air

Muka Air Normal	Muka Air Waspada	Muka Air Bahaya
19.200 cm <sup>3</sup> / 19.2 liter	18.560 cm <sup>3</sup> / 18.5 liter	16,250 cm <sup>3</sup> / 16,2 liter

Pengujian alat pendeteksi banjir skala laboratorium ini dilakukan sebanyak 7 kali, untuk melihat waktu dan kinerja alat. dari hasil pengujiannya maka waktunya akan dijadikan perdetik, dari 7 kali pengujian semua waktu akan dijumlahkan untuk mendapatkan waktu rata rata yang dibutuhkan waktu untuk menghidupkan alat pendeteksi banjir. dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

**Tabel 4.** Waktu Pengujian Alat

No	Muka Air Normal	Muka Air Waspada (Menyala)	Muka Air Waspada (Menyala)
1	1 menit 50 detik : 110 detik	1 menit 45 detik : 105 detik	1 menit 35 detik : 95 detik
2	1 menit 45 detik : 105 detik	1 menit 40 detik : 100 detik	1 menit 15 detik : 75 detik
3	1 menit 48 detik : 108 detik	1 menit 43 detik : 103 detik	1 menit 33 detik : 93 detik
4	1 menit 47 detik : 107 detik	1 menit 43 detik : 103 detik	1 menit 32 detik : 92 detik
5	1 menit 45 detik : 105 detik	1 menit 41 detik : 101 detik	1 menit 19 detik : 79 detik
6	1 menit 46 detik : 106 detik	1 menit 42 detik : 102 detik	1 menit 19 detik : 79 detik
7	1 menit 45 detik : 105 detik	1 menit 40 detik : 100 detik	1 menit 18 detik : 78 detik

**Tabel 5.** Waktu Rata-Rata.

Muka Air Normal	Muka Air Waspada	Muka Air Bahaya
746 detik / 7 : 106 detik	714 detik / 7 : 102 detik	591 / 7 : 84 detik
1 menit 46 detik	1 menit 42 detik	1 menit 24 detik

Hasil didapatkan dari akuarium yang belum terisi air sampai mencapai muka air normal membutuhkan waktu rata-rata 1 menit 46 detik, dari mukaair normal hingga mencapai muka air waspada membutuhkan waktu 1 menit 42 detik dan dari muka air waspada hingga mencapai muka air bahaya membutuhkan waktu 1 menit 24 detik. Selanjtnya dilakukan perhitungan debit dari hasil voume muka air normal, muka air waspada dan muka air bahaya Hasil debit didapatkan dari perhitungan muka air normal dengan debit 0.18 liter/ detik, muka air waspada dengan debit 0,18 liter/detik dan muka air bahaya 0.19 liter/detik.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pengujian alat pada muka air normal alat berbunyi dengan waktu 1 menit 46 detik dengan debit 0.18 liter/detik, muka air waspada alat berbunyi dengan waktu 1 menit 42 detik saat debit air 0.18 liter/detik dan muka air bahaya alat berbunyi dengan waktu 1 menit 24 detik saat debit air 0.19 liter/detik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arafat, Y. (2007). Konsep Sistem Peringatan Dini Di Wilayah Bencana Banjir Sibalaya Kabupaten Donggala. *Jurnal Smartek, Vol.5 No.3*(Agustus), 167. [Http://Jurnal.Untad.Ac.Id/Jurnal/Index.Php/Smartek/Article/Viewfile/457/394](http://Jurnal.Untad.Ac.Id/Jurnal/Index.Php/Smartek/Article/Viewfile/457/394)
- Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana. (2007). *Pengenalan Karakteristik Bencana Dan Upaya Mitigasinya Di Indonesia*.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2017). Buku Saku Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana. *Badan Nasional Penanggulangan Bencana*, 38–39. [Https://Siaga.Bnpb.Go.Id/Hkb/Po-Content/Uploads/Documents/Buku\\_Saku-10jan18\\_Fa.Pdf](https://Siaga.Bnpb.Go.Id/Hkb/Po-Content/Uploads/Documents/Buku_Saku-10jan18_Fa.Pdf)
- Belladona, M., Nasir, N., & Agustomi, E. (2018). Design Of Infiltration Well To Reduce Inundation In Rawa Makmur Village , Bengkulu City. *Design Of Infiltration Well To Reduce Inundation In Rawa Makmur Village,Bengkulu City*, 53–58.
- Halim, F. (2014). Pengaruh Hubungan Tata Guna Lahan Dengan Debit Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Malalayang. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(1), 45–54.
- Iksal, Suherman, & Sumiati. (2018). Perancangan Sistem Kendali Otomatisasi On-Off Lampu Berbasis Arduino Dan Borland Delphi. *Seminar Nasional Rekayasa Teknologi, November*, 117–120.
- Kohar. (2020). Sungai Cakung. *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*, 9, 214–215.
- M Munir, & Dzulkifli. (2015). *Pemanfaatan Fluk Pada Styrofoam Sebagai Bahan Dasar Peredam Suara Dengan Metode Tabung Impedansi Muhammad Munir* ,

*Dzulkifli Abstrak. 04, 41–47.*

- Mulyanto, Parikesit, N. A., & Utomo, H. (2012). Petunjuk Tindakan Dan Sistem Mitigasi Banjir Bandang. *Direktorat Sungai Dan Pantai Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementerian Pekerjaan Umum*, 6–11.
- Nasional, B., & Bencana, P. (2012). *Pedoman Sistem Peringatan Dini Berbasis Masyarakat. September*, 6.
- Neno, A. K., Harijanto, H., & Wahid., A. (2016). Hubungan Debit Air Dan Tinggi Muka Air Di Sungai Lambagu Kecamatan Tawaeli Kota Palu. *Warta Rimba*, 4(2), 2–3.
- Suhardi, D. (2014). Prototipe Controller Lampu Penerangan Led ( Light Emitting Diode ) Independent Bertenaga Surya Prototype Lamp Lighting Controller Led ( Light Emitting Diode ) Independent Solar Jika Kita Perhatikan Cadangan Energi Dari Bahan Minyak Bumi Di Indonesia Diper. *Jurna Gamma*, 10(September), 116–122.