

Implementasi *Early Warning System* Bencana Banjir berdasarkan Ketinggian Air Bendungan

Hadi Suyanto¹, Andi Kusuma¹, Bagus Kusuma Aditya², Tri Agung Kristiyono²,
Eviana Hariandika¹, Aditya Maulana Ichsan²

¹Universitas Hang Tuah, Program Studi Magister Teknik Kelautan

²Universitas Hang Tuah, Program Studi Teknik Perkapalan

Korespondensi: bagus.aditya@hangtuah.ac.id

Received: Juli 2022 ; Accepted: September 2022 ; Published: November 2022

DOI: <https://doi.org/10.30649/je.v4i2.107>

Abstrak

Bendungan Sampean Baru merupakan salah satu bendungan yang berada di Kabupaten Bondowoso Jawa Timur. Bendungan ini memiliki dua fungsi utama yaitu sebagai irigasi dan PLTM. Berdasarkan keterangan petugas penjaga bendungan, untuk mencegah bencana banjir, ketinggian air di bendungan harus selalu dipantau dan dicatat selama 24 jam. Jika ketinggian air di bendungan melebihi batas maksimal ketinggian air yang ditentukan, maka kondisi tersebut dapat memicu terjadinya bencana banjir. Jika hal tersebut terjadi, maka petugas harus segera menyebarkan informasi potensi terjadinya bencana banjir kepada warga dengan cara dari mulut ke mulut. Hal tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama dan kurang efisien. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membantu penjaga bendungan dan masyarakat sekitar Bendungan Sampean Baru dalam mengetahui ketinggian air pada bendungan serta mengetahui sejak dini akan terjadinya bencana banjir di wilayah sekitar bendungan. Metode pelaksanaan dalam kegiatan ini meliputi survey lokasi dan koordinasi, Desain dan pembuatan alat, Instalasi alat di lokasi mitra serta Sosialisasi dan pelatihan. Pada penelitian ini, telah dihasilkan sebuah alat yang dikenal dengan nama *Early Warning System* bencana banjir. Alat ini memiliki akurasi mencapai 97,33%. Selain itu alat ini mampu memberikan peringatan kepada penjaga bendungan maupun masyarakat sekitar jika permukaan air di dalam bendungan melebihi batas ketinggian yang telah ditentukan dengan menggunakan sebuah sirine.

Kata kunci: bendungan; banjir; kabupaten bondowoso; *early warning system*

Abstract

The Sampean Baru Dam is one of the dams in Bondowoso County's, East Java. This dam has two main functions, namely as irrigation and PLTM. Based on the information from the dam guard, to prevent floods, the water level in the dam must always be monitored and recorded 24 hours a day. If the water level in the dam exceeds the specified maximum water level, then this condition can trigger a flood disaster. If this happens, officers must immediately disseminate information on the potential for flooding to residents by word of mouth. It takes quite a long time and is less efficient. The purpose of this research is to help dam keepers and the community around the Sampean Baru Dam in knowing the water level in the dam and knowing

from an early age that a flood disaster will occur in the area around the dam. The method of implementation in this activity includes site surveys and coordination, design and manufacture of tools, installation of tools at partner locations as well as outreach and training. In this research, a tool known as the Early Warning System for flood disasters has been produced. This tool has an accuracy of 97.33%. Apart from that, this tool is able to give a warning to dam guards and the surrounding community if the water level inside the dam exceeds a predetermined height limit using an alarm.

Key words: dam; flooding; bondowoso county's; early warning system

I. PENDAHULUAN

Bencana banjir, menduduki urutan ketiga penyebab kerugian ekonomi dari semua bencana alam di seluruh dunia [1]. Bencana banjir sendiri adalah suatu kejadian saat air menggenangi daerah yang biasanya tidak digenangi air dalam selang waktu tertentu. Banjir umumnya terjadi pada saat air melebihi volume air yang dapat ditampung di dalam sungai, danau, rawa, drainase maupun saluran air lainnya pada selang waktu tertentu. Masyarakat yang tinggal di sekitar sungai atau daerah pantai yang landai merupakan masyarakat yang paling beresiko terhadap ancaman banjir. Semakin dekat tempat tinggal kita dengan sumber banjir, semakin besar risiko terkena banjir [2].

Kabupaten Bondowoso merupakan salah satu Kabupaten di Jawa Timur yang termasuk Kabupaten rawan bencana. Berdasarkan tinjauan geologi dan topografi, jenis tanah dan pola pemanfaatan lahan wilayah Kabupaten Bondowoso memiliki karakteristik sebagai kawasan rawan terhadap terjadinya bencana alam khususnya banjir dan longsor. Setiap tahun terjadi bencana banjir (terbesar tahun 2008) yang melanda wilayah Kabupaten Bondowoso (daerah bawah Kali Sampean) [3].

Banyaknya korban dan kerugian materi yang didapat, menunjukkan bahwa kesiapan dan pengetahuan pemerintah dan masyarakat setempat terhadap banjir bandang tersebut masih kurang [3]. Masyarakat juga harus mulai tanggap terhadap

bencana alam yang bisa terjadi kapan saja. Salah satu bentuk ketanggapan terhadap bencana banjir yang dapat dilakukan yaitu mengenai informasi peringatan dini [4].

Di Kabupaten Bondowoso terdapat satu bendungan yang bernama Bendungan Sampean Baru. Menurut Peraturan Menteri No. 72/PRT/1997, bendungan adalah setiap bangunan penahan air buatan jenis urugan atau jenis lainnya yang menampung air atau dapat menampung air, termasuk pondasi, bukit/tebing tumpuan serta bangunan pelengkap dan peralatanannya termasuk juga bendungan limbah galian, tapi tidak termasuk bendung dan tanggul [5].

Sebuah bendungan berfungsi sebagai penangkap air dan menyimpannya di musim hujan waktu air sungai mengalir dalam jumlah besar dan yang melebihi kebutuhan baik untuk keperluan irigasi, air minum, industri atau lainnya. Dengan memiliki daya tampung tersebut, sejumlah besar air yang melebihi keperluan dapat disimpan di dalam waduk dan dapat dilepas mengalir ke dalam sungai lagi sesuai kebutuhan [5].

Bendungan Sampean Baru sendiri merupakan salah satu bendungan yang berada di Kabupaten Bondowoso Jawa Timur. Bendungan ini memiliki dua fungsi utama yaitu sebagai irigasi dan PLTM. Bendungan Sampean Baru berperan sangat penting untuk mencegah bencana banjir dan kekeringan di wilayah Bondowoso dan Situbondo [6].

Berdasarkan keterangan dari petugas penjaga bendungan, jika ketinggian air di bendungan melebihi batas maksimal

ketinggian air maka petugas penjaga bendungan harus segera menyebarkan informasi potensi terjadinya bencana banjir kepada warga dengan cara manual atau dari mulut ke mulut.

Hal tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama dan kurang efisien. Berdasarkan uraian tersebut, untuk membantu penjaga bendungan dalam mengetahui ketinggian air pada bendungan serta mengetahui sejak dini akan terjadinya bencana banjir di wilayah sekitar bendungan dibutuhkan sebuah alat yang biasa dikenal dengan nama *Early Warning System* bencana banjir. Dengan adanya *Early Warning System* bencana banjir diharapkan dapat mengurangi resiko kerugian dan mengurangi resiko jatuhnya korban jiwa akibat bencana banjir.

Beberapa penelitian sudah pernah dilakukan mengenai informasi peringatan dini. Salah satu penelitian yang sudah dilakukan agar dapat memberikan peringatan dini akan adanya bencana banjir oleh [4] adalah dengan menggunakan sensor. Sensor akan mendeteksi perubahan ketinggian air sungai, jika air telah melampaui batas level yang telah ditentukan maka akan secara otomatis memberikan peringatan banjir melalui SMS gateway dan web browser yang terhubung secara point to point ke petugas monitoring sungai yang selanjutnya dapat diinformasikan kepada masyarakat.

Penelitian lain yang dilakukan oleh [7] menghasilkan suatu purwarupa dari Sistem peringatan dini berbasis IoT dengan menggunakan Raspberry Pi dan sensor ultrasonik dimana sistem ini dapat melakukan monitoring tinggi muka air sungai dan kemudian menyebarkan informasi ketinggian muka air dan klasifikasi risikonya secara periodik kepada masyarakat melalui aplikasi jejaring sosial Twitter.

Pembuatan sistem peringatan dini bencana banjir juga pernah dibuat oleh [8] menggunakan sensor water level yang terpasang pada gerbang air sungai Tuntang Kedungjati. Perangkat ini juga dilengkapi

dengan SMS gateway sim900a yang bisa mengirimkan SMS untuk memberikan informasi kepada ketua RT dan RW di lingkungan sekitar gerbang air sungai dan teknologi IoT untuk menyimpan data ketinggian air sungai dan untuk menghidupkan sirine tanda peringatan bencana banjir di lingkungan sekitar sungai.

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh [9] menghasilkan perangkat peringatan dini banjir yang dapat dioperasikan dengan catu daya cahaya matahari dengan memanfaatkan sel surya. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh [10] menghasilkan alat sistem peringatan dini banjir yang output level ketinggian air dan curah hujan serta lokasi pemasangan sensor ditampilkan pada website.

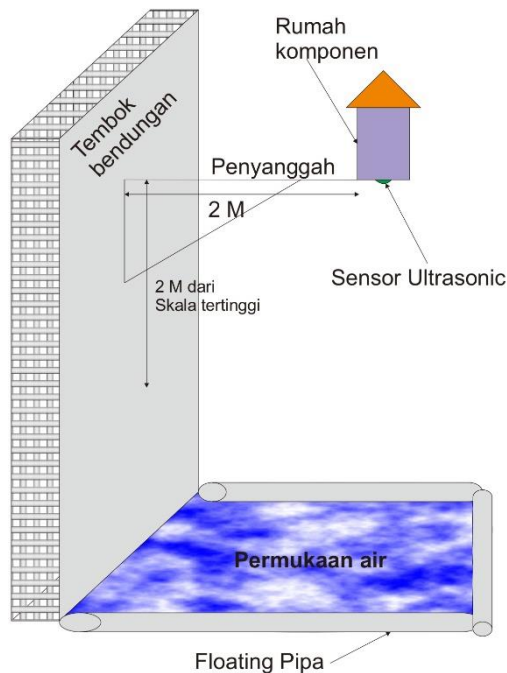
II. METODE PENELITIAN

Metode pelaksanaan dalam kegiatan penelitian implementasi *Early Warning System* bencana banjir melalui tahapan diantaranya survey lokasi dan koordinasi, pada tahapan ini dilakukan survey dan koordinasi terkait kebutuhan dan pemasangan alat *Early Warning System* bencana banjir di Bendungan Sampean Baru Kabupaten Bondowoso. Pada penelitian ini akan dibuat satu unit alat *Early Warning System* bencana banjir yang akan ditempatkan pada salah satu bagian dari Bendungan Sampean Baru.

Selanjutnya tahapan desain dan pembuatan alat, pada tahapan ini dilakukan pembuatan desain dan membuat alat *Early Warning System* bencana banjir, meliputi desain 2D alat, desain rangkaian, desain posisi penempatan alat, dan pembuatan alat *Early Warning System* bencana banjir. Desain 2D dan posisi penempatan alat dapat dilihat pada Gambar 1.

Kemudian terdapat tahapan Instalasi alat di lokasi mitra, pada tahap ini dilakukan pemasangan alat di lokasi yang telah disepakati oleh pihak mitra, instalasi ini meliputi instalasi alat, instalasi

kelistrikan dan juga instalasi jaringan IoT. Tahap yang terakhir adalah sosialisasi dan pelatihan. Pada tahap ini selain pemberian bantuan alat *Early Warning System* bencana banjir juga dilanjutkan dengan memberikan pengetahuan bagaimana pengoperasian dan perawatan alat *Early Warning System* bencana banjir.



Gambar 1. Desain 2D dan posisi penempatan alat

Pada penelitian ini mitra juga akan terlibat dalam pemasangan atau instalasi peralatan di lokasi bendungan sehingga dengan adanya alat ini, peralatan lain yang ada di bendungan tidak terganggu. Evaluasi dari pelaksanaan program ini diharapkan nantinya alat ini dapat bermanfaat bagi penjaga Bendungan Sampean Baru serta masyarakat sekitar. Selain itu, penjaga bendungan dan masyarakat sekitar juga akan lebih mudah mengetahui kondisi ketinggian air di dalam bendungan sehingga lebih siap jika bencana banjir melanda wilayah di sekitar Bendungan Sampean Baru.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, telah dihasilkan sebuah alat yang dikenal dengan nama *Early Warning System* bencana banjir. Alat ini mampu memberikan peringatan kepada penjaga bendungan maupun masyarakat sekitar bendungan jika permukaan air di dalam bendungan melebihi batas ketinggian yang telah ditentukan dengan menggunakan sebuah alarm atau sirine. Selain itu, alat ini juga akan mengirimkan data ketinggian air di dalam bendungan ke server untuk disimpan dan data tersebut dapat dilihat oleh masyarakat umum melalui aplikasi android EWS Bencana Banjir.

Early Warning System bencana banjir yang dipasang menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air dan menggunakan teknologi IoT untuk mengirimkan data ketinggian air ke server. Selain di server, data ketinggian air di dalam bendungan juga akan disimpan di sebuah micro SD. Selain EWS, juga disertakan sebuah modem sebagai koneksi internet untuk proses pengiriman data ke server. Gambar 2 merupakan alat *Early Warning System* bencana banjir saat dilakukan uji coba di dalam laboratorium.



Gambar 2. Alat *Early Warning System* bencana banjir saat diuji coba di dalam laboratorium

Sedangkan Gambar 3 merupakan sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian permukaan air di dalam bendungan.



Gambar 3. Sensor ultrasonik yang digunakan

Sebagai pengolah data utama, pada kegiatan ini digunakan sebuah rangkaian NodeMcu untuk mengolah data dan mengatur pengiriman data ke server. Pada Gambar 4 dapat dilihat rangkaian elektronik yang digunakan.



Gambar 4. Rangkaian elektronik alat *Early Warning System* bencana banjir

Untuk peringatan dini kepada penjaga bendungan dan masyarakat di sekitar Bendungan Sampean Baru, *Early Warning System* bencana banjir yang dipasang dilengkapi sebuah sirine atau alarm serta lampu indikator yang akan menyala jika ketinggian air di dalam bendungan mencapai batas maksimal yang telah ditentukan. Gambar 5 merupakan gambar sirine dan lampu indikator yang digunakan.

Setelah melalui proses pembuatan *Early Warning System* bencana banjir, alat tersebut perlu diuji terlebih dahulu di da-

lam laboratorium untuk mengetahui tingkat akurasi sensor sebelum di pasang pada bendungan. Pada kegiatan ini, dilakukan pengujian pendeteksian ketinggian untuk mengetahui akurasi sensor.

Gambar 6 dapat dilihat sensor ultrasonik saat dilakukan pengujian pendeteksian jarak atau ketinggian. Sedangkan untuk data percobaan, dilakukan percobaan untuk 3 posisi level air yaitu posisi rendah, sedang dan tinggi. Untuk lokasi pengujian juga dilakukan pada dua tempat yaitu di dalam laboratorium dan lokasi pemasangan. Tabel 1 merupakan data hasil uji coba di dalam laboratorium untuk posisi air tujuh dari sensor.



Gambar 5. Sirine dan lampu indikator yang digunakan



Gambar 6. Pengujian pendeteksian jarak atau ketinggian

Dari Tabel 1 didapatkan akurasi sensor mencapai 94,25%. Akurasi tersebut cukup bagus agar tidak terjadi kesalahan pembacaan ketinggian air yang terlalu

besar. Untuk data percobaan di dalam laboratorium untuk posisi air sedang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Data hasil uji coba pendeteksian jarak posisi air terjauh dari sensor di dalam laboratorium

Data ke-	Jarak Sebenarnya (m)	Pembacaan Sensor (m)	Error (m)	Error (%)
1	4	4,3	0,30	7,50
2	4	4,2	0,20	5,00
3	4	4,3	0,30	7,50
4	4	4,4	0,40	10,00
5	4	4,4	0,40	10,00
6	4	4	0,00	0,00
7	4	4,3	0,30	7,50
8	4	4	0,00	0,00
9	4	3,8	0,20	5,00
10	4	3,8	0,20	5,00
Total Error (%)				57,50
Rata-rata error (%)				5,75
Akurasi (%)				94,25

Tabel 2. Data hasil uji coba pendeteksian jarak posisi air sedang di dalam laboratorium

Data ke-	Jarak Sebenarnya (m)	Pembacaan Sensor (m)	Error (m)	Error (%)
1	1,5	1,6	0,10	6,67
2	1,5	1,6	0,10	6,67
3	1,5	1,5	0,00	0,00
4	1,5	1,5	0,00	0,00
5	1,5	1,5	0,00	0,00
6	1,5	1,4	0,10	6,67
7	1,5	1,4	0,10	6,67
8	1,5	1,7	0,20	13,33
9	1,5	1,7	0,20	13,33
10	1,5	1,5	0,00	0,00
Total Error (%)				53,33
Rata-rata error (%)				5,33
Akurasi (%)				94,67

Dari Tabel 2 didapatkan akurasi sensor mencapai 94,67%. Akurasi tersebut cukup bagus karena masih di atas 90%. Se-

dangkan untuk data percobaan di dalam laboratorium untuk posisi air terdekat dengan sensor dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data hasil uji coba pendeteksian jarak posisi air terdekat dari sensor di dalam laboratorium

Data ke-	Jarak Sebenarnya (m)	Pembacaan Sensor (m)	Error (m)	Error (%)
1	1	1	0,00	0,00
2	1	1	0,00	0,00
3	1	1,1	0,10	10,00
4	1	0,9	0,10	10,00
5	1	1,2	0,20	20,00
6	1	1	0,00	0,00
7	1	1	0,00	0,00
8	1	1	0,00	0,00
9	1	1,09	0,09	9,00
10	1	1	0,00	0,00
Total Error (%)				49,00
Rata-rata error (%)				4,90
Akurasi (%)				95,10

Dari Tabel 3 didapatkan akurasi sensor mencapai 95,10%. Akurasi tersebut cukup bagus karena masih di atas 90%. Setelah dilakukan pengujian alat di dalam laboratorium dan mendapatkan akurasi yang cukup baik, selanjutnya dilakukan pemasangan *Early Warning System* bencana banjir di lokasi Bendungan Sampean Baru, Kabupaten Bondowoso.

Untuk sensor ultrasonik yang terpasang pada bendungan dapat dilihat pada Gambar 7. Sedangkan data percobaan yang dilakukan di lokasi pemasangan dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6. Pada Tabel 4 merupakan data percobaan di lokasi pemasangan untuk posisi air terjauh dari sensor. Sedangkan Tabel 5 merupakan data percobaan di lokasi pemasangan untuk posisi air sedang.



Gambar 7. Sensor ultrasonik yang terpasang pada bendungan

Tabel 4. Data hasil uji coba pendeteksian jarak posisi air terjauh dari sensor di lokasi pemasangan

Data ke-	Jarak Sebenarnya (m)	Pembacaan Sensor (m)	Error (m)	Error (%)
1	4	4,4	0,40	10,00
2	4	4,2	0,20	5,00
3	4	4,4	0,40	10,00
4	4	4,3	0,30	7,50
5	4	4,4	0,40	10,00
6	4	4,3	0,30	7,50
7	4	4	0,00	0,00
8	4	4	0,00	0,00
9	4	3,8	0,20	5,00
10	4	3,8	0,20	5,00
Total Error (%)				60,00
Rata-rata error (%)				6,00
Akurasi (%)				94,00

Tabel 5. Data hasil uji coba pendeteksian jarak posisi air sedang di lokasi pemasangan

Data ke-	Jarak Sebenarnya (m)	Pembacaan Sensor (m)	Error (m)	Error (%)
1	1,5	1,6	0,10	6,67
2	1,5	1,5	0,00	0,00
3	1,5	1,5	0,00	0,00
4	1,5	1,5	0,00	0,00
5	1,5	1,5	0,00	0,00
6	1,5	1,4	0,10	6,67
7	1,5	1,7	0,20	13,33
8	1,5	1,7	0,20	13,33
9	1,5	1,6	0,10	6,67
10	1,5	1,6	0,10	6,67
Total Error (%)				53,33
Rata-rata error (%)				5,33
Akurasi (%)				94,67

Dari Tabel 4 dan Tabel 5 didapatkan akurasi sensor mencapai 94,00% dan 94,67. Sedangkan hasil data percobaan di lokasi pemasangan untuk posisi air terdekat dengan sensor dapat dilihat pada Tabel 6. Dari Tabel 6 didapatkan akurasi

sensor mencapai 94,90%. Setelah seluruh proses selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan sosialisasi atau pelatihan secara langsung cara pengoperasian alat *Early Warning System* bencana banjir yang telah terpasang. Setelah dilakukan pelatihan,

maka alat *Early Warning System* bencana banjir siap dioperasikan.

Tabel 6. Data hasil uji coba pendeteksian jarak posisi air terdekat dari sensor di lokasi pemasangan

Data ke-	Jarak Sebenarnya (m)	Pembacaan Sensor (m)	Error (m)	Error (%)
1	1	1,2	0,20	20,00
2	1	1	0,00	0,00
3	1	1,12	0,12	12,00
4	1	0,9	0,10	10,00
5	1	1	0,00	0,00
6	1	1	0,00	0,00
7	1	1,09	0,09	9,00
8	1	1	0,00	0,00
9	1	1	0,00	0,00
10	1	1	0,00	0,00
Total Error (%)				51,00
Rata-rata error (%)				5,10
Akurasi (%)				94,90

Dari Tabel 1 sampai Tabel 3 didapatkan rata-rata akurasi pembacaan sensor mencapai 94,67%. Sedangkan dari Tabel 4 sampai Tabel 6 didapatkan rata-rata akurasi pembacaan sensor mencapai 94,52%.

IV. SIMPULAN

Dari hasil percobaan dan pemasangan alat *Early Warning System* bencana banjir di lokasi Bendungan Sampean Baru, Kabupaten Bondowoso, dapat ditarik beberapa kesimpulan. Kesimpulan tersebut antara lain rata-rata akurasi alat *Early Warning System* bencana banjir di dalam laboratorium mencapai 94,67% sedangkan rata-rata akurasi alat *Early Warning System* bencana banjir di lokasi Bendungan Sampean Baru, Kabupaten Bondowoso mencapai 94,52%. Akurasi tersebut masih tergolong cukup bagus karena akurasi pembacaan sensor masih di atas 90%. Selain itu, dari hasil percobaan di dalam laboratorium

dan hasil percobaan di lokasi pemasangan untuk akurasi sensor mengalami sedikit penurunan. Hal tersebut dapat dikarenakan perbedaan kondisi lingkungan disekitar sensor yang merupakan lingkungan di luar ruangan.

Sedangkan dari hasil wawancara dengan koordinator bendungan, pemasangan *Early Warning System* bencana banjir dilokasi Bendungan Sampean Baru, Kabupaten Bondowoso sangat membantu penjaga bendungan dan masyarakat sekitar untuk dapat mengetahui ketinggian air secara real time. Selain membantu mengetahui ketinggian air di dalam bendungan, *Early Warning System* bencana banjir ini juga membantu masyarakat dalam memberikan peringatan akan terjadinya bencana banjir di sekitar lokasi Bendungan Sampean Baru, Kabupaten Bondowoso.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampai-

kan kepada seluruh pihak-pihak yang terlibat khususnya Universitas Hang Tuah Surabaya yang telah membiaya penelitian ini. Selain itu, ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Balai Besar Wilayah Sungai Brantas (BBWS Brantas) yang telah memberi kesempatan kepada kami untuk bekerja sama dalam pemasangan alat *Early Warning System* bencana banjir di Bendungan Sampean Baru, Kabupaten Bondowoso.

V. RUJUKAN

- [1] F. Aprilia. "Kesiap Siagaan Masyarakat Dalam Penanggulangan Banjir Di Kota Semarang". *Jurnal Geografi*, Vol. 12, No. 1, Hal : 102-114, 2015.
- [2] A. Bayu, I. Adam & H. Nur. "Penanggulangan Bencana Banjir Oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Di Kabupaten Berau". *E-Journal Ilmu Pemerintahan*. Vol. 7, No. 2, Hal : 879-890, 2019.
- [3] B.U. Bambang dan D.S. Rima. "Pemin-takatan Risiko Bencana Banjir Bandang di Kawasan Sepanjang Kali Sampean, Kabupaten Bondowoso". *Jurnal TEK-NIK ITS*. Vol. 1, No. 1, Hal : 58-62, 2012.
- [4] R.U. Fadlul, R. Wrastawa, Z.N. Iskandar. "Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis Mikrokontroler Arduino". *JAMBURA*, Vol. 1, No. 1, Hal : 1-6, 2019.
- [5] E.S. Setia. "Pemanfaatan Bendungan Sebagai Perencanaan Penyediaan Sumber Air Bersih (Studi Kasus : Bendungan Sei Doranan, Kec. Logas Tanah Darat, Kab. Kuantan Singingi, Provinsi Riau". Pekanbaru: *Universitas Islam Riau [Tugas Akhir]*, 2019.
- [6] W.S.N Ika. "Studi Karakteristik Sedi-mentasi Waduk Sampean Baru Kabu-paten Bondowoso". Jember : *Universi-tas Jember. [Skripsi]*, 2017.
- [7] T. Edwin, V.L. Andreuw, F.P. Kinzie, "Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT dan Twitter Flood Early Warning Sistem Based On Iot And Twitter". *Cogito Smart Journal*, Vol. 7, No. 1, Hal : 26-39, 2021.
- [8] D. Danang, S. Suwardi, A.H. Ihsan. "Mitigasi Bencana Banjir dengan Sistem Informasi Monitoring dan Peringatan Dini Bencana menggunakan Mikro-kontroler Arduino Berbasis IoT". *TEKNIK*, Vol. 40, No. 1, Hal : 55-60, 2019.
- [9] P. Agung, F. Rahmad, Rahmat, "Reka-yasa Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis IoT Menggunakan Raspberry PI". *Jurnal Teknologi TECHNOSCIENTIA*, Vol. 15, No. 1, Hal : 29-35, 2022.
- [10] Z. Zahir, L.A. Abdul. Z.N. Andi. "Sis-tem Peringatan Dini Banjir". *Inspiration : Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, Vol. 9, No. 2, Hal : 167-173, 2019.