

# UPAYA PENGURANGAN BAHAYA BANJIR PADA BENDUNG AIR NAPAL, KOTA BENGKULU MEN- GUNAKAN ALAT PERINGATAN DINI NIRKABEL

Junas Haidi<sup>1</sup>, Hendy Santosa<sup>1</sup>,  
Lindung Zalbuin Mase<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro,  
Universitas Bengkulu

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil,  
Universitas Bengkulu

## Article history

Received : 26-09-2022  
Revised : 21-01-2023  
Accepted : 08-02-2023

## \*Corresponding author

Lindung Zalbuin Mase  
Email: lmase@unib.ac.id

## Abstrak

Dalam kurun waktu 5 tahun terakhir, intensitas bencana alam banjir semakin sering terjadi di Kota Bengkulu. Intensitas bencana alam banjir yang demikian sering terjadi ini menjadi perhatian serius, khususnya dalam upaya pengurangan bahaya banjir. Salah satu area yang kerap mengalami banjir adalah Residence 2, Kelurahan Sidomulyo, Kecamatan Gading Cempaka, Kota Bengkulu, yang berada di tepi Sungai dan Bendung Air Napal. Pengabdian ini dilakukan sebagai upaya pengurangan banjir pada wilayah tersebut, dengan menerapkan teknologi maju sistem peringatan dini. Pengabdian kepada masyarakat diawali dengan menampung aspirasi dari masyarakat yang kerap mengalami banjir di saat terjadi hujan dengan intensitas sedang sampai tinggi. Selanjutnya perakitan alat pendeteksi banjir dilakukan dan diujikan. Pemasangan alat sistem peringatan dini banjir selanjutnya dilakukan dan terlebih dahulu diawali dengan sosialisasi manfaat dan cara merawat alat. Langkah berikutnya adalah dengan mengenalkan aplikasi alat ini kepada khalayak luas. Dari pengabdian ini dihasilkan bahwa respon masyarakat terhadap keberadaan alat ini sangat baik. Masyarakat berkomitmen untuk merawat alat ini dengan baik. Pada lokasi pengabdian, dipasanglah 2 alat sistem peringatan dini, berupa 1 transmitter dan 1 receiver. Kedua alat disebut dikembangkan dengan konsep telekomunikasi long range atau (LoRa). Kedua alat tersebut sangat handal sebagai satu kesatuan sistem peringatan dini, yang mana pada saat terjadi hujan dapat beroperasi dengan sangat efektif. Alat yang dihasilkan dan diterapkan ini dapat menjadi tonggak awal dalam upaya pengembangan sistem peringatan dini bencana di Bengkulu pada khususnya dan di Indonesia pada umumnya.

Kata Kunci: Banjir; Kota Bengkulu; Sistem Peringatan Dini

## Abstract

In the last five years, the intensity of natural flood disasters has increased in Bengkulu City. The intensity of frequent floods is a serious concern, especially in efforts to reduce flood hazards. One area that often experiences flooding is Residence 2, Sidomulyo Village, Gading Cempaka District, Bengkulu City, which is on the banks of the River and Air Napal Dam. This activity is carried out to reduce flooding in the area by implementing an advanced early warning system. Community service begins with accommodating the aspirations of the people who often experience flooding when there is moderate to high-intensity rain. Furthermore, the assembly of the flood detector is carried out and tested. Installing flood early warning equipment is then carried out and begins with the socialization of the benefits and how to care for the equipment. The next step is to introduce the application of this equipment to a wide audience. From this service, it was found that the community's response to the existence of this equipment was excellent. The community is committed to taking good care of this equipment. In the study area, two pieces of early warning system equipment were installed in the form of 1 transmitter and one receiver. The two tools are said to be developed with long-distance telecommunication or (LoRa). Both of these tools are reliable as an integrated early warning systems which can operate effectively when it rains. The equipment produced and implemented can be the beginning of efforts to develop a disaster early warning system in Bengkulu and Indonesia in general.

Keywords: Floods; Bengkulu City; Early Warning System

© 2023 Some rights reserved

## PENDAHULUAN

Dalam kurun waktu 5 tahun terakhir, Kota Bengkulu, Ibu kota Provinsi Bengkulu, kerap mengalami bencana banjir. [Mase et al. \(2022\)](#) mencatat bahwa kejadian banjir besar yang terjadi di Bengkulu diakibatkan karena meluapnya sungai-sungai yang melintasi Kota Bengkulu yang berada pada dataran rendah. Meluapnya sungai-sungai besar di Kota Bengkulu, menyebabkan banyaknya pemukiman warga yang tergenang dan terputusnya jalan akses penghubung antar suatu daerah ke daerah yang lainnya ([Santri et al., 2020](#)).

Sungai-sungai yang melewati Kota Bengkulu di antaranya adalah Sungai Muara Bangkahulu, Sungai Air Rupa, Sungai Air Napal, Sungai Jenggalu, dan beberapa sungai lainnya. Sungai Muara Bangkahulu merupakan sungai utama di Kota Bengkulu yang saat terjadi luapan menimbulkan genangan di kawasan-kawasan padat penduduk di Kota Bengkulu, seperti Rawa Makmur, Tanjung Agung, Tanjung Jaya dan sebagainya ([Mase, 2020](#)). Begitu pula Sungai Jenggalu yang kerap menimbulkan genangan pada beberapa wilayah di Bumi Ayu dan Padang Serai. Sungai Air Napal, yang bermuara pada Danau Dendam Tak Sudah (salah satu danau alami terbesar yang berada di Kota Bengkulu), juga kerap menggenangi beberapa wilayah dataran rendah pada kawasan perumahan Timur Indah, yang berada di tepi Sungai dan Bendung Air Napal, Kelurahan Sidomulyo, Kecamatan Gading Cempaka.

Salah satu perumahan di Timur Indah yang terkena dampak dari meluapnya Sungai Air Napal adalah Perumahan Residence 2. Penduduk kerap mengeluhkan dengan adanya hujan dengan durasi sedang sampai dengan lama dapat mengakibatkan meluapnya Sungai Air Napal. Hal ini juga semakin menyulitkan ketika waktu puncak terjadi pada malam hari, dimana warga sedang tertelap tidur, namun air sudah mulai merangsak masuk ke pemukiman. Minimnya pengetahuan penduduk mengenai upaya mitigasi mandiri dan sistem peringatan dini untuk evakuasi masih belum memadai. Penduduk setempat juga berpendapat perlu dilakukan suatu upaya pengurangan resiko banjir pada wilayah tersebut dengan penerapan teknologi yang sederhana namun dapat memberikan manfaat seluas-luasnya ([Rai et al., 2020](#); [Santosa et al., 2021](#)). Studi yang dilakukan oleh [Liu et al. \(2018\)](#) dan [Fakhruddin et al. \(2015\)](#) menyatakan bahwa keberadaan alat sistem peringatan dini banjir juga sangat efektif menggugah ketahanan bencana bagi masyarakat.

Mengacu dari pengalaman yang terjadi di Perumahan Residence 2, maka tim pengabdian Universitas Bengkulu, menerapkan pengembangan

teknologi sederhana berupa sistem peringatan dini pendeteksi banjir berbasis teknologi nirkabel. Pengabdian ini diawali dengan merancang model peralatan, dilanjutkan dengan perakitan alat, dan uji coba penerapan alat. Sosialisasi bagaimana perawatan alat dan bagaimana menerjemahkan informasi evakuasi dari tanda-tanda yang terdeteksi oleh alat juga dilakukan. Secara umum pengabdian ini dapat memberikan manfaat seluas-luasnya kepada masyarakat dalam upaya pengurangan resiko banjir di Kota Bengkulu. Alat yang dihasilkan dari pengabdian ini diharapkan pula dapat menjadi desain awal dalam pengembangan sistem peringatan dini kebencanaan di Kota Bengkulu.

## METODE PELAKSANAAN

### Area Pengabdian

Pengabdian ini mengambil fokus pada area di Redience 2, Timur Indah, Kelurahan Sidomulyo, Kecamatan Gading Cempaka, seperti ditunjukkan pada [Gambar 1](#). Perumahan Residence 2 adalah perumahan yang cukup pada penduduk ([Gambar 1a](#)). Perumahan ini berada pada lembah bukit dengan perbedaan elevasi yang cukup ekstrim yaitu antara 20 hingga 30 meter. Perumahan ini, juga merupakan salah satu perumahan yang masih tergolong baru, yakni mulai berpenghuni sejak tahun 2015. Meskipun demikian, keberadaan Perumahan ini cukup dekat dengan Sungai Air Napal yang mana setiap musim penghujan kerap memicu terjadinya banjir pada wilayah sekitarnya, khususnya pada Perumahan Residence 2.

Pada area pengabdian, diperlihatkan pula posisi Sungai Air Napal. Sungai ini memiliki mata air di bagian hulu, yakni bagian barat Kota Bengkulu, yaitu Air Sebaku di Kabupaten Bengkulu Tengah. Sungai ini selanjutnya bermuara di Danau Dendam Tak Sudah yang merupakan danau alami yang juga sebagai pengendali banjir di Kota Bengkulu. Pada kejadian banjir besar pada April 2019, seperti yang dilaporkan oleh ([Mase, 2020](#)) beberapa kawasan yang di sepanjang aliran sungai-sungai utama di Kota Bengkulu, seperti Sungai Muara Bangkahulu, sempat tergenang selama sehari-hari. Baru-baru ini kejadian banjir di Kota Bengkulu yang terjadi sepanjang Januari sampai dengan Agustus 2022 telah sempat menggenangi Kawasan Perumahan Residence. Berdasarkan keterangan dari warga, kejadian banjir di Residence 2 sering terjadi pada malam hari. Genangan banjir juga datang tiba-tiba karena debit banjir yang cukup tinggi khususnya selama terjadi hujan lebih dari 6 jam. Genangan yang terjadi pada kawasan ini cukup tinggi, hingga mencapai dinding rumah warga, dengan ketinggian 1 sampai dengan 1,5 m ([Gambar 1b](#)). Mengacu pada kondisi tersebut, maka tim pengabdian memfokuskan target kegiatan pada perumahan ini.



(a)



(b)

**Gambar 1.** Area penerapan teknologi (a) Layout lokasi pengabdian (b) kondisi eksisting lokasi pengabdian

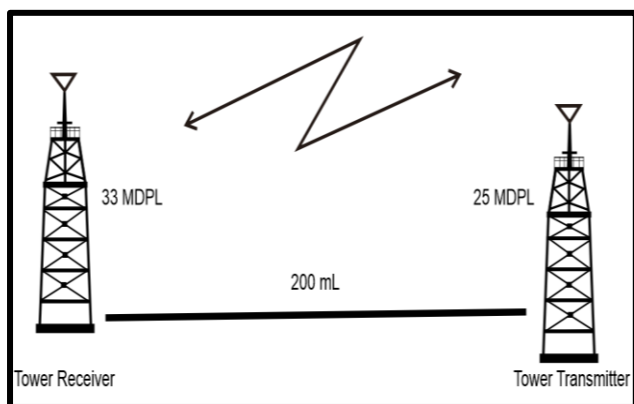
Pada area pemukiman tersebut, 2 alat pendeteksi banjir dengan sistem tanpa kabel atau nirkabel dipasang pada titik-titik yang dianggap penting. Titik yang pertama adalah tepat berada di area sekitar mercu bendung. Pada titik tersebut dipasanglah alat pendeteksi banjir yang mana pada alat tersebut sensor ketinggian muka air terpasang (Medewar et al., 2017). Keberadaan alat tersebut dalam memberikan sistem peringatan dini yang baik pada saat terjadi peningkatan debit dan genangan banjir (Plate, 2007).

Alat berikutnya yang dipasang adalah wave receiver. Alat ini berfungsi menangkap gelombang

jarak jauh (*Long Range*) yang diberikan oleh sensor pendeteksi banjir (Iyekekpole et al., 2018). Selanjutnya dari titik tersebut, sirine akan menyala dan berbunyi sebagai penanda peringatan bagi warga untuk bersiap dalam melakukan evakuasi. Alat ini khusus dipasang pada dataran tinggi yang dapat terlihat dan terdengar oleh seluruh masyarakat. Dalam kegiatan ini, receiver dipasang pada pintu masuk kompleks Perumahan yang berada di dataran tinggi. Kedua alat tersebut bertugas sebagai penerima dan penerus informasi peringatan dini banjir di Perumahan dengan tujuan proses evakuasi bisa berjalan dengan cepat dan tepat.

## Penerapan Teknologi

Dewasa ini, kejadian bencana alam kerap sering terjadi di berbagai belahan dunia, tak terkecuali di Indonesia. Bencana-bencana yang lazim terjadi di Indonesia diantaranya longsor, banjir, dan gempa bumi. Longsor dahsyat pernah terjadi di Tandikat, Sumatera Barat, pada tahun 2009 (Faris & Fawu, 2014), banjir bandang di Wasior, Papua, pada tahun 2010 (Zain et al., 2021), dan gempa bumi di Bengkulu, Indonesia pada tahun 2007 (Mase, 2017). Dari beberapa bencana tersebut, sangat sulit untuk diprediksi kapan kejadian bencana tersebut dapat terjadi, khususnya gempa yang sangat sulit diprediksi dan bahkan sampai saat ini belum ditemukan alat yang dapat memperkirakan waktu dan tempat kejadian gempa secara akurat. Bencana longsor dan banjir merupakan bencana geoteknis dan hidrologis yang selalu diawali dengan beberapa indikasi. Fathani et al. (2016) menyebutkan indikasi-indikasi sebelum kejadian bencana merupakan penanda bagi masyarakat untuk melakukan evakuasi. Oleh karena itu, peran pengembangan teknologi dapat sangat membantu dalam mengimplementasikan sistem peringatan dini guna mengurangi potensi kerugian material, non-material, dan korban jiwa yang dapat terjadi.



**Gambar 2.** Skema pemasangan transmitter dan receiver

Dalam pelaksanaan pengabdian ini, terdapat lintas bidang ilmu yang diterapkan, yaitu kombinasi alat bidang ilmu teknik elektronika dan telekomunikasi, serta mitigasi bencana geoteknik. Alat yang dikembangkan adalah berbasis elektro komunikasi dengan sistem nirkabel. Skema alat yang digunakan pada pengabdian ini terdiri dari transmitter yang dilengkapi sensor yang dibuat dalam bentuk Tower Transmitter dan juga penerima informasi dari transmitter yang dipasang dalam bentuk Tower Receiver. Secara umum, konsep implementasi komunikasi nirkabel yang diterapkan dapat dilihat pada Gambar 2. Tower Transmitter dipasang pada

posisi 25 m di atas permukaan laut, sedangkan Tower Receiver dipasang pada ketinggian 3 m di atas permukaan laut atau lebih kurang 8 m lebih tinggi dari posisi tower transmitter. Jarak antara kedua tower secara horizontal adalah 200 m.

Alat yang dipasang pada kegiatan pengabdian pada masyarakat ini menerapkan teknologi sederhana dan minim perawatan, dengan penyedia energi adalah dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan bantuan solar cell (Mulyana, 2017). Hal ini sangat relevan dengan kondisi area pengabdian yang secara merata mendapatkan sinar matahari yang cukup melimpah setiap tahunnya. Energi listrik yang dihasilkan dari solar cell setidaknya dapat diproduksi dengan baik dengan minimal jumlah pencahayaan lebih kurang selama 8 jam. Dengan kondisi seperti ini memungkinkan pembangkit listrik bertenaga surya dapat menghasilkan energi listrik yang dimanfaatkan optimal selama 4 jam. Pada pembangkit listrik tenaga yang digunakan, dilengkapi dengan solar cell, controller charging, battery dan inverter. Alat transmitter yang digunakan terdiri dari 2 transmitter terintegrasi yang pada bagan dinyatakan sebagai Tr1 dan Tr2. Sensor ketinggian muka air atau water level control juga menjadi satu kesatuan dengan alat ini. Terdapat 3 WLC (Water Level Censor) yang digunakan yaitu E1, E2, dan E3. Masing-masing WLC tersebut berfungsi sebagai sensor pada masing-masing ketinggian. Dalam pengabdian ini E1 dipasang pada ketinggian 60 cm, E2 dipasang pada ketinggian 40 cm, dan E3 dipasang pada ketinggian 20 cm. Apabila air sudah berada pada level tersebut, maka transmitter akan mengirimkan gelombang informasi sehingga sirine berbunyi dan dapat ditangkap pula oleh receiver. Secara praktis, masing-masing WLC sebagai representasi dari kondisi waspada, siaga, dan awas. Alat transmitter yang dirancang juga dilengkapi dengan CLT, controller dan sirine serta lampu rotary sirine, yang satu kesatuan mendukung proses transmisi sinyal agar dapat ditangkap oleh Tower Receiver. Sensor level transmitter akan mendeteksi kenaikan level air dengan kemampuan deteksi kenaikan level air sampai 5 m. level air yang terbaca oleh sensor level transmitter akan dikirimkan ke level controller, level controller akan menerima sinyal listrik 4 – 20 mA dari sensor, sehingga apabila ketinggian air telah sampai di setting point level 30 cm kondisi normal maka level controller akan memberikan tegangan 220 V untuk menghidupkan sirine selama 10 menit yang diatur oleh timer relay. Apabila level air masih terus meningkat sampai ketinggian 50 cm, maka alarm bahaya akan berbunyi selama 15 menit Tower Receiver terdiri dari PLTS dengan kapasitas daya 240 W, LoRa sebagai receiver dan alarm. Sinar matahari yang ditangkap oleh solar panel akan merubah energi cahaya matahari

menjadi listrik, energy listrik akan disimpan kedalam battery dan di atur oleh solar controller. Listrik PLTS yang dihasilkan mempunyai tegangan output 12 VDC sehingga akan diubah ketegangan AC 220 V menggunakan inverter. Sumber listrik dari PLTS ini akan dijadikan sumber listrik untuk *LoRa* dan *alarm*. *LoRa* berfungsi menangkap sinyal yang dikirimkan oleh *transmitter* dan akan menghidupkan sirine dengan waktu yang sama dengan bunyi waktu di Bendung.

### Tahapan Pelaksanaan Pengabdian

Pelaksanaan pengabdian ini terdiri dari 3 tahapan yaitu tahap pertama adalah tahap persiapan, tahap kedua adalah tahap sosialisasi alat, dan tahap ketiga adalah pemasangan alat sekaligus demonstrasi penggunaan alat. Tahap 1 diawali dengan proses pembuatan dan perakitan alat. Pada tahapan ini, tim pengabdian melakukan pembelian peralatan yang dibutuhkan. Selanjutnya pengujian peralatan dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui gambaran umum terkait kehandalan alat dan sebagainya. Uji coba alat juga dilakukan pada tahapan persiapan ini.

Setelah Tahap 1 dirampungkan, maka tahap berikutnya yang harus dilakukan adalah pelaksanaan sosialisasi cara kerja alat kepada masyarakat luas. Dalam pelaksanaan kegiatan sosialisasi ini, masyarakat yang diundang adalah warga yang tinggal pada Perumahan Residence 2, khususnya yang

berdomisili dekat dengan sungai dan nendung yang kerap WLCmeluap saat musim penghujan. Materi sosialisasi disampaikan oleh tim pengabdian yang terdiri dari Junas Haidi S.T. M.T., Hedy Santosa, S.T., M.T., Ph.D., dan Ir. Lindung Zalbuin Mase, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN. Eng. Materi yang disampaikan adalah konsep kerja alat, perawatan alat, dan aspek-aspek mitigasi bencana dan evakuasi yang perlu diterapkan saat terjadi bencana banjir.

Tahap ketiga dari serangkaian tahapan yang dilakukan adalah perancangan alat di lapangan serta demonstrasi penggunaan alat. Pada tahap ini, alat yang sudah dipersiapkan selanjutnya dipasang pada area yang dianggap sebagai area ideal yang dapat mengindikasikan peringatan dini (*Gambar 1*). Selanjutnya adalah demonstrasi penggunaan alat serta penjelasan mengenai metode perawatan alat

### PEMBAHASAN

#### Pengadaan Peralatan dan Bahan Pengabdian

Alat dan bahan pengabdian telah dikumpulkan dan telah disiapkan sedemikian rupa. Peralatan yang digunakan pada kegiatan pengabdian ini adalah 2 set tower untuk *transmitter* dan *receiver*, seperangkat *transmitter*, dan seperangkat *Receiver*. *Transmitter* dan *receiver* pada pengabdian ini dilengkapi dengan PLTS berupa solar cell. Rangkaian *Transmitter* terdiri dari dengan *controller*, *The Radio Frequency* (TRF), *Water Level Censor* (WLC), *Continuous Level Transmitter* (CLT), serta Sirine Peringatan.



**Gambar 3.** Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat

Proses penyiapan alat penelitian dapat dilihat pada [Gambar 3](#). Pada tahap pertama, alat yang dibuat telah diujicobakan di laboratorium dan memberikan hasil yang cukup menjanjikan. Selain itu, untuk pengujian kehandalan transmisi komunikasi, Kerjasama dengan PT. Radar Telekomunikasi Indonesia juga dilakukan untuk melakukan uji coba alat komunikasi *Long Range*, pola radiasi, *bandwidth* dan parameter standar output, serta antena *return loss*, dan Impedansi antena. Setelah alat-alat tersebut dilakukan uji coba dan telah memperlihatkan hasil positif, maka tahapan berikutnya adalah melakukan sosialisasi kepada masyarakat di area fokus pengabdian guna dapat memahami pola kerja alat dan maintenance alat setelah dilakukan instalasi pada titik yang direncanakan menjadi area pengambilan informasi peringatan dini pada saat terjadi banjir.

### Sosialisasi Kerja Alat dan Perawatannya

Sosialisasi dilakukan pada tanggal 2 Agustus 2022, pada pukul 08.30 WIB yang bertempat pada aula RT 21, RW 2, Perumahan Residence 2, Timur Indah, Kelurahan Sidomulyo, Kecamatan Gading Cempaka. Lebih kurang 30 orang warga sekitar ikut hadir dalam kegiatan ini. Terdapat beberapa materi yang disampaikan dalam kegiatan ini, yaitu yang berkaitan dengan kejadian bencana banjir yang kerap terjadi, cara kerja alat dan implementasinya, serta cara merawat alat secara berkala.

Pada materi pertama, bertindak sebagai pemateri adalah Ir. Lindung Zalbuin Mase, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng. Materi yang disampaikan adalah pentingnya pengelolaan wilayah aliran sungai agar dapat terhindar dari banjir. Dalam hal ini, untuk area pengabdian, secara umum memang merupakan area daerah aliran sungai (DAS). Posisi perumahan yang berada di dataran rendah memang secara umum menjadikan wilayah ini kerap rentan tergenang banjir. Di satu sisi, keberadaan Sungai Air Napal yang berpotensi sebagai sumber air utama bagi kawasan persawahan yang tidak jauh dari lokasi pengabdian juga dapat menimbulkan banjir pada wilayah tepi sungai, termasuk pula Perumahan Residence 2. Dalam hal ini, pemateri menekankan untuk selalu menerapkan pola hidup bersih dan rutin melakukan pemeliharaan sungai. Seperti terlihat pada [Gambar 4](#), posisi perumahan yang berada di dataran rendah dan masih termasuk sebagai penopang daerah aliran sungai di wilayah, sangat berpotensi mengalami banjir dan pula topografi yang berbukit-bukit dapat memicu terjadinya longsor pada kawasan perumahan tersebut. Pemateri menekankan pula bahwa untuk kondisi cuaca di Kota Bengkulu yang tergolong ekstrim, maka curah hujan tinggi sampai dengan sangat tinggi kerap terjadi ([Mase, 2020](#)).

Oleh karena itu penting diterapkannya peringatan dini dalam mengurangi potensi banjir.



**Gambar 4.** Kondisi Perumahan Residence 2 yang berada di Dataran Rendah dengan Topografi yang bervariasi



**Gambar 5.** Penjelasan mengenai cara kerja alat

Materi berikutnya disampaikan oleh Junas Haidi S.T., M.T., dan Hendy Santosa, S.T., M.T., Ph.D. Dalam penyampaian materi ini, kedua pemateri berkolaborasi dalam memaparkan konsep kerja alat dan perawatannya. Pada materi yang disampaikan adalah menitikberatkan pada konsep kerja alat. Dalam penjelasan tersebut, disebutkan bahwa alat-alat dengan komunikasi dengan prinsip LoRa saat ini menjadi pilihan yang tepat untuk kondisi wilayah pengabdian yang memiliki topografi bervariasi. Secara umum, sensor akan menangkap indikasi adanya peningkatan air yang selanjutnya dikirimkan pada *receiver* yang diletakkan pada dataran tinggi agar dapat memberikan informasi lebih jelas pada daerah-daerah yang berada pada elevasi yang

lebih rendah (Gambar 5). Pemateri juga menekankan bahwa perangkat yang bekerja dalam sistem peringatan dini adalah satu kesatuan. Oleh karena itu, apabila terdapat 1 perangkat saja yang tidak bekerja dengan baik, maka dapat dipastikan sistem peringatan dini tidak dapat berjalan sebagaimana mestinya. Pemateri juga menjelaskan bahwa sistem pembangkit listrik tenaga surya yang diterapkan juga perlu dirawat dengan baik. Oleh karena perawatan secara periodik oleh pihak terkait perlu dilakukan agar kinerja alat tetap terjaga dengan baik (Gambar 6). Secara umum, pemahaman masyarakat tentang kinerja alat sudah sangat baik dengan adanya sosialisasi terkait kinerja alat dan perawatannya.



Gambar 6. Penjelasan perawatan alat

### Pemasangan Alat di Lapangan

Proses pemasangan alat dilakukan pada saat penjelasan kinerja alat dan perawatan alat telah selesai dilakukan. Pada kegiatan pemasangan alat, tim pengabdian, juga melibatkan warga setempat agar turut membantu proses pemasangan alat. Gambar 7 merupakan beberapa dokumentasi pemasangan alat. Pada gambar tersebut, pertama-tama perangkat dan peralatan dilakukan pemasangan dalam instalasi box yang dirakit pada salah satu rumah warga. Dalam proses ini, tim pengabdian melakukan cross-check sekali lagi sebelum alat-alat dipasang. Dalam prosesnya warga setempat juga ikut diberikan penjelasan mengenai cara kinerja alat sebagai bentuk implementasi pemaparan materi yang disampaikan sebelumnya.

Selanjutnya mobilisasi perangkat dilakukan pada titik-titik yang menjadi area pengumpul informasi dan penerus informasi. Menara *transmitter* dipasang pada tepi Sungai Air Napal tepat sebelum

berdang berada. *Transmitter* ditempatkan pada menara yang disebut sebagai menara *transmitter*. Selanjutnya pada ketinggian yang lebih tinggi, yaitu tepat pada gerbang masuk Perumahan Residence 2, dipasanglah menara *receiver*. Kedua menara tersebut selanjutnya dicor dengan adukan beton dan batu kali sebagai pondasi agar mampu menopang beban vertikal menara. Menara *receiver* ini nantinya dipergunakan sebagai penerus informasi dari *transmitter* dan akan berbunyi jika ambang batas ketinggian air telah tercapai. Pemasangan alat selanjutnya diakhiri dengan diskusi lebih lanjut dengan warga terkait penggunaan alat dan perlunya sistem piket dalam menjaga alat dari tindakan-tindakan perusakan, karena posisi alat yang secara umum sangat terekspos dan dapat saja memancing tindakan perusakan dan pencurian oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab.

### Ekspos Kegiatan di Media Massa

Keberadaan alat sistem peringatan dini sebagai deteksi banjir pada kawasan Perumahan Residence 2, Timur Indah, Kota Bengkulu, telah menarik minat khalayak luas untuk mengetahui lebih dalam mengenai alat dan sistem yang diterapkan. Oleh karena itu, beberapa media massa lokal seperti Bengkulu News, Berita Terbaru News, Bengkulu Tribun News, dan Kompas TV melakukan liputan pada alat ini yaitu pada tanggal 15 Agustus 2022, pukul 09.00 WIB. Gambar 8 menampilkan beberapa dokumentasi yang diambil dari beberapa website sebagai berikut

1. <https://www.kompas.tv/article/319248/dosen-di-bengkulu-ciptakan-alat-pendeteksi-banjir>
2. <https://bengkulu.tribunnews.com/2022/08/14/dosen-unib-ciptakan-alat-pendeteksi-banjir-pertama-di-bengkulu-begini-cara-kerjanya>
3. <https://beritaterbaru.news/dosen-unib-ciptakan-alat-deteksi-banjir-pertama-di-bengkulu-begini-cara-kerjanya-69345/>
4. <https://www.bengkulunews.co.id/dosen-unib-ciptakan-alat-pendeteksi-banjir-baru-dipasang-di-sidomulyo>

Dari kegiatan wawancara tersebut, Ketua RT 21, Desri Sugianto, setempat menyebutkan bahwa dengan adanya pemasangan alat pendeteksi banjir dengan basis sistem peringatan dini pada lingkungan mereka, maka dapat memberikan peringatan dini kepada warga setempat saat air sungai sudah memunculkan tanda-tanda akan meluap. Animo masyarakat sekitar pada peliputan lapangan juga tinggi. Hal ini terlihat dari banyaknya warga sekitar maupun warga luar lokasi yang berbondong-bondong untuk melihat sekaligus ingin mengetahui kinerja alat tersebut.



Gambar 7. Proses pemasangan alat



Gambar 8. Wawancara dengan media massa lokal mengenai alat yang diterapkan



### Kehandalan Alat pada Kejadian Banjir Terkini

Pada tanggal 20 Agustus 2022, telah terjadi hujan dengan intensitas tinggi sampai dengan sangat tinggi di wilayah Kota Bengkulu. Terpantau dari peliputan langsung di lapangan, curah hujan yang terjadi telah memicu peningkatan air Sungai Air Napal. Hal ini menjadi penanda bahwa banjir dapat terjadi pada wilayah tersebut. **Gambar 9** memperlihatkan bahwa sirine telah berbunyi saat ambang batas ketinggian air telah tercapai. Hal ini juga sejalan dengan kondisi lapangan dimana air sungai telah meluap dan mulai menggenangi halaman perumahan. Ini mengindikasikan bahwa alat sistem peringatan dini yang diterapkan telah berjalan dengan baik.

Pada **Gambar 9**, terlihat pula kondisi air sungai dan Bendung yang berada tepat berdampingan dengan perumahan, telah penuh dengan air yang berwarna cokelat. Air yang berwarna cokelat mengindikasikan bahwa aliran air banjir juga ikut terbawa oleh material lumpur yang tererosi dan masuk ke dalam sungai. Hal ini disebabkan karena telah berkurangnya tanaman hijau di hulu yang selama ini menjadi pengendali banjir pada saat hujan. Terlihat pula sisa-sisa tumbuhan yang menumpuk dan menyumbat pintu air, sehingga saat air telah mencapai ambang batas, terjadi kesulitan saat monitoring dan pembukaan pintu agar debit aliran sungai dapat dialirkan.



**Gambar 9.** Alat yang bekerja saat terjadi hujan dan banjir pada tanggal 20 Agustus 2022, serta kondisi lingkungan dan sungai saat terjadi banjir

Secara umum kinerja alat sistem peringatan dini telah bekerja dengan baik. Alat yang dipergunakan juga sangat handal, karena berbasis teknologi sederhana, mudah dalam perawatan, dan mudah dalam pemantauan. Meskipun demikian, kondisi lingkungan sekitar juga perlu dilestarikan agar dampak banjir dapat dikurangi. Dari hasil pengabdian yang dilakukan ini, diperoleh pula suatu hasil mendasar dimana, upaya penerapan teknologi dalam meminimalisir dampak bencana dapat dilakukan, meskipun demikian keberadaan alam sebagai tempat bernaung manusia juga memegang peranan penting. Alam tak bisa dilawan namun alam bisa diarahkan. Sekalipun dengan melawan alam, maka dampak bencana akan dapat terjadi sebagai implementasi dari bentuk alam yang berupaya memulihkan kestabilannya.

### KESIMPULAN

Penerapan alat pendeteksi banjir dengan basis sistem penerapan dini diterapkan pada Perumahan Residence 2, Timur Indah, Kelurahan Sidomulyo, Kecamatan Gading Cempaka, Kota Bengkulu. Peranan masyarakat yang antusias mendukung kegiatan ini dari mulai persiapan hingga pemasangan alat memperlihatkan bahwa sinergi antara perguruan tinggi dengan elemen masyarakat penting dilakukan. Respon khalayak luas juga termaktub dari meningkatnya animo masyarakat yang dituangkan dalam liputan khusus oleh media-media lokal dan nasional terkait kinerja alat yang diterapkan. Selain itu, alat yang digunakan juga telah terbukti memberikan dampak positif yang sangat baik dengan memberikan informasi peringatan dini yang tepat dan cepat pada saat terjadi banjir baru-baru ini. Meskipun demikian, guna mengurangi dampak banjir, sinergi antara instansi terkait, pemerintah, dan masyarakat sekitar juga perlu diperkuat, khususnya dalam melestarikan lingkungan sekitar sungai yang juga menopang fungsi dan kegunaan sungai, khususnya saat mengalirkan debit banjir pada saat musim penghujan.

Secara umum, dengan implementasi peralatan sistem peringatan dini ini, maka ketahanan masyarakat dalam meningkatkan sikap tanggap bencana dapat diwujudkan. Kegiatan selanjutnya yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan teknologi serupa di berbagai wilayah rawan banjir di Kota Bengkulu, sehingga ketahanan masyarakat dalam meningkatkan mitigasi bencana banjir dapat diwujudkan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Direktorat Riset Teknologi dan Pengabdian kepada Masyarakat yang dituangkan dalam Pendanaan Program

kepada Masyarakat Skema Program Kemitraan Masyarakat dengan nomor 1856/UN30.15/PM/2022. Tim pengabdian juga mengucapkan terima kasih yang kepada semua pihak, terkhusus kepada Ketua Rukun Tetangga (RT) setempat, Bapak Desri Sugianto dan warga sekitar yang telah membantu pelaksanaan kegiatan pengabdian ini. .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Fakhrudin, S. H. M., Kawasaki, A., & Babel, M. S. (2015). Community responses to flood early warning system: Case study in Kajuri Union, Bangladesh. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14, 323–331. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2015.08.004>
- Faris, F., & Fawu, W. (2014). Investigation of the initiation mechanism of an earthquake- induced landslide during rainfall: a case study of the Tandikat landslide, West Sumatra, Indonesia. *Geoenvironmental Disasters*, 1(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s40677-014-0004-3>
- Fathani, T. F., Karnawati, D., & Wilopo, W. (2016). An integrated methodology to develop a standard for landslide early warning systems. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(9), 2123–2135. <https://doi.org/10.5194/nhess-16-2123-2016>
- Iyekekpolo, U. B., Idachaba, F. E., & Popoola, S. I. (2018). Early flood detection and monitoring system based on Wireless Sensor Network. *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, 1381–1394. <http://ieomsociety.org/dc2018/papers/376.pdf>
- Liu, C., Guo, L., Ye, L., Zhang, S., Zhao, Y., & Song, T. (2018). A review of advances in China's flash flood early-warning system. *Natural Hazards*, 92(2), 619–634. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3173-7>
- Mase, L. Z. (2017). Liquefaction Potential Analysis Along Coastal Area of Bengkulu Province due to the 2007 Mw 8.6 Bengkulu Earthquake. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 49(6), 721–736. <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2017.49.6.2>
- Mase, L. Z. (2020). Slope Stability and Erosion-Sedimentation Analyses Along Sub-watershed of Muara Bangkahulu River in Bengkulu City, Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 148, 03002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014803002>
- Mase, L. Z., Amri, K., Farid, M., Rahmat, F., Nur Fikri, M., Saputra, J., & Likitlersuang, S. (2022). Effect of Water Level Fluctuation on Riverbank Stability at the Estuary Area of Muaro Kualo Segment, Muara Bangkahulu River in Bengkulu, Indonesia. *Engineering Journal*, 26(3), 1–16. <https://doi.org/10.4186/ej.2022.26.3.1>
- Medewar, P. G., Sonawane, R. R., & Munje, R. K. (2017). Two tank non-interacting liquid level control comparison using fuzzy and PSO controller. *National Conference on Emerging Trends in Engineering & Technology*, 1, 24–31. <https://www.iosrjournals.org/iosr-jeee/Papers/Conf.17018-2017/Volume-1/5.24-31.pdf>
- Mulyana, R. (2017). Panduan Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS Off-Grid. In *Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia*. Jakarta:Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. <https://drive.esdm.go.id/wl/?id=4vf12RYGUetu22Pe4cKt68lrRkAr9z0>
- Plate, E. J. (2007). Early warning and flood forecasting for large rivers with the lower Mekong as example. *Journal of Hydro-Environment Research*, 1(2), 80–94. <https://doi.org/10.1016/j.jher.2007.10.002>
- Rai, R. K., van den Homberg, M. J. C., Ghimire, G. P., & McQuistan, C. (2020). Cost-benefit analysis of flood early warning system in the Karnali River Basin of Nepal. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 47, 101534. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101534>
- Santosa, H., Haidi, J., & Surapati, A. (2021). Pelatihan Penerapan Alat Pendeteksi Bencana Banjir Dengan Teknologi Nirkabel Di Perumahan Timur Indah Residence 2 Kota Bengkulu. *Dharma Raflesia: Jurnal Ilmiah Pengembangan Dan Penerapan IPTEKS*, 19(1), 23–32. <https://ejournal.unib.ac.id/dharmaraflesia/article/view/13166>
- Santri, S., Apriyanto, E., & Utama, S. P. (2020). Dampak Sosial Ekonomi Dan Estimasi Kerugian Ekonomi Akibat Banjir Di Kelurahan Rawa Makmur Kota Bengkulu. *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 9(2), 77–84. <https://ejournal.unib.ac.id/naturalis/article/view/13509>
- Zain, A., Legono, D., Rahardjo, A. P., & Jayadi, R. (2021). Review on Co-factors Triggering Flash Flood Occurrences in Indonesian Small Catchments. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 930(1), 12087. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/930/1/012087>