

# Teknologi Deteksi Dini Banjir Daerah Aliran Sungai menggunakan *Heltec Wifi LoRa 32 V2*

Feby Amanda<sup>1\*)</sup>, Selamat Samsugi<sup>2</sup>, Styawati<sup>3</sup>, Syahirul Alim<sup>4</sup>

<sup>124</sup>Jurusan Teknik Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Bandar Lampung

<sup>3</sup>Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Bandar Lampung

<sup>1234</sup>Jl. ZA. Pagar Alam No.9 -11, Labuhan Ratu, Kec. Kedaton, Kota Bandar Lampung

email: <sup>1</sup>feby\_amanda@teknokrat.ac.id, <sup>2</sup>s.samsugi@teknokrat.ac.id <sup>3</sup>styawati@teknokrat.ac.id, <sup>4</sup>syahirul\_alim@teknokrat.ac.id

**Abstract** – In Indonesia there are often natural disasters, one of which is flooding. Flooding is a natural disaster that is marked by the overflowing of river water irrigation channels in urban areas, one is the river Irrigation that exists at the Technokrat University of Indonesia. Therefore, the study aims to develop a flood early detection tool using LoRa (Long Range) technology to monitor potential flooding in Kaliballau, Indonesian Technocratic University, Bandar Lampung. The research method involves installing an ultrasonic sensor in the Kaliballau River and connecting it to the Heltec Wifi LoRa 32 V2 microcontroller. Test results show that the LoRa transmitter and receiver operate as planned. This tool does not require an internet connection because it uses the Heltec Wifi LoRa 32 V2. The status of the river is categorized into four: Safe, Alert 1, Alert 2, and Danger, with appropriate warnings. The test showed a delay of 5 seconds on the water height reading. At safe (water height 44 cm), the buzzer does not sound. At morning 1 (water altitude 82 cm), it sounds once with a 1 minute delay. The device has a communication capacity of up to 400 meters. Thus, the tool is effective in monitoring the Kaliballau river and giving early warning of potential floods. This research has contributed to the development of flood monitoring technology to increase public alertness and safety in flood-prone areas.

**Abstrak** – Di Indonesia sering terjadi bencana alam salah satunya banjir. banjir merupakan bencana alam yang di tandai dengan meluapnya saluran irigasi air sungai di perkotaan, salah satunya irigasi sungai yang ada di Universitas Teknokrat Indonesia. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pendeteksi dini banjir menggunakan teknologi LoRa (Long Range) untuk memantau potensi banjir di Kaliballau, Universitas Teknokrat Indonesia, Bandar Lampung. Metode penelitian melibatkan pemasangan sensor ultrasonik di Sungai Kaliballau dan menghubungkannya dengan mikrokontroler Heltec Wifi LoRa 32 V2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat LoRa pengirim dan penerima beroperasi sesuai perancangan. Alat ini tidak memerlukan koneksi internet karena menggunakan Heltec Wifi LoRa 32 V2. Status sungai dikategorikan menjadi empat: Aman, Siaga 1, Siaga 2, dan Bahaya, dengan peringatan yang sesuai. Pengujian menunjukkan delay 5 detik pada pembacaan ketinggian air. Pada status Aman (tinggi air 44 cm), buzzer tidak berbunyi. Pada Siaga 1 (tinggi air 82 cm), buzzer berbunyi sekali dengan delay 1 menit. Siaga 2 (tinggi air 120 cm), buzzer berbunyi dua kali dengan delay 1 menit. Status Bahaya (tinggi air 134 cm), buzzer berbunyi dengan delay 5 detik. Alat ini memiliki kemampuan komunikasi hingga 400 meter. Dengan demikian, alat ini efektif untuk memonitor sungai Kaliballau dan memberikan peringatan dini potensi banjir. Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan teknologi monitoring banjir untuk meningkatkan kewaspadaan dan keselamatan masyarakat di daerah rawan banjir.

**Kata Kunci** – Banjir, Teknologi, LoRa, Ultrasonik.

\*) **penulis korespondensi:** Feby Amanda  
Email: feby\_amanda@teknokrat.ac.id

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang berada di garis katulistiwa yang memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Secara umum, musim kemarau di Indonesia berlangsung pada bulan April hingga September, dan musim hujan berlangsung pada bulan Maret hingga Oktober[1]. Curah hujan yang tinggi bisa menyebabkan banjir[2].

Banjir adalah bencana alam yang sering terjadi saat musim hujan[3]. Salah satu penyebab banjir adalah perilaku manusia yang membuang sampah sembarangan[4]. Sampah dapat menutup saluran air, ketika saluran tersumbat, maka terjadilah banjir. Selain akibat pembuangan sampah, banyak faktor penyebab banjir, termasuk geografi wilayah, kapasitas jaringan kanal (drainase), kapasitas daerah tangkapan air, durasi dan intensitas hujan, semuanya dapat berkontribusi terhadap terjadinya banjir[5].

Banjir pada umumnya mempunyai dampak langsung dan tidak langsung[6]. Dampak langsung dari banjir salah satunya dampak langsung terhadap bangunan yaitu Hilangnya fungsi bangunan dan kerusakan fisik dapat dikatakan sebagai kerugian finansial (ekonomis), karena selain biaya yang harus dikeluarkan untuk perbaikan, juga terdapat hilangnya kesempatan untuk melakukan kegiatan lain[7]. Dampak tidak langsung dari banjir terhadap lingkungan adalah timbulnya berbagai penyakit[8].

Pengelolaan daerah aliran sungai yang buruk merupakan penyebab terjadinya permasalahan banjir, yang umumnya terjadi di daerah perkotaan yang padat penduduknya. Masalah ini, yang sudah menjadi masalah besar, kini menjadi semakin rumit. Perwakilan pemerintah daerah mulai dari tingkat kabupaten hingga desa, serta pihak swasta, LSM, dan masyarakat telah menyadari bahwa permasalahan banjir ini harus diurai berdasarkan penyebabnya, dan bahwa program pencegahan banjir adalah hal yang perlu dilakukan. kemudian diprioritaskan untuk dilaksanakan dengan komitmen yang kuat dari seluruh pemangku kepentingan[9].

Salah satu provinsi di Indonesia yang sering mengalami bencana banjir adalah Bandar Lampung [10]. Bencana banjir yang pernah terjadi yaitu di kalibatau Teknokrat Bandar Lampung [11]. Akibat hujan deras yang mengguyur Kota Bandar Lampung sejak Kamis malam, 11 Juni 2020, banjir disebabkan meluapnya sungai kalibatau [12]. Warga juga mengatakan bahwa sudah sering terjadi banjir di kalibatau pada saat musim hujan [13].

## II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Banyak Studi yang telah di lakukan untuk memberikan solusi. Salah satu penelitian yang pernah dilakukan adalah Perancangan Sistem Deteksi Banjir *Heltec Wifi LoRa 32 V2*, Sistem Deteksi ketinggian air menggunakan Node MCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang membaca sensor water level dan mengirim pesan melalui aplikasi Blink yang berfungsi untuk mengumpulkan informasi awal kejadian banjir [14]. Prototipe Deteksi ketinggian air menggunakan sensor Ultrasonik dan Arduino UNO R3 yang dapat mengirimkan data ketinggian air pada tingkat aman dan berbahaya serta notifikasi terkini pada perangkat smartphone melalui aplikasi Things Speak[15][16]. Selain itu ada juga Sistem Informasi *Monitoring* Deteksi Dini Banjir secara *Real Time*, Penelitian ini memanfaatkan peralatan Pit Level Tanky yang mempunyai pelampung dan sensor pengukur ketinggian air[17]. Adapun penelitian tentang Alat Peringatan Dini Banjir Secara *Realtime* yang menggunakan LORA 32U4 dan sensor *ultrasonic*, LORA 32U4 ini dapat berkomunikasi dengan jarak 25 meter dan menggunakan Lcd sebagai tampilan dari nilai sensor[18]. Selain itu ada juga penelitian yang menggunakan LoRa GPS HAT untuk Raspberry PI DRAGINO digunakan untuk mendapatkan data real-time sedangkan Water Folow Sensor G 1/2 digunakan untuk mengukur aliran air[19]. Adapun penelitian yang membuat *prototype* alat Deteksi ketinggian air yang menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler dan menggunakan dua sensor yaitu sensor ultrasonik yang di gunakan untuk mengukur ketinggian air dan sensor DHT untuk mengetahui kapan hujan turun *Internet of Things*[20]. Selain menggunakan mikrokontroler Arduino Uno untuk memantau fenomena atau besaran fisis dimana sensor berada, penelitian ini juga menggunakan Sensor Node sebagai alat penyimpanan, pengolahan, dan komunikasi[21]. Satu transmitter dan satu *receiver* digunakan dalam sistem peringatan dini banjir dalam penelitian ini, dan kedua alat tersebut dibuat menggunakan konsep telekomunikasi LORA[22]. Sistem peringatan banjir ini memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai sensor Deteksi gelombang suara dan nodemcu ESP8266 sebagai mikrokontroler, nantinya, sistem ini akan memberikan representasi data numerik dari data ketinggian air sungai[23].

## III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode observasi yang dilakukan pada Sabtu, 12 Agustus 2023 di kampus Universitas Teknokrat Indonesia yang terdapat sungai Kalibatau. Sungai kalibatau pernah mengalami banjir pada musim hujan. Dari penelitian yang telah di uraikan pada

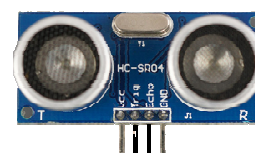
Peelitian Yang Terkait, memiliki kelemahan di jaringan internet. Maka dari itu peneliti ini memiliki ide menjadikan Teknologi Deteksi Dini Banjir Daerah Aliran Sungai menggunakan LoRa *Heltec Wifi LoRa 32 V2*. Alat ini berfungsi untuk memantau ketinggian air sungai dari jarak jauh menggunakan LoRa *Heltec Wifi LoRa 32 V2* sebagai solusi banjir di Kalibatau Teknokrat. Metode ini menggunakan *buzzer* sebagai sinyal peringatan ketika air sungai mulai menguap atau tinggi, sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian sungai, dan LoRa sebagai mikrokontroler untuk pemantauan jarak jauh. *Buzzer* ini berbunyi di sekitar sungai sebagai peringatan kepada warga sekitar, mahasiswa, dan dosen agar segera mengungsi dari Sungai. Penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air sungai, dan *buzzer* sebagai pengingat/alarm saat ketinggian air dan *Heltec Wifi LoRa 32 V2* sebagai mikrokontroler yang dimana LoRa ini sudah di lengkapi *Oled*, bisa komunikasi dari jarak jauh dan tidak perlu menggunakan koneksi *internet* karena penulis menggunakan 2 *Heltec Wifi LoRa 32 V2*, satu sebagai pengirim dan satu lagi sebagai penerima. Dengan demikian alat ini bisa memudahkan kita untuk mengetahui ketinggian air pada Sungai dari jarak jauh.

Peneliti menggunakan alat dan bahan dalam penelitian ini, alat yang di gunakan adalah *Heltec wifi LoRa 32 V3*, sensor ultrasonik, *buzzer*, dan solar panel. Dan bahan yang di pakai adalah aplikasi Arduino IDE dan Fritzing.



Gbr. 1 *Heltec Wifi LoRa 32 V2*.

*Heltec Wifi LoRa 32 V2* digunakan sebagai mikrokontroler pada alat ini, yang bisa berkomunikasi dari jarak jauh tanpa koneksi internet. alat ini sudah terdapat oled sebagai tempat tampilnya nilai atau data dari sensor yang kita pakai. LoRa dapat bekerja tanpa adanya *internet*, maka dari itu peneliti membuat alat ini menggunakan LoRa untuk mendapatkan informasi tentang ketinggian air Sungai tanpa adanya internet karena jika sudah hujan besar terkadang koneksi *internet* menjadi lemah bahkan bisa hilang, seperti pada Gbr 1.



Gbr. 2 Sensor Ultrasonik.

Sensor Ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian air Sungai, seperti pada Gbr 2.



Gbr. 3 Buzzer.

Buzzer digunakan sebagai alat tambahan yang berfungsi mengeluarkan bunyi pada saat siaga 1, siaga 2, dan bahaya. Seperti pada Gbr 3.



Gbr. 8 Arduino IDE.

Arduino IDE digunakan untuk membuat program Deteksi dini banjir, seperti pada Gbr 8.



Gbr. 4 Modul Carger Lithium

Modul Carger Lithium TP-4056 tipe c, digunakan untuk pengisian ulang baterai lithium, seperti pada Gbr 4.



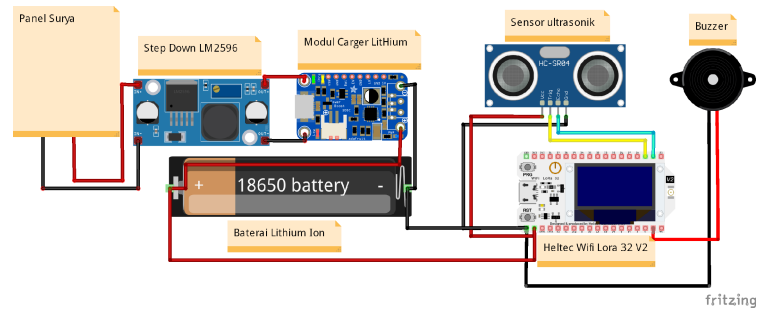
Gbr. 9 Fritzing.

Fritzing digunakan sebagai tempat merangkai alat Deteksi dini banjir, seperti pada Gbr 9.



Gbr. 5 Baterai Lithium Ion.

Baterai Lithium Ion digunakan sebagai penyimpanan energi yang di dapat dari solar panel, seperti pada Gbr 5.



Gbr. 10 Rangkaian Alat.



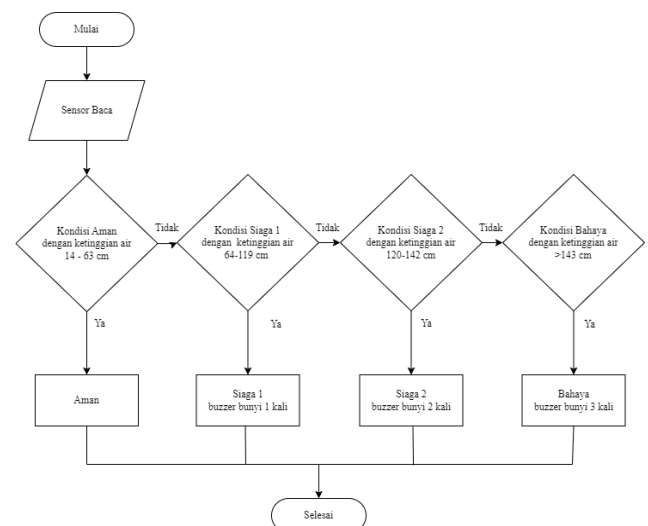
Gbr. 6 Step Down LM2596.

Step Down LM2596 digunakan untuk mengubah tegangan tinggi dengan arus rendah menjadi tegangan rendah dengan arus tinggi, seperti pada Gbr 6.

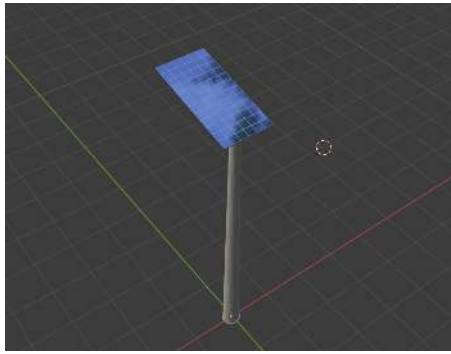


Gbr. 7 Solar panel.

Solar panel berfungsi sebagai catu daya pada alat deteksi banjir ini, seperti pada Gbr 7.



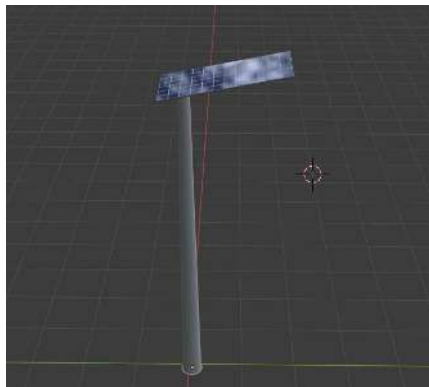
Gbr. 11 Flowchart Deteksi Dini Banjir.



Gbr. 12 Desain Alat Tampak Atas.



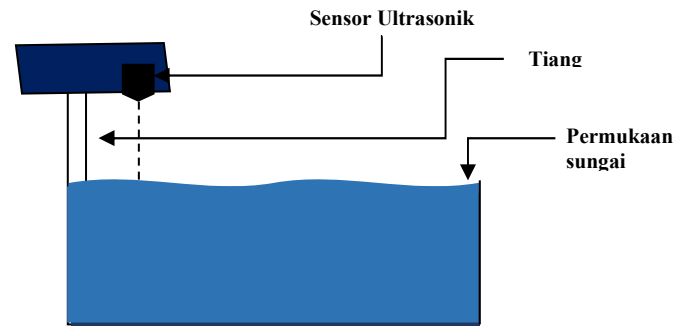
Gbr. 13 Desain Alat Tampak Bawah.



Gbr. 14 Desain Alat Tampak Samping.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berbagai pengujian pada alat ini disertakan dalam hasil dan pembahasan. Pengujian bertujuan untuk menunjukkan bahwa alat yang dibuat sesuai dengan yang ditentukan. Data yang diperlukan untuk analisis diperoleh dengan menggunakan hasil tes. Alat ini mengukur ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik. Hasil pembacaan sensor ditampilkan di OLED yang berada di LoRa pengirim dan LoRa penerima. Data yang ditampilkan pada LCD berupa ketinggian air dan kondisi/tingkat level ketinggian air. Berikut adalah gambar rancangan alat deteksi banjir, pada Gbr. 15



Gbr. 15 Rancang Alar Deteksi Dini Banjir[24].

##### A. Hasil Pengujian Sensor

Hasil pengujian sensor Ultrasonik penelitian ini memiliki 4 status yaitu, Aman, dimana air dalam ketinggian 1 - 60 cm, Siaga 1 dengan ketinggian 61 - 90 cm, Siaga 2 dengan ketinggian 91 - 130 cm, dan terakhir yaitu Bahaya dalam ketinggian >130 cm. Pengaturan ini disesuaikan dengan kondisi tempat yang diteliti yaitu dengan cara mengukur ketinggian Sungai sampai ketinggian tempat alat diletakkan, maka dari situ kita memperoleh nilai jarak ketinggian pada sensor dengan nilai 54 cm pada status Aman, nilai 72 cm pada status Siaga 1, nilai 123 cm pada status Siaga 2, dan nilai 131 cm pada status Bahaya, seperti yang ditunjukkan pada Tabel I.

TABEL I  
PENGUJIAN SENSOR

| Ketinggian air | Nilai jarak ketinggian pada Sensor | Status  |
|----------------|------------------------------------|---------|
| 1 - 60 cm      | 54 cm                              | Aman    |
| 61 - 90 cm     | 72 cm                              | Siaga 1 |
| 91 - 130 cm    | 123 cm                             | Siaga 2 |
| >130 cm        | 131 cm                             | Bahaya  |

##### B. Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian keseluruhan dari alat deteksi dini banjir ini terdapat delay 5 detik setiap membaca jarak ketinggian air, pada status Aman air dalam ketinggian 44 cm dan buzzer tidak menyala, status Siaga 1 dengan ketinggian 82 cm dimana buzzer berbunyi sekali dalam delay 1 menit, kemudian pada status berikutnya yaitu Siaga 2 dengan ketinggian 120 cm maka buzzer berbunyi 2 kali dalam delay 1 menit, dan terakhir yaitu Status Bahaya dalam ketinggian 134 cm maka buzzer berbunyi tiada henti dengan delay 5 detik, seperti yang ditunjukkan pada Tabel II.

TABEL III  
PENGUJIAN KESELURUHAN ALAT

| Ketinggian air | Jarak ketinggian sensor | Delay   | Buzzer berbunyi | Status  |
|----------------|-------------------------|---------|-----------------|---------|
| 1 - 60 cm      | 44 cm                   | 0       | Tidak           | aman    |
| 61 - 90 cm     | 82 cm                   | 1 Menit | Bunyi           | Siaga 1 |
| 91 - 130 cm    | 120 cm                  | 1 Menit | Bunyi           | Siaga 2 |
| >130 cm        | 134 cm                  | 5 Detik | Bunyi           | Bahaya  |

## V. KESIMPULAN

Teknologi deteksi dini banjir daerah aliran sungai menggunakan LoRa Heltec Wifi LoRa 32 V2 ini diciptakan untuk memudahkan para mahasiswa/i dan dosen untuk mengetahui kondisi ketinggian air pada sungai yang terdapat di Universitas Teknokrat Indonesia. Alat ini berfungsi sebagai pengingat/alarm yang berbunyi saat air Sungai sudah mulai tinggi, alat ini memiliki 4 status yaitu Aman, Siaga 1 Siaga 2 dan Bahaya. Alat ini dibuat menggunakan mikrokontroler Heltec Wifi LoRa 32 V2 dikarenakan alat ini tidak perlu menggunakan koneksi internet untuk mengaksesnya. Pengujian keseluruhan dari alat deteksi dini banjir ini terdapat delay 5 detik setiap membaca jarak ketinggian air, pada status Aman air dalam ketinggian 44 cm dan buzzer tidak menyala, status Siaga 1 dengan ketinggian 82 cm dimana buzzer berbunyi sekali dalam delay 1 menit, kemudian pada status berikutnya yaitu Siaga 2 dengan ketinggian 120 cm maka buzzer berbunyi 2 kali dalam delay 1 menit, dan terakhir yaitu Status Bahaya dalam ketinggian 134 cm maka buzzer berbunyi dengan delay 5 detik. LoRa pengirim dan LoRa penerima bekerja dengan baik berdasarkan perancangan yang sudah dibuat. LoRa pengirim dan LoRa penerima dapat berkomunikasi sampai jarak 400 meter.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Universitas Teknokrat Indonesia, kaprodi S1 Teknik Komputer dan Dosen Pembimbing yang telah mendukung dan membimbing dalam penelitian ini. Serta orangtua dan keluarga yang selalu memberikan semangat dan do'a sampai menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. D. Rahayu, B. Sasmito, and N. Bashit, "Analisis Pengaruh Fenomena Indian Ocean Dipole (Iod) Terhadap Curah Hujan Di Pulau Jawa," *J. Geod. Undip*, vol. 7, no. 1, pp. 57–67, 2018.
- [2] A. Wijayanti *et al.*, "Proceeding Science Education National Conference 2022 Program Studi Pendidikan Ipa Universitas Trunojoyo Madura Pengaruh Curah Hujan Yang Tinggi Sehingga Dapat Menyebabkan Banjir Di Desa Buduran-Arosbaya," pp. 157–165, 2022.
- [3] Lili Somantri, "Pemanfaatan Teknik Penginderaan Jauh Untuk Mengidentifikasi Kerentanan Dan Risiko Banjir," *J. Geogr.*, vol. 8, no. 2, 2008.
- [4] A. Wijayanti *et al.*, "Penanganan Banjir dan Sampah di Kelurahan Honipopu Kecamatan Sirimau Kota Ambon," *Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, pp. 149–154, 2021.
- [5] A. F. Astuti and H. Sudarsono, "Analisis Penanggulangan Banjir Sungai Kanci," *J. Konstr.*, vol. VII, no. 3, pp. 163–170, 2018.
- [6] A. Rosyidie, "Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan," *J. Reg. City Plan.*, vol. 24, no. 3, p. 241, 2013, doi: 10.5614/jpwk.2013.24.3.1.
- [7] M. R. Fahlevi, "Strategi Adaptasi Masyarakat Kelurahan Mugirejo Kota Samarinda di Dalam Menghadapi Banjir," *eJournal Sosiatri-Sosiologi*, vol. 7, no. 1, pp. 154–168, 2019, [Online]. Available: reza\_fahlevy@gmail.com
- [8] F. Faiqoh, B. Bagian Kesehatan Lingkungan, and F. Kesehatan Masyarakat, "Analisis Hubungan Tingkat Kerentanan Penduduk Wilayah Pantai Kota Semarang Akibat Banjir Rob dengan Status Kesehatan," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 5, no. 5, pp. 2356–3346, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- [9] P. N. Rahardjo, "7 Penyebab Banjir Di Wilayah Perkotaan Yang Padat Penduduknya," *J. Air Indones.*, vol. 7, no. 2, 2018, doi: 10.29122/jai.v7i2.2421.
- [10] A. Islam, "Banjir Kiriman, Ratusan Rumah di Kalibaleu Kencana Terendam," *Sabtu, 07 Desember 2019*, 2019. <https://radarlampung.disway.id/read/179352/banjir-kiriman-ratusan-rumah-di-kalibaleu-kencana-terendam>
- [11] H. Pratama, "Cegah Banjir, DPRD Imbau Dinas PU Lakukan Normalisasi Sungai," *Sekasa, 14 Januari 2020*, 2020. <https://www.kupastuntas.co/2020/01/14/cegah-banjir-dprd-imbau-dinas-pu-lakukan-normalisasi-sungai>
- [12] A. Afandi, "Banjir Hingga 2 Meter Rendam Ratusan Rumah Warga di Bandar Lampung," *Jum'at, 12 Juni 2020*, 2020. <https://daerah.sindonews.com/read/67300/174/banjir-hingga-2-meter-rendam-ratusan-rumah-warga-di-bandar-lampung-1591931198>
- [13] A. Ariadi, "Banjir Rendam Kalibaleu Kencana," *15 Maret 2022*, 2022. <https://m.lampost.co/berita-puluhan-rumah-warga-kalibaleu-kencana-terendam-banjir.html>
- [14] A. Muzakky, A. Nurhadi, A. Nurdiansyah, and G. Wicaksana, "PERANCANGAN SISTEM DETEKSI BANJIR BERBASIS IoT," *Conf. Innov. Appl. Sci. Technol. (CIASTECH 2018)*, vol. 7, no. 2, pp. 43–51, 2018.
- [15] F. D. Hanggara, "Rancang Bangun Alat Deteksi Dini Banjir Berbasis Internet of Things (Studi Kasus: Kecamatan X)," no. SNTIKI, pp. 2579–5406, 2020.
- [16] Hanggara Fuad Dwi, "Implementasi Internet of Things Sebagai Langkah Mitigasi Dini Banjir," *Pros. Semin. Nas. Kahuripan*, vol. 1, pp. 251–255, 2020.
- [17] A. Muhajirin, "Sistem Informasi Monitoring Deteksi Dini Banjir Secara Real Time," *Semin. Nas. Inov. dan Tren 2014*, no. 293, 2014, [Online]. Available: <http://seminar.bsi.ac.id/snit/index.php/snit-2014/article/view/221%0Ahttp://seminar.bsi.ac.id/snit/index.php/sn-2014/article/viewFile/221/219>
- [18] C. Prabowo, "Alat peringatan dini banjir secara realtime menggunakan LoRa 32u4," *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, 2021.
- [19] A. W. Saragih, A. Farhanah, and Cahyana, "Aplikasi Pemantauan Banjir Berbasis Android Menggunakan Komunikasi Lora," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 4004–4010, 2020, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/download/13936/13676>
- [20] D. Kurniadi and V. L. Riyandini, "Perancangan Prototype Alat Pendeteksi Ketinggian Air sebagai Mitigasi Risiko Dampak Banjir Berbasis Internet of Things (Studi Kasus: Kota Padang)," vol. 20, no. 1, pp. 431–437, 2022.
- [21] A. Jahir, K. Indartono, B. A. Kusuma, and A. Ghofur, "Monitoring Banjir Berbasis Wireless Sensor Network," *J. MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 6, no. 1, p. 347, Jan. 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3470.
- [22] J. Haidi, H. Santosa, and L. Z. Mase, "Upaya Pengurangan Bahaya Banjir pada Bendungan Air Napal, Kota Bengkulu Menggunakan Alat Peringatan Dini Nirkabel," *Wikrama Parahita J. Pengabd. Masy.*, vol. 7, no. 1, pp. 135–144, Feb. 2023, doi: 10.30656/jpmwp.v7i1.5455.
- [23] S. Supriadi, A. Wajiansyah, and A. B. W. Putra, "Prototipe Peringatan Dini Banjir dengan Menerapkan Teknologi Internet of Thing," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 7, no. 1, p. 31, 2021, doi: 10.26418/jp.v7i1.43052.
- [24] R. D. Pratama, S. Samsugi, and J. P. Sembiring, "Alat Deteksi Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Database," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 45–55, 2022, doi: 10.33365/jtikom.v3i1.1878.