



ARTIKEL RISET

Pengembangan sistem mitigasi bencana banjir berbasis *internet of things* (IoT) di Kabupaten Sumbawa Barat

Yudi Anshary

SMA Negeri 1 Taliwang, Telaga Bertong, Sumbawa Barat, Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat 84455.

Abstrak

Banjir membawa dampak yang luas di masyarakat baik secara fisik, ekonomi, sosial dan lingkungan, bencana alam ini rutin dan dominan terjadi di Indonesia umumnya dan Kabupaten Sumbawa Barat (KSB) pada khususnya diakibatkan oleh kondisi geologis maupun hidrometeorologis. Berbagai upaya dilakukan untuk mengurangi dampak banjir salah satunya pengembangan sistem peringatan dini bencana berbasis *internet of things* (IoT) sebagai upaya mitigasi bencana banjir di era Revolusi Industri 4.0. Masyarakat KSB khususnya cenderung panik dan trauma jika memasuki musim penghujan dan dirasakan curah hujan tinggi dikarenakan masyarakat tidak mendapatkan informasi yang memadai tentang potensi bencana banjir, padahal potensi banjir dapat di prediksi sejauh mungkin jika dapat dibangun infrastruktur mitigasi bencana banjir mulai dari hulu sungai. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan rancangan pengembangan sistem mitigasi bencana banjir berbasis IoT dengan *multi flow analysis* untuk meningkatkan kesiapsiagaan bencana di KSB. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* yang dibagi ke dalam tiga tahap yaitu tahap studi pendahuluan, tahap pengembangan dan tahap evaluasi. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa kegiatan mitigasi bencana banjir dalam hal kesiapsiagaan bencana di KSB saat ini berada pada risiko tinggi dengan prioritas penanganan tinggi. Pengembangan sistem mitigasi bencana banjir ini dirancang bangun dengan *multi flow analysis* untuk meningkatkan kesiapsiagaan bencana banjir dengan tingkat validitas 94% oleh ahli, 100% oleh praktisi. Sistem Mitigasi bencana banjir berbasis IoT ini terbukti efektif dalam mengukur, menganalisis dan memberikan informasi secara *real time* tentang mitigasi bencana banjir kepada masyarakat berbasis IoT di Kabupaten Sumbawa Barat.

Diterima 17/11/2022

Direview 04/02/2023

Disetujui 30/04/2023

Korespondensi:

Yudi Anshary, email:

yudi.anshary.80@gmail.com

Konflik kepentingan: Penulis menyampaikan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan.

Catatan Editor: Jurnal Oase Nusantara bersikap netral berkaitan dengan konflik atau klaim informasi dan data yang digunakan dalam setiap artikel yang diterbitkan, termasuk yurisdiksi dan afiliasi institusi.

Distributed under creative commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Kata kunci: Arduino, *Multi flow analysis*, *Natural disaster management*, *Research and Development*, Revolusi Industri 4.0, Sensor.

Pendahuluan

Kondisi geologis, geomorfologis, dan geografis membawa Indonesia ke dalam kondisi yang rawan terjadinya bencana, terutama bencana geologis dan hidrometeorologis. Bencana yang melanda dapat membawa dampak yang signifikan terhadap berbagai sektor, mulai dari sektor ekonomi, sosial, budaya, keamanan, dan pendidikan (Adi, 2013). Bencana banjir sebagai salah satu bencana hidrometeorologis di Kabupaten Sumbawa Barat (KSB) sendiri tercatat 4 banjir besar yang pernah melanda dan membawa kerugian materi yang cukup besar di antara rentang tahun 2000 sampai dengan tahun 2019. Terdapat dua Daerah Aliran Sungai (DAS) terbesar di KSB yang mempunyai potensi pendayagunaan air yang sangat besar namun menyimpan potensi bahaya banjir yang besar pula. DAS tersebut adalah DAS Rea yang berada di kecamatan Brang Ene, Brang Rea dan Taliwang dan DAS Jereweh yang berada di kecamatan Jereweh. Kedua DAS ini menyimpan potensi bencana seperti banjir dan erosi (DPU KSB, 2016).

Pemerintah KSB berupaya untuk menanggulangi dampak bahaya yang ditimbulkan dari keberadaan dua DAS besar ini mulai dari melakukan kajian terhadap potensi bencana yang dapat ditimbulkan, pembangunan dan revitalisasi drainase dalam kota khususnya Kota Taliwang untuk menghindari limpasan air, pembangunan dan penguatan struktur DAS untuk mencegah erosi, dan penerbitan regulasi tentang pemanfaatan lahan, sampah dan tata kota (DPU KSB, 2016). Upaya ini dirasa kurang jika tidak dibarengi dengan pembangunan sistem peringatan dini bencana sebagai upaya mitigasi bencana banjir. Masyarakat cenderung panik dan trauma jika memasuki musim penghujan dan dirasakan curah hujan tinggi. Masyarakat tidak mendapatkan informasi yang memadai tentang potensi bencana banjir dan hanya mengandalkan pengamatan sekilas di sekitar daerahnya. Padahal potensi banjir dapat di prediksi sejauh mungkin jika dapat dibangun infrastruktur mitigasi bencana banjir mulai dari hulu DAS (BNPB, 2015).

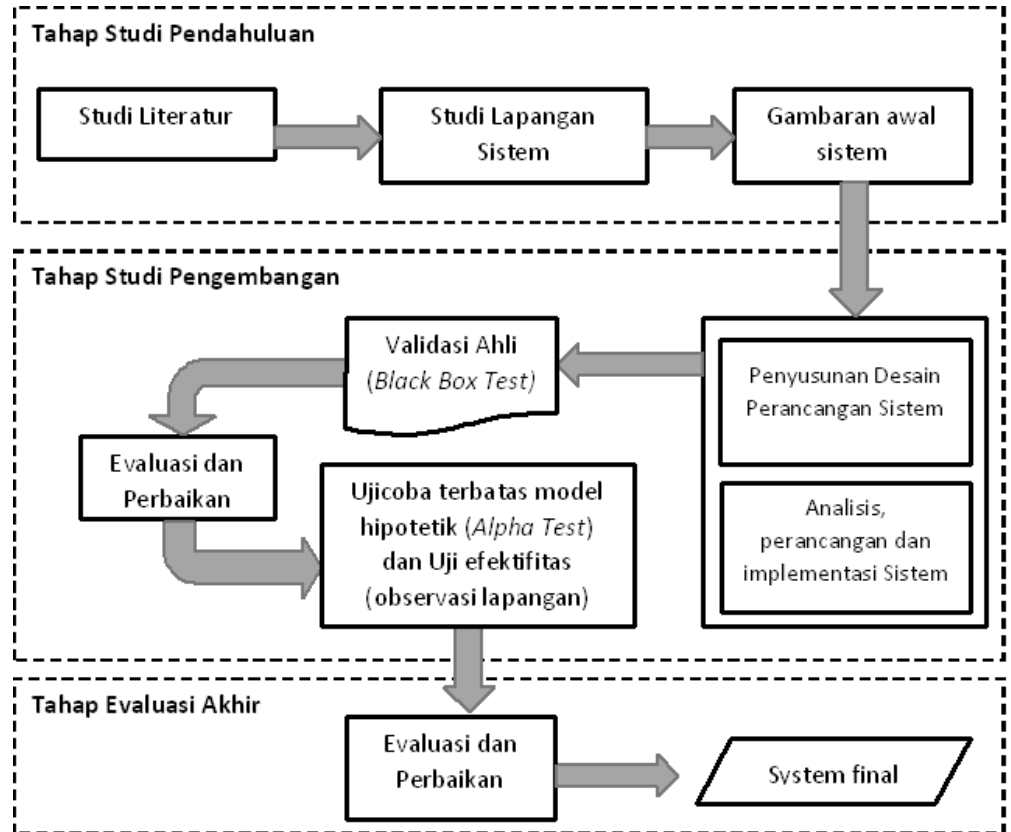
Seiring tuntutan era Revolusi Industri 4.0 saat ini, masyarakat sudah terbiasa dan harus dibiasakan untuk memanfaatkan fasilitas yang sesuai dengan konsep Revolusi Industri 4.0 yang serba ter-otomatisasi seperti pemanfaatan *Internet of Things* (IoT). *Internet of things* dikembangkan untuk menjamin efektifitas, fleksibilitas, kecepatan informasi dan analisis data dalam sebuah sistem. Teknologi IoT merupakan suatu konsep yang dibangun untuk memperluas pemanfaatan konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus dan terotomatisasi dalam sebuah sistem dengan menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak (Efendi, 2018).

Selanjutnya, penelitian tentang banjir telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti terkait pemetaan kondisi DAS baik itu memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) (Hamdani et al., 2014), basis data spasial (Indrianawati et al., 2013), maupun analisis terhadap aliran sungai yang mirip dengan *multi flow analysis* (Perumal et al., 2017; Mulyana et al., 2017), namun belum diterapkan dalam sebuah sistem yang terintegrasi dengan sistem IoT. Penelitian lainnya yang juga sudah terlihat pemanfaatan teknologi baik itu yang berbasis IoT (Maulana et al., 2018), memanfaatkan *sms gateway* (Putra et al., 2018), ataupun membangun *early warning system* (Lisnawati et al., 2017) untuk mitigasi bencana dengan mengukur tinggi muka air sungai. Namun demikian, belum terintegrasi dengan *multi flow analysis*, hanya penerapan rancangan pada satu aliran sungai saja. Oleh karena itu, pada penelitian ini diupayakan untuk mendeskripsikan kegiatan mitigasi bencana banjir saat ini di KSB, menghasilkan rancangan pengembangan sistem mitigasi bencana banjir berbasis IoT dengan *multi flow analysis* untuk meningkatkan kesiapsiagaan bencana, dan menganalisis tingkat efektifitas kerja alat dalam mengukur, menganalisis dan memberikan informasi secara *real time* kepada masyarakat melalui sistem IoT.

Metode Penelitian

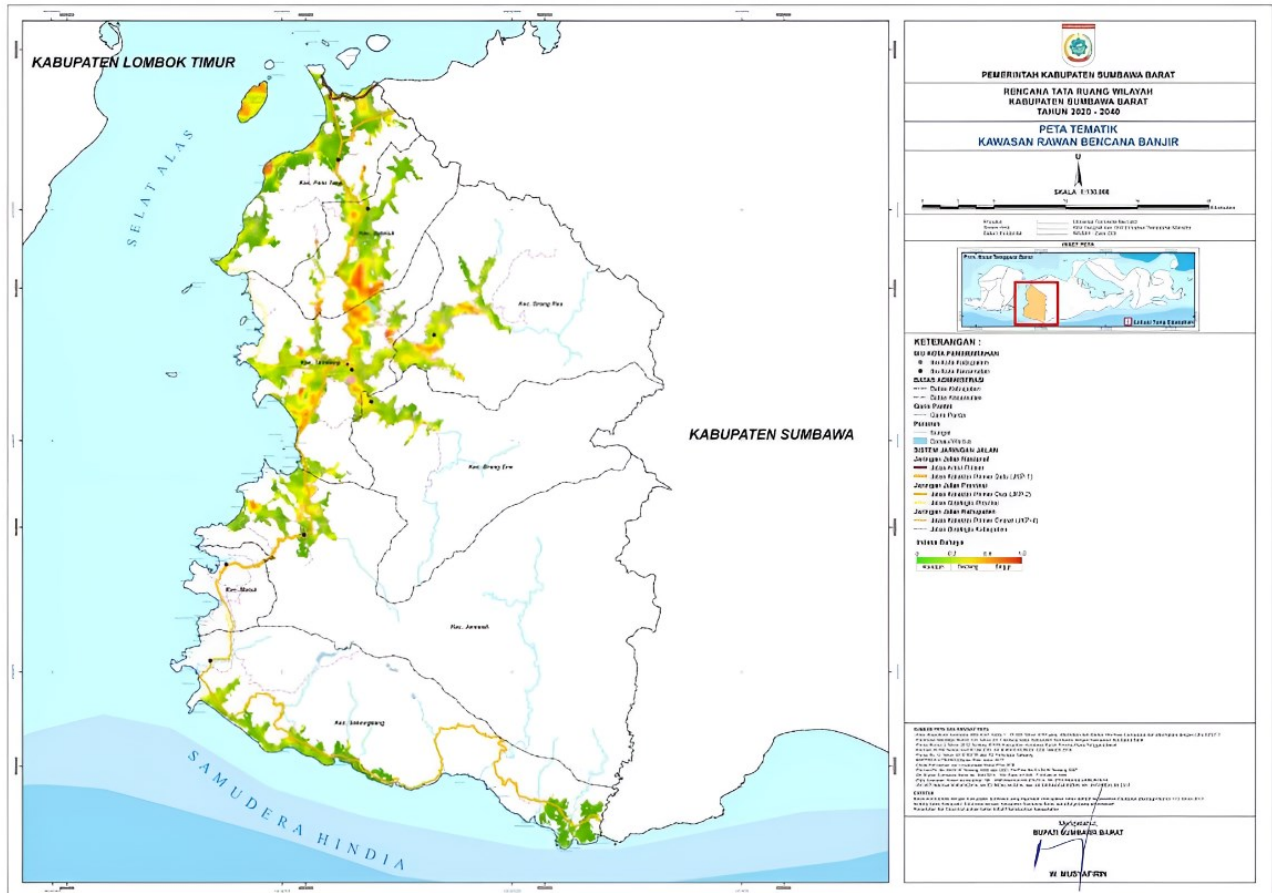
Penelitian ini menggunakan desain metode R&D (*Research & Development*) dari Borg & Gall (1983) yang terdiri dari 10 langkah (Aka, 2019), namun agar pelaksanaan lebih efektif dan efisien oleh Samsudi (2009) dikelompokkan menjadi tiga langkah utama. Pertama, studi pendahuluan yang mencakup studi literatur, studi lapangan dan deskripsi serta analisis temuan (sistem saat ini). Kedua, tahap pengembangan mencakup langkah-langkah perumusan format desain produk, pengembangan produk, validasi ahli, evaluasi dan perbaikan, ujicoba terbatas dan uji efektifitas alat di lapangan. Ketiga, tahap evaluasi dan penyempurnaan produk akhir dan hasil akhir produk serta implementasi produk dan sistem final seperti pada Gambar 1.

Gambar 1. Alur prosedur penelitian dalam pengembangan sistem penanggulangan bencana (banjir) berbasis *internet of things* (IoT).



Lokasi penelitian dilaksanakan di Kabupaten Sumbawa Barat tepatnya di DAS Rea, Daerah Aliran Sungai (DAS) Rea merupakan objek dari penelitian yang akan dilakukan. DAS Rea secara administrasi terletak di kecamatan Brang Rea, Kecamatan Brang Ene dan Taliwang. Das Rea dilalui oleh dua sungai yaitu Ene dan Rea yang bermuara pada sungai besar Rea yang berada di kecamatan Taliwang. Adapun waktu penelitian dilaksanakan antar tanggal 4 Juli 2019 sampai dengan 4 September 2019. Letak geografis dari KSB seperti pada Gambar 2.

Teknik dan instrumen pengumpulan data yang digunakan adalah teknik wawancara terstruktur dan instrumen yang digunakan adalah pedoman wawancara terstruktur. Instrumen ini digunakan untuk menghimpun data tentang informasi mitigasi bencana banjir di lapangan untuk mengungkap metode pelaksanaan mitigasi saat ini. Teknik observasi non partisan dan instrumen yang digunakan adalah Lembar observasi terstruktur yang digunakan untuk menghimpun data tentang informasi keefektifan kerja alat dalam mengukur, menganalisis, dan memberikan informasi secara *real time* tentang mitigasi bencana banjir serta kalibrasi sistem di lapangan. Teknik kuesioner (angket) instrumen yang digunakan adalah lembar validasi digunakan untuk menghimpun data tentang tanggapan, kritik dan saran dari para ahli dan praktisi untuk perbaikan desain dan rancangan sistem yang dikembangkan. Hasil validasi sah setelah di tanda tangani oleh validator (Sugiyono, 2014). Teknik analisis data dikembangkan sesuai tahapan R&D yaitu: tahap studi pendahuluan, tahap pengembangan dan validasi, tahap uji coba produk. Adapun matriks metode penelitian secara keseluruhan seperti pada Tabel 1.



122

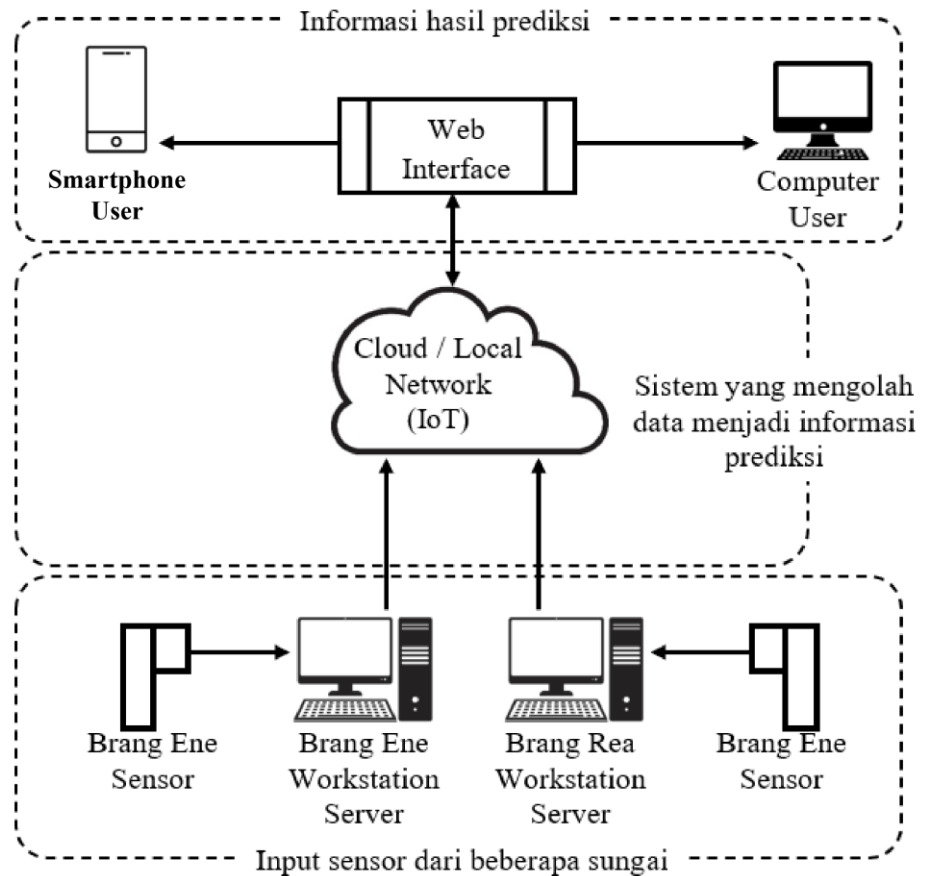
Gambar 2. Peta yang menunjukkan letak geografis Kabupaten Sumbawa Barat (KSB) di Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Multi flow analysis

Multi flow analysis (MFA) merupakan konsep analisis data yang dikembangkan untuk menganalisis data yang dihasilkan oleh sensor *ultrasonic* yang digunakan untuk mengukur tinggi muka air sungai dengan asumsi dasar bahwa salah satu faktor banjir berlimpahnya air sungai yang diakibatkan tidak hanya dari satu sungai melainkan terdapat beberapa sungai yang bermuara pada sungai tersebut. *Multi flow* digunakan juga untuk menunjukkan penyebab terjadinya banjir di kota Sampang yang disebut dengan *Flow Accumulation*. Definisi *flow accumulation* memiliki analisis yang sama bahwa banjir di kota Sampang disebabkan oleh banyaknya aliran sungai yang masuk ke dalam kota yang menyebabkan banjir selain faktor pendukung banjir lainnya seperti sedimentasi dan drainase kota yang kurang baik (Haryani et al., 2012).

Dalam penelitian ini dengan objek DAS Rea terdapat dua sungai yaitu Rea dan Ene yang bermuara pada satu sungai Rea di Kecamatan Taliwang. Komposisi fluktuasi tinggi muka air kedua sungai tersebut mempengaruhi kemungkinan terjadinya banjir di sungai Rea. Parameter yang dikembangkan untuk menganalisis data dan menghasilkan informasi berasal dari data yang dihasilkan oleh Laporan Akhir Master Plan Pengendalian Banjir DAS Rea dan DAS Jereweh tahun 2015 di KSB. Data tersebut merupakan resume dari beberapa simulasi dengan asumsi telah dibangunnya infrastruktur penanggulangan banjir di DAS Rea. Adapun ilustrasi dari MFA itu sendiri seperti pada Gambar 3.

Gambar 3. Rancangan skematik sistem mitigasi bencana berbasis *internet of things* (IoT) dengan *multi flow analysis*.



Tabel 1. Matriks Metode Penelitian

Tahapan penelitian	Studi pendahuluan	Studi pengembangan	Evaluasi
Desain Penelitian	Kuantitatif	Kuantitatif	Kuantitatif
Sumber Data	BPBD, Dinas PUPR, FGD	FGD	FGD
Jenis Data	Kuantitatif	Kuantitatif	Kuantitatif
Teknik / Instrumen	Angket Tertutup, wawancara, studi literatur	Lembar Validasi Ahli (<i>Black Box Test</i>)	Lembar Validasi, Angket Tertutup (<i>Alpha Test</i>)
Pengumpulan Data	Triangulasi sumber	Validasi konstruk (ahli)	Validasi konstruk (praktisi) dan observasi efektifitas
Keabsahan Data			Deskriptif kuantitatif sistem Efektif / Final
Teknik Analisis Data	Deskriptif kuantitatif, kualitatif	Deskriptif kuantitatif	
Hasil Penelitian	Mitigasi Faktual	Desain sistem Pengembangan	

Hasil & Pembahasan

Kondisi Bencana di Kabupaten Sumbawa Barat

Banjir yang pernah terjadi di KSB sendiri tercatat ada empat banjir besar yang pernah melanda dan membawa kerugian materi yang cukup besar diantara rentang Tahun 2000 sampai dengan 2019. Terdapat dua DAS terbesar di KSB yang mempunyai potensi pendayagunaan air yang sangat besar namun menyimpan potensi bahaya banjir yang besar pula. DAS tersebut adalah DAS Rea yang berada di kecamatan Brang Ene, Brang

Rea dan Taliwang dan DAS Jereweh yang berada di kecamatan Jereweh. Kedua DAS ini menyimpan potensi bencana seperti banjir dan erosi.

Menurut BNPB dalam buku Risiko Bencana, di KSB dapat dipetakan risiko bencana banjir berdasarkan dampak sosial yang dikategorikan ke dalam rendah sedang dan tinggi. Risiko sosial rendah terdampak sebanyak 50.345 jiwa, sedang sebanyak 41.381 jiwa, dan tinggi sebanyak 1.094 jiwa. Sedangkan dampak risiko kerusakan fisik dikategorikan tinggi dengan kerugian fisik mencapai 8.022.000.000. Selanjutnya, dampak risiko ekonomi dikategorikan sedang dan tinggi dengan kerugian ekonomi untuk risiko sedang mencapai 21.276.000.000 dan 4.951.000.000 untuk kerugian ekonomi yang dikategorikan tinggi. Sementara, kerugian lingkungan terdampak dikategorikan sedang dan tinggi dimana dampak risiko sedang mencapai 787 Ha dan 362 Ha untuk risiko terdampak tinggi (BNPB, 2015).

Dampak dan Resiko Banjir di Kabupaten Sumbawa Barat

Berdasarkan hasil analisis risiko didapatkan rata-rata skor pencapaian sebesar 3,75 dan dibulatkan ke rata-rata skor 4,00 yang berarti kemungkinan besar terjadi dengan persentase 60 – 80% kemungkinan terjadi di KSB kemungkinan tahun depan, atau sekali dalam 10 tahun mendatang. Hasil rekapitulasi analisis dampak didapatkan hasil rata-rata 3 yang artinya dampak kerusakan sedang dengan kisaran persentase 40 % sampai 60 % wilayah terkena kerusakan. Hasil analisis kemungkinan kejadian dan analisis dampak, maka Kabupaten Sumbawa Barat dapat dikategorikan ancaman sedang untuk bencana banjir dan konsekuensinya perlu perhatian khusus dengan prioritas sedang. Sedangkan analisis yang dilakukan oleh BNPB dan BPBD Kabupaten Sumbawa Barat yang bekerja sama dengan JICA dalam Rencana Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Sumbawa Barat 2015-2019 menghasilkan kesimpulan Risiko Tinggi dengan prioritas penanganan Tinggi pula.

Tindakan Mitigasi Bencana

Dalam penelitian ini ditetapkan 2 pilihan kegiatan utama yang akan dilihat yaitu pencegahan dan mitigasi serta kesiapsiagaan. Dua pilihan ini diambil dikarenakan penelitian ini hanya akan difokuskan pada penelitian kesiapsiagaan bencana yang meliputi perencanaan, mitigasi dan kesiapsiagaan itu sendiri. Untuk pilihan tindakan tanggap darurat dan pemulihan tidak disampaikan dalam penelitian ini.

Tindakan perencanaan dan mitigasi dibagi dalam dua indikator pokok pertanyaan yaitu tindakan pencegahan mitigasi yang sifatnya pasif dan tindakan pencegahan mitigasi yang sifatnya aktif. Untuk pertanyaan pencegahan dan mitigasi terdiri dari 17 indikator pertanyaan angket. Sedangkan untuk pilihan kegiatan kesiapsiagaan disajikan untuk mengukur indikator Kesiapsiagaan menghadapi bencana banjir dengan 8 pilihan pertanyaan angket.

Angket disebar dengan sasaran BPBD KSB, PUPR KSB, Bappeda Litbang KSB dengan 8 responden dan 3 pilihan jawaban yaitu ada, tidak tahu dan tidak ada. Masing-masing pertanyaan diberikan skor 2 untuk jawaban ada/tersedia, skor 1 untuk jawaban tidak tahu dan skor 0 untuk jawaban tidak ada. Adapun rekapitulasi hasil penyebaran angket seperti pada Tabel 2. Secara keseluruhan dapat dipastikan ketercapaian komponen penanggulangan bencana di KSB dapat dipastikan siap sebanyak 74%. Terdapat 13% yang mengatakan tidak tahu dengan komponen pertanyaan dikarenakan secara spesifik bukan bagian yang dikuasainya, misalnya beberapa pertanyaan yang dapat dijawab sepenuhnya oleh BPBD namun tidak diketahui oleh responden dari dinas lainnya. Selanjutnya yang menjadi permasalahan adalah beberapa komponen penanggulangan bencana yang belum tersedia atau terpenuhi.

Tabel 2. Rekapitulasi Studi Pendahuluan

No.	Pernyataan	Jawaban		
		Ada	Tidak Tahu	Tidak Ada
1	Peraturan perundang-undangan;	7	0	1
2	Peta rawan bencana dan pemetaan masalah bencana banjir;	8	0	0
3	Pedoman/standar/prosedur menghadapi bencana banjir;	5	1	2
4	brosur/leaflet/poster	6	1	1
5	Penelitian / pengkajian karakteristik bencana	7	1	0
6	Pengkajian / analisis risiko bencana	8	0	0
7	Internalisasi Penanggulangan Bencana dalam muatan lokal pendidikan	4	4	0
8	Pembentukan organisasi atau satuan gugus tugas bencana	8	0	0
9	Perkuatan unit-unit sosial dalam masyarakat, seperti forum	7	1	0
10	Pengarus-utamaan Penanggulangan Bencana dalam perencanaan pembangunan	7	1	0
11	Pembuatan dan penempatan tanda-tanda peringatan, bahaya, larangan memasuki daerah rawan bencana dsb	5	1	2
12	Pengawasan terhadap pelaksanaan berbagai peraturan tentang penataan ruang, ijin mendirikan bangunan (IMB), dan peraturan lain yang berkaitan dengan pencegahan bencana	1	4	3
13	Pelatihan dasar kebencanaan bagi aparat dan masyarakat	8	0	0
14	Pemindahan penduduk dari daerah yang rawan bencana ke daerah yang lebih aman	3	1	4
15	Penyuluhan dan peningkatan kewaspadaan masyarakat	7	1	0
16	Perencanaan daerah penampungan sementara dan jalur-jalur evakuasi jika terjadi bencana	3	2	3
17	Pembuatan bangunan struktur yang berfungsi untuk mencegah, mengamankan dan mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh bencana, seperti: tanggul, dam, penahan erosi pantai, bangunan tahan gempa dan sejenisnya.	7	1	0
18	Pengaktifan pos-pos siaga bencana dengan segenap unsur pendukungnya	4	2	2
19	Pelatihan siaga / simulasi / gladi / teknis bagi setiap sector Penanggulangan bencana (SAR, sosial, kesehatan, prasarana dan pekerjaan umum)	5	0	3
20	Inventarisasi sumber daya pendukung kedaruratan	7	1	0
21	Penyiapan dukungan dan mobilisasi sumberdaya/logistik	8	0	0
22	Penyiapan sistem informasi dan komunikasi yang cepat dan terpadu guna mendukung tugas kebencanaan	7	1	0
23	Penyiapan dan pemasangan instrumen sistem peringatan dini (early warning)	2	3	3
24	Penyusunan rencana kontinjensi (contingency plan)	6	0	2
25	Mobilisasi sumber daya (personil dan prasarana/sarana peralatan)	8	0	0
Jumlah		148	26	26
Persentase		74	13	13

Beberapa komponen penanggulangan bencana yang belum terpenuhi dan menjadi fokus dan dasar mengembangkan sistem dalam penelitian ini adalah belum tersedianya Penyiapan sistem informasi dan komunikasi yang cepat dan terpadu guna mendukung tugas kebencanaan dan Penyiapan dan pemasangan instrumen sistem peringatan dini (*early warning*). Beberapa saran yang diajukan oleh responden mengajukan pengembangan perangkat atau sistem peringatan dini bencana (*early warning system*) di Kabupaten Sumbawa Barat.

Rencana Pengembangan Sistem

Perancangan dan pengembangan sistem mitigasi bencana banjir berbasis IoT dengan *multi flow analysis* untuk meningkatkan kesiapsiagaan bencana di Kabupaten Sumbawa Barat. Menitik beratkan pada automasi kegiatan pemantauan muka air sungai Rea dan sungai Ene, selanjutnya informasi yang didapat dari sensor yang dipasang pada hulu sungai diterima oleh perangkat mikrokontroler untuk diolah menjadi informasi yang akan disalurkan melalui saluran Internet atau jaringan lokal dan diolah kembali oleh perangkat lunak sistem berbasis web dan ditampilkan melalui interface yang dapat diterima oleh user atau pengguna dengan memanfaatkan perangkat *smartphone* atau komputer secara *realtime* dari jarak jauh. Adapun gambaran secara umum dari sistem

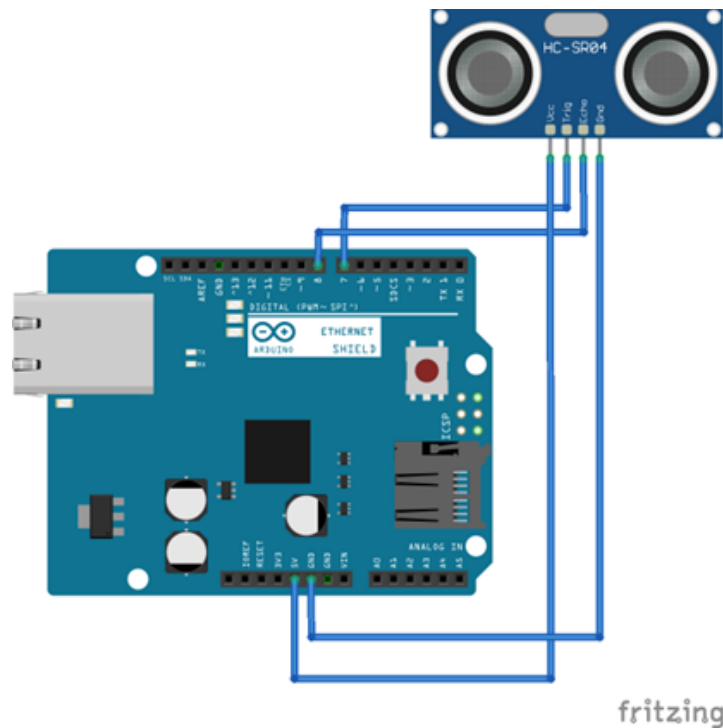
mitigasi bencana banjir berbasis IoT dengan *multi flow analysis* untuk meningkatkan kesiapsiagaan bencana di Kabupaten Sumbawa Barat seperti pada Gambar 3.

Analisis dan Perancangan Perangkat Keras

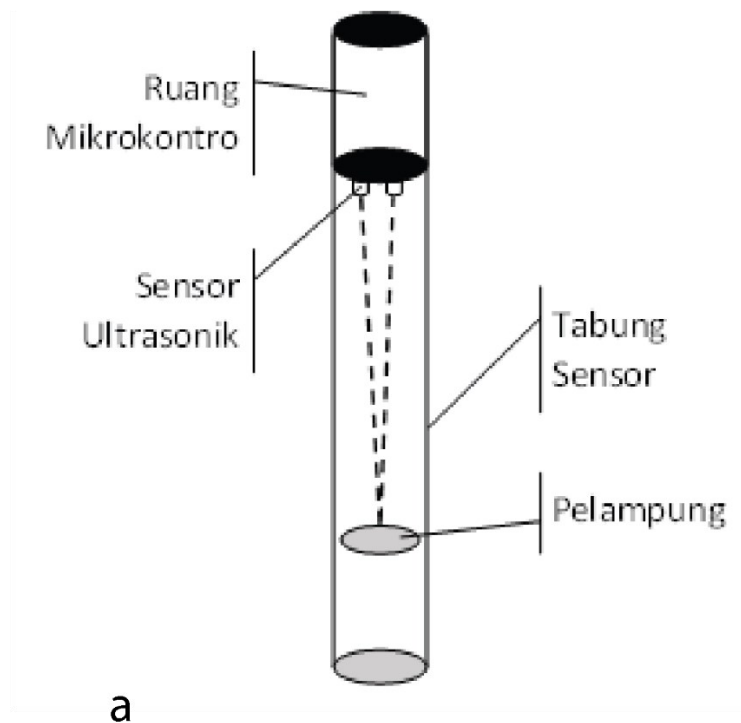
Analisis dan perancangan alat adalah tahapan dalam menganalisis rancangan rangkaian elektronika dari perangkat yang akan dikembangkan. Rangkaian elektronika sendiri memiliki pengertian sebagai rangkaian listrik yang mengandung komponen-komponen elektronika (Kadir, 2012). Selain rangkaian elektronika, perangkat yang dikembangkan juga menggunakan rangkaian papan elektronika Arduino sebagai sistem kendali otomatisasi perangkat keras. Perangkat-perangkat ini disusun sedemikian rupa agar dapat bekerja secara otomatis dan dapat bekerja dengan efektif sesuai dengan tujuan yang direncanakan.

Rancangan Rangkaian Dasar

Rancangan rangkaian dasar memberikan gambaran tentang rangkaian elektronika dan rangkaian papan Arduino dari perangkat yang akan dikembangkan. Dalam rangkaian ini hanya akan ditampilkan rangkaian dasar utama dari rangkaian, sedangkan komponen pendukung tidak ditampilkan dalam penampakan rangkaian. Adapun penampakan dari rancangan rangkaian dasar seperti pada Gambar 4. Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk membangun perangkat adalah Papan Arduino, *Arduino Ethernet Shield*, Sensor Ultrasonik HC-SR04, dan Sumber tegangan. Perangkat sensor ini merupakan hasil rangkaian sensor ultrasonic yang dirangkai dengan perangkat keras lainnya dan tersusun dalam sebuah tabung berpelampung yang digunakan untuk mengukur ketinggian muka air di sungai. Data yang didapatkan disalurkan ke server melalui perangkat ethernet yang terpasang bersama mikrokontroler seperti pada Gambar 5.



Gambar 4. Rancangan rangkaian dasar sensor dan *ethernet shield*.



Gambar 5. a) Desain rancangan tabung sensor, b) Tabung sensor.

Analisis dan Perancangan Perangkat Lunak

Selain perangkat keras, sistem ini tersusun pula dari perangkat lunak. Perangkat lunak disimpan dalam perangkat mikrokontroler untuk menerima data dari sensor dan menyalurkan kepada server cloud dalam jaringan untuk disimpan dan diolah menjadi informasi yang diterima *user*. Perangkat lunak lainnya disimpan di *server cloud* berupa aplikasi berbasis web yang digunakan mengolah data dan menampilkan informasi langsung ke *user*.

Tampilan *interface* perangkat lunak ditampilkan dalam grafik batang secara vertikal yang menunjukkan level ketinggian muka air sungai. Indikator level berupa batang ini menunjukkan masing-masing sensor sungai dan hasil analisis kemungkinan ketinggian muka air sungai di kota Taliwang. Indikator berwarna hijau menunjukkan level muka air di Brang Rea, indikator berwarna biru menunjukkan level muka air di Brang Ene dan indikator berwarna merah menunjukkan level muka air di kota Taliwang berdasarkan analisis system dan tanpa mengandalkan sensor sama sekali. Sistem ini akan mengirimkan informasi dari sensor, mengolah informasi dan menampilkan informasi pada antarmuka sistem dengan jeda waktu selama 5 detik secara *real time* seperti pada Gambar 6.

INFO BANJIR KSB



Gambar 6. Interface (antar muka) sistem

Validasi Sistem (*Black Box Test*)

Validasi sistem pada prinsipnya digunakan untuk menguji kelayakan penggunaan produk. Validasi ini dilakukan oleh ahli atau praktisi yang memang mengetahui dengan rinci tentang produk yang akan diujikan. Dalam pengujian validasi penelitian ini dilakukan oleh lima ahli/praktisi yang memiliki kompetensi bidang pada dinas BPBD KSB, Dinas PUPR KSB, Bappeda Litbang dan konsultan.

Selain validator menguji produk dalam bentuk pertanyaan tertutup, disiapkan pula pertanyaan uraian sebagai masukan untuk pengembangan perangkat selanjutnya. Dari lima validator diberikan 10 item pertanyaan dengan skor tertinggi 5 sehingga total maksimal skor ideal adalah $10 \times 5 \times 5 = 250$. Secara rincian hasil yang didapatkan dari validasi ini seperti pada Tabel 3. Hasil yang didapatkan dari uji validasi adalah skor 94 % dengan skor maksimal 100 % dengan predikat Sangat Baik. Artinya secara keseluruhan atau sekitar 94% sistem dianggap valid oleh ahli. Sedangkan kesimpulan akhir dari pengujian validasi ini bahwa Perangkat dapat digunakan dengan sedikit revisi.

Pengujian Efektifitas Sistem

Pengujian alpha test ini dilakukan untuk melihat sejauh mana respon pengguna sistem dalam jumlah responden terbatas. Responden yang dilibatkan dalam pengujian ini didapat dari FGD (*Focus Group Discussion*) yang melibatkan 20 peserta yang mengisi kuisioner yang berasal dari berbagai dinas terkait dan konsultan. Hasil rekapitulasi angket alpha test yang didapatkan seperti pada Tabel 4. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan dari 20 responden yang dilakukan pengujian sebanyak 75,63% menyatakan sangat setuju dan 24,37% Setuju. Namun secara keseluruhan jika diakumulasikan sebanyak 100% menerima penggunaan perangkat. Dari pengamatan tersebut diputuskan untuk memperbaiki model Konseptual dengan menambahkan beberapa kekurangan seperti memperjelas panduan dan merangkai perangkat sesederhana mungkin agar dapat diaplikasikan dengan mudah.

Tabel 3. Rekapitulasi Validasi Sistem Mitigasi Bencana.

No.	Indikator	Skor				
		1	2	3	4	5
A.	Kesesuaian Fungsi					
	Kesesuaian dengan fungsi dengan sistem kesiapsiagaan bencana (<i>Early Warning System</i>).					5
	Kesesuaian dengan ciri-ciri sistem kesiapsiagaan bencana (<i>Early Warning System</i>).			1		4
	Kesesuaian dengan tujuan pengembangan sistem kesiapsiagaan bencana (<i>Early Warning System</i>).				1	4
B.	Kesesuaian Konstruksi					
	Sistem yang dikembangkan mudah didapatkan dan dikembangkan				2	3
	Kejelasan petunjuk teknis penggunaan sistem.				2	3
	Ketepatan sistem yang dikembangkan untuk kesiapsiagaan bencana (<i>Early Warning System</i>).				2	3
	Sistem yang dikembangkan merupakan pemanfaatan teknologi dalam kesiapsiagaan bencana (<i>Early Warning System</i>).				1	4
C.	Kesesuaian Layout					
	Daya Tarik sistem yang dikembangkan dari aspek perangkat keras dan perangkat lunaknya				1	4
	Kemudahan sistem yang dikembangkan untuk digunakan					5
	Kesederhaan sistem yang dikembangkan				2	3
Jumlah				1	44	190
				(1x3)	(11x4)	(38x5)
Total Skor Keseluruhan		235				
Persentase		94 %				

Tabel 4. Rekapitulasi Uji Terbatas (*Alpha Test*).

No	Pertanyaan	Pilihan			
		SS	S	KS	TS
1	Sistem yang dikembangkan menarik dari sisi perangkat keras dan perangkat lunaknya.	18	2	0	0
2	Sistem mudah di setting	10	10	0	0
3	Sistem mudah dioperasikan dan <i>user friendly</i>	14	6	0	0
4	Petunjuk pemanfaatan sistem sudah jelas	3	17	0	0
5	Pemanfaatan sistem dapat menghemat tenaga manusia	20	0	0	0
6	Sistem dapat bekerja secara otomatis	20	0	0	0
7	Sistem dapat membantu kegiatan kesiapsiagaan bencana (<i>Early Warning System</i>).	20	0	0	0
8	Sistem yang dikembangkan lebih baik/efektif dibandingkan dengan sistem kesiapsiagaan bencana (<i>Early Warning System</i>) yang digunakan saat ini	16	4	0	0
Total		121	39	0	0
Persentase		75,63	24,37	0	0

Model hipotetik merupakan model yang telah divalidasi dan diuji (*alpha test*) secara terbatas. Secara garis besar model hipotetik dari perangkat yang digunakan adalah seperti Gambar 7. Perbedaan mendasar antara model konseptual dan model hipotetik adalah disederhanakannya sistem *setting* dan perbaikan serta penambahan pada perangkat lunak sistem agar mudah digunakan dan informasi yang ditampilkan lebih lengkap.

Pengujian efektifitas bertujuan Untuk mendapatkan data atau gambaran tentang tingkat efektifitas kerja system mitigasi bencana banjir berbasis IoT dengan *multi flow analysis* di KSB dalam mengukur, menganalisis dan memberikan informasi secara real time.

Pengujian dilakukan dalam bentuk observasi dan menggunakan lembar observasi yang diisi oleh penelitian. Hasil pengujian keefektifan sistem dapat dilihat seperti Tabel 5. Berdasarkan hasil rekapitulasi tersebut dapat disimpulkan dari beberapa indikator

pertanyaan yang disampaikan semua dapat memenuhi standar kerja sistem efektif secara keseluruhan. Model final dalam hal ini adalah model hipotetik yang telah dikembangkan dan diperbaiki dengan memperhatikan masukan-masukkan dari para responden. Tidak terdapat perubahan mendasar dari model hipotetik ke model final. Pada prinsipnya model final adalah model hipotetik.



Gambar 7. Interface (antar muka) hipotetik

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Observasi

No	Pertanyaan	Pilihan	
		Ya	Tidak
1	Sensor perangkat bekerja dengan baik dalam menangkap data?	√	
2	Perangkat dapat menerima data ditunjukkan oleh indicator?	√	
3	Perangkat dapat menyimpan data kedalam sistem	√	
4	Perangkat dapat mengirimkan data kedalam system jaringan?	√	
5	Data yang diterima sesuai dengan keadaan nyata?	√	
6	Informasi sesuai dengan formula yang telah disusun	√	
7	Data yang diterima sesuai dengan informasi yang ditampilkan?	√	
8	Sistem dapat menerima, mengolah dan menampilkan informasi?	√	
9	Sistem menampilkan informasi secara realtime (jeda 5 detik)	√	
10	Informasi yang ditampilkan sesuai dengan data yang diterima?	√	
11	Belum terdapat <i>bug</i> pada sistem	√	

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kegiatan mitigasi bencana banjir dalam hal kesiapsiagaan bencana di Kabupaten Sumbawa Barat saat ini berada pada risiko tinggi dengan prioritas penanganan tinggi.
2. Pengembangan Sistem Mitigasi Bencana Banjir Berbasis IoT di Kabupaten Sumbawa Barat dirancang bangun dengan *multi flow analysis* Untuk meningkatkan kesiapsiagaan bencana banjir dengan tingkat validitas 94% oleh ahli, 100% oleh praktisi.
3. Sistem Mitigasi bencana banjir berbasis IoT dengan *multi flow analysis* efektif dalam mengukur, menganalisis dan memberikan informasi secara real time tentang mitigasi bencana banjir kepada masyarakat berbasis IoT di Kabupaten Sumbawa Barat.

Persantunan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada BPPMPV KPTK dapat memfasilitasi penyusunan karya tulis ilmiah ini. Badan Riset dan Inovasi Daerah Kabupaten Sumbawa Barat, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Penelitian Pengembangan Kabupaten Sumbawa Barat.

Daftar Pustaka

- Adi, S. (2013). Karakterisasi bencana banjir bandang di Indonesia. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 15(1), 42-51.
- Aka, K. A., (2019). Integration Borg & Gall (1983) and Lee & Owen (2004) models as an alternative model of designbased research of interactive multimedia in elementary school. Prosiding Seminar on Advances in Mathematics, Science, and Engineering for Elementary Schools (SAMSES), 16 Agustus 2018. *IOP Conference Series: Journal of Physics: Conference Series* 1318: 012022. doi :10.1088/1742-6596/1318/1/012022.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana [BNPB] (2015). Rencana Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Sumbawa Barat 2015-2019. BPBD KSB. Sumbawa Barat.
- Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Sumbawa Barat [DPU KSB] (2016). Laporan Akhir Masterplan Pengendalian Banjir DAS Rea dan RAS Jereweh. PT. Rancang Mandiri. Mataram.
- Efendi, Y. (2018). Internet of Things (IOT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry PI berbasis mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, 4(2), 21-27.

- Hamdani, H., Permana, S., & Susetyaningsih, A. (2014). Analisa Daerah Rawan Banjir Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (studi kasus Pulau Bangka). *Jurnal Konstruksi* 12 (1): 1-13.
- Haryani, N. S., Zubaidah, A., Dirgahayu, D., Yulianto, H. F., & Pasaribu, J. (2012). Model Bahaya Banjir Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Kabupaten Sampang (Flood Hazard Model Using Remote Sensing Data in Sampang District). *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 9(1), 52-66.
- Indrianawati, Hakim, D.H., & Deliar, A. (2013). Penyusunan Basis Data untuk Identifikasi Daerah Rawan Banjir Dikaitkan dengan Infrastruktur Data Spasial Studi Kasus: Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Itenas Rekayasa XVII*(1): 22-31.
- Kadir, A. (2012). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Andi. 282 halaman.
- Lisnawati, A. E., Hanif, L., Allfi A, T., Dyah L, G., & Mahagnyana. (2017). Flood Early Warning System as Disaster Mitigation Device Study Case of Flood Disaster in Bima West Nusa Tenggara Effect of YVETTE Tropical Cyclone. *AIP Conference Proceedings 18 July 2018*; 1987 (1), 020083. <https://doi.org/10.1063/1.5047368>.
- Maulana, N.Y., Nugroho, A.P., Nugroho, A.A., & Saputro, A.E. (2018). Sistem Peringatan Dini Banjir Sungai Bengawan Solo Menggunakan Teknologi Internet of Things (IoT). *Indonesian Journal of Applied Informatics* 2(2), 99-106. <https://doi.org/10.20961/ijai.v2i2.23836>
- Mulyana, A. & Radhya, M. (2017). Sistem Mitigasi Banjir Terpadu Dengan Prediksi Kedatangan Banjir dan Penanganan Setelah Banjir. *Prosiding 2nd Seminar Nasional IPTEK Terapan (SENIT) 2017*, 128-133. Retrieved from <http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/SENIT2017>
- Perumal, T., Sulaiman, M. N., & Leong, C. Y. (2015). Internet of Things (IoT) enabled water monitoring system. *2015 IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), Osaka, Japan, 2015*, 86-87, <https://doi.org/10.1109/GCCE.2015.7398710>.
- Putra, Y. G., Zulfatman & Kasan, N. (2018). Perancangan Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis SMS. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) 2018, Malang*, 9-18. Retrieved from <http://research-report.umm.ac.id/index.php/sentra/>.
- Samsudi. 2009. *Desain Penelitian Pendidikan*. Semarang. UNNES Press.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung. Alfabeta. 630 halaman.

Hak cipta:

© Penulis (tim), 2023. Diterbitkan oleh BPPMPV KPTK.

Sunting artikel:

Anshary, Y., (2023). Pengembangan sistem mitigasi bencana banjir berbasis *internet of things* (IoT) di Kabupaten Sumbawa Barat. *Jurnal Oase Nusantara*, 2(1), 53-66.