

SISTEM PENDETEKSI BANJIR DAN BADAI ANGIN SERTA MONITORING CUACA BERBASIS INTERNET OF THINGS

Ida Bagus Made Lingga Pradirta^{*1}, I Nyoman Piarsa², I Putu Arya Dharmaadi³

^{1,2,3}Universitas Udayana, Kabupaten Badung

Email: ¹gsd.lingga@gmail.com, ²manpits@unud.ac.id, ³aryadharmadi@unud.ac.id

^{*}Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 16 Desember 2021, diterima untuk diterbitkan: 24 Oktober 2022)

Abstrak

Cuaca tidak menentu seperti curah hujan yang tinggi disertai badai angin dapat mempengaruhi aktivitas masyarakat, maka dari itu perlu adanya teknologi yang dapat memberikan peringatan dini untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan, yaitu teknologi *Internet of Things* yang dapat memberikan peringatan dini dan *monitoring* dalam cakupan kecil serta informasi di lapangan secara *real time*. Penelitian ini menciptakan sebuah prototipe alat yang dapat memberikan peringatan dini banjir dan badai angin serta *monitoring* ketinggian air banjir, kecepatan angin, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan hujan pada suatu tempat secara spesifik dan data secara *real time* yang ditampilkan pada aplikasi *mobile* Android dan web. Alat yang digunakan yaitu seperti mikrokontroler Arduino Mega 2560, sensor ultrasonik, sensor anemometer, sensor DHT22, sensor BH1750, sensor MD-0127, buzzer, *Liquid Crystal Display* (LCD), modul Wi-Fi ESP8266, modul SIM800L V2, *stepdown* LM2596 DC-DC, modul GPS NEO-6M, baterai 18650, dan *switch on off* (3 pin). Hasil pengujian menghasilkan pengujian alat yang cukup baik dan akurat yang terdiri dari pengujian keseluruhan sensor, kalibrasi setiap sensor, serta pengiriman data ke server, demikian pula pada pengujian perangkat lunak yang terdapat pada setiap fungsi aplikasi Android dan web dapat berjalan dengan optimal. Keterbaharuan pada penelitian ini yaitu terdapat dua modul pengiriman data, sehingga membantu proses pengiriman data jika salah satu modul tidak dapat berjalan dengan baik, kemudian terdapat pula modul GPS NEO 6M yang dapat memberikan lokasi pengambilan data. Diharapkan dari penelitian ini, dapat membantu meminimalisir dampak atau kerugian yang akan ditimbulkan dari adanya banjir, badai angin, dan cuaca yang tidak menentu.

Kata kunci: *aplikasi android, aplikasi web, arduino, internet of things.*

FLOOD AND WIND STORM DETECTION SYSTEM AND WEATHER MONITORING BASED ON INTERNET OF THINGS

Abstract

Erratic weather such as high rainfall accompanied by wind storms can affect community activities, therefore it is necessary to have technology that can provide early warning to minimize the impact, namely Internet of Things technology that can provide early warning and monitoring in a small scope as well as information in the field in real time. This study creates a prototype tool that can provide early warning of floods and wind storms and monitoring flood water levels, wind speed, temperature, humidity, light intensity, and rain in a specific place and real time data displayed on Android and web applications. The tools used are Arduino Mega 2560, ultrasonic sensor, anemometer sensor, DHT22 sensor, BH1750 sensor, MD-0127 sensor, buzzer, Liquid Crystal Display (LCD), ESP8266 Wi-Fi module, SIM800L V2 module, stepdown LM2596 DC-DC, NEO-6M GPS module, 18650 battery, and on off switch (3 pins). The test resulted in a fairly good and accurate tool testing consisting of testing the entire sensor, calibrating each sensor, and sending data to the server, testing the software contained in every function of Android and web applications that can run optimally. The novelty in this research is that there are two data transmission modules, thus helping the data transmission process if one of the modules does not work properly, then there is also a GPS NEO 6M module that can provide data collection locations. It is hoped that this research can help minimize the impact or losses that will result from floods, wind storms, and erratic weather.

Keywords: *android application, arduino, internet of things, web application.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis yang hanya memiliki dua musim, yakni musim hujan dan musim kemarau. Peralihan antara dua musim tersebut dapat dikatakan sebagai musim pancaroba dimana sering menyebabkan terjadinya cuaca yang tidak menentu seperti adanya curah hujan yang tinggi disertai dengan badai angin. Cuaca yang berubah secara cepat seringkali menyebabkan masyarakat kurang tanggap terhadap dampak yang ditimbulkan seperti adanya bencana banjir dan badai angin.

Jumlah kejadian banjir dalam tiga tahun terakhir di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Pada tahun 2018 telah terjadi 883 kejadian, tahun 2019 terjadi penurunan kejadian banjir menjadi 790 kejadian, dan tahun 2020 mengalami peningkatan yang cukup signifikan sejumlah 1518 kejadian (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2021). Bencana banjir yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi disertai dengan badai angin dapat menimbulkan beberapa kerugian bagi masyarakat seperti terganggunya aktivitas sehari-hari, rusaknya sarana dan prasarana, dan fasilitas sosial. Merujuk pada hal tersebut, perlu adanya suatu peringatan dini banjir dan badai angin serta *monitoring* terkait ketinggian air ketika terjadi banjir, kecepatan angin, dan cuaca pada suatu tempat secara spesifik dan *real time*.

Perkembangan teknologi telah berkembang sangat pesat dan erat kaitannya dengan adanya proses otomatisasi dalam segala bidang. Salah satu teknologi yang dapat menerapkan adanya proses otomatisasi adalah *Internet of Things* yang merupakan suatu konsep yang dapat melakukan komunikasi antara satu dengan yang lainnya seperti bertukar data dengan melalui jaringan internet, selain itu memungkinkan untuk mengontrol maupun memantau suatu objek agar dapat melakukan tugasnya secara otomatis selama masih terkoneksi dengan internet.

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) sebagai Lembaga Pemerintah Non Departemen (LPND) memberikan informasi mengenai peringatan dini dan prakiraan cuaca, namun informasi yang diberikan hanya memiliki cakupan area yang cukup luas yaitu kabupaten atau kota, belum terdapat parameter yang mengukur ketinggian air di suatu tempat, dan perubahan informasi yang diberikan tidak dilakukan secara *real time*. Dengan menggunakan konsep *Internet of Things* pada penelitian ini, memungkinkan untuk melakukan peringatan dini banjir dan badai angin serta *monitoring* cuaca di suatu tempat dalam cakupan area yang kecil seperti perumahan, jalanan, dan lain sebagainya, kemudian dapat mengukur ketinggian air saat terjadi banjir di suatu tempat, dan memungkinkan untuk memberikan informasi yang lebih riil sesuai dengan kejadian di lapangan karena adanya perubahan data secara *real time*.

Penelitian tentang pendeteksi banjir, badai angin, dan *monitoring* cuaca sudah pernah dilakukan sebelumnya dengan berbagai inovasi seperti melakukan *monitoring* terhadap level ketinggian air dengan menggunakan sensor ultrasonik dan mengirimkan data secara *real time* menggunakan modul Wi-Fi ESP8266 yang kemudian ditampilkan melalui *platform* Thingspeak dan memberikan peringatan dini bencana banjir berupa pesan yang dikirimkan melalui aplikasi Telegram (Diriyana, Darusalam and Natasha, 2019). Penelitian serupa juga pernah dilakukan, dimana penelitian tersebut membuat sistem yang dapat mendeteksi banjir menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian banjir, menggunakan mikrokontroler NodeMCU yang dilengkapi dengan modul Wi-Fi ESP8266 untuk pengiriman data, dan dilengkapi dengan *alarm* di sekitar lokasi. Sistem ini ditampilkan pada sebuah halaman web yang dapat diakses oleh pengguna melalui *website* dan *smartphone* (Alamsyah et al., 2020). Keterbaruan penelitian ini terhadap penelitian yang dilakukan oleh Diriyana, Darusalam dan Natasha (2019) dan Alamsyah et al. (2020) yaitu terdapat dua modul pengiriman data yakni modul Wi-Fi ESP8266 dan SIM800L sedangkan kedua penelitian sebelumnya hanya menggunakan satu modul Wi-Fi ESP8266, penggunaan dua modul akan membantu proses pengiriman data jika salah satu modul tidak dapat berjalan dengan baik. Selanjutnya penelitian ini menggunakan modul GPS NEO-6M yang dapat memberikan lokasi dari tempat kejadian, sedangkan kedua penelitian sebelumnya hanya memberikan data *monitoring* dan tidak memberikan perubahan data lokasi. Kemudian penelitian ini menampilkan peringatan dini melalui notifikasi pada aplikasi *mobile* Android dan proses *monitoring* dapat dilihat pada aplikasi *mobile* Android dan web dengan tampilan yang interaktif sehingga dapat lebih mudah dipahami, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Diriyana, Darusalam dan Natasha (2019) memberikan peringatan melalui pesan di aplikasi Telegram dan proses *monitoring* yang dapat dilihat pada *platform* Thingspeak, kemudian penelitian yang dilakukan oleh Alamsyah et al. (2020) memberikan peringatan menggunakan *alarm* di sekitar lokasi dan menampilkan *monitoring* pada halaman web. Penelitian selanjutnya membahas tentang *monitoring* kecepatan angin, dimana sistem ini dapat membaca kecepatan angin, arah angin, suhu, dan kelembaban di pantai. Alat yang digunakan yaitu Raspberry Pi sebagai mikrokontroler, sensor *optocoupler* dengan desain *cup* anemometer untuk membaca kecepatan angin, *wind vane* untuk membaca arah angin, dan sensor suhu dan kelembaban DHT22 untuk membaca suhu dan kelembaban. Data yang didapatkan akan disimpan dalam akuisisi *database* Sqlite (Samsinar, Septian and Fadlioni, 2020). Keterbaruan penelitian ini terhadap penelitian yang dilakukan

oleh Samsinar, Septian and Fadlioni (2020) yaitu data yang didapatkan dari masing-masing sensor akan dikirimkan ke server sehingga data yang didapatkan dapat ditampilkan pada aplikasi *mobile* Android dan web sehingga dapat lebih mudah untuk diakses, sedangkan pada penelitian sebelumnya menggunakan akuisisi *database* Sqlite sehingga data yang didapatkan hanya dapat dilihat pada mikrokontroler yang digunakan. Penelitian lainnya yaitu membahas mengenai *monitoring* cuaca di suatu tempat dimana penelitian ini menggunakan sensor suhu dan kelembaban (DHT11), sensor hujan, dan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). Data yang didapatkan akan dikirim ke suatu server menggunakan NodeMcu dan ditampilkan pada aplikasi web (Sugiyanto, Fahmi and Nalandari, 2020). Keterbaruan penelitian ini terhadap penelitian yang dilakukan oleh Sugiyanto, Fahmi and Nalandari (2020) yaitu sensor yang digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya menggunakan sensor BH1750 yang memiliki satuan lx (lux) sehingga hasil pengukuran mendapatkan hasil yang konsisten dan bersifat universal, kemudian dapat dilakukan kalibrasi untuk menentukan keakuratan dari sensor yang digunakan dengan alat ukur yang sebenarnya, sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan sensor LDR yang memberikan nilai hambatan dan belum memiliki satuan lux (lx).

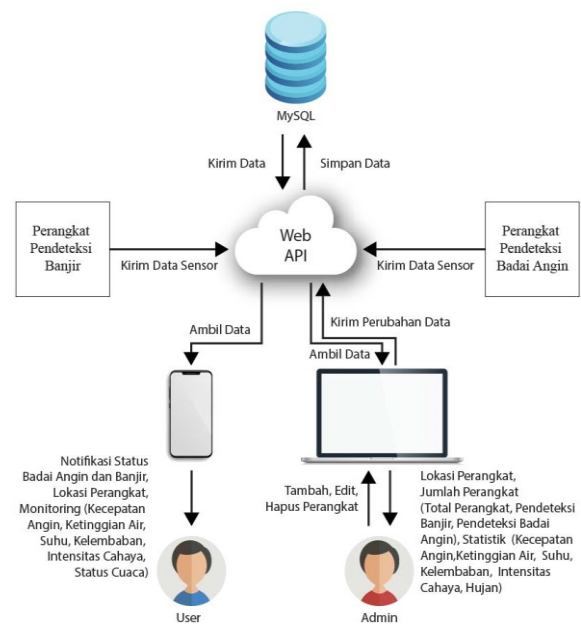
Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti tertarik untuk merancang perangkat yang dapat memberikan peringatan dini banjir dan badai angin serta melakukan *monitoring* cuaca di suatu tempat dengan menerapkan teknologi *Internet of Things*. Perangkat ini terdiri dari perangkat pendeteksi banjir yang memberikan peringatan dini banjir dan mendeteksi ketinggian air, kemudian perangkat pendeteksi badai angin memberikan peringatan dini badai angin dan mendeteksi kecepatan angin, kedua perangkat tersebut dapat melakukan *monitoring* cuaca seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan hujan yang dapat dilihat pada aplikasi *mobile* Android untuk *user* dan aplikasi web untuk *admin*. Perangkat ini juga telah dilengkapi dengan dua modul pengiriman data, yaitu modul Wi-Fi ESP8266 dan SIM800L sehingga ketika salah satu modul tidak berfungsi, maka modul lainnya akan mengirimkan data sehingga proses pengiriman data dapat terus dilakukan, kemudian terdapat pula modul GPS NEO-6M yang dapat memberikan lokasi pengambilan data. Perangkat tersebut diharapkan dapat memberikan peringatan dini ketika terdapat banjir dan badai angin serta dapat memberikan informasi mengenai ketinggian air banjir, kecepatan angin, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan hujan di suatu tempat secara spesifik dan juga perubahan data secara *realtime* sehingga dapat meminimalisir dampak yang akan ditimbulkan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah melalui beberapa tahapan yaitu analisa kebutuhan, perancangan alur kerja sistem, perancangan perangkat keras, pembuatan sistem, dan pengujian sistem. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer yang didapatkan penulis saat mendeteksi ketinggian air, kecepatan angin, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan hujan di sekitar wilayah Kabupaten Badung dengan menggunakan teknologi *Internet of Things*, dan data sekunder yang didapatkan dari jurnal, buku, dan situs internet selama penelitian berlangsung.

2.1. Gambaran Umum Sistem

Sistem pada penelitian ini dapat memberikan peringatan dini banjir dan badai angin serta dapat melakukan *monitoring* ketinggian air pada saat banjir, kecepatan angin, dan cuaca di suatu tempat dengan menerapkan teknologi yaitu *Internet of Things*. Gambaran umum sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



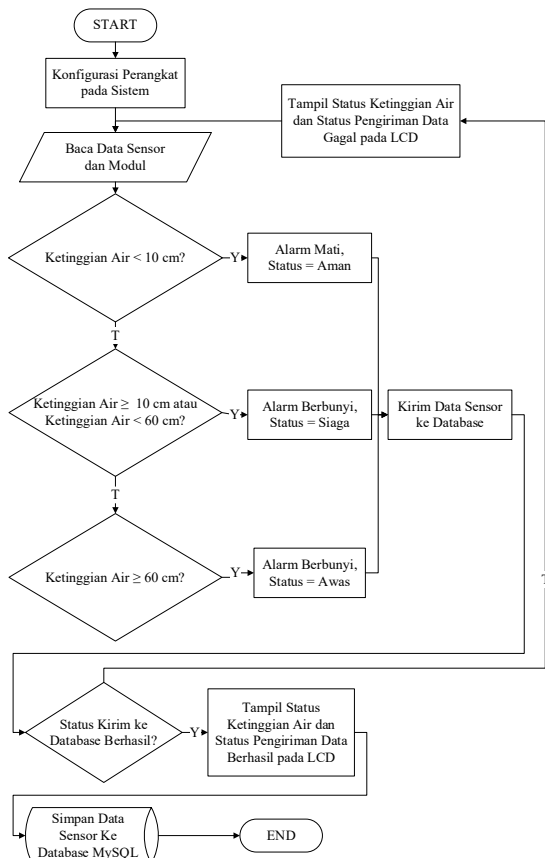
Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

Cara kerja dari sistem tersebut yaitu perangkat pendeteksi banjir dan badai angin akan mengirimkan data yang didapat oleh sensor ke *database* menggunakan bantuan dari web API (*Application Programming Interface*). Data yang terdapat pada *database* kemudian dikirimkan menggunakan bantuan dari web API (*Application Programming Interface*) dan ditampilkan pada aplikasi Android untuk *user* dan pada aplikasi web untuk *admin*. Pada aplikasi Android, *user* dapat mengetahui lokasi perangkat, melakukan *monitoring* ketinggian air, kecepatan angin, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan status cuaca, serta *user* juga akan mendapatkan notifikasi peringatan banjir atau badai angin apabila terdapat ketinggian air atau kecepatan

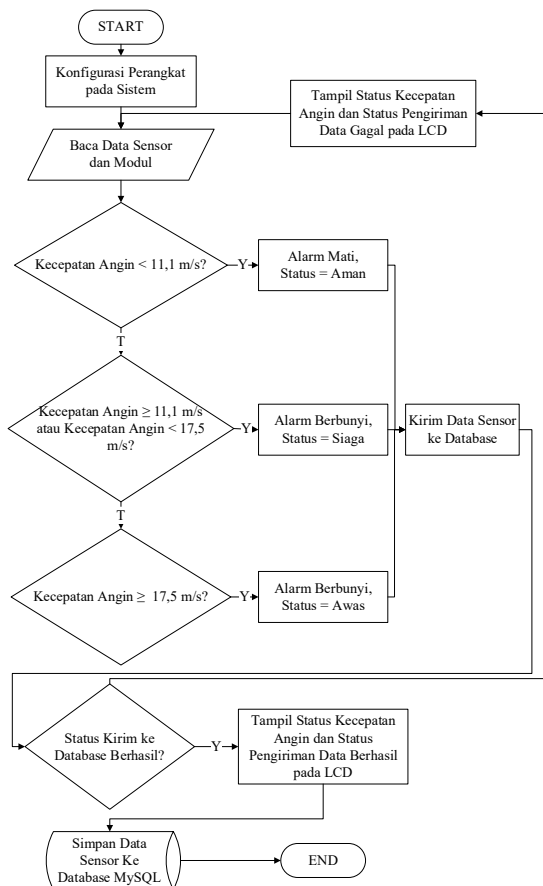
angin yang tidak normal. Pada aplikasi web, *admin* dapat melakukan perubahan data perangkat berupa tambah, edit, dan hapus perangkat yang kemudian akan dikirim ke *database* menggunakan bantuan dari web API (*Application Programming Interface*). Aplikasi web juga dapat menampilkan lokasi perangkat, jumlah perangkat (total perangkat, pendeteksi banjir, dan badai angin), dan statistik (ketinggian air atau kecepatan angin, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan hujan).

2.2. Flowchart Sistem

Flowchart adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur suatu program (Perwira, 2019). Pada penelitian ini terdapat beberapa *flowchart*, yaitu *flowchart* perangkat keras sistem yang terdiri dari *flowchart* perangkat pendeteksi banjir dan pendeteksi badai angin, kemudian terdapat *flowchart* perangkat lunak sistem yang terdiri dari *flowchart* aplikasi Android dan web. *Flowchart* perangkat pendeteksi banjir dan badai angin dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



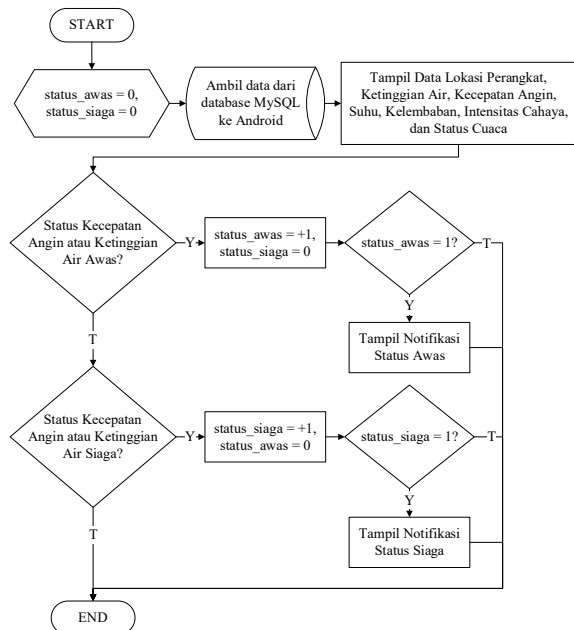
Gambar 2. Flowchart Pendeteksi Banjir



Gambar 3. Flowchart Pendeteksi Badai Angin

Proses diawali dengan konfigurasi perangkat pada sistem, kemudian dilanjutkan dengan membaca data sensor ultrasonik pada perangkat pendeteksi banjir dan sensor anemometer pada perangkat pendeteksi badai angin, sensor intensitas cahaya, sensor suhu dan kelembaban, sensor hujan, dan modul GPS NEO-6M. Terdapat kondisi pada perangkat pendeteksi banjir yaitu jika ketinggian air <10cm maka alarm pada buzzer akan mati dengan kondisi aman, jika ketinggian air ≥10cm atau <60cm maka alarm pada buzzer akan berbunyi dengan kondisi siaga, dan jika ketinggian air ≥60cm maka alarm pada buzzer akan berbunyi dengan kondisi awas, sedangkan pada perangkat pendeteksi badai angin yaitu jika kecepatan angin <11,1m/s maka alarm pada buzzer akan mati dengan kondisi aman, jika kecepatan angin ≥11,1m/s atau <17,5m/s maka alarm pada buzzer akan berbunyi dengan kondisi siaga, dan jika kecepatan angin ≥17,5m/s maka alarm pada buzzer akan berbunyi dengan kondisi awas. Perangkat akan mengirimkan data sensor ke *database*. Jika status pengiriman data berhasil, maka akan ditampilkan status ketinggian air atau kecepatan angin dan status pengiriman data berhasil pada *Liquid Crystal Display* (LCD), kemudian data sensor akan disimpan pada *database*. Jika proses pengiriman data tidak berhasil maka akan ditampilkan status ketinggian air atau kecepatan angin dan status pengiriman data gagal pada *Liquid Crystal Display* (LCD), kemudian proses pembacaan

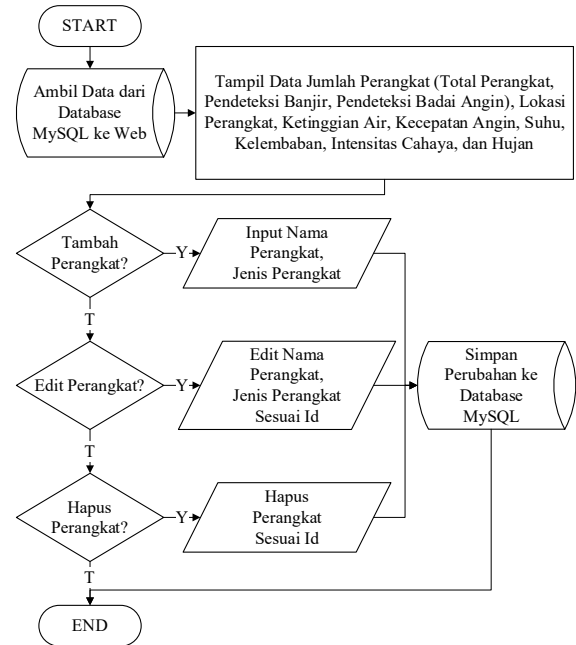
data sensor akan dilakukan kembali. *Flowchart* pada aplikasi Android dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Flowchart Aplikasi Android

Proses diawali dengan deklarasi variabel `status_awas` dan `status_siaga`. Proses dilanjutkan dengan pengambilan dan menampilkan data dari *database* yaitu data berupa lokasi perangkat, ketinggian air, kecepatan angin, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan status cuaca. Terdapat kondisi dimana jika status ketinggian air atau kecepatan angin awas maka akan menambahkan nilai pada variabel `status_awas` menjadi tambah 1 dan mengubah nilai variabel `status_siaga` menjadi 0, kemudian jika variabel `status_awas` adalah 1 maka akan tampil notifikasi peringatan berupa status awas. Jika terdapat kondisi ketinggian air atau kecepatan angin siaga maka pada aplikasi Android akan menambahkan nilai pada variabel `status_siaga` menjadi tambah 1 dan mengubah nilai variabel `status_awas` menjadi 0, kemudian jika variabel `status_siaga` adalah 1 maka akan tampil notifikasi peringatan berupa status siaga. *Flowchart* aplikasi web dapat dilihat pada Gambar 5.

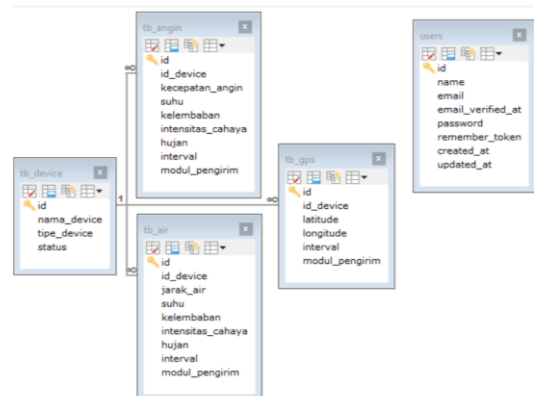
Proses diawali dengan pengambilan data dari *database* yaitu data berupa total jumlah perangkat (total perangkat, pendeteksi banjir, dan pendeteksi badai angin), lokasi perangkat, ketinggian air, kecepatan angin, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan hujan akan ditampilkan pada aplikasi web. Aplikasi web ini hanya dapat diakses oleh *admin* dimana *admin* dapat melakukan tambah, edit, dan hapus perangkat. Proses tambah perangkat dapat dilakukan dengan input data berupa nama perangkat dan jenis perangkat, kemudian edit data dapat mengubah nama perangkat dan jenis perangkat sesuai id yang dipilih, sedangkan hapus perangkat dapat dilakukan dengan memilih id perangkat yang ingin dihapus.



Gambar 5. Flowchart Aplikasi Web

2.4. Perancangan Database

Perancangan *database* pada penelitian ini digunakan untuk menyimpan data yang diperlukan dari sistem yang dibuat. Rancangan *database* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.

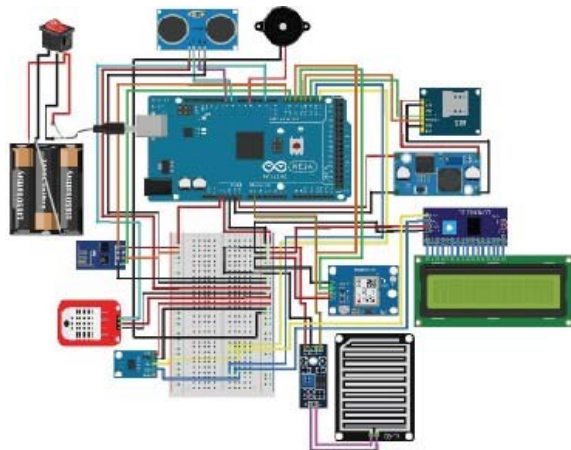


Gambar6. Rancangan Database

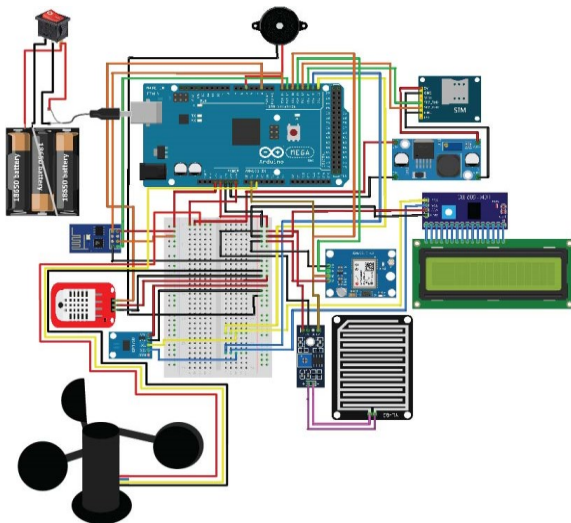
Database tersebut terdiri dari 5 tabel yaitu `tb_device`, `tb_angin`, `tb_gps`, `tb_hujan`, dan `users`. Tabel pada `tb_device` merupakan tabel yang menyimpan data perangkat pendeteksi banjir dan pendeteksi badai angin, tabel `tb_angin` digunakan untuk menyimpan data sensor yang terdapat pada perangkat pendeteksi badai angin, tabel `tb_gps` digunakan untuk menyimpan data lokasi dari perangkat pendeteksi banjir dan perangkat pendeteksi badai angin, dan tabel `users` digunakan untuk menyimpan data yang digunakan agar *admin* dapat mengakses aplikasi web.

2.5. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras merupakan komponen yang digunakan untuk membangun sistem pada penelitian ini. Penggunaan setiap alat atau sensor memiliki *wiring* yang berbeda tergantung jenis komponen tersebut. Rangkaian pada perangkat pendeteksi banjir dan badai angin dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Rangkaian Perangkat Pendeteksi Banjir



Gambar 8. Rangkaian Perangkat Pendeteksi Badai Angin

Pada rangkaian tersebut terdapat beberapa komponen, yaitu Arduino Mega 2560, sensor ultrasonik (HC-SR04) pada perangkat pendeteksi banjir yang akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu target untuk mengetahui jarak dari target tersebut (Akhiruddin, 2018) atau sensor anemometer pada perangkat pendeteksi badai angin yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin (Putra, 2015), sensor suhu dan kelembaban (DHT22), sensor hujan (MD-0127), sensor intensitas cahaya (BH1750), buzzer, *Liquid Crystal Display* (LCD) 16x2, modul Wi-Fi ESP8266 berfungsi sebagai modul *transfer* data dalam jaringan Wi-Fi, modul SIM800L V2 untuk mengirim data berbasis GSM/GPRS (Kurniawan, Kasrani and B, 2020),

stepdown LM2596 DC-DC yang digunakan untuk menurunkan tegangan dan melakukan konversi input tegangan DC menjadi tegangan DC (Hamdani, Puspita and Wildan, 2019), modul GPS NEO-6M untuk menentukan posisi pada permukaan bumi dengan bantuan sinyal satelit (Arfianto et al., 2018), baterai 18650, dan *switch on off* dengan 3 pin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pada penelitian ini terdiri dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang telah diterapkembangkan.

3.1. Perangkat Keras

Rancangan perangkat keras yang terdapat pada penelitian ini terdiri dari perangkat pendeteksi banjir dan perangkat pendeteksi badai angin. Hasil perancangan perangkat pendeteksi banjir dan badai angin dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Hasil Perancangan Perangkat Pendeteksi Banjir



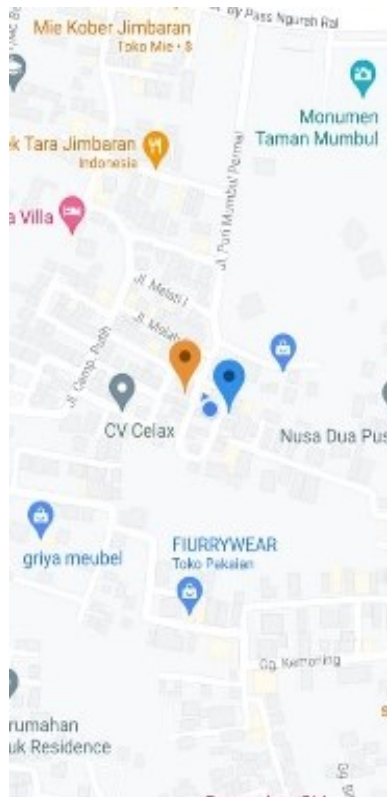
Gambar 10. Hasil Perancangan Perangkat Pendeteksi Badai Angin

Perancangan perangkat tersebut telah disusun menggunakan *casing* dengan bahan plastik ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*), dan akrilik, sedangkan pada perangkat pendeteksi banjir terdapat bahan tambahan yaitu pipa PVC (*Polyvinyl Chloride*).

3.2. Perangkat Lunak

Rancangan perangkat lunak yang terdapat pada penelitian ini terdiri dari aplikasi *mobile* berbasis Android dan aplikasi web menggunakan *framework* Laravel. Pada aplikasi Android terdiri dari tampilan *maps* dan *monitoring*, sedangkan pada aplikasi web

terdiri dari tampilan *login*, *dashboard*, statistik, dan kelola perangkat. Tampilan *maps* pada aplikasi Android dapat dilihat pada Gambar 11.

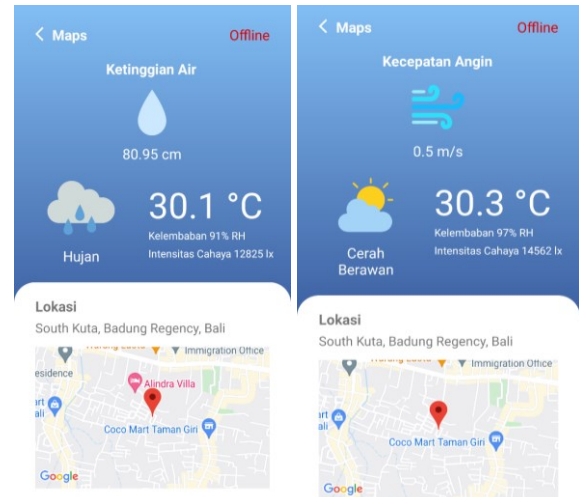


Gambar 11. Tampilan Maps Aplikasi Android

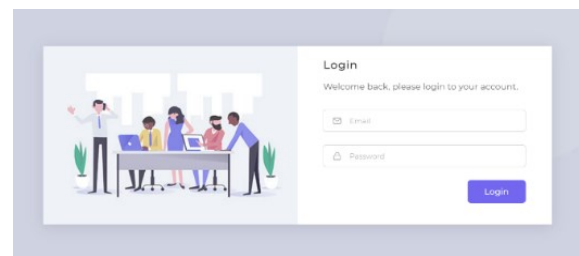
Tampilan tersebut merupakan tampilan *maps* dimana terdapat lokasi dari perangkat yang terdaftar dan juga lokasi dari *user* yang menggunakan aplikasi Android. Terdapat dua *marker* dimana *marker* warna biru menandakan perangkat pendeteksi banjir dan *marker* warna jingga menandakan perangkat pendeteksi badai angin. Ketika *marker* ditekan, maka *user* dapat menuju ke tampilan *monitoring* pendeteksi banjir atau *monitoring* pendeteksi badai angin sesuai dengan jenis *marker* yang dipilih. Tampilan *monitoring* aplikasi Android dapat dilihat pada Gambar 12.

Tampilan tersebut merupakan tampilan *monitoring* pada aplikasi Android dimana ditampilkan nilai dari ketinggian air atau kecepatan angin, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, status cuaca, lokasi, *marker* pada *maps*, dan status *online/offline* perangkat. Tampilan *login* aplikasi web dapat dilihat pada Gambar 13.

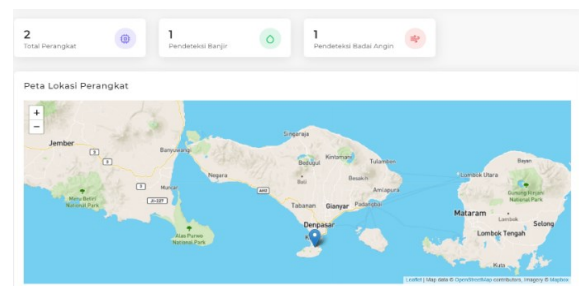
Tampilan tersebut merupakan tampilan *login* dimana *admin* dapat memasukkan *email* dan *password* yang telah terdaftar agar dapat masuk ke dalam sistem. Tampilan *dashboard* aplikasi web dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 12. Tampilan Monitoring Aplikasi Android



Gambar 13. Tampilan Login Aplikasi Web

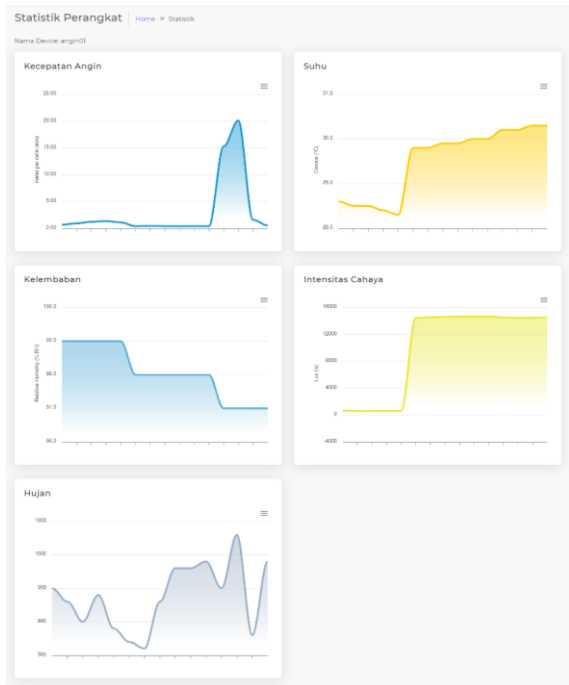


Gambar 14. Tampilan Dashboard Aplikasi Web

Tampilan tersebut merupakan tampilan *dashboard* dimana *admin* dapat melihat jumlah total perangkat yang terdaftar, jumlah perangkat pendeteksi banjir, jumlah perangkat pendeteksi badai angin dan lokasi perangkat yang ditampilkan dalam bentuk *marker* pada peta. Jika *admin* menekan *marker*, maka *admin* dapat diarahkan ke halaman statistik. Tampilan statistik aplikasi web dapat dilihat pada Gambar 15.

Tampilan tersebut merupakan tampilan statistik dimana *admin* dapat melihat statistik ketinggian air atau kecepatan angin, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan hujan sesuai dengan jenis perangkat yang ditekan pada *marker* yang terdapat pada halaman *dashboard*. Fitur statistik ini akan menampilkan data dari masing-masing sensor dan mengambil 15 baris data terbaru dari *database* dimana data tersebut dilakukan *update* setiap 3 detik. Tampilan kelola perangkat dapat dilihat pada Gambar 16.

Tampilan tersebut merupakan tampilan kelola perangkat dimana admin dapat melakukan tambah perangkat, edit perangkat, atau hapus perangkat yang terdaftar pada sistem.



Gambar 15. Tampilan Dashboard Aplikasi Web

No	Id Perangkat	Nama Perangkat	Tipe Perangkat	Action
1	1	angin01	Pendeteksi Angin	edit delete
2	2	angin01	Pendeteksi Angin	edit delete

Gambar 16. Tampilan Kelola Perangkat Aplikasi Web

3.3. Pengujian Sistem

Pengujian ini terdiri dari pengujian pada *hardware* dan *software*, dimana pengujian *hardware* terdiri dari pengujian keseluruhan sensor, kalibrasi sensor, dan pengujian kecepatan pengiriman ke server pada masing-masing perangkat pendeteksi banjir dan badai angin, sedangkan pengujian *software* terdiri dari pengujian setiap fitur pada aplikasi Android dan web. Pengujian *software* ini menggunakan metode *Black Box*, yaitu pendekatan yang menguji setiap fungsi pada suatu sistem agar dapat berjalan dengan baik dan benar (Syaifullah, Wijaya and Husodo, 2018). Pengujian keseluruhan sensor pada perangkat pendeteksi banjir dan badai angin dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Pengujian Sensor Perangkat Pendeteksi Banjir

uji coba	tinggi air	suhu	kelembaban	intensitas cahaya	hujan
1	2,72	30,8	80	6730	1013
2	1,66	30,8	80	6723	1015
3	2,12	30,8	80	6714	1011
4	1,85	30,8	80	6702	1015

uji coba	tinggi air	suhu	kelembaban	intensitas cahaya	hujan
5	2,58	30,9	80	6692	1016
6	2,98	30,9	80	6684	1013
7	2,53	30,9	80	6676	1012
8	2,53	30,9	81	6669	1011
9	3,22	30,8	81	6663	1012
10	2,96	30,9	81	6654	1015
rata-rata	2,52	30,8	80,3	6690,7	1013,3
		5			

Tabel 2. Pengujian Sensor Perangkat Pendeteksi Badai Angin

uji coba	kecepatan angin	suhu	kelembaban	intensitas cahaya	hujan
1	2,32	34,5	79	13057	1013
2	1,85	34,5	78	12974	1011
3	3,17	34,5	78	12873	1014
4	3,37	34,5	79	12780	1011
5	2,05	34,4	78	12665	1014
6	1,29	34,5	78	12589	1012
7	2,05	34,5	79	12520	1014
8	1,88	34,4	78	12453	1010
9	1,29	34,5	78	12364	1012
10	1	34,4	79	12322	1008
rata-rata	2,03	34,4	78,4	12659,7	1011,9
		7			

Berdasarkan tabel tersebut telah dilakukan pengujian sebanyak 10 kali dan diperoleh hasil bahwa setiap sensor pada perangkat pendeteksi banjir dan badai angin dapat melakukan pembacaan nilai sensor dengan baik. Pengujian kalibrasi setiap sensor pada perangkat pendeteksi banjir dan badai angin dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Kalibrasi Perangkat Pendeteksi Banjir

no	parameter	range error	total data	rmse
1	ketinggian air	(-3,77) - 0,56	17	1,96
2	suhu	0 - 0,3	10	0,21
3	kelembaban	3 - 8	10	5,8
4	intensitas cahaya	(-949) - 528	10	523,57
5	hujan	-	-	-

Tabel 4. Kalibrasi Perangkat Pendeteksi Badai Angin

no	parameter	range error	total data	rmse
1	kecepatan angin	0,14 - 0,97	10	0,62
2	suhu	(-0,2) - 0,7	10	0,37
3	kelembaban	14 - 19	10	16,5
4	intensitas cahaya	(-859) - (-469)	10	643,78
5	hujan	-	-	-

Kalibrasi sensor bertujuan untuk memastikan setiap sensor yang digunakan dapat memberikan nilai pengukuran sesuai dengan alat ukur standar yang sebenarnya. Metode kalibrasi ini menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE) yang digunakan untuk mendeteksi besarnya tingkat kesalahan hasil pengukuran dimana semakin kecil hasil yang didapatkan (mendekati 0), maka semakin akurat hasil pengukuran yang didapatkan (Rahman, A. Y., & Istiadi, 2020). Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran yang didapatkan dari setiap sensor dengan hasil pengukuran pada alat ukur yang sebenarnya yang kemudian dapat diperoleh nilai *error* dari proses

tersebut yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai dari *Root Mean Square Error* (RMSE). Alat ukur yang digunakan yaitu *roll meter* pada parameter ketinggian air dan menggunakan alat digital pada parameter lainnya.

Berdasarkan kalibrasi yang telah dilakukan, parameter ketinggian air (1,96), kecepatan angin (0,62), suhu pada pendeteksi banjir (0,21), dan pada pendeteksi badai angin (0,37) mendapatkan hasil akurat karena nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) mendekati 0, parameter kelembaban pada pendeteksi banjir (5,8) dan pada pendeteksi badai angin (16,5) mendapatkan hasil yang cukup akurat, parameter intensitas cahaya pada pendeteksi banjir (523,57) dan pendeteksi badai angin (643,78) mendapatkan hasil yang tidak akurat, dan parameter hujan pada pendeteksi banjir dan pendeteksi badai angin tidak dilakukan kalibrasi karena keterbatasan sensor dan alat ukur yang digunakan. Pengujian pengiriman data pada perangkat pendeteksi banjir dan badai angin dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Pengiriman Data

no	Perangkat	modul	selisih	total data	rata-rata
1	Pendeteksi Banjir	ESP8266	7,702 — 8,029	10	7,805
2	Pendeteksi Banjir	SIM800L V2	23,220 — 23,275	10	23,259
3	Pendeteksi Badai Angin	ESP8266	4,741 — 4,990	10	4,828
4	Pendeteksi Badai Angin	SIM800L V2	22,168 — 22,386	10	22,278

Pengujian ini membandingkan 2 waktu pengiriman data sehingga mendapatkan selisih dari pengiriman data tersebut. Telah dilakukan pengujian sebanyak 10 kali dan mendapatkan rata-rata pengiriman data yaitu 7,805 detik (pendeteksi banjir) dan 4,828 detik (pendeteksi badai angin) menggunakan modul Wi-Fi ESP8266, dan 23,259 detik (pendeteksi banjir) dan 22,278 detik (pendeteksi badai angin) menggunakan modul SIM800L V2. Hasil pengujian *software* aplikasi *mobile* Android dan web dengan metode *Black Box Testing* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Software Metode Black Box Testing

no	pengujian menu	hasil yang diharapkan	hasil
1	fitur <i>maps</i> aplikasi android	menampilkan <i>marker</i> sesuai dengan lokasi perangkat yang terdapat pada <i>database</i> .	berhasil
2	fitur <i>monitoring</i> aplikasi android	membaca data pada <i>database</i> yaitu berupa ketinggian air atau kecepatan angin, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, status cuaca, lokasi, dan <i>marker</i> yang ditampilkan pada <i>maps</i> .	berhasil
3	fitur notifikasi	memberikan notifikasi ketika terdeteksi kecepatan angin	berhasil

no	pengujian menu	hasil yang diharapkan	hasil
4	aplikasi android fitur <i>login</i> aplikasi web	atau ketinggian air tertentu pada status siaga dan awas. memberikan akses ke <i>admin</i> untuk dapat masuk ke dalam sistem sesuai dengan <i>email</i> dan <i>password</i> yang di input dan terdaftar pada <i>database</i> .	berhasil
5	fitur <i>dashboard</i> aplikasi web	menampilkan jumlah total perangkat, jumlah total perangkat pendeteksi banjir, jumlah total perangkat pendeteksi badai angin, dan <i>marker</i> yang ditampilkan pada <i>maps</i> sesuai dengan lokasi perangkat yang terdapat pada <i>database</i> .	berhasil
6	fitur statistik pada aplikasi web	menampilkan data ketinggian air atau kecepatan angin, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan hujan serta mengambil 15 baris data terbaru secara berulang selama 3 detik.	berhasil
7	fitur kelola perangkat	menambahkan, mengedit, menghapus perangkat dari <i>database</i> .	berhasil

Terdapat 7 tahap pengujian menu pada pengujian perangkat lunak yang terdiri dari pengujian pada aplikasi *mobile* berbasis Android dan aplikasi web. Seluruh pengujian dinyatakan berhasil dalam menjalankan fungsi sesuai dengan hasil yang diharapkan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini yakni pengujian ini dapat membantu untuk memberikan peringatan dini banjir dan badai angin serta mengetahui ketinggian air ketika terdapat banjir, kecepatan angin, dan cuaca (suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan hujan) di suatu tempat sehingga masyarakat dapat melakukan antisipasi dari dampak yang akan ditimbulkan. Pada pengujian perangkat keras, setiap sensor dan modul yang terdapat pada perangkat pendeteksi banjir dan badai angin dapat bekerja dengan baik dan optimal. Proses kalibrasi yang dilakukan di setiap sensor mendapatkan hasil yaitu parameter ketinggian air (1,96), kecepatan angin (0,62), suhu pada pendeteksi banjir (0,21), dan pada pendeteksi badai angin (0,37) mendapatkan hasil akurat karena nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) mendekati 0, parameter kelembaban pada pendeteksi banjir (5,8) dan pendeteksi badai angin (16,5) mendapatkan hasil yang cukup akurat, parameter intensitas cahaya pada pendeteksi banjir (523,57) dan pendeteksi badai angin (643,78) mendapatkan hasil yang tidak akurat, dan parameter hujan pada pendeteksi banjir dan pendeteksi badai angin tidak dilakukan kalibrasi karena keterbatasan sensor dan alat ukur yang digunakan. Proses kecepatan pengiriman data mendapatkan hasil yaitu 7,805 detik (pendeteksi banjir) dan 4,828 detik (pendeteksi badai angin)

menggunakan modul Wi-Fi ESP8266, dan 23,259 detik (pendeteksi banjir) dan 22,278 detik (pendeteksi badai angin) menggunakan modul SIM800L V2. Selanjutnya pengujian perangkat lunak yang telah dilakukan pada aplikasi Android dan Aplikasi web berjalan dengan baik. Pada pengujian aplikasi Android, terdiri dari pengujian fitur *maps*, fitur *monitoring*, dan pengujian fitur notifikasi telah berjalan dengan optimal. Pada pengujian aplikasi web, terdiri dari pengujian fitur *login*, fitur *dashboard*, fitur statistik dan fitur kelola perangkat (tambah, edit, dan hapus perangkat) telah berjalan dengan optimal.

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian ini yaitu dapat menggunakan sensor yang lebih akurat agar mendapatkan nilai kalibrasi mendekati alat ukur yang sebenarnya, menggunakan modul pengiriman data lain dengan kecepatan pengiriman data yang lebih cepat, dan penambahan fitur baru pada aplikasi yang dapat membuat proses deteksi banjir, badai angin, serta cuaca yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- AKHIRUDDIN, 2018. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Ketinggian Air Sungai Sebagai Peringatan Dini Banjir Berbasis Arduino Nano. *Journal of Electrical Technology*, Vol.3 No.(3), pp.174–179.
- ALAMSYAH, W., dkk., 2020. Design Of Early Flood Detection (Efde) System Based On Iot For Flood Vocational Areas. *Jurnal Neutrino*, 12(1), p.7.
- ARFIANTO, A.Z., dkk., 2018. Perangkat Informasi Dini Batas Wilayah Perairan Indonesia Untuk Nelayan Tradisional Berbasis Arduino Dan Modul Gps Neo-6M. *Joutica*, 3(2), pp.163–167.
- BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana), 2021. *Data Informasi Bencana Indonesia*. [online] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Available at: <<https://dibi.bnpb.go.id/>> [Accessed 21 Aug. 2021].
- DIRIYANA, A., DARUSALAM, U. & NATASHA, N.D., 2019. Water Level Monitoring and Flood Early Warning Using Microcontroller With IoT Based Ultrasonic Sensor. *Jurnal Teknik Informatika C.I.T*, 11(1), pp.22–28.
- HAMDANI, R., PUSPITA, I.H. & WILDAN, B.D.R.W., 2019. Pembuatan Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Radio Frequency Identification (Rfid). *Indept*, 8(2), pp.56–63.
- KURNIAWAN, A.E., KASRANI, M.W. & B, A.A., 2020. Perancangan Prototype Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg Berbasis Arduino Uno R3 Dengan Modul Sim800L Dan Esp8266 Sebagai Media Informasi. *Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE Uniba)*, 4(2), pp.47–53.
- PERWIRA, Y., 2019. Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Paket Wisata Traveling pada PT. Tritura Jaya Travel Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto. 3(2), pp.159–171.
- PUTRA, R.D., 2015. Rancang Bangun Sistem Pemantau Cuaca (Angin) Menggunakan Mikrokontroler Arduino. pp.1–62.
- RAHMAN, A. Y., & ISTIADI, I., 2020. Identifikasi Jenis Burung Lovebird Menggunakan Fitur Histogram Dengan Evaluasi Sse. *In Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*, (Ciastech), pp.611–618.
- SAMSINAR, R., SEPTIAN, R. & FADLIONDI, F., 2020. Alat Monitoring Suhu Kelembapan dan Kecepatan Angin dengan Akuisisi Database Berbasis Raspberry Pi. *RESISTOR (elektRonika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmputeR)*, 3(1), p.29.
- SUGIYANTO, T., FAHMI, A. & NALANDARI, R., 2020. Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Berbasis Internet Of Things (IOT). *Zetroem*, 02(01), pp.1–5.
- SYAIFULLAH, S., WIJAYA, I.G.P.S. & HUSODO, A.Y., 2018. Satisfaction Information System of Academic Administration Services Based on IPA (Importance Performance Analysis) Study Case in Faculty of Engineering, Mataram University. *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*, 2(1), pp.37–43.