

PERANCANGAN PROTOTIPE PENDETEKSI BANJIR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Ilmuddin^{1*}, Prasetya Aditama Putra²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil Universitas Madako Tolitoli
Jl. Kampus Umada Kelurahan Tambun, Tolitoli Sulawesi Tengah

*Email: ilmuddin@umada.ac.id

ABSTRAK

Banjir merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia dan menimbulkan berbagai dampak yang merugikan masyarakat. Pada umumnya terdapat dua jenis peristiwa banjir yaitu banjir pada daerah yang biasanya tidak terjadi banjir dan banjir yang terjadi akibat luapan air sungai karena debit air lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada. Parameter yang biasanya dijadikan data untuk dipantau dan dianalisa perubahannya adalah tinggi muka air sungai pada musim tertentu sebagai peringatan dini bencana alam seperti banjir. Saat ini pengawasan terhadap ketinggian sungai masih menggunakan metode manual dengan skala ketinggian air yang dipasang di dinding sungai menyerupai meteran sehingga harus selalu memantau secara langsung angka yang ditunjukkan oleh skala yang terpasang, informasi yang didapatkan masyarakat juga masih minim. Oleh karena itu melalui perancangan dan pembuatan sisten monitoring tinggi muka air pada sungai berbasis *microcontroler* dan *website GIS* ini diharapkan mampu memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut. *Website GIS* yang dihadirkan dapat memudahkan petugas sungai dan masyarakat dapat mengakses informasi secara jarak jauh. Peta yang ditampilkan dalam sistem ini menggunakan *Google Map API*, perangkat lunak yang digunakan berupa *Javascript C*, *HTML* dan *PHP* sebagai bahasa pemrograman *MySQL* sebagai *database server*, *Arduino IDE* dan *Sublime text* sebagai *Text Editor*. Sedangkan perangkat keras yang digunakan berupa sensor *ultrasonic* sebagai pengukur tinggi muka air, *microcontroler NodeMCU ESP8266* sebagai pengolah dan pengirim data, *buzzer* sebagai alarm dan *led* sebagai lampu indikator status. Sistem ini merupakan monitoring ketinggian air sungai yang memberikan informasi kepada pengawas sungai dan masyarakat berupa tinggi serta status sungai secara *real time* melalui media tampilan *website GIS* sebagai upaya peringatan dini bahaya banjir (*Early Warning System*) agar dapat segera melakukan antisipasi sewaktu-waktu.

Kata Kunci: *Early Warning System, Website GIS, Ketinggian Sungai.*

ABSTRACT

Floods are one of the most frequent disasters in Indonesia and cause adverse impacts on society. In general there are two types of flood events that are floods in areas that are usually not flooded and floods that occur due to overflow of river water because the flood discharge is greater than the existing river flow capacity. Parameters that are usually used as data to be monitored and analyzed changes are the water level of the river in certain seasons as an early warning of natural disasters such as floods. Currently, the control of river height is still using manual method with water level scale installed in the river wall resembles the meter so it must always monitor directly the figures indicated by the scale installed, the information obtained by the community is also still minimal. Therefore, through the design and manufacture of water level monitoring system on the microcontroller-based river and GIS website, is expected to provide solutions to these problems. GIS website that is presented to facilitate river officers and the community in accessing information remotely. Maps displayed in this system use Google Maps API, the software used in the form of Javascript, C, HTML and PHP as programming languages, MySQL as database server, Arduino IDE and Sublime text as Text Editor. While the hardware used in the form of ultrasonic sensors as water level gauges, NodeMCU ESP8266 microcontroller as a processor and data sender, buzzer as an alarm and led as a status indicator light. This system is a river water level monitoring that provides information to river and community inspectors in the form of high along with river status in real time through GIS website display media as an early warning effort of the danger of flood (Early Warning System) in order to immediately do anticipation at any time.

Keywords: *Early Warning System, Website GIS, River Alignmet.*

PENDAHULUAN

Aplikasi digital merupakan salah satu karakteristik masyarakat modern. Aplikasi memudahkan pengguna dalam proses interaksi dengan komputer dan dunia luar. Aplikasi berbasis IoT (Internet of Things) banyak digunakan sebagai media untuk mentransmisikan data sistem digital melalui jaringan tanpa melalui interaksi manusia dengan manusia atau manusia dengan komputer. Dengan dukungan *smart software*, peran aplikasi dalam mengontrol sistem digital sangat membantu proses monitoring objek yang sulit dijangkau.

Pada musim penghujan banjir merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia, yang menimbulkan dampak korban jiwa, terserang penyakit, rusaknya fasilitas umum seperti jembatan, jalan, putusnya aliran listrik, sekolah-sekolah serta fasilitas kesehatan. Hal ini dapat terjadi karena volume air yang terdapat di sungai, danau ataupun daerah dengan aliran air lainnya mengalami kelebihan kapasitas normal yang menyebabkan air meluap.

Sejauh ini pengawasan pada sungai masih menggunakan peralatan manual berupa skala ketinggian air yang ditempatkan di bibir sungai atau jembatan sehingga masih memiliki keterbatasan yaitu harus selalu memantau ketinggian air sungai melalui skala yang dipasang. Pengawasan dan pemantauan terhadap ketinggian air sungai sebenarnya merupakan pekerjaan yang tidak terlalu berat, namun jika suatu saat lengah dan lolos dari pengawasan dapat merugikan karena berhubungan dengan keselamatan penduduk. Kemudian informasi yang didapatkan penduduk juga masih minim.

Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat membantu petugas pengawas sungai dan penduduk untuk dapat mengakses informasi yaitu berupa sebuah Sistem Monitoring Pendeteksi Banjir Berbasis IoT dengan *microcontroller* dan *Web Geographic Information System (WebGIS)* yang diprogram untuk menampilkan timbangan muka air secara *real time* dan menampilkannya pada *website* yang dapat diakses penduduk sebagai peringatan dini sehingga dapat melakukan prediksi setiap saat (Jati & Arrofiq, 2013).

KAJIAN PUSTAKA

Banjir

Menurut Kodoatie, (2002) Banjir pada umumnya terdapat dua peristiwa yaitu banjir pada daerah yang biasanya tidak terjadi banjir dan banjir yang terjadi karena limpahan air sungai karena debit banjir tidak mampu dialirkan oleh alur sungai atau dapat dikatakan bahwa debit banjir lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada. Banjir bisa terjadi perlahan-lahan dalam waktu lama atau terjadi mendadak dalam waktu yang singkat yang disebut sebagai banjir bandang.

Banjir dapat berupa genangan pada lahan yang biasanya kering seperti pada lahan pertanian, permukiman dan pusat kota. Banjir dapat terjadi karena volume/debit air yang mengalir pada sungai atau saluran drainase melebihi atau diatas kapasitas pengalirannya. Luapan air biasanya tidak menjadi persoalan jika tidak menimbulkan korban luka-luka atau meninggal, tidak merendam permukiman dalam waktu yang lama, tidak menimbulkan persoalan lainnya bagi kehidupan sehari-hari. Jika genangan air cukup tinggi dalam waktu yang lama dan sering, maka hal tersebut akan mengganggu kegiatan manusia.

IoT (*Internet of Things*)

IoT (*Internet of Things*) dapat didefinisikan sebagai kemampuan berbagai *device* yang dapat saling terhubung dan saling bertukar data melalui jaringan internet. IoT adalah teknologi yang memungkinkan kontrol, komunikasi dan kolaborasi dengan berbagai perangkat keras dan data melalui internet. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa IoT adalah ketika kita menghubungkan hal-hal yang tidak dioperasikan oleh manusia ke internet (Hardyanto, 2017)

Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah SBC berukuran kartu (Single Board Computer) Reputasi yang dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation untuk mendorong pengajaran ilmu komputer dasar di sekolah. *Raspberry Pi* dapat digunakan layaknya PC konvensional, seperti untuk mengetik dokumen atau sekedar *browsing*, namun *Raspberry Pi* dapat juga digunakan untuk ide-ide inovatif seperti membuat robot yang dilengkapi dengan *Raspberry Pi* dan kamera, atau mungkin dapat membuat sebuah super komputer yang dibuat dari beberapa buah *Raspberry* (Rakhman & Rosid, 2021)

Database

Database merupakan sekumpulan data yang disusun secara logis dan dikendalikan secara sentral. Database memiliki bagian-bagian penting misalnya tabel yang digunakan untuk penyimpanan data, sedangkan tabel itu sendiri memiliki bagian *field* atau kolom dan *record* atau data perbaris. Sebuah database, bisa memiliki beberapa tabel dan tabel-tabel tersebut dapat saling berhubungan maupun saling lepas (Utami, 2014)

METODE

Metode pengembangan yang dilakukan adalah dengan menggunakan model prototipe. Produk yang akan dibangun dalam penelitian ini adalah “prototipe pendeteksi banjir berbasis *Internet of Things* (IoT)”, yang bertujuan untuk mendeteksi bencana banjir (*disaster reduction*) sedini mungkin.

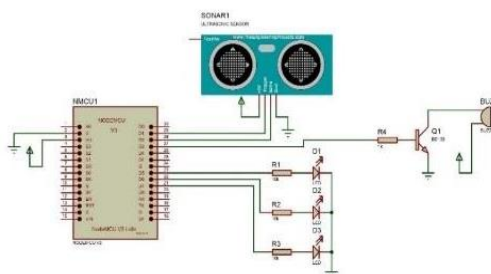
Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari NodeMCU ESP8266, sensor Ultrasonok, LED, Buzzer dan peralatan pendukung seperti project board/papan pcb, kabel jumper, solder, tenol/timah, tang, obeng, laptop dan smartphone. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE, Sublime Text 3, CorelDraw dan Browser Google Chrome.

Perancangan prototipe sistem deteksi banjir berbasis IoT dengan NodeMCU 1,0 memerlukan pengujian perangkat keras dan lunak yang komprehensif. Penelitian ini menggunakan metode *black box* sebagai sistem pengujian. Pengujian *black box* adalah metode pengujian berdasarkan pengecekan detail desain. Metode pengujian menggunakan struktur kontrol dalam program proses desain. Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa secara internal fungsionalitas perangkat lunak dan memastikan bahwa operasi internal mematuhi spesifikasi pemeriksaan ketinggian air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Microcontroller NodeMCU

Penelitian ini menggunakan NodeMCU versi 1.0 sebagai *microcontroller*. NodeMCU merupakan *open source platform* IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman C. Skema rangkaian NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada gambar berikut :

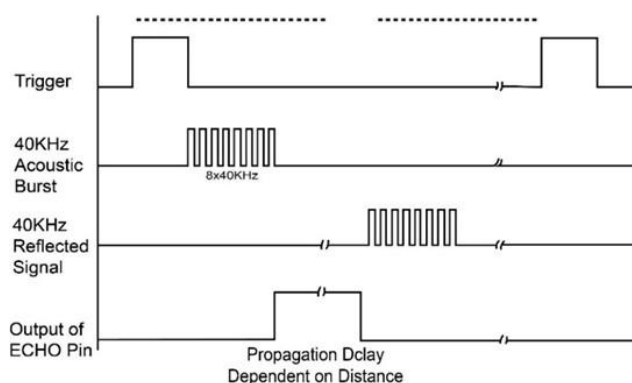


Gambar 1. Skema Rangkaian

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan *microcontroller* NodeMCU 1.0 ke koneksi USB PC (*personal computer*) menggunakan kabel USB. Jika LED pada *microcontroller* berkedip satu kali serta mengeluarkan suara, hal ini menandakan *microcontroller* sedang berjalan. Setelah memeriksa perangkat keras kemudian uji *software mikrokontroler* NodeMCU 1.0. Uji dengan mengunggah program *Arduino* (Arduino IDE) bernama *Blynk*. Jika LED berkedip sesuai perintah program yang diunggah, maka dapat dinyatakan bahwa *mikrokontroler* NodeMCU 1.0 berfungsi dengan baik.

Pengujian Sensor Ultrasonic HC-04

Sensor *ultrasonic* HC-04 digunakan untuk mengecek ketinggian air dalam level berbeda. *Sensor ultrasonic HC-04* merupakan sensor yang dapat mengubah besaran fisik yang berupa gelombang suara menjadi listrik. Sensor dapat mengukur jarak dari 2 cm hingga 400 cm, dengan akurasi hingga 3 mm. Modul *sensor ultrasonic* terdiri dari pemancar sinyal (*transmitter*) dan penerima sinyal (*receiver*). Penerima sinyal *piezoelektrik* merupakan komponen utama pemancar dan penerima. Sensor *ultrasonic* memiliki empat buah pin yaitu pin *VCC*, pin *GND*, pin *TRIG* dan pin *ECHO*.



Gambar 2. Waktu Sensor *Ultrasonic*

Pengujian LED

Prototipe ini menggunakan 3 lampu LED dengan fungsi masing-masing. Dalam keadaan aman, ketika permukaan air rendah, lampu indikator akan menyala hijau; dalam keadaan siaga, jika ketinggian air berada pada tingkat sedang, lampu indikator akan berubah menjadi jingga, dan ketika permukaan air tinggi, lampu indikator akan berubah menjadi merah menunjukkan status waspada sebagai penyampaian informasi akhir.

Pengujian Buzzer

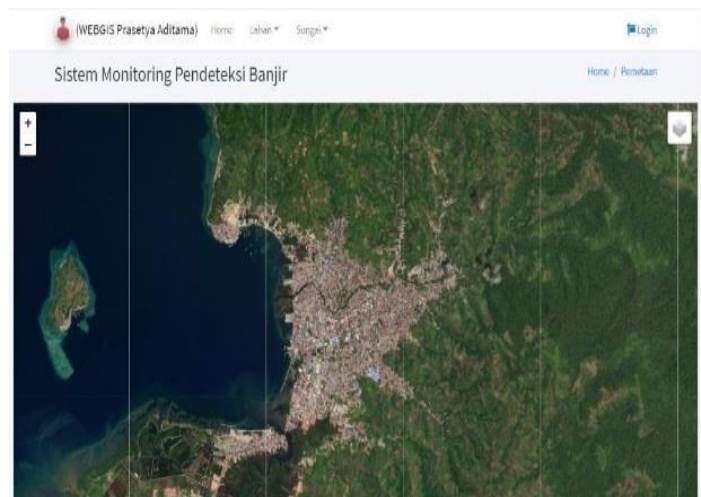
Buzzer merupakan komponen yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi suara dan getaran. Cara kerja *buzzer* dalam sistem ini adalah bila air sedikit, alarm tidak berbunyi. Saat sensor mendeteksi ketinggian air sedang, alarm akan berbunyi dua kali. Alarm akan berbunyi keras, menandakan bahwa ketinggian air telah mencapai ketinggian maksimum.

Perancangan Prototipe

Desain prototipe dilakukan setelah semua komponen diuji dan layak digunakan. Perancangan prototipe terbagi menjadi dua tahap yaitu tahap pembuatan perangkat keras dan tahap pembuatan perangkat lunak. Perakitan perangkat keras dimulai dengan pembangunan modul "*shield*" *NodeMCU*. *Shield* adalah papan elektronik tambahan yang digunakan untuk menambahkan fungsi ke modul

Perancangan WebGIS

Desain webgis Berdasarkan sistem GIS yang dijelaskan pada Bab 3, webGIS di implementasikan di daerah rawan banjir dengan menggunakan leaflet sebagai layer, dan data di database akan ditampilkan di tabel elemen webGIS. Tampilan web menggunakan Google Maps API sebagai frame, yang akan ditampilkan di web browser. Tahap pengolahan database dalam proses pembuatan WebGIS, dengan mengintegrasikan penyimpanan data menggunakan MySQL serta mongo DB.



Gambar 3. Tampilan WebGIS

Hasil Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengamati dan memastikan fungsionalitas dan kinerja prototipe. Menguji dengan mengoperasikan alat, kemudian memperhatikan kinerja masing-masing komponen alat tersebut, seperti modul *library Blynk*, modul *sensor ultrasonik*, modul *esp8266* dan *microcontroller NodeMCU*. Skema rangkaian prototipe.

Analisis pengujian alat ini dilakukan dengan mencocokkan kinerja peralatan komponen dengan program perintah yang dijalankan. Selain itu, analisis dilakukan dengan cara mencocokkan data yang dikirimkan pada prototipe dengan data yang diterima pada platform *IoT*, sehingga nantinya dapat menentukan alat mana yang bekerja secara efektif. Untuk lebih jelasnya lihat data pada tabel berikut.

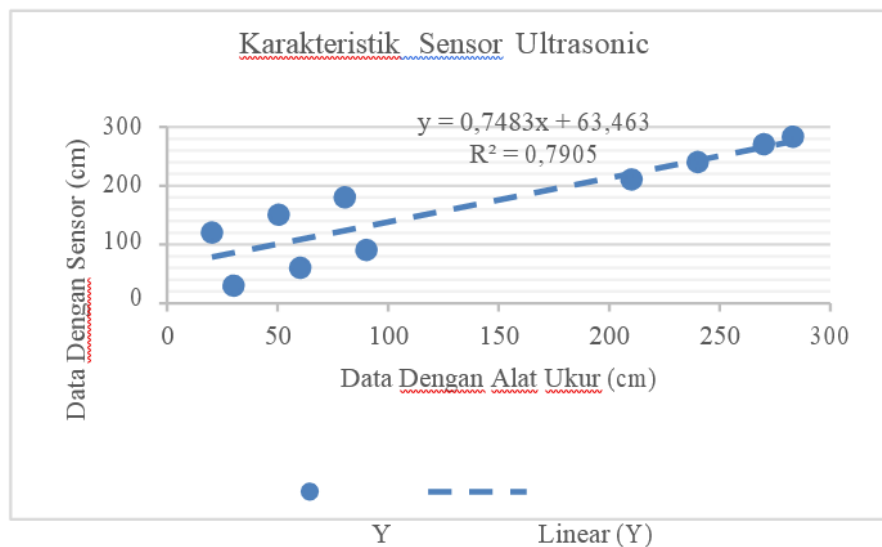
No.	Jarak pada Prototipe (cm)	Jarak pada Platform IoT (cm)
1.	10,00	10,00
2.	20,00	20,00
3.	25,00	25,00

Tabel 1. Data pengujian pengiriman data ke internet

No.	Durasi (ms)	Jarak pengukuran (cm)	Jarak Aktual (cm)	Kesalahan Relatif (%)
1.	1749	30,05	30	0,17
2.	3507	60,25	60	0,42
3.	5243	90,08	90	0,09
4.	6998	20,24	120	0,20
5.	8748	50,31	150	0,20
6.	10494	80,31	180	0,17
7.	12218	209,93	210	0,03
8.	13970	240,03	240	0,01
9.	15713	269,98	270	0,006
10.	26190	283,08	283	0,02
% kesalahan rata-rata				0,125

Tabel 2. Data pengukuran modul sensor Ultrasonik

Untuk analisis data, akurasi alat ini diuji dengan melihat koefisien korelasi dari Tabel 2. Berdasarkan tabel tersebut, data diubah menjadi grafik, dan kemudian *regresi*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 grafik fungsi linier.



Gambar 4. Grafik fungsi linier

Dari grafik di atas, faktor determinasi $R^2 = 0,7905$, dengan menentukan koefisien determinasi $R = 0,7905$ maka dapat diperoleh koefisien korelasi. Saat mengukur pada jarak lebih dari 283 cm diperoleh koefisien korelasi $R = 0,92$. Koefisien korelasi $R > 0,95$ menunjukkan hubungan antara sensor dan perubahan fisik atau kimiawi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sensor *ultrasonic* sangat akurat dalam pengukuran jarak pada rentang 0 cm – 283 cm.

Pembahasan

Prototipe sistem deteksi banjir berbasis IoT dibagi menjadi dua bagian yaitu *black box testing* (akuarium) dan *platform IoT*. Prototipe ini menggunakan modul sensor *sensor ultrasonik HC-04* sebagai sensor jarak untuk mengukur ketinggian air. Prototipe juga memiliki perpustakaan *Blynk* untuk menampilkan data. *Mikrokontroler NodeMCU* dilengkapi dengan perangkat *WiFi* berupa *ESP8266* yang dapat mengirimkan data secara *real-time* ke Internet. Pada platform IoT terdapat fungsi *widget* dan grafik visual yang memungkinkan pengguna untuk lebih mudah berinteraksi dengan perangkat *IoT* dan memproses data. Pada platform IoT, fungsi *trigger (buzzer)* juga dapat digunakan sebagai alarm dan pengingat.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh melalui teknologi pengujian *black box*, *plastic project box* yang terdiri dari mikrokontroler, *LED*, *buzzer*, serta bagian *Platform IoT*. *IoT* dapat bekerja sesuai rencana. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.2, kinerja dua bagian yang membaca dan mengirim data dari kotak penandingan sama dengan data yang diterima di platform *IoT*.

Dari hasil akurasi alat uji diperoleh perbandingan nilai jarak yang diukur menggunakan sensor ultrasonik dan jarak yang diukur menggunakan alat ukur (mistar). Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai jarak yang diperoleh dengan menggunakan sensor ultrasonik mendekati nilai jarak sebenarnya. Dengan melihat hasil nilai kesalahan rata-rata sebesar 0,125% maka dapat disimpulkan bahwa kesalahan pengukuran yang ditimbulkan oleh modul sensor ultrasonik sangat kecil.

Pada hasil uji akurasi 0 cm-283 cm diperoleh nilai koefisien korelasi $R = 0,7905$. Koefisien korelasi adalah nilai yang menunjukkan kuat tidaknya hubungan antara satu variabel dengan variabel lainnya. Oleh karena itu, hubungan antara jarak yang diukur dari sensor dan jarak sebenarnya adalah linier. Linearitas merupakan persyaratan umum bagi sensor untuk menjelaskan respon terhadap perubahan lingkungan fisik atau kimiawi. Semakin linier hubungan antara nilai keluaran sensor dan perubahan fisik atau kimiawi, semakin akurat sensor tersebut. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik pada penelitian ini akurat pada kisaran 0 cm-283 cm.

Dalam penelitian ini jarak lebih dari 283 cm selalu menghasilkan nilai ukur 450 cm. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini jarak merupakan batas ketelitian atau diluar wilayah kerja sensor ultrasonik. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi luas wilayah kerja sensor ultrasonik dari segi lingkungan. dan orang-orang. Menurut penelitian Indianto et al., (2017) , dalam proses penggunaan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak antara dua permukaan suatu benda perlu diperhatikan beberapa faktor yang juga akan mempengaruhi hasil pengukuran, diantaranya kondisi cuaca, arus listrik. di sekitar lokasi pengukuran, dan sudut pengukuran / Posisi sensor relatif terhadap objek yang diukur dan properti material objek yang dipantulkan oleh pulsa *ultrasonik*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian perancangan prototipe sistem deteksi banjir berbasis Internet of Things (IoT), dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Penggunaan sensor ultrasonik untuk merancang sistem pendeteksi banjir berbasis prototipe yang menggunakan prinsip refleksi ultrasonik untuk menentukan jarak dari sensor ke objek, berbasis Internet of Things (IoT). Dalam proses pembuatannya, prototipe ini didukung oleh beberapa komponen seperti mikrokontroler NodeMCU, library Blynk dan Webgis. Dalam mengirim data secara online yang saling berintegrasi antara hardware dan software dibutuhkan server IoT

Dari koefisien korelasi dan kesalahan relatif (KR) tersebut dapat ditentukan akurasi perancangan prototipe sistem deteksi banjir berbasis Internet of Things (IoT), dan nilai sensor pengukuran ketinggian air dapat dibandingkan dengan nilai pengukuran alat ukur. Dalam penelitian diperoleh koefisien korelasi pada jarak 0 cm - 283 cm adalah $R = 0,7905$, dan rata-rata kesalahan relatif maksimum yang diperoleh adalah $KR = 0,125\%$. Jika jarak lebih besar dari 283 cm, koefisien korelasinya adalah $R = 0,92$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa prototipe tersebut akurat dan efektif saat digunakan dalam jarak 0 cm-283 cm.

Penggunaan Webgis dalam memberikan informasi mitigasi bencana (banjir) dirasa sangat efektif dalam mengurangi dampak kerugian yang diakibatkan oleh banjir. Pada penelitian ini bersifat one page dan penginputan secara manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardyanto, R. H. (2017). Konsep Internet Of Things Pada Pembelajaran Berbasis Web. *Jurnal Dinamika Informatika*, 6(1).
- Indianto, W., Kridalaksana, A. H., & Yulianto, Y. (2017). Perancangan Sistem Prototipe Pendeteksi Banjir Peringatan Dini Menggunakan Arduino Dan PHP. *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 12(1). <https://doi.org/10.30872/jim.v12i1.222>
- Jati, E. W., & Arrofiq, M. (2013). Sistem Pemantau Ketinggian Air Sungai Dengan Tampilan Pada Situs Jejaring Sosial Twitter Sebagai Peringatan Dini Terhadap Banjir. *Simposium Nasional RAPI XII - 2013 FT UMS*.
- Kodoatie, D. I. R. J. (2002). Banjir, Beberapa Penyebab dan Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan. *Yogyakarta : Pustaka Pelajar*.
- Rakhman, R., & Rosid, M. A. (2021). Implementation and Design of IoT Based as a File Server Storage With Raspberry Pi 3b + Using Open Media Vault. *Academia Open*, 4. <https://doi.org/10.21070/acopen.4.2021.1965>
- Utami, E. (2008). *RDBMS Menggunakan MS SQL Server 2000*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Utami, E. (2014). The advantages of using CHECK constraints in the academic database tables. *Journal of Software*, 9(2). <https://doi.org/10.4304/jsw.9.2.382-388>