

Early Warning System Berbasis Internet Of Things (IOT) pada Daerah Rawan Bencana Banjir di Kota Semarang

Putri Novita Sari*, Febrian Wahyu Christanto**

Teknik Informatika, Universitas Semarang
pnovita75@gmail.com*, febrian.wahyu.christanto@usm.ac.id**

Article Info

Article history:

Received Nov 3rd, 2023

Revised Dec 18th, 2023

Accepted Dec 19th, 2023

Keyword:

NodeMCU ESP8266,

Water Level Sensor,

Buzzer,

Smartphone,

Blynk

ABSTRACT

Semarang is a city that often experiences flooding. One of the causes of frequent flooding in Semarang City is land subsidence. The rise in sea water in Semarang is currently reaching 3-5 millimeters per year while land subsidence is reaching 9 cm. Land subsidence in the city is 30 times greater than global sea level rise. This land subsidence causes the city of Semarang to often be hit by floods during high rainfall because the land position on the coast is lower than sea level water. Efforts to anticipate floods include creating an early flood detection system. This flood height detector aims to describe the status of the water level when the water level has reached the maximum level. This flood detection system uses a water level sensor to detect water levels, a NodeMCU ESP8266 to read data and send it via the internet, as well as a buzzer which functions to make a sound when the sensor detects water and has the potential for a flood disaster. The system will work automatically when water hits the sensor by sending flood detection status information via the Blynk application on a smartphone. This technology aims to provide early notification of a flood for public safety. It was found that the average value of user satisfaction reached 75% when testing the prototype results from this study and the accuracy value of prototype testing reached 100%.

Copyright © 2023 Journal of Applied Multimedia and Networking.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Febrian Wahyu Christanto

Program Studi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi

Universitas Semarang

Jl. Arteri Soekarno-Hatta Tlogosari, Kota Semarang, Jawa Tengah 50196

Email: febrian.wahyu.christanto@usm.ac.id

1. PENDAHULUAN

Kota Semarang adalah kota yang sering terjadi banjir. Salah satu penyebab sering terjadinya banjir di Kota Semarang adalah penurunan muka tanah. Kenaikan air laut di Kota Semarang saat ini mencapai 3-5 *milimeter* per tahun sementara penurunan tanah mencapai 9 cm. Tingkat penurunan tanah di kota ini 30 kali lebih besar dibanding kenaikan air laut global. Faktor lokal penurunan tanah ini lebih berdampak pada kenaikan *relatif* permukaan laut di Kota Semarang sehingga penurunan tanah ini menyebabkan Kota Semarang sering dilanda banjir saat curah hujan tinggi karena posisi daratan di pesisir lebih rendah daripada air permukaan laut[1].

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Semarang mengidentifikasi 7 titik rawan bencana banjir di Kota Semarang yaitu Kecamatan Tugu, Kecamatan Semarang Barat, Semarang Timur, Semarang Tengah, Semarang Utara, Gayamsari dan Genuk [2]. Belum lama ini bencana banjir yang terjadi di awal tahun 2023 karena curah hujan yang tinggi mengakibatkan banjir menggenangi sejumlah titik. Seharusnya masalah banjir ini sudah terkendali, hanya saja pompa air rusak akibat kebocoran oli *hidrolis* sehingga menghambat kerja dari pompa air tersebut [3]. Sebanyak 90 warga Kecamatan Genuk Kota Semarang mengungsi di tempat yang aman dari banjir dikarenakan ketinggian air mencapai 1 meter [4]. Banyak dari pengungsi yang barangnya tidak dapat diamankan akibat cepatnya air banjir memasuki rumah warga. Maka

dari itu munculah ide untuk membuat pendeteksi banjir agar warga tahu level ketinggian air banjir tersebut sehingga warga bisa mengantisipasi barang berharga untuk di tempatkan yang lebih aman ketika banjir datang.

Saat ini ilmu pengetahuan dan teknologi mengalami peningkatan yang sangat pesat. Tentunya teknologi tidak lepas dari penggunaan sensor dan *transduser mikrokontroler*. Alat pengukuran dan otomatisasi digital dengan LCD tampilan adalah keuntungan teknologi pada *mikrokontroler* [5]. Kelebihan pada *NodeMCU* dari segi harga sangat terjangkau untuk ukuran *mikrokontroler*, dan mudah ditemui di pasaran. Kemampuan pemrosesan yang tinggi dengan fitur *WiFi* sudah menjadi fasilitas yang khas pada *NodeMCU*, membuat *NodeMCU ESP8266* sangat ideal untuk proyek IoT. Kekurangan pada *NodeMCU* terdapat pada pin di *board NodeMCU* ini terbatas. Untuk pin analog dari *NodeMCU* hanya ada 1 buah. Selain itu, *NodeMCU* sendiri tidak memiliki *output* tegangan 5V, melainkan hanya 3,3V.

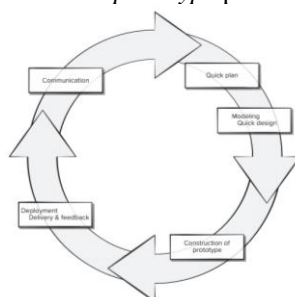
Alat sensor yang sering dipakai dalam penelitian pendeteksi ketinggian air antara lain sensor *ultrasonik* dan *water level sensor*. Keduanya memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Harga sensor *ultrasonik* yang relatif murah, mudah diperoleh di pasaran, pemasangannya sangat mudah, dan tidak merusak komponen – komponen lain saat pemasangannya adalah kelebihan dari sensor *ultrasonik hc-sr04*. Kelemahan pada sensor *ultrasonik* yakni jarak jangkauan pendeteksiannya terbatas, serta kurang bagus dalam mengukur jarak benda yang permukaannya tidak rata [6]. Tingkat akurasi pengukuran pada sensor *ultrasonik hc-sr04* sebesar 90% untuk permukaannya yang datar baik pada medium gas, padat, dan cair. Cara kerja *water level sensor* dengan membaca nilai *resistansi* tingkat intensitas air yang mengenai garis lempengan pada tubuh sensor dapat dijadikan patokan ketinggian air seberapa besar air yang mengenai tubuh sensor. Berbeda dengan sensor *ultrasonik* yang menembakkan gelombang *ultrasonik* ke permukaan air yang memungkinkan adanya *noise* atau gangguan pada pengukuran.

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan adanya korelasi linier antara ketinggian air dan keluaran sensor sehingga disimpulkan bahwa tipe *water level sensor* ini memiliki akurasi yang tinggi, sensitif terhadap perubahan ketinggian serta linier dan stabil. Peneliti melakukan pengumpulan data studi pustaka untuk penelitian ini antara lain adalah “Rancang Bangun Alat Deteksi Dini Banjir Berbasis *Internet of Things* (Studi Kasus: Kecamatan X)”[7]. Pada penelitian ini dilakukan pengujian ketinggian air menggunakan *Arduino UNO R3* dengan sensor *ultrasonik HC-SR04* dan aplikasi *ThingsSpeak*. Hasil yang diperoleh adalah ketinggian air bekerja secara baik hanya saja untuk mengukur jarak air yang permukaannya tidak rata belum cukup maksimal. “Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis IoT”[8]. Penelitian ini menggunakan *mikrokontroler NodeMCU* dengan *water level sensor*. Hasil yang diperoleh adalah monitoringnya menggunakan *Blynk* dan terdapat *buzzer* untuk memberikan peringatan jika level air sudah meninggi. Penelitian rujukan lain adalah “Rancang Bangun Sistem Alam Pendeteksi Banjir Berbasis *Arduino Uno*”[9]. Pada penelitian ini dilakukan pengujian ketinggian air menggunakan *Arduino UNO* dengan sensor *ultrasonik HC-SR04* dan mengirim informasi ketinggian air dengan *GSM Sim800L*. Hasil yang diperoleh adalah sistem pendeteksi bekerja secara baik yang mana bisa memberikan 3 tanda peringatan yaitu aman, siaga dan bahaya.

Dari beberapa pemikiran diatas, maka penelitian ini dilakukan untuk membangun sistem deteksi dini terhadap bencana banjir di Kota Semarang agar dapat membantu masyarakat dalam mengetahui potensi banjir yang terjadi pada lingkungannya apabila ketinggian air sudah mencapai level maksimum atau rawan terjadi bencana banjir. Sistem deteksi banjir ini menggunakan *water level sensors* untuk mendeteksi ketinggian air, *NodeMCU ESP8266* untuk membaca data dan mengirimkannya melalui *internet*, serta *buzzer* yang berfungsi untuk mengeluarkan suara ketika sensor mendeteksi air dan berpotensi pada bencana banjir. Diharapkan dari hasil penelitian akan dapat membantu masyarakat dalam deteksi bencana terutama banjir sejak dini.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode *prototype*. Metode *prototype* adalah proses pembuatan model sederhana *software* yang mengijinkan pengguna memiliki gambaran dasar tentang program serta melakukan pengujian awal. Berikut adalah contoh *prototype* pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode *Prototype* [10].

a. Communication,

- Pada tahap ini dilakukan wawancara kepada warga yang pernah terdampak banjir untuk mengidentifikasi kebutuhan pada sistem yang akan dibangun. Dengan demikian, wilayah di kota Semarang yang sering terkena dampak banjir bisa diberikan peringatan dini untuk dikirimkan kepada warga yang terdampak agar lebih siaga lagi dalam menghadapi bencana banjir.
- b. *Quick Plan*,
Pada tahapan dilakukan perancangan sementara sistem yang akan dibangun. Jika rancangan sudah sesuai dengan yang diinginkan selanjutnya dalam mendesain sistem.
 - c. *Modelling Quick Design*,
Pada tahap dilakukan perancangan sistem yang sudah dikomunikasikan sebelumnya, tahap ini meliputi perancangan diagram UML (*Unified Modelling Language*) dan membuat desain di *Fritzing*. *Prototype* ini akan menjadi gambaran awal yang lebih detail tentang sistem peringatan dini banjir yang akan dikembangkan dan dapat digunakan untuk menguji keefektifan rancangan sistem yang telah dibuat.
 - d. *Construction of Prototype*,
Pada tahapan mulai dilakukan pengujian terhadap sistem peringatan dini banjir yang telah disusun dan melakukan pengenalan terhadap sistem yang telah diujikan serta mengevaluasi apakah sistem peringatan dini banjir yang sudah jadi sudah sesuai dengan yang diharapkan. Perangkat keras (*Hardware*) pada sistem yang akan dibuat meliputi *NodeMCU ESP8266*, *Water Level Sensor*, *Buzzer*, LED dan LCD *Grafik*. Sistem yang akan dibangun nantinya akan menjadi sebuah *early warning system* berbasis *internet of things* (IoT). Dengan begitu masyarakat bisa lebih mudah menerima informasi apabila level air banjir semakin tinggi dan akan memberikan peringatan banjir berupa bunyi yang dihasilkan pada *buzzer*.
 - e. *Deployment Delivery & Feedback*,
Pada tahapan ini sistem yang telah dibuat telah diuji coba, untuk selanjutnya akan memberi umpan balik yang nantinya akan menjadi bahan evaluasi terhadap sistem tersebut.

2.1. Metode Pengumpulan Data

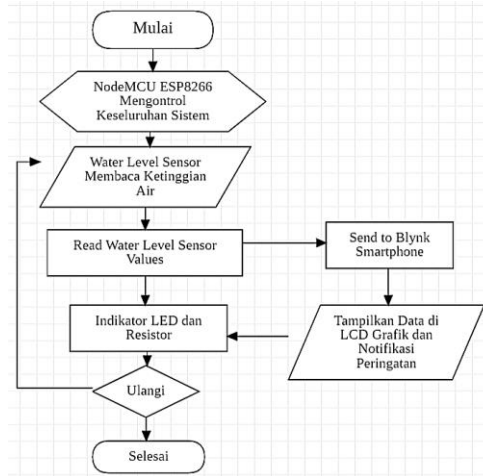
Dalam pengumpulan data menggunakan tiga metode yaitu studi literatur dengan mencari literatur atau keterangan yang relevan dengan topik penelitian merupakan tahap awal melaksanakan penelitian. Nanti *referensi* atau *literatur* yang akan dipakai menjadi acuan untuk bahan penelitian. Dapat berupa literatur terkait perangkat eksperimen pendeteksi ketinggian air, aplikasi berbasis Android, serta *Internet of Things* (IoT) yang diperoleh melalui buku, jurnal, serta publikasi penelitian yang lainnya.

Observasi dengan melakukan pengamatan secara langsung di lokasi penelitian terhadap obyek yang akan diteliti dan dibahas serta mengumpulkan data atau informasi sebanyak mungkin yang berhubungan dengan masalah yang akan diteliti. Dari hasil *observasi* tersebut dapat menyimpulkan bahwa sistem peringatan dini yang ada di Kota Semarang sangat minim sehingga tidak ada peringatan untuk warga ketika banjir datang. Seperti contoh di tempat tinggal saya yang berada di Kecamatan Semarang Utara yang mana jika curah hujan tinggi yang mengakibatkan banjir tidak ada peringatan bencana banjir.

Wawancara merupakan metode ketika subjek dan peneliti bertemu dalam satu situasi tertentu dalam proses mendapatkan informasi. Informasi penelitian yang berupa data diperoleh secara langsung oleh peneliti dari subjek penelitian. Dari hasil wawancara terhadap salah satu warga yaitu bapak Romdhon selaku Ketua RT03 RW09 Kelurahan Dadapsari yang pernah menjadi pengungsi ketika banjir adalah bahwa warga berharap Pemerintah Kota Semarang lebih memperhatikan banjir yang sering terjadi di pesisir kota. Dan tentu warga berharap dengan terciptanya *early warning system* ini mampu memberikan informasi tentang ketinggian banjir pada warga khususnya di Kelurahan Dadapsari sehingga warga bisa mengantisipasi jika banjir datang kembali.

2.2. Flowchart

Berikut dalam Gambar 2 adalah skema *flowchart* sistem untuk sistem yang akan digunakan dalam penelitian ini yang merupakan gambaran kerja sistem nantinya. Data ketinggian air akan masuk melalui *water level sensors* kemudian akan diterima dan diolah melalui *NodeMCU ESP8266* yang akan memunculkan informasi ke indikator LED sistem dan mengirimkan informasi akan potensi banjir ke *internet* dan kemudian *buzzer* dibunyikan agar dapat diketahui dan didengar oleh masyarakat bahwa di titik dan saat tertentu akan ada potensi bencana banjir yang akan terjadi.



Gambar 2. Flowchart Sistem

2.3. Pengujian Sistem

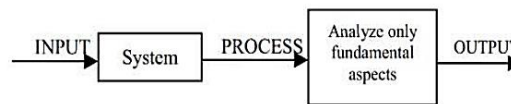
Pengujian sistem adalah sebuah proses pengujian yang dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian antara sistem atau aplikasi dengan persyaratan fungsional dan non-fungsional yang telah ditetapkan sebelumnya. Tujuannya adalah untuk menemukan kesalahan atau cacat dalam sistem sebelum sistem tersebut diterapkan secara luas atau dioperasikan oleh pengguna [11].

Dalam pengujian *early warning system* bencana banjir ini peneliti menggunakan beberapa pengujian sistem yang umum digunakan antara lain:

a. Pengujian Black Box

Black Box testing yaitu menguji perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi, masukan, dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.

Metode *Black Box* memungkinkan perekayasa perangkat lunak mendapatkan serangkaian kondisi input yang sepenuhnya menggunakan semua persyaratan fungsional untuk suatu program [12]. Berikut teknik pegujian *Black Box* pada Gambar 3 dibawah ini



Gambar 3. Sistem Kerja dari Teknik Pengujian *Black Box*

b. Survey Kepuasan Pengguna

Pengujian survey kepuasan pengguna adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data dari pengguna untuk mengevaluasi sejauh mana mereka puas dengan produk atau layanan digital. Untuk mengidentifikasi masalah dan kelemahan dalam desain atau implementasi produk sehingga dapat diperbaiki untuk meningkatkan kepuasan pengguna [13]

Berikut analisis kuisioner menggunakan skala *likert* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Y = P / Q * 100\%$$

Keterangan:

P = Banyaknya jawaban responden tiap pertanyaan

Q = Jumlah responden

Y = Nilai persentase

Dengan melakukan pengukuran dan analisis data *survey* kepuasan pengguna secara baik, maka pengembang dapat memperbaiki produk atau layanan digital sehingga dapat lebih memuaskan pengguna dan meningkatkan kualitas produk atau layanan yang ditawarkan [14]

c. Confusion Matrix

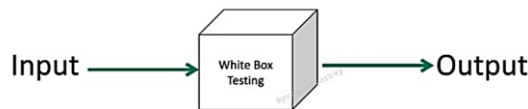
Confusion matrix juga sering disebut *error matrix*. Pada dasarnya *confusion matrix* memberikan informasi perbandingan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem (model) dengan hasil klasifikasi sebenarnya. *Confusion matrix* berbentuk tabel matriks yang menggambarkan kinerja model klasifikasi pada serangkaian data uji yang nilai sebenarnya diketahui [15]. Gambar 4 dibawah ini merupakan *confusion matrix* dengan 4 kombinasi nilai prediksi dan nilai aktual yang berbeda. Perhatikan gambar dibawah ini:

		Actual Values	
		1 (Positive)	0 (Negative)
Predicted Values	1 (Positive)	TP (True Positive)	FP (False Positive) <i>Type I Error</i>
	0 (Negative)	FN (False Negative) <i>Type II Error</i>	TN (True Negative)

Gambar 4. *Confusion Matrix*

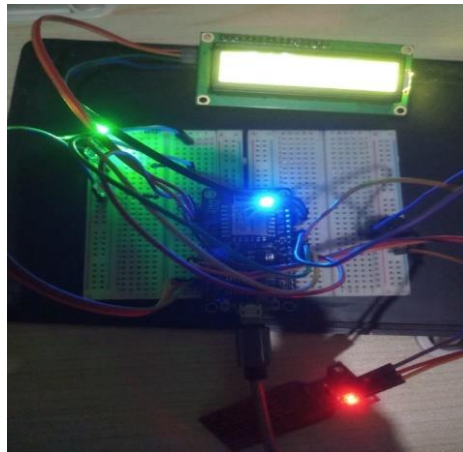
d. *White Box*

White box testing atau yang dapat diartikan menjadi “pengujian kotak putih” adalah pengujian yang dilakukan untuk menguji perangkat lunak dengan cara menganalisa dan meneliti struktur *internal* dan kode dari perangkat lunak. Lain halnya dengan *black box testing* yang hanya melihat hasil *input* dan *output* dari perangkat lunak, pengujian *white box testing* berfokus pada aliran *input* dan *output* dari perangkat lunak [16]. Gambar 5 dibawah ini merupakan contoh cara kerja pengujian *white box*.

Gambar 5. *White Box*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Perancangan Perangkat Keras



Gambar 6. Hasil Penelitian

Gambar 6 merupakan hasil perancangan *Early Warning System* Berbasis IoT pada Daerah Rawan Bencana Banjir di Kota Semarang. Alat ini berbasis *NodeMCU ESP8266* sebagai pusat pengaturan atau kontrol dari kerja alat. Selain itu pula dilengkapi LED yang berfungsi untuk menampilkan level ketinggian air. Jika air berada dalam kondisi normal maka LED hijau akan menyala. Jika air berada dalam kondisi sedang maka LED kuning akan menyala. Jika air berada dalam kondisi tertinggi maka LED merah dan *buzzer* akan menyala. *Buzzer* yang juga bersifat sebagai output mempunyai fungsi hanya pada level tertinggi sebagai penanda peringatan dari ketinggian air.

Sistem kerja pada alat ini saling berkaitan satu sama lain dari berbagai level aktifitas ketinggian air yang beragam alat ini mampu menampilkan aktifitas air secara visual pada LCD grafik 12x6 I2C, secara spesifik fungsi dari LCD grafik selain menampilkan aktifitas air secara visual dalam bentuk teks, serta mampu menghitung tinggi rendahnya air pada suatu wadah dalam hal ini.

3.2. Pengujian Black Box

Sebuah sistem diterapkan untuk meminimalisir kesalahan. Oleh karena itu, program harus diuji coba terlebih dahulu untuk menemukan kesalahan yang mungkin terjadi. Pengujian ini menggunakan metode *black box*. Berikut pada Tabel 1 adalah hasil pengujian *black box early warning system* bencana banjir.

Tabel 1. Hasil Pengujian Black Box

No	Ketinggian Air	Output			Keterangan
		LED	Buzzer	LCD Grafik	
1	80 cm	Hijau	Diam	Aman	Berhasil
2	123 cm	Hijau	Diam	Aman	Berhasil
3	237 cm	Kuning	Diam	Waspada	Berhasil
4	386 cm	Kuning	Diam	Waspada	Berhasil
5	428 cm	Merah	Bunyi	Bahaya	Berhasil
6	598 cm	Merah	Bunyi	Bahaya	Berhasil

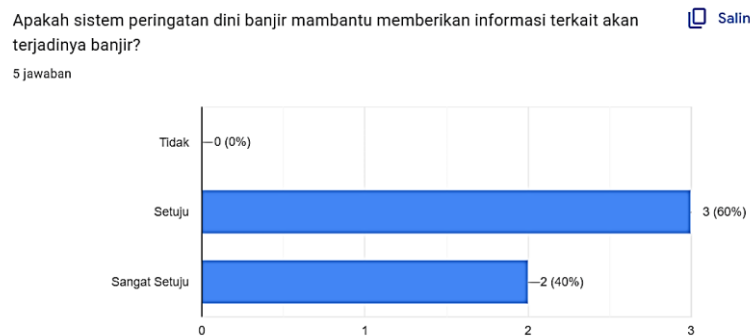
Dalam Tabel 1 pada pengujian *black box* didapatkan hasil bahwa menghasilkan 6 status berhasil, sehingga persentase keberhasilan dalam pengujian ini 100% telah memenuhi kebutuhan fungsional.

3.3. Survey Kepuasan Pengguna

Sebuah survei kepuasan pengguna adalah metode pengumpulan data yang bertujuan untuk mengukur tingkat kepuasan pengguna terhadap produk, layanan, atau pengalaman tertentu. Data yang digunakan dalam survei ini berasal dari hasil survei yang dilakukan kepada sebagian pengguna dengan mengambil sampel sebanyak 5 orang. Pada form kuesioner survei kepuasan pengguna ini terdapat 5 pertanyaan yang telah diisi oleh responden sebagai pengguna *early warning system* bencana banjir ini. Berikut ini adalah hasil pie chart berdasarkan 5 responden:

1. Pertanyaan Pertama

Berikut ini Gambar 7 hasil survei kepuasan pengguna pertanyaan pertama yang terdapat 5 responden.



Gambar 7. Hasil Survei Pertanyaan Pertama

Pada Gambar 7 hasil persepsi responden memperlihatkan bahwa tampilan dari program baik. Hal ini ditunjukkan dengan hasil indeks mencapai 60% setuju dan 40% sangat setuju.

2. Pertanyaan Kedua

Berikut ini Gambar 8 hasil survei kepuasan pengguna pertanyaan kedua yang terdapat 5 responden.



Gambar 8. Hasil Survei Pertanyaan Kedua

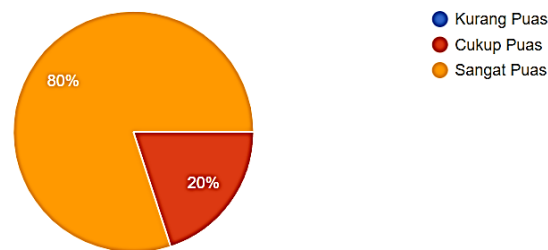
Pada Gambar 8 hasil persepsi responden memperlihatkan bahwa tampilan dari program baik. Hal ini ditunjukkan dengan hasil indeks mencapai 80% baik dan 20% sangat baik.

3. Pertanyaan Ketiga

Berikut ini Gambar 9 hasil survei kepuasan pengguna pertanyaan ketiga yang terdapat 5 responden.

Secara keseluruhan, apa anda puas menggunakan sistem peringatan dini banjir?

5 jawaban



Gambar 9. Hasil Survei Pertanyaan Ketiga

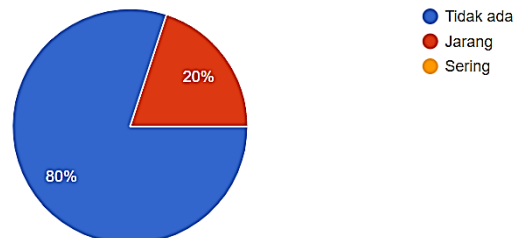
Pada Gambar 9 hasil persepsi responden memperlihatkan bahwa tampilan dari program sangat puas. Hal ini ditunjukkan dengan hasil indeks mencapai 80% sangat puas dan 20% puas.

4. Pertanyaan Keempat

Berikut ini Gambar 10 hasil survei kepuasan pengguna pertanyaan keempat yang terdapat 5 responden.

Apakah ada kendala terhadap sistem peringatan dini banjir?

5 jawaban



Gambar 10. Hasil Survei Pertanyaan Keempat

Pada Gambar 10 hasil persepsi responden memperlihatkan bahwa tampilan dari program tidak ada. Hal ini ditunjukkan dengan hasil indeks mencapai 80% tidak ada, 20% jarang.

5. Pertanyaan Kelima

Berikut ini Gambar 11 hasil survei kepuasan pengguna pertanyaan keempat yang terdapat 5 responden.

Apa kritik dan saran yang bisa anda berikan terkait sistem peringatan dini banjir ?

5 jawaban

Lebih ditingkatkan lagi
lebih bagus lagi desain dalam sistemnya
Tidak Ada
Sudah baik sistem nya
Bagus, bisa digunakan ketika ada banjir

Gambar 11. Hasil Survei Pertanyaan Kelima

Pada Gambar 11 adalah hasil persepsi responden terkait kritik dan saran.

Dari hasil survey kepuasan pengguna diatas, menentukan nilai nya menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 Y &= P / Q * 100\% \\
 Y &= (60+80+80+80) / 4 * 100\% \\
 &= 300 / 4 * 100\% \\
 &= 75 * 100\% = 75\%
 \end{aligned}$$

Keterangan:

P = Banyaknya jawaban responden tiap pertanyaan

Q = jumlah responden

Y = Nilai Presentase

3.4. Pengujian *White Box*

Tabel 2. Tabel Pengujian *White Box*

No	Proses	Kode Program	Keterangan
1	Memanggil modul ESP8266 agar board <i>mikrokontroler</i> dapat terhubung dengan program.	<code>#include <ESP8266WiFi.h></code>	Berhasil
2	Sensor membaca ketinggian air	<code>pinMode(sensorPin, INPUT);</code> <code>int analogValue = analogRead(sensorPin);</code>	Berhasil
3	Membaca nilai yang dikirim oleh sensor dan LED akan menyala sesuai kondisi	<code>if (analogValue < BatasBawah) {</code> <code> digitalWrite(LedHijau, HIGH);</code> <code> } else {</code> <code> digitalWrite(LedHijau, LOW);</code> <code> if (analogValue > BatasBawah &&</code> <code> analogValue < BatasAtas) {</code> <code> digitalWrite(LedKuning, HIGH);</code> <code> } else {</code> <code> digitalWrite(LedKuning, LOW);</code> <code> if (analogValue > BatasAtas) {</code> <code> digitalWrite(LedMerah, HIGH);</code> <code> }</code>	Berhasil
4	Mengirim informasi ketinggian ke aplikasi <i>blynk</i> yang ada di <i>smartphone</i>	<code>Blynk.run();</code> <code>liquid_level = analogRead(sensorPin);</code> <code>Blynk.virtualWrite(V0, liquid_level);</code>	Berhasil
5	Menampilkan data ketinggian air di LCD <i>Grafik</i>	<code>lcd.setCursor(0, 1);</code> <code>lcd.print("Status: AMAN ");</code> <code>lcd.setCursor(0, 1);</code> <code>lcd.print("Status: WASPADA ");</code> <code>lcd.setCursor(0, 1);</code> <code>lcd.print("Status: BAHAYA ");</code>	Berhasil
6	Mengirim peringatan lewat <i>buzzer</i> jika air sudah di kondisi tinggi	<code>digitalWrite(Buzzer, HIGH);</code> <code> } else {</code> <code> digitalWrite(LedMerah, LOW);</code> <code> digitalWrite(Buzzer, LOW);</code> <code> }</code>	Berhasil

3.5. *Confusion Matrix*

Tabel 3. Hasil *Confusion Matrix*

Aktual	Prediksi		
	Bahaya	Waspada	Aman
Bahaya	2	0	0
Waspada	0	2	0
Aman	0	0	2

Setelah mendapatkan hasil matriks ini peneliti dapat menghitung akurasi model dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = (TP+TN) / (TP+FP+FN+TN)$$

$$= 6 / 6 = 1 = 100\%$$

Keterangan:

TP = *True Positif*

TN = *True Negatif*

FP = *False Positif*

FN = *False Negatif*

Menurut perhitungan akurasi, model yang diusulkan memiliki akurasi deteksi hingga 100% tanpa kesalahan, yang berarti algoritma berfungsi dengan benar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang sudah dijabarkan,

1. Hasil pengujian *black box* didapatkan hasil bahwa 6 status berhasil, sehingga persentase keberhasilan dalam pengujian ini adalah 100%.
2. Pengujian survei kepuasan pengguna mencapai hasil 75% pengguna setuju jika *early warning system* bencana banjir ini mampu membantu warga Kota Semarang di Kelurahan Dadapsari dalam mengelola dan memberikan informasi mengenai ketinggian air banjir.
3. Penelitian menggunakan pengujian *white box* yang mana *source code* mampu berjalan sesuai perintah.
4. Presentase hasil dari uji keakuratan menggunakan *confusion matrix* adalah 100%.
5. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *prototype early warning system* berbasis *Internet of Things* (IOT) merupakan alternatif baru yang sangat minim di daerah Kota Semarang khususnya Kelurahan Dadapsari.

REFERENSI

- [1] G. Grehenson, "Pakar UGM: Penurunan Tanah di Jakarta dan Semarang Perlu Ditangani Secara Komprehensif," *Berita*, 6 Januari 2023. <https://ugm.ac.id/id/berita/23341-pakar-ugm-penurunan-tanah-di-jakarta-dan-semarang-perlu-ditangani-secara-komprehensif/> (diakses 18 Agustus 2023).
- [2] M. D. Yusuf, "11 Wilayah di Kota Semarang Ini Rawan Banjir dan Longsor," 12 Oktober 2022. <https://regional.kompas.com/read/2022/10/12/223629578/11-wilayah-di-kota-semarang-ini-rawan-banjir-dan-longsor> (diakses 26 Mei 2023).
- [3] Jawa Pos, "Tahun Baru, Semarang Dikepung Banjir," 1 Januari 2023. <https://radarsemarang.jawapos.com/berita/jateng/semarang/2023/01/01/tahun-baru-semarang-dikepung-banjir/> (diakses 1 Mei 2023).
- [4] M. D. Yusuf, "Banjir di Trimulyo Semarang Masih Setinggi 1 Meter, 90 Warga Mengungsi di Masjid dan Sekolah," 4 Januari 2023. <https://regional.kompas.com/read/2023/01/04/120431978/banjir-di-trimulyo-semarang-masih-setinggi-1-meter-90-warga-mengungsi-di> (diakses 18 Agustus 2023).
- [5] T. A. D. Jayanti, A. Sudarmanto, dan M. I. Faqih, "Cold Smoking Equipment Design of Smoked Fish Products with Closed Circulation Using Temperature and Concentration Monitoring System Based on Arduino Uno," 2020. doi: 10.1088/1757-899X/846/1/012025.
- [6] I. G. S. Widharma, K. D. W. Saputra, I. M. S. Purnamayana, S. Anam, dan I. G. P. B. Prawiradnyana, "Sensor Ultrasonik dalam Water Level Controller," Bali, 2020. Diakses: 1 Mei 2023. [Daring]. Tersedia pada: https://www.researchgate.net/profile/I-Gede-Widharma-2/publication/346631120_Sensor_Ultrasonik_dalam_Water_Level_Controller/links/5fca59d045851568d13af3c0/Sensor-Ultrasonik-dalam-Water-Level-Controller.pdf
- [7] F. D. Hanggara, "Rancang Bangun Alat Deteksi Dini Banjir Berbasis Internet of Things (Studi Kasus: Kecamatan X)," 2020.
- [8] A. Muzakky, A. Nurhadi, A. Nurdiansyah, dan G. Wicaksana, "Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis IoT," 2018. Diakses: 21 Mei 2023. [Daring]. Tersedia pada: <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/article/view/678>
- [9] Suradi, Ahmad Hanafie, dan Sahir Leko, "Rancang Bangun Sistem Alam Pendeteksi Banjir Berbasis Arduino Uno," 2019.
- [10] R. S. Pressman dan B. R. Maxim, "Software Engineering," 2020.
- [11] D. I. Permatasari *dkk.*, "Pengujian Aplikasi Menggunakan Metode Load Testing dengan Apache Jmeter pada Sistem Informasi Pertanian," vol. 8, Jan 2020, Diakses: 9 Agustus 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/justin/article/view/34452/75676585159>
- [12] A. Rouf, Riyanto, dan Eko, "Pengujian Perangkat Lunak Dengan Menggunakan Metode White Box Dan Black Box," 2019. [Daring]. Tersedia pada: ojs.stmik-himsya.ac.id
- [13] Dickson Kho, "Pengertian LED (Light Emitting Diode) dan Cara Kerjanya," 2022. <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/> (diakses 28 Mei 2023).
- [14] Ani Mardatila, "Fungsi LED, Pengertian, Beserta Cara Kerjanya dalam Dunia Elektronika," 27 Mei 2021. <https://www.merdeka.com/sumut/fungsi-led-pengertian-beserta-cara-kerjanya-dalam-dunia-elektronika-kln.html> (diakses 28 Mei 2023).
- [15] K. S. Nugroho, "Confusion Matrix untuk Evaluasi Model pada Supervised Learning," 13 November 2019. <https://ksnugroho.medium.com/confusion-matrix-untuk-evaluasi-model-pada-unsupervised-machine-learning-bc4b1ae9ae3f> (diakses 20 Agustus 2023).
- [16] R. Setiawan, "White Box Testing untuk Menguji Perangkat Lunak," 20 November 2021. <https://www.dicoding.com/blog/white-box-testing/> (diakses 20 Agustus 2023).