

Sistem Monitoring Tinggi Muka Air Pada Sungai Berbasis Mikrokontroler dan Website *Geographic Information System* (WebGIS)

Siti Nurul Hidayati

*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro
Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl. Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta
E-mail : sitinurul57@gmail.com*

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 limpahan air sungai karena debit banjir 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 sistem monitoring tinggi muka air pada sungai berbasis mikrokontroler dan website GIS ini, diharapkan mampu memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut. Website GIS yang dihadirkan dapat memudahkan petugas sungai dan masyarakat dalam mengakses informasi secara jarak jauh. Peta yang ditampilkan dalam sistem ini menggunakan Google Maps 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, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pengolah dan pengirim data, buzzer sebagai alarm dan led sebagai lampu indicator status. Sistem ini merupakan monitoring ketinggian air sungai yang memberikan informasi kepada pengawas sungai dan masyarakat berupa tinggi beserta 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 (EWS), Geographic Information System (GIS), Ketinggian Sungai, Monitoring, Website*

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 (EWS), Geographic Information System (GIS), River Alignment, Monitoring, Website

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada musim penghujan banjir merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia, yang menimbulkan dampak korban jiwa, terserang berbagai macam penyakit, rusaknya fasilitas umum seperti jembatan, jalan, putusnya aliran listrik, sekolah-sekolah serta fasilitas kesehatan. Banjir ialah berair banyak dan juga deras, kadang-kadang meluap (KBBI Online: 2017). Hal ini dapat terjadi karena volume air yang terdapat di sungai, danau ataupun daerah dengan aliran air lainnya mengalami kelebihan kapasitas normal akibat dari adanya pemampatan air hujan sehingga air meluap. Menurut Kodoatie (2002:74), 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.

Volume air pada sungai atau tinggi muka air sungai adalah parameter yang biasanya dijadikan data untuk dipantau dan dianalisa perubahannya, pada musim tertentu sebagai peringatan dini bencana alam seperti banjir. Pada setiap sungai biasanya terdapat sebuah pos pantau dengan petugas pengawas sungai untuk mengawasi tinggi muka air sungai agar dapat mengetahui status kesiagaan sungai. Namun, 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 didapat 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 tinggi muka air pada sungai berbasis mikrokontroler dan website Geographic Information System (WebGIS)** yang dapat

melakukan pengukuran terhadap ketinggian air sungai secara *real time*, dan menampilkannya pada website yang dapat diakses oleh penduduk sebagai peringatan dini bahaya banjir (*Early Warning System*) sehingga dapat melakukan antisipasi sewaktu-waktu dengan segera.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana membuat suatu alat yang dapat mengukur ketinggian permukaan air sungai secara otomatis?
- Bagaimana membuat sistem monitoring yang dijadikan sebagai media informasi untuk melakukan pemantauan ketinggian air sungai sebagai peringatan dini bahaya banjir secara jarak jauh?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan permasalahan sebagai berikut:

- Sistem ini menggunakan media tampilan berupa website GIS sebagai hasil monitoring sungai yang ditampilkan pada peta yang dibuat menggunakan Google Maps API.
- Perancangan sistem dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Javascript, PHP, C dan HTML serta menggunakan framework Bootstrap.
- Sistem ini menggunakan sensor ultrasonic untuk mengukur ketinggian muka air sungai dan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler sekaligus pengirim data, sedangkan catu daya alat tidak termasuk dalam penelitian ini.
- Penelitian fokus terhadap pemantauan tinggi muka air terhadap banyak titik pada banyak lokasi, akan tetapi alat yang dibuat untuk dua lokasi sungai sebagai peringatan dini bahaya banjir dengan membunyikan alarm.
- Admin bersifat sebagai simulator untuk memungkinkan titik yang banyak karena keterbatasan alat, selanjutnya admin hanya dapat memanipulasi data ketinggian air dan status sungai untuk simulasi kondisi sungai melalui halaman admin.

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah dapat menjelaskan mengenai beberapa permasalahan yang muncul yaitu:

- a. Membuat alat yang dapat mengukur ketinggian permukaan air sungai secara otomatis menggunakan teknologi elektronika.
- b. Membuat media informasi sebagai sistem monitoring sebagai peringatan dini bahaya banjir secara jarak jauh melalui Website GIS.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Sungai

Dilansir dari KBBI Online, sungai berarti aliran air yang besar. Sedangkan dilansir dari wikipedia sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara).



*Gambar 1: Sungai Code Yogyakarta
(Sumber: nasional.tempoco)*

Sedangkan DAS atau Daerah Aliran Sungai adalah suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi dimana air yang berasal dari air hujan yang jatuh terkumpul dalam kawasan tersebut. Guna dari DAS adalah menerima, menyimpan dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya melalui sungai (Wikipedia, 2017).

2.2. Banjir

Menurut Kodoatie (2002:74), Banjir pada umumnya terdapat 2 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 ialah berair banyak dan juga deras, kadang-kadang meluap (KBBI Online: 2017). Banjir bisa terjadi perlahan-lahan dalam waktu

lama atau terjadi mendadak dalam waktu yang singkat yang disebut banjir bandang (Departemen Kesehatan: 2007).



*Gambar 2: Banjir di Yogyakarta
(Sumber: jogja.tribunnews.com)*

2.3. Monitoring

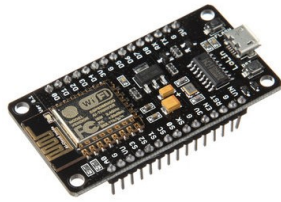
Menurut Ohara (2005) Sistem monitoring merupakan suatu proses untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber daya. Biasanya data yang dikumpulkan merupakan data yang real time. Secara garis besar tahapan dalam sebuah system monitoring terbagi ke dalam tiga proses besar yaitu sebagai berikut :

- a. Proses di dalam pengumpulan data monitoring
- b. Proses di dalam analisis data monitoring
- c. Proses di dalam menampilkan data hasil monitoring

2.4. Mikrokontroler

Mikrokontroler atau pengendali mikro adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena di dalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O, sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja (Wikipedia: 2017).

Dalam penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dan servernya. NodeMCU ESP8266 merupakan modul turunan pengembangan dari modul platform IoT (*Internet of Things*) keluarga ESP8266 tipe ESP-12. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan platform modul arduino, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk "Connected to Internet".



Gambar 3: NodeMCU ESP8266
(Sumber: projectshopbd.com)

2.5. Arduino IDE

Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) merupakan sebuah *open-source software* yang digunakan untuk melakukan pemrograman berupa fungsi-fungsi yang ditanamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman menyerupai bahasa C.

2.6. Sensor Ultrasonic

Sensor Ultrasonic adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya (Heri Santoso, 2015).

Cara kerjanya berdasar prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik) yaitu gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz yang tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat merambat melalui zat padat, cair dan gas.



Gambar 4: Sensor Ultrasonik HC-SR04
(Sumber: elangsakti.com)

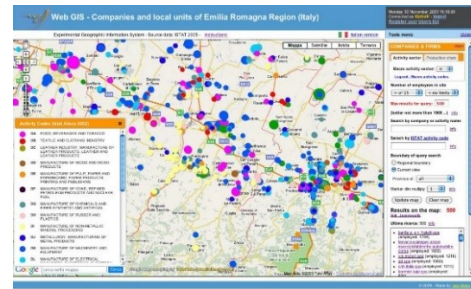
2.7. Website

Website atau lebih sering disebut dengan web adalah hakaman informasi yang disediakan melalui jalur internet sehingga bisa diakses di seluruh dunia selama terkoneksi dengan jaringan internet (Proweb Indonesia). Referensi lain juga menyebutkan bahwa web adalah sebuah sistem yang saling terkait dalam sebuah dokumen berformat hypertext yang berisi

beragam informasi, baik tulisan, gambar, suara, video dan informasi multimedia lainnya dan dapat diakses melalui sebuah perangkat yang disebut web browser (Irwin Nugroho, 2011).

2.8. Geographic Information System (GIS)

Geographic Information System (GIS) menurut Eddy Prahasta (2009), sistem informasi geografis adalah gabungan dari tiga unsur pokok yaitu sistem, informasi dan geografis.



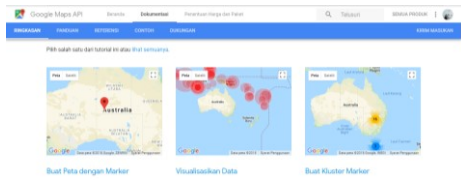
Gambar 5: Salah satu contoh tampilan Website GIS
(Sumber: italomairo.italomairo.com)

Dengan memperhatikan pengertian sistem informasi, maka sistem informasi geografis merupakan suatu kesatuan formal yang terdiri dari berbagai sumber daya fisik dan logika yang berkenaan dengan objek-objek yang terdapat di permukaan bumi. SIG juga merupakan sejenis perangkat lunak yang dapat digunakan untuk pemasukan, penyimpanan, manipulasi, menampilkan dan keluaran informasi geografis berikut atribut-atributnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem komputer yang digunakan untuk memanipulasi data geografi. Sistem ini diimplementasikan dengan perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang berfungsi untuk akuisisi dan verifikasi data, kompilasi data, penyimpanan data, perubahan dan updating data, manajemen dan pertukaran data, manipulasi data, pemanggilan data, presentasi data, dan analisa data.

2.9. Google Maps API

Google juga menyediakan layanan Google Maps API yang memungkinkan para pengembang untuk mengintegrasikan Google Maps ke dalam website masing-masing dengan menambahkan data point sendiri. Dengan menggunakan Google Maps API, Google Maps dapat ditampilkan pada web site eksternal. Agar aplikasi Google Maps dapat muncul di website tertentu, diperlukan adanya API key. API key merupakan kode unik yang digenerasikan oleh google

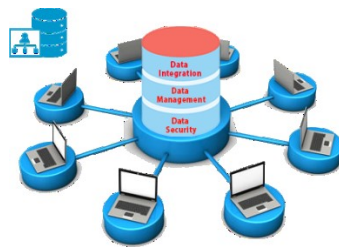
untuk suatu website tertentu, agar server Google Maps dapat mengenali.



Gambar 6: Google Maps API
(Sumber: developers.google.com)

2.10. Database

Database merupakan sekumpulan data yang disusun secara logis dan dikendalikan secara sentral. Database memiliki bagian-bagian penting misalnya tabel yang digunakan untuk menyimpan 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. (Ema Utami, 2008:50)



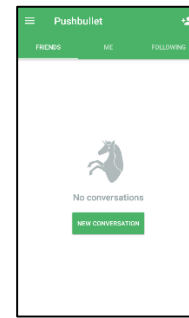
Gambar 7: Ilustrasi Sistem Database
(Sumber: softgainz.com)

2.11. Pushingbox API

Pushingbox merupakan sebuah sistem berbasis *cloud/internet* yang dapat mengirimkan notifikasi/pemberitahuan berdasarkan panggilan API, ke beberapa perangkat seperti Push, Tweet, Email yang semuanya secara *real time*.

2.12. Pushbullet

Pushbullet adalah layanan yang dapat digunakan sebagai jembatan antara smartphone dengan PC atau laptop yang memungkinkan mengirimkan teks, link, file, peta dan lainnya. Fitur-fitur dari pushbullet antara lain dapat mengirim link antar perangkat, membuka alamat pada maps, mengirim dan menerima pesan teks di komputer.



Gambar 8: Tampilan Aplikasi Pushbullet pada Smartphone Android

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Alat dan Bahan yang Digunakan

Berikut ini peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian.

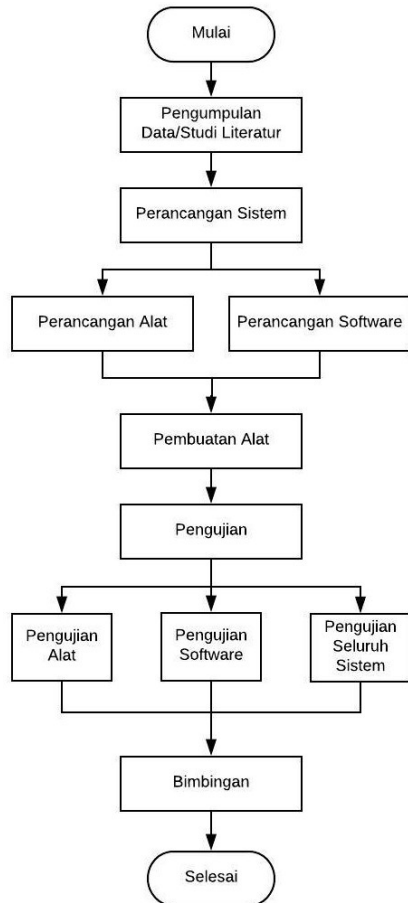
- a. NodeMCU ESP8266
- b. Sensor Ultrasonic
- c. LED
- d. Buzzer
- e. Alat pendukung
 - 1) Project board/papan pcb
 - 2) Kabel jumper
 - 3) Solder
 - 4) Tenol/timah
 - 5) Tang
 - 6) Obeng
 - 7) Laptop
 - 8) Smartphone

3.2. Software yang Digunakan

Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Arduino IDE
- b. Sublime Text 3
- c. CorelDraw
- d. Browser Google Chrome
- e. Aplikasi Pushbullet

3.3. Metode Penelitian

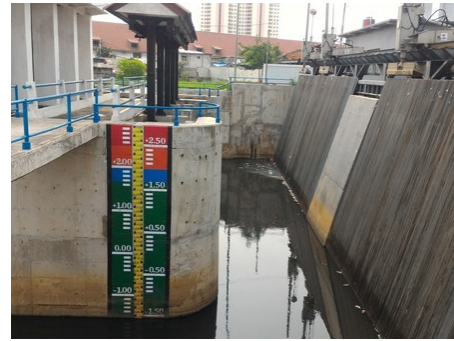


Gambar 9: Flowchart metode penelitian

4. ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

4.1. Analisa Sistem yang Berjalan

Saat ini monitoring atau pemantauan terhadap sungai masih menggunakan metode manual yakni melakukan pengamatan langsung oleh pengawas di bibir sungai dengan alat bantu berupa indikator level ketinggian air dalam satuan meter maupun centimeter yang biasanya berada di dinding sungai. Indikator tersebut dicat dengan warna sesuai status sungai menurut kategori ketinggiannya.

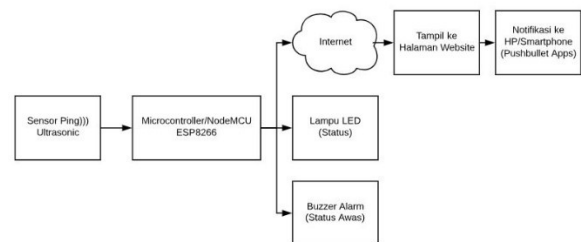


Gambar 10: Ilustrasi indikator level ketinggian air pada sungai
(Sumber: www.loggerindo.com)

Pada saat ketinggian muka air mengalami perubahan yang cukup banyak, pengawas sungai akan terus melakukan pemantauan secara berkala dengan mengamati secara langsung angka yang ditunjukkan indikator dan mencatatnya secara manual sebagai data untuk laporan status sungai yang nantinya akan diinformasikan kepada masyarakat beserta pihak-pihak terkait.

4.2. Analisa Sistem yang Diusulkan

Sistem yang diusulkan berupa alat pengukur ketinggian muka air sungai yang akan dipasang pada bibir sungai, berbasis mikrokontroler sebagai pengolah data yang diperoleh dari sensor alat pengukur. Kemudian data yang diperoleh akan diolah dan dikirimkan ke web server berupa angka, yang dapat digunakan untuk menentukan status sungai. Pemantauan sungai dapat dilakukan dengan mengakses website GIS dengan tampilan peta google, yang akan menampilkan nama sungai, ketinggian sungai dan status sungai yang telah terpasang alat tersebut.



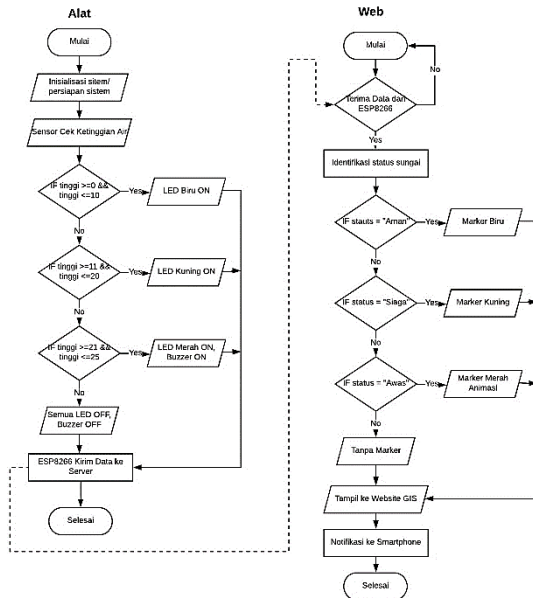
Gambar 11: Blok Diagram Sistem

Alat ini dibuat menggunakan sensor ultrasonic sebagai pengukur ketinggian muka air sungai yang dihubungkan pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266, kemudian diolah dan menghasilkan data yang akan menyalakan led sesuai dengan ketinggiannya dan dikirimkan ke web server untuk ditampilkan ke halaman website GIS yang diintegrasikan ke smartphone sebagai notifikasi

kepada petugas. Jika ketinggian telah menunjukkan status “Awat” maka Buzzer akan menyala sebagai alarm EWS (early warning system) atau peringatan dini bahaya dalam hal ini adalah banjir.

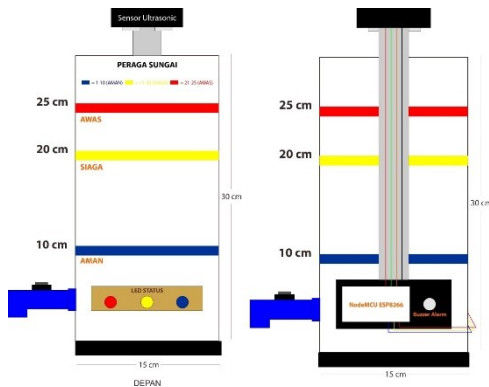
4.3. Rancangan Sistem

Sistem monitoring ini dirancang sebagai alat pengukuran ketinggian muka air pada sungai sebagai peringatan dini bahaya banjir yang dapat diakses secara jarak jauh menggunakan jaringan internet melalui website GIS. Berikut ini merupakan perancangan sistem yang akan dibuat:

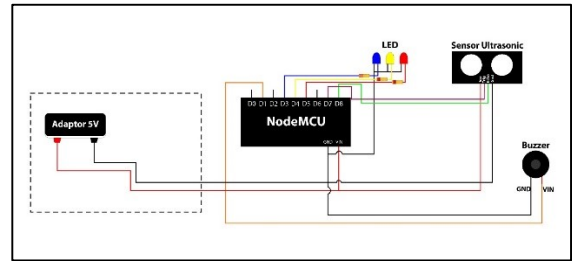


Gambar 12: Rancangan Sistem

4.4. Rancangan Alat

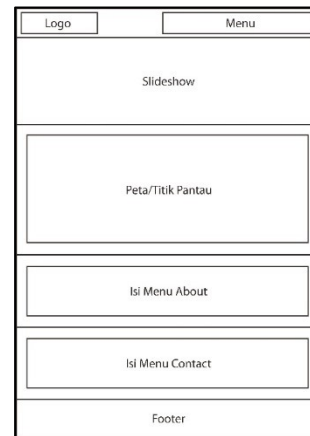


Gambar 13: Rancangan prototype Alat Tampak Depan dan Belakang



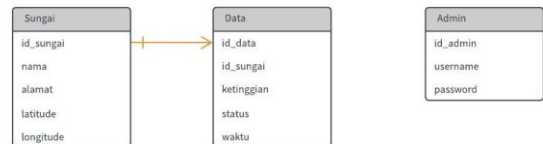
Gambar 14: Skematik Rangkaian

4.5. Rancangan Software



Gambar 15: Rancangan kerangka tampilan website

4.6. Rancangan Daatabase



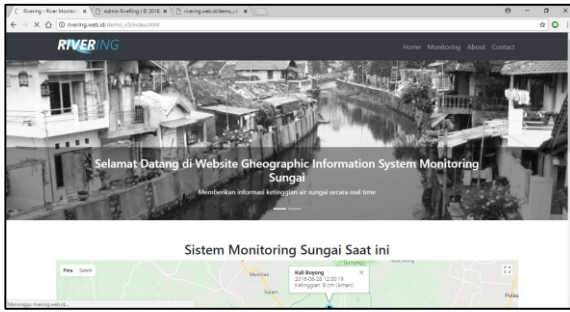
Gambar 16: Rancangan tabel pada database

5. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

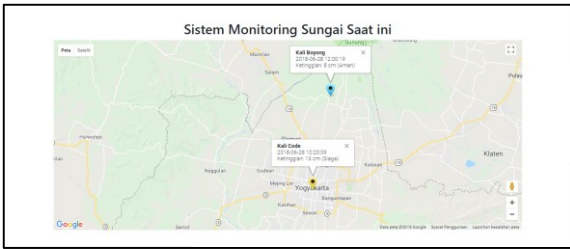
5.1. Pembuatan Alat



Gambar 17: Alat Peraga Sungai



Gambar 18: Tampilan Utama Website Monitoring Sungai



Gambar 19: Tampilan Monitoring Sungai

5.2. Pengujian Seluruh Sistem

Tabel 1: Pengujian untuk Kali Boyong

Uji coba	Tinggi muka air	Status	Warna Led	Buzzer	Marker Web	Ket.
1	3	Aman	Biru	OFF	Biru	Berhasil
2	5	Aman	Biru	OFF	Biru	Berhasil
3	8	Aman	Biru	OFF	Biru	Berhasil
4	10	Aman	Biru	OFF	Biru	Berhasil
5	12	Siaga	Kuning	OFF	Kuning	Berhasil
6	17	Siaga	Kuning	OFF	Kuning	Berhasil
7	20	Siaga	Kuning	OFF	Kuning	Berhasil
8	21	Awas	Merah	ON	Merah Animasi	Berhasil
9	22	Awas	Merah	ON	Merah Animasi	Berhasil
10	25	Awas	Merah	ON	Merah Animasi	Berhasil

Tabel 2: Pengujian untuk Kali Code

Uji coba	Tinggi muka air	Status	Warna Led	Buzzer	Marker Web	Ket.
1	3	Aman	Biru	OFF	Biru	Berhasil
2	5	Aman	Biru	OFF	Biru	Berhasil
3	8	Aman	Biru	OFF	Biru	Berhasil
4	10	Aman	Biru	OFF	Biru	Berhasil
5	12	Siaga	Kuning	OFF	Kuning	Berhasil
6	17	Siaga	Kuning	OFF	Kuning	Berhasil
7	20	Siaga	Kuning	OFF	Kuning	Berhasil
8	21	Awas	Merah	ON	Merah Animasi	Berhasil

9	22	Awas	Merah	ON	Merah Animasi	Berhasil
10	25	Awas	Merah	ON	Merah Animasi	Berhasil

6. PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Alat yang telah dibuat dapat mengukur tinggi muka air pada sungai secara otomatis menggunakan komponen-komponen elektronis.
- Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dapat mengunggah data ke database web server melalui jaringan internet dengan Wi-Fi berupa data ketinggian sungai dan data status sungai. Data yang diunggah didapatkan dari pembacaan sensor ultrasonic dan pemrograman yang di-setting pada mikrokontroler. Mikrokontroler juga dapat mengirimkan notifikasi ke smartphone yang diterima melalui aplikasi pushbullet sesuai dengan kondisi sungai saat itu.
- Data yang telah diunggah ke database web server dapat dimonitoring atau dipantau secara jarak jauh melalui internet dengan mengakses halaman website GIS.

6.2. Saran

Pada penelitian yang telah dilakukan masih belum sempurna, untuk itu adapun saran untuk pengembangan peneliti selanjutnya sebagai berikut:

- Sistem yang dibangun merupakan peringatan dini bahaya banjir, untuk peneliti selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan sistem sampai dengan penanggulangan jika banjir telah terjadi, seperti buka tutup pintu otomatis maupun kendali pintu air melalui IoT dengan smartphone ataupun perangkat lain.
- Catu daya yang digunakan masih menggunakan adaptor 5v dari suplai listrik PLN, kedepan dapat menggunakan baterai yang terhubung dengan panel surya maupun sumber energi terbarukan lainnya jika alat diimplementasikan pada medan sungai yang sesungguhnya mengingat jangkauan listrik pada daerah sungai masih minim.
- Peningkatan dalam hal pengamanan website perlu dilakukan agar tidak terjadi pembajakan yang tidak diinginkan.

- d. Notifikasi yang digunakan kedepan dapat berbasis aplikasi android yang dibuat sendiri tanpa menggunakan API yang memiliki limit data, dan diperuntukan untuk petugas sungai agar dapat selalu terpantau pada smartphone tanpa harus mengakses website terlebih dahulu ketika kondisi darurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alif Noor Anna, dkk (2017). *Monitoring Kualitas Air Sungai di Kota Surakarta Berbasis Web GIS*. Prosiding Seminar Nasional Geotik 2017, ISSN: 2580-8796, Pusat Studi Lingkungan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [2] An Nisaa Rambu Sayekti, dkk (2013). *Perancangan Sistem Monitoring Tinggi Muka Air Berbasis Mikrokontroler pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Cisadane*. Tugas Akhir Teknik Telekomunikasi, Fakultas Elektro, Universitas Telkom.
- [3] Dadan Nurdin Bagenda, Levin Pranata Sembiring. *Sistem Pendeteksi Dini Level Ketinggian Air di Citarum (Dayeuhkolot) Berbasis Arduino Uno*. Tugas Akhir Konsentrasi Teknik Informatika, Program Studi Manajemen Informatika, STIMIK LPKIA Bandung.
- [4] V. Medina, R. Valdes, J. Azpiroz, and E. Sacristan, "Title of paper if known," unpublished.
- [5] E. H. Miller, "A note on reflector arrays (Periodical style—Accepted for publication)," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, in press. Kadir, Abdul. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [6] Kodoatie, Sugiyanto. (2002). *BANJIR Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [7] Nugroho, Irwin. (2011). *Sistem Informasi Penerimaan Siswa Baru Berbasis Web dengan PHP dan SQL*. Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [8] Ohara, Gheyb Jhuana (2005). *Aplikasi Sistem Monitoring Berbasis Web Untuk Open Cluster*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Telkom Bandung.
- [9] Prahasta, Eddy. (2009). *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung: CV Informatika.
- [10] PT Proweb Indonesia. *Website adalah*. https://proweb.co.id/articles/web_design/website_adaah.html/. Diakses tanggal 12 November 2017, Jam 08.43 WIB.
- [11] Purvis, Michael. (2006). *Beginning Maps Applications with PHP and AJAX from Novice to Professional*. Apress.
- [12] Pusat Penanggulangan Krisis. 2007. *Booklet Penanggulangan Masalah Kesehatan Akibat Bencana Banjir*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- [13] Santoso, Heri. (2015, Mei). *Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya*. <https://elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>. Diakses tanggal 12 November 2017, Jam 08.15 WIB.
- [14] Sinau Arduino. (2016). *Mengenal Arduino Software (IDE)*. <https://www.sinauarduino.com/artikel/mengenal-arduino-software-ide/#1>. Diakses tanggal 11 November 2017, Jam 21.54 WIB.
- [15] Utami, Ema. (2008). *RDBMS Menggunakan MS SQL Server 2000*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [16] Wikipedia. (2017). *Sungai*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Sungai>. Diakses tanggal 11 November 2017, Jam 20.10 WIB.
- [17] Wikipedia. (2017). *Pengendali Mikro*. https://id.wikipedia.org/wiki/Pengendali_mikro. Diakses tanggal 12 November 2017, Jam 08.03 WIB.
- [18] Williams, Mike. (2011). *Google Maps API Tutorial*. <http://econym.org.uk/gmap/>. Diakses tanggal 12 November 2017, Jam 10.07 WIB.
- [19] _____. (2017). *Kamus Besar Bahasa Indonesia Online*. <https://kbbi.web.id/banjir>. Diakses tanggal 06 November, Jam 09.00 WIB.
- [20] _____. (2017). *Kamus Besar Bahasa Indonesia Online*. <https://kbbi.web.id/sungai>. Diakses tanggal 11 November 2017, Jam 20.06 WIB.