

**PERANCANGAN SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR BERBASIS
MIKROKONTROLER DAN *SHORT MESSAGE SERVICE* (SMS)
*DESIGN SYSTEM OF FLOOD EARLY WARNING BASED ON MICROCONTROLLER
AND SHORT MESSAGE SERVICE (SMS)***

Adam Ahlul Karim Ramadhan¹, Ekki Kurniawan², Ahmad Sugiana³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹adamrmdhan@student.telkomuniversity.ac.id, ²ekki.kurniawan@telkomuniversity.ac.id,

³sugiana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Banjir di Sungai Citarum Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung terus menjadi ancaman serius bagi warga yang tinggal tidak jauh dari sungai tersebut. Perubahan cuaca ekstrem membuat cuaca di Indonesia menjadi tidak menentu yang menyebabkan perbedaan musim hujan berkepanjangan ataupun sebaliknya. Untuk bencana banjir yang sangat sering terjadi, warga menjadi tidak siaga dalam memprediksi banjir yang akan datang. Maka dari itu diperlukan sistem peringatan dini banjir yang tepat serta informasi pemberitahuan secepat mungkin bagi warga di sekitar Sungai Citarum Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung.

Sistem peringatan dini banjir ini dilakukan dengan mengimplementasikan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler Arduino dan di komunikasikan kepada warga wilayah Kecamatan Baleendah, Kabupaten Sukaburus melalui *Short Message Service* (SMS) serta *Internet of Things* (IoT). Saat sensor mendeteksi bahaya banjir maka alat akan mengirim status atau sinyal dengan *buzzer* agar masyarakat mengetahui bahwa akan terjadinya banjir. Lalu akan ada informasi mengenai ketinggian air pada layar *Liquid Crystal Display* (LCD) yang terpasang pada alat.

Hasil yang didapatkan berdasarkan pengujian yaitu perancangan sistem peringatan dini banjir berhasil di realisasikan dengan mengintegrasikan sensor ultrasonik dengan Modul GSM dan berbasis IoT. Nilai akurasi sensor ultrasonik sebesar 98,56% dan *error* relatif ultrasonik sebesar 1,44%. Pada pengujian Modul GSM mendapat nilai *delay* sebesar 4.3825 detik, nilai *packet loss* 0% dan nilai *throughput* sebesar 35bps. Sedangkan pada pengujian pengiriman data IoT menggunakan Modul *Wi-Fi* mendapat nilai *delay* sebesar 11 detik, nilai *packet loss* sebesar 0%.

Istilah Kunci : *Mikrokontroler, Ultrasonik, Liquid Crystal Display (LCD), Arduino, Buzzer, Short Message Service (SMS), Internet of Things (IoT).*

Abstract

Floods in the Citarum River, Baleendah District, Bandung Regency continue to pose a serious threat to residents who live not far from the river. Changes in extreme weather make the weather in Indonesia is so erratic and can cause significant difference of season, like longer rainy season or vice versa. For floods that occur very often, residents are not always alert and ready for future floods. Therefore, it is necessary to have an appropriate flood early warning system as well as notification information as soon as possible for residents around the Citarum River, Baleendah District, Bandung Regency.

This flood early warning system is carried out by implementing an ultrasonic sensor based on the Arduino microcontroller and will be communicated to people in Baleendah, Sukaburus District through Short Message Service (SMS) and Internet of Things (IoT). While sensor detects flood danger, the device will send status or signal with the buzzer so that people know that there will be a flood. Then there will be information about the height of the water on the Liquid Crystal Display (LCD) screen installed on the device.

The results obtained based on testing through design of flood early warning systems which is successfully implemented by integrating ultrasonic sensor with GSM Module and based on IoT. The accuracy value of the ultrasonic sensor is 98,56% and the relative ultrasonic error is 1,44%. In GSM Module testing, it gets delay value of 3,55 seconds, packet loss value of 0% and throughput value of 35bps. Whereas the IoT data transmission testing with Wi-Fi Module gets a delay value of 11 seconds, a packet loss value of 0%.

Keyword : *Microcontroller, Ultrasonic, Liquid Crystal Display (LCD), Arduino, Buzzer, Short Message Service (SMS), Internet of Things (IoT).*

1. Pendahuluan

Fenomena banjir memang masih menjadi masalah yang serius di wilayah-wilayah yang berada di dataran rendah atau wilayah-wilayah di sekitar bantaran sungai. Seperti Sungai Citarum dengan kedalaman mencapai

4 meter di Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung yang kerap kali meluap dan membanjiri rumah-rumah warga yang berada tidak jauh dari sungai tersebut. Banjir merupakan ancaman yang masih sering terjadi hingga saat ini bagi rumah-rumah yang terletak di Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung.

Banjir memang lebih sering terjadi jika memasuki bulan September hingga bulan Februari yakni pada periode tersebut Indonesia sedang mengalami musim hujan. Namun beberapa tahun ke belakang, Indonesia mengalami cuaca ekstrem dan hujan bisa terjadi sewaktu-waktu. Peristiwa ini menimbulkan keresahan bagi warga yang tinggal di Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung, karena para warga tidak bisa memprediksi kapan hujan turun dan air sungai akan meluap yang menyebabkan banjir di perumahan warga sekitar. Selain itu, banjir melanda karena faktor kesalahan manusia itu sendiri. Salah satu faktor yang disebabkan oleh ulah manusia yaitu membuang sampah sembarangan dan menyebabkan banyaknya sampah di *spot-spot* tertentu dan akan menyumbat aliran air Sungai Citarum di Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung. Kurangnya kesadaran dari warga akan hal ini sangat berdampak negatif bagi para warga itu sendiri.

Peristiwa ini masih akan terus terjadi jika faktor-faktor terjadinya bencana banjir ini tidak segera teratasi. Selain warga di sekitar Kecamatan Baleendah, warga di luar wilayah tersebut juga akan terkena dampak negatifnya, seperti terjadi kemacetan yang sangat panjang pada akses jalan raya karena letak wilayah Kecamatan Baleendah berdekatan dengan Universitas Telkom yang telah dipadati oleh kendaraan-kendaraan mahasiswa. Bencana banjir yang masih sering terjadi, sistem peringatan dini banjir masih sangat jarang dilakukan.

Penelitian ini akan difokuskan pada jembatan penghubung antar desa di Kecamatan Baleendah yang masih rawan banjir. Alat akan diletakkan di sisi jembatan yang bertujuan untuk membantu warga yang tinggal di wilayah Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung. Tujuan dibuatnya sistem peringatan dini terhadap bencana banjir ini yakni diharapkan dengan adanya sistem tersebut, masyarakat atau warga di sekitar wilayah Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung akan selalu siaga dan waspada atas potensi banjir yang akan datang serta memberi informasi kepada warga agar dapat mengetahui berapa ketinggian air jika hujan terus terjadi yang menyebabkan air mulai naik. Berdasarkan referensi ilmiah yang digunakan oleh penulis, solusi yang sudah ada berupa peringatan dini banjir menggunakan *buzzer* sebagai sinyal akan datangnya banjir dan pemberitahuan melalui *Short Message Service (SMS)* kepada beberapa warga atas potensi terjadinya banjir.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Peringatan Dini Banjir

Banjir merupakan bencana yang bisa datang kapan saja tanpa ada pemberitahuan awal terlebih dahulu, hal itu dikarenakan cuaca ekstrem dan curah hujan yang tinggi terlebih lagi pada periode musim hujan. Peringatan dini banjir sangat diperlukan sebagai alarm atau pemberitahuan awal bahwa potensi banjir akan segera datang. Peringatan dini banjir akan sangat membantu para warga dalam mengantisipasi hal-hal buruk yang terjadi akibat banjir, seperti dapat menyelamatkan alat-alat elektronik dari terendamnya banjir.

Peringatan dini banjir dapat berupa sistem yang berbeda-beda, seperti peringatan melalui bunyi alarm, peringatan melalui notifikasi *Short Message Service (SMS)* ataupun yang lainnya. Untuk melakukan peringatan dini banjir, terdapat beberapa tahapan untuk tercapainya hasil yang efektif. Tahapan tersebut adalah [1] :

1. *Detection*
Data *real time* di monitor dan diproses untuk mendapatkan informasi tentang banjir yang mungkin terjadi.
2. *Forecasting*
Prakiraan terhadap curah hujan, tinggi muka air atau debit aliran banjir serta waktu datangnya banjir tersebut.
3. *Warning dan Dissemination*
Tahapan ini menggunakan informasi yang diperoleh dari tahapan *detection* ataupun *forecasting*. Pihak yang bertanggung jawab menyebarluaskan informasi tersebut untuk dapat meminimalisasir risiko yang ditimbulkannya.
4. *Response*
Tahapan ini merupakan tanggap terhadap isu dari peringatan banjir. Tahapan *detection* perlu mempertimbangkan berbagai kemungkinan data yang dapat digunakan untuk melakukan prakiraan banjir.

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu *chip IC (Integrated Circuit)* yang dapat menerima sinyal *input*, mengolahnya dan memberikan sinyal *output* sesuai dengan program dimasukkan. Terdapat *CPU*, *memori*, jalur *Input/Output (I/O)* dan perangkat pelengkap lainnya [2]. Dengan kata lain, mikrokontroler bisa juga disebut sebagai alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis atau dihapus dengan cara membaca dan menulis data. Mikrokontroler merupakan komputer di dalam *chip* yang digunakan untuk mengendalikan alat-alat elektronik. Mikrokontroler bisa juga disebut sebagai pengendali kecil sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen

pendukung yang dapat diperkecil/direduksi yang pada akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini.

Mikrokontroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis seperti sistem kontrol mesin, *remote control*, alat rumah tangga, alat berat serta yang lainnya. Tujuan utama digunakannya mikrokontroler adalah untuk efektivitas sistem elektronik yang akan lebih ringkas, rangkai bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena pada dasarnya sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang bisa dimodifikasi serta pencarian gangguan atau *error* pada sistem akan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah versi mini atau mikro dari sebuah komputer karena mikrokontroler sudah mengandung beberapa periferal yang langsung bisa dimanfaatkan, misalnya *port* paralel, *port* serial, komparator, konversi digital ke analog (DAC), konversi analog ke digital dan sebagainya hanya menggunakan sistem minimum yang tidak rumit atau kompleks.

Sistem minimum yang digunakan penulis pada penelitian tugas akhir adalah *Arduino* yaitu *Arduino* didefinisikan sebagai sebuah *platform* elektronik yang *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk seniman, desainer, *hobbies* dan setiap orang yang tertarik dalam membuat objek atau lingkungan yang interaktif [3]. Perangkat kerasnya memiliki prosesor *Atmel AVR* dan perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Pada mikrokontroler jenis AVR, sudah tersedia frekuensi 1MHz, 2MHz, 4MHz, 8MHz, sehingga pengguna tidak perlu memerlukan rangkaian tambahan.

2.3 Sensor Jarak

Sensor jarak merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi benda-benda di sekitarnya tanpa kontak fisik hingga jangkauan nominal atau juga bisa disebut sebagai sensor yang mengubah informasi pergerakan atau keberadaan suatu benda di sekitarnya menjadi energi listrik.

Sensor jarak yang digunakan penulis pada penelitian ini ialah sensor ultrasonik. Gelombang ultrasonik gelombang yang mempunyai besaran frekuensi lebih dari 20 KHz dan bekerja berdasarkan pantulan gelombang suara [4]. Gelombang ultrasonik bisa merambat pada medium padat, cair dan gas. Sensor ultrasonik terdiri dari dua rangkaian yang bekerja sebagai pemancar ultrasonik (Tx) dan rangkaian penerima (Rx). Rangkaian sensor yang berfungsi sebagai pemancar akan memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu, kemudian apabila terjadi benturan terhadap suatu benda atau objek maka gelombang ultrasonik akan dipantulkan kembali dan diterima oleh rangkaian sensor yang berfungsi sebagai penerima. Untuk ilustrasi prinsip kerja sensor jarak ultrasonik bisa dilihat pada gambar 1. Maksimum jarak yang dapat dibaca sensor ultrasonik adalah 0 s/d 3 m [5].

Jarak sensor ke objek pantul dapat dihitung dengan rumus, yaitu: [6]

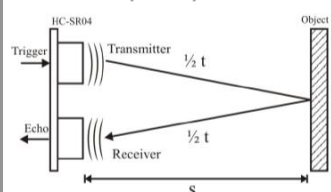
$$S = \frac{(t_{IN} \times V)}{2} \dots$$

Dengan:

S = Jarak sensor ke objek yang dideteksi

T_{IN} = Selisih waktu pemancaran dan penerimaan pantulan

V = Cepat rambat gelombang ultrasonik di udara (344 m/s)



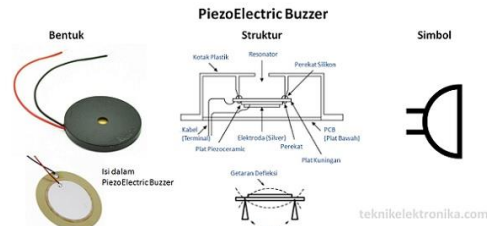
Gambar II- 1 Ilustrasi Prinsip Kerja Sensor Jarak Ultrasonik [7]

2.4 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara [8]. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm). *Buzzer* dapat dilihat pada gambar II-4.

Buzzer terdiri dari alat penggetar yang berupa lempengan yang tipis dan lempengan logam tebal. Bila kedua lempengan diberi tegangan maka *electron* dan *proton* akan mengalir dari lempengan satu ke lempengan lain. Kejadian ini dapat menunjukkan bahwa gaya mekanik dan dimensi dapat digantikan oleh muatan listrik. Bila *buzzer* mendapatkan tegangan maka lempengan 1 dan 2 bermuatan listrik. Dengan adanya muatan listrik maka

terdapat beda potensial di kedua lempengan, beda potensial akan menyebabkan lempengan 1 bergerak saling bersentuhan dengan lempengan 2. Antara lempengan 1 dan 2 terdapat rongga udara, sehingga apabila terjadi proses getaran di rongga udara maka *buzzer* akan menghasilkan bunyi dengan frekuensi tinggi. Frekuensi suara *buzzer* mencapai 1-5 KHz. [5].



Gambar II- 2 Bentuk dan Struktur *Buzzer* [8]

2.5 Short Message Service (SMS)

Short Message Service (SMS) merupakan layanan yang banyak diaplikasikan pada sistem komunikasi *wireless* yang memungkinkan dilakukannya pengiriman pesan dalam bentuk alfanumerik antar terminal pelanggan atau antar terminal pelanggan dengan sistem eksternal seperti *e-mail*, *voice mail* dan lain-lain [9]. Salah satu kelebihan dari SMS yaitu biaya yang murah. SMS menyediakan mekanisme untuk mengirimkan pesan singkat dari dan menuju media-media *wireless* dengan menggunakan sebuah *Short Messaging Service Center* (SMSC), yang bertindak sebagai sistem yang berfungsi menyimpan dan mengirimkan kembali pesan-pesan singkat.

Dalam pengiriman SMS, dibutuhkan komponen-komponen transmisi SMS, yaitu [9]:

1. Stasiun Udara (*Cell Tower*)

Stasiun pemancar seluler yang mengontrol seluruh transmisi seluler pada jaringan komunikasi. *Cell tower* memiliki kemampuan respons untuk memberi inisial atau jawaban yang berupa suara atau lalu lintas data.

2. *Mobile Switching Centre* (MSC)

Kantor elektronik yang membawa seluler. Sistem komputer mengontrol sistem sakelar untuk operasi-operasi jaringan secara otomatis.

3. *Short Message Service Centre* (SMSC)

SMSC memiliki sistem *store* dan *forward* dalam pengiriman SMS. SMS tersebut disimpan dalam jaringan sampai *handphone* siap menerima maka seorang pemakai dapat mengirim atau menerima SMS. Pada mulanya SMS dirancang sebagai bagian daripada GSM, tetapi sekarang sudah didapatkan pada jaringan bergerak lainnya termasuk jaringan *Universal Mobile Telecommunications System* (UMTS). Pada penelitian ini, SMS digunakan sebagai media informasi atas waspada bencana banjir. Dalam perancangan SMS *Gateway* ada dua hal yang sangat penting yaitu komunikasi antara aplikasi dengan modem GSM dan juga *database*. Komunikasi itu dihubungkan oleh modul SMS *Gateway*. Modul SMS *Gateway* ini merupakan modul yang berhubungan langsung dengan modem GSM dan juga *database*. [10]

2.6 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) atau kualitas layanan adalah metode pengukuran yang digunakan untuk menentukan kemampuan sebuah jaringan seperti aplikasi jaringan, *host* atau *router* dengan tujuan memberikan *network service* yang lebih baik dan terencana sehingga dapat memenuhi kebutuhan suatu layanan. Melalui QoS seorang *network administrator* dapat memberikan prioritas *traffic* tertentu. QoS menawarkan kemampuan untuk mendefinisikan atribut-atribut layanan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif [11].

Dalam penentuan QoS, dibutuhkan parameter-parameter tersendiri, yaitu [12] :

1. *Throughput*

Throughput yaitu kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. *Throughput* adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

2. *Packet Loss*

Packet Loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan.

3. *Delay*

Delay merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, *congestion* atau juga waktu proses yang lama.

2.7 Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau sering juga disebut IoT merupakan suatu konsep saat objek tertentu punya kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer [13]. Segala aktivitas yang pelakunya saling berinteraksi

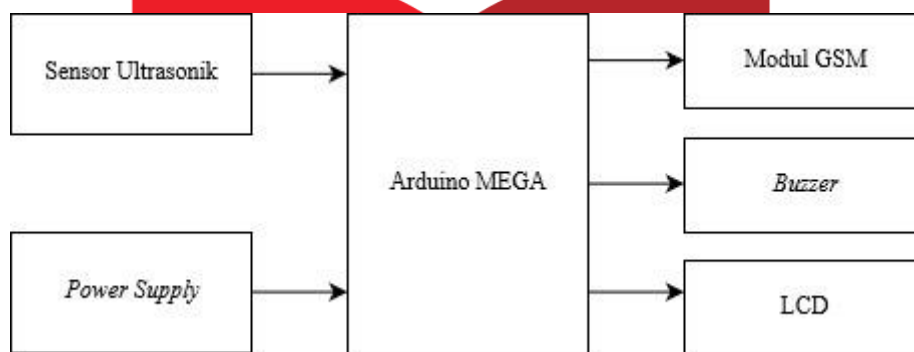
dan dilakukan dengan memanfaatkan internet juga bisa disebut sebagai IoT. Dalam penggunaannya *Internet of Thing* banyak ditemui dalam berbagai aktivitas, contohnya : banyaknya transportasi *online*, *e-commerce*, pemesanan tiket secara *online*, *live streaming*, *e-learning* dan lain-lain bahkan sampai alat-alat untuk membantu dibidang tertentu seperti *remote temperature sensor*, *GPS tracking* dan sebagainya yang menggunakan internet atau jaringan sebagai media untuk melakukannya [14].

Penerapan dari IoT antara lain untuk diterapkan di beberapa bidang keilmuan dan industri, seperti dalam bidang ilmu kesehatan, informatika geografis serta beberapa bidang ilmu lain. Sedangkan teknologi IoT menggunakan beberapa teknologi yang secara garis besar di gabungkan menjadi satu kesatuan antara lain sensor sebagai pembaca data, koneksi internet dengan beberapa macam topologi jaringan, *Radio Frequency Identification* (RFID), *wireless sensor network* dan teknologi yang terus akan bertambah sesuai dengan kebutuhan [15]. Platform yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Blynk*.

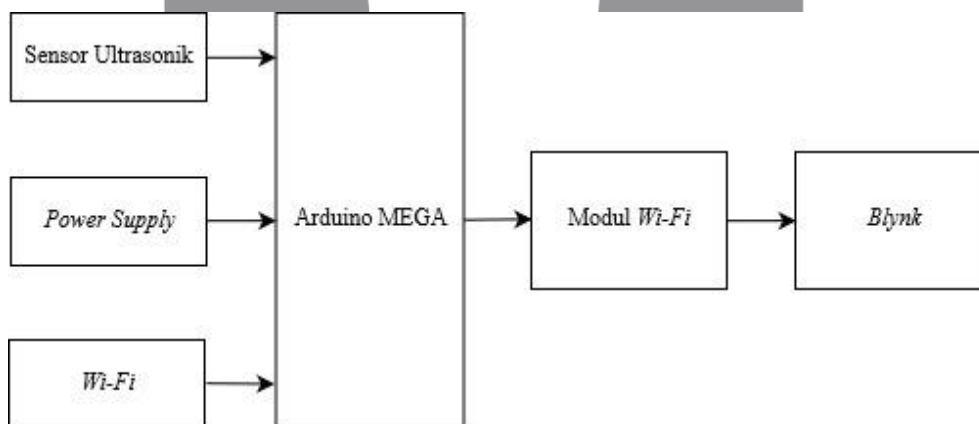
3. Perancangan Sistem

3.1 Desain Sistem

Diagram blok sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar III-1 dan Gambar III-2.



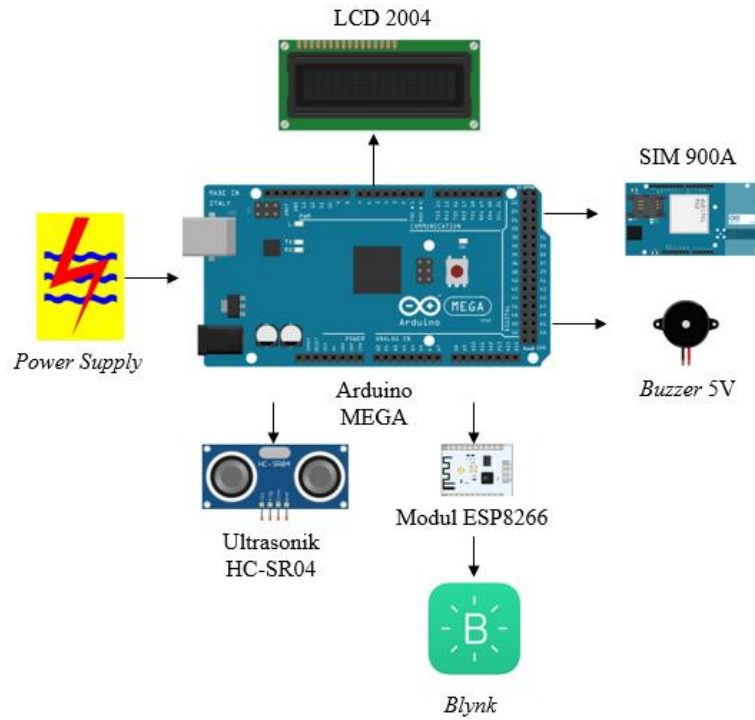
Gambar III-1. Diagram Blok Sistem Peringatan Dini Banjir



Gambar III-2. Diagram Blok Komunikasi Serial Sistem Peringatan Dini Banjir

3.2 Desain Perangkat Keras

Desain perangkat keras sistem peringatan dini banjir akan digambarkan seperti gambar III-3.

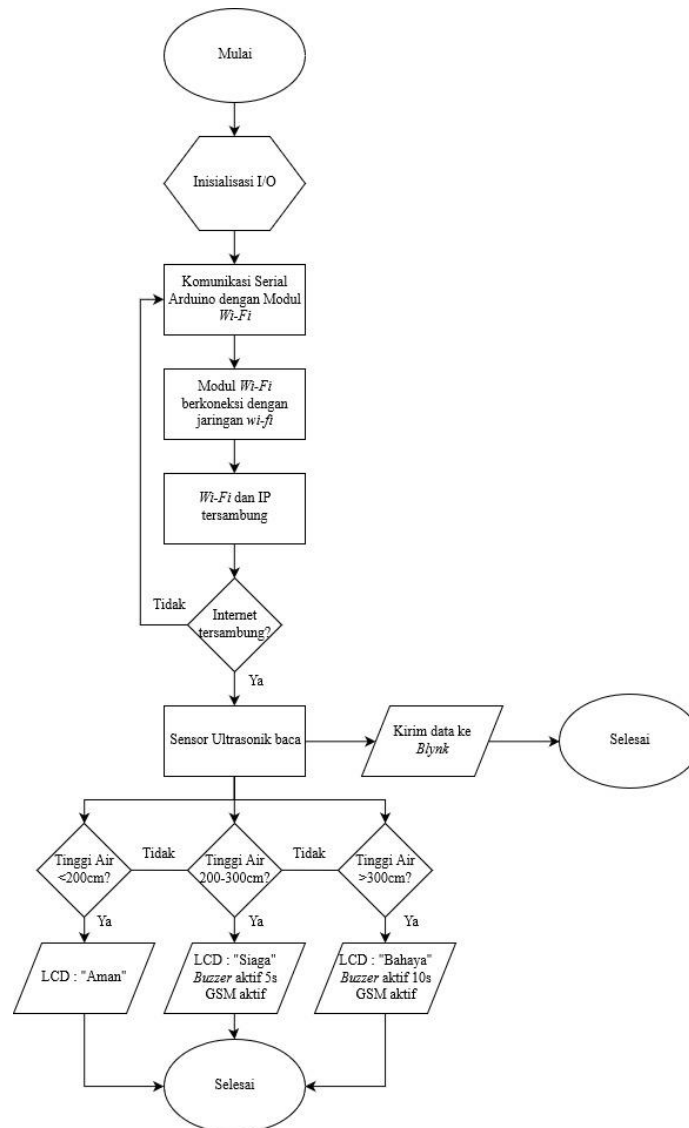


Gambar III-3. Tampak Depan Perangkat

3.3 Desain Perangkat Lunak

Perangkat lunak sistem peringatan dini banjir ini menggunakan pemrograman Arduino IDE dan menggunakan bahasa C serta desain perangkat lunak sistem peringatan dini banjir ini dijelaskan melalui *flowchart* atau diagram alir sebagai berikut :





Gambar III-4. Flowchart Sistem Peringatan Dini Banjir

4. Hasil Pengujian dan Analisa

4.1 Pengujian Sensor

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui *error relative* dan akurasi pada sensor ultrasonik dengan cara membandingkan hasil pembacaan jarak yang dilihat pada *software* Arduino IDE dengan *roll* meteran 5m.

4.2 Pengujian Modul GSM

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan SIM 900A dalam menempuh jarak ke asal tujuan (*delay*), mengetahui berapa *packet loss* data dan mengetahui *throughput* pada saat mengirim SMS ke nomor tujuan.

4.3 Pengujian Modul Wi-Fi

Tujuan pada pengujian ini yaitu untuk mengetahui berapa lama waktu *delay* dan berapa *packet loss* yang hilang pada saat pengiriman data ke aplikasi *Blynk*.

4.4 Pengujian Kondisi Sistem Peringatan Dini Banjir

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi dari sistem peringatan dini banjir dan memastikan bahwa *output* yang diharapkan sesuai dengan *input* yang diberikan. Indeks yang diharapkan yaitu bunyi *buzzer* dan pengiriman SMS otomatis jika level status dalam keadaan Siaga dan Bahaya. Jika level status dalam keadaan Aman, maka hanya LCD yang aktif untuk menampilkan ketinggian air dan level status. Selain itu, modul *wi-fi* dapat mengirim nilai sensor ke aplikasi *Blynk*.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan hasil pengujian yang telah dilakukan dalam penelitian ini, penulis mendapat kesimpulan dari Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Perancangan sistem peringatan dini banjir berhasil direalisasikan menggunakan sensor ultrasonik, jika ketinggian air sudah lebih dari 200cm maka sistem akan memberikan sinyal berupa bunyi buzzer.
2. Perancangan sistem peringatan dini banjir berhasil direalisasikan menggunakan Modul GSM, jika ketinggian air sudah lebih dari 200cm maka sistem akan mengirimkan SMS otomatis berupa potensi terjadinya banjir.
3. Perancangan sistem peringatan dini banjir berhasil mengirim nilai sensor melalui Modul Wi-Fi ke platform aplikasi Blynk untuk memonitoring ketinggian air lewat ponsel.
4. Nilai delay pada Modul GSM berpengaruh pada kondisi ruangan dan cuaca. Rata-rata nilai delay saat dilakukan pengiriman SMS di luar ruangan saat cuaca cerah yaitu 2,2 detik sedangkan rata-rata nilai delay saat dilakukan pengiriman SMS di dalam ruangan saat cuaca hujan yaitu 7,7 detik.
5. Sensor ultrasonik memiliki error relative 1,44% yang masih relatif bagus dalam penggunaan pembacaan jarak ketinggian pada sistem peringatan dini banjir.
6. LCD berhasil menampilkan status jembatan apakah jembatan dalam status Aman, Siaga ataupun Bahaya.

5.2 Saran

Pelaksanaan tugas akhir ini memiliki saran yang dapat diberikan untuk memperbaiki kekurangan, penyempurnaan dan pengembangan lebih lanjut yaitu:

1. Penggunaan Modul GSM SIM900A lebih baik digunakan pada saat kondisi cuaca cerah agar mendapatkan nilai delay yang kecil.
2. Untuk power supply dapat menggunakan sumber energi terbarukan seperti solar cell.
3. Disarankan menguji ketahanan alat dan dapat membuat alat menjadi anti air karena sistem peringatan dini banjir dominan digunakan di luar ruangan.

Daftar Pustaka

- [1] Ginting, Segel dan M. Putuhena, Wiliam. (2014). *SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR JAKARTA*. Jurnal Sumber Daya Air Vol. 10, No. 1. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. Jl. Ir. H. Juanda No. 193, Bandung.
- [2] Fitri Astuti, Indah. Nuary Manoppo, Arton dan Arifin, Zainal. *SISTEM PERINGATAN DINI BAHAYA BANJIR KOTA SAMARINDA MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIC BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN BUZZER DAN SMS*. ISSN : 1410-3737 e-ISSN : 2621-069X. Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Mulawarman, Jalan Penajam, Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75242, Indonesia.
- [3] Indianto, Wahyu. Harsa Kridalaksana, Awang dan Yulianto. (2017). *PERANCANGAN SISTEM PROTOTIPE PENDETEKSI BANJIR PERINGATAN DINI MENGGUNAKAN ARDUINO DAN PHP*. Jurnal Informatika Mulawarman Vol. 12, No. 1. ISSN 1858-4853. Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Mulawarman, Program Studi Manajemen Informatika, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Indonesia.
- [4] *Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya*. (2015, Mei 30). Retrieved from Elang Sakti : <http://www.elangsakti.com>
- [5] Sumarno. Irawan, Beni dan Brianorman, Yulrio. (2013). *SISTEM PERINGATAN DINI BENCANA BANJIR BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16 DENGAN BUZZER DAN SHORT MESSAGE SERVICE (SMS)*. Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura Vol. 01 No. 1, hal 30 – 39. Jalan Jendral Ahmad Yani, Pontianak, Indonesia.
- [6] Sulistyowati, Riny. Agus Sujono, Hari dan Khamdi Musthofa, Ahmad. (2015) *SISTEM PENDETEKSI BANJIR BERBASIS SENSOR ULTRASONIK DAN MIKROKONTROLER DENGAN MEDIA KOMUNIKASI SMS GATE WAY*. ISBN 978-602-98569-1-0. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117, Indonesia.
- [7] Muliawan, Agus. Syaryadhi, Moch dan Zulhelmi. (2017). *Desain Prototipe Sistem Pemetaan Dasar Sungai Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler ATmega328P*. Jurnal Online Teknik Elektro Vol. 2, No. 3 2017 : 64-69, e-ISSN: 2252-7036. Jurusan Teknik Elektro dan Komputer. Universitas Syiah Kuala, Jl. Tgk Syech Abdurrauf No. 7, Darussalam, 23111, Banda Aceh, Aceh, Indonesia.

- [8] *Pengertian Piezoelectric Buzzer dan Cara Kerjanya*. (2019). Retrieved from Teknik Elektronika : <http://www.teknikelektronika.com>
- [9] *Teori SMS (Short Message Service)*. (2012, Desember 4). Retrieved from Kajian Pustaka : <http://www.kajianpustaka.com>
- [10] Riyadi, Sigit. Rokhim, Abdul (2017), *Perancangan Aplikasi Tanggap Bencana Banjir Berbasis SMS Gateway di Desa Kedawung Wetan Pasuruan*. Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Aplikasinya Volume 04, ISSN 2089 – 1083. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Yadika - Bangil Pasuruan, Indonesia.
- [11] *Pengertian, Layanan dan Parameter Quality of Service (QoS)*. (2019, Mei 16). Retrieved from Kajian Pustaka : <http://www.kajianpustaka.com>
- [12] Wulandari, R. (2016). *Analisis Qos (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Upt Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon Lipi)*. Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi, 2-162.
- [13] *Internet of Things: Panduan Lengkap*. (2018, Agustus 3). Retrieved from Dewa Web : <http://www.dewaweb.com>
- [14] Krianto Sulaiman, Oris. Widarma, Adi. (2017). *SISTEM INTERNET OF THINGS (IOT) BERBASIS CLOUD COMPUTING DALAM CAMPUS AREA NETWORK*. Universitas Sumatera Utara. Jl. SM. Raja Teladan Medan. Universitas Negeri Medan. Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan, 20221.
- [15] Junaidi, Apri. (2015). *INTERNET OF THINGS, SEJARAH, TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA : REVIEW*. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan. ISSN : 2407 -3911. Volume I, No3. Universitas Widyatama. Jalan Cikutra No. 204A Bandung.

