

Sistem Pengukuran Ketinggian Level Air Menggunakan Sensor Ultrasonik MB7076 Sebagai Upaya Pencegahan Bencana Banjir Berbasis IoT

1st Iftikar Fadlirohman Soeroyo
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
iftikarf@telkomuniversity.ac.id

2nd Asep Suhendi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
suhendi@telkomuniversity.ac.id

3rd Indra Wahyudin Fathonah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
indrafathonah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Curah hujan tinggi disertai beberapa faktor seperti sampah yang dibuang ke sungai, daerah resapan semakin sedikit dan aliran sungai yang digerus menjadi pemukiman. hal ini mengakibatkan bencana banjir terjadi dimana – mana. Banjir¹ membawa kerugian baik harta, infrastruktur yang hancur, bahkan memakan korban jiwa. Oleh karena itu diperlukan alat yang mampu mengukur level ketinggian air dan mengirimkan peringatan dini untuk meminimalisir dampak kerugian yang disebabkan oleh banjir. Fokus pada penelitian ini untuk membuat alat terintegrasi yang diharapkan mampu mengirimkan data pengukuran secara real time serta dapat mengirimkan peringatan dini bagi masyarakat sekitar daerah rawan banjir. Ada 2 lokasi tempat penelitian dilakukan yaitu di sungai Cikaro Ibum, Bandung dan bendungan Gunung Nago, Padang. Hasil pengukuran menggunakan sensor ultrasonik didapatkan rata-rata level ketinggian 21,9 cm untuk sungai Cikaro Ibum dan 12.7 cm untuk bendungan Gunung Nago. Pengiriman menggunakan teknologi internet of things dengan pengiriman normal setiap 10 menit sekali ke platform dengan akurasi pengiriman 68% dengan mengambil contoh 100 data pengukuran. Adapun terdapat 3 kategori untuk pengiriman peringatan dini yaitu kenaikan 40 cm dari pembacaan terakhir, Waspada dan Bahaya, saat kategori terpenuhi maka modul SIM800L akan mengirimkan data dengan mengabaikan pengiriman normal serta mengirimkan SMS peringatan dini ke nomor yang telah ditentukan.

Kata Kunci — Pencegahan Banjir, sensor level ketinggian air, Sensor Ultrasonik, Peringatan Dini.

I. PENDAHULUAN

Curah hujan di Indonesia memiliki nilai tingkatan yang tinggi dikarenakan Indonesia berada di daerah tropis asia. Namun dipengaruhi beberapa faktor, hal ini mengakibatkan terjadinya banjir diberbagai daerah yang membawa kerugian baik harta, kerusakan infrastruktur, bahkan memakan korban jiwa. Selain dibutuhkan perhatian lebih dari pemerintah sendiri dan masyarakat sekitar dalam pencegahan terjadinya banjir, sosialisasi mengenai pembuangan sampah secara sembarangan sangat

diharuskan terutama kepada masyarakat disekitar sungai dikarenakan sampah menjadi salah satu faktor utama terjadinya banjir. Diperlukan juga alat yang mampu mengukur level ketinggian air dan mendeteksi dini kenaikan level ketinggian air yang anomali serta bisa memperingatkan sesegera mungkin untuk menekan seminimal mungkin dampak kerugian yang disebabkan oleh bencana banjir.

Penelitian ini adalah lanjutan dari penelitian sebelumnya yang membahas *monitoring* ketinggian air berbasis IoT yang menggunakan *firebase* sebagai *database* dari data yang didapatkan dari pengukuran sebelumnya, kemudian data yang telah tersimpan di *firebase* dikirimkan ke *platform* antar muka di android sehingga pengguna dapat mengetahui ketinggian dari sungai yang diukur [1]. Penelitian Kahfi menjelaskan pengamatan terhadap ketinggian air pada suatu titik di sungai dan peninjauan intensitas air hujan serta pengecekan data melalui *platform*, menggunakan box yang cukup besar dikarenakan komponen – komponen yang digunakan besar dan tidak *low power* [2]. Pada penelitian David Setiadi merancang sistem *monitoring* yang salah satunya ketinggian air di irigasi berbasis IoT yang menggunakan modul wifi Wemos D1 mini berbasis mikrokontroler *ESP – 8266* yang dihubungkan dengan berbagai sensor yang salah satunya sensor ultrasonik sebagai pengukuran jarak ketinggian air. Kemudian dikirimkan ke *platform* antarmuka yang bisa dilihat oleh pengguna [3].

Pada penelitian ini alat ukur yang dibuat dengan sensor ultrasonik yang digunakan untuk membaca ketinggian air sungai kemudian data yang terbaca dikirimkan ke *platform* yang bisa ditinjau secara berkala. Alat yang digunakan pada penelitian ini diharapkan menjadi alat yang sederhana dengan sumber energi baterai yang terhubung dengan panel surya. Alat penelitian ini berbentuk kotak sedang agar mudah untuk dibawa kemana – mana dan lebih leluasa untuk melakukan pengukuran di tempat tertentu serta memiliki biaya perbaikan alat yang murah.

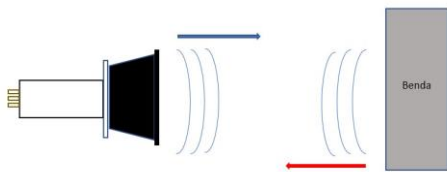
II. KAJIAN TEORI

A. Banjir

Banjir adalah bencana alam yang sering terjadi setiap tahunnya ketika intensitas hujan yang tinggi menyebabkan aliran yang air berlebihan sehingga merendam dataran sekitar. Banjir diakibatkan oleh volume air di sungai atau danau yang meluap ke daratan, hal ini disebabkan oleh banyak faktor seperti curah hujan yang tinggi dalam waktu yang lama, bendungan rusak, penyumbatan drainase, dan sampah. Banjir memberikan dampak negatif bagi masyarakat dan lingkungan dikarenakan banjir bisa menghancurkan infrastruktur-infrastruktur, terjadinya pencampuran dengan bahan kimia dan zat berbahaya yang mengganggu ekosistem alami, dan bahkan bisa mengakibatkan kematian [4].

B. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang mengubah dari besaran fisis menjadi besaran listrik atau sebaliknya. Cara kerja dari sensor ultrasonik yaitu sensor ultrasonik akan menembakkan gelombang ke suatu target dan dari jarak yang telah ditentukan, setelah itu saat gelombang ultrasonik menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Kemudian gelombang pantulan akan ditangkap oleh sensor yang akan dihitung selisih waktu antara pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul yang diterima [5].



GAMBAR 2.1
SIMULASI CARA KERJA SENSOR ULTRASONIK

Dalam menggunakan sensor ultrasonik rumus perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan jarak (cm) sebagai berikut.

$$x = \frac{ct}{2} \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan

1. t adalah waktu ditempuh oleh gelombang ultrasonik dari penembak sinyal ke bagian penerima sinyal
2. x adalah jarak antara sensor ultrasonik dengan objek target
3. c adalah cepat rambat bunyi dalam medium

Untuk sensor yang digunakan pada penelitian ini yaitu sensor ultrasonik Max Sonar 7076. Sensor ini memiliki kabel sambungan sepanjang 4 m yang memudahkan untuk menempatkan sensor pada sungai tempat pengambilan data.

C. Sensor Tegangan

Sensor tegangan dibutuhkan pada penelitian ini untuk mengukur tegangan dari baterai yang digunakan. Hal ini bisa diketahui menggunakan prinsip pembagi tegangan. Dengan rumus sebagai berikut.

$$V_{out} = V_{in} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \dots\dots\dots(2.2)$$

Arduino hanya bisa menerima nilai hingga 10 bit sehingga dapat mengkonversi 1023 keadaan yang mempresentasikan tegangan 5V. maka dibutuhkan perbandingan nilai resistor dengan R1=150k Ohm dan R2=47k Ohm agar tegangan maksimum ke ADC tidak melebihi tegangan maksimal atmega 328p yaitu sebesar 5V. sehingga mikrokontroler tidak rusak. Dari persamaan diatas dengan tegangan input sebesar 12 V maka didapatkan tegangan terbagi sebesar 2.86 V. artinya pembagi tegangan ini membagi tegangan input menjadi 4.19x lebih kecil dan nilai tegangan ini memenuhi syarat agar bisa dimasukkan kedalam input analog dari atmega 328p.

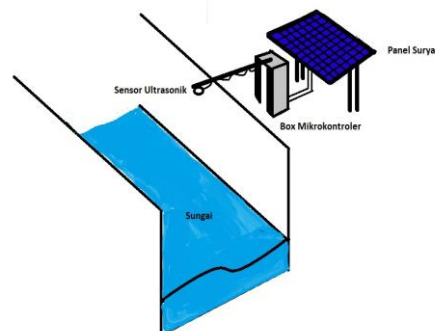
D. Sensor Arus

Sensor arus yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor arus INA 3221 yang berfungsi untuk mengukur arus dc dari sumber arus yaitu catu daya atau trafo penurun tegangan dan penyearah. Sensor ini terbuat dari resistor daya besar dengan tahanan kecil. Cara kerja sensor arus adalah arus yang mengalir tembaga akan menghasilkan medan magnet yang kemudian ditangkap oleh *integrated hall IC* lalu di ubah menjadi tegangan proposional, setelah itu diubah menjadi arus dengan hukum ohm yaitu $V = I \times R$. jika ada arus yang mengalir ke hambatan akan menimbulkan tegangan jatuh pada hambatan tersebut yang nilainya bergantung pada besarnya nilai hambatan dan besar arus yang mengalir. Jika nilai hambatan konstan maka besar tegangan jatuh pada akan bergantung ke arus yang mengalir [6].

III. METODE

A. Gambaran Umum Sistem

Desain alat dari penelitian yang akan dilakukan menggunakan box mikrokontroler berukuran sedang yang memuat PCB, baterai dan SCC. Hal ini bertujuan agar alat penelitian bisa dibawa kemana – mana dan lebih leluasa untuk penempatannya. Kemudian box mikrokontroler akan ditempatkan bersama panel surya di pinggir sungai tempat pengukuran dilakukan, untuk penempatan sensor ultrasonik diarahkan ke badan sungai karena berfungsi untuk melakukan pengukuran level ketinggian air. Untuk gambaran umum mengenai sistem penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

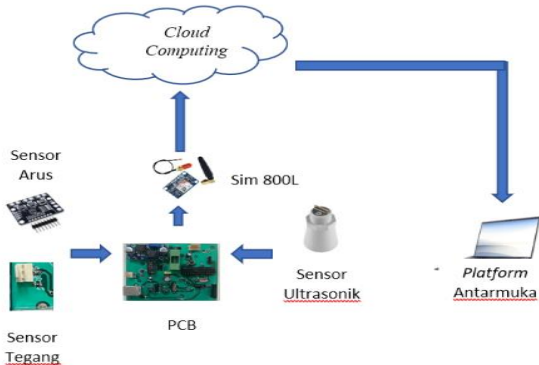


GAMBAR 2.2
DESAIN UMUM

Dari sistem tersebut maka akan didapatkan 3 data utama yaitu ketinggian, tegangan dan arus, kemudian oleh mikrokontroler akan dikirimkan ke *website* yang telah dibuat sehingga memudahkan peneliti untuk memeriksa hasil data secara *real time* dari tempat yang berbeda.

B. Desain Perangkat Keras

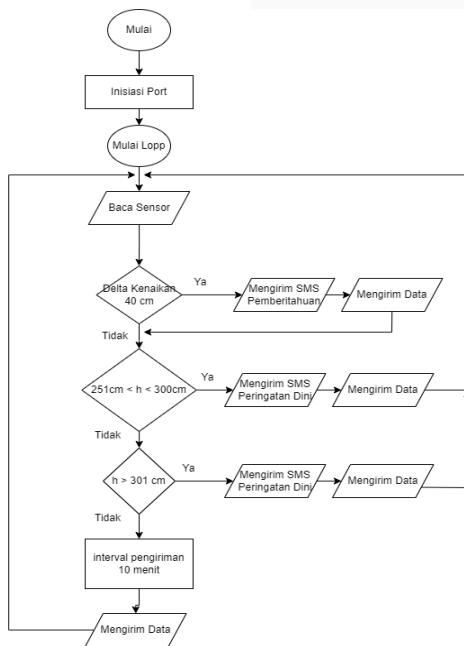
Komponen – komponen seperti mikrokontroler, sensor, baterai disimpan pada box persegi panjang agar terlindungi dari cuaca ekstrim di daerah tempat untuk melakukan pengukuran level ketinggian air. Untuk desain pengerjaan perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat di bawah ini.



GAMBAR 2.3
DESAIN PERANGKAT KERAS

C. Perancangan Perangkat Lunak

Berikut *flow chart* desain sistem dari *monitoring* ketinggian air sungai dapat dilihat dari **Gambar 2.8** di bawah ini.



GAMBAR 2.8
FLOW CHART SISTEM

Ketika alat terhubung dengan sumber listrik maka sistem akan menyala dan setelah pemrograman telah diunggah ke mikrokontroler maka menginisiasi port/pin yang telah terhubung. Setelah itu, mikrokontroler akan memerintahkan sistem untuk bekerja agar mendapatkan data pengukuran. Kemudian data akan dikirim ke *website* yang telah dibuat. Kemudian data akan dikirim ke *website* yang telah dibuat. Mikrokontroler juga akan mengidentifikasi jika level ketinggian air memenuhi kondisi-kondisi yang telah ditentukan maka mikrokontroler akan mengirimkan peringatan dini.

Algoritma pemrograman yang dibuat memiliki perintah utama yaitu pengiriman data pengukuran sekitar 10 menit sekali, hal ini diharapkan bisa menghemat konsumsi dari baterai yang ada. Data akan dikirimkan ke *Website* yang telah dibuat. Meskipun pengiriman data dilakukan 10 menit sekali namun pembacaan kedalaman sungai menggunakan sensor ultrasonik dilakukan per 1 menit, hal ini menimbang agar tidak terjadinya pembacaan data kedalaman sungai yang terlewat ketika terjadinya kenaikan muka air sungai. Adapun beberapa kondisi khusus yang telah ditetapkan sebagai acuan dari pembacaan sensor sebagai berikut :

1. Kondisi Aman = level ketinggian air sungai mencapai 10 – 250 centimeter.
2. Kondisi Waspada = level ketinggian air sungai melebihi 251 centimeter dan kurang dari 300 centimeter.
3. Kondisi Bahaya = level ketinggian air sungai melebihi 301 centimeter.
4. Terjadinya kenaikan level ketinggian air sebesar 40 centimeter dari pembacaan terakhir.

Jadi ketika kondisi-kondisi di atas terpenuhi maka mikrokontroler akan langsung memerintahkan SIM 800l untuk mengirimkan data pembacaan ke *platform* yang telah dibuat dan juga mengirimkan pesan teks peringatan dini ke nomor penjaga setempat, Untuk jenis pesan teks yang dikirimkan sebagai berikut.

1. “ada kenaikan 40cm dari pembacaan terakhir” ketika terjadinya kenaikan level ketinggian 40 cm dari pembacaan terakhir.
2. “Hati2 sungai mulai tinggi, Waspada Banjir” ketika kondisi waspada terpenuhi.
3. “Hati2 ketinggian sungai berbahaya, Awas Banjir” ketika kondisi bahaya terpenuhi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan Alat

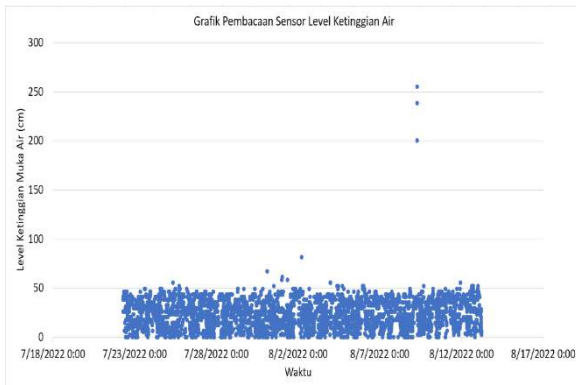
Bagian dari alat yang dirancang untuk mengukur ketinggian air, arus dan tegangan terdiri dari modul sensor ultrasonik, sensor tegangan, sensor arus, mikrokontroler, modul GPRS, *solar charge controller*, baterai, *step down* yang dipasang di dalam box yang telah dibeli, kemudian untuk panel surya dan sensor ultrasonik dipasang di luar kotak sebagai power untuk mengisi baterai dan mengukur ketinggian dari sungai.



GAMBAR 3.1
ISI BOX MIKROKONTROLER

B. Data Level Ketinggian Air

Pembacaan sensor ultrasonik yang ditempatkan di sungai Cikaro Ibum yang dilakukan selama 23 hari memiliki rata-rata 21.9 cm, namun masih mengalami *error* cukup tinggi sehingga membuat data yang didapatkan mengalami fluktuasi data yang signifikan seperti yang bisa dilihat dari **Gambar 3.2**.

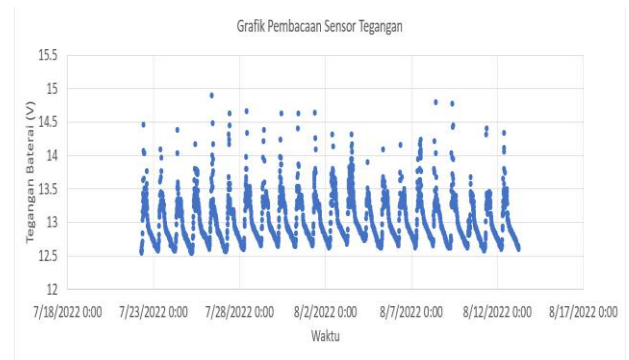


GAMBAR 3.2
GRAFIK PEMBACAAN SENSOR LEVEL KETINGGIAN AIR

Fluktuasi data yang didapatkan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sensor ultrasonik yang rusak sejak awal pembelian, kalibrasi sensor yang kurang tepat dan kabel sambungan yang panjang sehingga memiliki distorsi yang tinggi.

C. Data Sensor Tegangan

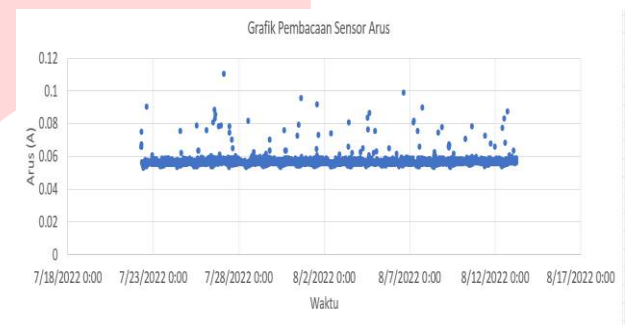
Data pada **Gambar 3.3** yang didapatkan selama 23 hari pengukuran menunjukkan kenaikan yang terjadi setiap harinya. Ini dipengaruhi oleh pengisian daya yang diberikan oleh panel surya dimana titik tertinggi tegangan pada baterai berkisar 14 – 14.5 Volt ada pada sekitar jam 10:00 sampai 12:00 WIB. Hal ini dipengaruhi penempatan panel surya yang mengarah ke timur, karena jika diarahkan ke atas maka penyerapan dari intensitas cahaya yang diterima oleh panel kurang maksimal karena di sebelah lokasi pengamatan ada pohon pisang warga yang menghalangi sinar matahari.



GAMBAR 3.3
GRAFIK PEMBACAAN SENSOR TEGANGAN

D. Data Sensor Arus

Hasil dari pengukuran sensor arus yang telah dilakukan selama 23 hari di sungai cikaro ibun dapat dilihat dari gambar di bawah ini.

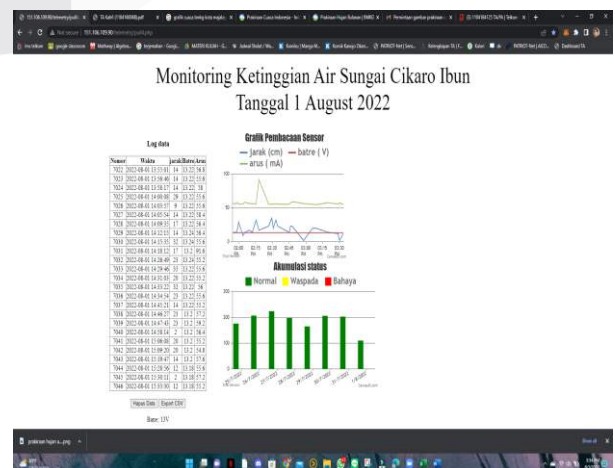


GAMBAR 3.4
GRAFIK PEMBACAAN SENSOR ARUS

Dari gambar grafik di atas bisa dilihat bahwa pembacaan dari sensor arus memiliki *trendline* yang konstan dengan rata-rata pembacaan sebesar 0.056 A, hal ini dikarenakan komponen-komponen yang digunakan seperti sensor-sensor, modul SIM800L dan atmega328p memiliki konsumsi arus yang sangat kecil. Adapun terdapat nilai data-data yang berbeda dari keseluruhan disebabkan toleransi *error* dari sensor INA3221.

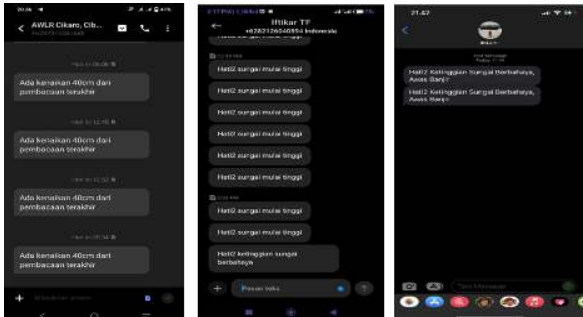
E. Informasi & Pemberitahuan Peringatan Dini

Data yang dihasilkan dapat dilihat dari *website* sederhana yang sudah disediakan. Data yang ditampilkan berupa ketinggian, tegangan baterai, dan arus.



GAMBAR 3.5
TAMPILAN WEBSITE

Informasi data dari sungai Cikaro Ibum dapat diakses secara *realtime* melalui situs <http://151.106.109.90/telemetry/pull4.php>. Adapun untuk peringatan dini akan dikirimkan melalui SMS ke nomor Pak Ricky selaku penjaga setempat yang berwenang.



GAMBAR 3.6
PESAN TEKS PERINGATAN DINI

Gambar di atas adalah hasil dari pengiriman peringatan dini berbasis SMS melalui modul SIM 800L ketika pembacaan sensor level ketinggian air memenuhi kondisi-kondisi yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk peringatan dini pada kondisi “Waspada” dan “Bahaya” dilakukan menggunakan simulasi, dikarenakan selama pengukuran level ketinggian air tidak sampai memenuhi level kondisi tersebut. Dimana peneliti menempatkan sensor ultrasonik sejauh 90 cm dari tembok. Setelah itu, peneliti memasukkan jarak maksimal 350 cm dan 400 cm karena data hasil yang dikirimkan ke *website* merupakan pengurangan pembacaan sensor terhadap jarak maksimal yang dimasukkan. Adapun jarak maksimal yang dimasukkan di lokasi pengukuran sebesar 445 cm sesuai dengan jarak antara sensor sampai ke dasar sungai menggunakan meteran.

F. Akurasi Pengiriman Data

Pengiriman Data menggunakan modul SIM800L dengan durasi 10 menit sekali, kemudian diambil 100 data contoh untuk menentukan akurasi pengiriman didapat sebagai berikut.

Percobaan	Data Berhasil	Data Gagal	Error	Akurasi
100 Data	68 Data	32 Data	32 %	68%

G. Pengiriman SMS Peringatan Dini Untuk Kategori “Waspada”

Untuk pengiriman SMS peringatan dini dilakukan melalui simulasi percobaan dimana peneliti melakukan percobaan sebanyak 8x pengiriman, hal ini dikarenakan selama pengambilan data tidak mencapai kategori-kategori yang telah ditentukan. Untuk akurasi pengiriman bisa dilihat dari tabel di bawah ini.

Percobaan	Hasil	Error	Akurasi
8x	6x	20 %	80%

H. Pengiriman SMS Peringatan Dini untuk Kategori “Bahaya”

Pengiriman SMS peringatan dini untuk kategori “Bahaya” dilakukan juga melalui simulasi dimana peneliti melakukan percobaan 4x pengiriman. Dan didapatkan akurasi pengiriman sebagai berikut.

Percobaan	Hasil	Error	Akurasi
4x	3x	10 %	90 %

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

- A. Pengintegrasian komponen-komponen yang telah ditentukan menjadi satu PCB agar lebih *compact*.
- B. Perolehan data hasil pengukuran dikirimkan ke *website* yang telah dibuat secara *realtime* menggunakan *module* GSM SIM800L setiap 10 menit sekali untuk keadaan normal mempunyai akurasi pengiriman 68%. pengiriman langsung dengan mengabaikan pengiriman keadaan normal ketika ketinggian muka air sungai memenuhi kondisi “Waspada” dengan akurasi 80% atau “Bahaya”
- C. Pengiriman pemberitahuan dan peringatan dini berbasis pesan teks SMS melalui modul SIM800L kepada penjaga setempat yang berwenang.

REFERENSI

- [1] Lewi, Sunarya and Ramadan, "Sistem Monitoring Ketinggian Air Berbasis Internet of Things Menggunakan Google Firebase," p. 8, 2017.
- [2] K. Ramadhan, "Penggunaan Sensor Curah Hujan dan Ultrasonik Single Transciever pada Sistem Monitoring Ketinggian Air Sungai Berbasis Internet of Things," p. 84, 2020.
- [3] Setiadi and Muhamemin, "Penerapan Internet of Things pada Sistem Monitoring Irigasi," *Smart Irigasi*, p. 8, 2018.
- [4] A. Maryono, Menangani Banjir, Kekeringan, dan Lingkungan, Jogja: Gadjah Mada University Press, 2020.
- [5] A. D. Limantara, C. S. Y. Purnomo and S. W. Mudjanarko, "PERMODELAN SISTEM PELACAKAN LOT PARKIR KSONG BERBASIS SENSOR ULTRASONIC DAN INTERNETOF THINGS (IOT) PADA LAHAN PARKIR DILUAR JALAN," p. 10, 2017.
- [6] Z. Lubis, K. Simanjuntak, A. Muhazzir, M. S. Wahyuni, H. N. Winata and S. Aryza, "ANALISA PERANCANGAN ALAT PENGAMAN LISTRIK PADA PENGUAT AUDIO MENGGUNAKAN SENSOR

TEMPERATUR DAN SENSOR ARUS," p.
7, 2019.

