

SISTEM PERINGATAN BANJIR PADA STASIUN KERETA API

FLOOD WARNING SYSTEM IN TRAIN STATIONS

Arif Fadilah¹, Ahmad Sugiana², Angga Rusdinar³

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

¹ariffadilah1996@gmail.com, ²sugiana@telkomuniversity.ac.id, ³angga.rusdinar@telkomuniversity.ac.id.

Abstrak

Banjir merupakan bencana yang ditandai dengan adanya genangan air yang luas pada area tertentu. Bencana banjir ini banyak menimbulkan kerugian yang besar. Salah satunya adalah pada bidang transportasi. Banyak sekali kerugian yang ditimbulkan oleh bencana banjir pada bidang transportasi, contohnya yaitu: rusaknya kendaraan, jadwal keberangkatan dan kedatangan menjadi terlambat, dan rusaknya peralatan elektronik pada stasiun bandara, dll. Supaya tidak terjadi kerusakan pada peralatan elektronik pada stasiun kereta api, maka peneliti membuat sistem peringatan banjir pada stasiun kereta api. Sistem peringatan banjir pada kereta api ini terdiri dari sistem *input* dan sistem *output*. Pada sistem *input* terdiri dari sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pembaca ketinggian banjir yang kemudian hasil pengukurannya akan diolah oleh Arduino Nano lalu data ketinggian banjir tersebut akan dikirimkan oleh modul nRF24L01+PA+LNA ke sistem *output*, Pada sistem *output* terdiri dari modul nRF24L01+PA+LNA yang menerima data ketinggian banjir dari sistem *input*, lalu mengirimkan ke arduino nano dan data ketinggian banjir diolah menjadi beberapa *output*, *Output* tersebut yaitu relai yang berfungsi memutuskan arus pada peralatan elektronik yang vital, LED sebagai status level ketinggian banjir, LCD untuk menampilkan data ketinggian banjir, dan *buzzer* akan berbunyi ketika status level ketinggian banjir sudah bahaya. Sistem ini memiliki nilai keakurasian pada sensor ultrasonik 1 yaitu sebesar 98,961% pada objek pantul air dan 99,087% pada objek pantul benda padat. Pada sensor ultrasonik 2 memiliki nilai keakurasian sebesar 99,141% pada objek pantul air dan 98,963% pada objek pantul benda padat.

Kata kunci: *Sistem Peringatan Banjir, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Arduino Nano, Modul nRF24L01+PA+LNA, Relai*

Abstract

Flooding is a disaster characterized by a large pool of water in certain areas. This flood disaster caused a lot of losses. One of them is in the field of transportation. A lot of losses caused by flood disasters in the field of transportation, for example: the destruction of vehicles, scheduled departure and arrival to be late, and the destruction of electronic equipment at the airport station, etc.. In order to avoid damage to electronic equipment at the railway station, the researchers created a flood warning system at the railway station. Flood warning system on this train consists of input systems and output systems. In the input system consists of ultrasonic sensor HC-SR04 as the flood height reader which then the result of the measurement will be processed by Arduino Nano then the flood height data will be sent by module nRF24L01 + PA + LNA to output system, In system output consist of module nRF24L01 + PA + LNA that receives the flood height data from the input system, then sends it to arduino nano and flood height data is processed into multiple outputs. The output is a relay that functions to break the current on vital electronic equipment, LED as the level status of flood height, LCD to display data the height of the flood, and buzzer will sound when the status of the height level of the flood is already a danger. This system has the value of accuracy on ultrasonic sensor 1 that is equal to 98,961% in water reflection object and 99,087% in solid object reflection object. In the ultrasonic sensor 2 has a value of 99.141% accuracy on the reflected object and 98.963% in solid object reflection.

Keywords : *Flood Warning System, Ultrasonic Sensor HC-SR04, Arduino Nano, Module nRF24L01 + PA + LNA, Relay*

1 Pendahuluan

Bencana banjir adalah peristiwa terbenamnya daratan (yang biasanya kering) karena volume air yang meningkat. Dampak dari bencana banjir ini banyak sekali contohnya seperti pada bidang transportasi, ekonomi, sosial, dll. Pada bidang transportasi dampak dari bencana banjir bisa menyebabkan kerusakan alat-alat transportasi, keterlambatan jadwal, kecelakaan, dan bahkan kematian.

Pada Stasiun Kereta Api Bandung sudah beberapa kali terkena bencana banjir. Bencana banjir yang paling terbaru di Stasiun Kereta Api Bandung yaitu pada tanggal 13 November 2016 [1][2][3][4].

Kurangnya persiapan dalam menghadapi bencana banjir pada Stasiun Kereta Api Bandung dapat menyebabkan kerugian bagi PT. Kereta Api Indonesia (Persero) dan penumpang, salah satu kerugiannya berupa rusaknya peralatan vital karena korsleting yang terdapat di stasiun kereta api dan keterlambatan jadwal keberangkatan maupun kedatangan kereta api [5][6].

Untuk mengurangi dampak tersebut dapat melakukan berbagai cara, yaitu dengan cara melakukan pengerukan pada sungai yang terdapat di daerah tersebut, memperbaiki drainase, dan membuat sistem peringatan banjir.

Pada tugas akhir kali ini penulis ingin melakukan perancangan dan pembuatan sistem peringatan banjir pada stasiun kereta api sehingga saat terjadi banjir di stasiun kereta api peralatan elektronik yang vital dapat dimatikan supaya tidak terjadi korsleting dan memberitahukan status level ketinggian banjir.

Hasil perancangan dan pembuatan sistem ini diharapkan dapat membantu mengurangi dampak dari bencana banjir di Stasiun Kereta Api Bandung dan Stasiun Kereta Api di Indonesia.

2 Dasar Teori

2.1 Karakteristik Banjir

Banjir adalah bencana yang terjadi karena curah hujan yang tinggi, sehingga saluran air dan drainase tidak cukup lagi menampung air tersebut sehingga menjadi meluap. Tolak ukur ancaman banjir dapat ditentukan berdasarkan:

- Ketinggian air banjir.
 - Kecepatan aliran banjir.
 - Lamanya waktu genangan banjir.
 - Luas genangan banjir.
 - Tingkat kepekatan banjir.
 - Material yang dihanyutkan banjir.
- Banjir juga mengakibatkan kerugian, kerugiannya, yaitu:
- Pada manusia seperti tersebarinya penyakit, hilangnya anggota keluarga, dan kematian.
 - Pada harta benda seperti rumah yang tergenang, alat yang rusak akibat banjir, dan modal barang produksi dan perdagangan yang tergenang atau hanyut.
 - Pada Prasarana umum seperti tergenangnya stasiun, terminal, bandara, sekolah, rumah sakit, dan prasarana umum lainnya sehingga tidak bisa berjalan dengan optimal.

Pada Stasiun Kereta Api Bandung ketinggian banjir hingga mencapai 40 cm dan menyebabkan korsleting pada beberapa alat vital seperti motor wesel hingga memindahkan rel kereta api harus secara manual memakai tuas [1]. Banjir pada Stasiun Kereta Api Bandung ini disebabkan oleh meluapnya sungai dari arah barat Stasiun Kereta Api Bandung [1]. Banjir di Stasiun Kereta Api Bandung juga mengakibatkan beberapa jadwal keberangkatan kereta api terlambat Seperti Kereta Argo Parahyangan menuju Jakarta dari Stasiun Bandung, yang seharusnya berangkat pada pukul 14.30 WIB, baru bisa berangkat pada pukul 16.00 WIB [3].

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol suatu rangkaian elektronik, pada umumnya mikrokontroler terdiri dari *Central Processing Unit* (CPU), memori, I/O tertentu seperti *Analog-to-Digital Converter* yang sudah terintegrasi di dalamnya.

Agar suatu mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut membutuhkan komponen eksternal seperti sistem *clock* dan *reset* yang kemudian disebut sistem minimum. Arti sistem minimum itu adalah saat suatu mikrokontroler dapat digunakan untuk menjalankan suatu program.

2.3 Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mengukur jarak suatu benda yang berada di depannya Pada sensor ultrasonik terdapat dua komponen utama, yaitu *transmitter* sebagai pemancar gelombang ultrasonik dan *receiver* sebagai penerima gelombang ultrasonic.

2.4 . Frekuensi Radio

Frekuensi radio merupakan salah satu gelombang elektromagnetik yang terletak pada 3 kHz sampai 300 GHz. Frekuensi radio dapat dihasilkan oleh pemberian arus bolak-balik ke sebuah antena. Sinyal frekuensi radio merupakan arus AC yang terus berubah antara tegangan positif dan negatif. Kebanyakan modul radio beroperasi pada 2,4 GHz dan 5,8 GHz. Karena frekuensi tersebut dilegalkan oleh pemerintah.

2.5. Inter Integrated Circuit (I²C)

Inter Integrated Circuit atau biasa disebut I²C merupakan standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Dua saluran pada I²C yaitu SDA dan SCL. I²C merupakan bus standar yang didesain oleh Philips pada awal tahun 1980-an untuk memudahkan komunikasi antar komponen pada suatu rangkaian.

3 Pembahasan

3.1 Desain Sistem

Pada tugas akhir ini akan dirancang sistem peringatan banjir pada stasiun kereta api. Sistem ini dirancang supaya dapat memantau ketinggian banjir dan juga mematikan peralatan elektronik vital yang berada di stasiun. Untuk mengukur ketinggian banjir sistem ini memakai sensor ultrasonik supaya hasil pengukurannya bernilai

kontinu. Sistem ini memakai komunikasi *wireless* dari sistem sensor ke sistem pusat yang mengatur beberapa *output*. Hasil pengukuran ketinggian banjir tersebut akan ditampilkan pada layar LCD serta lampu indikator keterangan status ketinggian banjir yang memakai tiga buah lampu LED dengan warna yang berbeda. Status level ketinggian banjir tersebut berdasarkan dari ketinggian peralatan elektronik vital dari permukaan tanah, karena ketinggian peralatan vital yang terendah itu adalah 17 cm. Maka pembagian status level ketinggian banjir tersebut dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan ketinggiannya yaitu: 0 cm – 9 cm untuk status level ketinggian banjir aman, 10 cm – 16 cm untuk status level ketinggian banjir waspada, dan di atas 17 cm maka status level ketinggian banjir bahaya. Pada status level ketinggian banjir bahaya alat akan mematikan peralatan vital dengan relai supaya tidak terjadi korsleting dan juga *buzzer* akan berbunyi.

Karena pada sistem ini menggunakan dua buah sensor yang diletakkan di tempat yang berbeda. Sensor ultrasonik A ditempatkan dekat dengan motor wesel sedangkan Sensor ultrasonik B diletakkan pada awal munculnya air banjir datang. Fungsi dari kedua sensor ini adalah untuk memastikan ketinggian banjir dan mempersiapkan *output* pada tampilan dan pemutusan arus listrik.

Tabel 1 Sistem *Output*

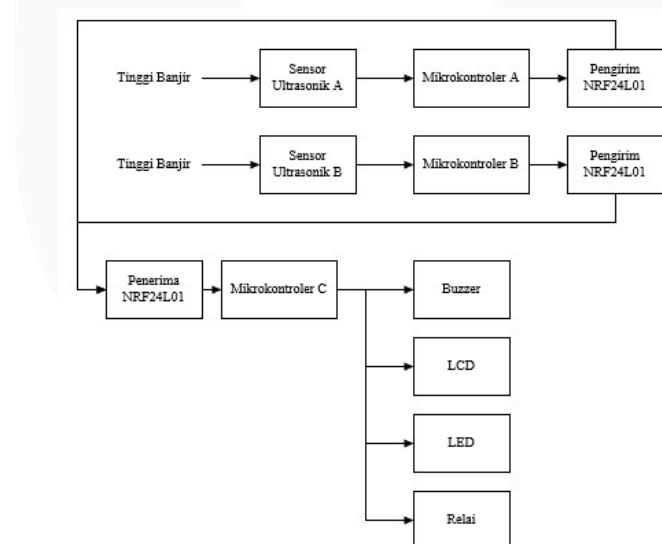
Sensor Ultrasonik A	Sensor Ultrasonik B	<i>Output</i> Level Ketinggian	<i>Output</i> Warna LED
Aman	Aman	Aman	Hijau
Aman	Waspada	Aman	Hijau
Aman	Bahaya	Waspada	Kuning
Waspada	Aman	Waspada	Kuning
Waspada	Waspada	Waspada	Kuning
Waspada	Bahaya	Waspada	Kuning
Bahaya	Aman	Bahaya	Merah
Bahaya	Waspada	Bahaya	Merah
Bahaya	Bahaya	Bahaya	Merah

Jika ketinggian banjir pada sensor ultrasonik A aman dan ketinggian pada sensor ultrasonik B aman atau waspada maka *output* LED pada tampilan akan warna hijau namun apabila sensor ultrasonik B bahaya maka *output* LED kuning akan menyala.

Jika ketinggian banjir pada sensor ultrasonik A waspada dan ketinggian pada sensor ultrasonik B aman, waspada, dan bahaya maka *output* LED kuning akan menyala,

Jika ketinggian banjir pada sensor ultrasonik A bahaya dan pada sensor ultrasonik B aman, waspada, dan bahaya maka LED merah akan menyala dan relai akan memutuskan arus listrik.

3.2 Diagram Blok

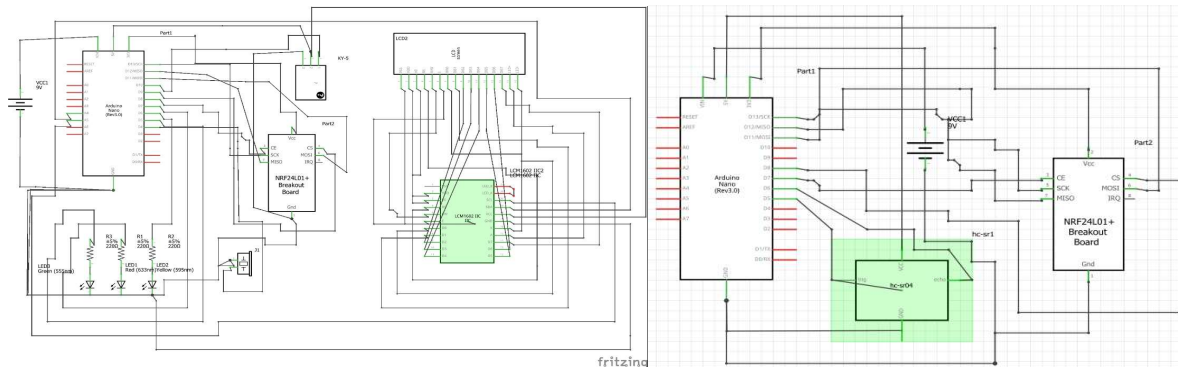


Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Gambar 1 adalah blok diagram sistem peringatan banjir. *Input* dari sistem ini adalah ketinggian banjir yang diolah oleh sensor ultrasonik HC-SR04 yang mengubah besaran fisis menjadi tegangan. Data tegangan tersebut diolah oleh mikrokontroler A dan mikrokontroler B, kemudian data tersebut dikirimkan ke mikrokontroler C dengan komunikasi *wireless* NRF24L01. *Output* dari sistem ini yang berasal dari mikrokontroler C menampilkan data ketinggian banjir di LCD, LED untuk pembagian status level ketinggian banjir aman (hijau), waspada (kuning), dan bahaya (merah), dan *buzzer* yang akan berbunyi ketika sudah mencapai status level ketinggian banjir bahaya, dan relai yang akan memutuskan aliran arus peralatan elektronik vital yang terdapat pada stasiun kereta api.

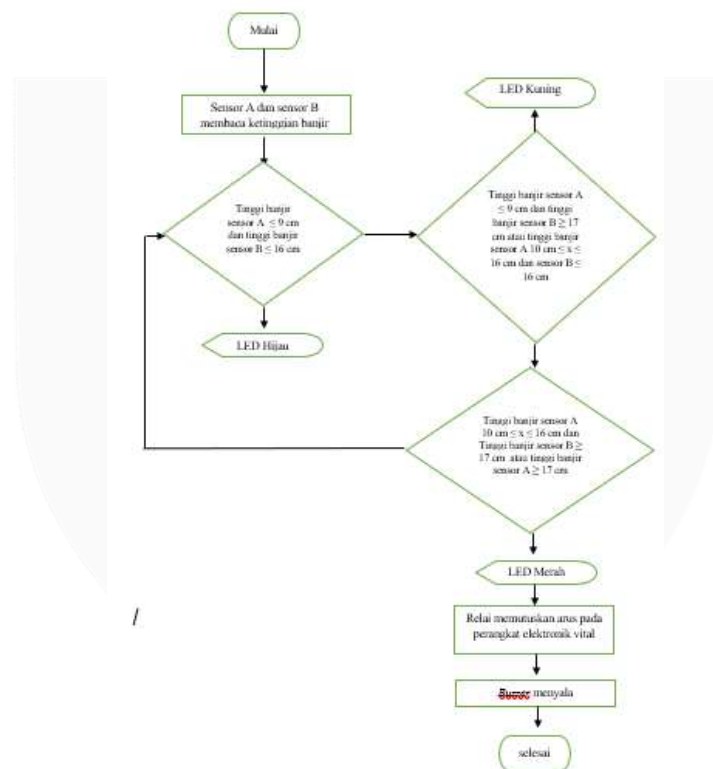
3.3 Desain Perangkat Keras

Gambaran desain perangkat keras secara umum yaitu sistem *input* terhubung dengan sistem *output* melalui komunikasi *wireless* NRF24L01+PA+LNA. Pada sistem *input* terdapat sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian banjir dan mengirimkan ke sistem *output* dengan menggunakan komunikasi *wireless* NRF24L01+PA+LNA, Pada sistem *output* terdapat LED untuk indikator status level ketinggian banjir, LCD sebagai menampilkan data ketinggian banjir, relai sebagai pemutus aliran arus pada peralatan elektronik yang vital, *buzzer* sebagai informasi bahwa status level ketinggian banjir sudah bahaya, dan komunikasi *wireless* sebagai penerima data dari sistem *input*.



Gambar 2 Rangkaian Sistem Peringatan Banjir

3.4 Flowchart



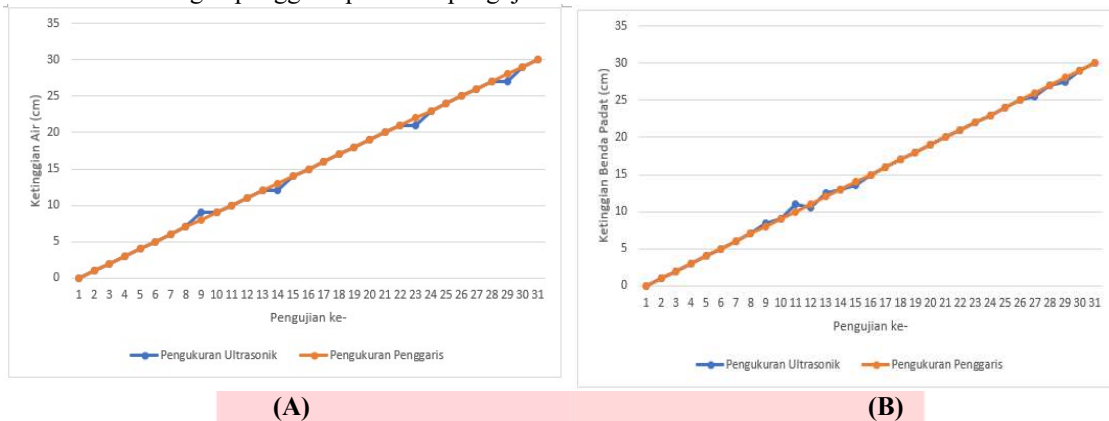
Gambar 3 Flowchart Sistem Peringatan Banjir

Pada gambar 3 dijelaskan bahwa saat sensor ultrasonik A membaca ketinggian banjir kurang dari sama dengan 9 cm dan sensor ultrasonik B membaca ketinggian banjir maka LED warna hijau menyala, ketika sensor ultrasonik A membaca ketinggian banjir kurang dari 9 cm dan sensor ultrasonik B lebih dari sama dengan 17 cm atau sensor ultrasonik A membaca ketinggian banjir di antara 10 cm dengan 16 cm dan sensor ultrasonik B membaca ketinggian banjir kurang dari sama dengan 16 cm maka LED warna kuning menyala, ketika sensor ultrasonik A membaca ketinggian banjir di antara 10 cm dengan 16 cm dan sensor ultrasonik B membaca ketinggian banjir lebih dari sama dengan 17 cm atau sensor ultrasonik A membaca ketinggian banjir lebih dari sama dengan 17 cm maka LED status level ketinggian banjir warna merah menyala, relai memutuskan arus peralatan elektronik yang vital, dan *buzzer* berbunyi.

4 Pengujian

4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik A

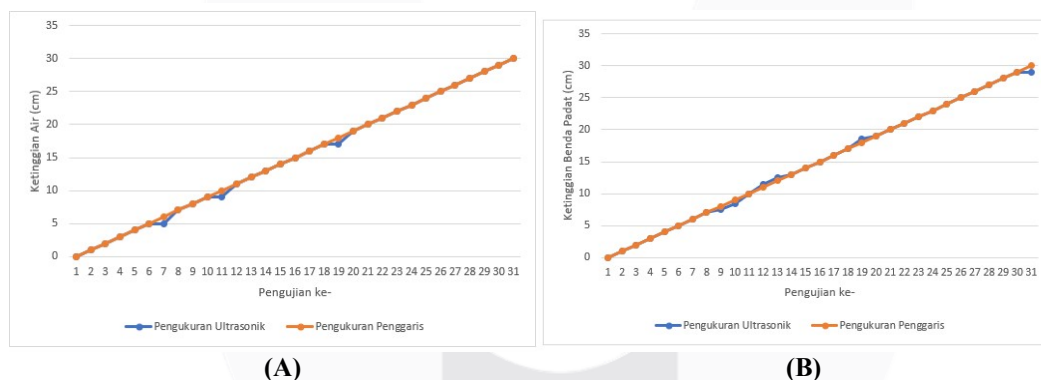
Pada pengujian ini akan membandingkan hasil pengujian terhadap objek benda padat dan objek air. Pengujian ini nantinya akan menghasilkan nilai keakurasian antara dua pengujian dan rata-rata selisih perbandingan antara sensor HC-SR04 dengan penggaris pada dua pengujian.



Berdasarkan data di atas bahwa perbandingan antara pengujian sensor HC-SR04 tidak memiliki perubahan yang besar. Kedua pengujian ini memiliki rata-rata selisih perbandingan antara sensor HC-SR04 yang sama yaitu 0,129 cm, tetapi memiliki perbedaan pada tingkat keakurasian yaitu untuk pengujian terhadap objek padat pada gambar (B) sebesar 99,087% sedangkan pada pengujian terhadap objek air pada gambar (A) yaitu 98,961%.

4.2 Pengujian Sensor Ultrasonik B

Pada pengujian ini akan membandingkan hasil pengujian terhadap objek benda padat dan objek air. Pengujian ini nantinya akan menghasilkan nilai keakurasian antara dua pengujian dan rata-rata selisih perbandingan antara sensor HC-SR04 dengan penggaris pada dua pengujian.



Berdasarkan data di atas bahwa perbandingan antara pengujian sensor HC-SR04 tidak memiliki perubahan yang besar. Kedua pengujian ini memiliki rata-rata selisih perbandingan antara sensor HC-SR04 yaitu sebesar 0,0967 cm pada pengujian terhadap objek padat pada gambar (B) dan pada pengujian terhadap objek air pada gambar (A) sebesar 0,113 cm sedangkan pada tingkat keakurasian yaitu untuk pengujian terhadap objek padat pada gambar (B) sebesar 98,963% sedangkan pada pengujian terhadap objek air pada gambar (A) yaitu 99,141%.

4.3 Pengujian NRF24L01+PA+LNA

Pengujian Pada NRF24L01+PA+LNA bertujuan untuk mengetahui jangkauan terjauh dari komunikasi wireless ini.

Tabel 2 Pengujian NRF24L01+PA+LNA

Uji ke-	Jarak dengan NRF24L01 Pusat	Percobaan NRF24L01 A	Percobaan NRF24L01 B
1	60 m	stabil	stabil
2	120 m	stabil	stabil
3	140 m	Tidak stabil	Tidak stabil
4	400 m	Tidak stabil	Tidak stabil
5	420 m	Data tidak masuk	Data tidak masuk
6	600 m	Data tidak masuk	Data tidak masuk

Dari data tabel 2 dapat disimpulkan bahwa jarak stabil NRF24L01+PA+LNA adalah dari 0 m – 120 m, pada 120 m – 400 m data yang diterima tidak stabil, dan pada jarak 420 m – 600 m data tidak masuk. Aplikasi yang digunakan untuk pengujian ini adalah *Distance Calculator*.

4.4 Pengujian Ketinggian Air di Saluran Irigasi

Pengujian ini bertujuan untuk mencoba keseluruhan sistem dengan jarak sensor ultrasonik A dan sensor ultrasonik B sejauh 60 meter. Pengujian ini mengambil data setiap 5 detik sekali.

Tabel 3 Pengujian Ketinggian Air di Saluran Irigasi

Uji Ke-	Pengukuran Ultrasonik A (cm)	Pengukuran Ultrasonik B (cm)	Indikator LED			Relai	Buzzer
			Hijau	Kuning	Merah		
1	29	24			✓	✓	✓
2	29	24			✓	✓	✓
3	29	24			✓	✓	✓
4	29	24			✓	✓	✓
5	30	24			✓	✓	✓
.
.
.
30	29	24			✓	✓	✓

Dari pengujian ini didapatkan bahwa alat ini masih bisa mendeteksi ketinggian banjir walaupun air bergerak.

4.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Tabel 4 Pengujian Keseluruhan Sistem

Uji Ke-	Pengukuran Ultrasonik A (cm)	Pengukuran Ultrasonik B (cm)	Indikator LED			Relai	Buzzer
			Hijau	Kuning	Merah		
2	7	6	✓				
4	7	12	✓				
12	15	6		✓			
14	15	12		✓			
16	15	18		✓			
22	22	6			✓	✓	✓
24	22	12			✓	✓	✓
26	22	18			✓	✓	✓

Pada percobaan tabel 4 diketahui bahwa ketika sensor ultrasonik A mengukur ketinggian banjir kurang dari sama dengan 9 cm dan sensor ultrasonik B kurang dari sama dengan 16 cm maka lampu LED warna hijau akan menyala, lalu ketika sensor ultrasonik A mengukur ketinggian banjir kurang dari 9 cm dan sensor ultrasonik B mengukur ketinggian banjir lebih dari sama dengan 17 cm atau sensor ultrasonik A mengukur ketinggian banjir di antara 10 cm dengan 16 cm maka lampu LED warna kuning akan menyala. Lalu apabila sensor ultrasonik A mengukur ketinggian banjir lebih dari sama dengan 17 cm maka LED warna merah menyala, relai memutuskan arus listrik, dan *buzzer* berbunyi. Pada percobaan ini dapat disimpulkan bahwa alat sudah sesuai dengan algoritma yang diinginkan.

5 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem peringatan banjir pada stasiun kereta api, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Untuk membuat desain sistem peringatan banjir pada stasiun kereta api dibutuhkan sistem *monitoring* dan sistem *input* yang berupa sensor ultrasonik. Untuk penempatan sistem *input* diletakkan di dekat titik tempat muncul banjir dan di dekat motor wesel, sedangkan untuk sistem *monitoring* diletakkan di ruang kontrol pada stasiun kereta api.

2. Sensor ultrasonik A memiliki tingkat keakurasian untuk pengujian terhadap objek padat sebesar 99,087% sedangkan pada pengujian terhadap objek air yaitu 98,961% dan sensor ultrasonik B memiliki tingkat keakurasian yaitu untuk pengujian terhadap objek padat sebesar 98,963% sedangkan pada pengujian terhadap objek air yaitu 99,141%, dan kedua sensor ultrasonik dapat mendeteksi ketinggian banjir walaupun air mengalir.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Saridal, "Manajemen Perkeretaapian di Daop 2 Bandung," dipresentasikan di Studium Generale, Kabupaten Bandung, Indonesia, 2017.
- [2] Saokani, Kuku, "Banjir Kembali Kepung Bandung, Stasiun Kereta Api Tergenang," Liputan 6.com, 13 November 2016. <http://regional.liputan6.com/read/2650988/banjir-kembali-kepung-bandung-stasiun-kereta-api-tergenang> diakses 14 September 2017.
- [3] Fikri, Ahmad, "Stasiun Bandung Kebanjiran, Sejumlah Kereta Tertahan," Tempo.co, 13 November 2016. <https://nasional.tempo.co/read/819911/stasiun-bandung-kebanjiran-sejumlah-kereta-tertahan> diakses 14 September 2017
- [4] Mirayanti, Dina, "Dampak Banjir Jabar pada KAI dan Jasa Marga," Kontan.co.id, 14 November 2016. <http://kesehatan.kontan.co.id/news/dampak-banjir-jabar-pada-kai-dan-jasa-marga> diakses tanggal 14 September 2017.
- [5] Pratiwi, Intan, "Pendeteksi Sinyal Terendam Banjir, PT KAI Keringkan Pakai *Hair Dryer*," Republika.co.id, 14 November 2016. <http://www.republika.co.id/berita/nasional/daerah/16/11/14/ogmarn384-pendeteksi-sinyal-terendam-banjir-pt-kai-keringkan-pakai-hair-dryer> diakses tanggal 14 September 2017.
- [6] Irawan, Dhani, "Imbas Banjir dan Gangguan Sinyal, KA dari Gambir ke Luar Kota Masih Delay," detikNews, 14 November 2016. <https://news.detik.com/berita/d-3344684/imbasm-banjir-dan-gangguan-sinyal-ka-dari-gambir-ke-luar-kota-masih-delay> diakses tanggal 14 September 2017,