

# Rancang Bangun Peringatan Banjir Di Jalan Cipto Mangun Kusumo Berbasis Arduino

Muhammad Akbar<sup>1</sup>, Prihadi Murdiyati<sup>2</sup>, Marson Ady Putra<sup>3</sup>,

<sup>1, 2, 3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda

marson@polnes.co.id

**Abstrak-** Di Indonesia, bencana banjir menjadi permasalahan yang sering terjadi pada kawasan yang kondisi lingkungannya dalam keadaan darurat ekologis. Sebenarnya, sudah banyak alat pendeteksi banjir yang pada umumnya menggunakan sirine dan sistem manual yang menggunakan papan pengukur ketinggian air yang dipasang pada tiang jembatan ataupun bendungan. Namun, pemberitahuan mengenai terjadinya banjir masih tergolong lambat. Banjir juga dapat mengganggu aktivitas pengguna jalan, termasuk di Jalan Cipto Mangun Kusumo yang sering terjadi banjir yang bahkan dapat menyebabkan kemacetan. Maka dirancang alat pendeteksi banjir di Jalan Cipto Mangun Kusumo Berbasis Arduino. Arduino untuk *sensor node* dan *display node* adalah Arduino Nano, sedangkan *control node* menggunakan Arduino Uno. Sensor ultrasonik HCSR-04 pada *sensor node* akan mendeteksi ketinggian air yang kemudian data dari *sensor node* akan dikirimkan ke dengan sistem komunikasi LoRa. Data yang diterima oleh *control node* merupakan data dari *sensor node1* dan *sensor node2* yang kemudian akan diperoleh hasil perhitungan (rata-rata). Data dari *control node* akan dikirimkan ke *display node* yang akan menampilkan data pada papan *display* berupa tinggi air dan pesan sesuai kondisi tinggi air.

**Kata kunci:** Banjir, Arduino Nano, Arduino Uno, Sensor Ultrasonik HCSR-04, LoRa, *Sensor Node*, *Control Node*, *Display Node*.

## I. PENDAHULUAN

Akibat kondisi geografisnya yang berbukit-bukit dengan dataran terendah relatif rata terhadap permukaan Sungai Mahakam, kota Samarinda selalu mengalami bencana banjir setiap tahun terutama di musim hujan. Menurut data rincian potensi bahaya banjir per kecamatan di kota Samarinda tahun 2023 [1], luas potensi bahaya banjir mencakup 16.601 Ha yang merupakan 23,14 % dari wilayah Samarinda. Di Kecamatan Samarinda Seberang, di mana terdapat lokasi kampus Politeknik Negeri Samarinda, luas area potensi banjir mencapai 609 Ha atau sebesar 52,11 % dari luas wilayah kecamatan.

Salah satu lokasi langganan banjir di kecamatan Samarinda Seberang adalah di Jalan Dr. Cipto Mangunkusumo di area sekitar PT. Hexindo Adiperkasa seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Saat datang hujan deras, air dari dataran-dataran tinggi sekitar lokasi tersebut mengalir menuju danau kecil di seberang jalan PT. Hexindo. Danau kecil yang berada pada tanah pribadi tersebut sudah tak mampu menerima limpasan air karena terlalu banyak pasir dan tanah yang selama ini terbawa banjir. Akibatnya jalan raya yang merupakan salah satu akses utama yang menghubungkan banyak instansi dan industri di Samarinda Seberang dengan kota Samarinda ini menjadi mengalami banjir yang kadang dapat mencapai ketinggian hampir 1 meter.



Gambar 1. Lokasi banjir di Jl. Dr. Ciptomangunkusumo

Banjir yang terjadi pada pagi dan sore hari menyebabkan terjadinya kemacetan parah, karena kendaraan dari dua arah menumpuk di sekitar area banjir dan tidak dapat kembali akibat kurangnya putaran balik. Pada kondisi banjir besar, kendaraan bisa terjebak hingga empat lima jam untuk menunggu air surut.

Untuk menghindari kemacetan, dalam penelitian ini dirancang bangun sistem peringatan banjir yang terdiri dari *sensor node* (SN), *control node* (CN), dan *display node* (DN). SN akan ditempatkan di lokasi banjir untuk mengukur ketinggian air yang kemudian akan dikirim ke CN. Selanjutnya, CN melakukan perhitungan tinggi air di permukaan jalan berdasar data yang diperoleh dari SN1 dan SN2. Hasil perhitungan dikirim ke DN, agar dapat ditampilkan pada papan *display*-nya, dalam bentuk informasi tinggi air serta pesan tertentu sesuai dengan ketinggian air di lokasi banjir. Jaringan komunikasi antara SN, CN, dan DN menggunakan *long range* (LoRa), yang merupakan komunikasi jaringan nirkabel untuk *internet of thing* (IoT). Unit SN dan CN menggunakan sumber listrik baterai dan panel surya.

Papan peringatan akan ditempatkan di persimpangan sebelum lokasi banjir yaitu di samping jalan sebelum putar balik arah. Lokasi penempatan papan peringatan adalah di depan Kompi Senapan C di Jalan Apt. Pranoto dan di daerah Harapan Baru sebelum tanjakan pertigaan Jalan Cipto Mangun Kusumo dan Gunung Lipan. Dengan adanya sistem ini,

pengemudi kendaraan yang akan menuju area banjir dapat melihat situasi terkini area banjir untuk menentukan apakah melewati atau tidak.

Sistem peringatan banjir berbasis Arduino sebenarnya cukup banyak dikembangkan, seperti yang dilakukan di [2] di mana peringatan dikirim melalui pesan SMS, atau yang dilakukan di [3] di mana pesan dikirim melalui aplikasi Android. Keduanya menggunakan jaringan komunikasi publik yang sudah disediakan oleh penyedia sistem telekomunikasi. Tetapi sistem ini mempunyai beberapa kelemahan seperti pengemudi harus mengoperasikan handphonenya sementara ia harus fokus mengemudi. Ini tentunya akan mengganggu konsentrasinya, apalagi beberapa jalan menuju lokasi banjir mempunyai tikungan naik turun yang cukup rawan terhadap terjadinya kecelakaan. Sementara, papan display yang dipasang pada sistem ini, mudah dilihat karena berukuran besar.

Selain itu, bukit-bukit yang ada di sekitar lokasi menyebabkan kendaraan sulit menerima sinyal dari BTS. Kondisi ini tidak dialami oleh sistem karena penempatan transceiver LoRa disesuaikan dengan lingkungan sekitarnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Arduino Nano

Arduino Nano adalah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328 dengan bentuk yang sangat kecil. Secara fungsi tidak berbeda dengan Arduino Uno [4]. Disebut sebagai papan pengembangan karena *board* ini memang berfungsi sebagai arena *prototyping* sirkuit mikrokontroler. Dengan menggunakan papan pengembangan, pengguna (*User*) akan lebih mudah merangkai rangkaian elektronika mikrokontroler dibanding jika harus merakit ATmega328 dari awal di *breadboard* [4]. Perangkat Arduino Nano dapat dilihat pada Gambar 2, dan spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Tampilan Arduino Nano [4]

TABEL 1  
SPESIFIKASI ARDUINO NANO [4]

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan operasi	5V
Tegangan input	7V – 12V
Digital I/O pin	22 buah, 6 di antaranya menyediakan PWM
Analog Input pin	8 buah
Arus DC per pin I/O	40 mA
Memori Flash	32 KB, 2 KB telah digunakan untuk <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	45 mm x 18 mm
Berat	7 g

### B. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan rangkaian elektronik *open source* yang memiliki komponen utama yaitu chip mikrokontroler jenis AVR. Mikrokontroler berupa chip atau IC (*Integrated Circuit*) yang akan diprogram menggunakan komputer agar Arduino Uno dapat membaca *input*, proses, dan *output* [5]. Perangkat Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 3. Sedangkan spesifikasinya ditunjukkan dalam Tabel 2.



Gambar 3. Tampilan Arduino Uno [5]

TABEL 2  
SPESIFIKASI ARDUINO UNO [5]

Mikrokontroler	ATmega328P
Tegangan operasi	5V
Tegangan input	7V – 12V
Digital I/O pin	14 buah, 6 di antaranya menyediakan PWM
Analog Input pin	6 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	32 KB, 0.5 KB telah digunakan untuk <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	68.6 mm x 53.4 mm
Berat	25 g

### C. LoRa

LoRa, singkatan dari *long range*, merupakan modul teknologi konektivitas nirkabel yang utamanya ditunjukkan untuk sistem IoT. Ada banyak keunggulan teknologi LoRa, salah satunya yaitu sebagai solusi jaringan area luas yang menjanjikan jarak jangkauan dengan konsumsi daya yang sangat rendah dan sekuritas lebih aman, dengan ribuan perangkat *node* yang dapat terhubung dalam jaringan sehingga sangat sesuai untuk IoT [6].

LoRa beroperasi dalam spektrum ISM terbuka, sehingga dapat mengatur jaringan sendiri. LoRa dimungkinkan melakukan pengelolaan kecepatan data untuk mengatur sensitifitas dalam kanal *bandwidth* tetap. LoRa dapat terintegrasi dan berinteroperasi dengan struktur jaringan yang sudah ada, hal ini disebabkan karena modul LoRa mudah dikonfigurasi dengan lapisan yang lebih tinggi [7]. Untuk membangun komunikasi data antara LoRa terdapat beberapa parameter yang diukur antara lain adalah : RSSI, SNR, dan *packet loss* [8].

#### 1) RSSI

RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) merupakan indikator kekuatan sinyal terima [9]. RSSI merupakan perkiraan level daya terukur yang diterima dari klien RF yang dalam

kebanyakan kasus menunjukkan seberapa baik radio tertentu dapat menerima sinyal radio klien yang terhubung jarak jauh.

2) SNR

SNR (*Signal to Noise Ratio*) merupakan perbandingan antara sinyal yang diinginkan dengan sinyal yang tidak diinginkan (*noise*). SNR menyatakan kualitas data informasi yang diterima pada sistem transmisi, juga merupakan batas ambang sinyal analog yang masih dapat diterima oleh LoRa. Semakin besar nilai SNR maka kualitas sinyal semakin bagus, apabila nilai *noise* besar maka SNR akan bernilai kecil, SNR akan bernilai besar apabila jarak transmisi dekat [10].

3) Packet Loss

*Packet Loss* merupakan jumlah paket data yang gagal terkirim ke alamat tujuan saat melakukan komunikasi data. Hal ini terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan dan berpengaruh pada semua aplikasi karena retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara menyeluruh meskipun jumlah *bandwidth* cukup tersedia untuk aplikasi-aplikasi tersebut [11]. Kategori *packet loss* dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL 3  
KATEGORI PACKET LOSS

Kategori Degradasi	Packet Loss
Sangat Bagus	0 %
Bagus	3 – 14 %
Cukup	15 – 24 %
Buruk	> 25 %

D. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, yang berfungsi sebagai pengirim, penerima dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2 cm – 4 m dengan akurasi 3 mm. alat ini memiliki 4 buah pin, pin Vcc, gnd, trigger, dan echo [12]. Tampilan sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 4.

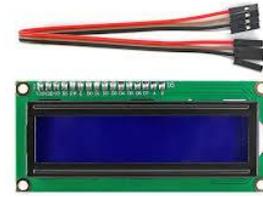


Gambar 4. Sensor ultrasonik HC-SR04 [12]

E. Liquid Crystal Display

Display elektronik merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, mulai dari karakter, huruf ataupun grafik. *Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter,

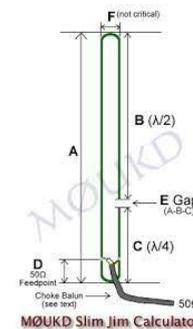
huruf, angka ataupun grafik [13]. Tampilan LCD dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. LCD (*Liquid Crystal Display*) [13]

F. Antena Slim Jim

Antena Slim Jim pada dasarnya termasuk antena *dipole* vertikal terlipat. Memiliki efisiensi radiasi sebesar 50% lebih baik dibandingkan bidang tanah konvensional karena radiasi sudut rendah. Dinamakan Slim Jim karena konstruksi rampingnya yang menggunakan tipe J [14]. Tampilan antena Slim Jim dapat dilihat pada Gambar 6.

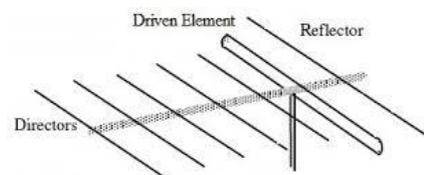


Gambar 6. Antena Slim Jim [14]

G. Antena Yagi (Directional)

Antena Yagi-Uda banyak digunakan pada komunikasi radio amatir dan sebagai antena penerima sinyal televisi, karena memiliki kinerja yang prima dan toleransinya terhadap variasi serta kesalahan konstruksi apabila bekerja secara optimum maka tidak akan jadi masalah. Kelebihan antena Yagi-Uda adalah biaya kontruksi yang sangat murah dan mempunyai pengarahan yang tinggi [15].

Antena Yagi-Uda mempunyai pola radiasi *uni-directional* yang umumnya terdiri dari sebuah *reflector*, sebuah *driven element*, dan beberapa *director* yang dirangkai pada sebuah *boom*, seperti ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Antena Yagi-Uda [15]

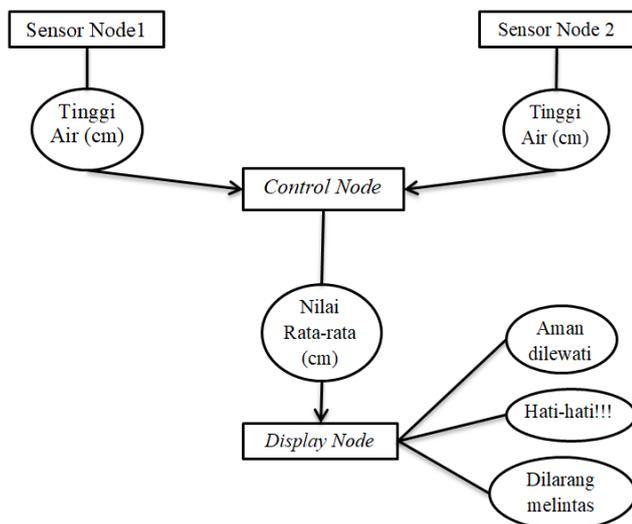
Adapun fungsi dari tiap elemen-elemen tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) **Driven**, merupakan bagian terpenting dari sebuah antena Yagi-Uda karena elemen ini yang akan membangkitkan gelombang elektromagnetik yang akan dipancarkan. *Driven element* merupakan elemen yang menyediakan daya dari pemancar, biasanya melalui saluran transmisi.
- 2) **Reflector**, merupakan elemen pemantul. Elemen *reflector* ditempatkan dibelakang elemen *driven* dan dibuat lebih panjang dari elemen *driven* atau dipole.
- 3) **Director**, adalah bagian pengarah antena yang memiliki ukuran lebih pendek daripada elemen *driven*. Penambahan batang *director* akan menambah *gain* antena, namun akan membuat pola pengarah antena menjadi lebih sempit.
- 4) **Boom**, adalah tempat untuk menempelkan/memasang ketiga elemen utama yaitu *driven*, *reflector*, dan *director*.

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Gambaran Umum Sistem

Pada penelitian ini, beberapa perangkat dibutuhkan untuk mengukur ketinggian air yang kemudian ditampilkan untuk memperingatkan pengguna jalan. Perangkat-perangkat yang dirancang bangun oleh penulis berupa *sensor node*, *control node*, dan *display node*. Komunikasi antara seluruh *node* menggunakan teknologi komunikasi wireless LoRa. Gambaran umum sistem dapat dilihat pada [Gambar 8](#).



Gambar 8. Gambaran umum sistem

*Sensor node* menggunakan sensor ultrasonic untuk mengukur ketinggian air. Selanjutnya data yang didapat oleh *sensor node* akan dikirimkan ke *control node*. Karena beberapa *sensor node* dipasang di tepi jalan di lokasi banjir, maka *control node* menerima sejumlah data ketinggian air. Data ketinggian air tersebut akan dihitung untuk menunjukkan ketinggian air di jalan. Data hasil perhitungan dikirim oleh *control node* ke *display node* yang terpasang di beberapa persimpangan jalan utama yang menuju ke lokasi banjir. *Display node* menerima data dan menampilkannya sebagai informasi ketinggian air dan keterangan dapat tidaknya lokasi banjir dilalui kendaraan. Agar dapat dibaca oleh masyarakat yang melewati persimpangan

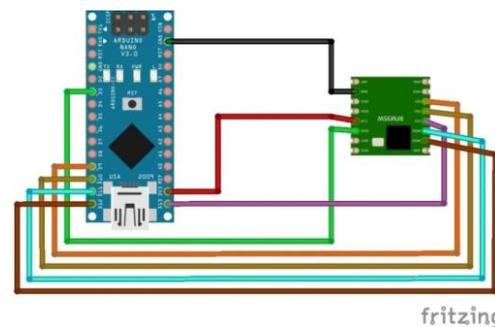
tersebut, maka ukuran *display board* pada *display node* harus besar.

#### B. Waktu dan Lokasi

Pembuatan perangkat dilaksanakan pada bulan Maret hingga Juli 2021, bertempat di Laboratorium Mikroprosesor Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Samarinda. Pengambilan data dilakukan pada bulan Agustus 2021 di Jalan Cipto Mangun Kusumo.

#### C. Perancangan Rangkaian Arduino Nano dan LoRa 915 MHz

Seluruh *node* menggunakan Arduino Nano dan dilengkapi dengan *transceiver* LoRa 915 MHz. Rangkaian Arduino Nano dan *transceiver* LoRa 915 MHz ditunjukkan pada [Gambar 9](#).

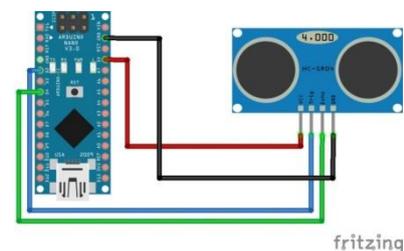


Gambar 9. Rangkaian Arduino Nano dan *transceiver* LoRa 915 MHz

#### D. Perancangan Rangkaian Arduino Nano dan Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 hanya diperlukan di *sensor node* saja. Untuk menghubungkan Arduino Nano dengan sensor ultrasonik HC-SR04 hanya diperlukan empat terminal. Pada sensor ultrasonik HC-SR04 terdapat empat terminal yaitu VCC, *Trigger*, *Echo*, dan Gnd (*Ground*). Terminal VCC merupakan terminal tegangan input modul yang membutuhkan tegangan sebesar 5 Volt. Terminal ini dihubungkan dengan terminal 5 Volt yang terdapat pada Arduino Nano.

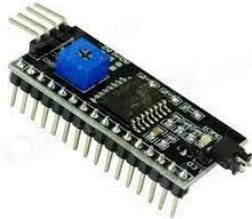
Kemudian terminal Trig atau *trigger* dihubungkan dengan terminal D2 pada Arduino Nano, di mana pin *trigger* ini yang mengirimkan sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz. Terminal *Echo* dihubungkan dengan terminal D4 pada Arduino Nano, di mana pin *Echo* ini yang akan menerima sinyal ultrasonik yang dipantulkan oleh benda. Terminal GND atau *Ground* dihubungkan dengan terminal GND pada Arduino Nano. Koneksi antara Arduino Nano dan sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada [Gambar 10](#).



Gambar 10. Rangkaian Arduino Nano dan sensor ultrasonik HC-SR04

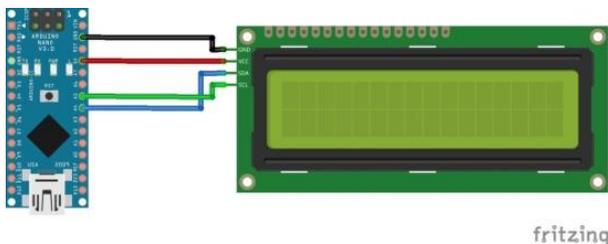
E. Perancangan Rangkaian Arduino Nano dan LoRa 915 MHz

Untuk menghubungkan *display* LCD dengan *board* Arduino Nano umumnya menggunakan banyak terminal, maka untuk mengurangi penggunaan terminal pada *board* Arduino, dapat digunakan modul I2C. Tampilan modul I2C dapat dilihat pada [Gambar 11](#).



Gambar 11. Modul I2C

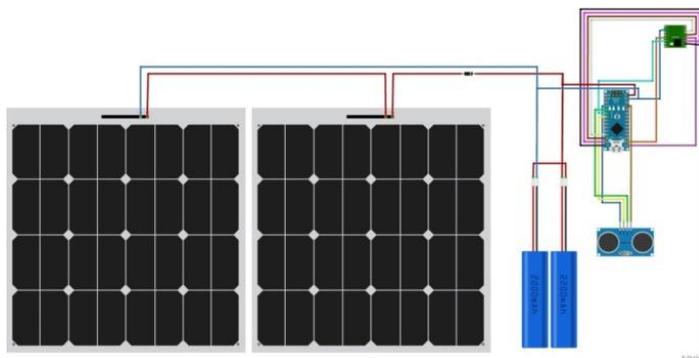
Dengan penggunaan modul I2C, maka untuk menghubungkan *display* LCD dan *board* Arduino hanya diperlukan empat terminal saja. Koneksi antara *display* LCD yang dilengkapi modul I2C dengan *board* Arduino dapat dilihat pada [Gambar 12](#).



Gambar 12. Rangkaian Arduino Nano dan LCD *display* 16x2 I2C

F. Perancangan Sensor Node

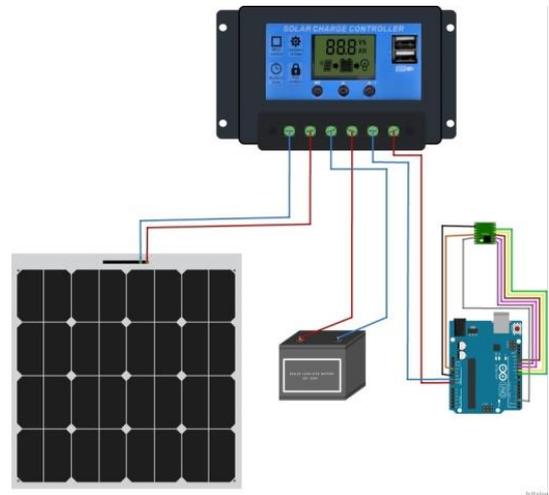
*Sensor node* dalam perancangan alat penelitian ini memiliki fungsi sebagai pengukur tinggi air. Sensor ultrasonik pada *sensor node* telah diatur untuk melakukan pengukuran perubahan ketinggian air yang kemudian data tersebut akan dikirimkan ke *control node* melalui LoRa dengan frekuensi 915 MHz. Koneksi antara perangkat keseluruhan dalam *sensor node* dapat dilihat pada [Gambar 13](#)



Gambar 13. Koneksi perangkat *Sensor Node*

G. Perancangan Control Node

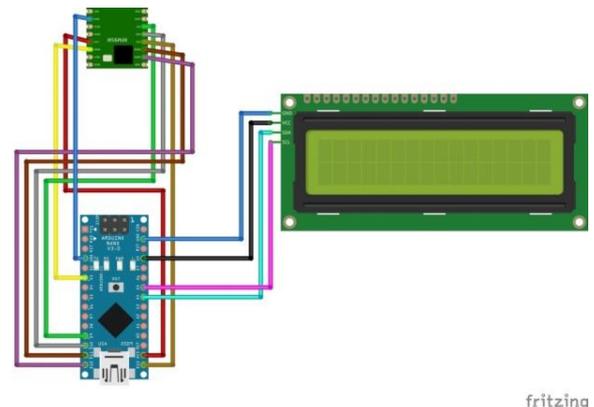
*Control node* memiliki fungsi sebagai penerima data dari *sensor node* dan mengirim data ke *display node*. Data yang dikirim oleh *sensor node* akan diterima oleh *control node*, dimana nilai dari data yang diterima akan dirata-ratakan. Hal ini dilakukan karena kondisi jalan di lokasi penelitian yang tidak rata (miring), maka *control node* akan mengambil nilai rata-rata untuk memperkirakan tinggi air di lokasi penelitian yang kemudian data dari *control node* akan dikirim ke *display node* untuk ditampilkan. Koneksi antara perangkat keseluruhan dalam *control node* dapat dilihat pada [Gambar 14](#).



Gambar 14. Koneksi perangkat *Control Node*

H. Perancangan Display Node

*Display node* berfungsi menampilkan data yang diterima dari *control node*. Data berupa tinggi air dan status banjir, apakah dapat dilewati, hati-hati atau sudah tidak dapat dilewati lagi oleh kendaraan. *Display node* seharusnya berupa papan *display* yang besar namun pada *prototype display node* hanya berupa LCD 16x2. Papan *display* akan mendapatkan sumber langsung dari PLN dikarenakan membutuhkan daya yang besar untuk menampilkan data yang telah diterima. Koneksi antara perangkat keseluruhan dalam *display node* dapat dilihat pada [Gambar 15](#).



Gambar 15. Koneksi perangkat *Display Node*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penjelasan Umum

Setelah menyelesaikan proses rancang bangun alat peringatan banjir, maka dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu melakukan pengujian. Pada bab ini dijelaskan tentang hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro dan Jalan Cipto Mangun Kusumo (lokasi banjir dan rencana lokasi display node). Pengujian yang dilakukan meliputi :

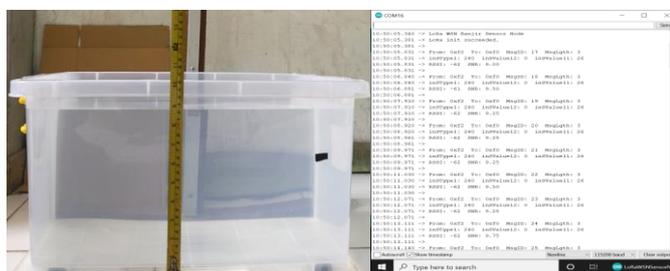
- 1) Pengujian *sensor node*.
- 2) Pengujian *control node*.
- 3) Pengujian *display node*.
- 4) Pengujian jarak jangkauan LoRa.
- 5) Pengujian sinyal LoRa di lokasi penempatan *display node*.

B. Pengujian Sensor Node

Pengujian *sensor node* (SN) dilakukan dengan cara mengirimkan data yang kemudian akan ditampilkan di *serial port*. Tampilan pada *serial port* adalah pengukuran tinggi air yang terukur secara *real time*. Saat terjadi perubahan tinggi air maka SN akan langsung mengirimkan data ke penerima dan menampilkan tinggi air di *serial port*. Alamat pada SN1 dan SN2 dibuat berbeda agar dapat dibedakan dari mana data berasal.

Alamat pada SN1 adalah 0xF2, sedang alamat untuk SN2 adalah 0xF3. Kedua SN akan mengirimkan data ke penerima dengan alamat 0xF0. Data yang diterima kemudian akan ditampilkan pada serial monitor IDE Arduino. Data yang akan ditampilkan pada serial monitor adalah alamat pengirim, alamat penerima, nomor data, panjang data, tipe data, nilai data, RSSI, dan SNR.

Untuk menguji ketelitian sensor ultrasonik dalam mengukur tinggi air, tiga wadah diuji coba untuk melihat pengaruh wadah terhadap ketelitian pengujian. Wadah pertama berupa *box* plastik besar yang diisi air dengan tinggi 26 cm. Wadah kedua berupa *box* kecil yang juga diisi air dengan tinggi 20 cm. Sedang wadah ketiga berupa botol air 1500 ml yang telah dipotong bagian leher botolnya dan diisi air dengan tinggi 17 cm. Tampilan percobaan *sensor node* dapat dilihat pada [Gambar 16](#) dan [Gambar 17](#).

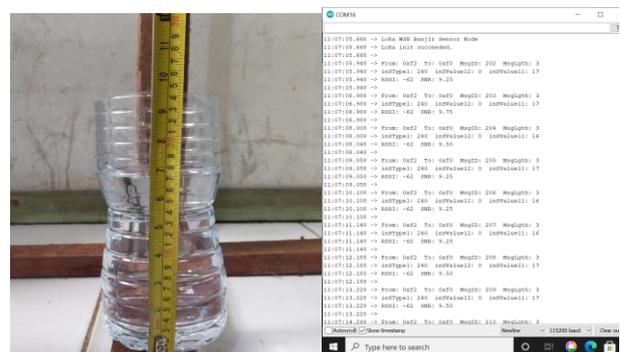


Gambar 16. Pengujian pada *box* plastik besar dengan tinggi 26 cm



Gambar 17. Pengujian pada *box* plastik kecil dengan tinggi 24 cm

Pengujian pada [Gambar 16](#) dapat dilihat bahwa dengan tinggi air hanya mencapai 22 cm namun hasil pengukuran menunjukkan nilai sebesar 26 cm. Begitu pula pada pengujian pada [Gambar 17](#) dapat dilihat bahwa untuk tinggi air yang hanya mencapai 20 cm namun hasil pengukuran menunjukkan nilai sebesar 24 cm. Hal ini disebabkan karena permukaan pada tepi atas *box* terlalu lebar sehingga memantulkan gelombang ultrasonik dari SN.



Gambar 18. Pengujian pada botol air plastik dengan tinggi 24 cm

Pengujian pada [Gambar 18](#) dilakukan pada botol plastik yang telah dipotong pada bagian leher botolnya, mempunyai tinggi 24 cm dan diisi air setinggi 17 cm. Dapat dilihat bahwa dengan tinggi air mencapai 17 cm dan hasil pengukuran menampilkan hasil pengukuran yang sama. Ini menunjukkan bahwa pada pengujian ketiga permukaan atas pada botol tidak memantulkan gelombang ultrasonik dari SN, sehingga SN benar-benar mengukur tinggi air.

C. Pengujian Display Node

Karena *display node* (DN) hanya menerima data, maka untuk pengujianya sebuah Arduino Uno dan *transceiver* LoRa difungsikan sebagai pengirim data. Pada DN tiga jenis tampilan pesan yang berbeda adalah sebagai berikut. Jika data tinggi air yang diterima adalah dari 0 hingga 19 cm maka DN akan menampilkan pesan “Aman dilewati”. Jika data tinggi air yang diterima adalah dari 20 hingga 39 cm DN akan menampilkan pesan “Hati-hati!!!”. Sedangkan jika data tinggi air yang diterima adalah di atas 40 cm, maka DN akan menampilkan pesan “Dilarang melintas”.

1) Pengujian Untuk Ketinggian Air 0 cm Hingga 19 cm

Ketika data tinggi air yang diterima adalah antara 0 hingga 19 cm maka DN menampilkan perintah “Aman dilewati” yang berarti bahwa kendaraan masih bisa melewati jalan dengan tinggi air di bawah 20 cm. Adapun tampilan DN ketika data tinggi air yang diterima adalah 17 cm dapat dilihat pada [Gambar 19](#) Hasil ini menunjukkan bahwa tampilan DN sudah sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 19. Tampilan pada DN ketika data ketinggian air yang diterima adalah 17 cm

2) Pengujian Untuk Ketinggian Air 20 cm Hingga 39 cm

Ketika dilakukan pengujian dengan pengiriman data dari 20 sampai 39 cm oleh pengirim data, DN menampilkan pesan “Hati-Hati!!!” yang memberitahukan bahwa kendaraan masih dapat melewati jalan, tetapi perlu hati-hati karena kendaraan dengan posisi busi dan keluaran kenalpot rendah dapat mengalami kemacetan. Tampilan DN ketika menerima data ketinggian air 38 cm dapat dilihat pada [Gambar 20](#). Hasil ini menunjukkan bahwa DN telah bekerja sebagaimana yang direncanakan.



Gambar 20. Tampilan pada DN ketika data ketinggian air yang diterima adalah 38 cm

3) Pengujian Untuk Ketinggian Air 40 cm dan lebih

Ketika dilakukan pengujian di mana pengirim data mengirim data ketinggian air 40 cm dan lebih, DN menampilkan pesan “Dilarang lewat” yang berarti bahwa kendaraan tidak dapat melewati jalan tersebut. Sehingga kendaraan disarankan untuk tidak melewati jalan tersebut dan mengambil jalan lain. Tampilan DN untuk data tinggi air 84 cm dapat dilihat pada [Gambar 21](#).



Gambar 21. Tampilan pada DN ketika data ketinggian air yang diterima adalah 84 cm

D. Pengujian Control Node

Karena *control node* (CN) bertugas untuk menerima data dari SN1 dan SN2, melakukan perhitungan, dan mengirim hasil perhitungan ke dua buah DN, maka pengujian dilakukan secara langsung dengan mengaktifkan SN1, SN2, dan kedua DN. Pengujian CN sekaligus merupakan pengujian seluruh sistem. Dalam pengujian, ketika SN1 dan SN2 mengirim data tinggi air yang berbeda, maka CN dianggap bekerja dengan baik jika tinggi air yang diterima oleh kedua DN adalah merupakan hasil perhitungan (rata-rata) dari kedua data yang berbeda tersebut sesuai dengan persamaan berikut:

$$Rata-rata = \frac{SN1+SN2}{2} \tag{1}$$

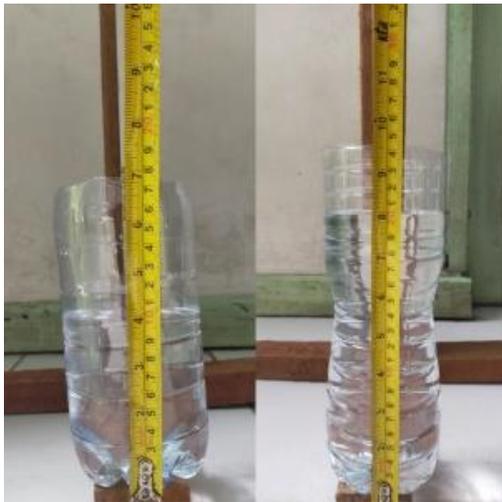
Keterangan : SN1 = tinggi air yang dikirim SN1

SN2 = tinggi air yang dikirim SN2

Tinggi air yang dikirim oleh SN1 dan SN2 sangat mungkin berbeda karena masing-masing SN diletakkan pada ketinggian yang berbeda. Sehingga tinggi air di jalan merupakan hasil perhitungan rata-rata dari data seluruh SN. Untuk proses pengujian, SN mengukur tinggi air yang terdapat dalam botol plastik, persis seperti pengujian SN sebelumnya.

1) Pengujian Dengan Tinggi Air di SN1= 10 cm dan di SN2= 20 cm

Untuk pengujian pertama pada CN, SN mengukur tinggi air 10 cm dan mengukur tinggi air 20 cm. [Gambar 22](#) menunjukkan tinggi air yang diukur oleh SN1 dan SN2. [Gambar 23](#) menunjukkan tampilan serial monitor dari data yang diterima oleh CN dari SN1 dan SN2 dan komentar yang menunjukkan bahwa CN mengirim data ke DN. [Gambar 24](#) menunjukkan tampilan pada DN.



Gambar 22. Tinggi air yang diukur oleh SN1 dan SN2, berturut-turut adalah 10 cm dan 20 cm



Gambar 25. Tinggi air yang diukur oleh SN1 dan SN2, berturut-turut adalah 25 cm dan 35 cm

```
LuLuWanWan@CN: Arduino 1.8.15 (Windows Store 1.8.49.0)
File Edit Shell Tools Help
LuLuWanWan@CN
function setup() {
  // initialize libraries
  #include <Ada_Gain>
}
// incoming packet
byte msgCount = 0; // count of outgoing messages
byte localAddress = 0x00; // address of this control room
byte destination = 0x00; // address of display board
byte rType = 0x00; // 1st Byte
byte rAddr1 = 0x00; // 2nd Byte
byte rAddr2 = 0x00; // 3rd Byte
// outgoing packet
byte msgCount = 0x00; // recipient address
byte sender = 0x00; // sender address
byte rAddr1 = 0x00; // incoming msg ID
byte rAddr2 = 0x00; // incoming msg ID
byte rLength = 0x00; // incoming msg length
byte rType = 0; // incoming packet
byte rAddr1 = 0;
byte rAddr2 = 0;
// processing packet
byte rValue = 0;
byte rValue = 0;
int rStatus = 0;
int rStatus = 0;
Serial.println("Tinggi Air: " + rValue + " cm");
Serial.println("Aman dilewati");
}
```

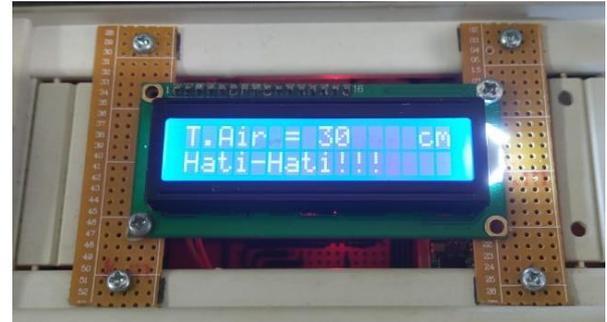
Gambar 23. Tampilan serial monitor pada CN ketika menerima data tinggi air 10 cm dan 20 cm

```
LuLuWanWan@CN: Arduino 1.8.15 (Windows Store 1.8.49.0)
File Edit Shell Tools Help
LuLuWanWan@CN
function setup() {
  // initialize libraries
  #include <Ada_Gain>
}
// incoming packet
byte msgCount = 0; // count of outgoing messages
byte localAddress = 0x00; // address of this control room
byte destination = 0x00; // address of display board
byte rType = 0x00; // 1st Byte
byte rAddr1 = 0x00; // 2nd Byte
byte rAddr2 = 0x00; // 3rd Byte
// outgoing packet
byte msgCount = 0x00; // recipient address
byte sender = 0x00; // sender address
byte rAddr1 = 0x00; // incoming msg ID
byte rAddr2 = 0x00; // incoming msg ID
byte rLength = 0x00; // incoming msg length
byte rType = 0; // incoming packet
byte rAddr1 = 0;
byte rAddr2 = 0;
// processing packet
byte rValue = 0;
byte rValue = 0;
int rStatus = 0;
int rStatus = 0;
Serial.println("Tinggi Air: " + rValue + " cm");
Serial.println("Hati-Hati!!!");
}
```

Gambar 26. Tampilan serial monitor pada CN ketika menerima data tinggi air 25 cm dan 35 cm



Gambar 24. Tampilan pesan pada DN untuk data tinggi air dari SN1= 10 cm dan SN2= 20 cm



Gambar 27. Tampilan pesan pada DN untuk data tinggi air dari SN1= 25 cm dan SN2= 35 cm

2) Pengujian Dengan Tinggi Air di SN1= 25 cm dan di SN2= 35 cm

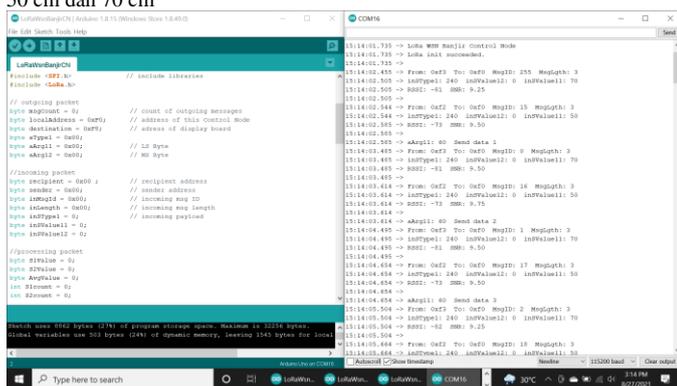
3) Pengujian Dengan Tinggi Air di SN1= 50 cm dan di SN2= 70 cm

Untuk pengujian kedua pada CN, SN mengukur tinggi air 25 cm dan mengukur tinggi air 35 cm. Gambar 24 menunjukkan tinggi air yang diukur oleh SN1 dan SN2. Gambar 26 menunjukkan tampilan serial monitor dari data yang diterima oleh CN dari SN1 dan SN2 dan komentar yang menunjukkan bahwa CN mengirim data ke DN. Gambar 27 menunjukkan tampilan pada DN.

Untuk pengujian ketiga pada CN, SN mengukur tinggi air 50 cm dan mengukur tinggi air 70 cm. Gambar 28 menunjukkan tinggi air yang diukur oleh SN1 dan SN2. Gambar 29 menunjukkan tampilan serial monitor dari data yang diterima oleh CN dari SN1 dan SN2 dan komentar yang menunjukkan bahwa CN mengirim data ke DN. Gambar 30 menunjukkan tampilan pada DN.



Gambar 28. Tinggi air yang diukur oleh SN1 dan SN2, berturut-turut adalah 50 cm dan 70 cm



Gambar 29. Tampilan serial monitor pada CN ketika menerima data tinggi air 50 cm dan 70 cm



Gambar 30. Tampilan pesan pada DN untuk data tinggi air dari SN1= 50 cm dan SN2= 70 cm

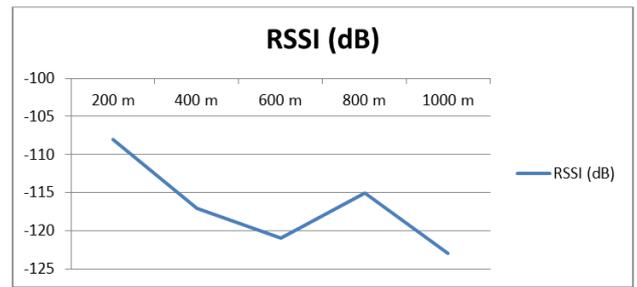
**E. Pengujian Jarak Jangkauan LoRa**

Untuk pengujian jarak jangkauan LoRa di Jl. Cipto Mangun Kusumo, LoRa sender yang dilengkapi dengan antenna Slim jim dengan tinggi 5 m di atas tanah diletakkan di depan PT. Hexindo Adiperkasa, kemudian LoRa receiver yang dilengkapi dengan LCD display dan antena Yagi-Uda 5 elemen dibawa ke lokasi-lokasi dengan jarak yang ditentukan. Hasil pengujian jarak jangkauan LoRa dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4  
PENGUJIAN JARAK JANGKAUAN LORA

Jarak (m)	RSSI (dB)	SNR (dB)
200	-108	8.55
400	-117	-8.70
600	-121	-8.50
800	-115	-10.00
1000	-123	-8.00

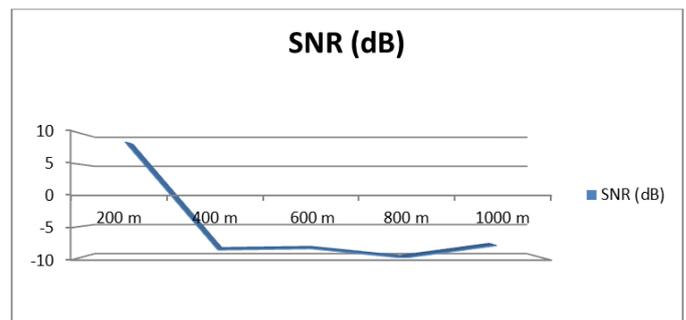
Dari data pada Tabel 5 dapat dibuat grafik RSSI fungsi jarak seperti ditunjukkan pada Gambar 31 dan grafik SNR fungsi jarak pada Gambar 32.



Gambar 31. Grafik RSSI fungsi jarak

Pada Gambar 31 dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak antara LoRa sender dengan LoRa receiver maka nilai RSSI semakin kecil yang berarti bahwa sinyal yang diterima semakin lemah. Karena RSSI minimum yang diperlukan oleh transceiver LoRa untuk dapat menerima data dengan benar adalah -120 dB, maka pada jarak 600 meter pun kemungkinan data sudah tidak dapat diterima dengan baik.

Tetapi pengujian juga menunjukkan hasil yang menjanjikan, di mana nilai RSSI pada jarak 800 meter lebih tinggi dibanding RSSI pada jarak 600 m, dan berada di atas -120 Db. Hal ini kemungkinan terjadi karena arah antenna Yagi sangat tepat pada arah sinyal terkuat. Dengan hasil tersebut, maka untuk jarak yang lain nilai RSSI dapat ditingkatkan dengan mengatur antenna Yagi pada arah yang tepat. Selain itu, peningkatan RSSI juga dapat dilakukan dengan menaikkan daya LoRa sender dari nilai default sebesar 18 dB menjadi 20 dB. Juga dapat dilakukan cara lainnya seperti meninggikan letak antenna dan menggunakan antenna dengan penguatan yang lebih tinggi.

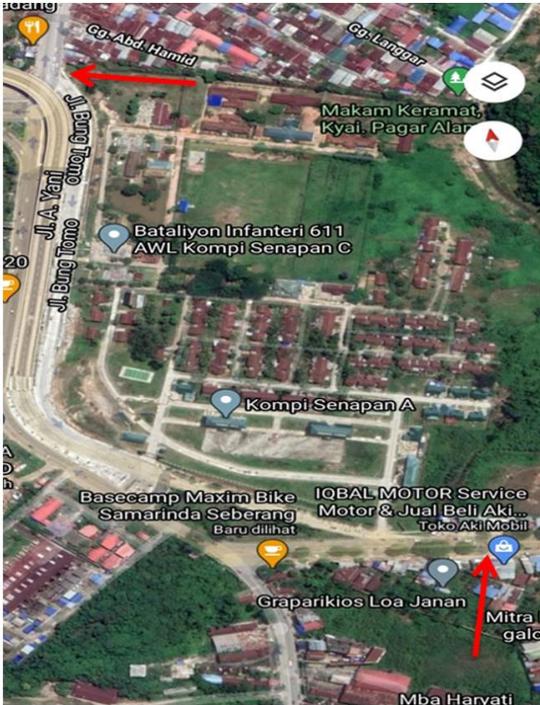


Gambar 32. Grafik SNR fungsi jarak

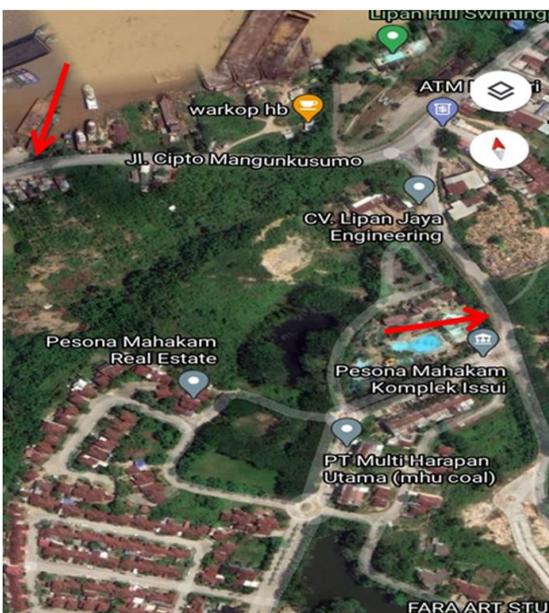
Pada Gambar 32 dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak antara LoRa sender dan LoRa receiver maka nilai SNR akan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena nilai noise yang semakin besar saat jarak yang ditempuh semakin jauh. Pada saat jarak 200 m nilai SNR sangat baik, namun saat berjarak 400m – 1 km nilai SNR sudah sangat kecil. Pada jarak 1000 m nilai SNR lebih besar daripada SNR pada jarak 800 m. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh lokasi pengukuran yang jauh dari bangunan atau sumber noise lainnya.

F. Pengujian Sinyal Pada Lokasi Penempatan Display Node

Pada pengujian ini dilakukan dengan menempatkan LoRa sender di depan PT. Hexindo Adiperkasa dan menempatkan LoRa receiver pada titik yang telah ditentukan yaitu di depan PT. Mitra Lindung Sarana, di depan Lapangan Bola Harapan Baru, Jalan Bung Tomo, dan Jalan APT. Pranoto. Untuk lokasi penempatan display node dapat dilihat pada Gambar 33 dan Gambar 34.



Gambar 33. Lokasi penempatan display node di Kompi Senapan C dan Jalan APT. Pranoto



Gambar 34. Lokasi penempatan display node di depan Lapangan Bola Harapan Baru dan di depan PT. Mitra Lindung Sarana

Hasil data pengujian lokasi penempatan display node dapat dilihat pada Tabel 6.

TABEL 5  
PENGUJIAN LOKASI PENEMPATAN DISPLAY NODE

Lokasi Display Node	Jarak (m)	RSSI (dB)	SNR (dB)
Jalan Apt. Pranoto	484	-114	-10.00
Kompi Senapan C	1020	-121	-8.50
PT. Mitra Lindung Sarana	1590	-117	-10.00
Lapangan Bola Harapan Baru	1680	-123	-8.00

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa hanya terdapat dua lokasi yang nilai RSSI masih berada di atas nilai RSSI minimum yang dapat diterima oleh LoRa yaitu -114 dan -117 dB. Sehingga komunikasi data antar LoRa sender dan LoRa receiver akan berhasil. Sebaliknya, dua tempat lainnya memiliki nilai RSSI yang tidak dapat diterima oleh LoRa yaitu -121 dan -123 dB. Sehingga komunikasi data antar LoRa kemungkinan akan mengalami gangguan. Untuk menaikkan nilai RSSI, dapat dilakukan beberapa cara seperti menaikkan daya pancar transmitter LoRa menjadi 20 dB dari defaultnya sebesar 18 dB, meninggikan letak antenna, menggunakan antenna dengan penguatan yang lebih tinggi.

Pada Tabel 8 juga dapat dilihat bahwa nilai SNR pada lokasi penempatan display node kecil, tetapi masih berada di atas -20 dB, sehingga proses pengiriman – penerimaan data masih dapat dilakukan dengan baik.

V. KESIMPULAN

Setelah melaksanakan perancangan, pembuatan, serangkaian pengujian pada alat, serta mendapatkan data hasil pengukuran jarak jangkauan LoRa di lokasi titik uji dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Sensor ultrasonik yang terpasang pada sensor node (SN) dapat dengan baik mengukur tinggi air. SN juga dapat mengirimkan data yang dapat diterima dengan benar oleh control node (CN).
- 2) CN dapat menerima data dari SN1 dan SN2 yang kemudian menghitung nilai rata-rata dari keduanya. Data dari rata-rata tersebut berhasil pula dikirimkan ke display node (DN).
- 3) DN dapat menerima data dari CN berupa rata-rata tinggi air yang kemudian ditampilkan bersama pesan yang sesuai dengan kondisi ketinggian air.
- 4) Adanya nilai RSSI yang sedikit berada di bawah -120 dB bisa diatasi dengan menggunakan tiang CN dengan tinggi setidaknya 7 meter, menambah daya pancar transceiver LoRa dari 18 dB menjadi 20 dB, atau menggunakan antenna dengan gain / penguatan yang lebih tinggi.

REFERENSI

[1] Rancangan Akhir RKPD 2023 Pemerintah Kota Samarinda, Bappeda Litbang Samarinda, 2022.

[2] S. Suradi, A. Hanafie and S. Leko, "Rancang bangun sistem alarm pendeteksi banjir berbasis Arduino", ILTEK, vol. 14, no. 1, 2018.

[3] W. F. Karmia, Prototype Sistem Alarm Banjir Menggunakan Internet of Things (IoT) berbasis Arduino Via Aplikasi Android, Skripsi, UIN Suska Riau, 2019.

[4] Arduino, "Arduino Nano," Arduino.cc, 2018. <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoNano> (accessed Mar. 10, 2020).

- [5] E. Ihsanto and S. Hidayat, "Rancang bangun sistem pengukuran ph meter dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno," *J. Teknol. Elektro*, vol. 5, no. 3, 2014, doi: 10.22441/jte.v5i3.769.
- [6] K. Mikhaylov, M. Pettissalo, and J. Peta, "Performance of a Low-power wide-area network based on LoRa technology : Doppler robustness, scalability, and coverage," *Int. J. Distrib. Sens. Netw.*, vol. 13, no. 3, 2017.
- [7] G. Orestis and R. Usman, "Low power wide area network analysis : Can LoRa scale ?," *IEEE Wireless Communications Letters*, vol. 6, no. 2, pp. 162–165, 2017.
- [8] F. N. Aroeboesman, M. H. H. Ichsan, and R. Primananda, "Analisis kinerja LoRa SX1278 menggunakan topologi star berdasarkan jarak dan besar data pada WSN," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 4, pp. 3860–3865, 2019.
- [9] E. Murdyantoro, I. Rosyadi, and H. Septian, "Studi performansi jarak jangkauan Lora-Drigino sebagai infrastruktur konektifitas nirkabel pada WP-LAN," *Din. Rekayasa*, vol. 15, no. 1, pp. 47–56, 2019, doi: 10.20884/1.dr.2019.15.1.239.
- [10] A. F. Isnawati, I. Susanto, and R. A. Purwanita, "Analisis jarak terhadap redaman SNR (signal to noise ratio), dan kecepatan download pada jaringan ADSL," *J. INFOTEL - Inform. Telekomun. Elektron.*, vol. 2, no. 2, p. 1, 2010, doi: 10.20895/infotel.v2i2.78.
- [11] A. Yanziah, S. Soim, and M. M. Rose, "Analisis jarak jangkauan LoRa dengan parameter RSSI dan packet loss pada area urban," *J. Teknol. Technoscintia*, vol. 13, no. 1, pp. 27–34, 2020.
- [12] ElangSakti, "Sensor ultrasonik," *Elektronika*, 2015. <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html> (accessed Mar. 10, 2020).
- [13] Elektronika Dasar, "LCD (Liquid Crystal Display)," *Elektronika Dasar*, 2012. <https://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/> (accessed Mar. 10, 2020).
- [14] K. Korada and S. K. Kotamraju, "Comparative analysis of Slim Jim antenna for ham radio applications comparative analysis of Slim Jim antenna for ham radio applications," *ARN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 9, no. 10, 2014.
- [15] A. R. Batong, P. Murdiyat, A. H. Kurniawan, and A. Lora, "Analisis kelayakan LoRa untuk jaringan komunikasi sistem monitoring listrik di Politeknik Negeri Samarinda," *PoliGrid*, vol. 1, no. 2, pp. 55–64, 2020.