

## RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR MENGUNAKAN TELEMETRI NIKABEL DENGAN *TRANSCEIVER* nRF24L01+

Hawariyi Ola Yuzria<sup>1</sup>, Rhahmi Adni Pesma<sup>1</sup>, Dahyunir Dahlan<sup>1</sup>, Harmadi<sup>1</sup>,  
Muhammad Shadri<sup>2</sup> dan Wildian<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Pascasarjana FMIPA Universitas Andalas

<sup>2</sup> Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Andalas, Limau Manis, Padang, 25163

*e-mail: [hawariyi.olayz@gmail.com](mailto:hawariyi.olayz@gmail.com).*

*[harmadi@fmipa.unand.ac.id](mailto:harmadi@fmipa.unand.ac.id).*

### ABSTRAK

Rancang bangun sistem peringatan dini banjir menggunakan telemetri nirkabel dengan *transceiver* nRF24L01+ telah dilakukan. Sistem terdiri dari empat unit, yaitu unit *transmitter*, *base station*, *repeater* dan *receiver*. Unit *transmitter* berfungsi sebagai alat pemantau level muka air sungai dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Informasi level muka air sungai akan dikirimkan dari unit *transmitter* ke unit *base station* untuk penampil dan penyimpan data (data *logging*) dengan menggunakan program LabVIEW. Data level muka air akan dikirim kembali dari unit *transmitter* ke unit *receiver* dengan penambahan unit *repeater* sebagai penguat sinyal sehingga jangkauan jarak pengiriman data semakin jauh. Hasil karakterisasi sistem telemetri nirkabel menggunakan *transceiver* nRF24L01+ memiliki jangkauan jarak maksimum *outdoor* tanpa penghalang 1000 m dan *outdoor* tanpa penghalang ketika hujan 600 m, sedangkan *outdoor* berpenghalang 470 m dan *outdoor* berpenghalang ketika hujan 454 m. Pengujian pengiriman informasi level muka air di daerah bagian hulu sungai Batu Busuk Limau Manis Padang dengan menggunakan telemetri nirkabel memiliki jangkauan jarak maksimum 68 m dari unit *transmitter* ke unit *base station* dan 843 m dari unit *transmitter* ke unit *receiver* dengan penambahan unit *repeater*.

Kata kunci : arduino UNO R3, LabVIEW, level muka air sungai, telemetri nirkabel, *transceiver* nRF24L01+.

### ABSTRACT

Flood early warning system based on wireless telemetry with nRF24L01+ transceiver has been designed. The system consists of four units such as transmitter unit, base station, repeater and receiver. Ultrasonic sensor HC-SR04 was used to monitor water level of the river. Information of water level will be sent from transmitter unit to base station unit and will be saved in LabVIEW program. Data then will be resent from transmitter to receiver unit with addition of repeater unit as a signal booster until the range of data transmission getting further. Results of characterization of wireless telemetry system using nRF24L01 transceiver show that its maximum length is 1000 m in normal condition and 600 m in rain conditions, without hindrance, whereas in path with hindrance, its maximum length is 470 m in normal and 454 m in rain condition. Water level information transmission testing in the headwaters of Batu Busuk river, Limau Manis Padang using wireless telemetry have its maximum range of 68 m from transmitter unit to base station unit and 843 m from transmitter to receiver unit with addition of repeater unit.

Keyword: arduino UNO R3, LabVIEW, water level of river, wireless telemetry, transceiver nRF24L01+.

## 1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan keadaan terendamnya suatu daerah atau daratan karena volume air yang meningkat. Fenomena banjir didominasi oleh curah hujan yang tinggi yang mengakibatkan saluran air yang ada tidak sanggup menampung limpahan air yang berada di daerah aliran sungai sehingga menimbulkan bencana, baik itu korban jiwa, kerusakan lingkungan dan kerugian harta. Salah satu cara mengantisipasi dampak bencana dari banjir yaitu dengan merancang sebuah sistem telemetri untuk memantau level muka air sungai agar bisa mendeteksi peringatan banjir lebih dini.

Banjir sering terjadi secara tiba-tiba dan tidak mengenal waktu. Bila luapan sungai terjadi pada siang hari, dampaknya dapat diminimalisir karena penduduk masih dapat mengetahui dan menyadari akan terjadinya banjir. Namun ketika banjir terjadi pada malam hari disaat penduduk sedang tertidur membuat penduduk tidak bisa siaga dan kemungkinan untuk meminimalisir dampak banjir terbilang kecil. Alasan inilah perlu dirancang sebuah sistem pemantau level muka air sungai agar dapat mendeteksi peringatan banjir lebih dini. Berdasarkan cara pengumpulan data hasil pengukuran dari alat pemantau, sistem peringatan dini banjir lokal (*local flood warning subsystems*, LFWS) dapat dibedakan atas dua kategori, yaitu secara manual dan secara otomatis. Secara manual, alat ukur ditempatkan di bagian hulu dan hilir sungai yang representatif dengan pusat. Kendali komputer yang dipantau oleh beberapa operator secara terus menerus. Secara otomatis, pemantauan dilakukan secara terpusat dengan menggunakan sistem telemetri yang memungkinkan data dari alat ukur curah hujan dan alat ukur level muka air sungai dapat dipantau secara terintegrasi (UCAR, 2010).

Yuwono dkk. (2013) telah melakukan penelitian untuk memprediksi banjir dengan menggunakan sensor ultrasonik SRF04 sebagai pemantau ketinggian air sungai secara *realtime* dan sistem telemetri berbasis nirkabel Xbee Pro S2B sebagai teknologi pengiriman data dengan jangkauan jarak maksimum 2 km dengan bantuan 2 buah perangkat *repeater*. Sidik dkk.(2014) telah melakukan penelitian dengan menggunakan sensor ultrasonik Ping dengan jarak maksimum yang dapat dideteksi yaitu 3 meter dan sistem telemetri berbasis nirkabel Xbee PRO dengan jarak maksimum pengiriman data pada area penuh pepohonan (*outdoor*) hanya berkisar 380 meter. Saputra (2015) juga telah melakukan penelitian dengan merangkai sensor berbasis potensiometer putar dan menggunakan modulasi digital FSK-modulasi frekuensi. Hasil penelitian ini didapatkan jarak maksimum pengiriman data hanya 10 meter dan masih pada skala laboratorium.

Pada penelitian ini sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04 yang memiliki jangkauan penginderaan antara 2 cm - 400 cm, mudah dalam pengoperasian dan harga cukup murah serta memberikan pengukuran yang akurat dan sistem telemetri nirkabel yang digunakan adalah *transceiver* nRF24L01+ karena memiliki kelebihan dalam hal pengiriman data secara kontinu (*round time trip* tercepatnya 0,003 s) dibandingkan Xbee Pro (*round time trip* tercepatnya 0,036 s) (Fajriyansyah dkk, 2016). *Transceiver* nRF24L01+ juga lebih unggul dalam hal jangkauan, karena dapat menjangkau jarak hingga 1 km apabila pada modul *transceiver* itu ditambahkan sebuah antena eksternal (Docfoc, 2013). *Transceiver* nRF24L01+ dipilih karena sistem peringatan dini banjir dengan metode telemetri nirkabel memerlukan respon yang cepat dan jarak jangkau yang jauh.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian merancang-bangun sistem telemetri dengan *transceiver* nRF24L01+ untuk peringatan dini banjir dilaksanakan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas, sungai Banda Bekali Simpang Haru Padang dan sungai batu busuk di bagian hulu di jalan Muhammad Hatta Limau Manis Padang. Penelitian ini terdiri dari 4 unit, yang setiap unit terdiri dari rangkaian arduino UNO R3, *relay* dan *transceiver* nRF24L01+. Fungsi dari setiap unit sebagai berikut : Unit *transmitter* sebagai tempat pemantauan level muka air sungai dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Unit *base station* sebagai tempat penampil dan data *logging* dengan menggunakan program LabVIEW yang akan disimpan di komputer. Unit *repeater* sebagai penguat sinyal sehingga dapat memperjauh jarak pengiriman data. Unit *receiver* sebagai unit penerima data dari unit *repeater*.

### 2.1 Perancangan Perangkat Keras

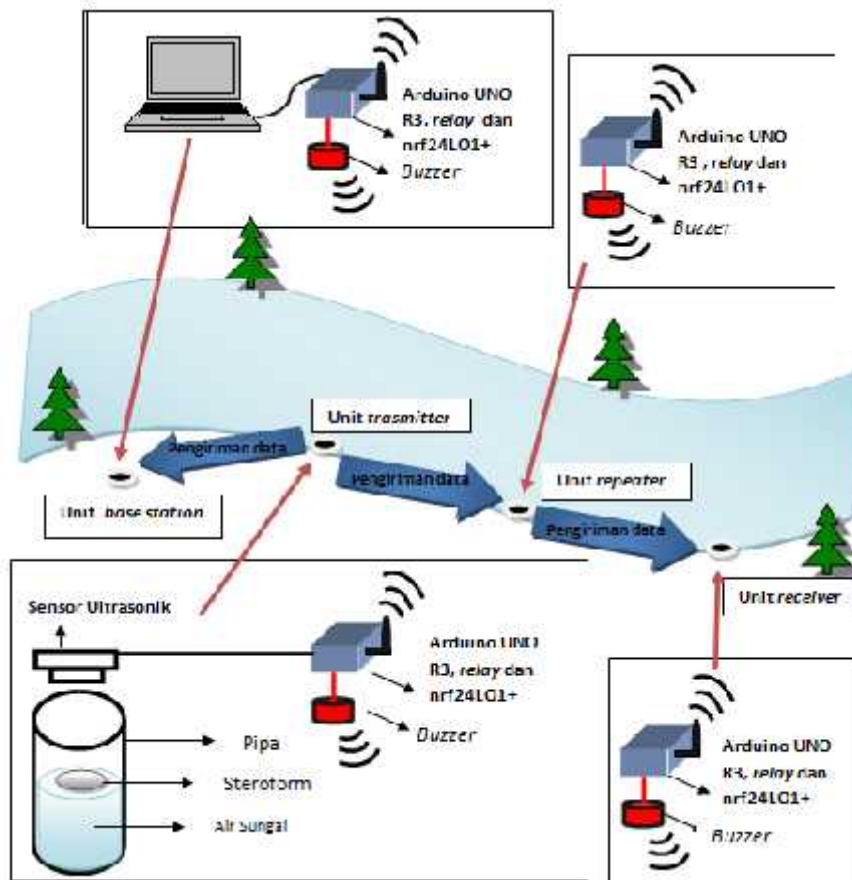
Prinsip kerja dari rancangan perangkat keras ini diawali di unit *transmitter*, terlebih dahulu harus mengukur level muka air sungai ( $L$ ) yang akan diindera oleh sensor ultrasonik HC-SR04 dihitung dengan Persamaan 1 (Fraden, 2004) .

$$L = \frac{vt \cos \Theta}{2} \quad (1)$$

dimana  $v$  adalah laju gelombang ultrasonik di medium,  $t$  adalah waktu yang diperlukan gelombang sejak dipancarkan hingga diterima kembali oleh sensor, dan  $\Theta$  adalah sudut gelombang datang atau gelombang pantul. Jika jarak antara pengirim (*transmitter*) dan penerima (*receiver*) cukup dekat dibandingkan jaraknya ke objek, maka  $\cos \Theta \approx 1$ . Gambar 1 menunjukkan skematik dari rancang sistem peringatan banjir secara keseluruhan.

Pada Gambar 1 terlihat tabung pipa yang berada di bawah sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengatasi gangguan pengukuran saat mengukur level muka air sungai, sehingga riak air sungai akan teredam saat memasuki pipa. Data level muka air sungai dihitung dari jarak steroform yang berada di atas permukaan air (di dalam pipa) ke sensor.

Data level muka air sungai tersebut akan diproses oleh arduino UNO R3 dan bila level muka air sungai melebihi ambang batas aman atau bahaya, maka arduino UNO R3 memerintahkan *buzzer* untuk berbunyi. Fungsi dari *buzzer* ini adalah sebagai tanda peringatan akan terjadinya banjir.



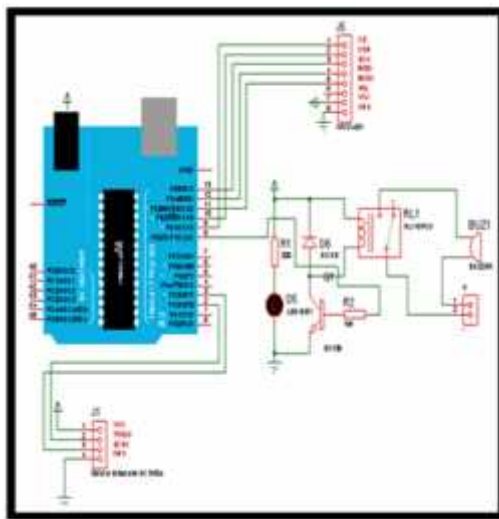
Gambar 1 Rancang sistem peringatan dini banjir

Data dari unit *transmitter* akan dikirim secara telemetri nirkabel dengan menggunakan *transceiver* RF24L01+ di unit *base station* dan unit *repeater*. Data yang diterima oleh unit *base station* akan diolah kembali oleh arduino UNO R3 dan masuk ke komputer untuk tampilan dan data *logging* oleh program labVIEW. Arduino UNO R3 pada unit *base station* juga memerintahkan *buzzer* untuk berbunyi.

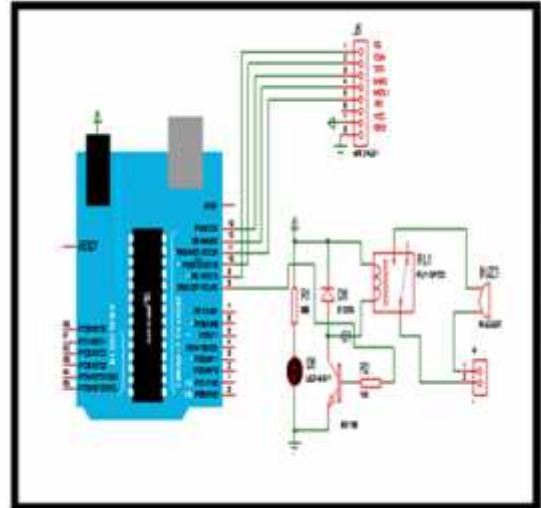
Unit *repeater* berfungsi untuk memperkuat sinyal, sehingga jarak pengiriman data akan semakin jauh. Data yang diterima oleh unit *repeater* akan diproses oleh arduino UNO R3 dan akan mengirimkan data lagi ke unit *receiver*. Arduino UNO R3 pada unit *repeater* juga memerintahkan *buzzer* untuk berbunyi. Ketika data telah diterima oleh unit *receiver*, maka arduino UNO R3 pada unit *receiver* juga akan memerintahkan *buzzer* untuk berbunyi.

Karakterisasi *transceiver* nRF24L01+ dilakukan untuk menguji pengiriman sebuah kode dan mengetahui seberapa jauh jarak pengiriman kode tersebut terkirim dari unit *transmitter* ke unit *base station*, unit *transmitter* ke unit *repeater* dan unit *repeater* ke unit *receiver*. Hasil dari karakterisasi ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan jangkauan jarak pengiriman data *transceiver* nRF24L01+ dalam peranannya sebagai sistem telemetri nirkabel. Karakterisasi ini dilakukan di ruang terbuka (*outdoor*) dengan penghalang dan tidak berpenghalang serta *outdoor* perpenghalang ketika hujan dan *outdoor* tanpa penghalang

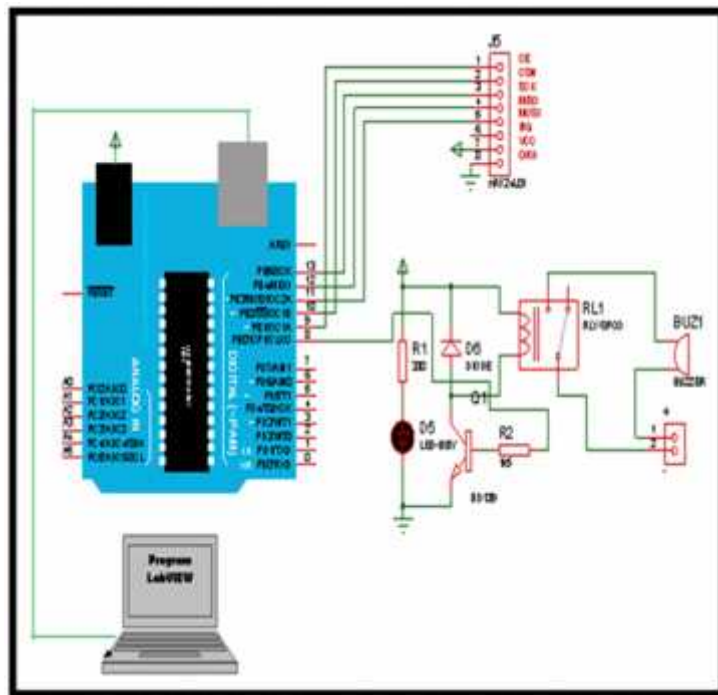
ketika hujan. Gambar 2 menunjukkan rangkaian keseluruhan perangkat keras pada unit pemancar.



(a)



(b)

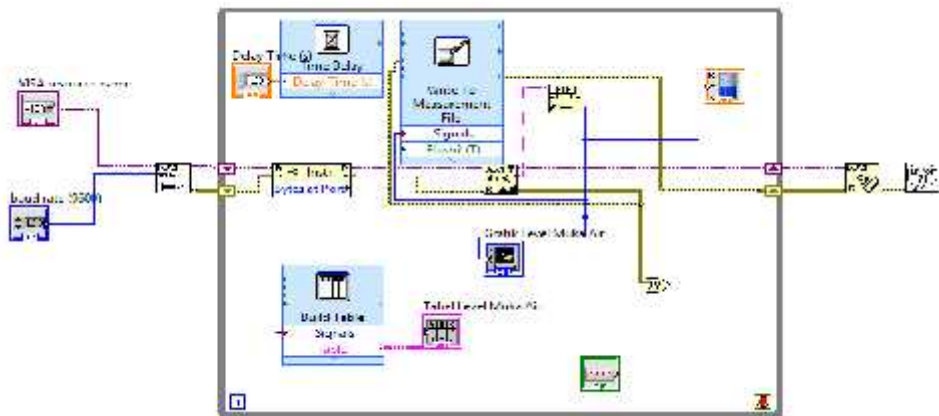


(c)

Gambar 2 Rangkaian keseluruhan perangkat keras : (a) unit *transmitter*, (b) unit *repeater* dan unit *receiver* dan (c) unit *base station*

## 2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan sistem peringatan dini banjir terdiri dari dua jenis pemrograman yaitu pemrograman bahasa C yang digunakan pada arduino UNO R3 sebagai pengolah data sensor ultrasonik HC-SR04, perintah *buzzer* berbunyi, pengontrol nRF24L01+ dan pemrograman LabVIEW pada komputer sebagai penyimpan dan penampil data (*data logging*) pemantauan level muka air sungai yang berbasis grafis atau diagram blok, seperti pada Gambar 3.

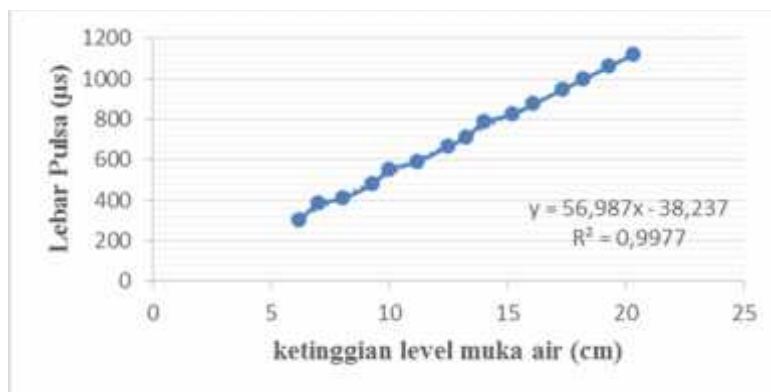


Gambar 3 Grafis dan diagram blok program labVIEW sistem peringatan dini banjir

## 3. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Karakterisasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Karakterisasi sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan dengan menganalisa hubungan lebar pulsa yang diberikan sensor terhadap ketinggian level muka air yang berbeda. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik lebar pulsa sensor dan ketinggian muka level muka air

Pada Gambar 4 terlihat bahwa lebar pulsa sensor ultrasonik HC-SR04 berbanding lurus dengan ketinggian level muka air. Semakin tinggi level muka air, maka lebar pulsa akan semakin besar. Hal ini dibuktikan dengan derajat grafik korelasi linier yang cukup baik,

yaitu  $R^2 = 0,997$ . Sensitivitas sensor ultrasonik HC-SR04 adalah  $56,98 \mu\text{s}/\text{cm}$  dengan arti tiap kenaikan jarak sebesar 1 cm mengakibatkan kenaikan lebar pulsa sebesar  $56,98 \mu\text{s}$ .

### 3.2 Karakterisasi *Transceiver* nRF24L01+

Karakterisasi *transceiver* nRF24L01+ dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh jarak jangkauan maksimum pengiriman data. *Transceiver* nRF24L01+ terdiri dari unit *transmitter*, unit *base station*, unit *repeater* dan unit *receiver* di daerah sungai Banda Bakali Simpang Haru Padang dengan pengukuran jarak maksimum pengiriman data menggunakan *google map*. Karakterisasi ini dilakukan dengan cara mengirimkan kode untuk *outdoor* tanpa penghalang dengan *outdoor* berpenghalang dari unit *transmitter-base station* dan unit *transmitter-repeater-receiver*. Hasil karakterisasi ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 karakterisasi *transceiver* nRF24L01+ *outdoor* tanpa penghalang dan berpenghalang

| Keterangan                 | Trans-Base | Trans-Rep | Rep-Rec | Trans-Rep-Rec |
|----------------------------|------------|-----------|---------|---------------|
| Kode pengiriman data       | 212        | 212       | 232     | 232           |
| Jarak tanpa penghalang (m) | 1000       | 1000      | 1000    | 2000          |
| Jarak berpenghalang (m)    | 470        | 470       | 470     | 940           |

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa pengiriman kode 212 tanpa penghalang dari unit *transmitter* ke unit *base station* dan unit *transmitter* ke unit *repeater* dapat menempuh jarak maksimum yang sama, yaitu 1000 m, begitu juga pengiriman data dari unit *repeater* ke unit *receiver* dengan kode 232 menempuh jarak maksimum 1000 m, sehingga jarak tempuh maksimum unit *transmitter-repeater-receiver* dengan kode 232 menjadi 2000 m. Hasil karakterisasi *transceiver* nRF24L01+ tanpa penghalang memiliki jangkauan jarak 1000 m yang sesuai dengan *datasheet* nRF24L01+ yang memiliki jangkauan jarak 1000 m (Docfoc, 2016). Tidak adanya penghalang inilah yang membuat jarak *transceiver* menjadi semakin jauh sehingga tidak terjadi redaman.

Pengiriman kode 212 *outdoor* berpenghalang dari unit *transmitter* ke unit *base station* dan unit *transmitter* ke unit *repeater* dapat menempuh jarak maksimum yang sama, yaitu 470 m, begitu juga pengiriman data dari unit *repeater* ke unit *receiver* dengan kode 232 menempuh jarak maksimum 470 m, sehingga jarak tempuh maksimum unit *transmitter-repeater-receiver* dengan kode 232 menjadi 940 m. Hasil karakterisasi *transceiver* nRF24L01+ *outdoor* berpenghalang memiliki jangkauan jarak pengiriman kode 470 m. Ini disebabkan terdapatnya penghalang (pepohonan) antara unit *transceiver* sehingga terjadinya redaman gelombang radio akibat *scattering* oleh pepohonan.

Karakteristik *transceiver* nRF24L01+ juga dilakukan untuk mengetahui jarak maksimum pengiriman kode pada *outdoor* tanpa penghalang dan membandingkannya dengan

*outdoor* tanpa penghalang ketika hujan. Selanjutnya akan membandingkan seberapa jauh jangkauan jarak maksimum pengiriman kode *outdoor* berpenghalang dengan *outdoor* berpenghalang ketika hujan. Hasil karakterisasi ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 karakterisasi *transceiver* nRF24L01+ *outdoor* ketika hujan tanpa penghalang dan dengan penghalang

| Keterangan                              | Trans-Rec | Keterangan                               | Trans-Rec |
|---|-----------|--|-----------|
| Kode pengiriman data                    | 212       | Kode pengiriman data                     | 212       |
| Jarak tanpa penghalang (m)              | 1000      | Jarak dengan penghalang (m)              | 470       |
| Jarak tanpa penghalang ketika hujan (m) | 600       | Jarak dengan penghalang ketika hujan (m) | 454       |

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa perbandingan jangkauan jarak maksimum pengiriman kode 212 dari unit *transmitter* ke unit *receiver outdoor* tanpa penghalang dengan *outdoor* tanpa penghalang ketika hujan adalah 400 m, sedangkan *outdoor* berpenghalang dengan *outdoor* berpenghalang ketika hujan adalah 16 m. Pada karakterisasi ini terjadi pengurangan jangkauan jarak pengiriman kode disebabkan adanya penghalang hujan yang dipengaruhi butiran hujan yang menyerap gelombang mikro dan hamburan.

### 3.3 Pengujian Rancang Alat Secara Keseluruhan

#### 3.3.1 Pengujian Rancang Alat Secara keseluruhan Skala Labor

Pengujian peringatan dini banjir ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Universitas Andalas. Pada pengujian ini akan memantau level muka air dengan status aman apabila level muka air 60 cm, waspada 45 cm, siaga 30 cm dan bahaya < 30 cm. Level muka air yang dimaksud adalah jarak permukaan air dari sensor. Cara kerja pengujian ini sama dengan karakterisasi sensor ultrasonik HC-SR04. Data pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

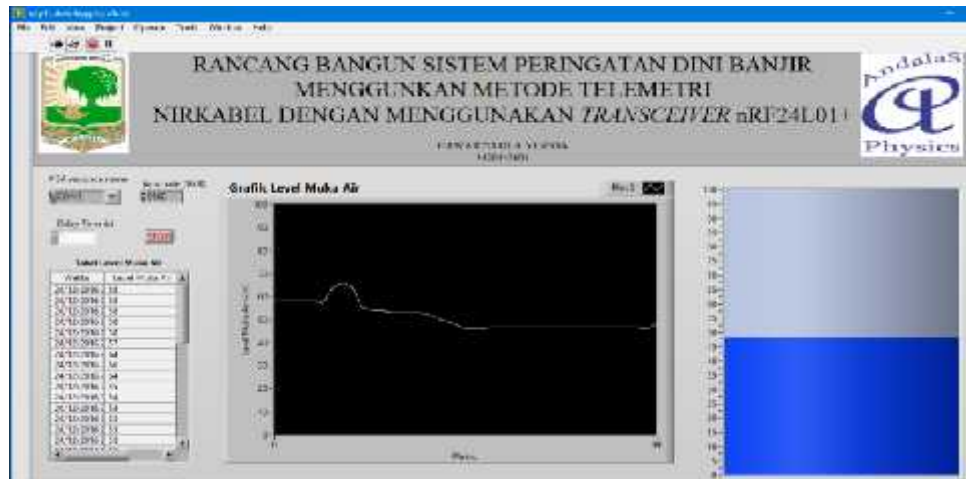
Tabel 3. Pengujian rancang alat secara keseluruhan skala labor

| Level Muka Air (cm) | Status | Unit Transmitter                       | Unit Base Station                | Unit Repeater                    | Unit Receiver                          |
|---------------------|--------|--|----------------------------------|----------------------------------|--|
| 15                  | Bahaya | Aktif dan <i>buzzer</i> berbunyi       | Aktif dan <i>buzzer</i> berbunyi | Aktif dan <i>buzzer</i> berbunyi | Aktif dan <i>buzzer</i> berbunyi       |
| 30                  | Bahaya | Aktif dan <i>Buzzer</i> berbunyi       | Aktif dan <i>buzzer</i> berbunyi | Aktif dan <i>buzzer</i> berbunyi | Aktif dan <i>buzzer</i> berbunyi       |
| 45                  | Siaga  | Aktif dan <i>buzzer</i> tidak berbunyi | Aktif dan <i>buzzer</i> tidak    | Aktif dan <i>buzzer</i> tidak    | Aktif dan <i>buzzer</i> tidak berbunyi |



|    |      |  |  |  |  |
|----|------|--|--|--|--|
|    |      |  | berbunyi                               | berbunyi                               |  |
| 60 | Aman | Aktif dan <i>buzzer</i> tidak berbunyi | Aktif dan <i>buzzer</i> tidak berbunyi | Aktif dan <i>buzzer</i> tidak berbunyi | Aktif dan <i>buzzer</i> tidak berbunyi |

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa setiap unit telah berfungsi dengan baik. Status level muka air telah dideteksi dengan baik oleh sensor ultrasonik HC-SR04 pada unit *transmitter* dengan status aman, waspada, siaga dan bahaya. Status level muka air tersebut lalu dikirimkan ke unit *base station* sebagai tempat penampil dan data *logging* menggunakan program LabVIEW. Sebelum mengoperasikan LabVIEW perlu diperhatikan untuk selalu menyesuaikan *port* USB dari arduino UNO R3 yang terhubung dengan komputer. Program LabVIEW tidak akan bisa beroperasi saat jendela arduino IDE atau *microsoft excel* tempat penyimpanan data dalam keadaan terbuka. Tampilan LabVIEW level muka air sungai dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5** Tampilan labVIEW level muka air sungai

Program LabVIEW akan menampilkan data level muka air sungai dalam bentuk tabel, grafik dan gambaran dalam bentuk gelas ukur. Pada tabel akan terlihat waktu saat data masuk ke unit *base station* yang berarti sama dengan waktu saat sensor mengukur level muka air di unit *transmitter*. Data level muka air dari unit *transmitter* akan dikirimkan lagi ke unit *repeater-receiver*. Bila level muka air dalam status bahaya maka *buzzer* pada setiap unit akan berbunyi.

### 3.3.2 Pengujian Rancang Alat Secara Keseluruhan Skala Lapangan

Pengujian ini dilakukan langsung di bagian hulu sungai Batu Busuk Limau Manis Padang dengan kondisi daerah yang banyak penghalang, seperti pepohonan, batu-batu besar, sawah dan daerah yang tidak datar. Pada pengujian ini unit *transmitter* yang tersusun dari rangkaian sensor ultrasonik HC-SR04, arduino UNO R3, *relay* dan *buzzer* diletakkan di tepi sungai yang disesuaikan dengan kondisi sungai pada saat pengukuran yang berfungsi untuk memataui level muka air sungai dan akan memberikan informasi level muka air

sungai ke unit *base station* dan unit *repeater*. Unit *repeater* akan memberikan informasi dari unit *transmitter* ke unit *repeater*.

Unit *base station* diletakkan menjauhi sungai yang berfungsi sebagai tempat penampil dan data *logging* sekaligus memberikan informasi peringatan dini banjir kepada masyarakat yang berada di sekitar unit *base station* berupa *buzzer* yang berbunyi, sedangkan unit *repeater* dan unit *receiver* diletakkan di tepi bentangan aliran sungai yang akan memberikan informasi peringatan dini banjir kepada masyarakat yang tinggal di tepi sungai berupa *buzzer* yang berbunyi. Hasil jangkauan jarak maksimum pengiriman data level muka air pada setiap unit dengan menggunakan telemetri nirkabel dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4** Jangkauan jarak maksimum pengiriman data secara keseluruhan

| Jarak Trans-Base (m) | Jarak Trans-Rep (m) | Jarak Rep-Rec (m) | Jarak Trans-Rep-Rec (m) |
|----------------------|---------------------|-------------------|-------------------------|
| 68                   | 430                 | 413               | 843                     |

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa jangkauan jarak maksimum pengiriman data dari unit *transmitter* ke unit *base station* sebesar 68 m. Hal ini jika dibandingkan dengan penelitian siddik dkk. (2014) mendapatkan jangkauan jarak maksimum pengiriman data menggunakan *transceiver* Xbee Pro sebesar 380 m. Perbedaan ini dikarenakan daerah yang dilalui unit *transmitter* dan unit *base station* memiliki banyak penghalang, mulai dari daerah pendakian dan tertutupi oleh pepohonan dan sawah, sehingga membuat banyak terjadi redaman.

Jangkauan jarak maksimum dari unit *transmitter* ke unit *repeater* sebesar 430 m dan dari unit *repeater* ke unit *receiver* sebesar 413 m, sehingga jarak jangkauan maksimum unit *transmitter-repeater-receiver* sebesar 843 m. Hal ini jika dibandingkan dengan penelitian Yuwono dkk. (2013) mendapatkan jangkauan jarak maksimum pengiriman data menggunakan *transceiver* Xbee Pro S2B sebesar 2 km. Perbedaan ini disebabkan kondisi topografi yang banyak penghalang yang membuat jangkauan jarak pengiriman data menjadi kecil. Hal ini memperlihatkan bahwa adanya penghalang yang semakin banyak akan menyebabkan energi yang diperlukan sinyal untuk merambat semakin besar sehingga sebelum sinyal mencapai unit *receiver* energi sudah semakin kecil dan informasi gagal diterima.

#### 4. KESIMPULAN

1. Sistem telemetri nirkabel menggunakan *transceiver* nRF24L01+ memiliki jangkauan jarak maksimum *outdoor* tanpa penghalang 1000 m dan *outdoor* tanpa penghalang ketika hujan 600 m, sedangkan *outdoor* berpenghalang 470 m dan *outdoor* berpenghalang ketika hujan 454 m. Hal ini dipengaruhi oleh butiran hujan yang menyerap gelombang mikro dan hamburan sehingga jangkauan jarak maksimum pengiriman data berkurang.
2. Sistem telemetri nirkabel menggunakan *transceiver* nRF24L01+ yang berfungsi untuk mengirimkan informasi peringatan dini banjir di daerah bagian hulu sungai Batu Busuk Limau Manis Padang memiliki jangkauan jarak maksimum 68 m dari unit *transmitter* ke unit *base station* dan 843 m dari unit *transmitter* ke unit *receiver* dengan penambahan unit *repeater*. Penghalang yang semakin banyak

akan menyebabkan energi yang diperlukan sinyal untuk merambat semakin besar sehingga sebelum sinyal mencapai unit *receiver* energi sudah semakin kecil dan informasi gagal diterima.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Docfoc, 2016, 2,4G nRF24L01 Wireless Module w/PA and LNA, <http://www.docfoc.com/datasheet-wir020>, di akses Agustus 2016.
2. Fajriansyah, B., Ichwan, M. dan Susana, R., 2016, Evaluasi Karakteristik Xbee Pro dan nRF24L01+ sebagai Transceiver Nirkabel, *Jurnal ELKOMIKA*, Vol 4, No 1, hal 83-97.
3. Fraden, J., 2004, *Handbook of modern sensors : physics, designs, and applications*, 3<sup>rd</sup> Edition, Springer-Verlag New York, Inc., New York.
4. Krauss, H.L. dan Bostian, C.W., 1980, *Solid State Radio Engineering*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
5. Sulaeman, 2011, Perancangan Sistem Telemetry Sensor Kompas dan Accelerometer pada Payload Roket, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Komputer, Universitas Komputer Indonesia, Bandung.
6. Saputra, S. dan Wildian, 2015, Rancang Bangun Sistem Telemetry Nirkabel untuk Peringatan Dini Banjir dengan Modulasi Digital FSK-Modulasi Frekuensi, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 4, No. 1, Universitas Andalas, Padang.
7. Sidik, F.R, Satryo, B, U., dan Sumardi, 2014, Rancang Bangun Pendeteksi Banjir Menggunakan Sistem Telemetry Berbasis Wireless XBEE PRO, Teknik Elektro, Universitas Jember, Jember.
8. Svedek, Tomislav, Marijan H., Matic, T., 2009, A Simple Signal Shaper for GMSK/GFSK and MSK Modulayor Based on Sigma-Delta Look-Up Table, *Journal Radio Engineering*, Vol 18, No 2, hal 230-237.
9. UCAR, 2010, Flash Flood Erly Warning System Reference Guide, Univercity Crporation for Atmospheric Research, [http://www.meted.ucar.edu/hazwarnsys/has\\_fflood.php](http://www.meted.ucar.edu/hazwarnsys/has_fflood.php), diakses Oktober 2016.
10. Yuwono, T., Lumbessy, M. F., dan Baskoro, M. Y., 2013, Rancang Bangun Deteksi Dini Bahaya Banjir, *Prosiding Seminar Nasional ke-8: Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*, Yogyakarta.