

# Instalasi Dan Evaluasi Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Dan *Internet Of Things* (IOT)

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.<sup>1\*</sup>, Suyatman, S.E.<sup>1</sup>, Nofita Alfiani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Jl. Marsda Adisucipto 519739, Indonesia

\*Email: frida.rakhmadi@uin-suka.ac.id

## INTISARI

Penelitian instalasi dan evaluasi sistem peringatan dini berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan *Internet of Things* (IoT) telah berhasil dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk memasang dan mengevaluasi sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan IoT di pos pemantauan banjir, Sungai Boyong Yogyakarta. Pemasangan sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan IoT dilakukan dengan mempersiapkan alat dan bahan, menyambungkan WiFi, dan pemasangan sistem. Evaluasi akurasi sistem dilakukan dengan variasi jarak sensor dengan permukaan air, yakni 5 cm - 200 cm dengan interval 5 cm, sedangkan pengujian presisi dan keberhasilan dilakukan dengan 10 kali pengulangan untuk tiap variasi jarak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan IoT telah berhasil dipasang di pos pemantauan banjir, Sungai Boyong Yogyakarta. Selain itu, sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan IoT telah berhasil dievaluasi dengan nilai akurasi sebesar 99,95%, presisi *repeatability* 98,75%, dan *reproducibility* 99,27%, serta keberhasilan 89,50%.

**Kata kunci:** *Internet of Things* (IoT), Peringatan dini banjir, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Sungai Boyong

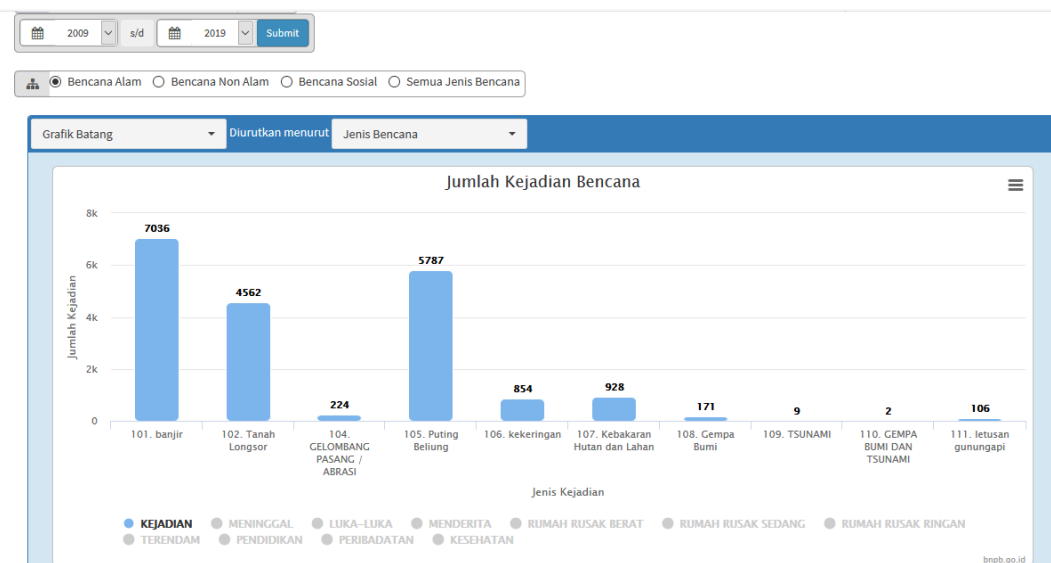
## ABSTRACT

Research on installation and evaluation of early warning systems based on the HC-SR04 ultrasonic sensor and the Internet of Things (IoT) has been successfully carried out. This study aimed to install and evaluate a flood early warning system based on the ultrasonic sensor HC-SR04 and IoT at a flood monitoring post, Boyong River Yogyakarta. Installation of a flood early warning system based on the HC-SR04 and IoT ultrasonic sensor was carried out by preparing tools and materials, connecting WiFi, and installing the system. Evaluation accuracy of the system was carried out by varying the distance between the sensor and the water surface, namely 5 cm - 200 cm with 5 cm intervals, while testing of precision and success were done by 10 times repeating for each distance variation. The results showed that flood early warning system based on ultrasonic sensor HC-SR04 and IoT has been successfully installed at the flood monitoring post, Boyong River Yogyakarta. In addition, the flood early warning system based on ultrasonic sensor HC-SR04 and IoT was successfully evaluated with an accuracy value 99.95%, repeatability precision 98.75%, reproducibility 99.27%, and success 89.50%.

**Key words:** Boyong River, Flood early warning, Internet of Things (IoT), Ultrasonic Sensor HC-SR04

## Pendahuluan

Pada saat terjadinya Angin Musim Barat, Indonesia mengalami musim penghujan. Hujan merupakan komponen utama dalam siklus air dan penyedia utama air tawar di planet bumi. Akan tetapi, apabila hujan tersebut terjadi secara terus menerus serta tidak dapat diantisipasi maka akan mengakibatkan bencana. Salah satu bencana yang disebabkan oleh hujan adalah banjir. Banjir adalah peristiwa terjadinya genangan (limpahan) air di area tertentu sebagai akibat meluapnya air sungai/danau/laut yang menimbulkan kerugian baik materi maupun non-materi terhadap manusia dan lingkungan (Pusat Penanggulangan Krisis, 2007). Menurut data banjir yang terjadi 10 tahun terakhir dapat dilihat pada Gambar 1, dimana bencana banjir merupakan urutan pertama bencana alam yang sering terjadi di Indonesia dibandingkan dengan bencana yang lain.



**Gambar 1.** Jumlah Kejadian bencana Tahun 2009 sampai dengan 2019 (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2020)

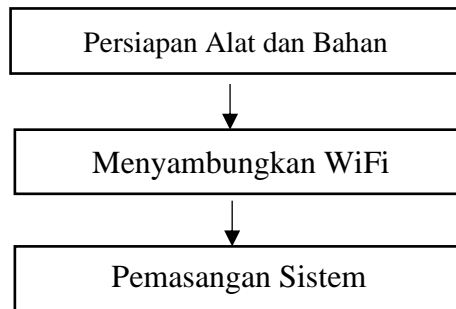
Berbagai pihak telah melakukan upaya untuk menanggulangi banjir beserta dampaknya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah menggunakan sistem peringatan dini atau *Early Warning System* (EWS). EWS telah dibuat oleh berbagai pihak, salah satunya adalah Nur Khayati dari Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta bekerjasama dengan BPBD Kota Yogyakarta. Sistem tersebut telah diuji pada skala laboratorium. Namun demikian, sistem tersebut belum dipasang di pos pemantauan banjir yang dimiliki oleh BPBD Kota Yogyakarta. Oleh karenanya, agar sistem dapat lebih bermanfaat, maka perlu dipasang di pos pemantauan banjir. Selain itu, perlu juga dilakukan evaluasi terhadap sistem setelah dipasang di pos pemantauan banjir. Evaluasi tersebut bermanfaat untuk pengembangan sistem deteksi banjir generasi-generasi berikutnya.

Pemasangan pada skala lapangan dari sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan *Internet of Things* (IoT) akan dilakukan pada pos pemantauan banjir milik BPBD Kota Yogyakarta. Lokasi pos pemantauan banjir BPBD Kota Yogyakarta berada dekat dengan Sungai Boyong. Sungai Boyong terletak pada bagian hulu sungai yang berada di kaki Gunung Merapi. Aliran dari Sungai Boyong akan bermuara ke bagian hilir sungai yakni Sungai Opak. Alasan pemasangan pada lokasi Sungai Boyong dikarenakan lokasi tersebut merupakan lokasi pos pemantauan banjir milik pihak BPBD Kota Yogyakarta yang mengatur level status ketinggian air yang menuju sungai bagian hilir.

## Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan. Adapun dua tahapan dari penelitian ini yakni tahap instalasi sistem peringatan dini banjir skala lapangan dan tahap evaluasi sistem peringatan dini banjir skala lapangan. Tahap instalasi sistem peringatan dini banjir skala lapangan bertujuan untuk melakukan pemasangan seperangkat sistem peringatan dini banjir beserta alat dan bahan lainnya ke pos pemantauan banjir yang berlokasi di Sungai Boyong Yogyakarta. Target yang akan dicapai dari instalasi sistem peringatan dini banjir ini adalah terpasangnya sistem peringatan dini pada skala lapangan yang siap digunakan.

Proses instalasi sistem peringatan dini banjir memiliki tahapan-tahapan tertentu. Adapun tahapan-tahapan tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Tahapan instalasi sistem

Persiapan alat dan bahan bertujuan untuk menyiapkan seluruh alat dan bahan yang digunakan dalam instalasi sistem. Target dari tahapan ini adalah tersedianya alat dan bahan yang dibutuhkan dalam instalasi sistem. Tahapan berikutnya menyambungkan WiFi, bertujuan untuk menghubungkan sistem yang ada di pos pemantauan dengan jaringan internet. Target yang akan dicapai dalam tahap ini adalah terkoneksi internet antara *blynk* di android dengan sistem yang ada di pos pemantauan ditunjukkan dengan tertampalnya jarak dan variasi level pada *display* aplikasi *Blynk*. Program NodeMCU harus disesuaikan dengan *username* dan *password* WiFi pada pos pemantauan, yaitu dengan mengkoneksikan WiFi berdasarkan ssid yang telah ditentukan serta menginputkan *password* sesuai dengan yang ditulis dalam program. Indikasi tersambung jaringan internet dengan program NodeMCU pada sistem peringatan dini banjir yakni dengan tertampalnya jarak dan variasi level pada *display* aplikasi *blynk* terhadap benda yang berada di depan sensor. Tahapan pemasangan sistem bertujuan untuk memasang sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ultrasonik dan *Internet of Things* (IoT) yang telah dibuat dan diuji oleh peneliti sebelumnya. Target yang nantinya akan dicapai adalah terinstalasinya sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ultrasonik dan *Internet of Things* (IoT) yang telah dibuat dan diuji oleh peneliti sebelumnya. Seperangkat sistem peringatan dini banjir diletakkan pada wadah di atas sungai yang sudah disediakan di pos pemantauan. Langkah selanjutnya dilakukan penyambungan antara seperangkat sistem tersebut dengan *power supply* menggunakan kabel. Proses pemasangan dipandu oleh petugas Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Yogyakarta.

Pada sistem peringatan dini banjir ada beberapa level atau tingkatan dalam pembacaan input alat ukur. Adapun empat variasi level pada pembacaan sinyal input sistem peringatan dini banjir yakni level I (normal) yang memiliki jarak ketinggian lebih dari 151 cm, level II (waspada) memiliki jarak ketinggian antara 101-150 cm, level III (siaga) memiliki jarak ketinggian antara 51-100 cm, dan level IV (awas) yang memiliki jarak ketinggian pada level IV yakni kurang dari 50 cm.

Tahap selanjutnya yaitu evaluasi sistem peringatan dini banjir skala lapangan. Tujuan dari evaluasi skala lapangan ini adalah untuk mengukur kinerja sistem yang digunakan. Target dari evaluasi skala lapangan pada sistem peringatan dini banjir ini adalah untuk memperoleh

karakteristik sistem yang menggambarkan kemampuan sistem tersebut sebagai sistem peringatan dini banjir. Selain itu, agar mengetahui apakah sensor dan NodeMCU, serta *blynk* dapat bekerja dengan baik atau tidak ketika dilakukan pengujian pada skala lapangan. Karakteristik atau kemampuan dari sistem peringatan dini banjir dapat dikatakan sempurna atau berhasil apabila pada setiap variasi level mampu memberikan sinyal kepada aplikasi *blynk* di android. Sehingga dari level tersebut dapat diketahui kemampuan alat ukur dalam mengirimkan sinyal. Tahap evaluasi sistem peringatan dini banjir skala lapangan ini berupa pengujian akurasi, pengujian presisi, dan uji keberhasilan. Data pengujian akurasi diperoleh dengan membandingkan variasi data pembacaan sensor terhadap nilai standar, dimana nilai standar dalam pengujian alat ukur ini adalah alat ukur meteran. Tujuan pengujian presisi dilakukan untuk mencari tingkat kepresisian dari sistem peringatan dini banjir. Target yang diperoleh dari pengujian presisi ini adalah diperolehnya nilai presisi dari sistem peringatan dini banjir. pengujian presisi pada sistem peringatan dini banjir tentunya memerlukan data pengujian presisi. Data pengujian presisi dapat diperoleh dengan melakukan pengulangan data sebanyak 10 kali pada setiap variasi jarak. Pengujian berikutnya yakni pengujian keberhasilan yang dilakukan untuk mencari persentase keberhasilan sistem peringatan dini banjir. Target yang akan dicapai dari pengujian keberhasilan adalah diperolehnya persentase nilai keberhasilan yang meliputi terkirimnya notifikasi jarak sensor dengan permukaan air melewati batas aman pada level status permukaan air yang telah ditentukan. Data yang diperoleh merupakan data kualitatif. Data pengujian keberhasilan selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk memperoleh informasi persentase keberhasilan sistem peringatan dini banjir. Pengolahan data tersebut menggunakan persamaan (1).

$$\text{Tingkat Keberhasilan} = \frac{\Sigma \text{notifikasi pengujian} - \Sigma \text{notifikasi salah}}{\Sigma \text{pengujian yang dilakukan}} \times 100\% \quad (1)$$

## Hasil dan Pembahasan

Instalasi sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan IoT telah berhasil dipasang pada pos pemantauan banjir di Sungai Boyong. Hasil instalasi dan tampilan notifikasi pada aplikasi *blynk* pada skala lapangan ditunjukkan oleh Gambar 3 dan Gambar 4.



Tampak Keseluruhan



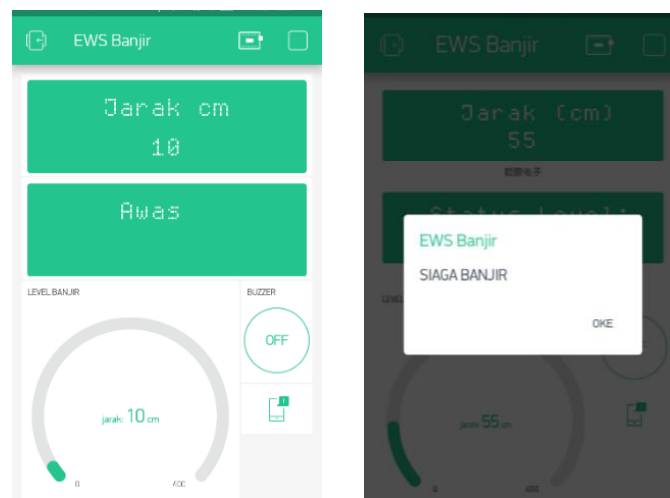
Tampak Samping



Tampak Depan



Tampak Atas

**Gambar 3.** Hasil instalasi sistem peringatan dini banjir pada skala lapangan**Gambar 4.** Hasil tampilan notifikasi pada aplikasi *blynk*

Evaluasi skala lapangan sistem peringatan dini banjir telah berhasil dilakukan. Evaluasi skala lapangan dilakukan dengan menggunakan parameter evaluasi yaitu akurasi, presisi, dan menguji tingkat keberhasilan. Hasil evaluasi ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

**Tabel 1.** Hasil evaluasi akurasi dan presisi sistem peringatan dini banjir skala lapangan

Karakteristik Alat Ukur	Akurasi (%)	Presisi	
		Repeatability (%)	Reproducibility (%)
Nilai	99,95%	98,75%	99,27%

**Tabel 2.** Hasil uji keberhasilan sistem peringatan dini banjir skala lapangan

Uji Keberhasilan (%)	Notifikasi pada Smartphone (%)
Nilai	89,50%

Sistem peringatan dini banjir yang telah dipasang di pos pemantauan banjir terdiri dari tiga subsistem. Subsistem tersebut yakni subsistem catu daya, subsistem akuisisi data, dan subsistem penampil. Subsistem catu daya berfungsi sebagai sumber tegangan bagi sistem peringatan dini banjir. Subsistem akuisisi data berfungsi untuk mengumpulkan, mengolah, dan memancarkan informasi data sensor. Subsistem penampil berfungsi untuk menampilkan hasil pengolahan data. Komponen subsistem catu daya meliputi aki, *charger adaptor*, kit *cut off*, dan

*step down*. Komponen subsistem akuisisi data meliputi mikrokontroler NodeMCU, dan sensor HC-SR04, sedangkan komponen subsistem penampil meliputi *blynk* pada aplikasi *smartphone*.

Prinsip kerja subsistem catu daya diawali dengan pemberian tegangan aki sebesar 12 volt DC kepada subsistem akuisisi data. Sebelum sampai pada subsistem akuisisi data, tegangan akan diturunkan terlebih dahulu menggunakan penurun tegangan atau *step down* menjadi 5 volt DC. Selanjutnya tegangan disalurkan ke mikrokontroler NodeMCU dan sensor ultrasonik HC-SR04.

Mikrokontroler NodeMCU ketika diberikan tegangan 5 volt, maka secara otomatis lampu indikator akan aktif dan berkedip. Hal tersebut dikarenakan mikrokontroler NodeMCU dapat bekerja secara optimal ketika menggunakan tegangan 3,3 - 5 volt. Selain itu, tegangan keluaran 5 volt dari subsistem catu daya juga diberikan ke sensor ultrasonik HC-SR04. Secara otomatis sensor ultrasonik pada pin *trigger* akan bersifat *high* selama 10  $\mu$ s agar pemancar gelombang dapat memancarkan gelombang ultrasonik. Hal tersebut dikarenakan kristal piezoelektrik mengalami perubahan tekanan yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi mekanik sehingga terjadi gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik kemudian dipancarkan oleh unit *transmitter* yang merambat melalui udara dan mengenai permukaan air yang selanjutnya dipantulkan kembali ke unit *receiver* oleh pin *echo* pada sensor ultrasonik HC-SR04. Ketika gelombang ultrasonik dipancarkan maka secara otomatis pin *echo* dalam keadaan *high*. Gelombang akan dipantulkan ketika terhalang oleh permukaan air sungai dan kembali ke unit *receiver*. Setelah gelombang diterima secara otomatis pin *echo* menjadi keadaan *low* (Suryono, 2018).

Pengiriman data sistem peringatan dini ke aplikasi *blynk* yakni berasal dari proses pemancaran data mikrokontroler NodeMCU ke *blynk server*. Tampilan hasil berupa data digital yang dapat dilihat pada layar LCD *smartphone*. Tampilan data tersebut berasal dari proses disambungkannya pin virtual 1 (V1) dengan LCD yang berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan jarak sensor pada aplikasi *blynk*. Tampilan tersebut berupa hasil jarak antara sensor dengan permukaan air sungai yang terukur dengan satuan cm. Pada pin virtual 7 (V7) disambungkan dengan tampilan level yang berfungsi untuk menampilkan level status. Level status tersebut meliputi awas (level IV), siaga (level III), waspada (level II), dan normal (level I). Proses pemantauan dari aplikasi *blynk* bersifat terus-menerus secara *real time* per detik.

Sistem peringatan dini banjir yang telah dipasang di Sungai Boyong Yogyakarta ini juga dilengkapi dengan komponen *buzzer*. *Buzzer* berfungsi untuk memberikan peringatan kepada masyarakat di sekitar sungai tentang level permukaan air berupa alarm. *Buzzer* telah dihubungkan dengan *push button* pada aplikasi *blynk*. Data hasil yang ditampilkan pada aplikasi *blynk* akan diverifikasi oleh petugas BPBD Kota Yogyakarta, setelah terverifikasi maka akan diklik tombol dari *push button* untuk menghidupkan *Buzzer* yang sesuai dengan SOP (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012).

Sebagaimana telah ditunjukkan pada Tabel 1 bahwa sistem peringatan dini banjir yang telah dipasang di Sungai Boyong memiliki nilai akurasi sebesar 99,95%. Akurasi ini menunjukkan seberapa besar tingkat ketepatan sistem peringatan dini banjir dalam membaca jarak sensor dengan permukaan air sungai dibandingkan dengan nilai hasil pengukuran alat ukur meteran standar.

Nilai akurasi yang telah diperoleh sistem peringatan dini banjir sebesar 99,95% telah melampaui nilai Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu sebesar  $\geq 95\%$ . Selain itu, nilai tersebut juga telah melampaui nilai Standar Internasional (SI) yaitu sebesar  $\geq 97\%$ . Oleh karena itu, sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan IoT yang telah dipasang di Sungai Boyong layak dipergunakan.

Pada Tabel 2 juga memberikan informasi bahwa *repeatability* dan *reproducibility* yang diperoleh dari sistem sebesar 98,75% dan sebesar 99,27%. Menurut Riyanto (2014), *repeatability* merupakan ketelitian yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan

operator, laboratorium, dan interval pemeriksaan waktu yang pendek. Nilai *repeatability* sebesar 98,75% menunjukkan seberapa tinggi nilai ketelitian pada pengulangan yang terukur oleh sensor peringatan dini banjir skala lapangan dengan interval pemeriksaan waktu yang pendek dan operator yang sama.

Menurut Morris dan Langari (2012), *reproducibility* merupakan kedekatan *output* yang diperoleh dari pembacaan secara berulang namun menggunakan metode pengukuran dan kondisi pembacaan yang berbeda. Nilai *reproducibility* sebesar 99,27% menunjukkan seberapa tinggi nilai kedekatan *output* yang diperoleh dari pembacaan sensor peringatan dini banjir skala lapangan secara berulang menggunakan rentang waktu yang berbeda.

Nilai *repeatability* dan *reproducibility* tersebut telah melampaui nilai Standar Nasional Indonesia (SNI), yakni  $\geq 95\%$  dan Standar Internasional (SI), yakni sebesar  $\geq 97\%$ . Oleh karena itu, nilai presisi dari sistem peringatan dini banjir bernilai tinggi dan telah dapat dipergunakan untuk mengukur jarak sensor dengan permukaan air di Sungai Boyong.

Walaupun diperoleh nilai akurasi dan nilai presisi yang tinggi, namun hasil yang didapatkan belum mencapai 100%. Hal ini dapat terjadi karena faktor kesalahan acak (*random error*). Kesalahan acak merupakan ketidakpastian yang dapat terjadi pada saat melakukan pengukuran (Riyanto, 2014). Kesalahan acak pada sistem peringatan dini banjir skala lapangan terletak pada ketidakstabilan objek pada saat melakukan pengukuran. Hal tersebut dikarenakan objek yang diukur memiliki sifat dinamis.

Berdasarkan Tabel 2, sistem peringatan dini banjir yang telah dipasang di Sungai Boyong memiliki nilai keberhasilan sebesar 89,50%. Nilai tersebut menunjukkan tingkat kesesuaian pengiriman notifikasi level status yang terukur oleh sensor dengan permukaan air sungai ke *smartphone*. Nilai keberhasilan dari sistem peringatan dini banjir tersebut belum mencapai 100%. Oleh karena itu, sistem peringatan dini banjir diperlukan perbaikan kembali terkait pengiriman pembacaan level status permukaan air sesuai dengan skala yang telah ditentukan.

Faktor yang mempengaruhi nilai uji keberhasilan salah satunya yakni tidak sempurnanya pantulan gelombang ultrasonik dari objek menuju unit *receiver*. Hal tersebut terjadi karena objek pengukuran mengalami ketidakstabilan yang disebabkan objek memiliki sifat dinamis, sehingga menyebabkan unit *receiver* mendapat perbedaan hasil sinyal pengukuran. Adapun faktor lain yang mempengaruhi yakni faktor jaringan internet yang digunakan oleh sistem tidak bekerja dengan baik. Hal tersebut menyebabkan sistem tidak mampu mengirimkan notifikasi hasil bacaan yang sesuai ke *smartphone*, sehingga diperlukan waktu yang relatif lebih lama untuk mengirimkan notifikasi ke *smartphone*.

Hasil evaluasi akurasi, presisi, dan keberhasilan sistem peringatan dini ini menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik, namun sistem ini perlu disempurnakan kembali. Salah satu penyempurnaan yang dapat dilakukan yakni berupa pemasangan komponen LCD pada kerangka luar sistem. Manfaat pemasangan komponen LCD ini untuk mempermudah proses monitoring sistem pada jarak dekat apabila sistem mengalami gangguan pengiriman data. Oleh karena itu, dengan pemberian komponen LCD ini diharapkan sistem mampu bekerja pada kondisi yang lebih ekstrim misal pada saat terjadi hujan lebat.

## Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka disimpulkan bahwa sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan *Internet of Things* (IoT) telah berhasil dipasang dan dievaluasi di pos pemantauan banjir di Sungai Boyong Yogyakarta. Hasil evaluasi di pos pemantauan banjir di Sungai Boyong Yogyakarta didapatkan nilai akurasi sebesar 99,95%, presisi *repeatability* sebesar 98,75%, dan presisi *reproducibility* sebesar 99,27%, serta keberhasilan sebesar 89,50%. Adapun saran untuk melengkapi penelitian ini yakni dapat menggunakan sinyal radio pada sistem peringatan dini banjir sebagai alternatif apabila jaringan

internet mengalami gangguan serta perlu menambahkan LCD untuk mempermudah proses monitoring sistem pada jarak dekat apabila sistem mengalami gangguan pengiriman data.

### Daftar Rujukan

- [1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2020. *Data Informasi Bencana Indonesia*. Diakses dari <https://bnpb.cloud/dibi/.id> pada tanggal 24 Januari jam 10.06 WIB.
- [2] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2012. *Pedoman Sistem Peringatan Dini Berbasis Masyarakat*. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- [3] Morris, A, S. dan Langari, R. 2012. *Measurement and Instrumentation Theory and Application*. California: Imprint Elsevier.
- [4] Pusat Penanggulangan Krisis. 2007. *Buku Banjir*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- [5] Riyanto. 2014. *Validasi dan Verifikasi Metode Uji Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*. Yogyakarta: Deepublish.
- [6] Suryono. 2018. *Teknologi Sensor Konsep Fisis Dan Teknik Akuisisi Data Berbasis Mikrokontroler 32 bit AT91SAM3X8E (Arduino Due) edisi 1*. Universitas Negeri Diponegoro PRESS.