

PURWARUPA PERANGKAT DETEKSI DINI BANJIR BERBASIS *INTERNET of THINGS*

ssFuad Dwi Hanggara¹, Rama Dani Eka Putra²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Universitas Universal

Komplek Maha Vihara Duta Maitreya Sungai Panas Batam 29456

¹samfu.31@gmail.com, ²ramadaniekaputra1727@gmail.com

Abstract

Flood disasters are still the focus of the government, because flooding in this case causes casualties and losses. This disaster occurred due to a water spill from the maximum limit of the water catchment area, therefore it is necessary to have an early sensing device for the water level. In this research, the objective is to monitor the water level online as an early report of the occurrence of this disaster. This monitoring uses a program that utilizes the Internet of Things (IoT) so that water level reports can be found in real time. The HC-SR 04 Ultrasonic Sensor is used as a water level reader and the Arduino UNO R3 as a catcher processor and then sends data wirelessly to the ThingsSpeak application so that it can be read from both smartphones and websites. The results of this research are a water level reading device that can provide a safe or dangerous altitude report and can provide notes. The results of this prototype show the reading of the water level in 2 seconds and the reception of the reading in real time appears on the user's device via the Thingspeak platform

Keywords : *Arduino, Flood, Internet of Things, Mitigation*

Abstrak

Bencana banjir sampai saat ini masih menjadi fokus pemerintah, dikarenakan banjir dalam hal ini menyebabkan jatuhnya korban dan kerugian. Bencana ini terjadi disebabkan adanya tumpahan air dari batas maksimum tampungan aliran air, oleh sebab itu diperlukan sebuah perangkat pengindraan dini terhadap ketinggian air. Dalam riset ini memiliki sasaran untuk mengawasi ketinggian air secara daring sebagai laporan dini terhadap terjadinya bencana ini. Pengawasan ini memakai sebuah program yang memanfaatkan *Internet of Things* (IoT) agar laporan ketinggian air dapat didapati secara *real time*. Sensor Ultrasonik HC-SR 04 digunakan sebagai pembaca ketinggian air serta Arduino UNO R3 sebagai pengolah hasil tangkapan lalu mengirimkan data secara *wireless* menuju aplikasi *ThingsSpeak* agar dapat dibaca baik dari *smartphone* maupun *website*. Hasil riset ini merupakan suatu perangkat pembaca ketinggian air yang dapat memberikan laporan ketinggian apakah aman atau bahaya serta dapat memberikan catatan. Hasil purwarupa ini menunjukkan pembacaan tingkat ketinggian air dalam waktu 2 detik serta penerimaan hasil pembacaan secara *real time* muncul pada gawai pengguna melalui *platform* Thingspeak.

Kata kunci : *Arduino, Banjir, Internet of Things, Mitigasi*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis dengan memiliki dua musim pada tiap tahunnya [1]. Ketika musim penghujan berpotensi terkena beberapa bencana seperti banjir, longsor, dll. Banjir adalah salah satu bencana alam dimana memiliki kemampuan untuk mengancam dan menghancurkan kehidupan serta dapat menyebabkan korban jiwa. Banjir merupakan aliran air yang berlimpah serta lebat, sehingga

terjadi luapan atau peristiwa teredamnya daratan (yang biasanya kering) dikarenakan debit air yang meningkat [2]. Bencana ini acapkali muncul mendadak, sehingga tidak bisa diperkirakan. Maka dari itulah yang menjadikan masyarakat kesusahan untuk mengelak dari bencana tersebut. Dalam hal bencana ini tentu dapat ditanggulangi dengan menciptakan kawasan yang nyaman [3]. Akan tetapi metode pengembangan untuk penanggulangan tidak dapat dikerjakan secara tergesa-gesa.

Sampai saat ini di Indonesia, bencana ini serta akibat yang ditimbulkan belum dapat dikerjakan hingga beres, bahkan kasus bencana ini justru menampilkan gejala yang semakin melonjak, baik dari sisi kekuatan, frekuensi maupun peredarannya [4]. Intensitas curah hujan yang turun di Indonesia wilayah barat lebih deras daripada wilayah tengah dan wilayah timur Indonesia yang menyebabkan bencana banjir umumnya sering melanda wilayah Indonesia bagian barat. Selain itu, tempat-tempat lain di Indonesia yang berada di daerah rendah juga berpotensi terjadi banjir [5]. Akibat dari terjadinya banjir banyak kemerosotan yang muncul baik dari segi harta maupun psikologi. Bahkan banjir juga dapat menimbulkan korban jiwa karena minimalnya pencegahan terhadap akibat dari bencana banjir [6].

Inovasi teknologi yang dapat digunakan saat terjadi bencana banjir yaitu system deteksi dini banjir. Perangkat tersebut bertujuan untuk memberikan peringatan kepada warga supaya warga lebih dini mengetahui ketinggian banjir yang berpotensi banjir. Perangkat pendeteksi banjir berbasis *Internet of Things* ini dikembangkan dengan menggunakan Arduino Uno, ESP01 dan Sensor Ultrasonik HC-SR04.

Pemakaian bermacam jenis alat pengawasan dan teknologi telah banyak diupdate yang berfungsi untuk mengawasi keadaan kawasan dan tragedi dengan menggunakan media *Radar Doppler* [7], [8], lebih lanjut terdapat juga rancangan alat pengawasan bencana banjir memakai sensor ultrasonik berdasar mikrokontroler yang responnya dirasa kurang laju yaitu 4,8 detik dan serta memakai instrumen SMS gateway [9]. Pada riset ini lebih didasarkan memakai teknologi IoT (*Internet of Things*), dengan memanfaatkan teknologi *Internet* maka dari itu materi-materi dapat didapat secara *online*. IoT pada awalnya merupakan teknologi kendali atau pengawasan jangka jauh yang memakai sambungan *internet* sebagai perantaranya, dan pada umumnya *Internet of Things* (IoT) memakai gawai sebagai alat bantu pengawasannya sehingga juga mempermudah pemakai untuk pelaksanaannya [10]. Purwarupa alat deteksi pada riset ini menggunakan komponen *Arduino UNO R3* dan *Sensor Ultrasonik HC-SR04* untuk memperkirakan batas ketinggian permukaan air serta hasil tangkapan akan diperlihatkan pada layar gawai dan juga dapat diakses melalui *website*. Informasi tangkapan tersebut juga dapat diakses oleh gawai pemakai melalui aplikasi *Thinspeak*.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI

2.1 Sistem Pendeteksi Banjir

Menurut [11], sistem pendeteksi banjir adalah sebuah sistem yang dapat memperkirakan ketinggian permukaan air disuatu tempat dan mengedarkan informasinya dengan cepat ke masyarakat. Dengan adanya sistem pendeteksi banjir, warga lebih cepat memperoleh informasi mengenai ketinggian air yang berpotensi banjir. Dan salah satu keuntungan dari sistem ini menurut [12] adalah sebagai pencegahan yang efektif untuk meminimalisasi kerugian dari segi material dan korban jiwa dengan memberikan peringatan bencana banjir sedini mungkin agar kerugian bisa dikurangi.

Sedangkan pada riset yang lain, yang telah cukup banyak dilakukan seperti pada riset [13], dimana pada riset tersebut dikembangkan sebuah sistem untuk dapat memberikan peringatan dini kepada masyarakat akan potensi terjadinya bencana banjir. Begitu juga dengan riset [12] pada riset tersebut dilakukan implementasi prosedur perlindungan awal agar tidak terjadi arus pendek listrik saat banjir serta membantu pengguna membaca percepatan air sehingga bisa dibaca keadaan apakah berpotensi banjir atau tidak. Sistem ini dikembangkan dengan metode IoT (*Internet of Thing*) secara nirkabel dengan media *mikrokontroler* dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air.

2.2 IoT (*Internet of Thing*)

IoT (*Internet of Thing*) merupakan salah satu sketsa dalam pemanfaatan sambungan internet yang selalu terkoneksi setiap saat [10]. Sketsa tersebut merujuk pada suatu sambungan yang menghubungkan berbagai perangkat dalam dunia fisik dengan berbagai protokol yang berbeda [14]. IoT memungkinkan objek fisik untuk melihat, mendengar, berpikir dan melakukan pekerjaan yang dapat berkomunikasi untuk berbagi informasi. Pada dasarnya IoT menghubungkan semua perangkat ke komputer yang terhubung jaringan lokal atau internet. IoT sudah banyak diaplikasikan pada *smart home* yang melakukan tugas tertentu seperti layaknya sistem untuk membaca data dari sensor [12].

Terkait dengan deteksi banjir terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk pengembangan sistem deteksi ketinggian air, antara lain dengan menggunakan radar *Doppler*, namun hal ini memerlukan perangkat keras yang cukup rumit dan biaya yang mahal. Alternatif lain yang lebih ekonomis, yaitu menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler. Sistem menangkap level ketinggian air sungai dan

mengedarkan informasi tersebut secara cepat ke masyarakat melalui media sms *gateway*[11]. Alat yang akan digunakan menggunakan metode IoT (*Internet of Thing*) dengan mikrokontroler dan sensor ultrasonik[15]. IoT memerlukan suatu standar komunikasi sehingga semua perangkat dapat berkomunikasi dengan *cloud*.

Keuntungan menggunakan metode IoT adalah sebagai berikut:

- Menjamin validitas perangkat IoT dalam mengirimkan data dan keandalan dalam pengiriman paket dengan penggunaan *bandwidth* yang kecil[14]. Analisis dilakukan secara signifikan sehingga menghasilkan data yang akurat mengenai segala hal.
- Meningkatkan penggunaan perangkat dan teknologi yang lebih efektif dan fungsional.
- Menyediakan informasi yang nyata dan mengarah pada efektivitas pengolahan sumber daya.

2.3 Perangkat lunak Arduino Integrated Development Enviroment (IDE)

Merupakan suatu perangkat lunak yang secara spesial dimanfaatkan untuk memprogram mikrokontroler bermerek arduino. Perangkat lunak Arduino IDE ini bisa dimiliki secara Cuma-cuma dan dapat diunduh pada website. Dan Perangkat lunak Arduino IDE tersedia untuk *platfrom* Windows, Mac OS X, dan LINUX, untuk dapat menjalankan perangkat lunak Arduino IDE dapat dilakukan dengan cara mengklik ganda logo Arduino yang terdapat di folder C : \Arduino\arduino-1.0.1.[16]

2.4 Liquid Crystal Display (LCD)

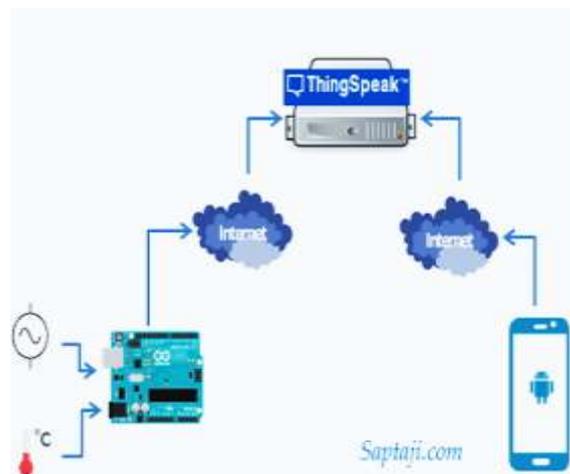
Merupakan komponen elektronika yang berguna untuk tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Di luar pasaran juga tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya termasuk ROM dan sebagainya. LCD mempunyai pin data, kontrol, catu daya, dan pengatur kontras tampilan.

LCD yang digunakan ialah LCD *dot matriks* dengan jumlah karakter 4 x 20. LCD sangat berguna sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja perangkat [17].

2.5 Thingspeak

Thingspeak merupakan penyedia layanan *cloud* jaringan *internet* yang menyediakan berbagai layanan eksklusif untuk menciptakan aplikasi IoT. *Thingspeak* mempunyai fitur-fitur diantara adalah, *real-time data collection*,

visualisasi data dalam keadaan grafik, serta sert juga adanya *plugin* yang digunakan untuk digabungkan dengan layanan *web*, *social network* maupun API [23].



Gambar 1. Skema Thingspeak

2.6 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang bertugas dengan menggunakan prinsip pantulan gelombang suara serta digunakan dalam menangkap eksistensi suatu objek atau benda tertentu dihadapan sensor, frekuensi kerja pada daerah diatas gelombang suara dari 20 kHz hingga 2 MHz. Sensor ultrasonik terbagi dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima cukuplah sederhana sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 20 kHz hingga 2 MHz. Struktur atom dari kristal *piezoelectric* menyebabkan berkontraksi mengembang atau menyusut, sebuah polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek *piezoelectric* pada sensor ultrasonik[18].

Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi saat ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Riset ini merupakan percobaan perangkat pengembangan yang terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat yang dibuat berupa purwarupa. Adapun langkah-langkah pada riset ini adalah sebagai berikut:

a. Identifikasi dan perancangan perangkat keras

Dalam tahap ini digunakan untuk mendapatkan kebutuhan perangkat dimana nantinya untuk rancangan perangkat keras. Draf dari perangkat keras berupa rangkaian sensor, indikator dan mikrokontroler Arduino UNO R3 dan ESP-01 yang terkoneksi ke modul nirkabel. Didasarkan pada rancangan tersebut langkah selanjutnya diterapkan menggunakan komponen atau modul yang diperlukan [10].

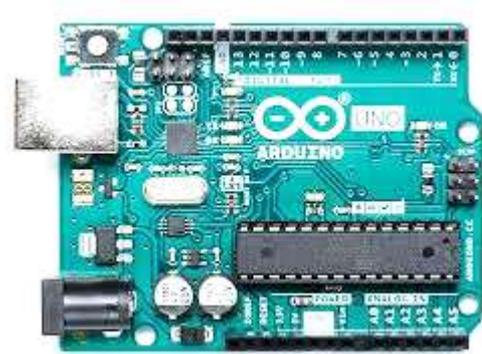
b. Pembuatan program

Pada tahap ini program bersumber dari prosedur kerja pengawasan yang diinginkan. Prosedur tersebut dibentuk dalam diagram alir dan selanjutnya diterapkan dalam bentuk program.

c. Implementasi

Pada tahap terakhir ini penerapan dilakukan terhadap sisi perangkat keras untuk membuktikan sensor dapat bertugas menangkap level ketinggian permukaan air tertentu. Setelah perangkat keras bertugas dengan lancar dan program telah dibuat, langkah selanjutnya dilakukan uji coba perangkat. Perangkat pengawasan ini terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak (. Perangkat keras berupa unit Node Sensor menggunakan Arduino UNO R3 dan Sensor Ultrasonik HC-SR 04. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE sebagai memprogram penugasan yang akan dilakukan oleh Arduino UNO untuk dikirimkan melalui internet. Lalu terapat *platform Thingspeak* yang akan menjalankan fungsional sebagai penyedia layanan untuk pembacaan hasil tangkapan level ketinggian air [12]. Purwarupa ini menggunakan daya yang kecil sehingga komponen-komponen dalam rangkaian hanya bisa menjalankan perintah-perintah sederhana [19].

ATMEL328 yang terprogram pada umumnya biasa digunakan untuk memerintahkan *Arduino UNO* sebagai pembaca data yang diperoleh dari sensor, serta mengerjakan tangkapan data tersebut sehingga bisa dimengerti, selain itu program yang lain dari ESP01 yaitu difungsikan sebagai pengirim data ke andorid [20]. *Sensor Ultrasonik HC-SR04* adalah sensor deteksi ketinggian air yang didesain untuk arduino, adapun *sensor ultrasonic* merupakan modul yang mempunyai jarak jangkauan 2cm sampai 400cm untuk mengawasi ketinggian air yang berupa sinyal *pulse* sebelum di proses di mini-cpu Arduino UNO [21].

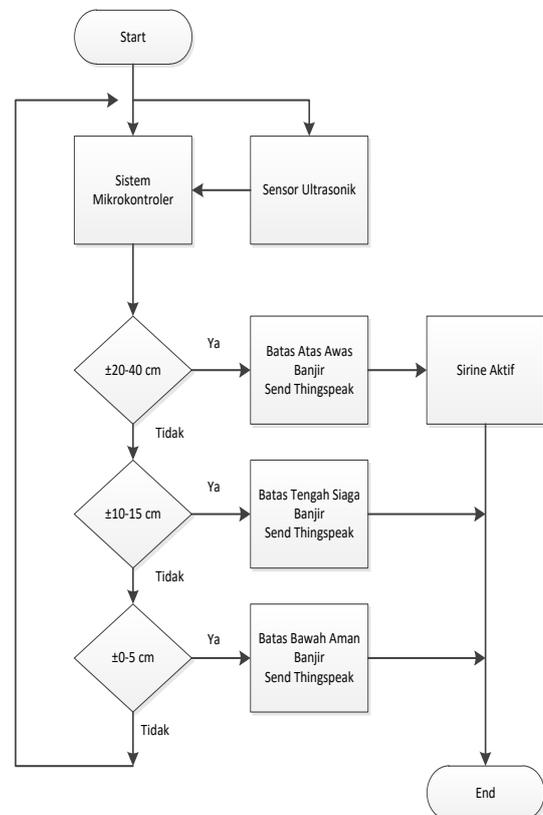


Gambar 2. Arduino UNO R3



Gambar 3. Sensor Ultrasonik HC-SR 04

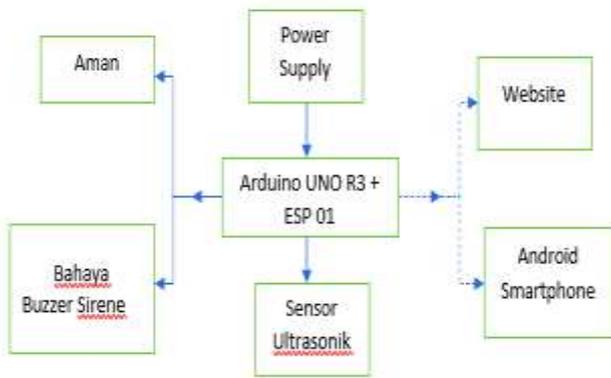
IoT juga memerlukan penyedia layanan yang mempermudah penggunaanya, diantaranya adalah *Thingspeak*[22]. Di bawah ini merupakan flowchart diagram daripada perancangan purwarupa.



Gambar 4. Flowchart Diagram

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tahap pertama yaitu identifikasi pada bagian-bagian perangkat, maka ditentukan *sensor ultrasonik* untuk memperkirakan ketinggian air, notifikasi AMAN dan BAHAYA serta buzzer sirine sebagai indikator, Arduino uno R3 sebagai pemantau seluruh perangkat dan mengirimkan hasil tangkapan ketinggian air ke gawai yang telah terinstall aplikasi *Thingspeak* melalui jaringan nirkabel. Dalam koneksi nirkabel ini memanfaatkan modem portabel dimana menggunakan provider Smartfren 4G. Sebuah catu daya disediakan untuk mensuplai tegangan agar alat dapat bekerja. Seperti dalam diagram arsitektur di bawah ini.



Gambar 5. Diagram Arsitektur Perangkat

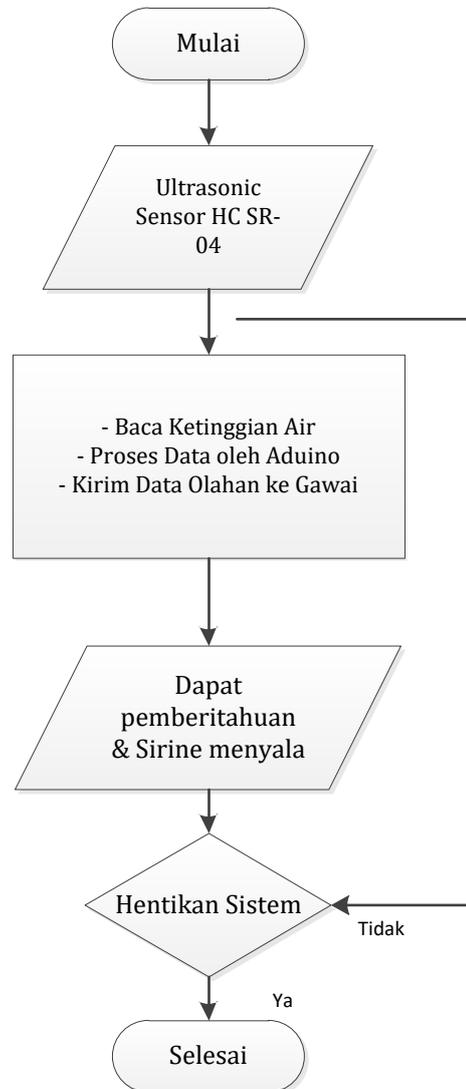


Gambar 6. Implementasi Perangkat keras

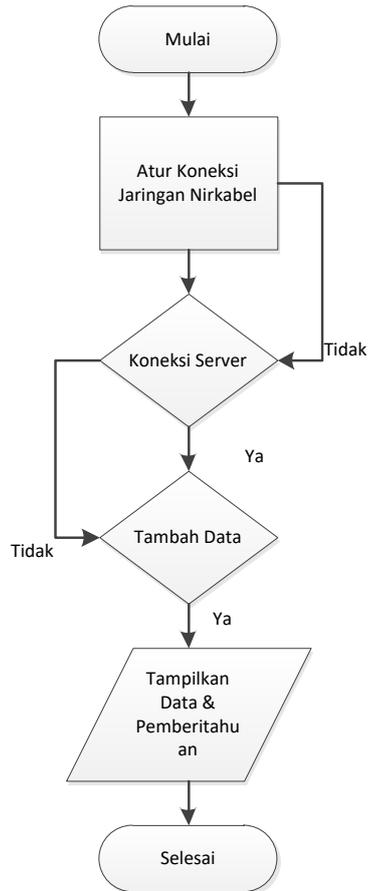
Sensor Ultrasonik digunakan untuk mengawasi ketinggian air, lalu hasil tangkapan sensor diproses oleh Arduino UNO R3. Di saat ketinggian air berada dalam batas bawah yaitu

pada ketinggian $\pm 0-5$ cm maka akan muncul notifikasi AMAN di LCD yang terpasang. Dan jika ketinggian air berada dibawah batas atas yaitu saat ketinggian air mencapai $\pm 20-40$ cm maka akan muncul notifikasi BAHAYA di LCD serta *sirine* yang terpasang akan menyala.

Disaat yang hampir bersamaan, data ketinggian air akan diolah terlebih dahulu di Aduino, setelah itu dengan adanya komponen ESP 01 hasil olahan data tersebut dikirim menuju pengguna yang telah terinstall aplikasi *Thingspeak* serta alamat website *Thingspeak* melalui jaringan nirkabel. Grafik level ketinggian air tersebut dapat dipantau secara *realtime* pada layar gawai pengguna. Setiap data ketinggian airnya akan selalu diupdate di aplikasi *Thingspeak*. Dari aplikasi ini juga bisa mendapat data grafik ketinggian air dalam kondisi AMAN atau BAHAYA secara *realtime*.



Gambar 7. Flowchart Microcontroller Arduino UNO R3



Gambar 8. Flowchart Wifi Arduino UNO R3

Pengujian pertama adalah pengujian ketinggian air dengan menggunakan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik akan di uji tingkat sensitivitas untuk membaca ketinggian air. Di bawah ini merupakan kode program dalam mengatur ketinggian air saat kondisi aman maupun bahaya

```

if(KET_AIR >= 40){
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("KONDISI : ");
  lcd.print("BAHAYA");
  digitalWrite(REL_ALARM,LOW);
  digitalWrite(REL_BUZZER,HIGH);
  kondisi = 1;
}
else if (KET_AIR <= 5){
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("KONDISI : ");
  lcd.print("AMAN ");
  digitalWrite(REL_ALARM,HIGH);
  digitalWrite(REL_BUZZER,LOW);
  kondisi = 0;
}
    
```

Hasil uji kemudian di bandingkan dengan notifikasi yang muncul pada *Liquid Crystal Display* (LCD) sebagai indikator yang terpasang pada rangkaian perangkat. Hasil uji ini dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. HASIL UJI SENSOR KETINGGIAN AIR

Kondisi Ketinggian Air	Indikator Notifikasi LCD
Batas Bawah	Aman
Batas Atas	Bahaya & Sirine

Didasarkan pada Tabel 1 dapat terlihat saat ketinggian air pada batas bawah maka akan muncul notifikasi AMAN pada LCD lalu saat ketinggian air pada batas atas maka muncul notifikasi bahaya dan *sirine* akan menyala. Hal ini membuktikan bahwa data ketinggian air dapat terbaca dengan baik.



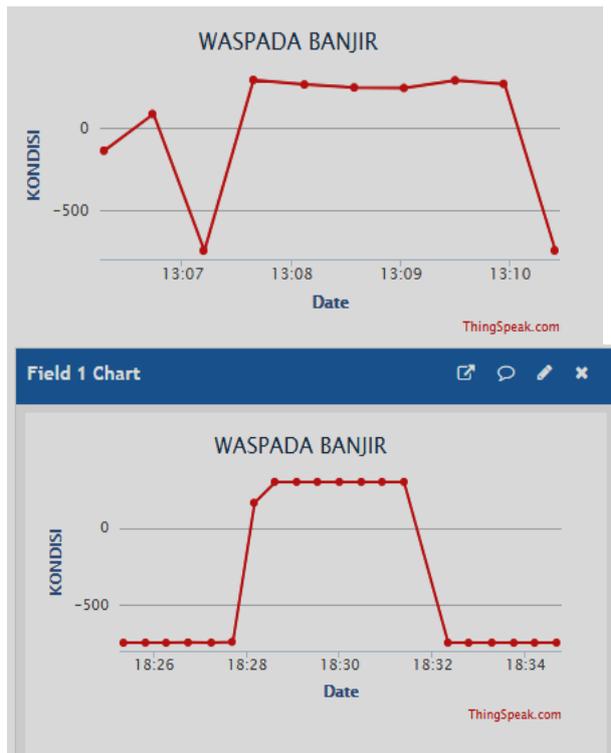
Gambar 9. Proses Percobaan Pengujian Deteksi Ketinggian Air

Uji selanjutnya adalah uji kerja program yang telah dibuat. Tampilan program harus sesuai dengan keadaan ketinggian air yang sebenarnya saat dilakukan uji coba (Tabel 2). Saat ketinggian air tinggi, program tersebut menampilkan notifikasi bahaya, atau mengirimkan pesan sebagai tanda bahwa ketinggian air pada batas atas.

TABEL 2. UJI KETINGGIAN AIR DI DRUM AIR

No	Kategori Ketinggian Air	Jarak Ketinggian Air (cm)
1	AMAN	± 0-5
2	BAHAYA	± 10-20

Uji coba ini dilakukan dengan pengawasan langsung memakai *platform* layanan yaitu, *Thingspeak* pada gawai. Hasil uji coba yang diperoleh melalui gawai pengguna dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil Uji Ketinggian Air dengan *Thingspeak*

Berdasarkan keseluruhan pengujian diatas, alat dan perangkat dapat bekerja dengan baik. Respon yang diberikan aplikasi terhadap keadaan sebenarnya kurang dari 2 detik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil pengujian lapangan dan hasil ujicoba perangkat deteksi dini banjir diatas dihasilkan beberapa *output* yaitu, perangkat dapat menghasilkan riwayat ketinggian air ketika hujan turun pada wilayah perkotaan secara *realtime* dimana dapat dipantau dari *website* monitoring dan juga aplikasi *smartphone* yaitu *Thingspeak*. Serta perangkat memberikan pemberitahuan setiap ketinggian air berupa notifikasi AMAN maupun BAHAYA yang ditetapkan untuk membantu masyarakat mendapatkan informasi awal sebelum bencana banjir datang. Yang terakhir adalah perangkat memberikan *sirine* peringatan ketika ketinggian air masuk dalam kategori bahaya banjir untuk membantu masyarakat mendapatkan pemberitahuan awal sehingga masyarakat dapat meminimalisir kerugian yang dapat terjadi karena bencana banjir.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penyusun memanjatkan rasa syukur yang tidak terhingga kepada Allah SWT, karena atas hidayah dan izinNya, penyusun dapat menyelesaikan karya

ilmiah ini tepat pada waktunya. Penyusun juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas Hibah Riset Dosen Pemula yang diberikan serta teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dan memberikan motivasi sehingga penyusun dapat menyelesaikan riset dan karya ilmiah ini.

Daftar Pustaka

- [1] F. Afdhalia and R. Oktariza, "Tingkat kerentanan fisik terhadap banjir di sub das martapura kabupaten banjar 1," pp. 44-54, 2019.
- [2] K. P. dan Kebudayaan, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. 2010.
- [3] M. R. Amri *et al.*, "Rbi (Risiko Bencana Indonesia)," *Int. J. Disaster Risk Sci.*, vol. 9, no. 3, pp. 319-330, 2018.
- [4] R. U. Khairana, "Kerentanan Banjir Di Bekasi," *Dep. Geogr. FMIPA, Univ. Indones.*, 2013.
- [5] A. Mulyanto, "PENGEMBANGAN MODEL SIG UNTUK MENENTUKAN RUTE EVAKUASI BENCANA BANJIR (Studi Kasus : Kec . Semarang Barat , Kota Semarang)," p. 5, 2008.
- [6] A. Rosyidie, "Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan," *J. Reg. City Plan.*, vol. 24, no. 3, p. 241, 2013.
- [7] B. Raj, K. Kalgaonkar, C. Harrison, and P. Dietz, "Ultrasonic doppler sensing in HCl," *IEEE Pervasive Comput.*, vol. 11, no. 2, pp. 24-29, 2012.
- [8] G. Wang, C. Gu, J. Rice, T. Inoue, and C. Li, "Highly accurate noncontact water level monitoring using continuous-wave Doppler radar," *WiSNet 2013 - Proc. 2013 IEEE Top. Conf. Wirel. Sensors Sens. Networks - 2013 IEEE Radio Wirel. Week, RWW 2013*, pp. 19-21, 2013.
- [9] D. Kurniawan, A. N. Jati, and A. Mulyana, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitor Cuaca Menggunakan Mikrokontroler Sebagai Pendukung Sistem Peringatan Dini Banjir," *e-Proceeding Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 757-763, 2016.
- [10] C. Hasiholan, R. Primananda, and K. Amron, "Implementasi Konsep Internet of Things pada Sistem Monitoring Banjir menggunakan Protokol MQTT," *Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 12, pp. 6128-6135, 2018.

- [11] J. T. Informatika and F. T. Informasi, "Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis Sensor Ultrasonik Dan Mikrokontroler," pp. 49–58, 2015.
- [12] A. Muzakky, A. Nurhadi, A. Nurdiansyah, and G. Wicaksana, "Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis IoT," *Conf. Innov. Appl. Sci. Technol. (CIASTECH 2018)*, no. September, pp. 660–667, 2018.
- [13] A. Prasetyo and M. B. Setyawan, "Purwarupa Internet of Things Sistem Kewaspadaan Banjir Dengan Kendali Raspberry Pi," *Netw. Eng. Res. Oper.*, vol. 3, no. 3, pp. 201–205, 2018.
- [14] A. Bhawiyuga, A. Basuki, P. Studi, T. Informatika, F. I. Komputer, and U. Brawijaya, "Rancang Bangun IOT Cloud Platform Berbasis Protokol Komunikasi MQTT," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 2, pp. 479–485, 2018.
- [15] D. A. Tricahyo, D. K. Sandy, and F. Satrio, "Iot Cloud Data Logger Untuk Sistem Pendeteksi Dini Bencana Banjir Pada Pemukiman Penduduk Terintegrasi Media Sosial," *Iot Cloud Data Logger Untuk Sist. Pendeteksi Dini Bencana Banjir Pada Pemukim. Pendud. Terintegrasi Media Sos.*, vol. 1, no. 2, 2017.
- [16] A. Kadir, *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemogramannya Menggunakan Arduino*. 2013.
- [17] O. M. Sinaulan, "Perancangan Alat Ukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan ATmega 16," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 3, pp. 60–70, 2015.
- [18] Hari Santoso, *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula*, 2nd ed. Malang: Elang Sakti, 2015.
- [19] J. Morgan, "A Simple Explanation Of "The Internet Of Things,"" 2017. .
- [20] Z. H., H. A., and M. M., "Internet of Things (IoT): Definitions, Challenges and Recent Research Directions," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 128, no. 1, pp. 37–47, 2015.
- [21] ElecFreak, "HC-SR04 User Guide," 2012. .
- [22] D. Prihatmoko, "Perancangan Dan Implementasi Pengontrol Suhu Ruangan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 1, p. 117, 2016.
- [23] The Mathwork, "The Open IoT Platform with Matlab Analytics," 2017. .