

Implementasi Metode Fuzzy Berbasis Internet Of Things (IoT) Untuk Peringatan Dini Banjir

Sabaruddin Nduru¹, Afdal Alhafiz², Deski Helsa Pane³

^{1,2}Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

³Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹csabar21@gmail.com, ²afdal.alhafiz@gmail.com, ³deskihelsa@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: csabar21@gmail.com

Abstrak

Indonesia adalah negara kepulauan yang secara geografis terletak di pertemuan dua lempeng benua dan berada digaris khatulistiwa oleh karena itu Indonesia memiliki iklim tropis dan curah hujan tingkat. Banyak manfaat yang didapatkan sebab letak Negara yang strategis namun ada juga dampak *negative* yang diterima salah satunya adalah bencana banjir yang dimana dapat mengakibatkan banyak kerugian yang ditimbulkan setelah banjir mulai dari primer, sekunder dan tersier. Salah satu jenis banjir yang sering terjadi adalah luapan air sungai banjir juga terjadi karena derasnya hujan daerah hulu dan mengakibatkan luapan air sungai pada hilir. Sistem pemrosesan dari hasil akuisisi yang didapatkan dari penggunaan kombinasi dari sensor (multi sensor) yaitu sensor yang dapat mendeteksi level air dan sensor yang mendeteksi debit air. Hasil dari proses akuisisi data sensor kemudian akan diproses dengan kecerdasan buatan *fuzzy* yang ditanamkan pada arduino. Sistem peringatan dini banjir berbasis *internet of things* (IoT). Dengan adanya peringatan dini banjir diharapkan dapat membantu penduduk mengetahui ketinggian air dan debit air melalui *buzzer* yang berupa bunyi dan Aplikasi *Blynk* memonitoring jarak jauh. Berdasarkan rancangan alat multi sensor peringatan dini banjir metode *fuzzy* dibaca oleh kedua sensor *water flow* dan ultrasonik sebagai *crisp input* kemudian dilakukan proses *fuzzification* yang menghasilkan *fuzzy rules* kemudian dilakukan proses *defuzzification* sehingga mengeluarkan *crisp value* yang dibutuhkan. Berdasarkan hasil dari pengujian maka mengimplementasikan sensor ke arduino menghubungkan beberapa pin kedua sensor ke arduino dengan benar.

Kata Kunci: Arduino, *Blynk*, *Fuzzy*, IoT, Multi Sensor

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang secara geografis terletak di pertemuan dua lempeng benua dan berada digaris khatulistiwa oleh karena itu Indonesia memiliki iklim tropis dan curah hujan tingkat [1]. Memasuki musim hujan di wilayah Indonesia khususnya mempunyai efek yang berpengaruh, baik bagi kelangsungan penduduk setempat maupun pemerintah, mengingat Indonesia memiliki iklim tropis [2].

Dampak banjir umumnya merugikan masyarakat karena dapat merugikan lingkungan hidup, antara lain : rusaknya pemukiman penduduk, rusaknya sarana dan prasarana penduduk (termasuk transportasi darat), sulitnya mendapat air bersih, dan timbulnya beragam penyakit (karena lingkungan yang kotor selama dan setelah banjir) [3]. Salah satu jenis banjir yang sering terjadi adalah luapan air sungai, banjir juga terjadi karena derasnya hujan daerah hulu dan mengakibatkan luapan air sungai pada hilir sungai [4].

Banjir adalah luapan air sungai ke daerah alirannya akibat ketidakmampuan sungai menampung air hujan karena adanya pendangkalan sungai. Curah hujan merupakan faktor utama, disamping faktor tanah dan faktor manusia. Faktor penyebab banjir yaitu curah hujan, karakteristik daerah aliran sungai, kemampuan alur sungai mengalirkan air banjir, perubahan tata guna lahan, pengelolaan sungai meliputi tata wilayah, pembangunan sarana dan prasarannya hingga tata pengaturannya [5].

Perkembangan teknologi yang semakin pesat, para pengembang itu terus meningkatkan berbagai macam aspek *inovasi*. Salah satunya mencari tahu teknologi baru yang dapat memudahkan dan membantu dalam menginformasikan tentang banjir [6]. Pada umumnya berdampak pada penduduk yang berada di sekitaran bantaran sungai. Bila terjadinya luapan air sungai pada siang hari, maka dampaknya akan dapat diminimalisir terutama korban jiwa karena masyarakat setempat dapat menyadari dan mengetahui kehadiran banjir tersebut sebaliknya jika terjadi pada malam hari, ketika penduduk lagi tertidur lelap [7].

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka diperlukan peringatan dini banjir untuk membantu mengurangi korban jiwa. Sistem peringatan dini banjir ini memberikan informasi kepada penduduk menggunakan sensor level air dan sensor *water flow* dan *blynk* sebagai tampilan juga *notifikasi* dan *buzzer* sebagai hasil dari status kedua sensor berupa bunyi. Berbagai alat yang praktis dan fleksibel telah banyak diciptakan sehingga dapat membantu manusia dalam memenuhi kebutuhannya. Peralatan diciptakan dan dirancang semaksimal mungkin agar dapat digunakan secara tepat dan efisien.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Dalam metode penelitian terdapat kerangka kerja digunakan sebagai pendekatan dalam memecahkan masalah. Kerangka kerja merupakan langkah-langkah sistematis yang dibuat agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Berikut gambar 1 langkah-langkah sistematis kerangka kerja metode penelitian yang terlihat dibawah ini.



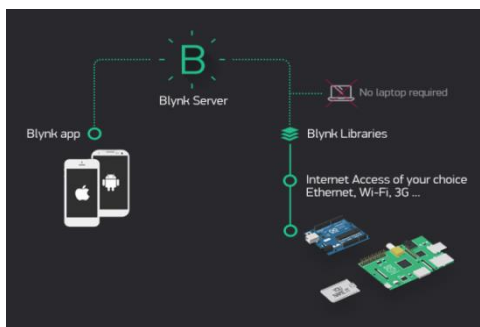
Gambar 1 Kerangka Kerja

- a. Mengidentifikasi Masalah
Banjir yang begitu datangnya tiba-tiba membuat banyak kerugian bahkan ada yang memakan korban jiwa karena tidak ada pemberitahuan kepada masyarakat yang tidur di malam hari. Pada masalah ini peneliti melakukan wawancara di berbagai lokasi untuk mencari kemudahan dalam melakukan peringatan dini banjir dengan membuat sebuah sistem yang dapat terindeks program dan algoritma untuk peringatan dini banjir bahaya akan tiba.
- b. Analisa Masalah
Melakukan analisa terhadap hasil wawancara dan pengamatan yang telah dilakukan, analisa permasalahan dituliskan pada rumusan permasalahan yang diamati.
- c. Menentukan Arah Tujuan
Menentukan arah tujuan yang akan dicapai agar hasil yang diharapkan tidak berbeda dengan tujuan yang diharapkan sebelumnya. Adapun target yang akan dicapai pada penelitian ini mengimplementasikan multi sensor peringatan dini banjir menggunakan metode *fuzzy* berbasis *internet of things* untuk memberitahu (*buzzer*) level dasar dengan ketinggian air dan debit air pada lokasi telah ditentukan.
- d. Studi *Literature*
Pada tahap ini membutuhkan referensi dari buku, jurnal ilmiah, artikel juga *internet*.
- e. Menentukan komponen sesuai analisa
Menentukan komponen yang tepat dalam penelitian dilakukan dengan hasil pengamatan dan tujuan yang dirumuskan.
- f. Membuat Prototipe Dan Rangkaian
Membuat prototipe dan rangkaian untuk mendukung hasil penelitian dan memberikan penilaian terhadap peringatan dini banjir dengan bantuan metode *Internet Of Things* (IoT).
- g. Implementasi Sistem
Hasil dari perancangan rangkaian yang dilakukan uji coba untuk melihat algoritma dan sensor yang dirancang. Hasil implementasi ini kemudian akan dilakukan beberapa kali percobaan dengan berbagai kondisi.

2.2 Algoritma Pengiriman IOT

Pengiriman data pada sistem ini dimulai dari NodeMCU sebagai pengendali utama sistem yang juga menjadi perangkat untuk menghubungkan sistem dengan internet, dimana NodeMCU terhubung juga dengan seluruh komponen elektronika sistem termasuk sensor photodiode yang mendeteksi adanya tikus pada *mouse trap*. Kemudian hasil

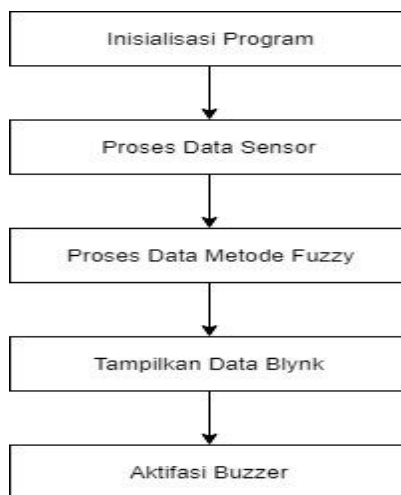
pembacaan sensor nantinya akan diolah untuk mengirimkan notifikasi ke telegram pengguna. Adapun skema dari arsitektur sistem *smart electrical mouse trap* ini dapat dilihat pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. Algoritma Pengiriman IOT

2.3 Algoritma Sistem

Algoritma sistem merupakan sebuah urutan atau tahapan proses dari suatu sistem yang dibuat untuk menyelesaikan tugas dan fungsinya. Algoritma sistem juga suatu aliran proses cara kerja sistem yang dibuat dari *input* dan *output*, algoritma ini dibuat agar mengetahui tahapan-tahapan yang akan dilakukan hingga menuju *output* yang diinginkan, sesuai pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Algoritma Sistem

Berikut penjelasan dari gambar 3 di atas.

- Inisialisasi adalah proses menentukan *input* atau *output* port dan nilai awal *port*.
- Proses baca sensor adalah pendeteksian level ketinggian dasar permukaan air dan debit air pada terjadinya banjir.
- Proses mikrokontroler yaitu proses menerima data dari pembacaan sensor *ultrasonic* dan *water flow* menerapkan perintah-perintah dari *input* ke sistem arduino.
- Tampilan di *Blynk* adalah menampilkan hasil data yang telah diproses, sehingga mudah dibaca dan dimonitoring.
- Aktifasi *buzzer* dan *blynk* adalah ketika level ketinggian air mencapai yang telah ditentukan maka *buzzer* aktif dan setiap level ketinggian air berbeda bunyi.

2.4 Banjir

Banjir adalah peristiwa atau keadaan dimana terendamnya suatu daerah atau daratan karena volume air yang meningkat. Selain itu, terjadinya banjir juga dapat disebabkan debit aliran air sungai dalam jumlah yang tinggi atau debit aliran air di sungai secara relatif lebih besar dari kondisi normal akibat hujan yang turun di hulu atau di suatu tempat tertentu terjadi secara terus menerus sehingga air tersebut tidak dapat ditampung oleh alur sungai yang ada, maka air melimpah keluar dan menggenangi daerah sekitarnya [8].

2.5 Arduino

Arduino merupakan *platform* yang terdiri dari *software* dan *hardware*. *Hardware* Arduino sama dengan mikrokontroler pada umumnya hanya pada Arduino ditambahkan penamaan pin agar mudah diingat. *Software* Arduino

merupakan *software open source* sehingga dapat di *download* secara gratis. *Software* ini digunakan untuk membuat dan memasukkan program ke dalam Arduino. Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa pemrograman yang umum digunakan untuk membuat perangkat lunak yang ditanamkan pada Arduino. Bahasa pemrograman Arduino mirip dengan bahasa pemrograman C++. Arduino *board* biasanya memiliki sebuah *chip* dasar mikrokontroler Arduino UNO R3 berikut turunannya. *Shield* adalah sebuah papan yang dapat dipasang diatas Arduino *board* untuk menambah kemampuan dari Arduino *board* [9].

2.6 Buzzer

Buzzer Listrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Pada umumnya, *Buzzer* yang merupakan sebuah perangkat audio ini sering digunakan pada rangkaian anti-maling, Alarm pada Jam Tangan, Bel Rumah, peringatan mundur pada Truk dan perangkat peringatan bahaya lainnya. Jenis *Buzzer* yang sering ditemukan dan digunakan adalah *Buzzer* yang berjenis *Piezoelectric*, hal ini dikarenakan *Buzzer Piezoelectric* memiliki berbagai kelebihan seperti lebih murah, relatif lebih ringan dan yang berfungsi sebagai input/masukan secara manual untuk mengirimkan jenis data ke dalam blok proses [10].

2.7 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* adalah pengembangan dari logika *boolean* oleh Lotfi Zadeh pada tahun 1965. Dengan menghadirkan gagasan berupa tingkatan derajat dalam memverifikasi suatu kondisi sehingga memungkinkan suatu kondisi berada dalam keadaan selain benar atau salah seperti lambat, agak cepat, cepat dan sangat cepat. Logika *fuzzy* memiliki kemampuan seperti penalaran pada otak manusia dimana suatu himpunan dapat mewakili dua variabel linguistik sekaligus berdasarkan nilai derajat keanggotaan dengan fungsi keanggotaan tertentu [11].

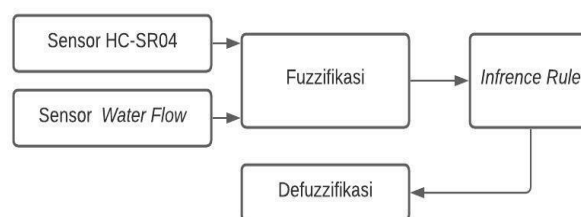
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Fuzzy Logic

Fuzzy dapat direalisasikan berupa algoritma sistem, dimana satu-satunya cara membuat kategori setiap angka atau data yang terukur menjadi golongan atau kategori sesuai prinsip logika *fuzzy*. Tahapan-tahapan dalam logika *fuzzy* pada sistem ini adalah sebagai berikut :

- Fuzzifikasi* adalah proses untuk mendapatkan derajat keanggotaan dari nilai yang dihasilkan oleh *ultrasonic* dan sensor *water flow*.
- Inference Rule* adalah proses pembentukan aturan-aturan yang akan digunakan untuk menghasilkan nilai keluaran berupa aktif *buzzer*.
- Defuzzifikasi* adalah proses untuk mengubah hasil yang berupa derajat keanggotaan keluaran menjadi *variable numeric* kembali.

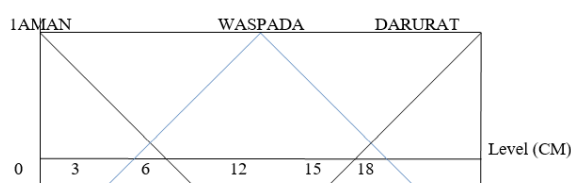
Dibawah ini gambar 4 merupakan blok proses fuzzy beserta penjelasannya sebagai berikut.



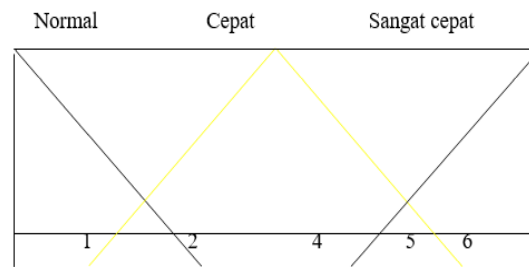
Gambar 4. Blok Proses Fuzzy

a. Fuzzifikasi

Pembentukan kurva untuk derajat keanggotaan (μ) pada variabel dasar permukaan air dengan ketinggian terdiri dari tiga himpunan *fuzzy* yaitu aman, waspada dan darurat memiliki satuan *centimeter* (cm). Debit air terdiri dari 3 himpunan yaitu normal, cepat, sangat cepat dengan satuan L/min, seperti yang terlihat pada gambar 5 dan 6 berikut.



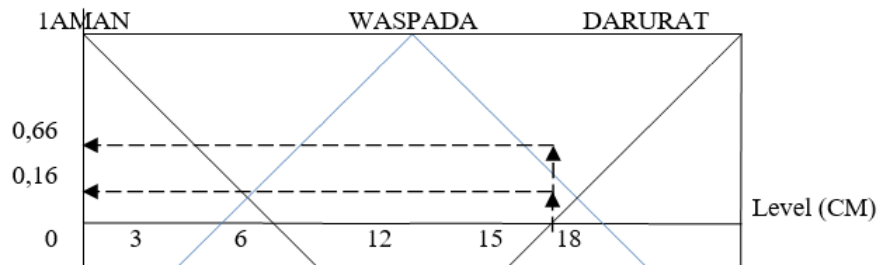
Gambar 5. Derajat Keanggotaan Level Ketinggian Air



Gambar 6. Derajat Keanggotaan Debit Air

Kondisi jika input ultrasonik ketinggian air 13 cm dan debit air 4.3 L/menit, seperti yang terlihat pada gambar 7 dan 8 berikut.

1. Fungsi keanggotaan ultrasonik ketinggian 13 cm

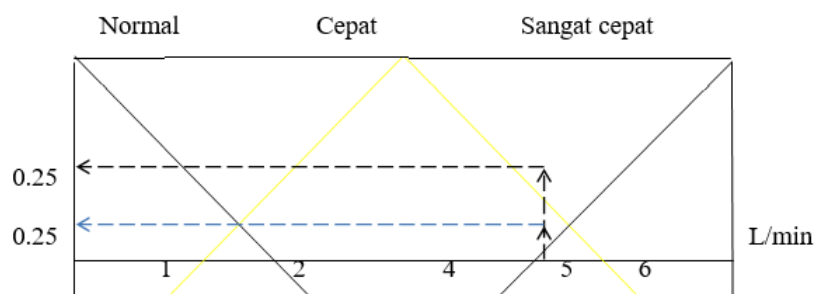


Gambar 7. Fungsi Keanggotaan Ultrasonik 13 Cm

$$\begin{aligned} \mu_{Waspada} [13] &= (c1-x) / (c1-b1) \\ &= (15-13)/(15-9) \\ &= 2/3 \\ &= 0.66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{Darurat} [13] &= (x-a2)/(b2-a2) \\ &= (13-12)/(18-12) \\ &= 1/6 \\ &= 0,16 \end{aligned}$$

2. Fungsi keanggotaan 4,3 L/min debit air



Gambar 8. Fungsi Keanggotaan 4,3 L/min Debit Air

$$\begin{aligned} \mu_{Sedang} [4.3] &= (c1-x) / (c1-b1) \\ &= (5-4.3)/ (5-3) \\ &= 0.7/2 \\ &= 0.35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{Banyak}[4.3] &= (x-a2)/(b2-a2) \\ &= (4.3- 4)/(6-4) \\ &= 0.3/2 \\ &= 0.15 \end{aligned}$$

b. *Inference Rule*

Setelah nilai *range* pada ketinggian dan volume air maka didapatkan *rule* untuk mengetahui sistem kerja sesuai dengan pendeteksian level air yang didapatkan untuk menjalankan bunyi sirine sesuai aturan-aturan yang telah ditetapkan, sebagai berikut:

1. *IF* level air waspada and debit air sedang *THEN* siaga 2
2. *IF* level air waspada and debit air banyak *THEN* banjir
3. *IF* level air darurat and debit air sedang *THEN* siaga 1
4. *IF* level air darurat and debit air banyak *THEN* banjir

Nilai *rule* dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Nilai Rule

		Level air		
		Aman	Awas (0,4)	Darurat (0,2)
Debit air	Normal	Blynk (siaga 2)	Blynk (tidak Banjir)	Blynk (Siaga1)
	Cepat (0.33)	Blynk (siaga 2)	Blynk (Siaga2) (0.35)	Blynk Siaga1 (0.16)
	Sangat Cepat (0.14)	Blynk (Banjir)	Blynk (Banjir) (0.15)	Blynk Siaga 2 (0.15)

Sensor Ultrasonik = (0.66, 0.16)

Sensor Water Flow = (0.35, 0.15)

Suhu AND Kelembapan = (0.66, 0.35), (0.66, 0.15), (0.16, 0.35), (0.16, 0.15)
= (0.35, 0.15, 0.16, 0.15)

c. *Defuzzification*

Setelah nilai penerapan AND diperoleh dari perhitungan (0.25, 0.25, 0.16, 0.16) maka didapat nilai hasil berupa *crisp logic* maka diambil nilai tertinggi yaitu (0,4) dengan hasil *Blynk* (siaga2).

3.2 Hasil Pengujian Sensor HC-SR04

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui apakah sensor ultrasonik berfungsi sesuai kebutuhan sistem dengan cara memberikan program ke dalam arduino uno sehingga sensor ultrasonik dapat mendeteksi level air disekitar sensor.

Berikut tabel 2 merupakan hasil percobaan sensor HC-SR04.

Tabel 2. Percobaan Sensor HC-SR04

NO	Penggaris (cm)	HC-SR04 (cm)	Error	Notifikasi Blynk dan Buzzer
1	17	17	0	Ready
2	10	10	0	Ready
3	7	7	0	Ready
4	2	2	0	Ready

Berdasarkan hasil pengujian sensor HC-SR04 yang dilakukan 4 kali percobaan. Pengujian menghasilkan rata-rata error sebesar 0% maka dapat disimpulkan kinerja sensor HC-SR04 dapat mengukur jarak dengan baik.

3.3 Hasil Pengujian Water Flow

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil kinerja *water flow* yang berfungsi aliran debit air. Setelah dilakukan pengujian dapat berjalan dengan baik. Berikut tabel 3 merupakan sensor *water flow* seperti yang terlihat dibawah ini.

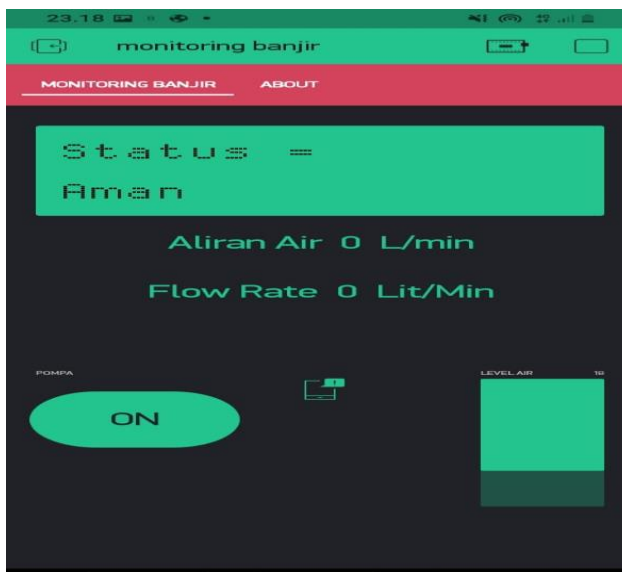
Tabel 3 Sensor Water Flow

No	YF 401 (L/menit)	Pompa (L/menit)	Error (%)
1	5	5	0
2	4	4	0
3	2	2	0
4	1	1	0

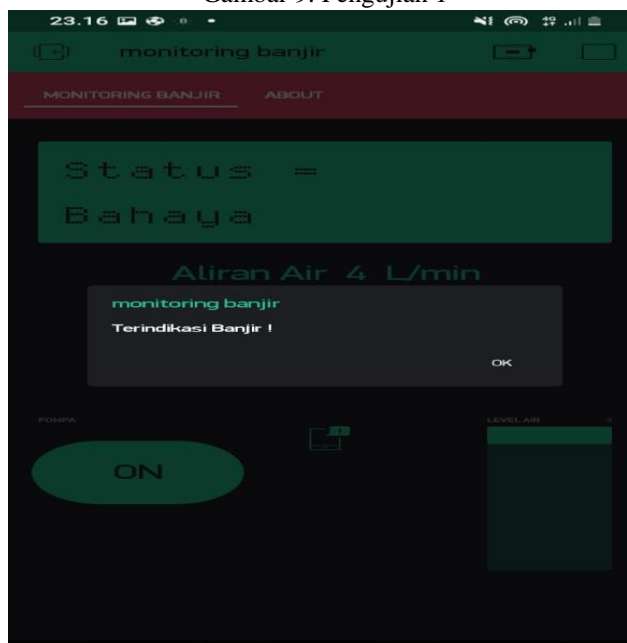
Pada 3 dijelaskan bahwa sensor mendeteksi 0.5L/min merupakan kategori normal, debit 3 L/min merupakan kategori

cepat dan 5L/min merupakan masuk ke kategori sangat cepat.

Hasil pengujian 1 dan 2 merupakan monitoring banjir dapat dilihat pada gambar 9 dan 10 dibawah ini sebagai berikut.



Gambar 9. Pengujian 1



Gambar 10. Pengujian 2

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil pada rancangan bangun implementasi multi sensor untuk peringatan dini banjir metode *fuzzy* berbasis *internet of things*, berdasarkan hasil pengujian maka cara memberikan informasi kepada penduduk adalah melalui *buzzer* juga melalui tampilan lcd. Berdasarkan rancangan alat multi sensor peringatan dini banjir metode *fuzzy* dibaca oleh kedua sensor *water flow* dan ultrasonik sebagai *crisp input* kemudian dilakukan proses *fuzzification* yang menghasilkan *fuzzy rules* kemudian dilakukan proses *defuzzification* sehingga mengeluarkan *crisp value* yang dibutuhkan. Berdasarkan hasil dari pengujian maka mengimplementasikan sensor ke arduino menghubungkan beberapa pin kedua sensor ke arduino dengan benar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Bapak Afdal Alhafiz dan Bapak Deski Helsa Pane serta semua pihak yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini. Serta terima kasih kepada STMIK Triguna Dharma dan tim editorial atas dipublikasikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Umari, E. Anggraini, and Zainul Muttaqinm Rofif, "Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Sensor Ultrasonik Dan Mikrokontroler Sebagai Upaya Penanggulangan Banjir," *J. Meteorol. Klimatologi dan Geofis.*, vol. 4, no. 2, pp. 35–42, 2017.
- [2] N. S. Wibowo, D. P. S. Setyohadi, and H. Rakhmad, "Penggunaan Metode Fuzzy Dalam Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Daerah Rawan Banjir Di Kabupaten Jember," *Prosiding*, vol. 0, no. 0, pp. 20–26, 2016, [Online]. Available: <https://publikasi.polije.ac.id/index.php/prosiding/article/view/151>.
- [3] D. Danang *et al.*, "Mitigasi Bencana Banjir dengan Sistem Informasi Monitoring dan Peringatan Dini Bencana menggunakan Microcontroller Arduino Berbasis IoT," vol. 40, no. 1, pp. 55–60, 2019, doi: 10.14710/teknik.v40n1.23342.
- [4] Q. Zaman, "Sistem Monitoring Level Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Mikrokontroler Arm Stm32F103C8T6 Berbasis Blynk," *Univ. Muhammadiyah Gresik*, pp. 11–29, 2019, [Online]. Available: <http://eprints.umg.ac.id/3018/>.
- [5] W. A. Wicaksono, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Banjir Menggunakan Arduino Dengan Metode Fuzzy Logic," vol. 11, no. 2, pp. 93–99, 2020.
- [6] W. Indianto, A. H. Kridalaksana, and Y. Yulianto, "Perancangan Sistem Prototipe Pendeteksi Banjir Peringatan Dini Menggunakan Arduino Dan PHP," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 1, p. 45, 2017, doi: 10.30872/jim.v12i1.222.
- [7] Z. Zainuddin, A. L. Arda, and A. Z. Nusri, "Sistem Peringatan Dini Banjir," *Inspir. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 9, no. 2, pp. 167–173, 2019, doi: 10.35585/inspir.v9i2.2501.
- [8] A. Rakhmatla, 2019. Sistem Peringatan Dini bahaya Banjir Dengan teknologi Internet of Things (IOT). Universitas Telkom Bandung.
- [9] A. R. Hakim, 2019. Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Controlling Irigasi Sawah Menggunakan Arduino Berbasis Android. Universitas Mercubuana Jakarta
- [10] A. A. K. Ramadhan, E. Kurniawan & A. Sugiana, 2019. Perancangan Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Mikrokontroler dan Short Message Service (SMS). Universitas Telkom bandung.
- [11] H. Rendi, 2019. Sistem Pemantauan Status Kebakaran Hutan Dengan Logika Fuzzy Sugeno Berbasis Wireless Sensor Network. Universitas Mercubuana Jakarta.