

Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT dan Twitter

Flood Early Warning Sistem Based On Iot And Twitter

Edwin Tenda^{*1}, Andreuw Vandy Lengkong², Kinzie Feliciano Pinontoan³

^{1,2}Program Studi Informatika, FTS Universitas Prisma; Jl.Pommorow no.3 Manado

³Program Studi Arsitektur, FTS Universitas Prisma, Manado

e-mail: *¹tenda.edwin@prisma.ac.id, ²lengkongandrew@prisma.ac.id, ³pinontoan.kinzie@prisma.ac.id

Abstrak

Letak geografis Indonesia yang berada diantara dua samudera luas serta dilalui oleh garis khatulistiwa berdampak pada potensi tingkat curah hujan yang tinggi sehingga mengakibatkan resiko bencana banjir pada hampir seluruh wilayah di Indonesia. Sistem peringatan dini adalah salah satu upaya yang dapat dibuat dalam rangka mengendalikan dan meminimalisir resiko kerugian akibat bencana. Dengan mengembangkan sebuah sistem peringatan dini yang berbasis IoT memungkinkan informasi resiko bencana disebarkan dengan cepat kepada masyarakat dengan harapan tindakan antisipatif dapat diambil dengan segera. Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem yang mampu melakukan monitoring terhadap tinggi permukaan air sungai menggunakan sensor ultrasonik yang kemudian diproses melalui perangkat pemrosesan. Hasil pemrosesan kemudian disebarkan melalui media sosial Twitter. Hasil pengujian menunjukan bahwa tingkat akurasi bacaan ketinggian air memiliki rata-rata error 0.47% yang menunjukan bahwa sistem memiliki akurasi yang baik.

Kata kunci— Sistem peringatan dini, Internet of things, Twitter, Raspberry Pi, Ultrasonik

Abstract

Indonesia's geographic location, which is between two vast oceans and is traversed by the equator, has an impact on the potential for high levels of rainfall, which results in the risk of flooding in almost all regions in Indonesia. The early warning system is one of the efforts that can be made in order to control and minimize the risk of loss due to disasters. By developing an IoT-based early warning system, it allows disaster risk information to be disseminated quickly to the public in the hope that anticipatory action can be taken immediately. This research developed a system capable of monitoring the river water level using an ultrasonic sensor which is then processed through a processing device. The results of the processing are then disseminated via Twitter social media. The test results show that the level of accuracy of the water level reading has an average error of 0.47% which indicates that the system has good accuracy.

Keywords— Early warning system, Internet of things, Twitter, Raspberry Pi, Ultrasonic sensor

1. PENDAHULUAN

Letak Indonesia yang berada dalam zona konvergensi intertropis yang berbatasan dengan dua samudera luas di sisi barat dan timur, India dan Samudra Pasifik serta surplus radiasi matahari di wilayah laut khatulistiwa, menghasilkan tingkat penguapan yang tinggi sepanjang tahun. Kelembaban yang tinggi akibat tingkat kondensasi uap air menyebabkan sebagian besar wilayah di Indonesia cenderung berawan sehingga menyebabkan tingkat curah hujan yang tinggi. Tingkat

curah hujan yang tinggi berdampak pada kerentanan bencana alam banjir di hampir seluruh wilayah di Indonesia.

Ketidakmampuan sungai untuk menampung debit air, diperparah dengan penanganan wilayah bantaran sungai, mengakibatkan meningkatnya resiko bencana alam banjir. Penanganan resiko banjir adalah kebutuhan yang mendesak mengingat potensi dan pola siklus bencana di Indonesia yang berulang dalam selang waktu tertentu. Teknologi penanganan resiko banjir, baik dari aspek manajemen resiko, teknologi, serta penanganan pasca banjir, menjadi penting bagi hampir seluruh wilayah di Indonesia.

Salah satu teknologi yang dapat membantu manajemen resiko bencana adalah sistem peringatan dini, yaitu suatu sistem yang terintegrasi antara pemantauan bahaya, penilaian resiko bencana, komunikasi serta kesiapsiagaan bencana, yang memungkinkan individu, masyarakat serta pemerintah mengambil tindakan yang tepat, guna meminimalisir dampak bencana. Suatu sistem peringatan dini harus bersifat efektif dan *people centered* [1], serta dibangun dengan tujuan untuk memberikan informasi tentang tanda-tanda pra-bencana sehingga tindakan pengamanan dapat dilakukan sesegera mungkin.

Beberapa penelitian terkait pengembangan Sistem peringatan dini bencana antara lain : Listyalina & Mustiadi [2], mengembangkan suatu sistem peringatan dini bencana tanah longsor menggunakan ekstensiometer, tiltmeter, penakar hujan serta sistem sirene, yang terintegrasi secara online, sehingga resiko longsor dapat dideteksi lebih cepat. Purwanti [3], mengembangkan suatu metode mitigasi bencana Gerakan tanah menggunakan perangkat sistem peringatan dini berbasis sensor ekstensiometer dan curah hujan. Xu *et al* [4] mengembangkan suatu sistem peringatan dini kualitas udara secara hybrid yaitu menggunakan support vector machine dan evaluasi fuzzy untuk melakukan prediksi serta evaluasi kualitas udara. Azid *et al* [5], mengembangkan sebuah sistem peringatan dini banjir dan pemantauan berbasis SMS, dimana sistem menggunakan Arduino uno dan sensor tekanan barometrik untuk mendeteksi ketinggian air. Sistem kemudian menyebarluaskan informasi status ketinggian air melalui layanan SMS. Ripepe *et al* [6], mengembangkan suatu sistem peringatan dini untuk bencana letusan gunung berapi menggunakan teknologi infrasonik. Sistem dikembangkan dan diuji selama rentang 2008-2016. Dari hasil rekaman data sistem berhasil mengirimkan 57 peringatan dini dari 59 kali letusan yang terjadi, dengan tingkat peringatan *false positive* sebesar kira-kira 1,7 %.

Informasi kebencanaan dapat disampaikan dalam berbagai bentuk, dalam bahasa yang bersifat kritis dan sederhana untuk di pahami. Informasi tentang potensi resiko bahaya adalah output dari pengolahan data berbagai sumber, yang diproses dengan kecepatan maksimum, sehingga diperoleh hasil informasi yang berkualitas, cepat dan mudah diakses. Dengan memanfaatkan jaringan telekomunikasi serta formulasi informasi yang sederhana dan jelas maka penyebaran informasi kebencanaan dapat dilakukan dengan cepat dan tepat.

IoT atau internet of things adalah sebuah konsep teknologi informasi, dimana semua benda fisik yang memiliki kemampuan komputasi, ter-interkoneksi secara global, melalui protokol Internet[7] sehingga dapat saling terhubung dan berbagi informasi dan mempermudah manusia sebagai pengguna. IoT telah diaplikasikan dalam berbagai bidang, antaranya dalam pengembangan Smart City [9], Smart home system [10], monitoring pertanian [11] dan peternakan serta untuk manajemen keselamatan kerja [12]

Beberapa penelitian terkait Sistem peringatan dini bencana lebih khusus bencana banjir antara lain: Bahar & Purwanto[13] mengembangkan model Sistem peringatan dini banjir berbasis mikrokontroler dan sensor kapasitif aluminium foil dan nilai kapasitansi sensor di baca dan ditampilkan. Sulistyowati *et al* [14] mengembangkan sistem pendeteksi banjir menggunakan mikrokontroler dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi tinggi muka air. Informasi pembacaan tinggi muka air kemudian dapat di akses melalui SMS Gateway. Muzzaki *et al* [15] melakukan pengembangan sistem monitoring level air secara online dengan pendekatan teknologi IoT. Mikroprosesor MCU ESP2866 membaca data sensor ketinggian air dan mengirimkan data secara nirkabel ke smartphone Android.

Pada penelitian ini dikembangkan suatu purwarupa dari Sistem peringatan dini berbasis IoT dengan menggunakan Raspberry Pi dan sensor ultrasonik dimana sistem ini dapat melakukan monitoring tinggi muka air sungai dan kemudian menyebarkan informasi ketinggian muka air dan klasifikasi resikonya secara periodik kepada masyarakat melalui aplikasi jejaring sosial Twitter.

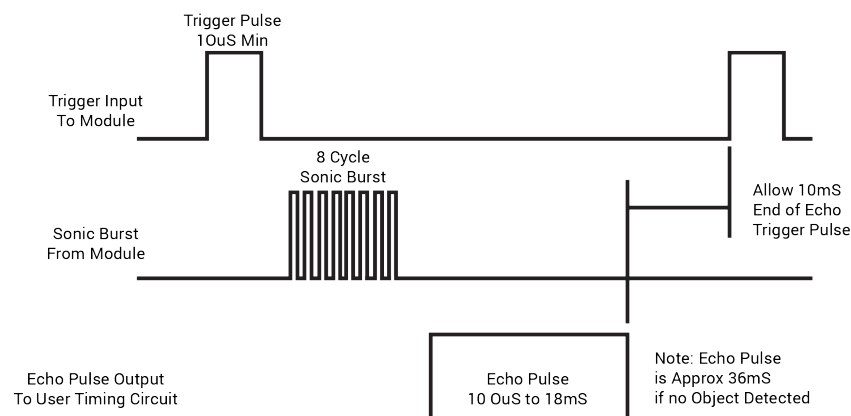
2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat

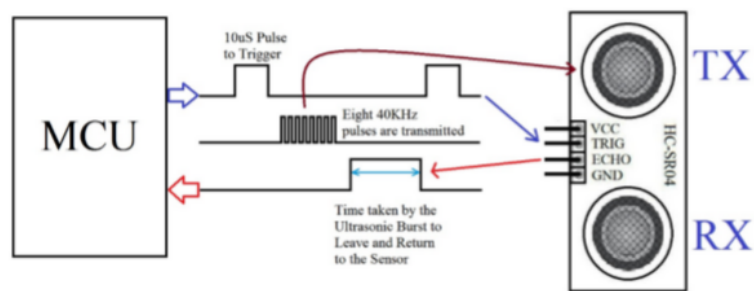
Sistem dikembangkan menggunakan sensor ultrasonik yang bekerja dengan cara mengaktifkan gelombang suara yang berosilasi melalui media seperti udara, pada frekuensi ultrasonik yaitu sekitar 50 kHz yang tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. refleksi dari gelombang ultrasonik digunakan untuk mendapatkan jarak dari objek yang memantulkan gelombang suara tersebut.

Sensor Ultrasonik memiliki tiga bagian utama yaitu Transmitter, Receiver dan Control circuit. Transmitter mengirimkan gelombang suara Ultrasonik yang membentur objek padat terdekat. Sebagian gelombang yang mengenai objek padat tersebut memantul kembali dan di terima oleh Receiver. Sinyal yang di terima tersebut kemudian diproses oleh circuit control. Dengan menggunakan perhitungan matematika sederhana, kita bisa menghitung jarak antara sensor dan benda padat tersebut.

Penelitian ini menggunakan sensor Ultrasonik HC-SR04. Sensor ini memiliki 4 buah pin yaitu: Ground (GND), Echo pulse output (ECHO), Trigger Pulse Input (TRIG) dan sumber daya 5V (Vcc). Sensor akan mendeteksi gelombang balik dan mengukur waktu dari saat pulse trigger dan pulse returned dan kemudian mengirimkan sinyal 5 Volt melalui pin Echo. Gambar 1 menunjukkan timing diagram dari sensor HC-SR04, sedangkan Gambar 2 menunjukkan Microcontroller Interfacing dari sensor HC-SR04 [11].



Gambar 1 Timing Diagram Sensor HC-SR04



Gambar 2 HC-SR04 Microcontroller Interfacing

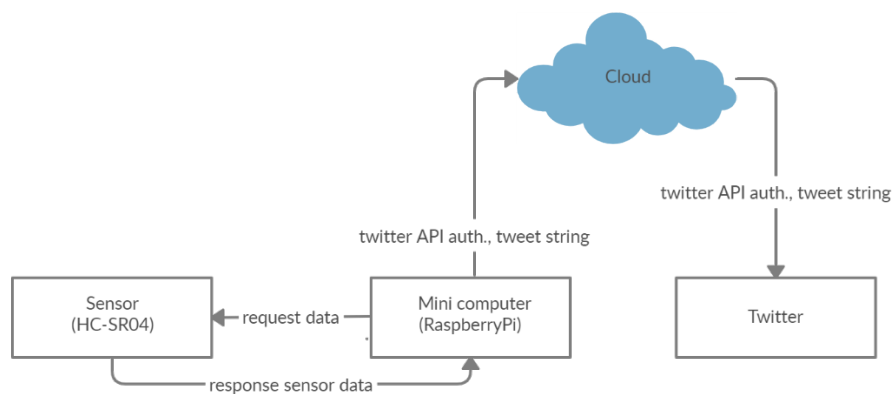
Raspberry Pi digunakan untuk membaca data sensor, mengolah dan melakukan publikasi informasi ke jejaring sosial Twitter. Raspberry Pi adalah sebuah mini komputer berukuran seperti kartu kredit, yang memiliki kemampuan komputasi yang cukup baik. Selain itu Raspberry Pi juga memiliki fitur koneksi ke Internet sehingga dapat digunakan dengan baik untuk berbagai kebutuhan pengembangan sistem IoT. Raspberry Pi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Raspberry Pi (Model 4)

2.2 Arsitektur sistem

Secara periodik, sistem akan melakukan pembacaan data dari sensor dikirimkan kepada yang kemudian diproses oleh komputer. Komputer kemudian akan melakukan request melalui API Twitter untuk melakukan *tweet posting* pada akun Twitter yang sudah disiapkan sebelumnya. Arsitektur sistem dapat dilihat pada Gambar 4.

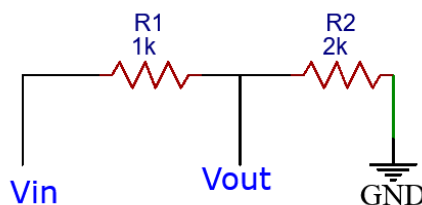


Gambar 4 Arsitektur sistem

2.3 Perancangan perangkat

2.3.1 Rangkaian pembagi tegangan

GPIO (*general-purpose input/output*) Raspberry Pi menerima masukan sinyal dengan ukuran tegangan 3.3 V, sedangkan output tegangan sensor ultrasonik adalah 5 V. Untuk itu perlu di buat pembagi tegangan untuk mendapatkan tegangan luaran $V_{out} = 3.3$ V. Untuk menghitung kebutuhan Resistor yang akan di gunakan pada pembagi tegangan dengan skema seperti yang disajikan pada Gambar 5.

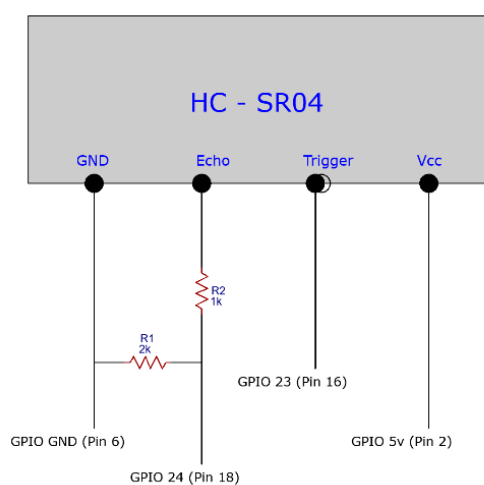


Gambar 5 Skema Pembagi Tegangan

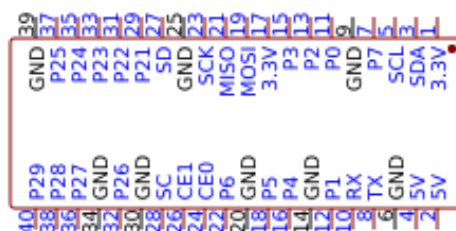
Untuk mendapatkan ukuran resistor R1 dan R2 yaitu menggunakan Persamaan 1:

$$V_{out} = V_{in} \times \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \quad \text{atau,} \quad \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

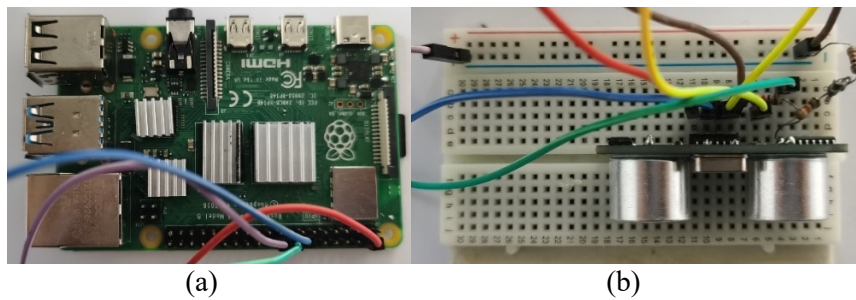
Skema rangkaian untuk sensor Ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 6. Sedangkan untuk skema GPIO Raspberry Pi 4 dapat di lihat pada Gambar 7. Implementasi koneksi pada Rasperry Pi dan sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Skema Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Raspberry Pi



Gambar 7 Skema Pin pada GPIO Raspberry Pi 4



Gambar 8. (a) Implementasi koneksi pada Raspberry Pi
(b) Implementasi koneksi pada Sensor Ultrasonik

2.3.2 Implementasi pengukuran jarak

Untuk memperoleh ukuran kecepatan kita akan menggunakan Persamaan 2:

$$\text{Kecepatan} = \frac{\text{Jarak}}{\text{Waktu}} \quad (2)$$

kecepatan suara akan bervariasi tergantung pada medium rambat gelombang yang di lewati. Pada penelitian ini digunakan acuan kecepatan suara pada udara dengan suhu 20 derajat celcius yaitu 34300 cm/s^3 . dengan demikian untuk mendapatkan jarak dari objek kita menggunakan Persamaan 3:

$$\text{jarak (cm)} = \frac{\text{waktu} \times 34300}{2} \quad (3)$$

Program untuk membaca data pada sensor ultrasonik dikembangkan dengan bahasa pemrograman *Python*. Kode program dirancang untuk membaca data sensor pada selang waktu tertentu. Kode program pembacaan sensor disajikan pada Gambar 9 sedangkan kode program pengukuran jarak disajikan pada Gambar 10. Hasil dari kode program yang dijalankan ditampilkan pada Gambar 11.

```

1 import RPi.GPIO as GPIO
2 import time
3
4 try:
5     GPIO.setmode(GPIO.BCM)
6     GPIO.setwarnings(False)
7     TRIG = 23
8     ECHO = 24
9     maxTime = 0.04
10
11 while True:
12     GPIO.setup(TRIG,GPIO.OUT)
13     GPIO.setup(ECHO,GPIO.IN)
14     GPIO.output(TRIG,False)
15     time.sleep(0.01)
16     GPIO.output(TRIG,True)
17     time.sleep(0.00001)
18     GPIO.output(TRIG,False)
19     pulse_start = time.time()
20     timeout = pulse_start + maxTime
21     while GPIO.input(ECHO) == 0 and pulse_start < timeout:
22         pulse_start = time.time()
23
24     pulse_end = time.time()
25     timeout = pulse_end + maxTime
26     while GPIO.input(ECHO) == 1 and pulse_end < timeout:
27         pulse_end = time.time()

```

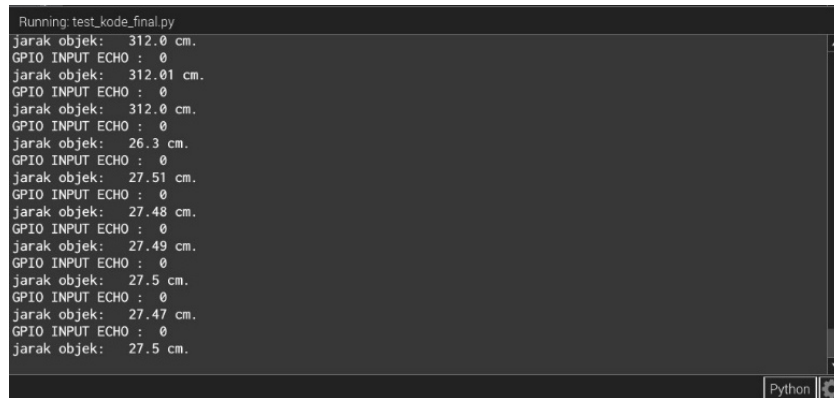
Gambar 9 Kode program pembacaan data sensor

```

29     pulse_duration = pulse_end - pulse_start
30     distance = pulse_duration * 17000
31     distance = round(distance, 2)
32     print(distance)

```

Gambar 10 Kode program penghitungan jarak sensor terhadap objek



```

Running: test_kode_final.py
jarak objek: 312.0 cm.
GPIO INPUT ECHO : 0
jarak objek: 312.01 cm.
GPIO INPUT ECHO : 0
jarak objek: 312.0 cm.
GPIO INPUT ECHO : 0
jarak objek: 26.3 cm.
GPIO INPUT ECHO : 0
jarak objek: 27.51 cm.
GPIO INPUT ECHO : 0
jarak objek: 27.48 cm.
GPIO INPUT ECHO : 0
jarak objek: 27.49 cm.
GPIO INPUT ECHO : 0
jarak objek: 27.5 cm.
GPIO INPUT ECHO : 0
jarak objek: 27.47 cm.
GPIO INPUT ECHO : 0
jarak objek: 27.5 cm.

```

Gambar 12 Hasil pembacaan alat

Selanjutnya, dilakukan pengujian terhadap sistem pembacaan jarak yang dibuat. Pengujian dilakukan dengan menempatkan objek didepan rangkaian sensor sebagaimana tampak pada Gambar 13. Pada setiap percobaan, objek akan ditempatkan didepan sensor pada posisi jarak yang sudah ditentukan. Selanjutnya, untuk setiap selang waktu 5 detik, hasil pengukuran dicatat, dan diulangi sebanyak lima kali. Dari data ukuran jarak tersebut kemudian diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan selisih dari nilai pengukuran manual. Dari hasil pengukuran sensor diperoleh bahwa akurasi bacaan cukup baik dengan rata-rata error sebesar 0,44% sebagaimana disajikan pada Tabel 1.



Gambar 13 Pengujian bacaan sensor

Tabel 1 Hasil pengujian pembacaan sensor

| Pengujian Ke- | Jarak Objek (cm) | Bacaan Sensor (cm) | Galat (%) |
|-----------------|------------------|--------------------|-----------|
| 1 | 10 | 10,3 | 3,00 |
| 2 | 20 | 20,04 | 0,20 |
| 3 | 30 | 29,8 | 0,67 |
| 4 | 40 | 40,14 | 0,35 |
| 5 | 50 | 50,45 | 0,90 |
| 6 | 60 | 60,48 | 0,80 |
| 7 | 70 | 69,36 | 0,91 |
| 8 | 80 | 80,32 | 0,40 |
| 9 | 90 | 90,29 | 0,32 |
| 10 | 100 | 100,32 | 0,32 |
| 11 | 110 | 109,9 | 0,09 |
| 12 | 120 | 120,2 | 0,17 |
| 13 | 130 | 130,1 | 0,08 |
| 14 | 140 | 140,2 | 0,14 |
| 15 | 150 | 150,2 | 0,13 |
| 16 | 160 | 160,15 | 0,09 |
| 17 | 170 | 170,12 | 0,07 |
| 18 | 180 | 180,08 | 0,04 |
| 19 | 190 | 190,01 | 0,01 |
| 20 | 200 | 199,95 | 0,03 |
| Galat rata-rata | | | 0,44 |

2.3.3 Pengembangan Bot Twitter

Informasi tinggi muka air disebarkan melalui aplikasi Twitter dengan cara mengembangkan suatu Bot, yaitu sebuah program yang berfungsi untuk memutakhirkan informasi secara otomatis tiap selang waktu tertentu. Bot dikembangkan menggunakan Tweepy yaitu sebuah package Python untuk mengakses API dari Twitter. Untuk dapat menggunakan Tweepy maka terlebih dahulu mempersiapkan:

1. Akun Twitter Developer
2. Membuat App Twitter baru
3. Menyiapkan dan Authentication Credential untuk mendapatkan Consumer *API Keys*, *Access Token* & *Access token secret* yang akan digunakan sebagai autentifikasi akses program ke API Twitter

Selanjutnya jika semua informasi autentifikasi sudah dilengkapi dan valid maka otomatisasi tweet sudah bisa dilakukan. Kode program untuk membuat akses Twitter dengan Tweepy ditampilkan pada Gambar 14. Untuk hasil Tweet dapat dilihat pada Gambar 15.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penempatan perangkat monitoring dilakukan sebagaimana pada Gambar 17. Untuk menguji hasil pengukuran pada permukaan air sungai, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi jarak sensor terhadap dasar sungai. Kedalaman sungai diukur menggunakan alat ukur. Selanjutnya jarak sensor terhadap dasar sungai dijadikan acuan untuk perhitungan tinggi permukaan air sungai. Pengukuran kemudian dibandingkan dengan pengukuran manual. Hasil pengujian sistem untuk 50 interval waktu pengukuran disajikan pada Tabel 2. Dari hasil pengukuran tersebut diperoleh galat rata-rata sebesar 0,47%.



Gambar 17 Penempatan perangkat pada sungai

Tabel 2 Hasil pengukuran sistem

| Pengukuran | Pengukuran manual (cm) | Hasil Pengukuran sensor (cm) | Galat (%) |
|------------|------------------------|------------------------------|-----------|
| 1 | 180,3 | 181,2 | 0,50 |
| 2 | 180,3 | 181,2 | 0,50 |
| 3 | 180,4 | 181,3 | 0,50 |
| 4 | 181,3 | 182,06 | 0,42 |
| 5 | 181,2 | 182,1 | 0,50 |
| 6 | 181,2 | 182,13 | 0,50 |
| 7 | 181,1 | 182 | 0,50 |
| 8 | 181,4 | 182,3 | 0,50 |
| 9 | 181,7 | 182,6 | 0,50 |
| 10 | 182,1 | 183 | 0,49 |

| Pengukuran | Pengukuran manual (cm) | Hasil Pengukuran sensor (cm) | Galat (%) |
|------------|------------------------|------------------------------|-----------|
| 11 | 181,9 | 182,8 | 0,50 |
| 12 | 182,3 | 183,2 | 0,49 |
| 13 | 181,8 | 182,7 | 0,50 |
| 14 | 181,2 | 182,1 | 0,50 |
| 15 | 181,4 | 182,3 | 0,50 |
| 16 | 180,6 | 181,5 | 0,50 |
| 17 | 180,4 | 181,3 | 0,50 |
| 18 | 180,8 | 181,7 | 0,50 |
| 19 | 181,2 | 182,1 | 0,50 |
| 20 | 181,2 | 182,1 | 0,50 |
| 21 | 181,3 | 182,2 | 0,50 |
| 22 | 181,1 | 182,1 | 0,55 |
| 23 | 181,6 | 182,5 | 0,50 |
| 24 | 182,75 | 183,5 | 0,49 |
| 25 | 182,4 | 183,3 | 0,49 |
| 26 | 182,4 | 183,3 | 0,49 |
| 27 | 182,1 | 182,79 | 0,38 |
| 28 | 182,4 | 183,3 | 0,49 |
| 29 | 182,6 | 183,5 | 0,49 |
| 30 | 182,7 | 183,2 | 0,27 |
| 31 | 182,5 | 183,4 | 0,49 |
| 32 | 182,4 | 183,3 | 0,49 |
| 33 | 182,6 | 182,9 | 0,16 |
| 34 | 182,9 | 183,8 | 0,49 |
| 35 | 182,8 | 183,58 | 0,43 |
| 36 | 182,8 | 183,7 | 0,49 |
| 37 | 182,8 | 183,7 | 0,49 |
| 38 | 182,2 | 182,9 | 0,38 |
| 39 | 182,6 | 183,5 | 0,49 |
| 40 | 182,4 | 183,6 | 0,66 |
| 41 | 182,6 | 183,4 | 0,44 |
| 42 | 182,8 | 183,7 | 0,49 |
| 43 | 182,7 | 182,85 | 0,08 |
| 44 | 182,5 | 183,4 | 0,49 |
| 45 | 182,7 | 183,83 | 0,62 |
| 46 | 182,8 | 183,7 | 0,49 |
| 47 | 182,9 | 183,8 | 0,49 |
| 48 | 182,8 | 183,2 | 0,22 |
| 49 | 182,5 | 183,4 | 0,49 |
| 50 | 182,8 | 183,7 | 0,49 |

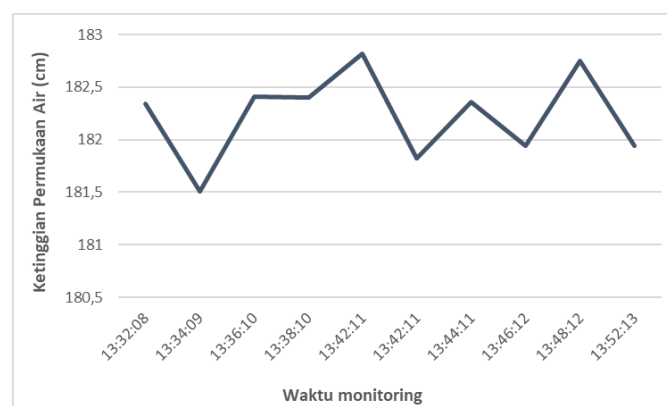
| Pengukuran | Pengukuran manual (cm) | Hasil Pengukuran sensor (cm) | Galat (%) |
|-----------------|------------------------|------------------------------|-----------|
| Rata-rata Galat | | | 0,47 |

Setelah melakukan kalibrasi dan uji ukur, selanjutnya dilakukan pengecekan hasil *bot* Twitter. Dari hasil pengecekan maka diperoleh bahwa sistem berhasil menampilkan informasi berupa ketinggian air, status ketinggian air serta waktu pengukuran dengan baik. Hasil tampilan Twitter dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17 Tangkapan layar aplikasi Twitter

Pembacaan hasil monitoring sensor selama 20 menit disajikan pada Gambar 18. Terdapat selisih antara waktu antara pembacaan/pemrosesan data sensor terhadap waktu pemutakhiran tweet pada sebesar ± 1 detik.



Gambar 18 Grafik *time series* dari sistem

4. KESIMPULAN

1. Untuk mendapatkan hasil yang akurat perlu dilakukan kalibrasi sensor ultrasonik.
2. Dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 tinggi permukaan air sungai dapat diukur dengan tingkat akurasi yang cukup baik dimana galat rata-rata hasil pengujian di lapangan adalah sebesar 0.47%.
3. Selisih pembacaan data ketinggian permukaan air sungai dengan waktu pemutakhiran pada Twitter adalah ± 1 detik sehingga tidak signifikan.
4. Dengan mengembangkan suatu sistem berbasis IoT dan Jejaring sosial Twitter, informasi terkait resiko kebencanaan dapat diperoleh, diproses dan disebarluaskan kepada masyarakat dengan cepat dan mudah.

5. SARAN

Untuk penelitian lanjutan, pendekatan analisa *time series* atau *machine learning* dapat digunakan untuk mengolah data hasil monitoring ketinggian permukaan air sungai sehingga dapat dilakukan prediksi danantisipasi potensi bencana banjir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan penulis kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan khususnya Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas dukungan pendanaan penelitian melalui skema pendanaan Penelitian dosen pemula, untuk tahun anggaran 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prevention Web. Early warning system. <https://www.preventionweb.net>. Web. Diakses tanggal 13 Agustus 2019.
- [2] Listyalina L dan Mustiadi I. 2019. Aplikasi Landslide Early Warning System Untuk Pengurangan Resiko Bencana. Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu, Universitas Respati .Yogyakarta, Maret 10.
- [3] Purwanti Fitri. 2013. Mitigasi Siaga Bencana Gerakantanah Dengan Perangkat Early Warning System (EWS) Daerah Bukit Manyaran Permai Kecamatan Gunung Pati Semarang Jawa Tengah). *Geological Engineering E-Journal*. Vol (5). No (2).
- [4] Yunzhen Xu, Wendong Yang, Jianzhou Wang. 2017. Air Quality Early-Warning System For Cities In China. *Atmospheric Environment*. Vol (148:239-257).
- [5] Sheikh Azid, Bibhya Sharma, Krishna Raghuwaiya, Abinendra Chand, Sumeet Prasad, A Jacquier. 2015. SMS based flood monitoring and early warning system. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*. Vol. (10). No. (15).

- [6] M. Ripepe E., Marchetti D., Delle Donne R. Genco L., Innocenti G., Lacanna S. Valade. 2018. Infrasonic Early Warning System for Explosive Eruptions. *Journal of geophy. Solid earth*. Vol (123: 9570-9585).
- [7] Suresh, P dan Vijay, D dan Parthasarathy, V. 2014. State of the art review on the Internet of Things (IoT) History, Technology and fields of deployment. *International Conference on Science, Engineering and Management Research*.
- [8] Hidayatulloh, S. 2016. Internet of things Bandung smart city. *Jurnal Informatika*. Vol (1). No (1).
- [9] Sean et al. 2013. Towards the Implementation of IoT for Environmental Condition Monitoring in Homes. *IEEE Sensors Journal*. Vol (13). No (10).
- [10] Syawal, A.M. 2018. Perancangan sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah perkebunan berbasis internet of things menggunakan protocol aplikasi chatting telegram. *Jurnal fokus Elektroda*. Vol (3). No (3).
- [11] Xiao, J dan Chenying, Z dan Yu, Z. 2013. The Design of Wild Animals Monitoring System Based on 3G and Internet of Things. *Telkominka*. Vol (11). No (12).
- [12] Jianjun, Z dan Mingxing, L. 2013. Evaluation of Coal Mining Safety Management Information Sytem Based on the Internet of Things. *Telkomnika*. Vol (11). No (10).
- [13] Bahar, B dan Purwanto, A. 2015. Model Sistem Peringatan Dini Banjir di Kecamatan Satui Menggunakan Sensor Kapasitif Alumunium Foil. *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*. Vol (3). No (2).
- [14] Sulistiyowati, R et al. 2015. Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler dengan Media Komunikasi SMS Gate Way. *Jurnal Informatika*. Vol (5). No (2).
- [15] Muzaki, A et al. 2018. Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis IoT. *Conference on Innovation and Application of Science and Technology*. Malang, Maret 10.