

SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR BANDANG DI WILAYAH PENAMBANGAN PASIR VULKANIK MENGUNAKAN *INTERNET OF THINGS*

Vito Hafizh Cahaya Putra¹, Ghanim Kanugrahan², Ari Purno Wahyu³

¹Universitas Satu

*e-mail korespondensi: vito.putra@univ.satu.ac.id

²Universitas Satu

e-mail: ghanim.kanugrahan@univ.satu.ac.id

³Universitas Widyatama

e-mail: ari.purno@widyatama.ac.id

Abstrak

Banjir bandang menjadi ancaman serius yang mengintai bagi siapapun yang beraktivitas disungai, seperti aktivitas penambang pasir vulkanik yang kerap kali mendatangkan korban yaitu secara mendadak banjir bandang datang secara tiba-tiba dari dataran tinggi. Banyak penelitian untuk membuat sistem peringatan dini berbasis *Internet of Things* (IoT) yang telah dilakukan umumnya menggunakan *Water Flow Sensor* yang kurang tepat untuk banjir bandang, tidak menggunakan platform Thingspeak dan membutuhkan pembangkit tenaga listrik konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe sistem peringatan dini banjir bandang bagi penambang pasir vulkanik berbasis *Internet of Things* menggunakan alarm dan media sosial twitter, serta memanfaatkan sensor Ultrasonic, sensor IR (*Infrared*) *Line Tracking*, dan modul jaringan ESP8266 menggunakan protokol HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) untuk terhubung ke platform Thingspeak. Terdapat *Solar Cell* yang digunakan untuk mengisi daya berbagai perangkat menggunakan cahaya matahari. Setelah dilakukan pengujian pada sistem ini menggunakan *Black Box Testing* dengan hasil semua perangkat dapat bekerja dengan baik. Peringatan dini melalui alarm terbukti dapat memberikan peringatan secara cepat, dan informasi bencana dapat diakses melalui twitter, serta hasil pendeteksian sensor ditampilkan melalui grafik.

Kata Kunci: *Early Warning System, Internet of Things, Twitter, Ultrasonic, IR Line Tracking.*

Abstract

Flash floods are a serious threat lurking for anyone carrying out activities on rivers, such as the activities of volcanic sand miners, which often result in victims, namely sudden flash floods coming suddenly from the highlands. Much of the research to create an Internet of Things (IoT) based early warning system that has been carried out generally uses water flow sensors, which are not appropriate for flash floods, do not use the Thingspeak platform, and require conventional power generation. This research aims to create a prototype of a flash flood early warning system for volcanic sand miners based on the Internet of Things using alarms and Twitter social media and utilizing ultrasonic sensors, IR (infrared) line tracking sensors, and the ESP8266 network module using the HTTP (Hypertext Transfer Protocol) protocol to connect to the Thingspeak platform. There are solar cells that are used to charge various devices using sunlight. After testing this system using Black Box Testing, the results showed that all devices worked well. Early warning through alarms has been proven to provide quick warnings, disaster information can be accessed via Twitter, and sensor detection results are displayed via graphs.

Keywords: *Smart Farming System, Red Onion Plants, Soil Moisture, DHT11, Internet Of Things.*

1. Pendahuluan

Indonesia kaya dengan berbagai sumber daya alam dan dikelilingi gunung-gunung, sehingga terdapat mineral yang berlimpah berupa pasir vulkanik yang merupakan sumber penghasilan para penambang pasir. Namun tanpa disadari terdapat ancaman mengintai bagi penambang pasir vulkanik yang kerap kali mendatangkan korban yaitu secara mendadak banjir bandang datang secara tiba-tiba dari dataran tinggi. Permasalahan mengenai banjir bandang masih menjadi sebuah ancaman bagi masyarakat yang melakukan kegiatan penambangan pasir vulkanik. Banjir bandang yang datang secara tiba-tiba memiliki arus yang sangat kuat dapat menyeret, dan menewaskan masyarakat yang sedang melakukan aktivitas penambangan pasir vulkanik. Menurut Pusat Data, Informasi, dan Humas Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) (BNPB, 2017), serta berita dari koran online dari tahun 2020 - 2023 jumlah data korban jiwa yang diakibatkan oleh banjir bandang yang terdapat di Kecamatan Lumajang (BBC, 2023), dan Kecamatan Balapulang telah merenggut sebanyak 5 korban jiwa (Ariadi, 2022).

Pada era industri 4.0 saat ini, teknologi memainkan peran krusial di setiap sektor dengan dukungan berbagai teknologi yang menjadi pilar utama, termasuk *Robotic, Mobile Application, Big Data, Cloud Computing, hingga Internet of Things*. Berbagai teknologi tersebut telah diimplementasikan dalam berbagai bidang seperti kesehatan, pariwisata, lingkungan, dan lainnya, terutama dalam konteks penanggulangan bencana alam. Dalam menghadapi bencana alam, ada suatu sistem yang dikenal sebagai Sistem Peringatan Dini atau *Early Warning System*. Sistem Peringatan Dini merupakan serangkaian sistem komunikasi antara informasi dan sensor yang mendeteksi kejadian serta mengambil keputusan otomatis. Semua tahap tersebut bekerja sama untuk meramalkan gangguan yang dapat berdampak negatif terhadap stabilitas dunia secara fisik. Sistem ini memberikan waktu bagi entitas terkait untuk merespons dan mempersiapkan diri menghadapi kejadian buruk yang akan segera terjadi, dengan tujuan meminimalkan dampaknya. Ketika situasi kritis terjadi, peringatan dini umumnya disampaikan melalui berbagai cara seperti

sirine, kentongan, dan metode lainnya (Wiltshire, 2006).

Dibawah ini, terdapat berbagai penelitian yang telah dilakukan untuk mengembangkan sistem peringatan dini dalam mendeteksi banjir:

Penelitian ini (Tenda et al., 2021) bertujuan untuk mengembangkan sistem peringatan dini menggunakan IoT yang memanfaatkan mikrokontroler Raspberry Pi dan sensor Ultrasonic untuk mengukur tinggi permukaan air yang diintegrasikan dengan Tweepy. Peringatan dini dikirimkan melalui sosial media Twitter. Hasil pendeteksian sensor Ultrasonic memiliki rata-rata tingkat error 0.47 %. Membuat sistem monitoring dan memantau kondisi lereng gunung yang rentan mengakibatkan bencana pangan seperti banjir, tanah longsor, dan lainnya. Sensor yang digunakan yaitu *Rain Gauge Sensor* untuk mengukur curah hujan, dan *Water Flow Sensor* untuk mengukur kecepatan debit air, serta menggunakan berbagai perangkat seperti Heltec LoRa 32 v2, dan GSM SIM900 untuk mengirimkan pesan SMS (*Short Message Service*) melalui jaringan seluler. Sistem ini mengirimkan peringatan dini melalui SMS dan aplikasi android. Sistem peringatan dini banjir melalui alarm dan SMS, menggunakan berbagai perangkat yaitu sensor ultrasonic, mikrokontroler Arduino, modul GSM SIM800L, Buzzer, dan lampu LED. Sensor ultrasonic digunakan untuk mengukur ketinggian air, apabila ketinggian air melebihi batas aman maka sistem akan mengirimkan peringatan SMS ke pengguna menggunakan modul GSM SIM800L melalui jaringan seluler (Suradi et al., 2019), dan penelitian berbagai penelitian lainnya (Edwin & Kristiadjie, 2016; Sung et al., 2022)

Walaupun pada penelitian tersebut telah menggunakan sistem peringatan dini berbasis *Internet of Things*, namun umumnya menggunakan *Water Flow Sensor* yang kurang tepat untuk kondisi banjir bandang karena terdapat benda padat pada air seperti lumpur, kayu, dan objek lainnya. Lalu tidak menggunakan platform Thingspeak untuk menyimpan data hasil monitoring dan melakukan visualisasi, serta membutuhkan pembangkit tenaga listrik konvensional,

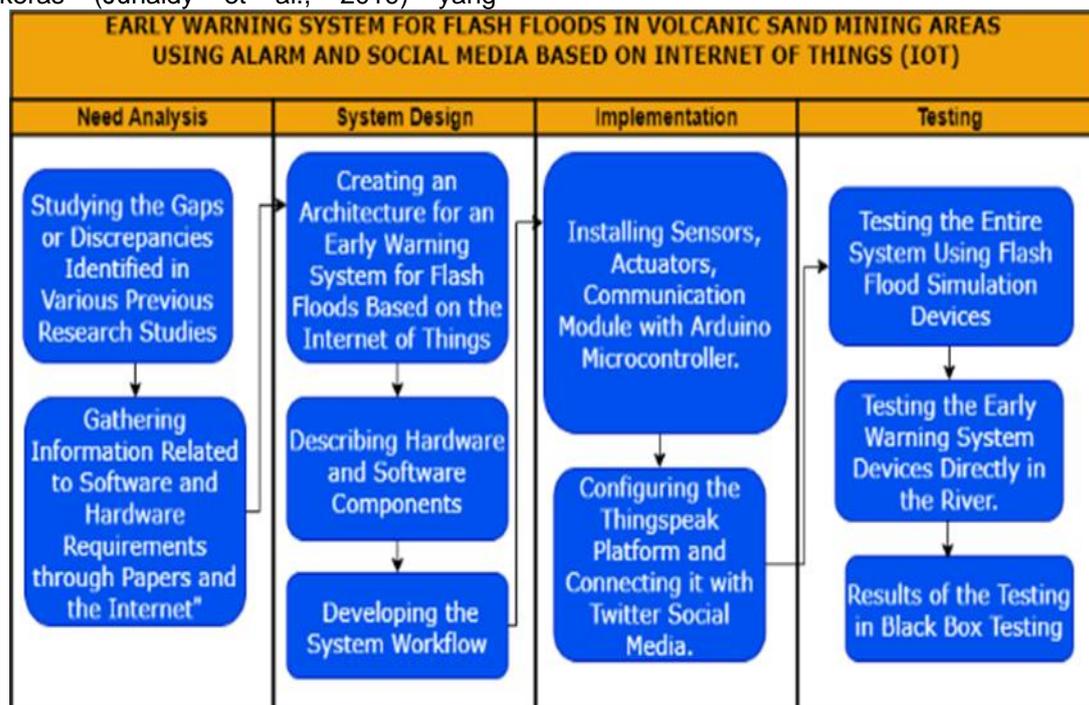
yang mana kondisi tempat penambang pasir vulkanik ini berada digunung tidak memiliki akses listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara).

Berdasarkan berbagai gap atau celah penelitian yang penulis dapatkan dari berbagai penelitian sebelumnya maka penulis ingin mengembangkan sistem peringatan dini banjir bandang yang memanfaatkan alarm (Ashidiqi, 2010) berupa aktuator lampu LED dan suara buzzer (Hernowo et al., 2018; Zainuddin et al., 2019), untuk memberikan peringatan bagi penambang pasir vulkanik dilokasi sungai, serta sosial media menggunakan website twitter untuk membagikan informasi terkait banjir bandang kepada masyarakat dengan cepat. Dikarenakan lokasi penambang pasir vulkanik ini berada disungai yang tidak terjangkau oleh akses listrik PLN, maka untuk pemberian daya untuk seluruh perangkat keras (Junaldy et al., 2019) yang

digunakan seperti mikrokontroler, sensor, aktuator, modul jaringan, dan lainnya menggunakan Solar Cell beserta beberapa perangkat pendukung seperti Solar Charger Control dan Accumulator.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, memiliki fokus untuk membuat sistem peringatan dini banjir bandang menggunakan teknologi *Internet of Things* yang melakukan monitoring pada dua parameter yaitu ketinggian dan kecepatan air sungai. Sensor Ultrasonic digunakan untuk mendeteksi ketinggian air, sensor ini memiliki pendeteksian (Eveline et al., 2018) dengan jarak maksimum 1mm – 8mm dengan tegangan operasi 5V . Dalam mendeteksi kecepatan air (mybotic, 2013) sensor IR (*Infrared*) *Line Tracking* dengan deteksi jarak 5mm – 50 mm dengan tegangan operasi 5V/3.3V. Tahapan penelitian yang dilakukan seperti pada gambar 1 mengenai Diagram Tahapan Penelitian.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Kebutuhan Perangkat Keras dan Lunak

Tabel 1. Kebutuhan Perangkat Keras dan Lunak

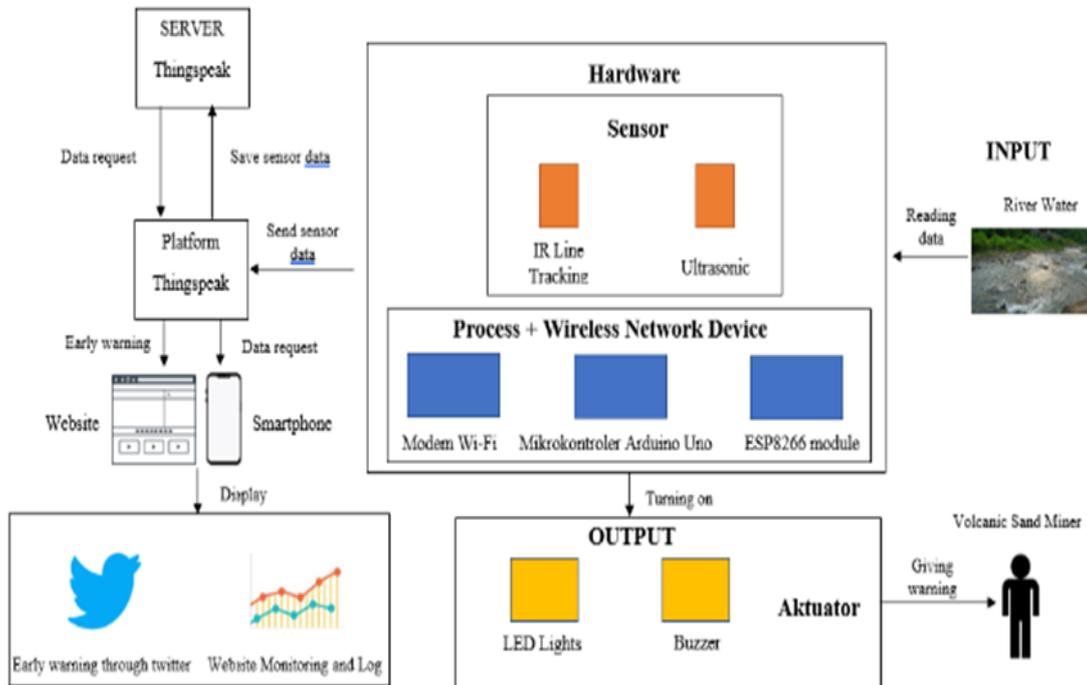
No.	Nama Perangkat Keras	Nama Perangkat Lunak
1	Arduino Uno R3	Arduino IDE 1.8.5
2	Sensor Ultrasonic	Platform Thingspeak Open source
3	Sensor IR Line Tracking	Twitter
4	Modul ESP8266	

5	Modul RTC DS3231	
6	Solar Cell	
7	Solar Charger Control	
8	Buzzer dan Lampu LED	
9	Akumulator	
10	Akrilik	
11	Alat simulasi banjir bandang	

Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Kebutuhan perangkat keras dan lunak pada tabel tersebut didapatkan berdasarkan hasil studi literatur berbagai paper yang berkaitan dengan sistem peringatan dini dan *monitoring* banjir, serta

informasi lainnya dari internet untuk melihat fungsi lebih detail dari masing-masing sensor, aktuator, dan berbagai perangkat keras lainnya yang digunakan.



Gambar 2. Arsitektur Sistem

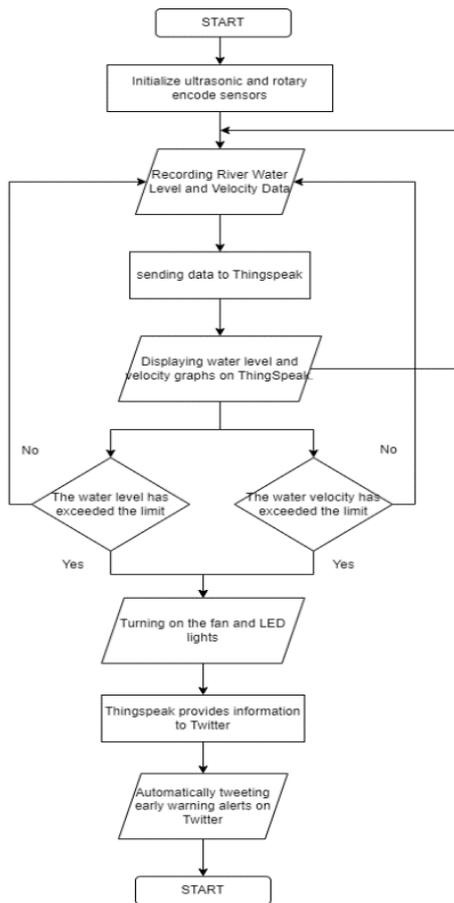
Arsitektur Sistem

Terdapat arsitektur sistem yang menggambarkan struktur dan keterhubungan keseluruhan sistem (geeksforgeeks., 2022), dari keterhubungan sensor, aktuator, modul komunikasi, dengan mikrokontroler arduino hingga pengiriman data ke platform thingspeak untuk menampilkan data dan mengirimkan peringatan dini melalui sosial media.

Alur Kerja Sistem

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai alur kerja sistem dalam bentuk flowchart yang terdapat pada penelitian ini. Penyampaian alur kerja sistem (Amira K, 2023) diperlukan untuk memberikan gambaran dari sistem dinyalakan hingga berhasil mengirimkan peringatan dini melalui alarm dan sosial media.

Dari alur kerja sistem tersebut, dapat dijelaskan bahwa ketika sistem dimulai akan melakukan inisialisasi untuk sensor Ultrasonic dan sensor IR Line Tracking. Setelah itu sensor Ultrasonic akan merekam ketinggian air dan sensor IR Line Tracking akan merekam kecepatan air berdasarkan kecepatan kincir yang dilewati air tersebut. Data hasil rekaman yang didapatkan kedua sensor tersebut, yaitu ketinggian air dan kecepatan air akan dikirimkan pada platform thingspeak untuk ditampilkan dalam bentuk grafik. Seandainya diantara ketinggian atau kecepatan air terdapat adanya yang melebihi batas, maka akan dinyalakan sirine dan lampu LED serta thingspeak mengirimkan informasi pada twitter untuk dilakukan tweet otomatis peringatan dini pada sosial media twitter tersebut.



Gambar 3. Rangkaian Skematik Perancangan *Hardware*.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan dilakukan implementasi dan pengujian sistem berdasarkan arsitektur sistem dan alur kerja sistem yang telah dibahas ditahap *research method*. Dibagian implementasi seluruh perangkat keras yang digunakan sudah dipasangkan, seperti sensor Ultrasonic dan IR *Line Tracking*, serta aktuator lampu LED dan Buzzer dengan mikrokontroler Arduino. Digunakannya modul ESP8266 yang dapat terhubung dengan jaringan Wi-Fi, untuk mengirimkan data ke platform Thingspeak melalui protokol HTTP. Peringatan Dini dikirimkan melalui alarm dan sosial media Twitter, dipilihnya media sosial Twitter karena twitter sebagai platform social media dengan jumlah pengguna yang banyak mencapai 368 juta. *Testing* dilakukan untuk memastikan keseluruhan fungsi pada sistem dapat berjalan dengan baik. Sistem ini dapat dijalankan secara otomatis tanpa perlu interaksi manusia dengan sistem karena telah berbasis *Internet of Things*.

3.1 Pemasangan Sensor, dan Aktuator

Dalam pemasangan sensor dan aktuator dengan mikrokontroler Arduino Uno menggunakan kotak plastik hitam agar papan elektronik dari masing-masing perangkat tersebut dapat terlindungi dari objek luar, misalkan air. Berikut ini merupakan gambar dari rangkaian pemasangan sensor Ultrasonic, IR *Line Tracking*, aktuator lampu LED dan Buzzer dengan mikrokontroler Arduino Uno sebagai berikut ini.

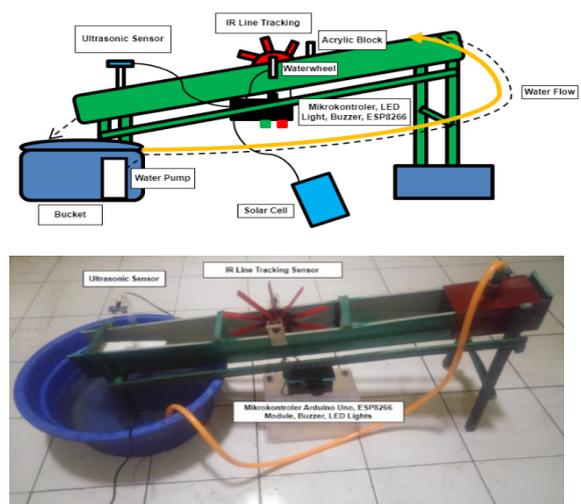


Gambar 4. Pemasangan Sensor, dan Aktuator.

Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

3.2 Pemasangan Keseluruhan Perangkat

Berikut ini terdapat gambar skema dan fisik dari perangkat keseluruhan yang dipasangkan dengan perangkat simulasi banjir bandang untuk digunakan dalam pengujian sebagai berikut ini.



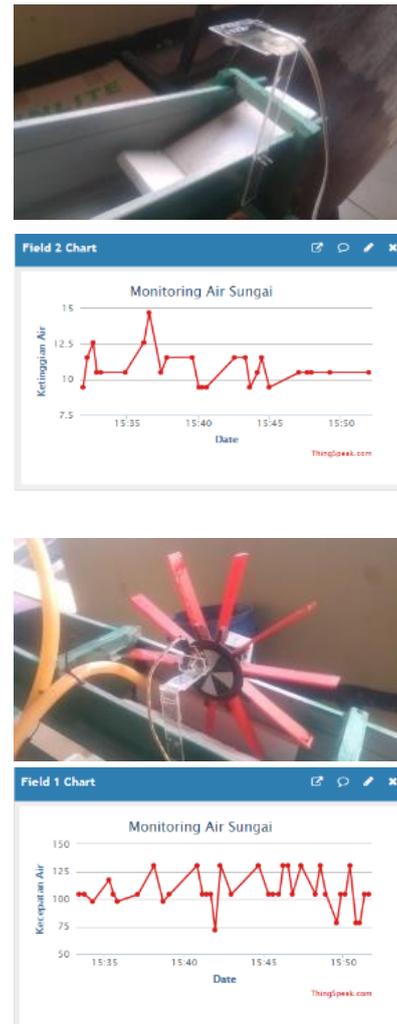
Gambar 5. Pemasangan Keseluruhan Perangkat.

Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Perangkat simulasi yang dibangun menggunakan talang untuk menampung dan mengalirkan air. Air ditahan menggunakan sekat akrilik, sehingga dapat mengalirkan air yang deras sebagai simulasi banjir bandang. Air yang mengalir akan memutar kincir dengan dideteksi oleh sensor IR Line Tracking, untuk setiap putaran kincirnya dengan perantara warna putih dan yang ditempelkan pada bagian tengah kincir. Sensor Ultrasonic dapat mendeteksi ketinggian air melalui perantara gabus yang diletakkan dibagian bawah sensor, sehingga apabila ada air yang mengalir melalui gabus, maka akan mempengaruhi pendeteksian sensor Ultrasonic. Data hasil pendeteksian sensor IR Line Tracking dan Ultrasonic akan diproses melalui konversi pada mikrokontroler arduino untuk menghasilkan nilai RPM (*Revolution Per Minute*) untuk kecepatan (*Speed*) air dan jarak (*Distance*) untuk ketinggian air.

3.3 Pendeteksian Ketinggian dan Kecepatan Air

Hasil pendeteksian sensor Ultrasonic dan IR (*Infrared*) Line Tracking yang telah selesai diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno dikirimkan ke platform thingspeak melalui modul ESP8266 menggunakan jaringan Wi-Fi (*Wireless Fidelity*). Protokol yang digunakan yaitu HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) dengan metode HTTP *request* dan *response*. Request melalui kode *Write API (Application Protocol Interface)* untuk mengirimkan data ke server platform thingspeak, serta *response* berupa status kode seperti 200 memiliki arti berhasil (*successfully*) dan 400 memiliki arti gagal (*bad request*). Data yang telah berhasil disimpan di platform Thingspeak, dapat ditampilkan dalam bentuk grafik *monitoring*. Nilai pada grafik monitoring tersebut akan berubah secara otomatis sesuai dengan hasil pendeteksian terakhir yang telah tersimpan. Berikut ini untuk tampilan sensor Ultrasonic dan IR Line Tracking, beserta grafik pada saat pendeteksian berlangsung :



Gambar 6. Pendeteksian Beserta Grafik Sensor IR Line Tracking dan Ultrasonic.

Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Nilai hasil deteksi sensor Ultrasonic dan IR (*Infrared*) Line Tracking yang diterima oleh mikrokontroler Arduino Uno, perlu diproses lebih lanjut dengan dilakukan kalkulasi atau perhitungan untuk mendapatkan nilai *Distance* untuk ketinggian air dan RPM (*Revolutions Per Minute*) untuk kecepatan air. Berikut ini potongan kode program yang digunakan dalam melakukan kalkulasi:

3.3.1 Pendeteksian Ketinggian dan Kecepatan Air

Nilai *Distance* didapatkan menggunakan library <NewPing.h> menggunakan kelas sonar:

```
NewPing
sonar(Trigger_Pin,
Echo_Pin,
Max_Distance);
```

```

cm = sonar.ping_cm();           (1)
cm = map(cm, 25, 0, 0, 25);
distance = (cm/100)*105;

```

3.3.2 Kode Program Sensor IR (Infrared) Line Tracking

Dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai RPM, setelah nilai RPM didapatkan maka dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan kecepatan dalam *milisecond* :

```

rpm= (60 * 1000 /
pulsesperturn )/ (millis() -
timeold)* pulses;           (2)

```

```

spdms=
(((22/7)*(D/100)*((float)rpm/(6
0/60))))*3.6)*9.3;

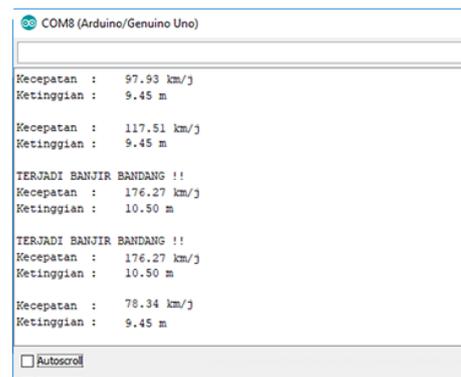
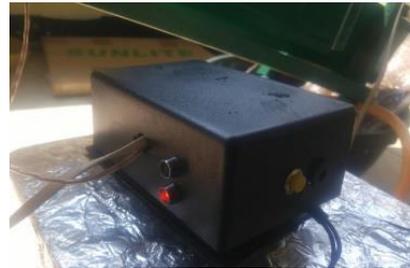
```

3.4 Pendeteksian Ketinggian dan Kecepatan Air

Pada sistem ini peringatan dini akan menggunakan alarm untuk memberikan informasi peringatan disungai dan sosial media twitter untuk memberikan informasi kepada masyarakat bahwa sungai tersebut telah terjadi banjir bandang. Kedua peringatan dini tersebut, akan diaktifkan dalam waktu yang bersamaan. Berikut ini untuk penjelasan lebih lanjut mengenai kedua peringatan dini tersebut:

3.4.1 Menyalakan Alarm

Apabila terdeteksi oleh sensor terdapat kecepatan dan ketinggian air yang melebihi batas, yaitu kecepatan 160 km/jam kalibrasi menjadi 160.00 dan ketinggian 12 meter kalibrasi menjadi 12.00, maka akan langsung menyalakan dua aktuator sebagai alarm, yaitu suara dan lampu LED (*Light Emitting Diode*). Berikut ini terdapat gambar pendeteksian oleh sensor pada saat mendeteksi adanya kecepatan dan ketinggian air yang melebihi batas aman dalam tampilan serial monitor, serta aktuator alarm suara dan lampu LED dalam kondisi nyala:



Gambar 7. Serial Monitor Pendeteksian Sensor (a) dan Menyalakan Alarm Suara dan Lampu LED (b). Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

3.4.2 Mengirimkan Peringatan Dini Melalui Twitter

Pada saat dinyalakannya alarm berupa suara buzzer dan lampu LED yang dikarenakan adanya ketinggian air yang melebihi batas, yaitu, maka platform thingspeak akan langsung mengirimkan informasi pada sosial media twitter untuk melakukan tweet peringatan secara otomatis. Adapun gambar dari tampilan peringatan dini sebagai berikut:



Gambar 8. Pendeteksian Beserta Grafik Sensor IR *Line Tracking*. Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

3.5 Pendeteksian Ketinggian dan Kecepatan Air

Daya yang digunakan untuk sistem ini menggunakan energi yang berasal dari matahari melalui perangkat *Solar Cell*. *Solar Cell* atau Sel surya adalah perangkat semikonduktor yang menggunakan sinar

matahari untuk menghasilkan listrik. Dibutuhkan perangkat lain untuk menggunakan *Solar Cell*, yaitu *Accumulator* untuk menyimpan daya, dan *Solar Charger Controller* untuk melakukan alokasi daya. Berikut ini terdapat gambar perangkat *Solar Cell*, *Accumulator*, dan *Solar Charger Controller*, serta tabel pengujian *Solar Cell* dalam pengisian daya eksternal untuk mikrokontroler arduino dan perangkat lainnya dalam waktu 4 hari:



Gambar 9. *Solar Cell*, *Solar Charger Control*, dan *Accumulator*.
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Tabel 2. Pengujian Daya.

Jumlah Hari	Waktu Pengisian Daya Melalui <i>Solar Cell</i>	Waktu Pengisian Daya Melalui aki (accumulator)	Total Keseluruhan Dalam Pengisian Daya	Kondisi Perangkat
4 hari	07.30 – 16.00	16.00 – 07.30	24 jam	Menyala Dengan Baik

3.6 Pengujian Sistem Secara Langsung Pada Sungai

Pengujian dilakukan untuk mencoba secara langsung penggunaan sensor Ultrasonic dan IR (*Infrared*) *Line Tracking*, beserta perangkat lainnya pada air sungai yang berlokasi di Teras Cikapundung Bandung, dengan gambar sebagai berikut:



Gambar 11. Sensor Ultrasonic (a), Sensor *IR Line Tracking* (b), dan Keseluruhan Perangkat (c). Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

3.7 Pengujian *Black Box Testing*

Pengujian dilakukan menggunakan *Black Box Testing*, untuk memastikan seluruh fungsi dapat bekerja dengan baik:

Tabel 3. *Black Box Testing*

No.	Hal yang akan diuji	Skenario yang dilakukan	Hasil yang diharapkan	Hasil dari pengujian
1	Sensor ultrasonic dengan alarm buzzer dan lampu LED.	Menaikkan ketinggian air hingga melebihi batas.	Arduino uno r3 memberikan aksi untuk menyala kan buzzer dan lampu LED.	Berhasil
		Tidak menaikkan ketinggian hingga melebihi batas.	Arduino uno r3 tidak memberikan aksi untuk menyala kan buzzer dan lampu LED.	Berhasil

2	Sensor rotary encode Im393 dengan alarm buzzer dan lampu LED.	Membuka sekat untuk meningkatkan kecepatan air hingga melebihi batas.	Arduino uno r3 memberikan aksi untuk menyala kan buzzer dan lampu LED.	Berhasil
		Tidak membuka sekat untuk meningkatkan kecepatan air hingga tidak melebihi batas.	Arduino uno r3 tidak memberikan aksi untuk menyala kan buzzer dan lampu LED.	Berhasil
3	Sensor ultrasonic dengan platform thingspeak.	Mengarahkan sensor ultrasonic pada benda padat dipermukaan air.	Menampilkan ketinggian air pada grafik platform thingspeak.	Berhasil
		Tidak mengarahkan sensor ultrasonic pada benda padat dipermukaan air.	Tidak Menampilkan ketinggian air pada grafik platform thingspeak.	Berhasil
4	Sensor rotary encode Im393 dengan platform thingspeak.	Meletakkan kincir pada air yang akan berputar melewati sensor rotary encode Im393.	Menampilkan kecepatan air pada grafik platform thingspeak.	Berhasil
5	Sensor ultrasonic dan platform thingspeak dengan twitter.	Menaikkan ketinggian air hingga melebihi batas.	Membuat tweet peringatan secara otomatis pada sosial media twitter.	Berhasil
		Tidak menaikkan ketinggian air hingga melebihi batas.	Tidak Membuat tweet peringatan secara otomatis pada	Berhasil

			social media twitter.	
6	Sensor rotary encode Im393 dan platform thingspeak dengan twitter.	Membuka sekat untuk meningkatkan kecepatan air hingga melebihi batas.	Membuat tweet peringatan secara otomatis pada sosial media twitter.	Berhasil
		Tidak membuka sekat untuk meningkatkan kecepatan air hingga tidak melebihi batas.	Tidak Membuat tweet peringatan secara otomatis pada sosial media twitter.	Berhasil
7	Solar Cell dan Accu (Akumulator).	Memberikan daya pada mikrokontroler, sensor, lampu LED, dan buzzer dalam waktu 4 hari.	Dapat memberikan daya pada mikrokontroler dan komponen lainnya dengan baik.	Berhasil
8	Sensor Ultrasonic pada Air Sungai.	Meletakkan sensor ultrasonic pada bagian atas pipa paralon, yang penempatan pipa paralon berada ditepi sungai.	Dapat menampilkan nilai untuk ketinggian air sungai pada serial monitor dan grafik thingspeak.	Berhasil
9	Sensor Rotary Encoder LM393 pada Air Sungai.	Meletakkan sensor rotary encoder Im393 dan kincir ditepi sungai.	Dapat menampilkan nilai untuk ketinggian air sungai pada serial monitor dan grafik	Berhasil

			thingspe ak.	
--	--	--	-----------------	--

Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian, maka didapatkan kesimpulan bahwa sistem ini dapat melakukan pendeteksian ketinggian dan kecepatan air sungai melalui sensor Ultrasonic dan IR *Line Tracking* dengan baik yang ditampilkan dalam bentuk grafik *monitoring*, serta peringatan dini berhasil dikirimkan melalui sosial media twitter berupa tweet dan menyalakan alarm pada saat dilakukan simulasi banjir bandang pada perangkat tersebut. Selain simulasi, dilakukan juga pengujian secara langsung pada sensor-sensor beserta perangkat pendukung lainnya di tepi sungai Teras Cikapundung Kota Bandung dengan hasil dapat melakukan pendeteksian dengan baik. Dalam satu waktu, dilakukan pengujian *Black Box Testing* pada saat dilaksanakannya pengujian simulasi dan penerapan di sungai secara langsung, untuk melihat skenario apakah yang telah berhasil dan belum berhasil. Hasil dari *Black Box Testing* menunjukkan seluruh skenario telah berhasil dilaksanakan yang memiliki arti seluruh fungsi dari sistem ini dapat bekerja dengan baik.

Referensi

- Ariadi, D. (2022). *Truk Pasir Terseret Banjir di Sungai Gung Danawarih Tegal, 2 Korban Meninggal*. Ayotegal. <https://www.ayotegal.com/tegal-2-korban-meninggal>
- Ashidiqi, A. F. (2010). *Aplikasi Desktop Alarm Notification Menggunakan Bahasa Java*.
- BBC. (2023). *Banjir lahar dingin Semeru: Lumajang "tanggap darurat", tiga orang meninggal dan lebih 1.000 orang mengungsi*. <https://www.bbc.com/indonesia/articles/ckrj28ez3rdo>
- BNPB. (2017). *Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI)*. <https://dibi.bnpb.go.id>
- Edwin, E., & Kristiadjie, H. (2016). *Alat Pemantau Pengendali dan Penyampaian Informasi Status Operasi Mesin Secara Otomatis*. *T E S L A*, 18.
- Eveline, E., Sudjadi, S., & Darjat, D. (2018). *Rancang Bangun Prototipe Pengatur Kelembapan Tanah Otomatis Pada Taman Berbasis Mikrokontroler* Eveline. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro (TRANSIENT)*, 7(2).
- geeksforgeeks. (2022). *Difference between System Architecture and Software Architecture*. <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-system-architecture-and-software-architecture/>.
- Hernowo, A., Prayogo, S. S., & Setiyono, S. (2018). *Prototipe Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis PLC Omron Dan Arduino Uno Sebagai SMS Gateway*. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 23(2).
- Junaldy, M., Sompie, S. R. U. A., & Patras, L. S. (2019). *Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno*. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 8(1).
- mybotic. (2013). *How to Use TCRT5000 IR Sensor Module With Arduino UNO*. <https://www.instructables.com/How-to-Use-TCRT5000-IR-Sensor-Module-With-Arduino-/>.
- Sung, W.-T., Devi, I. V. D., & Hsiao, S.-J. (2022). *Early warning of impending flash food based on AIoT*. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*.
- Suradi, S., Hanafie, A., & Leko, S. (2019). *Rancang Bangun Sistem Alam Pendeteksi Banjir Berbasis Arduino Uno*. *ILTEK*, 14.
- Tenda, E. P., Lengkong, A. V., & Pinontoan, K. F. (2021). *Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT dan Twitter*. *Cogito Smart Journal*, 7.
- Wiltshire, A. (2006). *Developing Early Warning Systems*. *Proceedings of the 3rd International Conference on Early Warning EWC III*.
- Zainuddin, Z., Arda, A. L., & Nusri, A. Z. (2019). *Sistem Peringatan Dini Banjir*. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 9, 167–173.