



## Pemantauan Laju Arus Air Anak Sungai Kapuas di Tayan Hilir Berbasis IoT dan Nirkabel

Muhammad Iqbal Hermayandi<sup>1\*</sup>, Redi Ratiandi Yacoub<sup>2</sup>, Jannus Marpaung<sup>3</sup>

<sup>1\*,2,3</sup>Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

<sup>1</sup>[mihermayandi@gmail.com](mailto:mihermayandi@gmail.com), <sup>2</sup>[rediyacoub@ee.untan.ac.id](mailto:rediyacoub@ee.untan.ac.id), <sup>3</sup>[jannus.marpaung@ee.untan.ac.id](mailto:jannus.marpaung@ee.untan.ac.id)

\*) [mihermayandi@gmail.com](mailto:mihermayandi@gmail.com)

**Abstrak**—Banjir adalah bencana alam yang sering kali disebabkan oleh kombinasi faktor-faktor seperti curah hujan yang tinggi, saluran air yang tersumbat, hulu sungai yang meluap, dan berbagai aspek geografis dan lingkungan lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring laju arus air sehingga memberikan informasi yang akurat kepada masyarakat tentang potensi datangnya banjir. Metode ini berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) dan teknologi komunikasi nirkabel jarak jauh *Long Range* (LoRa) dimana memberikan informasi mengenai laju arus air yang dapat diakses secara *real-time*. Berdasarkan penelitian waterflow sensor memiliki batas maksimum dan minimum. Diameter pipa pada waterflow sensor sangat mempengaruhi hasil pengukuran. Pengujian sistem transduser pada air kolam menggunakan waterflow sensor dapat mengukur laju arus air. Perbedaan ketelitian dan dampak ketidakstabilan jaringan internet yang menyebabkan pengiriman data dari perangkat *receiver* ke Blynk mengalami sedikit *delay* karena pada Blynk memberikan notifikasi secara *continue*, notifikasi bisa secara *by request* dan otomatis memberikan notifikasi ketika laju arus air 0,3m/s. Mekanisme informasi terkait monitoring arus air pada sungai diintegrasikan melalui Telegram.

**Kata Kunci:** Blynk; *Internet of Things*; *Long Range*; Sensor arus air; Sistem Monitoring

**Abstract**—Floods are natural disasters often caused by a combination of factors such as high rainfall, clogged waterways, overflowing upstream rivers, and various other geographical and environmental aspects. This research aims to develop a water flow monitoring system to provide accurate information to the public about potential flood occurrences. This method is based on *Internet of Things* (IoT) technology and long-range wireless communication technology (LoRa), which provides real-time access to water flow rate information. Based on the research, the water flow sensor has maximum and minimum limits. The pipe diameter of the water flow sensor significantly affects measurement results. Testing the transducer system in a pond using a water flow sensor can measure the water flow rate. Differences in accuracy and the impact of internet network instability cause data transmission delays from the receiver device to Blynk, as Blynk continuously provides notifications. Notifications can be sent by request or automatically triggered when the water flow rate reaches 0.3 m/s. The water flow monitoring information system is integrated through Telegram.

**Keywords:** Blynk; *Internet of Things*; *Long Range*; Waterflow sensor; Monitoring System

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah daerah yang rentan terhadap berbagai bencana, termasuk bencana alam. Dari tahun ke tahun, bencana alam menunjukkan peningkatan, termasuk banjir yang terus terjadi setiap tahun di berbagai wilayah di Indonesia. Salah satu wilayah yang sering mengalami dampak dari bencana banjir adalah kawasan sekitar Sungai Kapuas di Kalimantan Barat, termasuk daerah Tayan Hilir.

Banjir adalah suatu bencana yang mengganggu kehidupan manusia, ditandai dengan adanya genangan air dalam berbagai skala yang disebabkan oleh faktor alam maupun aktivitas manusia [1]. Anak Sungai Kapuas di Tayan Hilir merupakan salah satu aliran sungai yang berkontribusi terhadap banjir di daerah tersebut. Kondisi topografi serta pengaruh hidrologi dari Sungai Kapuas membuat daerah ini sering mengalami kenaikan permukaan air secara mendadak.

Dampak dari banjir sangat luas dan dapat menyebabkan berbagai kerugian. Secara material, banjir dapat merusak rumah, jalan, jembatan, serta infrastruktur lainnya yang berada di sekitar aliran sungai. Selain itu, banjir dapat mengganggu aktivitas ekonomi, menghambat transportasi, serta menyebabkan kerusakan pada lahan pertanian yang berdampak pada ketahanan pangan masyarakat. Dari segi kesehatan, banjir dapat menyebabkan penyebaran penyakit seperti diare, *leptospirosis*, infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), dan berbagai penyakit yang ditularkan melalui air yang tercemar. Selain itu, banjir juga dapat menciptakan kondisi kelangkaan air bersih, yang semakin memperburuk kondisi kesehatan masyarakat terdampak [2].



Banjir disebabkan oleh beberapa faktor utama yang dikategorikan menjadi faktor alami dan faktor aktivitas manusia [3]. Faktor alami meliputi curah hujan yang tinggi, topografi wilayah, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase, serta pengaruh air pasang dari laut. Sementara itu, faktor yang disebabkan oleh aktivitas manusia mencakup deforestasi di daerah hulu sungai, pembangunan pemukiman di sekitar bantaran sungai, buruknya sistem drainase, serta perencanaan tata ruang yang kurang tepat.

Seiring dengan perkembangan teknologi, pemantauan aliran air kini dapat dilakukan secara lebih efektif dengan menggunakan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) dan teknologi nirkabel. Penggunaan sensor berbasis *Internet of Things* memungkinkan pengukuran yang lebih akurat terhadap parameter air seperti laju arus, ketinggian air, serta debit air yang mengalir.

Beberapa penelitian terkait yang serupa telah digunakan sebagai bahan pendukung dalam penelitian ini. Pada sebuah penelitian menghasilkan sistem deteksi banjir berbasis IoT yang mampu memantau ketinggian air secara *real-time* dan memberikan notifikasi peringatan dini melalui aplikasi *smartphone* [4]. Penelitian lainnya menghasilkan sistem pengukuran debit air berbasis IoT menggunakan sensor waterflow yang dikontrol oleh NodeMCU dan ditampilkan pada aplikasi Android. Sistem ini bertujuan untuk memudahkan pengguna, terutama di perumahan, dalam memantau konsumsi air secara *real-time* dan jarak jauh [5]. Penelitian lainnya menghasilkan prototipe sistem peringatan dini banjir berbasis Arduino Uno yang dapat memberikan notifikasi melalui SMS. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air dan sensor kelembaban untuk memastikan bahwa objek yang terdeteksi adalah air, bukan benda lain [6].

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengembangkan sebuah sistem pemantauan laju arus air pada Anak Sungai Kapuas di Tayan Hilir dengan teknologi berbasis *Internet of Things* dan nirkabel menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang dikombinasikan dengan sensor waterflow. Sistem ini memungkinkan perhitungan laju arus air yang keluar, dengan hasil yang ditampilkan dalam aplikasi atau website yang telah disediakan, sehingga diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih cepat dan akurat serta membantu dalam upaya pengurangan risiko bencana banjir di wilayah tersebut

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan Penelitian

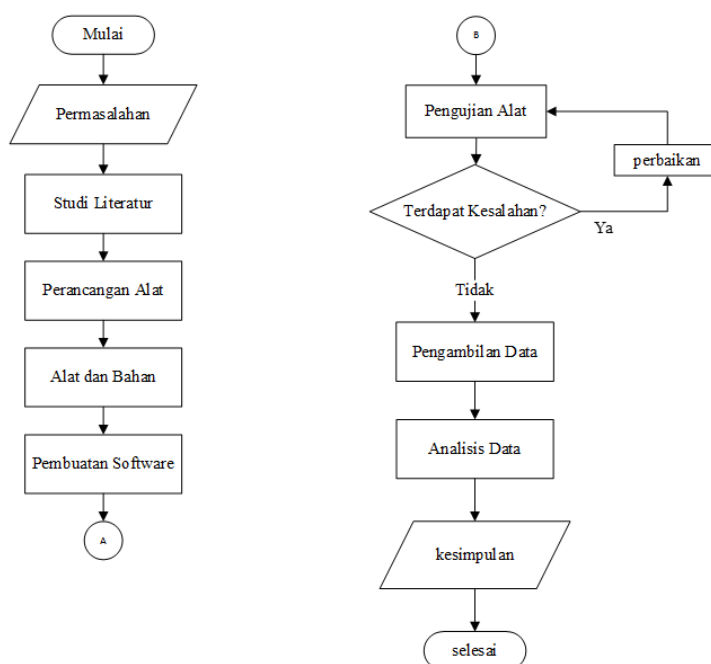
Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat dan bahan sebagai penunjang penelitian diantaranya yaitu sebagai berikut:

- a. Sensor Waterflow  
Sensor waterflow merupakan perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur debit aliran air [7]. Sensor waterflow terdiri dari katup plastik, rotor air dan sensor Hall. Ketika air mengalir melalui rotor, kecepatan rotor berubah, sehingga kecepatan rotor sesuai dengan kecepatan air yang melewati rotor [8]. Sensor waterflow bekerja dengan cara mendeteksi gerakan atau perubahan tekanan yang terjadi ketika cairan mengalir melalui sensor tersebut [9].
- b. NodeMCU ESP8266  
NodeMCU ESP8266 merupakan modul mikrokontroler yang didesain dengan ESP8266 di dalamnya. ESP8266 berfungsi untuk konektivitas jaringan wifi antara mikrokontroler itu sendiri dengan jaringan wifi [10]. NodeMCU ESP8266 memiliki 17 Pin GPIO yang dapat diintegrasikan dengan komponen elektronika lainnya. Bekerja pada tegangan 3.3V – 5V, dengan konsumsi daya 10uA~170mA. Kecepatan prosesor berkisar 80~160MHZ dan memiliki RAM sebesar 32KB+80KB serta flash memory hingga 16 MB [11].
- c. Modul Lora SX1278  
LoRa merupakan singkatan dari *long range* yang berarti jarak jauh. Perangkat LoRa berkomunikasi secara nirkabel dengan memanfaatkan frekuensi sebagai media perantara untuk mengirimkan data. Perangkat LoRa menjadi salah satu perangkat *transceiver* yang unggul dalam jarak jangkauan yang luas, konsumsi daya yang rendah, serta tahan terhadap intervensi [12].  
Teknologi LoRa dapat dengan mudah diintegrasikan dengan jaringan yang ada dan dapat diaplikasikan untuk *Internet of Things* (IoT) berbiaya rendah yang dioperasikan dengan baterai. LoRa dapat diterapkan untuk berbagai bidang seperti pertanian, smarthome, industri, transportasi, hingga bidang kesehatan [13].
- d. Antena  
Antena adalah sebuah komponen yang dirancang untuk bisa memancarkan dan atau menerima gelombang elektromagnetik [14]. Selain itu, antena juga dapat diartikan suatu alat yang dapat merubah besaran listrik

- dari saluran transmisi menjadi suatu gelombang elektromagnetik untuk diradiasikan ke udara bebas. Sebaliknya antenna juga dapat menangkap gelombang elektromagnetik dari udara bebas untuk kemudian dijadikan besaran listrik kembali melalui saluran transmisi [15].
- e. LCD (Liquid Crystal Display)  
LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit* [16].  
Cara kerja LCD yaitu apabila elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen, lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan, sehingga informasi yang didapat alah dalam bentuk tulisan [17].
  - f. Arduino IDE  
Arduino IDE adalah *software* yang digunakan untuk membuat *sketch* pemrograman atau dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada *board* yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-*upload* ke *board* yang ditentukan, dan meng-*coding* program tertentu [18].
  - g. Osiloskop  
Osiloskop adalah salah satu alat ukur besaran listrik yang dapat memproyeksikan atau menampilkan bentuk tegangan listrik terhadap perubahan waktu. Secara umum, osiloskop dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu osiloskop analog dan osiloskop digital [19].
  - h. Bola Pingpong  
Dalam penelitian ini bola pingpong digunakan untuk mencari patokan nilai sebelum dilakukan pengukuran menggunakan sensor.
  - i. Busur Derajat  
Dalam penelitian ini busur digunakan untuk mengukur buka katub keran air untuk memproleh hasil dari penelitian.

## 2.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir yang menggambarkan setiap tahap yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

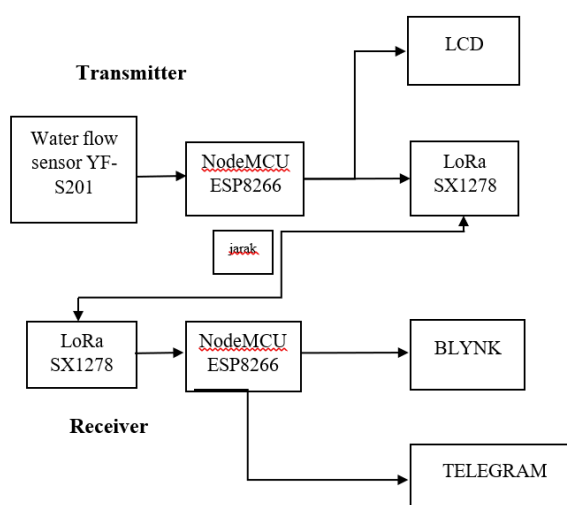


**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah banjir di Kalimantan Barat, diikuti studi literatur sebagai dasar teori. Setelah itu, dilakukan perancangan dan perakitan perangkat keras yang menghubungkan komponen-komponen sistem. Selanjutnya, perangkat lunak dikembangkan agar alat dapat berfungsi sesuai kebutuhan. Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja optimal, diikuti perbaikan jika ditemukan kesalahan. Setelah alat berfungsi dengan baik, data dikumpulkan, dianalisis, dan digunakan untuk menyusun kesimpulan penelitian.

### 2.3 Perancangan Sistem

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring laju arus air yang dapat memberikan informasi bahwa akan terjadinya banjir. Pemantauan ini melalui teknologi *Internet of Things* (IoT) dan teknologi komunikasi nirkabel jarak jauh *Long Range* (LoRa) yang memberikan informasi mengenai laju arus air yang dapat diakses dan dipantau secara *real-time*. Diagram blok dari sistem yang dirancang yaitu sebagai berikut.

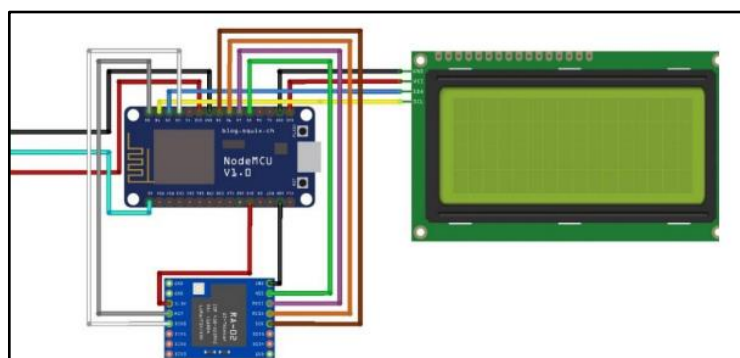


**Gambar 2.** Diagram Blok Sistem

Sistem ini menggunakan ESP8266 sebagai pusat kendali untuk mengelola data dari sensor waterflow meter yang mengukur kecepatan arus air. Data yang diperoleh dikirim melalui modul LoRa ke perangkat penerima, memungkinkan transmisi jarak jauh dengan konsumsi daya rendah. LCD digunakan untuk menampilkan data secara langsung, sementara aplikasi Blynk dan Telegram memungkinkan pemantauan *real-time* serta notifikasi otomatis kepada pengguna. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pemantauan aliran air, terutama di daerah terpencil atau dengan infrastruktur terbatas.

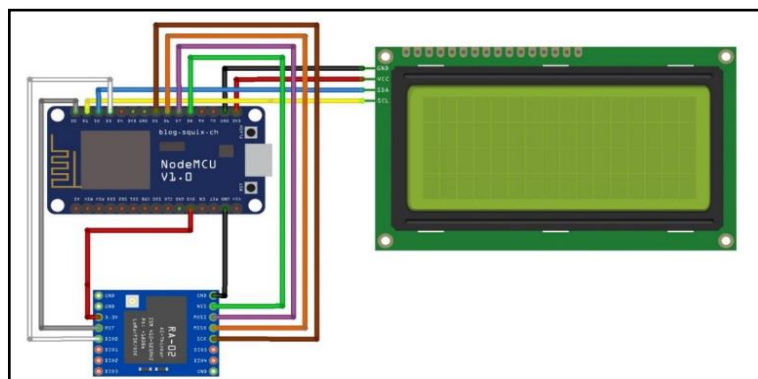
### 2.3 Perancangan Perangkat Keras

Pada penelitian ini perancangan perangkat keras terbagi menjadi 2, yaitu perancangan perangkat keras *transmitter* dan perancangan perangkat keras *receiver*.



**Gambar 3.** Perancangan Perangkat Keras *Transmitter*

Perangkat transmitter ini menggunakan mikrokontroler ESP8266 untuk mengolah data dari sensor waterflow. Data tersebut ditampilkan pada LCD dan dikirim ke LoRa Receiver melalui modul LoRa. Sensor waterflow dilengkapi pipa ½ inch sepanjang 4 cm di kedua sisi untuk memastikan aliran air optimal dalam menggerakkan kincir sensor.



**Gambar 4.** Perancangan Perangkat Keras Receiver

Perangkat receiver ini juga menggunakan mikrokontroler ESP8266 untuk menerima data dari transmitter melalui modul LoRa. ESP8266 berperan sebagai pusat pengolahan data yang diterima dan mendistribusikannya ke berbagai saluran komunikasi seperti LCD, Telegram, dan Blynk.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengujian Sensor Waterflow

Pengujian sensor waterflow bertujuan untuk memastikan bahwa sensor berfungsi dengan baik dan memberikan hasil yang akurat dalam mengukur aliran air. Proses pengujian melibatkan pemasangan sensor pada aliran air dan pengukuran untuk mendapatkan hasil pembacaan dari sensor tersebut. Hasil pengujian sensor waterflow dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Pengujian Sensor Waterflow

Keluaran air (%)	Sensor waterflow (cm/s)	Pembacaan bola pingpong (cm/s)
0%	0	0
10%	0	0
20%	22	19
30%	27	30
40%	32	38
50%	37	39
60%	37	39
70%	40	40
80%	41	39
90%	41	40
100%	41	40
Rata-rata selisih		1,81

Data yang diberikan menunjukkan hasil pengukuran dari dua parameter yaitu sensor waterflow dan bola pingpong. Jumlah selisih hasil pengukuran kecepatan antara bola pingpong dan sensor adalah 1,81 cm/s. Akurasi pengukuran sensor dibandingkan dengan bola pingpong adalah sekitar 92,78%. Pengamatan awal menunjukkan bahwa data pertama bernilai nol untuk kedua parameter, menandakan tidak ada aktivitas. Pada data ke-3, sensor waterflow meningkat menjadi 15 cm dan bola pingpong 19 cm, menunjukkan korelasi positif. Data ke-4 dan ke-5 mencatat kenaikan lebih lanjut, memperkuat hubungan antara kedua parameter. Perubahan drastis dari nol ke nilai

lebih tinggi menunjukkan respons cepat terhadap kondisi tertentu, yang dapat digunakan untuk analisis tren lebih lanjut.

### 3.2 Pengujian Sistem Pada Kolam

Pengumpulan data pemantauan laju arus air di dalam kolam dilakukan secara teratur menggunakan mesin pompa air sebagai arus buatan yang di alirkan melalui pipa-pipa pengujian. Hasil pengujian sistem pada kolam dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Pengujian Sistem Pada Kolam

Keluaran air (%)	Sudut buka kran (Derajat)	Bukaan keran air (cm)	Pulsa/s	Sensor waterflow (cm/s)
0%	0	0,064	12,98	0
10%	9	0,192	28,16	0
20%	18	0,32	42,47	0,22
30%	27	0,448	52,87	0,27
40%	36	0,576	62,26	0,32
50%	45	0,704	63,66	0,37
60%	54	0,832	72,42	0,37
70%	63	0,896	74,51	0,40
80%	72	1,024	77,22	0,41
90%	81	1,152	78,85	0,41
100%	90	1,28	78,77	0,41

Pada Tabel 2 terlihat bahwa meskipun laju arus air tampak konstan, hasil pengukuran dengan osiloskop menunjukkan adanya penurunan jumlah pulsa yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa air yang melewati sensor tersebut mengalami penurunan kecepatan, namun perubahan ini belum cukup besar untuk mempengaruhi hasil pengukuran kecepatan secara keseluruhan karena sensor memiliki batas maksimal putaran. Dalam penelitian ini, osiloskop digunakan untuk mengukur jumlah pulsa yang dihasilkan oleh sensor. Pulsa-pulsa tersebut kemudian akan diubah dari sinyal analog menjadi sinyal digital menggunakan ADC (*Analog-to-Digital Converter*).

### 3.3 Pengujian Sistem Di Sungai

Pengumpulan data ini dilakukan beberapa kali untuk mengukur laju arus aliran air di sungai. Metode yang digunakan adalah dengan menempatkan alat pengukur laju arus air pada permukaan sungai menggunakan pelampung. Pelampung ini berfungsi untuk menjaga agar alat tetap berada di posisi yang benar dan dapat beroperasi dengan baik, mengikuti arus sungai. Hasil pengujian sistem di sungai dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Pengujian Sistem Di Sungai

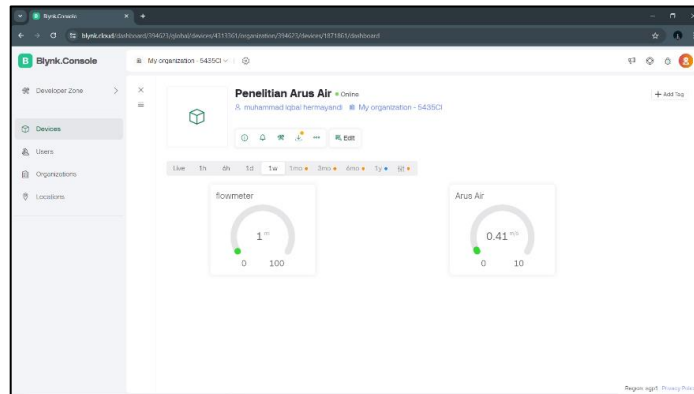
Sensor waterflow (cm/s)
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0

Pada pengujian sistem di sungai, ditemukan bahwa arus di sungai ini tidak begitu laju, sehingga pengukuran arus mengalami ketidakakuratan. Akibat dari kondisi ini, hasil pengukuran menunjukkan nilai 0, yang mengindikasikan bahwa alat pengukur tidak dapat mendeteksi arus dengan tepat pada kondisi tersebut karena sensor memiliki batas minimum 0.1 m/s.



### 3.4 Pengujian Blynk

Pada penelitian ini, pengukuran laju arus air dilakukan dengan memanfaatkan fitur Blynk sebagai salah satu sarana notifikasi. Fitur Blynk digunakan untuk memantau laju arus air sungai secara *real-time*. Hasil pengujian Blynk dapat dilihat pada Gambar 5.

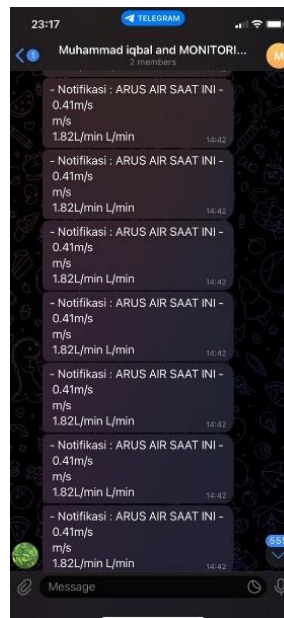


Gambar 5. Pengujian Blynk

Dengan menggunakan sistem notifikasi Blynk, data pengukuran dapat dikirimkan langsung ke perangkat *mobile*, memungkinkan pemantauan dan analisis yang lebih efisien dari jarak jauh. Hal ini memudahkan peneliti dalam memperoleh informasi terkini mengenai laju arus dan melakukan evaluasi secara cepat terhadap kondisi arus air, sehingga mendukung akurasi dan efektivitas penelitian.

### 3.5 Pengujian Telegram

Sistem pengukuran aliran arus air dilengkapi dengan notifikasi Telegram yang memberikan peringatan ketika laju arus aliran air mencapai 0,3m/s. Hasil pengujian Telegram dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian Telegram

Saat sensor mendeteksi laju arus aliran ini, sistem secara otomatis mengirimkan pesan notifikasi ke Telegram untuk memberitahukan kondisi tersebut. Peringatan ini bertujuan untuk memastikan pengguna dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan untuk menjaga kestabilan dan keamanan aliran air.

#### 4. KESIMPULAN

Sensor waterflow memiliki batas maksimum dan minimum yang memengaruhi hasil pengukuran. Diameter pipa juga berperan dalam akurasi sensor. Pengujian sistem transduser di kolam menunjukkan bahwa lubang aliran air pada sensor terlalu kecil, sehingga memerlukan pipa tambahan. Ketidakstabilan pengukuran terjadi akibat aliran air dari pompa yang tidak stabil dan lonjakan arus dalam pipa. Selain itu, lebar kolam menyebabkan arus terpecah, menyulitkan pengarahannya ke sensor. Hasil pengukuran menunjukkan kecepatan arus 0,41 m/s dengan faktor kalibrasi 4,5. Sementara itu, pengujian di Sungai Kapuas menunjukkan bahwa arus yang lemah membuat kincir sensor tidak berputar, sehingga sensor tidak dapat mendeteksi kecepatan aliran air. Faktor ketelitian dan kestabilan jaringan internet juga memengaruhi pengiriman data dari perangkat *receiver* ke Blynk, menyebabkan sedikit *delay* karena notifikasi dikirim secara terus-menerus. Notifikasi kecepatan arus air dapat dilakukan secara *by request* atau otomatis ketika arus mencapai kecepatan 0,3 m/s. Selain itu, Telegram dapat digunakan sebagai mekanisme informasi dalam monitoring arus air di sungai.

#### REFERENSI

- [1] H. Setiawan *et al.*, “Analisis Penyebab Banjir di Kota Samarinda,” *Jurnal Geografi Gea*, vol. 20, no. 1, pp. 40–40, Apr. 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.upi.edu/index.php/gea>
- [2] M. A. Salim and A. B. Siswanto, “Kajian Penanganan Dampak Banjir Kabupaten Pekalongan,” *Rang Teknik Journal*, vol. 4, no. 2, p. 296, Jun. 2021, doi: 10.31869/rtj.v4i2.2525.
- [3] R. Rizkiah, H. Poli, and S. Supardjo, “Analisis Faktor-Faktor Penyebab Banjir di Kecamatan Tikala Kota Manado,” *Jurnal Spasial*, vol. 1, pp. 106–107, May 2015.
- [4] A. Muzakky, A. Nurhadi, A. Nurdiansyah, G. Wicaksana, and Istiadi, “Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis IoT,” *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2018)*, pp. 660–667, Sep. 2018.
- [5] A. B. Ramadhan, S. Sumaryo, and R. A. Piramadhi, “Desain dan Implementasi Pengukuran Debit Air Menggunakan Sensor Water Flow Berbasis IoT,” *e-Proceeding of Engineering*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, Aug. 2019.
- [6] A. R. F. Gani, “Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Arduino Uno Dengan Notifikasi SMS,” *J Teknol*, vol. 9, no. 1, pp. 42–51, Nov. 2021, doi: 10.31479/jtek.v9i1.90.
- [7] J. R. P. Sitindaon, D. P. Sari, and R. D. Kusumanto, “Implementasi Sistem Monitoring Air Dengan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Dan Water Flow Di Azone Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Energi Panel Surya (PLTS),” *Journal of Applied Smart Electrical Network and System (JASENS)*, vol. 5, no. 1, p. 23, Jun. 2024, [Online]. Available: <http://journal.isas.or.id/index.php/JASENS>
- [8] Salahuddin, Yusman, Zamzami, Bakhtiar, S. Munazzar, and M. Nasir, “Pengontrolan Tandon Air Berbasis IoT Menggunakan Node MCU 8266,” *Jurnal Serambi Engineering*, vol. IX, no. 2, p. 8787, Apr. 2024.
- [9] P. J. Sihombing, E. D. Octary, and A. Amelia, “Implementasi Sensor Water Flow Pada Rumah Kos Berbasis Internet of Things (IoT),” *Konferensi Nasional Social dan Engineering Polmed*, no. 1, p. 968, Jan. 2025.
- [10] A. D. Pangestu, F. Ardianto, and B. Alfaresi, “Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino NodeMCU ESP8266,” *Jurnal Ampere*, vol. 4, no. 1, p. 190, Jun. 2019.
- [11] A. B. P. Manullang, Y. Saragih, and R. Hidayat, “Implementasi NodeMCU ESP8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis IoT,” *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, vol. 4, no. 2, p. 165, Nov. 2021, [Online]. Available: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jireISSN.2620-6900>
- [12] A. Pratama, A. A. N. Amrita, and D. C. Khrisne, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Listrik Tiga Fasa Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan LoRa Ra-02 SX1278,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 20, no. 2, p. 354, 2021, doi: 10.24843/mite.2021.v20i02.p20.
- [13] M. Liandana, “Penerapan Teknologi LoRa Pada Purwarupa Awal Wearable Device,” *Journal of Computer, information system, & technology management*, vol. 2, no. 2, p. 41, Oct. 2019.





- [14] I. M. P. Budi, E. S. Nugraha, and A. Agung, "Perancangan Dan Analisis Antena Mikrostrip Mimo Circular Pada Frekuensi 2.35 GHz Untuk Aplikasi LTE," *JURNAL INFOTEL (Informatics, Telecommunication, and Electronics)*, vol. 9, no. 1, p. 137, Feb. 2017, doi: 10.20895/infotel.v9i1.130.
- [15] Y. Christyono, I. Santoso, and R. D. Cahyo, "Perancangan Antena Mikrostrip Array Pada Frekuensi 850 MHz," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 18, no. 2, p. 88, Aug. 2016.
- [16] M. Ristiawan and E. Ariyanto, "Otomatisasi Pengatur Suhu dan Waktu Pada Penyangrai Kopi (Roaster Coffee) Berbasis ATMEGA 16 Pada Tampilan LCD (Liquid Crystal Display)," *Gema Teknologi*, vol. 19, no. 1, p. 6, Oct. 2016.
- [17] Suhadi, Ramdani, and T. Y. Rahmad, "Rancang Bangun Alat Ukur Pengisi Bahan Bakar Minyak Berbasis Arduino Uno Menggunakan Liquid Crystal Display (LCD)," *Jurnal Gerbang*, vol. 9, no. 1, p. 65, Feb. 2029.
- [18] Kamal, Firdayanti, U. M. Tyas, A. A. Buckhari, and Pattasang, "Implementasi Aplikasi Arduino IDE Pada Mata Kuliah Sistem Digital," *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, pp. 4–5, Apr. 2023.
- [19] A. Bachmid, V. C. Poekoel, and J. O. Wuwung, "Osiloskop Portable Digital Berbasis AVR ATmega644," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 6, no. 1, p. 15, Apr. 2017.

