

## SISTEM MONITORING PEMANTAU PERMUKAAN SUNGAI BERBASIS JARINGAN SENSOR NIRKABEL DENGAN MULTI SALURAN DATA

Regina Sirait, Nicodemus Hutabarat, Mutiara Widasari Sitopu, Arnold

Politeknik Negeri Medan -Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, Medan, Sumatera, 20155

E-mail correspondence: mutiarasitopu@polmed.ac.id

---

### Abstrak

Sistem pada penelitian ini dirancang dengan menggunakan node sensor dan node server. *Node sensor* dan *node server* adalah sistem terpadu dengan sistem pemantauan terintegrasi dengan beberapa saluran data untuk komunikasi data. Dengan sistem ini tingkat keberhasilan pengiriman data ke server dapat ditingkatkan. Pada penelitian ini dilakukan dengan merancang dan menguji prototipe Sistem *Monitoring* permukaan Sungai Berbasis Jaringan *Sensor Nirkabel* dengan Multi Saluran Data. Sistem terdiri dari *node sensor* dan *node server*. *Node sensor* memiliki sensor ultrasonik untuk mendeteksi perubahan ketinggian permukaan sungai dan kemudian data pengukuran dikirim melalui saluran data dengan module SIM800L dan Module LoRa. *Node server* menerima data melalui modul LoRa dan jaringan internet dan kemudian datanya disimpan pada database node sensor. Hasil pengujian pengukuran ketinggian permukaan sungai persen errornya adalah 2.14%. Terhadap nilai absolut pengukuran dan rata-rata maksimum *absolut error* pengukuran adalah 15 cm pada ketinggian permukaan sungai 20 cm. Pengujian terhadap komunikasi SIM800L *node sensor* diperoleh rata-rata koneksi ke server dari dua lokasi sekitar 40 mili detik dan pengiriman data sekitar 500 mili detik. Pengujian komunikasi dengan modul LoRa dengan jarak pengukuran terdekat yang dilakukan 14 m, *delay* pengiriman data rata-rata sebesar 148.5 mili detik, dan dengan jarak terjauh pengukuran 146m *delay* rata-rata sebesar 149,5 mili detik.

**Kata Kunci:** Lora; multi kanal data; monitoring sensor.

### Abstract

The system in this research was designed using sensor nodes and server nodes. Sensor nodes and server nodes are a unified system with an integrated monitoring system with multiple data channels for data communication. With this system, the success rate of sending data to server can be increased. This research was carried out by designing and testing a prototype river surface monitoring system based on a wireless sensor network with multiple data channels. The system consists of sensor nodes and server nodes. The sensor node has an ultrasonic sensor and will detect changes in the level of the river surface and then the measurement data is sent via a data channel with the SIM800L module and the Lora module. The server node receives data through the lora module and the internet network and then the data will be stored in the sensor node database. The test results for measuring the height of the river surface, the percent error is 2.14%. against the absolute value of measurement and the average absolute maximum measurement error is 15 cm at a river level of 20 cm. Test on the SIM800L sensor node communication obtained an average connection to servers from two location of around 40 milliseconds and data transmission of around 500 milliseconds. Testing communication with the lora module with lora module with the closest measuring distance of 14 meters, the delay in sending data is an average of 148.5 milliseconds, and with the longest distance measuring 146 meters, the average delay is 149.5 milliseconds.

**Keywords :** Lora, multi-channel data, sensor monitoring

---

## PENDAHULUAN

Banjir merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia dan dapat menyebabkan kerugian besar baik dari segi ekonomi maupun sosial. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan yang efektif untuk memberikan informasi yang akurat dan cepat terkait kondisi sungai dan potensi banjir. Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan untuk mengembangkan sistem pemantauan permukaan sungai, seperti penggunaan sensor ultrasonik dan teknologi *wireless sensor networks* (WSN).

Namun, kebanyakan penelitian tersebut hanya menggunakan satu saluran komunikasi untuk mengirimkan data, sehingga masih terdapat kekurangan dalam efektivitas dan keandalan sistem pemantauan. Pernyataan kebaruan ilmiah dari penelitian ini adalah pengembangan sistem pemantauan permukaan sungai berbasis jaringan sensor nirkabel dengan multi saluran data. Sistem ini terdiri dari node sensor dan node server yang terintegrasi dengan beberapa saluran data untuk komunikasi data.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kewaspadaan masyarakat terhadap bahaya banjir dengan menyediakan sistem pemantauan yang efektif. Permasalahan penelitian yang akan dijawab dalam artikel ini adalah bagaimana mengembangkan sistem pemantauan permukaan sungai yang efektif dengan menggunakan teknologi *wireless sensor networks* (WSN) dan LoRa untuk mengukur perubahan tinggi permukaan sungai dan mengirimkan data melalui beberapa saluran komunikasi seperti LoRa dan GSM. Selain itu, penelitian ini juga akan mencakup pengujian kinerja sistem dan analisis data untuk mengevaluasi efektivitas sistem pemantauan yang dikembangkan.

## METODE

Metode pelaksanaan penelitian dilakukan dengan metode eksperimental riset, pengembangan dan pengujian kinerja sistem. Pada penelitian dilakukan perancangan dan eksperimen pengukuran perubahan ketinggian permukaan serta pengiriman dan penerimaan data pengukuran melalui tiga saluran transmisi. Pengirim data

merupakan node sensor yang dilengkapi sensor pengukur jarak dan modul transmisi GSM dan transceiver LoRa.

Penerimaan merupakan sebuah server yang memiliki database dan terhubung dengan internet dan transiver LoRa. Subjek Penelitian Subjek eksperimen penelitian dilakukan pada sistem komunikasi node sensor dan node server dalam berkomunikasi dimana komunikasi dibangun dengan multi saluran komunikasi. Komunikasi pengiriman data dilakukan melalui modul LoRa dan SIM800L. Uji coba sistem dilaksanakan pada lingkungan Laboratorium Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Medan.

Rancangan Penelitian Pada penelitian ini dilakukan perancangan node sensor pendeteksi perubahan ketinggian permukaan air. Perubahan ketinggian permukaan air akan dikirimkan ke server penyimpanan data dan pada kondisi tertentu dapat mengirim pesan singkat ke nomor-nomor tertentu. Sistem Sistem yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari node sensor dan node server yang terintegrasi dengan beberapa saluran data untuk komunikasi data. Node sensor dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mengukur perubahan tinggi permukaan sungai dan modul transmisi GSM dan transceiver LoRa untuk mengirimkan data ke node server. Node server berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan terhubung dengan internet dan transceiver LoRa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian pengiriman data dari dua lokasi pengiriman data yang berbeda. Pengiriman data dari dua lokasi berbeda ini juga berarti masing-masing node terhubung dengan dua BST seluler yang berbeda. Pada tabel ditunjukkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Dari hasil pengujian terhadap komunikasi SIM800 node sensor diperoleh rata-rata koneksi ke server dari dua lokasi sekitar 40 mili detik dan pengiriman data sekitar 500 mili detik.

**Tabel 1.** Pengukuran Koneksi dan Pengiriman Data

Lokasi	Biasa (Regular)	Koneksi (ms)	Kirim Data(ms)
Lokasi 1	Rata-rata	43,32	534
	Minimum	39	500
	Maksimum	47	570
Lokasi 2	Rata-rata	42,44	535
	Minimum	40	513
	Maksimum	80	572

Pengujian komunikasi LoRa dilakukan dengan mengirimkan dari node sensor menuju node Server. Pengukuran dilakukan dengan mengirimkan data dari node sensor menuju node sink tanpa melalui perantara. Node sensor mengirimkan data dan akan segera dibalas oleh node sink. Hasil pengukuran yang dilakukan ditampilkan dengan jarak pengukuran terdekat yang dilakukan 14 meter *delay* pengiriman data rata-rata sebesar 148.5 mili detik, dan dengan jarak terjauh pengukuran 146 meter, *delay* rata-rata sebesar 149,5 ms. Rara-rata RSSI penerimaan data tertinggi adalah -79 dbm pada jarak 14 m. dan rata-rata RSSI terendah sebesar -99,9 dBm. Tingkat keberhasilan data terkirim dan diterima kembali ditunjukkan pada tabel 3 kolom success rate. Sedangkan dari tabel sending rate menunjukkan tingkat keberhasilan data diterima pada server kendati balasannya mungkin tidak diterima kembali oleh node sensor. Dari tabel 2 dapat dilihat jarak akan mempengaruhi RSSI dimana semakin jauh jarak antar node kuat sinyal terima semakin kecil. Dari hasil pengukuran ini tingkat keberhasilan komunikasi dua arah terbaik terjadi pada saat kuat sinyal informasi lebih dari sinyal rata-rata derau sistem.

**Tabel 2.** Pengukuran Data Lora

Jarak Node (m)	Delay (ms)	RSSI dBm	SNR dB	Success Rate (%)	Sending Rate
14	148.5	-79.0	8.7	96.5	97.9
29	147.1	-83.3	7.8	99.3	99.29
43	146.9	-83.4	8.8	98.5	100.00
65	147.1	-90.5	6.1	98.6	100
80	148.7	-94.3	-5.1	79.	95.16
95	148.4	-96.5	-3.1	94.4	97.60
109	148.7	-99.9	-8.4	31.9	57.45
121	148.9	-97.5	-5.0	74.2	83.33
134	147.9	-96.3	-3.6	53.2	76.60
139	148.4	-95.2	-6.8	55	79.29
164	149.5	-99.6	-6.8	17.2	40.75

Pengujian sensor ultrasonik SR04M pada pengukuran ketinggian dilakukan dengan cara experimental di lingkungan laboratorium. Pengujian sensor ultrasonik SR04M diatur posisinya 400 centimeter dari dasar sungai. Sensor akan mengukur ketinggian permukaan pantul sungai. Hasil pengukuran yang diperoleh akan dikurangkan dengan 400 centimeter. Hasil pengurangan ini merupakan ketinggian permukaan sungai. Hasil pengujian pengukuran ditampilkan pada tabel 5 pengujian pengukuran ketinggian. Berdasarkan tabel pengukuran ketinggian permukaan sungai/bidang pantul 380 centimeter atau ketinggian sensor dan permukaan 20 centimeter persen errornya adalah 2.14 % dengan maximum absolut error adalah 0.52 centimeter. Dari hasil pengamatan pengukuran diperoleh semakin besar tinggi permukaan sungai dan sensor kesalahan yang terjadi semakin besar. Maksimum persen error adalah sebesar kurang dari 10 persen pada jarak pengukuran 250 meter.

**Tabel 3.** Pengujian Pengukuran Permukaan

Absolut Value (Meter)	Absolut Error (meter)			Persen Error (%)		
	Maksimum	Rata-rata	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Minimum
380	0.52	0.43	0.26	2.6	2.14	1.3
360	1.63	1.53	1.48	4.08	3.83	3.7
340	1.89	1.58	1.5	3.15	2.64	2.5
320	2.09	1.75	1.65	2.61	2.18	2.06
300	4.71	4.43	4.2	4.71	4.43	4.2
280	6	5.6	5.47	5	4.67	4.56
250	7.91	3.09	2.73	5.27	2.06	1.82
200	15.26	6.08	5.42	7.63	3.04	2.71
150	22.62	9.52	6.78	9.05	3.81	2.71
100	28.34	14.52	8.14	9.45	4.84	2.71
50	30.42	12.35	10.07	8.69	3.53	2.88
20	29.82	15.63	11.92	7.85	4.11	3.14

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada node sensor, node sensor dapat mengirimkan data pengukuran melalui multi kanal data yaitu dengan modul LoRa dan Modul SIM800L. ada pun tingkat keberhasilan pengiriman dan penerimaan data pada komunikasi dengan LoRa pada penelitian ini sebesar 94.4% pada jarak antar node 95 meter dan dengan tingkat keberhasilan pengiriman 97.6 %. Delay pengiriman data dengan komunikasi LoRa yang dicapai dengan rata-rata 148 milisecond.

Komunikasi dengan module SIM800L dapat dilakukan dimana durasi koneksi dari modul SIM800l ke server rata-rata 42.44 milisecond dan pengiriman data dengan durasi 534 milisecond. Node sensor dengan sensor ultrasonik dapat mengukur jarak antara sensor dan permukaan pantul. Node sensor dapat mengukur jarak permukaan pantul dengan baik dimana persen error pengukuran maksimal 5% pada pengukuran 150 centimeter. Hasil pengujian diperoleh maksimum persentasi error kurang dari 10%. Pengujian dilakukan dengan jarak terjauh sensor dan bidang pantul adalah 350 cm.

Node server sebagai database tempat mengumpulkan data pengukuran dapat menerima data dari node sensor. Node sensor mengirimkan data melalui saluran komunikasi dengan LoRa dan SIM800l. Node sensor dapat mengirim melalui jaringan internet melalui SIM800L dan server terhubung dengan jaringan internet. Sementara node sensor mengirim data melalui modul LoRa yang juga dimiliki oleh node server. Pengiriman data melalui saluran LoRa dengan rata-rata round trip data dengan durasi 148 milisecond. Tingkat keberhasilan pengiriman data terjadi saat nilai SNR berada diatas nol decibel. Pengiriman data melalui modul LoRa dan SIM800L menuju node serve dapat dilakukan.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Setelah dilakukan perancangan, pembuatan dan pengujian ada beberapa kesimpulan yaitu dengan menambahkan *Module LoRa* pada *node server* dalam hal ini *Raspberry* memberi opsi tambahan saluran komunikasi dengan *server database*. *Node sensor* yang

dilengkapi dengan lebih dari satu modul komunikasi meningkatkan kehandalan penerimaan informasi dikarenakan ada saluran bisa dijadikan saluran cadangan. Pada komunikasi LoRa data masih dapat diterima kendati kuat sinyal terima berada dibawah *noise floor*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abimata, A. B., Jati, A. N., & Mulyana, A. (2016). Desain Dan Implementasi Sensor Tinggi Muka Permukaan Air Sungai Dan Sensor Curah Hujan Sebagai Pendukung Sistem Peringatan Dini Untuk Bencana Banjir. *eProceedings of Engineering*, 3(1).
- Bolton, W. (2015). Chapter 2 - Input/Output Devices. In W. Bolton (Ed.), *Programmable Logic Controllers (Sixth Edition)* (pp. 23-61). Boston: Newnes.
- Damanik, I. P., Sukiswo, S., & Riyadi, M. A. (2015). Perancangan Perangkat Keras Pengukur Ketinggian Muka Air Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan Protokol Komunikasi Zigbee dan GPRS (General Packet Radio Service) dengan Topologi Tree. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 4(2), 347-354.
- Dargie, W., & Poellabauer, C. (2011). *Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice*.
- Guerrieri, A., Fortino, G., & Russo, W. (2014). An Evaluation Framework for Buildings-Oriented Wireless Sensor Networks. *2014 14th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing*, 670-679.
- Jumhana, S. R., Azmi, F., & Setianingsih, C. (2020). *Design of River Monitoring Device with the Internet of Things Using LPWAN Based*. Paper presented at the 2020 2nd International Conference on Electrical, Control and Instrumentation Engineering (ICECIE).
- Kristiyono, R., & Rianto, A. (2020). Sistem Deteksi Banjir Otomatis Berbasis SMS di Tepi Sungai Bengawan Solo pada Kelurahan Pucangsawit Surakarta. Paper presented at the Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat.
- Kurniasih, N., Sari, D. P., & Firdaus, D. A. R. (2021). Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Pendeteksi Dini Banjir Berbasis Short Message Service Menggunakan PLTS On Grid. *KILAT*, 10(1), 77-88.
- Novianta, M. A. (2013). Alat Deteksi Dini Bahaya Banjir dengan Penyampaian Informasi Tinggi Muka Air Menggunakan Data Logger Berbasis GSM Gateway. Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan.
- Solehman, M., Azmi, F., & Setianingsih, C. (2019). *Web-Based Flood Warning System Using Decision Tree Method*. Paper presented at the 2019 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation (ICAMIMIA).
- Taufiqurrahman, A. K. (2017). Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Arduino Dan Sms Gateway Untuk Daerah Pamekasan. Paper presented at the Seminar Nasional Humaniora & Aplikasi Teknologi Informasi.